

ISSN 1346-7328
国総研資料 第1296号
ISSN 0286-4630
建築研究資料 第212号
令和6年10月

国土技術政策総合研究所資料

TECHNICAL NOTE of
National Institute for Land and Infrastructure Management

No.1296

October 2024

建築研究資料

Building Research Data

No.212

October 2024

令和6年能登半島地震建築物被害調査等報告（速報）

Quick Report of the Field Survey on the Building Damage by The 2024 Noto Peninsula Earthquake

国土交通省 国土技術政策総合研究所

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

国立研究開発法人 建築研究所

Building Research Institute
National Research and Development Agency, Japan

国土技術政策総合研究所資料
第1296号 2024年10月
建築研究資料
第212号 2024年10月

令和6年能登半島地震建築物被害調査等報告（速報）

国土交通省 国土技術政策総合研究所
国立研究開発法人 建築研究所

概要

令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震は、数多くの建築物に倒壊等の被害をもたらした。国土技術政策総合研究所及び建築研究所では発災直後より、分野別に専門家を現地に派遣し、地震及び地震動、木造、鉄筋コンクリート造、基礎・地盤、鉄骨造、非構造部材、津波・瓦屋根、火災等の建築物被害調査等を実施するとともに、住宅再建・地域復興に向けた調査等を行っている。

本資料は、現段階におけるこれら調査研究の成果を速報として取りまとめたものである。

キーワード：令和6年能登半島地震、建築物被害、現地調査

Technical Note of NILIM
No.1296 October 2024
Building Research Data
No.212 October 2024

Quick Report of the Field Survey on the Building Damage by The 2024 Noto Peninsula Earthquake

National Institute for Land and Infrastructure Management
Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism, Japan

Building Research Institute
National Research and Development Agency, Japan

Synopsis

The 2024 Noto Peninsula Earthquake which occurred on January 1 caused tremendous damage of collapse to many buildings. Since immediately after the earthquake, the NILIM and the BRI have been sending experts of various fields concerned to the affected region and have been conducting the survey on earthquake and ground motion, wooden construction, reinforced concrete construction, foundations and ground, steel frame construction, non-structural members, tsunami and tiled roof, damage due to fire, and so on to collect the data on the state of damage to buildings. The NILIM and the BRI have been surveying the reconstruction of the houses and the areas.

This report summarizes the results of the researches and studies at the current stage as “Quick report”.

Key Words : The 2024 Noto Peninsula Earthquake, Building Damage, Field Survey

はしがき

石川県能登地方では、令和 2 年 12 月から地震活動が継続し、令和 6 年 1 月 1 日 16 時 10 分頃に発生した地震により、最大震度 7 を観測するなど能登半島を中心に強い揺れを観測しました。この地震とそれに伴って発生した津波により、石川県能登地方を中心に数多くの建築物に倒壊などの被害がもたらされました。気象庁は 1 月 1 日に、石川県能登地方で発生している一連の地震活動を「令和 6 年能登半島地震」と定めました。

本地震で亡くなられた方々及びそのご遺族に対し深く哀悼の意を表するとともに、被災された方々に心からお見舞い申し上げます。

10 月 1 日現在、総務省消防庁災害対策本部公表資料「令和 6 年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第 111 報）」によれば、最大震度が 6 弱以上の大きな地震が 1 月 1 日に 2 回、1 月 6 日に 1 回発生しており、人的被害は死者 401 名、負傷者 1,336 名、住家被害は全壊 6,421 棟、半壊 22,823 棟、一部損壊 103,768 棟、非住家被害は公共建物 131 棟、その他 35,654 棟となっています。

地震発生直後からこれまで約 10 ヶ月の間、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）及び国立研究開発法人建築研究所（以下「建研」という。）では連携して、住宅・建築・都市計画技術に関する公的研究機関としての社会的使命を果たすべく、被災地の建築物等の被害調査活動等に迅速に取り組みました。国土交通省住宅局の派遣要請に基づき、木造建築物、鉄筋コンクリート造等建築物、鉄骨造建築物、基礎・地盤、非構造部材、荷重外力、防火の分野別に調査員を順次派遣し、建築物の主な被害状況や要因と考えられる事象などを把握するとともに、被災自治体が行う住まいの復興計画の策定を支援するための国土交通省住宅局による調査に対し技術的支援を行っています。なお、基礎・地盤など一部の分野は引き続き調査を実施しており、成果が得られ次第報告することとしております。

国総研と建研は、建築物の構造被害の原因分析を進めるにあたり「令和 6 年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」を設置し、外部有識者のご意見も反映するように努めています。また、火災による被害についても輪島市大規模火災を踏まえて総務省消防庁及び国土交通省住宅局が設置した検討会にオブザーバーを派遣しています。本報告書も、一部の内容がそれらを踏まえたものとなっています。

本報告書では、既に国総研、建研ホームページに一部公表している上記の各調査結果及び分析を基礎としつつ、これまでの検討結果を速報としてとりまとめています。なお、これらは出版時点での情報に基づくもので、今後も必要な調査や検討は継続して実施していく予定です。

現地調査に当たって被災地の困難な状況にもかかわらず、調査にご協力いただいた方々、資料を提供していただいた方々に厚く御礼申し上げます。

令和 6 年 10 月

国土交通省国土技術政策総合研究所	副所長	山下 英和
国立研究開発法人建築研究所	理事長	澤地 孝男

令和6年能登半島地震建築物被害調査等報告（速報）

目次

はしがき

第1章 はじめに (1-1)

第2章 調査研究の概要 (2-1～2-4)

第3章 被害一般 (3-1～3-8)

3.1 地震等の概況	3-1
3.2 災害関連法の適用	3-4
3.2.1 災害救助法等	3-4
3.2.2 激甚災害の指定	3-4
3.2.3 特定非常災害の指定	3-5
3.3 人的被害	3-5
3.4 建築・住宅等に係る被害	3-5
3.4.1 住宅等の全半壊等	3-5
3.4.2 火災発生件数	3-7
3.5 被災建築物応急危険度判定の状況	3-8
3.6 エレベーターの閉じ込め	3-8

第4章 地震、地震動及び津波 (4-1～4-44)

4.1 地震と津波の概要と特徴	4-1
4.1.1 地震諸元	4-1
4.1.2 震度分布	4-1
4.1.3 津波シミュレーションと津波波源モデル	4-2
4.2 強震観測記録と過去に観測された代表的な強震記録との比較	4-4
4.2.1 強震観測記録	4-4
4.2.2 過去に観測された代表的な強震記録との比較	4-10
4.3 弾塑性応答解析を用いた強震観測記録の特徴	4-13
4.4 輪島市における余震観測	4-18
4.4.1 WJMS（輪島市役所）	4-19
4.4.2 WJMC	4-20
4.4.3 WJMF	4-21
4.4.4 WJMM	4-22
4.4.5 WJMG	4-23
4.4.6 WJMZ	4-23

4.4.7 WJMK	4-23
4.5 輪島市における余震観測記録と分析結果	4-25
4.5.1 輪島市における余震観測記録	4-25
4.5.2 地表の余震観測記録の分析結果	4-35
(1) 最大振幅および計測震度相当値	4-35
(2) 地盤の卓越周波数	4-37
(3) 加速度応答スペクトルと Sa-Sd 曲線	4-38
4.5.3 建物の振動特性	4-41
(1) WJMS (輪島市役所)	4-41
(2) WJMC	4-42
(3) WJMF	4-42
4.6 まとめ	4-44

第5章 地震動等による建築物等の被害

5.1 建築物等の地震被害等調査の経過・枠組み	(5.1-1)
5.2 木造建築物の被害	(5.2-1～5.2-74)
5.2.1 木造建築物の悉皆調査	5.2-1
(1) 調査の概要と方法	5.2-1
(2) 年代・構造別の被害の概要	5.2-1
(3) 各調査地区の年代・構造別の被害	5.2-4
(4) 各調査地域の被害分布	5.2-22
(5) 2000年6月以降の建築確認で倒壊した 木造建築物の構造的特徴と被害要因の分析	5.2-31
5.2.2 木造建築物の被害	5.2-42
5.2.2.1 調査の目的と概要	5.2-42
5.2.2.2 調査結果	5.2-42
(1) 輪島市(旧門前町を除く)	5.2-42
(2) 輪島市門前町	5.2-47
(3) 珠洲市	5.2-52
(4) 鳳珠郡穴水町	5.2-60
(5) 志賀町	5.2-64
(6) 能登町	5.2-64
(7) 七尾市	5.2-66
(8) 枠組壁工法建築物	5.2-68
(9) 集成材建築物	5.2-68
5.2.3 まとめ	5.2-73
参考文献	

5.3 鉄筋コンクリート造等建築物の被害	(5.3-1～5.3-93)
5.3.1 調査の目的と概要	5.3-1
5.3.2 調査結果	5.3-3
(1) 1981年以降に施工または耐震改修された建築物	5.3-3
(2) 1981年以前に施工された建築物	5.3-48
(3) その他	5.3-73
(4) 航空レーザ計測による建築物の崩壊評価	5.3-74
5.3.3 まとめ	5.3-91
参考文献	
5.4 基礎・地盤の被害	(5.4-1～5.4-36)
5.4.1 調査の目的と概要	5.4-1
5.4.2 調査結果	5.4-2
5.4.2.1 宅地の斜面崩壊に関する調査（金沢市）	5.4-2
5.4.2.2 液状化被害に関する調査（内灘町・かほく市）	5.4-6
5.4.2.3 鉄筋コンクリート造建築物等の傾斜・沈下被害の調査（輪島市）	5.4-10
5.4.2.4 杭の掘り出しに伴う調査（穴水町）	5.4-32
5.4.3 まとめ	5.4-35
参考文献	
5.5 鉄骨造建築物の被害	(5.5-1～5.5-36)
5.5.1 調査の目的と概要	5.5-1
5.5.2 調査結果	5.5-1
(1) 一般の鉄骨造建築物の被害調査	5.5-1
(2) 公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物の被害調査	5.5-26
5.5.3 まとめ	5.5-35
参考文献	
5.6 非構造部材の被害	(5.6-1～5.6-24)
5.6.1 調査の目的と概要	5.6-1
5.6.2 調査結果	5.6-2
(1) 吊り天井の被害	5.6-2
(2) 内壁・内装の被害	5.6-8
(3) 外壁の被害	5.6-14
(4) ガラス開口部の被害	5.6-18
(5) その他の被害	5.6-21
5.6.3 まとめ	5.6-23
参考文献	

5.7 津波・瓦屋根の被害	(5.7-1～5.7-20)
5.7.1 調査の目的と概要	5.7-1
5.7.2 津波被害調査の概要	5.7-2
5.7.3 津波被害の調査範囲を対象にした分析	5.7-9
5.7.4 瓦屋根の地震被害調査の概要	5.7-17
5.7.5 まとめ	5.7-18
参考文献	

第6章 火災による被害	(6-1～6-27)
6.1 調査の目的と概要	6-1
6.2 調査結果	6-2
6.2.1 焼失区域	6-2
6.2.2 焼け止まり要因	6-3
6.2.3 火の粉の飛散状況	6-9
6.3 分析	6-15
6.3.1 人工衛星による広域火災発生地域の検出	6-15
6.3.2 輪島市河井町火災の延焼状況	6-18
6.3.3 令和6年能登半島地震における出火	6-24
6.4 まとめ	6-26
参考文献	

第7章 住宅再建・地域復興への動向	(7-1～7-28)
7.1 住宅関連データ等からみた被災自治体の特徴	7-2
7.1.1 住宅関連データからみた被災自治体の特徴	7-2
7.1.1.1 被災前時点における人口・世帯の状況	7-2
7.1.1.2 被災前時点における住宅ストックの状況	7-6
7.1.1.3 過去の大規模災害における人口・世帯の状況との比較	7-9
7.1.1.4 将来の人口特性	7-10
7.1.2 被災自治体の建築技師数	7-12
7.2 インフラ被害の復旧と避難者の推移	7-13
7.2.1 電力、上水道、都市ガスの回復状況	7-13
7.2.2 避難者数	7-14
7.3 応急仮設住宅の供与	7-15
7.3.1 建設型応急住宅の供与	7-15
7.3.2 賃貸型応急住宅の供与	7-18
7.3.3 公営住宅等の提供	7-20
7.4 住宅復旧に向けた取り組み	7-21
7.4.1 被災住宅の解体に対する支援	7-22
7.4.2 住まいの自力再建に対する支援	7-22
7.4.2.1 共通的な支援制度	7-22

7.4.2.2 持家の購入・建設や被災住宅の補修に対する支援制度	7-23
7.4.3 災害公営住宅の供給に向けた動き	7-26
7.5 まとめ	7-27

第 8 章 おわりに

(8-1～8-9)

謝辞

執筆分担

第1章 はじめに

福山 洋 建築研究所 理事
喜々津仁密 国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築品質研究官

第2章 調査研究の概要

山口 陽 国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築災害対策研究官

第3章 被害一般

山口 陽 国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築災害対策研究官

第4章 地震、地震動及び津波

犬飼瑞郎 国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官
小山 信 建築研究所 構造研究グループ シニアフェロー
中川博人 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員
林田拓己 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員
大塚悠里 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員
的場萌子 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員
鹿嶋俊英 建築研究所 国際地震工学センター 特別客員研究員

第5章 地震動等による建築物等の被害

喜々津仁密 国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築品質研究官
山口 陽 国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築災害対策研究官
脇山善夫 国土技術政策総合研究所 住宅研究部 住宅性能研究官
向井智久 国土技術政策総合研究所 建築研究部 構造基準研究室長
荒木康弘 国土技術政策総合研究所 建築研究部 評価システム研究室長
三木徳人 国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官
小原 拓 国土技術政策総合研究所 建築研究部 主任研究官
酒井優太 国土技術政策総合研究所 建築研究部 研究官
井上波彦 建築研究所 構造研究グループ長
槌本敬大 建築研究所 材料研究グループ長
新井 洋 建築研究所 構造研究グループ 上席研究員
坂下雅信 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
中村聡宏 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
中島昌一 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
高舘祐貴 建築研究所 構造研究グループ 主任研究員
秋山信彦 建築研究所 材料研究グループ 主任研究員
沖 佑典 建築研究所 建築生産研究グループ 主任研究員
渡邊秀和 建築研究所 国際地震工学センター 主任研究員

長谷川隆	建築研究所 構造研究グループ 研究員
八木尚太朗	建築研究所 建築生産研究グループ 研究員
井高嘉洋	建築研究所 総務部会計課 課長
西村康右	建築研究所 総務部会計課 主査
田村修次	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (東京科学大学 環境・社会理工学院建築学系 教授)
田屋裕司	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (株)竹中工務店 技術研究所)
久世直哉	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (一財)ベターリビング つくば建築試験研究センター)
鈴木比呂子	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (千葉工業大学 創造工学部建築学科 教授)
柏 尚稔	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (大阪大学 大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授))
奥田泰雄	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (摂南大学理工学部建築学科 特任教授)
壁谷澤寿一	建築研究所 構造研究グループ 客員研究員 (東京都立大学 都市環境科学研究科建築学域 准教授)

第6章 火災による建物被害

岩見達也	国土技術政策総合研究所 都市研究部 都市防災研究室長
樋本圭佑	国土技術政策総合研究所 都市研究部 都市開発研究室長
鈴木雄太	国土技術政策総合研究所 建築研究部 研究官 (併)国土交通省 住宅局 市街地建築課 市街地住宅整備室 係長
成瀬友宏	建築研究所 防火研究グループ長
水上点晴	建築研究所 防火研究グループ 主任研究員
峯岸良和	建築研究所 防火研究グループ 主任研究員

第7章 住宅再建・地域復興への動向

長谷川洋	国土技術政策総合研究所 建築研究部長
藤本秀一	国土技術政策総合研究所 住宅研究部長
山口 陽	国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築災害対策研究官
坂田昌平	国土技術政策総合研究所 住宅研究部 住宅情報システム研究官
内海康也	国土技術政策総合研究所 住宅研究部 主任研究員
牧 奈歩	国土技術政策総合研究所 住宅研究部 主任研究員
田村 篤	建築研究所 建築生産研究グループ 主任研究員

第8章 おわりに

福山 洋	建築研究所 理事
喜々津仁密	国土技術政策総合研究所 建築研究部 建築品質研究官

全体編集

井上波彦	建築研究所 構造研究グループ長
竹村好史	国土技術政策総合研究所 建築研究部 基準認証システム研究室長
松本瑞紀	国土技術政策総合研究所 建築研究部 研究官

※所属は執筆時点（令和 6 年 10 月）のもの。異動等の理由により本文中の調査の記述とは一致していない場合がある。

第1章 はじめに

令和6年1月1日16時10分頃に石川県能登地方において、最大震度7を観測する地震（Mj7.6）が発生した。この地震とそれに伴って発生した津波により、石川県を中心に数多くの建築物等に倒壊などの被害をもたらされた。気象庁は1月1日に、この地震及び令和2年12月以降の一連の地震活動の名称を「令和6年能登半島地震」と定めた。

この地震の発生を受け、国土交通省国土技術政策総合研究所（以下「国総研」という。）と国立研究開発法人建築研究所（以下「建研」という。）は、建築物を中心とした被害状況を把握し必要な対策等に活かすため、「国土技術政策総合研究所建築物災害応援対策連絡会」と「建築研究所応援対策本部会議（令和6年能登半島地震）」を合同で開催し、情報収集、現地調査、調査結果のWeb公開ⁱ等のさまざまな活動を開始した。現地調査は、国土交通省住宅局と石川県からの要請に基づき、地震動による木造建築物、鉄筋コンクリート造等建築物、基礎・地盤、鉄骨造建築物及び非構造部材の被害状況のほか、津波や火災による建築物等の被害状況についてそれぞれ調査班を派遣した。また、国総研および建研の研究者は、国土交通省住宅局の「能登半島地震を受けた住まい・集落等の復旧に資する被害状況調査・居住機能の継続性確保等に係る検討業務」（調査受託者：一般財団法人日本建築防災協会）に参画し、木造住宅等の被害状況の整理や、傾斜等の被害が生じた建築物の詳細実地調査・被害原因分析等において、主要な役割を担っており、本報告書には、その一環として実施した調査等の内容が含まれている。さらに、国土交通省住宅局では被災自治体が行う住まいの復興計画の策定を支援するための直轄調査を実施しており、国総研と建研で技術的支援を行っている。

本報告書は、地震発生から約10ヶ月の間に実施した調査および研究の概要を、記録として残すために途中段階でまとめたものであり、「はじめに」、「調査研究の概要」、「被害一般」、「地震、地震動及び津波」、「地震動等による建築物等の被害」、「火災による被害」、「住宅再建・地域復興への動向」、「おわりに」の計8章から構成されている。その主な内容は、国総研および建研が実施してきた調査に加え、一般社団法人日本建築学会等の他機関が実施した建築物被害調査も含めて幅広く収集・整理した建築物の被害状況と、その情報等をもとに分析した被害原因等である。なお、建築物の構造被害について、専門的、実務的知見を活かした原因分析をすすめるに当たり、国総研と建研は「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」を設置し、建築構造の専門家、建築設計や建築審査の実務者のご意見も反映するように努めている。また、火災による被害についても、総務省消防庁及び国土交通省住宅局が設置した「輪島市大規模火災を踏まえた消防防災対策のあり方に関する検討会」に国総研と建研からオブザーバーを派遣した。本報告書も一部の内容がそれらを踏まえたものとなっている。

本報告は出版時点での情報や知見に基づくものであり、必ずしも被害の全容を網羅するものではないことに留意されたい。また、本報告における被害状況に関する記述は調査時点での両研究所の学術的な調査によるものであり、各自治体が発行する罹災証明における全壊や半壊の判断等には関係しない。なお、今後も必要な調査や検討は継続していく予定である。

ⁱ 国総研 (<https://www.nilim.go.jp>) と建研 (<https://www.kenken.go.jp>) のホームページには、各種災害調査報告を掲載したページをそれぞれ設けており、そこに本報告書をまとめた元となる個別の調査や研究の速報などを掲載している。

第2章 調査研究の概要

令和6年1月1日夕方、石川県能登地方でマグニチュード7.6、最大震度7の地震が発生した。

国総研及び建研では、住宅・建築・都市計画技術に関する公的研究機関としての社会的使命を果たすべく、建築物の被害調査活動等に地震発生直後より、迅速に取り組んだ。

1月1日には、国総研及び建研は、非常体制に入った。また、国総研及び建研では、1月3日より被災地の建築物の被害状況調査を開始した。8月末現在、建築物の被害調査のための主な現地派遣として、計25班、常勤職員延べ61名を派遣した(表2-1)。調査を行うことについては、国土交通省住宅局建築指導課及び参事官(建築企画担当)付並びに石川県の要請を受けた。

また、国総研及び建研は、「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」の初会合を2月14日に、第2回会合を6月17日に、第3回会合を10月17日に、それぞれ開催した。同委員会は、建築構造の専門家、建築設計や建築審査の実務者を委員とし(表2-2)、国総研や建研が実施している建築物の構造被害に関する調査に加え、さまざまな機関の調査結果や関連データ等を幅広く収集・整理し、専門的、実務的知見を活かして建築物の構造被害の原因分析を行うとともに、分析を踏まえた対策の方向性を検討することを目的とした。

さらに、住まいの復興に向け、職員の現地への派遣を行っており、8月末現在、計28班、常勤職員延べ52名を派遣した(表2-3)。

国総研及び建研は、国土交通省住宅局の検討を技術的に支援するとともに、引き続き、関連する調査研究活動に積極的に取り組むこととしている。

なお、国総研及び建研ホームページにそれぞれ、令和6年能登半島地震関係特設サイトを開設し、調査活動の速報を一般公開した。また、建研ホームページにおいては、津波シミュレーション、地震記録の分析結果及び建物の強震観測結果も一般公開した。

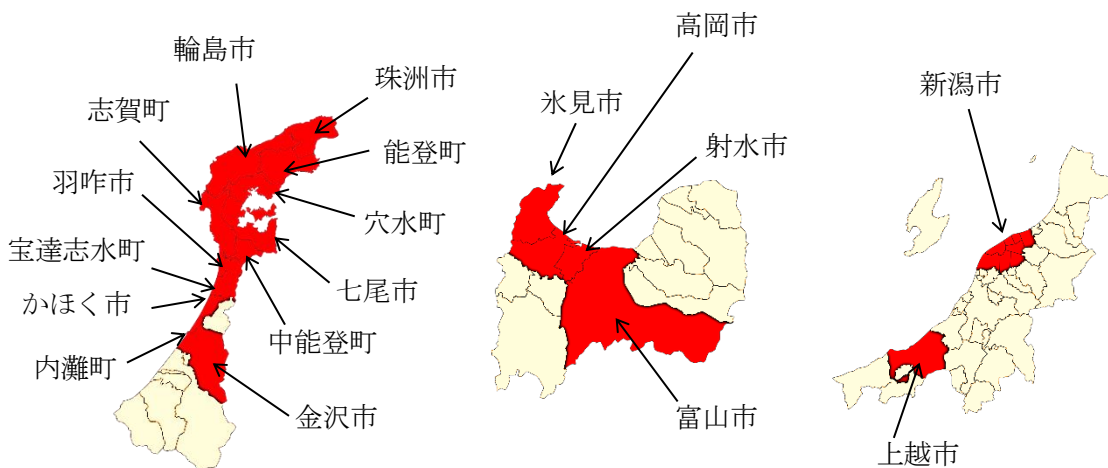


図2-1 派遣対象市町村

表 2-1 建築物の被害調査のための職員の主な現地派遣

派遣期間	内容	派遣者
1/3～1/4	輪島市、七尾市の RC 造建築物を中心とした調査	坂下、中村
1/3～1/4	輪島市の市街地火災を中心とした調査	岩見、樋本、成瀬、峯岸、鈴木（雄）
1/4	新潟市の基礎・地盤を中心とした調査	新井
1/6～1/8	輪島市、七尾市、穴水町、珠洲市、志賀町の木造建築物を中心とした調査	樋本
1/9～1/10	珠洲市、能登町、穴水町、七尾市の木造建築物を中心とした調査	荒木、中島
1/9～1/10	金沢市、内灘町、かほく市、輪島市の基礎・地盤を中心とした調査	新井
1/10	輪島市の基礎・地盤、市街地火災を中心とした調査	井上、水上
1/12～1/14	上越市、珠洲市、能登町の津波被害、瓦屋根の地震被害を中心とした調査	喜々津、高館、奥田
1/19～1/21	金沢市、高岡市、射水市、富山市の非構造部材を中心とした調査	沖、八木、長谷川（隆）
2/3～2/4	珠洲市、輪島市の木造建築物を中心とした調査	樋本
2/4	輪島市の木造建築物を中心とした調査	荒木
2/28～3/2	内灘町、かほく市の基礎・地盤を中心とした調査	新井
2/28～3/1	輪島市、珠洲市、七尾市、能登町、穴水町の鉄骨造建築物、非構造部材を中心とした調査	脇山、沖、八木、長谷川（隆）
3/13～3/15	輪島市、穴水町の木造建築物を中心とした調査	荒木、中島
3/14～3/16	内灘町、かほく市の基礎・地盤を中心とした調査	新井
3/26～3/28	輪島市、珠洲市、七尾市、能登町、穴水町の鉄骨造建築物、非構造部材を中心とした調査	三木、脇山、沖、八木、長谷川（隆）
4/9～4/12	輪島市内で余震観測のための地震計設置作業	中川、林田、大塚、的場、小山
4/15～4/16	輪島市の RC 造建築物を中心とした調査	坂下、渡邊（秀）、中村
4/18～4/19	輪島市、金沢市の RC 造建築物を中心とした調査	向井、小原
5/7～5/9	輪島市内で余震観測のための地震計撤去作業	中川、林田、大塚、的場、小山
6/11～6/12	輪島市、穴水町の RC 造建築物を中心とした調査	小原、中村
6/15～6/16	輪島市、珠洲市の木造建築物を中心とした調査	酒井、樋本
7/14～7/15	輪島市、珠洲市の木造建築物を中心とした調査	酒井、樋本
8/22～8/24	輪島市、七尾市の RC 造建築物を中心とした調査	向井、小原、渡邊（秀）
8/28	穴水町の RC 造（一部鉄骨造）建築物を中心とした調査	井高、西村

注 1：派遣者は国総研・建研の派遣時点の常勤職員のみを記載。

表 2-2 「令和 6 年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」メンバー

委員長	中埜 良昭	東京大学生産技術研究所 教授
委員長代理	勅使川原 正臣	中部大学工学部 教授
	青木 公彦	日本建築行政会議 構造計算適合性判定部会 部会長
	五十田 博	京都大学生存圏研究所 教授
	井上 波彦	国立研究開発法人 建築研究所 構造研究グループ長
	岩本 茂美	一般社団法人 日本建築士事務所協会連合会 副会長
	上田 博之	一般社団法人 日本建設業連合会 建築本部 建築設計委員会 構造設計部会長
	海野 令	日本建築行政会議 構造部会 部会長
	河合 直人	工学院大学建築学部建築学科 教授
	楠 浩一	東京大学地震研究所 教授
	小林 秀雄	一般社団法人 日本建築構造技術者協会 会長
	清家 剛	東京大学大学院新領域創成科学研究科社会文化環境学専攻 教授
	田村 修次	東京工業大学環境・社会理工学院建築学系 教授
	槌本 敬大	国立研究開発法人 建築研究所 材料研究グループ長
	濱崎 仁	芝浦工業大学建築学部建築学科 教授
	福山 洋	国立研究開発法人 建築研究所 理事
	古橋 剛	日本大学理工学部建築学科 非常勤講師
	緑川 光正	北海道大学名誉教授
	山田 哲	東京大学大学院工学系研究科建築学専攻 教授

注 1 : 6 月 17 日時点のメンバー。2 月 14 日時点のメンバーは、

井上 波彦 国立研究開発法人 建築研究所 構造研究グループ長の箇所が

小豆畑 達哉 国立研究開発法人 建築研究所 構造研究グループ長と、

上田 博之 一般社団法人 日本建設業連合会 建築本部 建築設計委員会 構造設計部会長の箇所が

新居 努 一般社団法人 日本建設業連合会 建築本部 建築設計委員会 構造設計部会長となる。

表 2-3 住まいの復興に向けた職員の現地派遣

派遣期間	派遣先	派遣者
2/7	石川県	長谷川（洋）、内海、米野
2/28	氷見市	北田
3/21	輪島市	長谷川（洋）、藤本、山口（陽）、内海
3/22	能登町	山口（陽）、内海、米野
3/26	氷見市	田村（篤）
3/27	珠洲市	山口（陽）、田村（篤）
3/28	内灘町	長谷川（洋）、藤本、山口（陽）、内海、田村（篤）
4/17～25	石川県	坂田
4/18	羽咋市	坂田、牧、渡邊（史）
4/24	穴水町	山口（陽）、内海
4/25	氷見市	内海、田村（篤）
4/26	かほく市、内灘町	藤本、田村（篤）
5/10	能登町	藤井
5/10	中能登町、宝達志水町	坂田
5/21	穴水町	山口（陽）
5/22	輪島市	山口（陽）、内海
5/24	志賀町、羽咋市	牧
6/11	珠洲市	内海
6/11	七尾市	坂田、藤井
6/19	輪島市	藤井
6/21	志賀町、羽咋市	長谷川（洋）、牧
7/11	珠洲市	内海
7/23	志賀町、宝達志水町	長谷川（洋）、坂田
7/23	輪島市	内海
8/6	七尾市	長谷川（洋）、村上
8/6	珠洲市	内海
8/20	輪島市、穴水町	長谷川（洋）、内海
8/21	能登町	長谷川（洋）、内海

第3章 被害一般

今回の地震では、石川県を中心に被害が発生した。人的被害または住宅等被害が報告された地域は、9府県（新潟県、富山県、石川県、福井県、長野県、岐阜県、愛知県、大阪府、兵庫県）にわたっている。

本章では、主として建築・住宅に係る被害の概況を官公庁の公表資料等からとりまとめた。なお、使用したデータ等は概ね8月末日までのものであり、被害の状況はその後に変化していることに注意が必要である。

3.1 地震等の概況

1月1日16時10分以降に発生した震度6弱以上を観測した地震は、表3.1-1に示すとおりである。

表3.1-1 1月1日16時10分以降に発生した震度6弱以上を観測した地震

発生時刻	震央地名	マグニチュード	最大震度
1月1日16時10分	石川県能登地方	7.6	7
1月1日16時12分	能登半島沖	5.7	6弱
1月6日23時20分	能登半島沖	4.3	6弱

注1：気象庁ホームページ「令和6年能登半島地震の関連情報」（令和6年8月27日閲覧）より作成

これらの地震のうち最大震度が7を観測した、1月1日16時10分に発生した地震について、表3.1-2、図3.1-1、図3.1-2、図3.1-3、図3.1-4に示す（ただし、北陸地方のみ）。

表3.1-2 1月1日16時10分に発生した地震において観測された震度（北陸地方のみ）

震度	県名	市区町村名
7	石川県	輪島市、志賀町
6強	石川県	七尾市、珠洲市、穴水町、能登町
6弱	石川県	中能登町
	新潟県	長岡市
5強	石川県	羽咋市、宝達志水町、金沢市、小松市、加賀市、かほく市、能美市
	富山県	富山市、舟橋村、高岡市、氷見市、小矢部市、南砺市、射水市
	新潟県	糸魚川市、上越市、妙高市、三条市、柏崎市、見附市、刈羽村、南魚沼市、燕市、阿賀町、新潟市中央区、新潟市南区、新潟市西区、新潟市西蒲区、佐渡市
	福井県	あわら市
5弱	石川県	津幡町、内灘町、白山市
	富山県	滑川市、黒部市、上市町、立山町、朝日町、砺波市
	新潟県	小千谷市、加茂市、十日町市、出雲崎町、五泉市、阿賀野市、新潟市北区、新潟市江南区、新潟市秋葉区
	福井県	福井市、坂井市
4	石川県	川北町、野々市市
	富山県	魚津市、入善町
	新潟県	田上町、湯沢町、津南町、魚沼市、新発田市、村上市、聖籠町、弥彦村、関川村、胎内市、新潟市東区
	福井県	大野市、勝山市、鯖江市、永平寺町、越前町、越前市、敦賀市、小浜市、高浜町、若狭町、おおい町
3	新潟県	粟島浦村
	福井県	池田町、南越前町、美浜町

注1：本表は、気象庁の震度データベースにより、各市区町村での最大震度によって整理したものである。

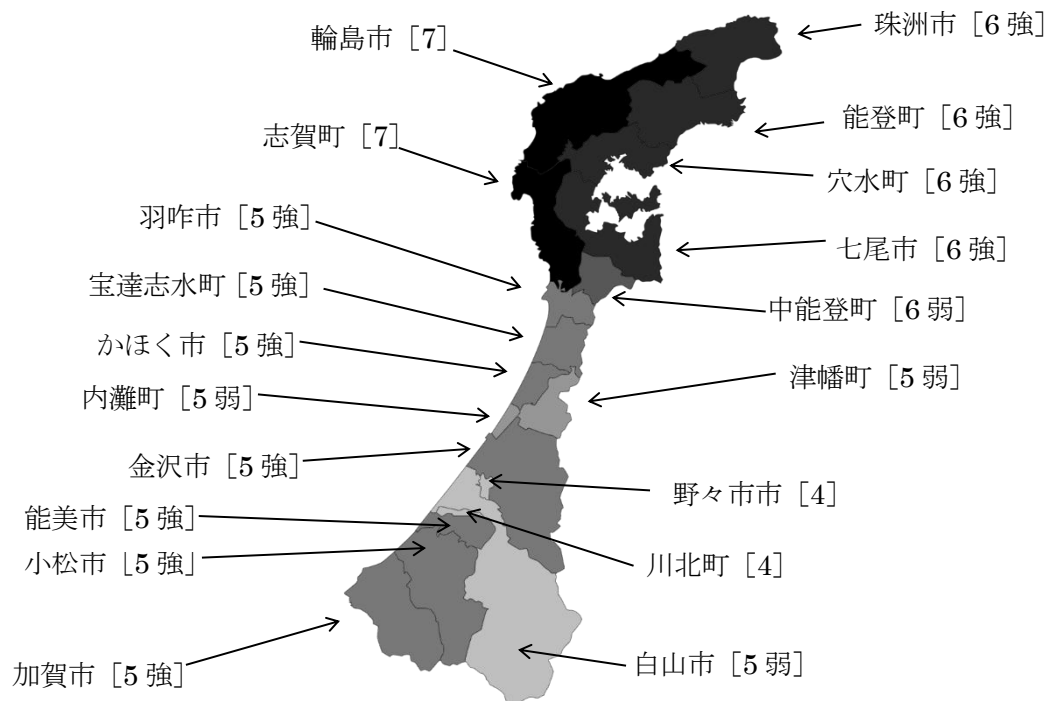


図 3.1-1 1月1日16時10分に発生した地震の震度分布（石川県）

注1：[] は震度であり、気象庁の震度データベースにより、各市区町村での最大震度によって整理したものである。

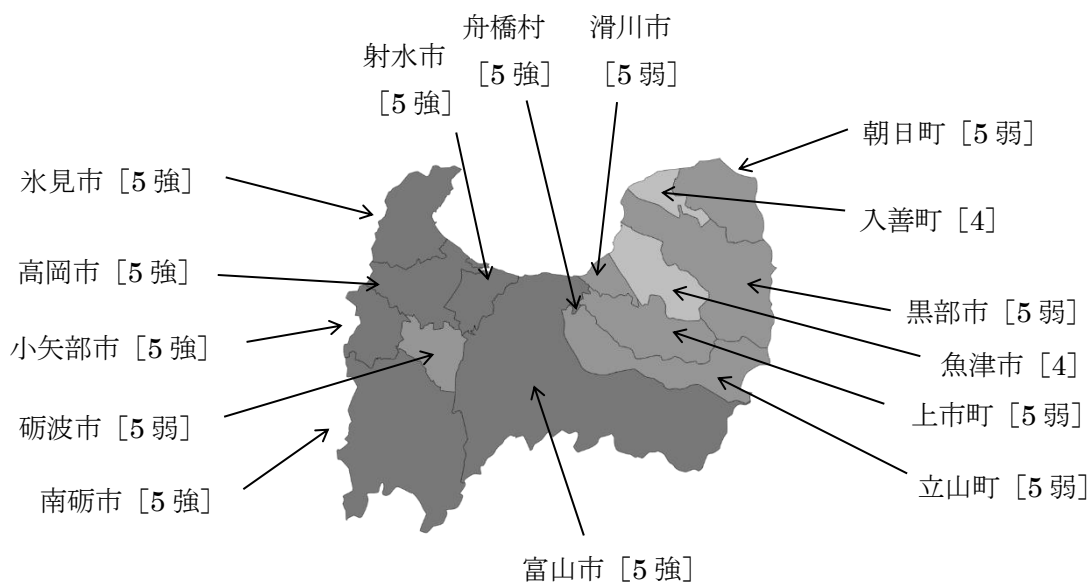


図 3.1-2 1月1日16時10分に発生した地震の震度分布（富山県）

注1：[] は震度であり、気象庁の震度データベースにより、各市区町村での最大震度によって整理したものである。

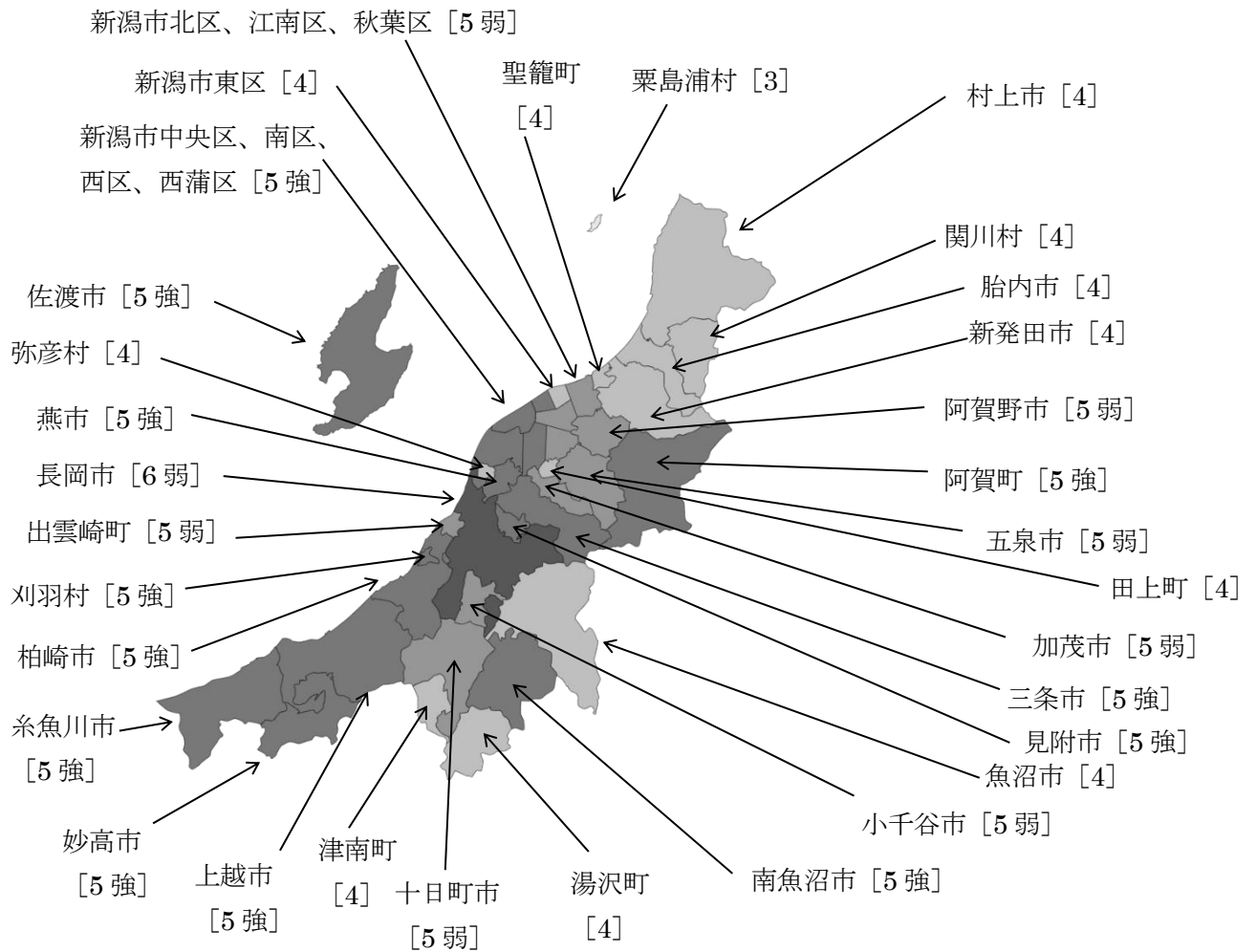


図 3.1-3 1月1日16時10分に発生した地震の震度分布（新潟県）

注1：[] は震度であり、気象庁の震度データベースにより、各市区町村での最大震度によって整理したものである。

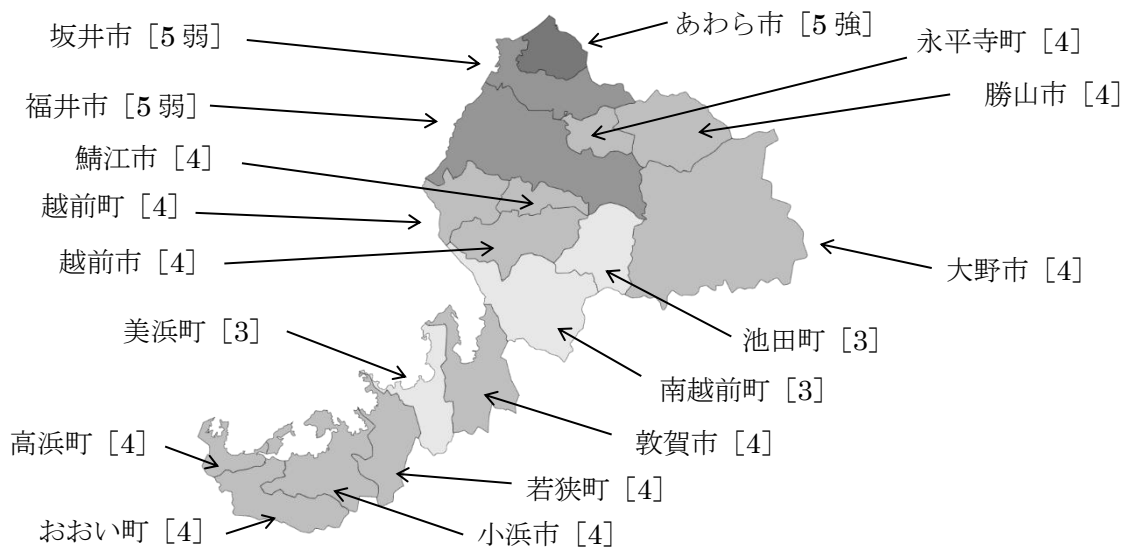


図 3.1-4 1月1日16時10分に発生した地震の震度分布（福井県）

注1：[] は震度であり、気象庁の震度データベースにより、各市区町村での最大震度によって整理したものである。

「災害時地震・津波報告 令和6年能登半島地震（令和6年9月9日気象庁）」の「津波の痕跡調査と津波による被害状況調査」に記載されている「津波の高さ」は、石川県で最大 4.7m（能登町内）、富山県で最大 2.2m（富山市内）、新潟県で最大 5.9m（上越市内）である。

3.2 災害関連法の適用

3.2.1 災害救助法等

(1) 災害救助法

- ・適用対象市町村：新潟県、富山県、石川県及び福井県内の 47 市町村（表 3.2.1-1）
- ・適用年月日：令和 6 年 1 月 1 日

表 3.2.1-1 災害救助法適用市町村

災害救助法適用市町村	
新潟県	新潟市、長岡市、三条市、柏崎市、加茂市、見附市、燕市、糸魚川市、妙高市、五泉市、上越市、佐渡市、南魚沼市、三島郡出雲崎町
富山県	富山市、高岡市、氷見市、滑川市、黒部市、砺波市、小矢部市、南砺市、射水市、中新川郡舟橋村、中新川郡上市町、中新川郡立山町、下新川郡朝日町
石川県	金沢市、七尾市、小松市、輪島市、珠洲市、加賀市、羽咋市、かほく市、白山市、能美市、河北郡津幡町、河北郡内灘町、羽咋郡志賀町、羽咋郡宝達志水町、鹿島郡中能登町、鳳珠郡穴水町、鳳珠郡能登町
福井県	福井市、あわら市、坂井市

注 1：1 月 1 日内閣府（防災担当）発表資料（令和 6 年能登半島地震にかかる災害救助法の適用について【第 2 報】）より作成

(2) 被災者生活再建支援法

- ・適用対象区域：新潟県（3 月 25 日）、富山県（2 月 2 日）及び石川県（1 月 6 日）

注 1：（ ）内は、決定日。内閣府公表資料（令和 6 年能登半島地震に係る被災者生活再建支援法の適用団体一覧（令和 6 年 3 月 25 日（月）19 時 00 分現在））より作成

注 2：新潟市については、1 月 16 日に同法の適用を決定済み。

注 3：氷見市の適用日は 1 月 9 日、小矢部市の適用日は 1 月 18 日、射水市の適用日は 1 月 25 日。

3.2.2 激甚災害の指定

「激甚災害に対処するための特別の財政援助等に関する法律」に基づき、令和 6 年能登半島地震による災害を激甚災害として指定し、併せて当該災害に対する適用措置を指定する政令が 1 月 11 日に閣議決定され、公布・施行された。また、措置を追加指定する政令が、2 月 9 日に閣議決定され、2 月 15 日公布・施行された。

表 3.2.2-1 激甚災害の適用措置

1 月 11 日決定	公共土木施設災害復旧事業等に関する特別の財政援助 農地等の災害復旧事業等に係る補助の特別措置 農林水産業共同利用施設災害復旧事業費の補助の特例 共同利用小型漁船の建造費の補助 中小企業信用保険法による災害関係保証の特例 公立社会教育施設災害復旧事業に対する補助 私立学校施設災害復旧事業に対する補助 市町村が施行する感染症予防事業に関する負担の特例 母子及び父子並びに寡婦福祉法による国の貸付けの特例 小災害債に係る元利償還金の基準財政需要額への算入等 雇用保険法による求職者給付の支給に関する特例
2 月 9 日追加	罹災者公営住宅建設等事業に対する補助の特例

注 1：1 月 11 日内閣府（防災担当）発表資料（「令和六年能登半島地震による災害についての激甚災害及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令」について）、2 月 15 日内閣府（防災担当）発表資料（「令和六年能登半島地震による災害についての激甚災害及びこれに対し適用すべき措置の指定に関する政令の一部を改正する政令」について）より作成

3.2.3 特定非常災害の指定

「特定非常災害の被害者の権利利益の保全等を図るための特別措置に関する法律」に基づき、令和6年能登半島地震による災害を特定非常災害として指定する政令が、1月11日に閣議決定され、公布・施行された。これにより、以下の措置が適用される。

- ・行政上の権利利益の満了日の延長
- ・期限内に履行されなかった行政上の義務の履行の免責
- ・法人の破産手続開始の決定の特例
- ・相続の承認又は放棄すべき期間の特例
- ・民事調停法による調停の申立ての手数料の特例

3.3 人的被害

令和6年能登半島地震による死者、行方不明者、負傷者の状況は表3.3-1のとおりである。

表3.3-1 各県の人的被害の状況（令和6年8月21日16時現在）

（単位：人）

	死者	行方不明者	負傷者
新潟県	2		52
富山県			56
石川県	339	3	1,211
福井県			6
岐阜県			1
愛知県			1
大阪府			5
兵庫県			2
合計	341	3	1,334

注1：消防庁公表資料（令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第109報））より作成。

3.4 建築・住宅等に係る被害

3.4.1 住宅等の全半壊等

住宅及び住宅以外の建物に関する被害は表3.4.1-1、表3.4.1-2、表3.4.1-3、表3.4.1-4のとおりである。

表3.4.1-1 各県の住家被害と非住家被害（令和6年8月21日16時現在）

（単位：棟）

	住家被害					非住家被害	
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損	公共建物	その他
新潟県	108	3,866		14	18,114		65
富山県	255	783			20,174		1,087
石川県	5,910	16,231	6	5	60,426	131	33,652
福井県		12			752		9
長野県					20		
岐阜県					2		1
合計	6,273	20,892	6	19	99,488	131	34,814

注1：消防庁公表資料（令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第109報））より作成。

表 3.4.1-2 石川県の住家被害と非住家被害（令和6年8月21日14時現在）

（単位：棟）

	住家被害				非住家被害		
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損	公共建物	その他
金沢市	30	240			7,778		172
七尾市	392	3,077			12,153	調査中	2,733
小松市	1	73			3,506		
輪島市	2,281	3,852			4,199	調査中	11,198
珠洲市	1,731	2,013			1,775	調査中	5,938
加賀市	14	50			2,356		
羽咋市	65	525			3,126	61	440
かほく市	9	245			2,784		230
白山市					749		
能美市	1	11			1,711	9	
野々市市					221		
川北町					43		
津幡町	9	81			2,732		34
内灘町	122	553			1,610	29	604
志賀町	557	2,422	6	5	4,429	6	3,982
宝達志水町	12	74			1,597		124
中能登町	50	817			3,458	1	1,301
穴水町	395	1,291			1,685	調査中	3,365
能登町	241	907			4,514	25	3,531
合計	5,910	16,231	6	5	60,426	131	33,652

注1：石川県公表資料（第54回災害対策本部員会議資料）より作成。

表 3.4.1-3 富山県の住家被害（令和6年7月31日10時現在）

（単位：棟）

	全壊	半壊	一部破損	未分類
富山市	2	48	2,992	40
高岡市		151	5,334	
魚津市			88	
氷見市	229	488	5,756	
滑川市			211	4
黒部市			227	1
砺波市			192	
小矢部市	10	39	1,753	16
南砺市			239	
射水市	14	57	2,935	
舟橋村			32	
上市町			146	
立山町			56	
入善町			73	
朝日町			140	
合計	255	783	20,174	61

注1：富山県公表資料（令和6年能登半島地震による被害及び支援状況（令和6年7月31日防災・危機管理課））より作成。

表 3.4.1-4 新潟県の住家被害と非住家被害（令和 6 年 8 月 8 日 13 時現在）

（単位：棟）

	住家被害					非住家被害 (半壊以上)	
	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損	公共建物	その他
新潟市	99	3,755			11,951		
長岡市		5			688		10
三条市		5			447		27
柏崎市	3	18			820		6
新発田市					32		
小千谷市					16		
加茂市					58		
十日町市					37		1
見附市					271		5
村上市					6		
燕市		2			691		
糸魚川市		5			660		
妙高市					22		
五泉市					493		
上越市	2	44		14	1,214		16
阿賀野市					182		
佐渡市	4	31			438		
南魚沼市					4		
胎内市					7		
聖籠町		1			21		
弥彦村					1		
阿賀町					8		
出雲崎町					11		
津南町					1		
刈羽村					35		
合計	108	3,866		14	18,114		65

注 1：新潟県公表資料（令和 6 年能登半島地震による被害状況をお知らせします（第 86 報・令和 6 年 8 月 8 日））より作成。

3.4.2 火災発生件数

火災の発生状況は表 3.4.2-1 のとおりである。

表 3.4.2-1 火災の発生状況（令和 6 年 8 月 21 日 16 時現在）

都道府県	市町村名	件数
新潟県	上越市	1
	小計	1
	富山県	
富山県	富山市	2
	高岡市	1
	氷見市	1
	魚津市	1
	小計	5
	石川県	
石川県	金沢市	3
	七尾市	2
	輪島市	4
	珠洲市	1
	能登町	1
	小計	11
合計		17

注 1：消防庁公表資料（令和 6 年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第 109 報））より作成。

注 2：令和 6 年 1 月 1 日の地震発生後から同年 3 月 5 日までの累計。

3.5 被災建築物応急危険度判定の状況

石川県内の11市町村において、31,600件の判定が実施され、12,615件が「危険（赤）」、8,790件が「要注意（黄）」と判定された。令和6年1月22日時点の判定結果は表3.5-1のとおりである。なお、石川県以外の県では富山県、新潟県、福井県で被災建築物応急危険度判定が実施されている。

表 3.5-1 石川県内の被災建築物応急危険度判定の累計件数

	実施件数	危険（赤）	要注意（黄）	調査済（緑）	開始	終了
七尾市	1,546 (100.0%)	682 (44.1%)	444 (28.7%)	420 (27.2%)	1/4	1/9
輪島市	8,579 (100.0%)	4,559 (53.1%)	2,345 (27.3%)	1,675 (19.5%)	1/10	1/21
珠洲市	4,600 (100.0%)	2,686 (58.4%)	1,168 (25.4%)	746 (16.2%)	1/10	1/21
羽咋市	749 (100.0%)	139 (18.6%)	268 (35.8%)	342 (45.7%)	1/4	1/6
かほく市	1,001 (100.0%)	134 (13.4%)	223 (22.3%)	644 (64.3%)	1/10	1/12
内灘町	1,679 (100.0%)	432 (25.7%)	436 (26.0%)	811 (48.3%)	1/17	1/21
志賀町	995 (100.0%)	416 (41.8%)	319 (32.1%)	260 (26.1%)	1/4	1/6
宝達志水町	194 (100.0%)	62 (32.0%)	44 (22.7%)	88 (45.4%)	1/12	1/12
中能登町	3,448 (100.0%)	451 (13.1%)	952 (27.6%)	2,045 (59.3%)	1/4	1/10
穴水町	6,350 (100.0%)	2,310 (36.4%)	1,850 (29.1%)	2,190 (34.5%)	1/4	1/18
能登町	2,459 (100.0%)	744 (30.3%)	741 (30.1%)	974 (39.6%)	1/8	1/16
合計	31,600 (100.0%)	12,615 (39.9%)	8,790 (27.8%)	10,195 (32.3%)	-	-

注1：石川県公表資料（被災建築物応急危険度判定の実施完了について）より作成。

注2：下段の（ ）は実施件数に占める割合。

3.6 エレベーターの閉じ込め

エレベーターの閉じ込め発生状況については、表3.6-1のとおりである。14件発生し、全件で救出済みである。

表 3.6-1 エレベーターの閉じ込め

	件数
石川県	7
新潟県	1
富山県	1
群馬県	1
愛知県	2
大阪府	2
合計	14

注1：国土交通省公表資料（令和6年能登半島地震における被害と対応について（第107報）（令和6年7月30日14:00現在））より作成。

注2：日本エレベーター協会会員社が保守を行っているもの。

第4章 地震、地震動及び津波

4.1 地震と津波の概要と特徴

令和6年（2024年）能登半島地震は、能登半島北側の海底に存在する活断層がもたらした内陸地震であり、発震機構は北西—南東方向に圧力軸を持つ逆断層型である。震源の破壊過程については複数の機関により提案されているが、強震波形記録に基づく解析結果の多くは、震央の北東側（海域）および南西側（能登半島北西部）の双方に大きなすべり域を持つモデルとなっている。同地震は、地震動だけでなく、地殻変動と津波による甚大な被害をもたらした。人工衛星の合成開口レーダー画像解析により、輪島市西部で最大4 m程度、珠洲市北部で最大2 m程度の隆起が検出された^{4.1-1)}。また、津波の現地調査により、石川県能登町や珠洲市で4 m以上の浸水高や、新潟県上越市で5 m以上の遡上高が観測された^{4.1-1)}。

4.1.1 地震諸元

気象庁が決定した令和6年能登半島地震の本震の諸元^{4.1-2)}は表4.1-1の通りである。

表 4.1-1 地震諸元

発震時	2024年1月1日16時10分22.57秒
マグニチュード	7.6
震源位置	北緯37.496度、東経137.270度、深さ16 km

4.1.2 震度分布

図4.1-1に本震の震度分布^{4.1-3)}を示す。この地震では、防災科学技術研究所（以下、「防災科研」又は「K-NET」、「KiK-net」と略記する）のK-NET 富来観測点および石川県自治体震度計の輪島市門前町走出

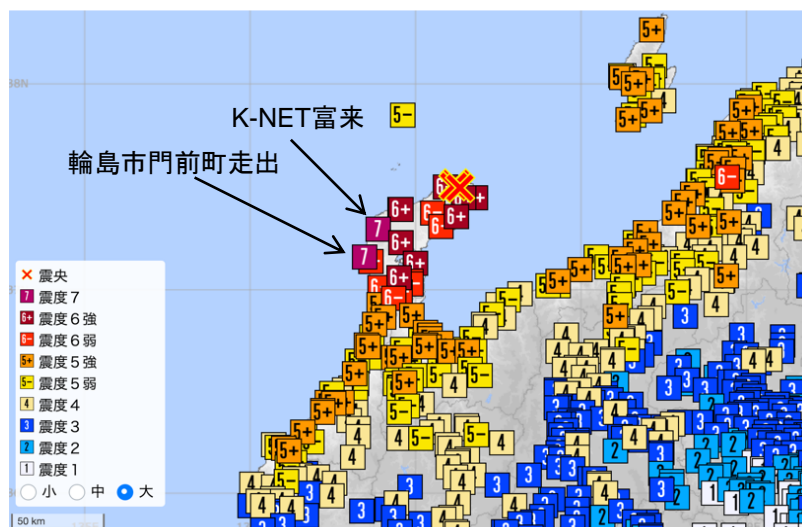


図 4.1-1 令和6年能登半島地震の震度分布図^{4.1-3)}

町走出観測点で震度7が記録された。また、能登地方の広い範囲を震度6強の揺れが襲い、石川県から新潟県にかけての沿岸平野部および佐渡島を中心に震度5強の地震動が観測された。なお、本震は北陸地方に限らず本州全域～四国の震度観測点において広範に観測され、関東平野・大阪平野の一部地域や濃尾平野では周囲よりも大きい震度4が記録された。更に遠方にある九州の大分平野、佐賀平野においても震度2の地震動が記録された。

余震は能登半島西端から半島東側海域の約150kmの範囲に集中しており、本震発生から8月28日9時までの間に震度1以上を観測した地震は1,915回発生している^{4.1-4)}。その内、最大震度5強以上の地震の発生回数は10回(震度5強:8回、震度6弱:2回)である^{4.1-4)}。

4.1.3 津波シミュレーションと津波波源モデル

能登半島地震の発生直後、米国地質調査所(USGS)による震源パラメータ^{4.1-5)}を参考にした1枚断層モデルによる津波シミュレーションを実施し、速報結果を観測津波波形との比較と共に国際地震工学センターのHPで公表した。その後、国土地理院が推定した2枚断層モデル^{4.1-6)}による津波シミュレーションも実施した。その結果(図4.1-2)、能登半島各地で2~3メートル超の津波が到達した可能性があることが分かった(最大3.6m;石川県珠洲市宝立町)。能登半島の東側では、佐渡島との間にある東側の断層で発生した津波が沖合で回り込んできたことにより、津波が高くなったと推測される。

能登半島地震による津波は、日本列島のみならず沿海州や韓国東岸でも記録された。能登半島沖では、「日本海における大規模地震に関する調査検討会(MLIT)」(国土交通省・内閣府・文部科学省)^{4.1-7)}及び「日本海地震・津波調査プロジェクト(JSPJ)」(文部科学省)^{4.1-8)}によって海底活断層が確認されていた。これらの海底活断層モデルを基に、観測された津波波形のうち、日本海沿岸の6つの波浪計と12の検潮儀で記録された津波波形に加え、能登半島周辺の53観測点で記録されたGNSSデータ^{4.1-6)}を用いて、各活断層セグメント上のすべり量と地震モーメントを推定した^{4.1-9)}。能登半島北岸に位置し、南東に傾斜しているJSPJモデルのNT4、NT5、NT6断層では(NT6の長さや位置は若干変更)、地震時のすべり量はそれぞれ3.5m、3.2m、3.2mであった。北西端のNT8では1.0mと小さい。これら4つの断層の総延長は約100kmで、地震モーメントは 1.9×10^{20} Nm ($M_w=7.5$)であった。

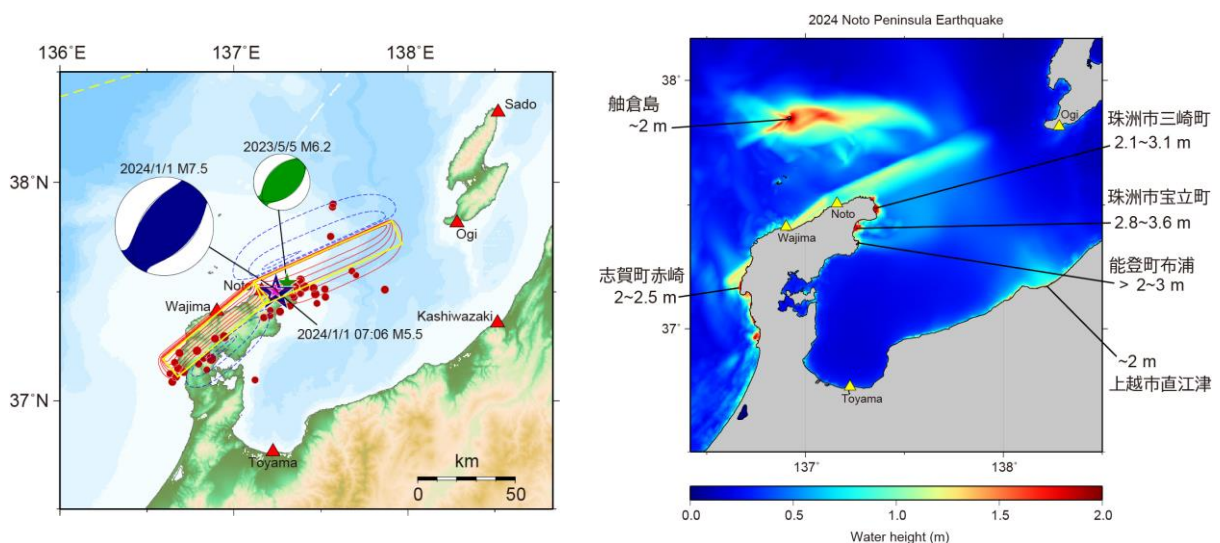


図4.1-2 (左) 津波シミュレーションで波源とした地殻変動(赤線:隆起、青破線:沈降)。国土地理院が推定した断層モデル(黄色四角)による。(右) 計算した津波の最大波高分布

同様の傾向は MLIT モデルでもみられ、本震時のすべり量は、北西傾斜の F42 断層で 0.4 m、0.0 m、南東傾斜の F43 断層で 3.5 m、2.1 m、地震モーメントは 1.85×10^{20} Nm ($M_w=7.4$) であった。これらの津波波源モデルについては、日本地震工学会誌の特集^{4.1-10)}で詳しく解説している。

参考文献

- 4.1-1) 地震調査委員会：令和 6 年能登半島地震の評価, 2024 年 4 月閲覧
(https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_3.pdf)
- 4.1-2) 気象庁: 震源リスト, 2024 年 6 月閲覧
(https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/daily_map/)
- 4.1-3) 気象庁: 震度データベース, 2024 年 1 月閲覧
(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20240101161022>)
- 4.1-4) 気象庁: 令和 6 年能登半島地震 (震度 1 以上) の日別震度回数・積算地震回数図, 2024 年 8 月閲覧
(<https://www.data.jma.go.jp/kanazawa/data/news/notojisinkaisu.pdf>)
- 4.1-5) 米国地質調査所：能登半島地震の震源パラメータ, 2024 年 1 月閲覧
(<https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/eventpage/us6000m0xl/>)
- 4.1-6) 国土地理院：2024 年 1 月 1 日令和 6 年能登半島地震の震源断層モデル (暫定) , 2024 年 1 月閲覧
(<https://www.gsi.go.jp/cais/topic20240101Noto.html>)
- 4.1-7) 日本海における大規模地震に関する調査検討会 (2014)：日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書, 2024 年 1 月閲覧
(https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/houkoku/Report.pdf)
- 4.1-8) 日本海地震・津波調査プロジェクト (2013-2020)：「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書, 2024 年 1 月閲覧
(https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/project/Japan_Sea/houkokusyo.html)
- 4.1-9) Fujii and Satake: Earth, Planets Space, 76. 44. Slip distribution of the 2024 Noto Peninsula earthquake (M_{JMA} 7.6) estimated from tsunami waveforms and GNSS data. <https://doi.org/10.1186/s40623-024-01991-z>, 2024
- 4.1-10) 佐竹健治, 藤井雄士郎: 令和 6 年能登半島地震による津波, 日本地震工学会誌 (第 52 号 2024 年 6 月) 特集「令和 6 年能登半島地震」, 10-13, 2024

4.2 強震観測記録と過去に観測された代表的な強震記録との比較

4.2.1 強震観測記録

本震時の強震観測記録は、防災科研の K-NET および KiK-net、気象庁震度観測点のものが公開されている (4.2-1), 4.2-2)。図 4.2-1 に地表最大加速度および最大速度の分布 (水平動 2 成分合成)、図 4.2-2 には震央と震度 6 強以上を観測した地点を含めた能登半島における観測地点を示す。図 4.2-3～図 4.2-22 に図 4.2-2 の観測地点における観測記録の加速度波形、加速度応答スペクトル及び加速度応答スペクトル S_a と変位応答スペクトル S_d の関係 (S_a-S_d 曲線) を示す。加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線の減衰定数は 5% として算定した。なお、気象庁門前の記録 (図 4.2-12) は、波形データの時刻精度に異常が認められているが、震度 7 を記録したため、参考として示す。

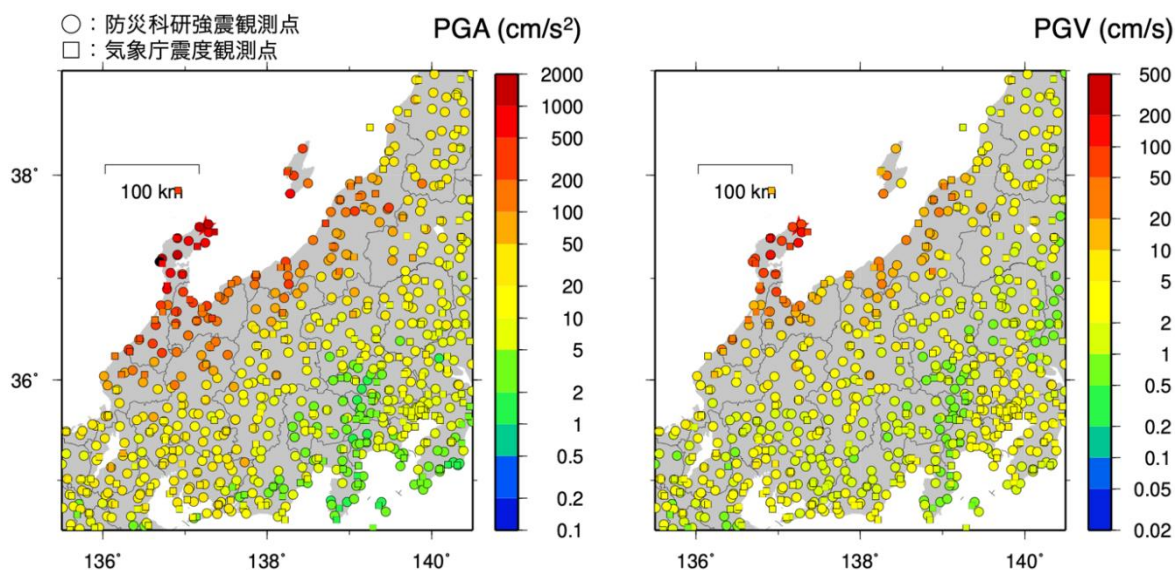


図 4.2-1 地表最大加速度 (PGA) および地表最大速度 (PGV) 分布 (水平動成分)

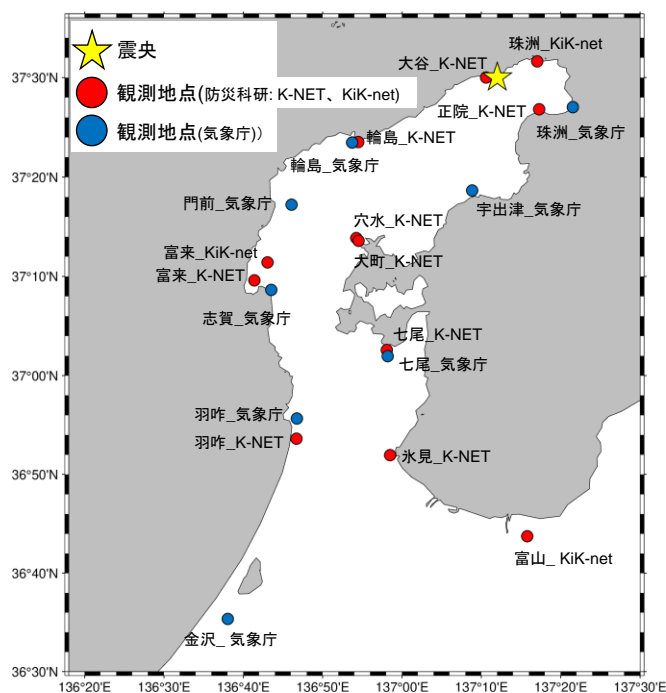


図 4.2-2 観測地点と震央 (震度 6 強以上を含む)

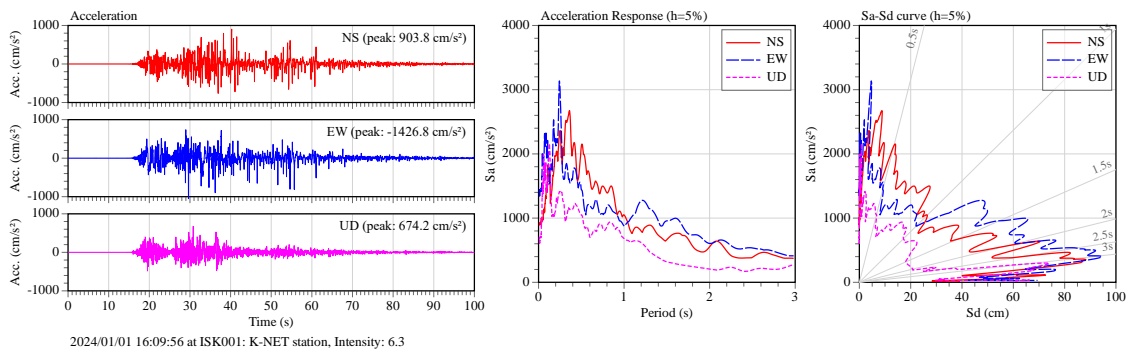


図 4.2-3 大谷 (ISK001、K-NET、石川県 珠洲市) の観測記録 ($h=5\%$)

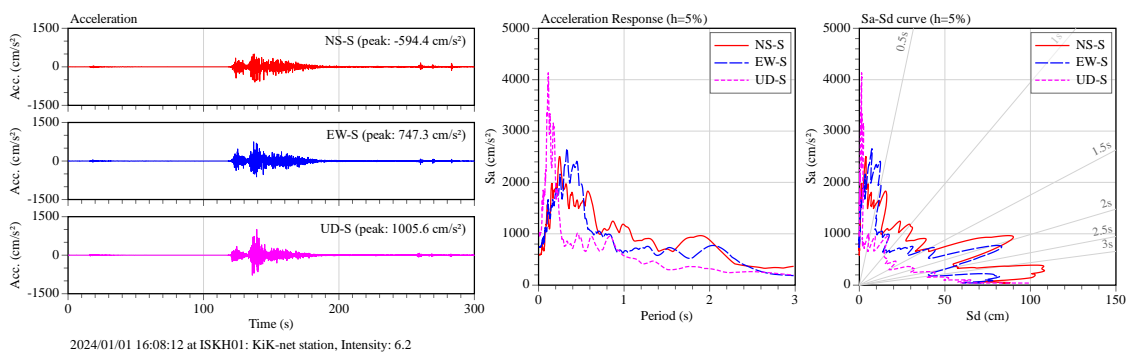


図 4.2-4 珠洲 (ISKH01、KiK-net、石川県 珠洲市) の観測記録 ($h=5\%$)

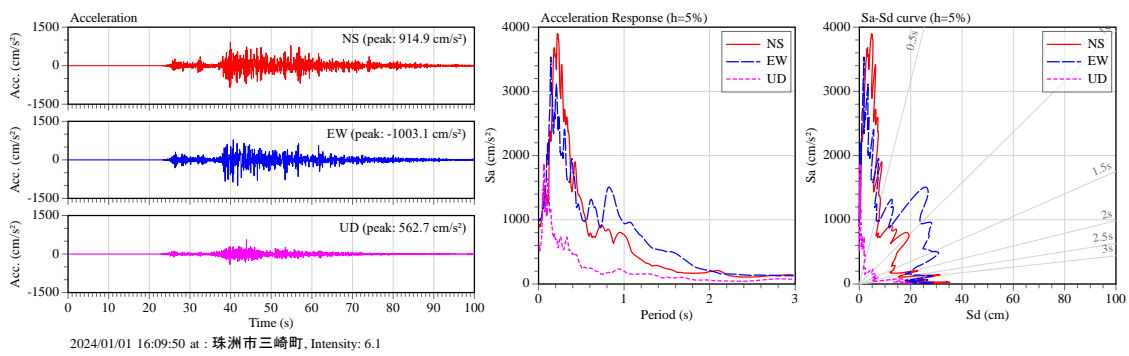


図 4.2-5 珠洲 (47274、気象庁、石川県 珠洲市) の観測記録 ($h=5\%$)

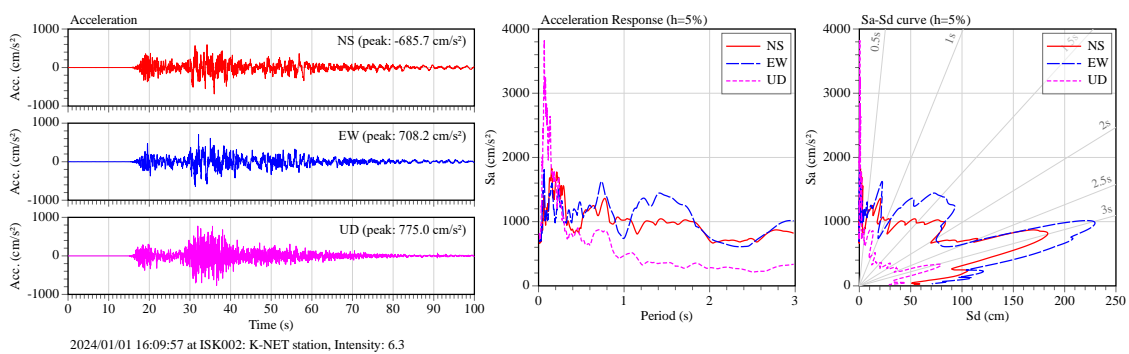


図 4.2-6 正院 (ISK002、K-NET、石川県 珠洲市) の観測記録 ($h=5\%$)

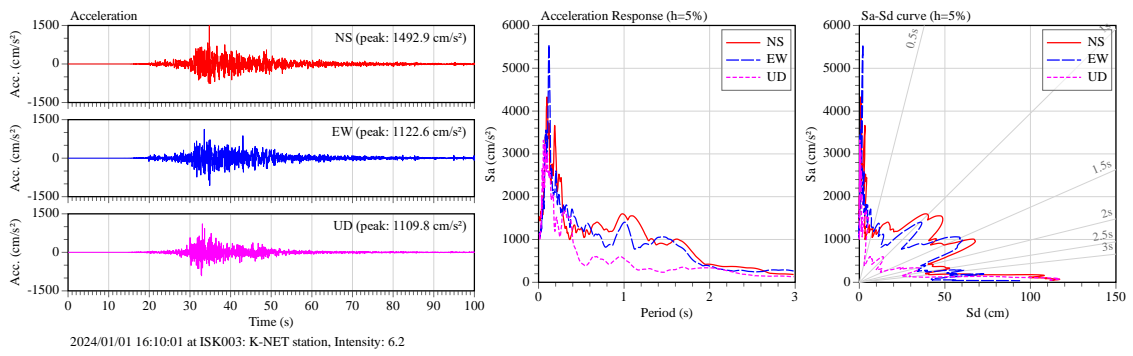


図 4.2-7 輪島 (ISK003、K-NET、石川県 輪島市) の観測記録 ($h=5\%$)

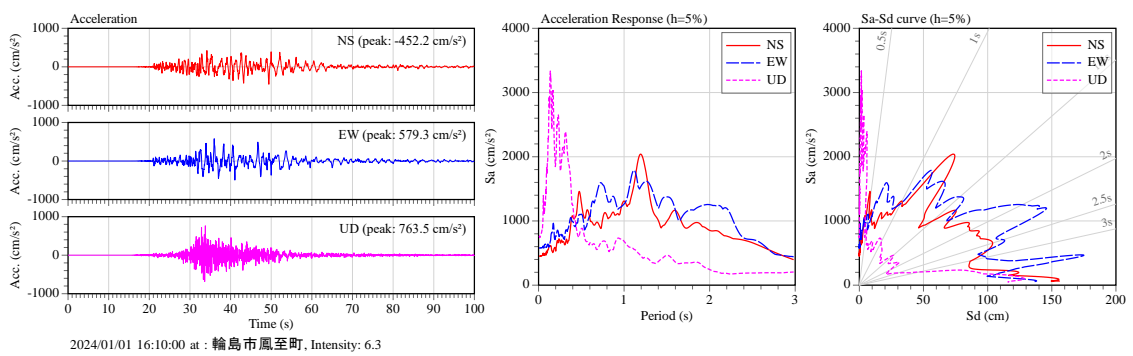


図 4.2-8 輪島 (47600、気象庁、石川県 輪島市) の観測記録 ($h=5\%$)

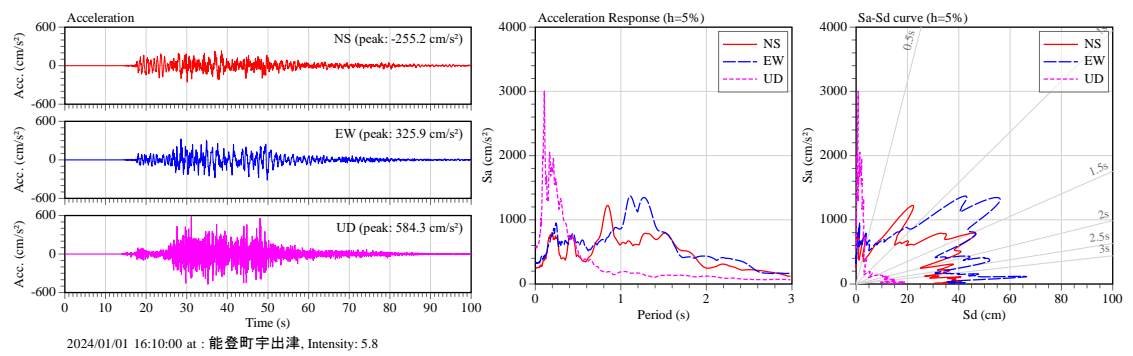


図 4.2-9 宇出津 (42325、気象庁、石川県 鳳珠郡 能登町) の観測記録 ($h=5\%$)

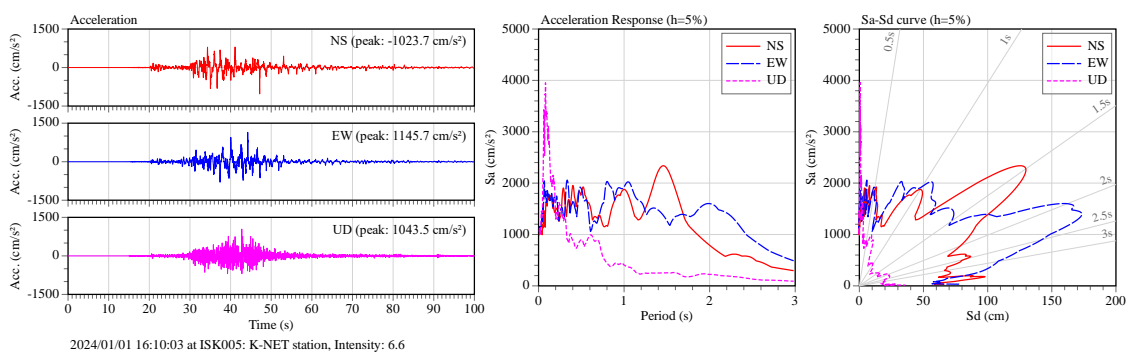


図 4.2-10 穴水 (ISK005、K-NET、石川県 鳳珠郡 穴水町) の観測記録 ($h=5\%$)

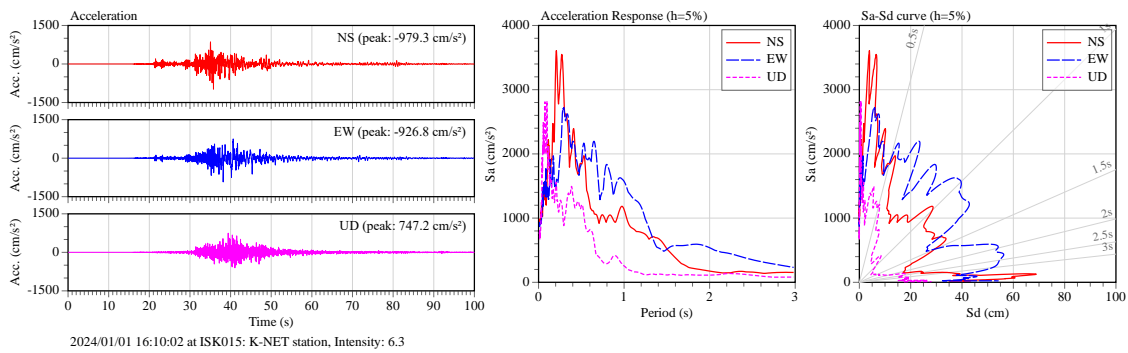
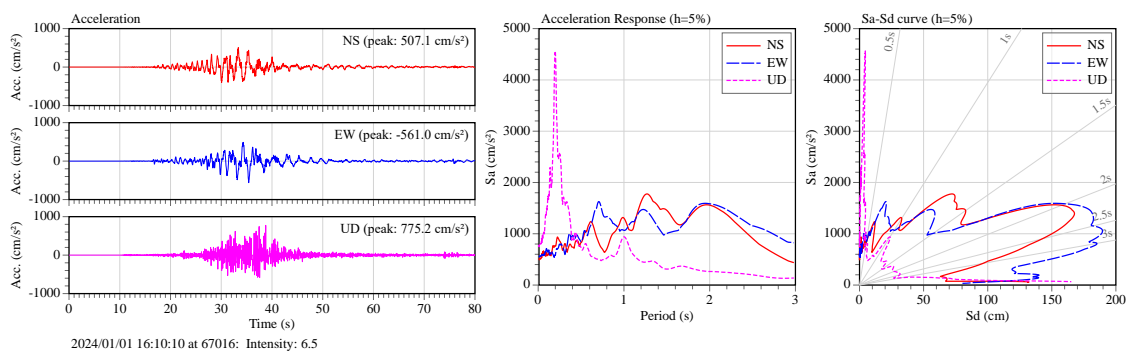


図 4.2-11 大町 (ISK015、K-NET、石川県 鳳珠郡 穴水町) の観測記録 ($h=5\%$)



※波形データの時刻精度に異常が認められている。

図 4.2-12 門前 (67016、気象庁、石川県 輪島市) の観測記録 ($h=5\%$)

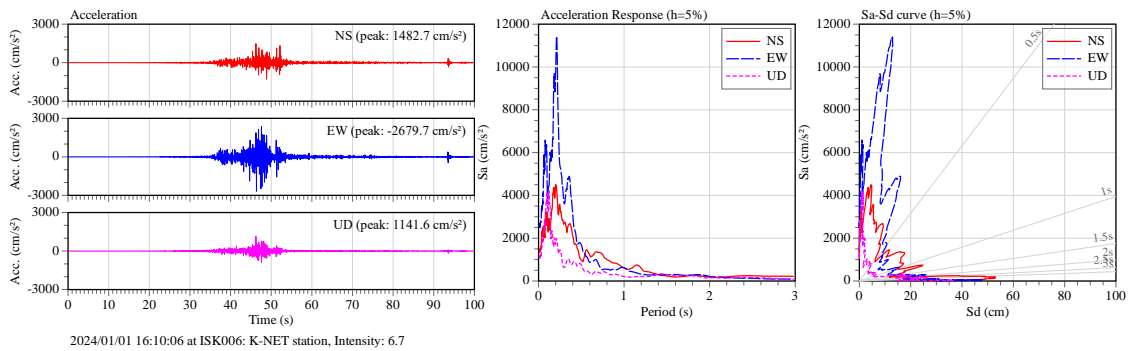


図 4.2-13 富来 (ISK006、K-NET、石川県 羽咋郡 志賀町) の観測記録 ($h=5\%$)

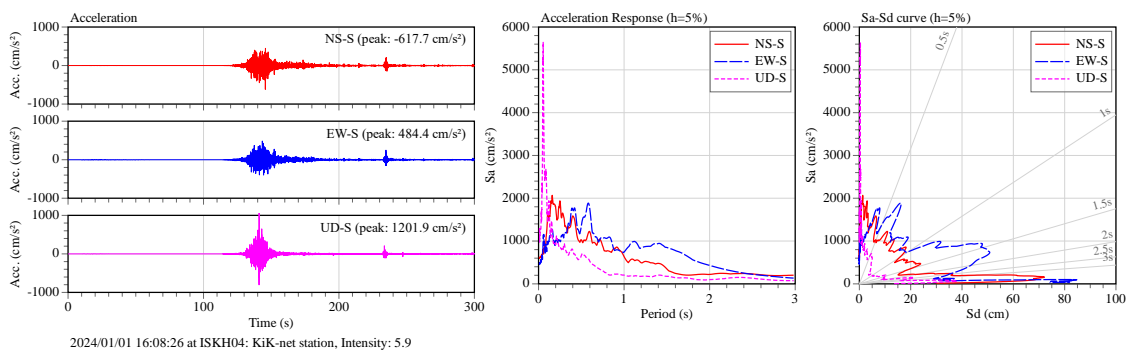


図 4.2-14 富来 (ISKH04、KiK-net、石川県 羽咋郡 富来町) の観測記録 ($h=5\%$)

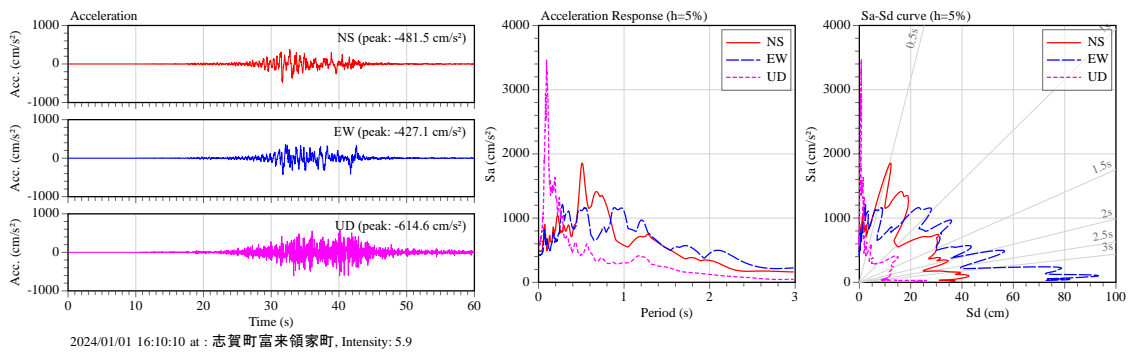


図 4.2-15 志賀 (42324、気象庁、石川県 羽咋郡 志賀町) の観測記録 ($h=5\%$)

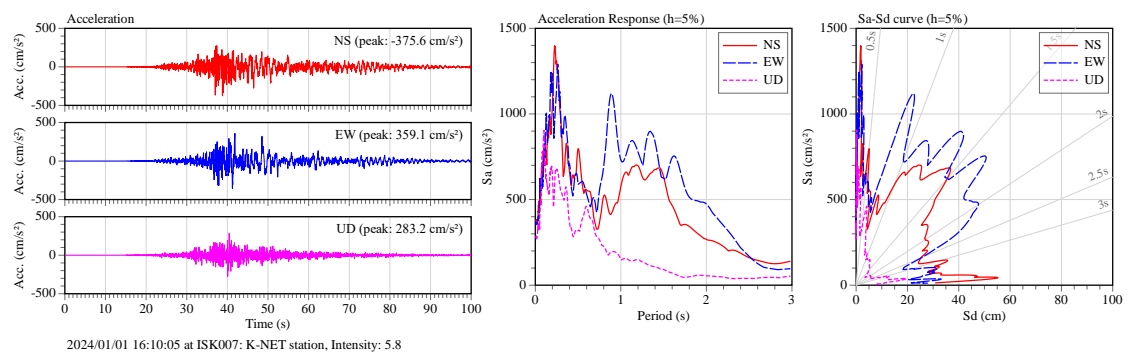


図 4.2-16 七尾 (ISK007、K-NET、石川県 七尾市) の観測記録 ($h=5\%$)

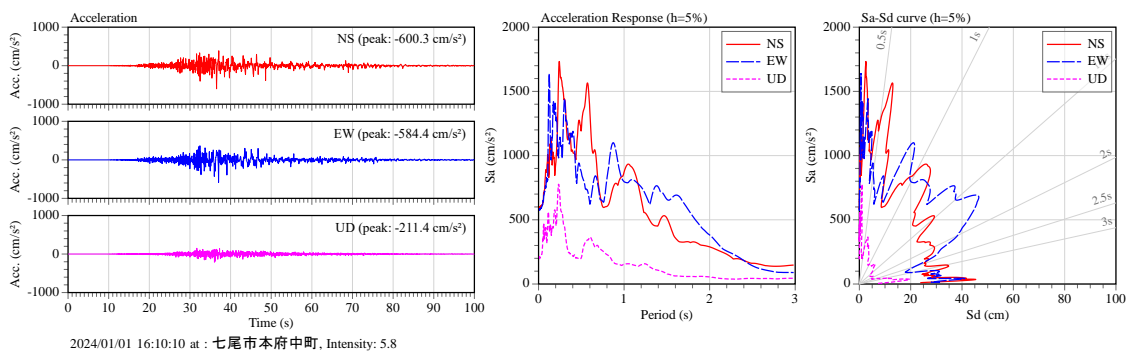


図 4.2-17 七尾 (41333、気象庁、石川県 七尾市) の観測記録 ($h=5\%$)

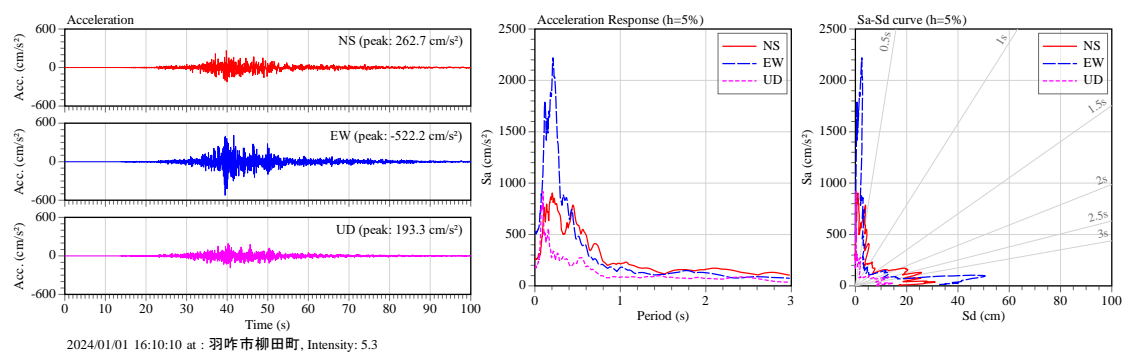


図 4.2-18 羽咋 (47275、気象庁、石川県 羽咋市) の観測記録 ($h=5\%$)

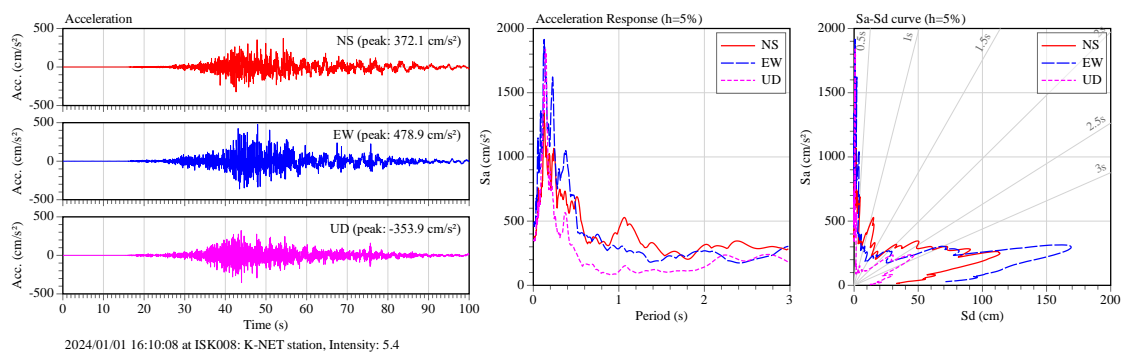


図 4.2-19 羽咋 (ISK008、K-NET、石川県 羽咋市) の観測記録 ($h=5\%$)

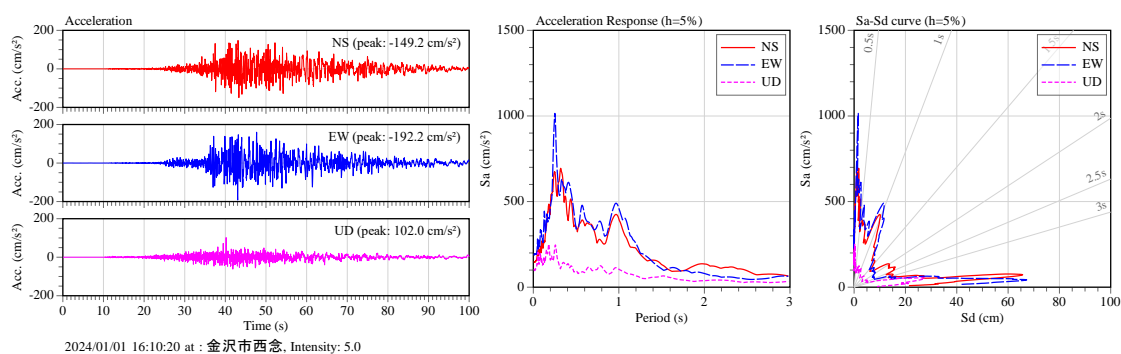


図 4.2-20 金沢 (47605、気象庁、石川県 金沢市) の観測記録 ($h=5\%$)

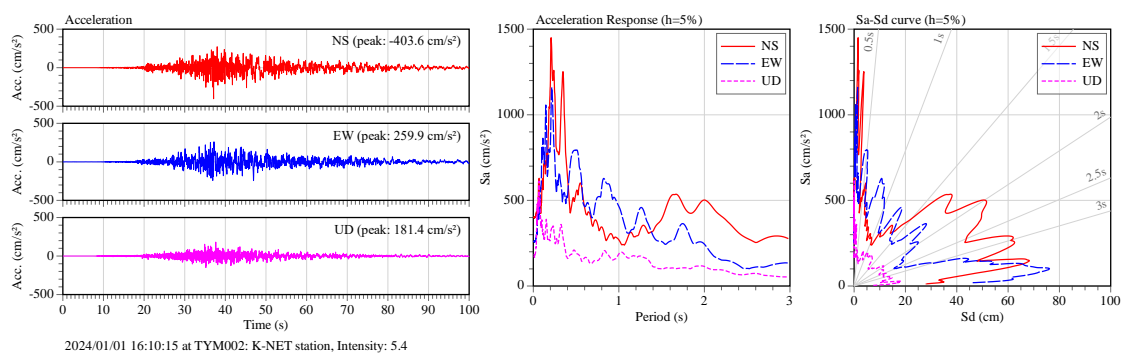


図 4.2-21 氷見 (TYM002、K-NET、富山県 氷見市) の観測記録 ($h=5\%$)

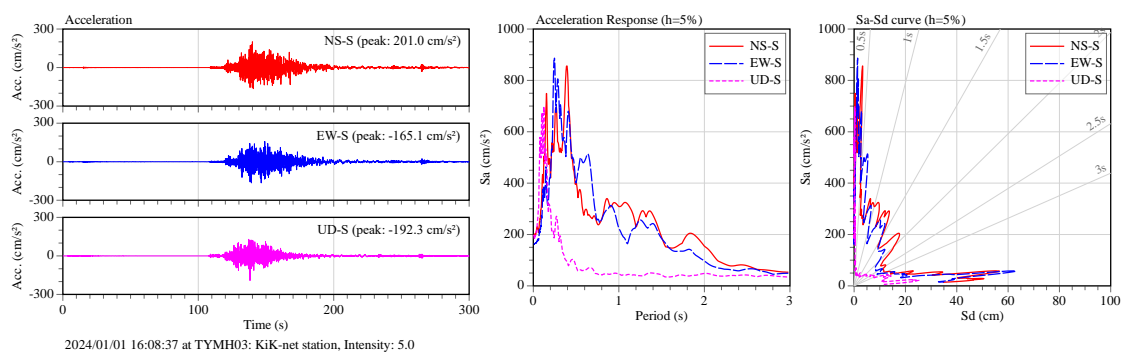


図 4.2-22 富山 (TYMH03、KiK-net、富山県 富山市) の観測記録 ($h=5\%$)

4.2.2 過去に観測された代表的な強震記録との比較

図 4.2-23～図 4.2-29 に過去に観測された代表的な強震記録と K-NET 富来、KiK-net 富来、気象庁珠洲、KiK-net 珠洲、K-NET 輪島、気象庁輪島、K-NET 穴水、K-NET 正院の比較を加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線で示す。なお、加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線の減衰定数は 5% として算定した。図中には、表 4.2-1 に示す過去に観測された日本の代表的な強震記録に加えて、建築基準法に規定される設計用地震動の応答スペクトル（極めて稀に発生する地震動、地震地域係数 $Z=1.0$ 、減衰定数は 5%、表層地盤の増幅は平成 12 年建設省告示第 1457 号第 10 の方法を準用する。以下「BSLJ」と呼称する。）を示す。なお、昭和 55 年建設省告示第 1793 号より、石川県のうち輪島市、珠洲市、鳳至郡、珠洲郡の地震地域係数 Z は 0.9 と定められているが、本資料の BSLJ は地震地域係数 $Z=1.0$ とし、算定した。建物の等価周期を想定した周期 1 秒、1.5 秒、2 秒を黒の斜線で示す。K-NET 穴水、気象庁輪島以外の観測地点については、南北成分 (NS)、東西成分 (EW) のうち S_a-S_d 曲線の形状が大きい方を示す。

表 4.2-1 日本の代表的な強震観測記録

年	月	日	地震の名称	マグニチュード (Mj)	データソース	地点名	サイトID	NS/EW
1995	1	17	兵庫県南部地震	7.3	JMA	JMA_KOBE	-	NS
1995	1	17	兵庫県南部地震	7.3	RTRI	鷹取	-	NS
2007	7	16	新潟県中越沖地震	6.8	K-NET	柏崎	NIG018	NS
2011	3	11	東北地方太平洋沖地震	9	K-NET	築館	MYG004	NS
2016	4	16	熊本地震	7.3	KiK-net	益城	KMMH16	EW
2023	5	5	石川県能登半島地震	6.3	K-NET	正院	ISK002	EW

K-NET・KiK-NET: 防災科学技術研究所, JMA: 気象庁, RTRI: 鉄道総合技術研究所

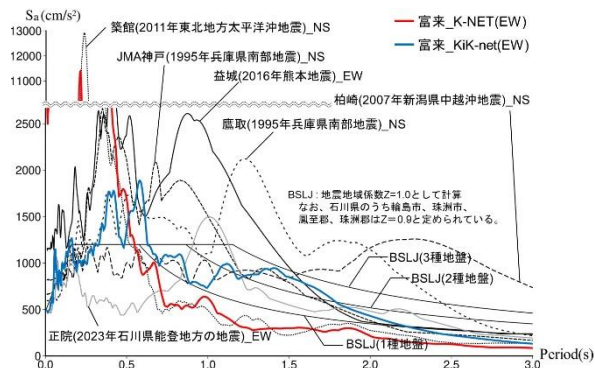
S_a-S_d 曲線より、K-NET 富来の EW 成分は、東北地方太平洋沖地震（2011 年）の K-NET 築館と似た形状を示した。一方、KiK-net 富来の加速度応答スペクトル S_a の最大値は、K-NET 富来より小さな値を示した。

気象庁珠洲の EW 成分は、周期 1 秒以上の範囲で石川県能登地方の地震（2023 年）の K-NET 正院より小さい S_a-S_d 曲線を示した。一方、KiK-net 珠洲の NS 成分は、加速度応答スペクトル S_a の最大値においては気象庁珠洲より小さかったが、周期 2 秒以上の範囲で気象庁珠洲、兵庫県南部地震（1995 年）の JMA 神戸及び熊本地震（2016 年）の KiK-net 益城より大きな S_a-S_d 曲線を示した。

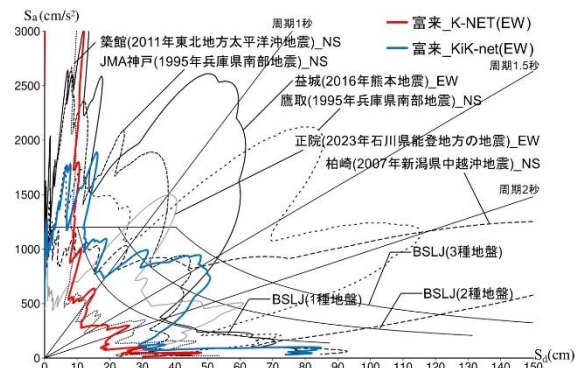
K-NET 輪島の NS 成分は、周期 1 秒以上の範囲において、兵庫県南部地震（1995 年）の JMA 神戸より大きな S_a-S_d 曲線を示した。気象庁輪島の NS 成分は、兵庫県南部地震（1995 年）の JR 鷹取と似た形状を示した。また、気象庁輪島の EW 成分は、新潟県中越沖地震（2007 年）の K-NET 柏崎と似た形状を示した。

K-NET 穴水の NS 成分は、兵庫県南部地震（1995 年）の JR 鷹取よりも大きな S_a-S_d 曲線を示した。K-NET 穴水の EW 成分は、新潟県中越沖地震（2007 年）の K-NET 柏崎と似た形状を示した。

K-NET 正院の EW 成分の変位応答スペクトル S_d は、新潟県中越沖地震（2007 年）の K-NET 柏崎と同等または大きな値を示した。

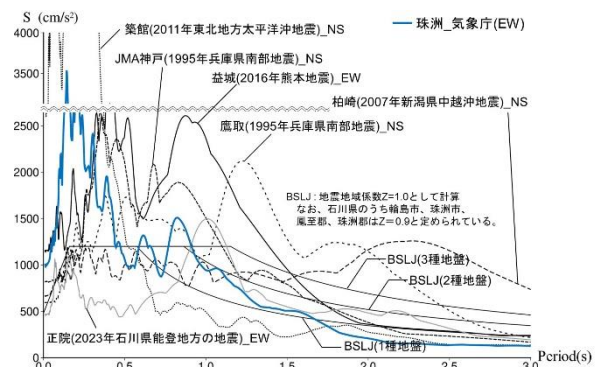


加速度応答スペクトル S_a

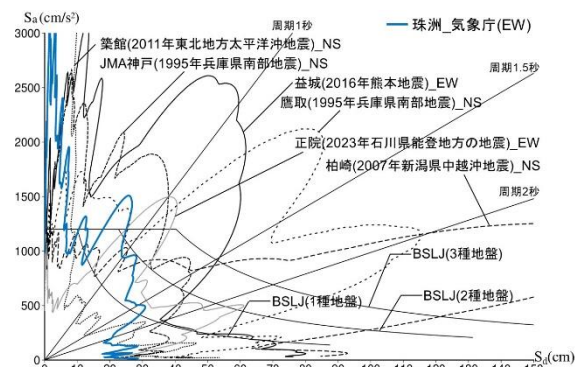


S_a-S_d 曲線

図 4.2-23 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (富来_K-NET、富来_KiK-net)

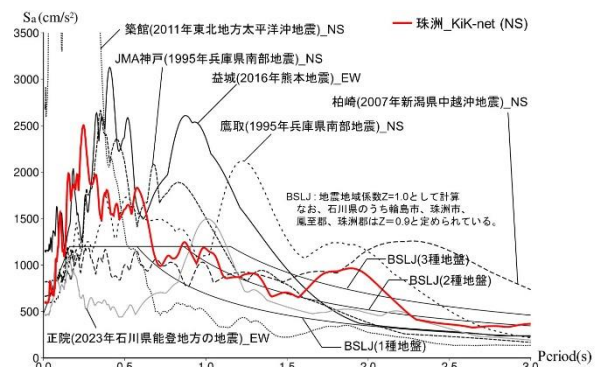


加速度応答スペクトル S_a

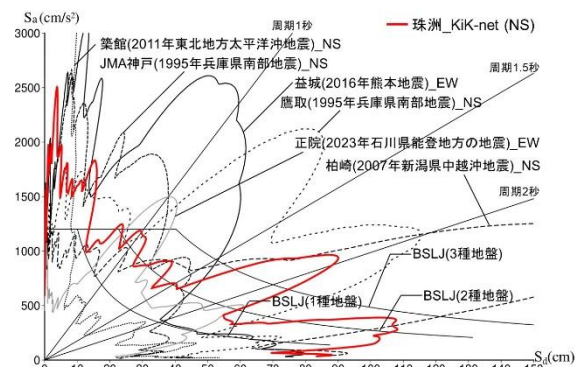


S_a-S_d 曲線

図 4.2-24 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (珠洲_気象庁)

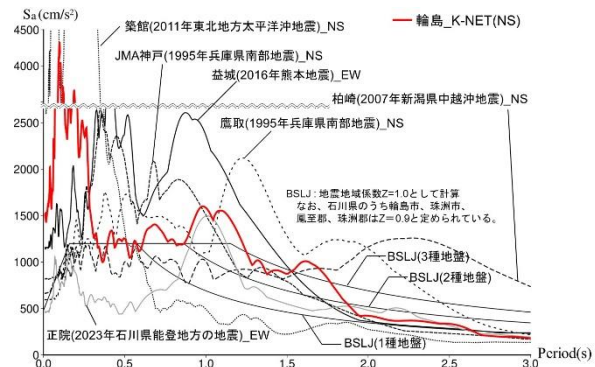


加速度応答スペクトル S_a

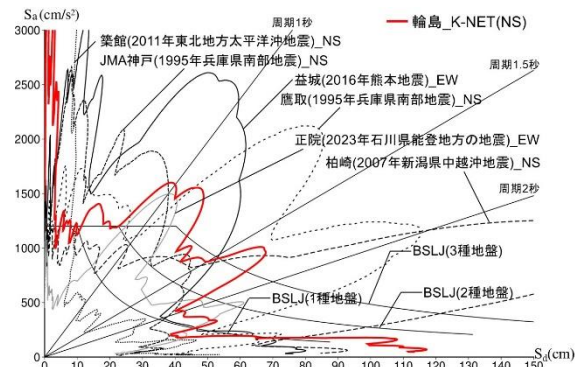


S_a-S_d 曲線

図 4.2-25 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (KiK-net 珠洲)

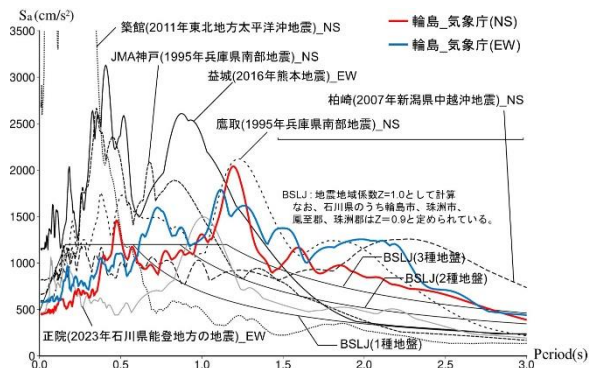


加速度応答スペクトル S_a

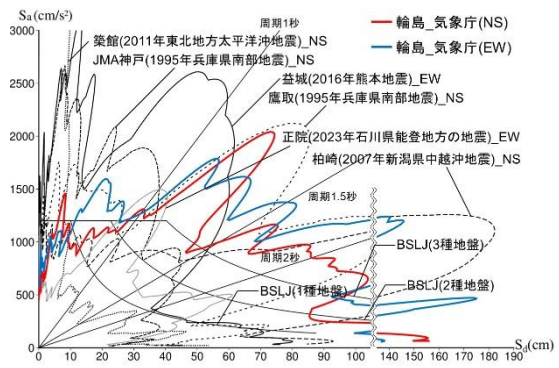


S_a-S_d 曲線

図 4.2-26 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (K-NET 輪島)

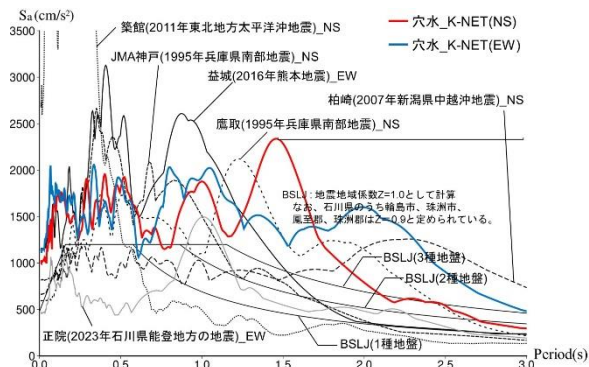


加速度応答スペクトル S_a

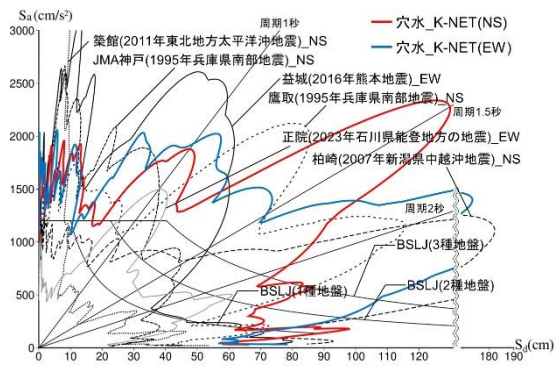


S_a-S_d 曲線

図 4.2-27 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (気象庁輪島)

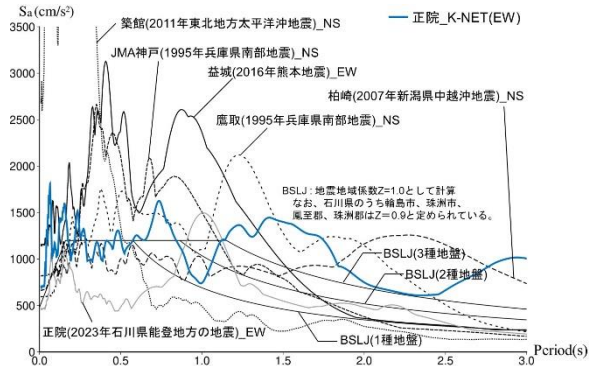


加速度応答スペクトル S_a

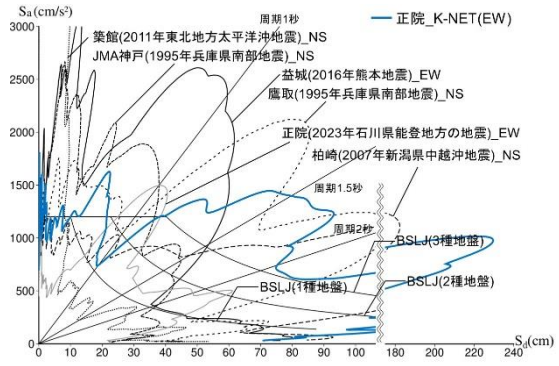


S_a-S_d 曲線

図 4.2-28 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (K-NET 穴水)



加速度応答スペクトル S_a



S_a-S_d 曲線

図 4.2-29 代表的な強震記録との比較 ($h=5\%$) (K-NET 正院)

K-NET 富来、KiK-net 富来、気象庁珠洲の EW 成分は周期 1 秒以下の範囲、K-NET 輪島の NS 成分は周期 1 秒から 2 秒の範囲、気象庁輪島の NS 成分と EW 成分は周期 1 秒以上の範囲、K-NET 穴水の NS 成分は周期 1.5 秒、K-NET 穴水の EW 成分と KiK-net 珠洲の NS 成分は周期 2 秒、K-NET 正院の EW 成分は周期 2 秒以上の範囲で S_a-S_d 曲線が大きな値を示した。

参考文献

- 4.2-1) 国立研究開発法人防災科学研究所: 強震観測網 (K-NET, KiK-net) , 2024 年 1 月閲覧 (<https://www.doi.org/10.17598/NIED.0004>)
- 4.2-2) 気象庁: 長周期地震動の計測結果, 2024 年 2 月, 2024 年 7 月閲覧 (<https://www.data.jma.go.jp/eew/data/ltpgm/event.php?eventId=20240101161010>)

4.3 弾塑性応答解析を用いた強震観測記録の特徴

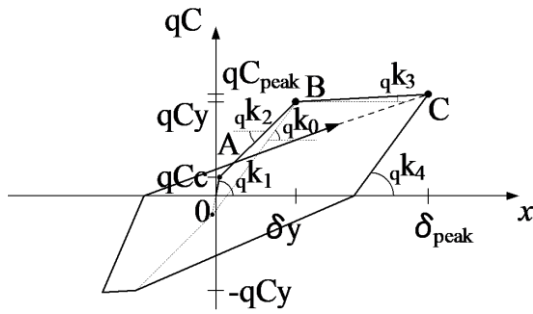
各地の揺れの建築物への影響の程度を把握する参考とするため、観測地震波を外力として、弾塑性応答解析を行った。建築物に地震力が作用した場合、水平方向に、変形と復元力が建築物に生じる。この変形と復元力の関係は、復元力特性と言われ、変形の小さいうちは、弾性関係にあり、変形が大きくなるにつれて、建築物の一部分の塑性化が進むことにより、弾塑性関係となる。復元力特性は、建築物の構造種別、構造形式、部材等に応じて異なるが、建築物全体を1質点に模擬した1質点時刻歴弾塑性応答解析により、建築物の水平変形、復元力を大まかに推定することができる^{4.3-1)}。

令和6年(2024年)能登半島地震では、震度6強以上が数多く観測された。そこで、表4.3-1に示す防災科研と気象庁の強震観測記録を用いて、1質点系の建物応答変位について弾塑性応答解析を行った。なお、防災科研_KiK-netの場合は、震度6強以上の地点が1つのみなので、震度6弱のKiK-net富来(志賀町大福寺ニ)も分析に加えた。

表 4.3-1 分析に用いた強震観測記録

データソース	計測震度	地点名	サイト ID
気象庁_地方公共団体	6.5	石川県輪島市門前町走出	
気象庁	6.2	石川県輪島市鳳至町	
気象庁	6.1	石川県珠洲市三崎町	
気象庁_地方公共団体	6.2	石川県能登町松波	
気象庁_地方公共団体	6.2	石川県七尾市能登島向田町	
気象庁_地方公共団体	6.1	石川県七尾市垣吉町	
防災科研_K-NET	6.6	K-NET 富来(石川県志賀町香能)	ISK006
防災科研_K-NET	6.5	K-NET 穴水町大町ほ	ISK005
防災科研_K-NET	6.3	K-NET 穴水町大町ろ	ISK015
防災科研_KiK-net	6.2	KiK-net 珠洲市折戸町	ISKH01
防災科研_K-NET	6.2	K-NET 珠洲市正院町	ISK002
防災科研_K-NET	6.2	K-NET 珠洲市大谷町	ISK001
防災科研_K-NET	6.2	K-NET 輪島市河井町	ISK003
防災科研_KiK-net	5.9	KiK-net 富来(志賀町大福寺ニ)	ISKH04

図4.3-1に、1質点弾塑性時刻歴解析の復元力特性を示す。復元力特性は、鉄筋コンクリート部材実験を基に作成され、最大点指向型のトリリニア武田モデルとした。このモデルの特徴は、ひび割れ点A、降伏点Bで剛性が低下すること、降伏点後の除荷時剛性 q_k4 がピーク点の変位 δ_{peak} に応じて低下することである。他の設定は、これまでの応答値の検討結果により、降伏点のせん断力係数(q_{Cy})を0.2(-)、剛性低下率を1/1000(-)、減衰定数(h)を5(%)等とした^{4.3-1)}。地震波の継続時間は、データが用意されている時間(120、300秒)とした。



トリリニア武田モデル
降伏点後の除荷時剛性: ${}_q k_4 = {}_q k_0 \left(\frac{\delta y}{\delta_{peak}} \right)^{0.4}$

他の関係式:

$${}_q k_1 = 2.2 \cdot \frac{{}_q C_y}{\delta y} \quad {}_q k_2 = \frac{{}_q k_1}{3}$$

$${}_q k_3 = \frac{1}{1000} \frac{{}_q C_y}{\delta y} \quad \frac{{}_q C_y}{\delta y} = \frac{k_y}{mg} = {}_q k_y$$

$$qCc = 0.4 \cdot qCy$$

注)

(1) qC : せん断力係数

$$\left(qC = \frac{\text{せん断力}(Q)}{\text{重量}(m \cdot g)} \right)$$

(3) qC_{peak} : ピーク点Cにおけるせん断力係数

(5) ${}_q k_1, {}_q k_2, {}_q k_3$: 剛性係数 (1/cm)

$$\left({}_q k_i = \frac{\text{初期剛性 } k_i}{\text{重量}(m \cdot g)} \right)$$

(7) h : 減衰定数 $h (= 0.05)$

(2) qCc, qCy : ひび割れ点A, 降伏点Bにおけるせん断力係数
($qCy = 0.2$)

(4) Q : せん断力 (kN) ($= k \cdot x$)

(6) 剛性低下率: 1/1000

$$\left({}_q k_3 = \frac{1}{1000} \times {}_q k_y \right)$$

(8) g : 重力加速度 ($= 980 \text{ (cm/sec}^2\text{)}$)

図 4.3-1 トリリニア武田モデルの復元力特性^{4.3-2)}

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k_y}} = \frac{2\pi}{\sqrt{{}_q k_y \cdot g}} = 2\pi \sqrt{\frac{\delta y}{qC_y \cdot g}} \quad \text{式(4.3-1)}$$

図 4.3-2 は、強震観測記録を(i) 珠洲市、能登町、(ii) 輪島市、(iii) 穴水町、七尾市、志賀町 (富来) に分類し、0.1、0.15、0.2、0.3~4.0、4.5、5.0(s)の各周期 T (式(4.3-1))、約 30 通りについて求めた変位応答時刻歴のうち、絶対値の最大値 (peak 値) をスペクトル表示している。図 4.3-2 における周期 1 秒とは、15 階 (建物高さ約 50m) 相当の建物^{4.3-3)}の固有周期が想定される。周期 5 秒が、50 階程度の高層建物の固有周期と想定される。図中の凡例の順番は、周期 1 秒での変位応答の大きさによった。なお、分析において、水平方向の地震波のうち、最大加速度の大きい方向を選んだが、NS 方向の最大加速度が大きい地震波は EW 方向も解析し、周期 1 秒での変位応答の大きい方向を図示した。NS 方向の最大加速度が大きいのに、EW 方向の周期 1 秒での変位応答が NS 方向よりも大きい地震波は、2024 K-NET 穴水 (大町ほ) EW、2024 KiK-net 富来 (大福寺二) EW2 である。

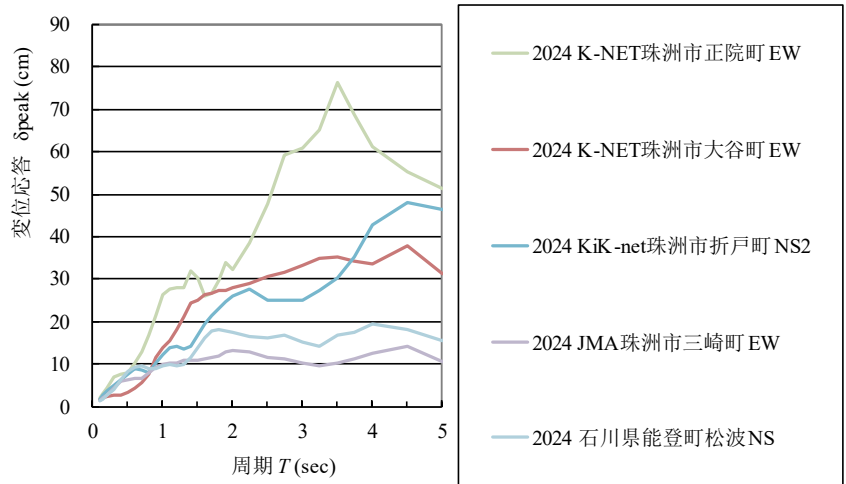
観測点のうち、1km 程度しか離れていない観測点の組合せは、K-NET 穴水町大町ほ、及び、K-NET 穴水町大町ろ、並びに、JMA 輪島市鳳至町、及び、K-NET 輪島市河井町である。これらの近接の観測点での変位応答は、周期 1 秒、EW 方向で、大きく異なった。

本震の 15 波のうち、周期 1 秒での変位応答の大きかった 6 波と、過去の地震波 10 波及び人工地震波 ((一財) 日本建築センターによる BCJ-Level2) と比較した。過去の地震波は、以下の通りである。

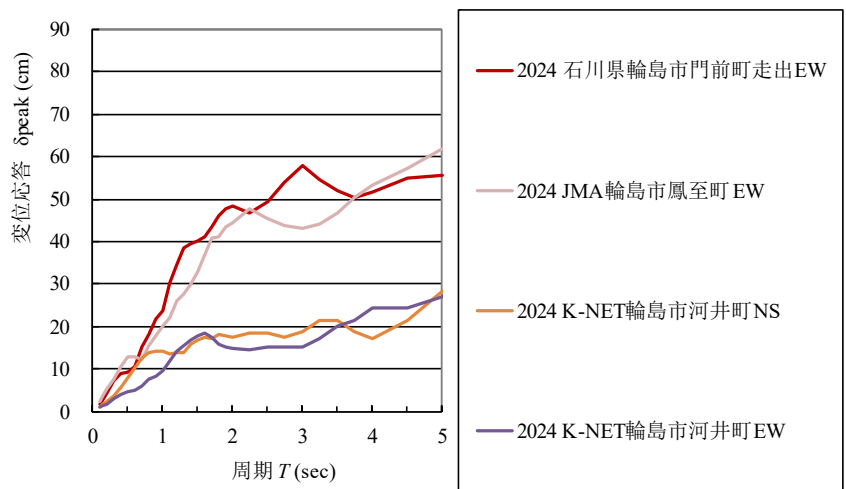
- 2018 年北海道胆振東部地震時の JMA 強震観測点の厚真町鹿沼 EW、K-NET のむかわ町松風 (鶴川 HKD126) EW、
- 2016 年熊本地震時の 2016 年 4 月 16 日発生 of 熊本県益城町宮園 EW、熊本県西原村小森 EW、

- ・ 2011 年東北地方太平洋沖地震時の K-NET 築館 (MYG004) NS、K-NET 仙台 (MYG013) NS、
- ・ 2007 年新潟県中越沖地震時の K-NET 柏崎 (NIG018) NS、
- ・ 2004 年新潟県中越地震時の新潟県川口町川口 EW、
- ・ 1995 年兵庫県南部地震時の JMA 神戸中央区中山手 NS、JR 鷹取駅 NS、
- ・ 人工地震波の (一財) 日本建築センター模擬波 (BCJ-Level2)

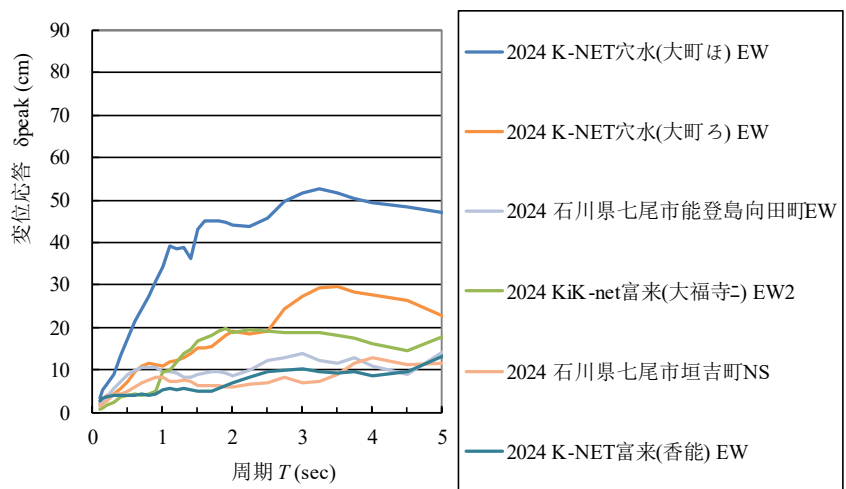
変位応答スペクトル^{4.3-1)}を、図 4.3-3 に示す。図 4.3-3 より、周期 1 秒での変位応答の最大値は、本震の K-NET 穴水町大町ほ EW が示し、 $\delta_{\text{peak}}=34.4\text{cm}$ である。周期 T を 0.1 秒から 5 秒まで比較すると、変位応答の最大値は、20160416 熊本県西原村小森 EW について、本震の K-NET 珠洲市正院町 EW が示し、 $T=3.5$ 秒に、 $\delta_{\text{peak}}=76.2\text{cm}$ である。



(i) 珠洲市、能登町



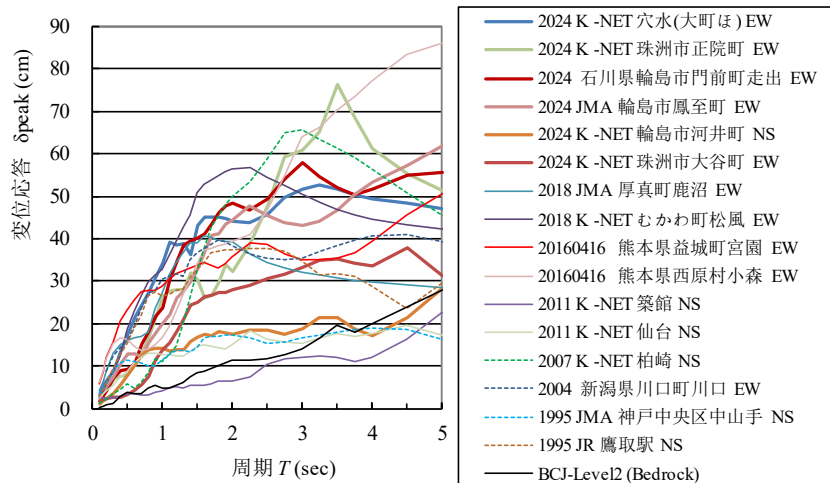
(ii) 輪島市



(iii) 穴水町、七尾市、志賀町（富来）

注) 凡例の順番は、周期が1秒の時の変位応答 δ_{peak} の大きさによる。

図 4.3-2 弾塑性応答解析結果



注) 2024 年地震波の凡例の順番は、周期が 1 秒の時の変位応答 δ_{peak} の大きさによる。

図 4.3-3 本震と過去の地震波による変位応答スペクトル

参考文献

- 4.3-1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 国立研究開発法人建築研究所: 平成 28 年 (2016 年) 熊本地震建築物被害調査報告, 国土技術政策総合研究所資料 No.929, 建築研究資料 No.173, 2016 年 9 月
- 4.3-2) Inukai M., Kashima T., Saito T., Azuhata T.: Predominant periods of multi-degree-of-freedom system analysis and dynamic soil-structure interaction for building structures, Proceedings of the VI International Conference on Coupled Problems in Science and Engineering, International Center for Numerical Methods in Engineering (CIMNE) Barcelona, Spain, E-book, May 2015, pp.278-289
- 4.3-3) 気象庁: 長周期地震動による高層ビルの揺れ方, 2024 年 8 月閲覧 (<https://www.jma.go.jp/jma/kishou/books/choshuki/index.html#biruniyoruyurekata>)

4.4 輪島市における余震観測

主な被災地の地震動の特性と建築物の地震入力及び地震応答を調査するために、輪島市中心市街地を対象として余震観測を行った。以下に観測の概要をまとめる。

図 4.4-1 に余震観測を行った輪島市内の7カ所（地表 - 建物3カ所、地表のみ4カ所）と K-NET 輪島（防災科研）と気象庁輪島の観測地点を示す。令和6年（2024年）4月10日と4月11日に設置、5月8日に撤去作業を行った。表 4.4-1 に各観測地点の設置場所、強震計・地震計の機器名、観測期間を示す。

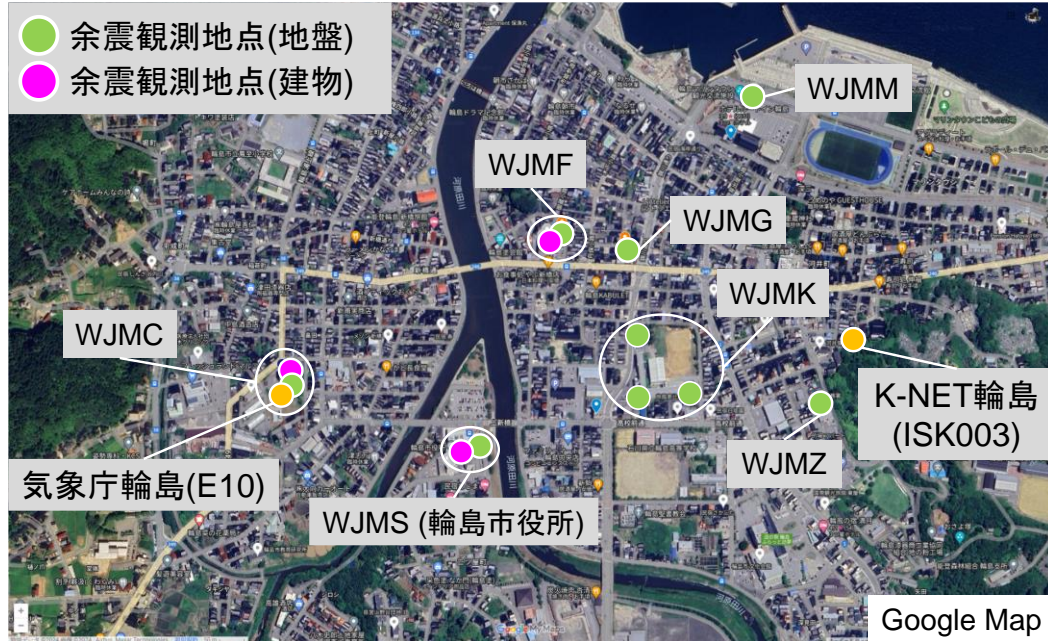


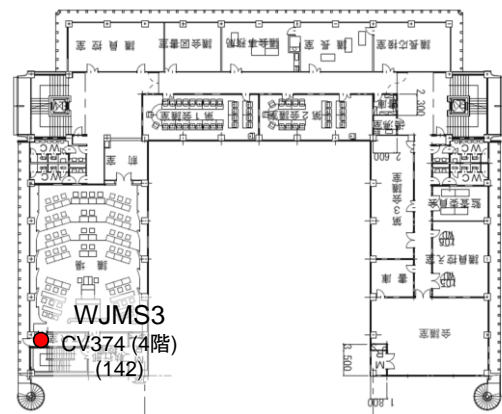
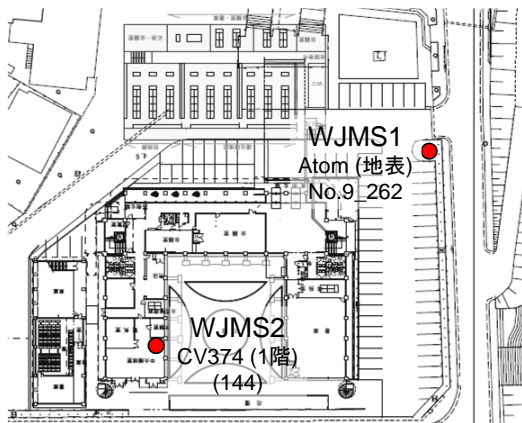
図 4.4-1 観測地点位置

表 4.4-1 各観測地点の詳細

地点名		設置場所方角	設置場所	機器名	観測期間		
WJMS (輪島市役所)	WJMS1	北東	地表	Atom	4月10日	～	4月27日
	WJMS2	南西	1階	CV374	4月10日	～	5月8日
	WJMS3	南西	4階	CV374	4月10日	～	5月8日
WJMC	WJMC1	南側	地表	Sonas	4月10日	～	5月8日
	WJMC2	南東	1階	Sonas	4月10日	～	5月8日
	WJMC3	北西	1階	Sonas	4月10日	～	5月8日
	WJMC4	南東	屋上	Sonas	4月10日	～	5月8日
	WJMC5	南西	2階	Sonas	4月10日	～	5月8日
WJMF	WJMF1	北	地表	Atom	4月10日	～	4月26日
	WJMF2	北	1階	CV374	4月10日	～	5月8日
	WJMF3	南	1階	CV374	4月10日	～	5月8日
	WJMF4	北	3階	CV374	4月10日	～	5月8日
WJMM	WJMM	東	地表	CV374	4月10日	～	5月8日
WJMG	WJMG	北	地表	Atom	4月10日	～	4月26日
WJMZ	WJMZ	北	地表	Atom	4月10日	～	4月26日
WJMK	WJMK1	北西	地表	CV374	4月10日	～	5月8日
	WJMK2	南東	地表	Atom	4月10日	～	4月27日
	WJMK3	南西	地表	Atom	4月11日	～	4月28日

4.4.1 WJMS（輪島市役所）（WJMS1、WJMS2、WJMS3：地表 - 建物）

WJMS（輪島市役所）は輪島市市街地の中心街、河原田川と鳳至川の合流地点付近に位置する。建物はRC造4階建て、平面形状はコの字型となっている（写真4.4-1）。北東側の地表に1台の地震計（Atom）、建物の南西側の1階機械室と4階議場裏側に2台の強震計（CV374）を設置した（図4.4-2、写真4.4-2～写真4.4-4）。地表の地震計による観測期間は令和6年（2024年）4月10日から4月27日まで、建物内の強震計による観測期間は令和6年（2024年）4月10日から5月8日までである。なお、建物内の強震計は平成19年（2007年）能登半島地震の余震観測の際に設置した場所^{4.4-1)}と同じ箇所に設置した。



平面図：輪島市ホームページ 4.4-2)

(i) 地表・1階機械室

(ii) 4階議場

図4.4-2 WJMS（輪島市役所）強震計・地震計設置位置



写真4.4-1 WJMS（輪島市役所）概観



写真4.4-2 地震計設置状況
(WJMS1：北東側地表、Atom No.9_262)



写真4.4-3 強震計設置状況
(WJMS2：南西側1階、CV374_144)



写真4.4-4 強震計設置状況
(WJMS3：南西側4階、CV374_142)

4.4.2 WJMC (WJMC1、WJMC2、WJMC3、WJMC4、WJMC5 : 地表 - 建物)

WJMCは輪島市市街地の西側に位置し、地表には気象庁輪島が設置されている。建物はRC造4階建て(写真4.4-5)、平面形状を図4.4-3及び図4.4-4に示す。南側の地表、建物の南東側の1階階段室と屋上階段室、北西側の1階エントランス、南西側の2階窓口入口横に5台の強震計(Sonas)を設置した(図4.4-3、図4.4-4、写真4.4-6~写真4.4-10)。観測期間は令和6年(2024年)4月10日から5月8日までである。



写真 4.4-5 WJMC 概観

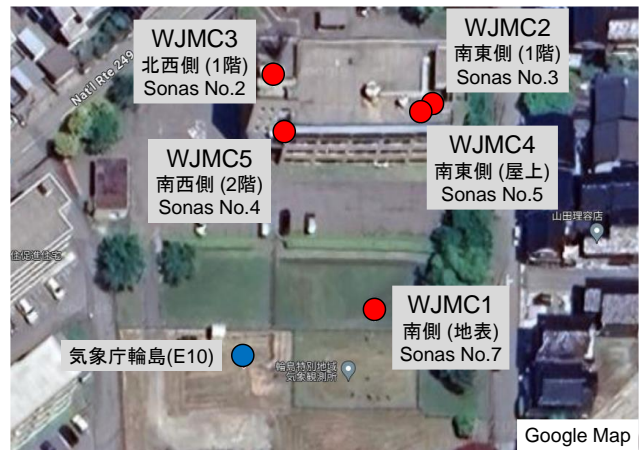


図 4.4-3 WJMC 強震計設置位置

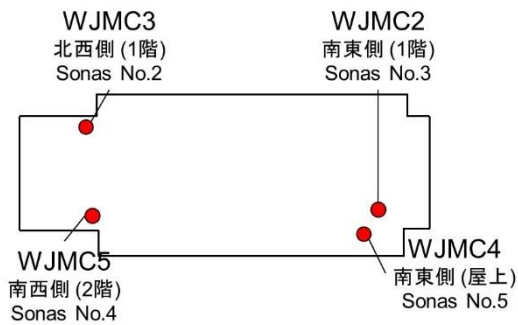


図 4.4-4 WJMC 建物平面形状略図



写真 4.4-6 強震計設置状況
(WJMC1 : 南側地表、Sonas No.7)



写真 4.4-7 強震計設置状況
(WJMC2 : 南東側 1階、Sonas No.3)



写真 4.4-8 強震計設置状況
(WJMC3 : 北西側 1階、Sonas No.2)



写真 4. 4-9 強震計設置状況
(WJMC4 : 南東側屋上、Sonas No.5)



写真 4. 4-10 強震計設置状況
(WJMC5 : 南西側 2 階、Sonas No.4)

4. 4. 3 WJMF (WJMF1、WJMF2、WJMF3、WJMF4 : 地表 - 建物)

WJMF は輪島市市街地の中心に位置する。建物は RC 造 3 階建て (写真 4.4-11)、平面形状を図 4.4-5 及び図 4.4-6 に示す。北側の地表に 1 台の地震計 (Atom)、建物の北側の 1 階診察室と 3 階階段室、南側の 1 階会議室に 3 台の強震計 (CV374) を設置した (図 4.4-5、図 4.4-6、写真 4.4-12~写真 4.4-15)。地表の地震計による観測期間は令和 6 年 (2024 年) 4 月 10 日から 4 月 26 日まで、建物内の強震計による観測期間は令和 6 年 (2024 年) 4 月 10 日から 5 月 8 日までである。



写真 4. 4-11 WJMF 概観



図 4. 4-5 WJMF 強震計・地震計設置位置

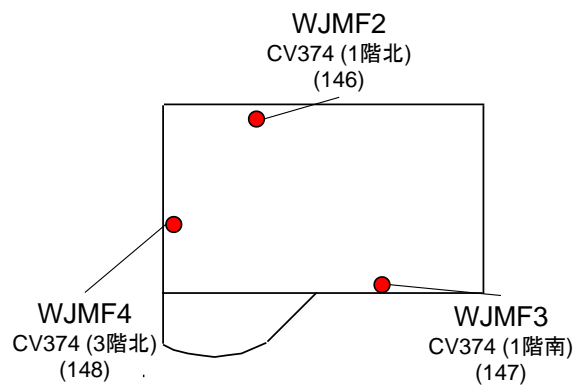


図 4. 4-6 WJMF 建物平面形状略図



写真 4.4-12 地震計設置状況
(WJMF1 : 北側地表、Atom No.8_261)



写真 4.4-13 強震計設置状況
(WJMF2 : 北側1階、CV374_146)



写真 4.4-14 強震計設置状況
(WJMF3 : 南側1階、CV374_147)



写真 4.4-15 強震計設置状況
(WJMF4 : 北側3階、CV374_148)

4.4.4 WJMM (地表)

WJMM は、輪島市市街地北側の輪島港に位置する施設である。敷地西側にある観光交流施設の駐車場の守衛小屋 (施設東側) に1台の強震計 (CV374) を設置した (図 4.4-7、写真 4.4-16)。観測期間は令和6年 (2024年) 4月10日から5月8日までである。



図 4.4-7 WJMM 観光交流施設
強震計設置位置



写真 4.4-16 強震計設置状況
(WJMM、CV374_143)

4.4.5 WJMG（地表）

WJMG は輪島市市街地の中心に位置する。本震時に倒壊した建物の北側（3階建て建物の1階駐車場脇）の地盤上に1台の地震計（Atom）を設置した（図4.4-8、写真4.4-17）。観測期間は令和6年（2024年）4月10日から4月26日までである。



図 4.4-8 WJMG 地震計設置位置



写真 4.4-17 地震計設置状況
(WJMG、Atom No.7_164)

4.4.6 WJMZ（地表）

WJMZ は輪島市市街地の東側、本震を観測した防災科研の K-NET 輪島観測点（ISK003）から南南西約 140m に位置する。建物北側の地盤上に1台の地震計（Atom）を設置した（図4.4-9、写真4.4-18）。観測期間は令和6年（2024年）4月10日から4月26日までである。



図 4.4-9 WJMZ 地震計設置位置



写真 4.4-18 地震計設置状況
(WJMZ、Atom No.6_162)

4.4.7 WJMK（WJMK1、WJMK2、WJMK3：地表）

WJMK は輪島市市街地の中心に位置する。敷地内北西側にある屋外プール附属建物内に1台の強震計（CV374）を設置し、敷地南東側および南西側の地盤上に地震計（Atom）をそれぞれ1台設置した（図4.4-10、写真4.4-19～写真4.4-21）。強震計による観測期間は令和6年（2024年）4月10日から5月8日まで、WJMK2の観測期間は令和6年（2024年）4月10日から4月27日、WJMK3の観測期間は令和6年（2024年）4月11日から4月28日までである。

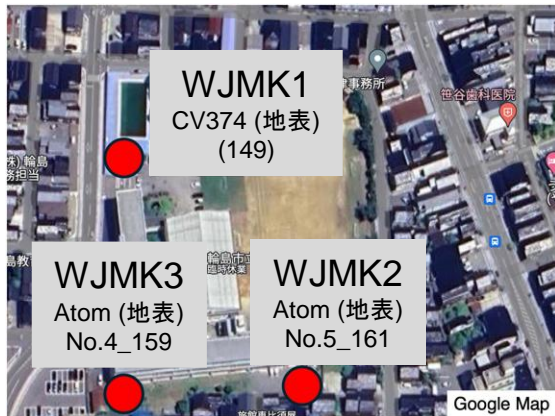


図 4. 4-10 WJMK
強震計・地震計設置位置



写真 4. 4-19 強震計設置状況
(WJMK1 : 北西側、CV374_149)



写真 4. 4-20 地震計設置状況
(WJMK2 : 南東側、Atom No.5_162)



写真 4. 4-21 地震計設置状況
(WJMK3 : 南西側、Atom No.4_159)

参考文献

- 4.4-1) 国土交通省国土技術政策総合研究所, 独立行政法人土木研究所, 独立行政法人建築研究所:
平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震被害調査報告, 国土技術政策総合研究所資料 No.438, 土
木研究所資料 No.4087、建築研究資料 No.111, 2008 年 2 月
- 4.4-2) 輪島市: 輪島市本庁舎等整備審議会資料, 2024 年 5 月閲覧
(<https://www.city.wajima.ishikawa.jp/docs/2019061200043/>)

4.5 輪島市における余震観測記録と分析結果

4.5.1 輪島市における余震観測記録

令和6年(2024年)4月10日から5月8日において、能登半島で発生した震度1以上の余震を表4.5-1に示す^{4.5-1)}。表4.5-1において最大震度2が計測された地震のうち、5つの地震(灰色網掛分)ではK-NET輪島観測点(ISK003)^{4.5-2)}においても地震記録が得られている。

図4.5-1～図4.5-3にK-NET輪島観測点(ISK003)、気象庁輪島(WJMC)及びWJMS(輪島市役所)の土質図^{4.5-2),4.5-3)}を示す。K-NET輪島観測点(ISK003)^{4.5-2)}は、厚さ10cmの表土より下は岩盤と分類される地層で構成されており、深さ19mまでのせん断波速度は230 m/s～790 m/sまで増大している。気象庁輪島(WJMC)^{4.5-3)}は、深さ24mまでは粘性土と砂質土が互層となっており、そのせん断波速度は60 m/s程度～200 m/s程度まで増大している。また、深さ35mまでは砂礫層が続き、そのせん断波速度は250 m/s程度～350 m/s程度である。さらに、深さ35mに工学的基盤と考えられる砂岩が存在する。WJMS(輪島市役所)^{4.5-3)}は、深さ2～4m程度に砂礫層があり、そのせん断波速度は200 m/sである。また、5m～26mにはシルト質層があり、そのせん断波速度は100 m/s～220 m/sである。27m以降の深さでは砂礫層となり、そのせん断波速度は300 m/s以上である。なお、29m以降の深さについては、WJMS(輪島市役所)の深さ27mが気象庁輪島(WJMC)の深さ28mに対応するものと仮定して、気象庁輪島(WJMC)の30m以降の深さにおける情報を付加している。

図4.5-4～図4.5-8にこれらの5つの地震で観測記録された余震記録の加速度波形、加速度応答スペクトル及び加速度応答スペクトル S_a と変位応答スペクトル S_d の関係(S_a-S_d 曲線)を示す。加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線の減衰定数は5%として算定した。

表 4.5-1 能登半島における震度1以上の地震(4月10日から5月8日)^{4.5-1)}

発生日	発生時刻	震央地名	深さ(km)	規模(M)	最大震度	発生日	発生時刻	震央地名	深さ(km)	規模(M)	最大震度
2024/4/10	9:03:53	能登半島沖	0	2.8	1	2024/4/24	11:42:14	能登半島沖	10	3.7	2
2024/4/10	11:45:15	石川県能登地方	4	2.6	2	2024/4/25	8:34:32	石川県能登地方	9	2.8	1
2024/4/11	11:51:32	石川県能登地方	5	2.4	1	2024/4/25	18:35:45	石川県能登地方	7	3.1	1
2024/4/11	13:16:16	石川県能登地方	12	3.5	2	2024/4/26	9:28:29	石川県能登地方	12	2.3	1
2024/4/11	16:45:02	石川県能登地方	12	2.9	1	2024/4/26	18:34:00	能登半島沖	3	2.6	3
2024/4/12	20:07:12	石川県能登地方	3	1.7	1	2024/4/27	16:58:47	石川県能登地方	7	3.3	1
2024/4/13	10:58:05	石川県能登地方	0	2.5	1	2024/4/28	14:37:59	石川県能登地方	7	3.3	2
2024/4/13	23:01:31	石川県能登地方	11	2.4	1	2024/4/30	0:08:51	石川県能登地方	13	3	2
2024/4/14	8:32:11	石川県能登地方	11	3.4	2	2024/4/30	10:54:40	能登半島沖	5	3.2	1
2024/4/16	8:59:27	石川県能登地方	2	1.2	1	2024/4/30	16:24:55	石川県能登地方	13	3.1	1
2024/4/18	14:41:46	石川県能登地方	12	3.1	1	2024/4/30	17:06:52	石川県能登地方	10	2.7	1
2024/4/19	20:55:05	石川県能登地方	10	3	1	2024/5/1	2:53:21	石川県能登地方	13	2.6	1
2024/4/19	20:55:52	石川県能登地方	13	2.9	1	2024/5/1	8:28:16	石川県能登地方	6	2.8	1
2024/4/21	6:46:58	石川県能登地方	12	2.4	1	2024/5/1	21:54:00	石川県能登地方	8	3	2
2024/4/21	14:13:16	石川県能登地方	10	2.4	1	2024/5/3	12:32:50	石川県能登地方	11	2.8	1
2024/4/21	15:51:00	能登半島沖	6	2.5	1	2024/5/4	9:41:23	石川県能登地方	8	1.7	1
2024/4/21	16:06:47	石川県能登地方	11	3.3	1	2024/5/6	3:53:21	石川県能登地方	10	3.3	2
2024/4/22	15:38:59	能登半島沖	14	3.3	1	2024/5/8	6:53:44	能登半島沖	8	3.6	1

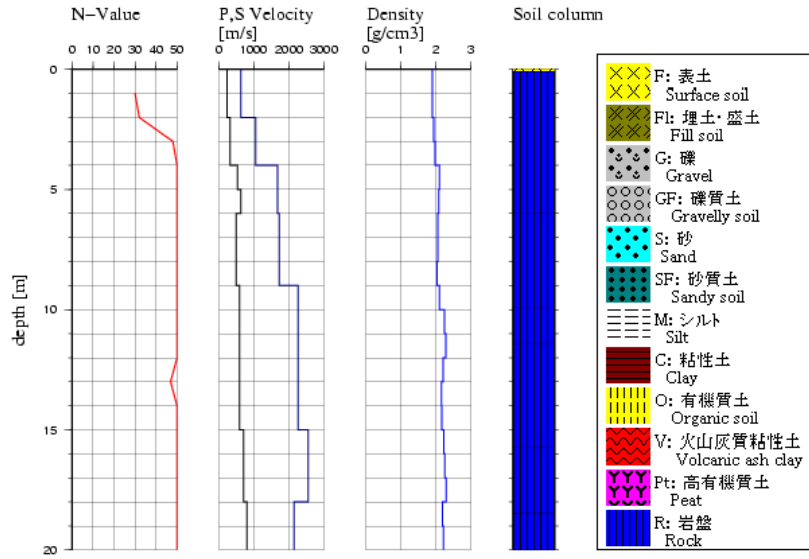
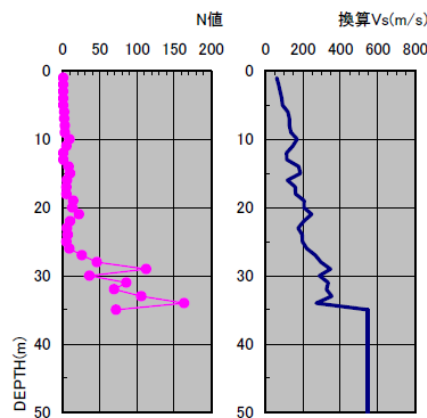
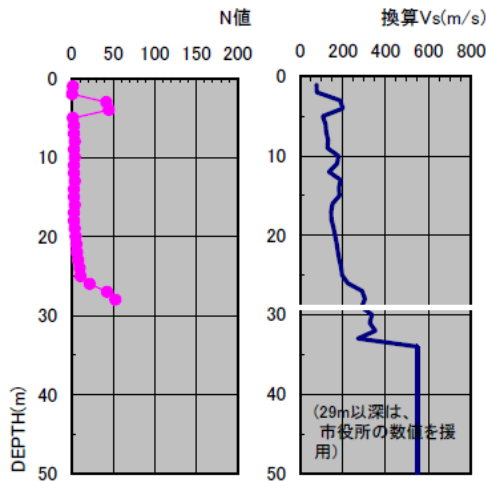


図 4.5-1 K-NET 輪島観測点 (ISK003) の土質図 4.5-2)



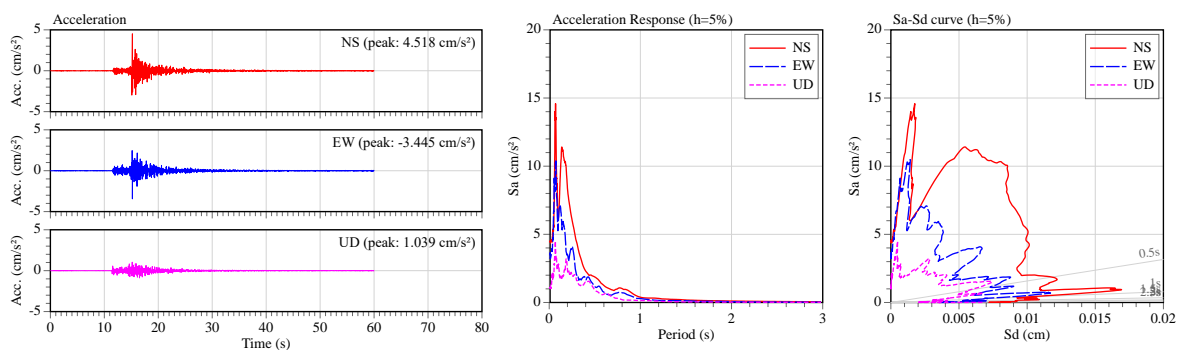
深さ(m)	地質名
0.00 ~ 0.20	盛土
0.20 ~ 0.75	シルト質粘土
0.75 ~ 1.05	砂礫
1.05 ~ 1.35	シルト質粘土
1.35 ~ 3.90	粘土
3.90 ~ 9.00	シルト質砂
9.00 ~ 10.40	中砂
10.40 ~ 11.40	砂質シルト
11.40 ~ 13.90	シルト
13.90 ~ 14.80	シルト質中砂
14.80 ~ 15.70	シルト混り中砂
15.70 ~ 18.80	シルト
18.80 ~ 21.00	中砂
21.00 ~ 21.80	砂礫
21.80 ~ 23.00	礫混り細砂
23.00 ~ 23.50	粘土質シルト
23.50 ~ 24.30	シルト質細砂
24.30 ~ 28.20	砂礫
28.20 ~ 34.70	砂礫
34.70 ~ 35.25	砂岩

図 4.5-2 気象庁輪島 (WJMC) の土質図 4.5-3)

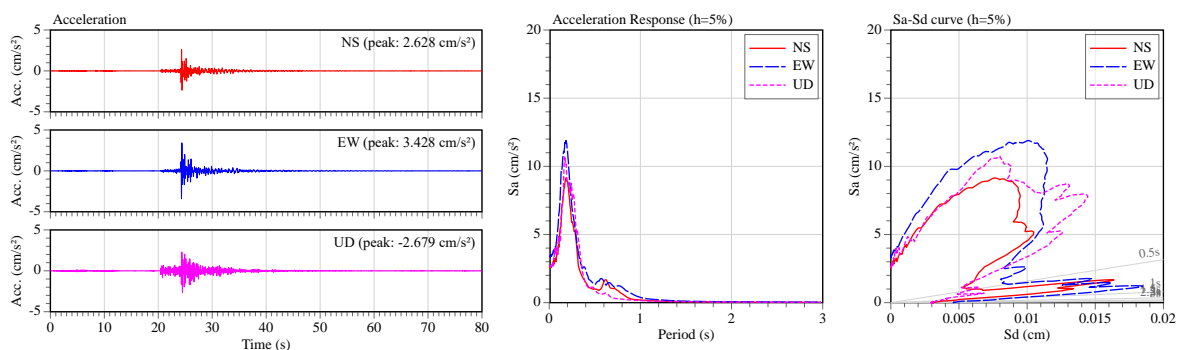


深さ(m)	地質名
0.00 ~ 0.90	表土
0.90 ~ 2.35	シルト質粘土
2.35 ~ 4.44	シルト混り砂礫
4.44 ~ 5.50	シルト
5.50 ~ 13.10	砂質シルト
13.10 ~ 14.90	シルト
14.90 ~ 17.10	砂質シルト
17.10 ~ 18.40	シルト
18.40 ~ 19.20	砂質シルト
19.20 ~ 25.70	粘土質シルト
25.70 ~ 27.85	シルト混り砂礫
27.85 ~ 30.00	砂礫

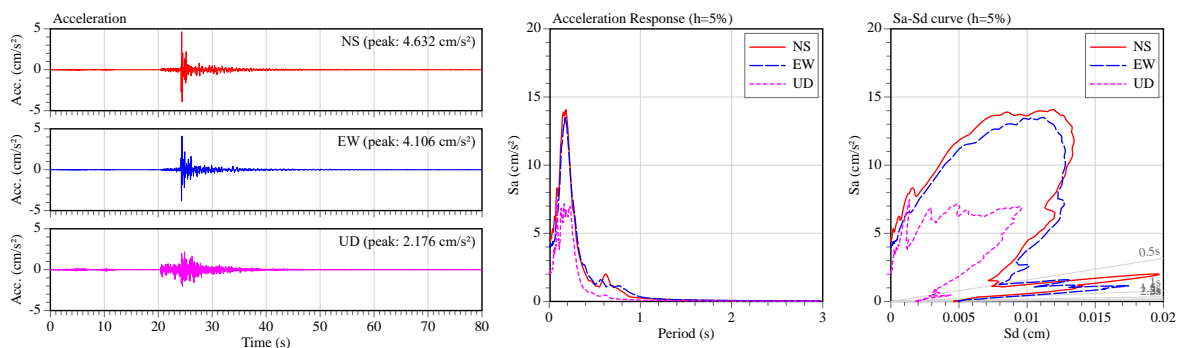
図 4.5-3 輪島市役所の土質図 4.5-3)



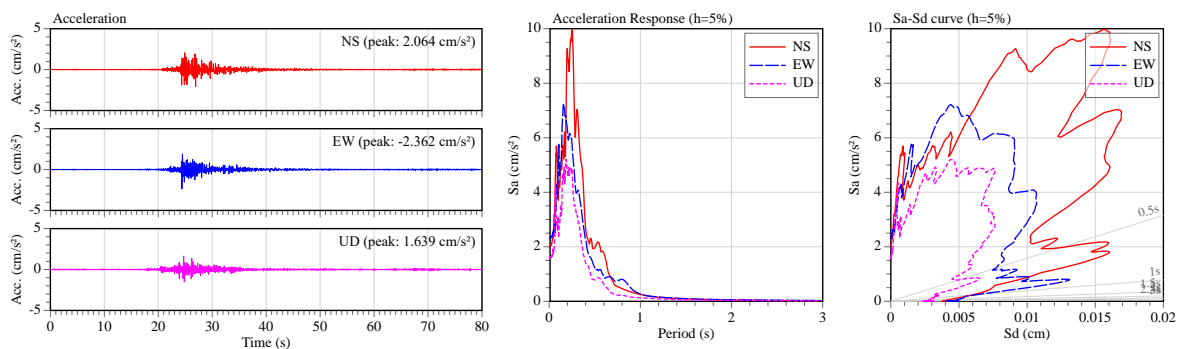
(i) K-NET 輪島 (ISK003)



(ii) WJMZ

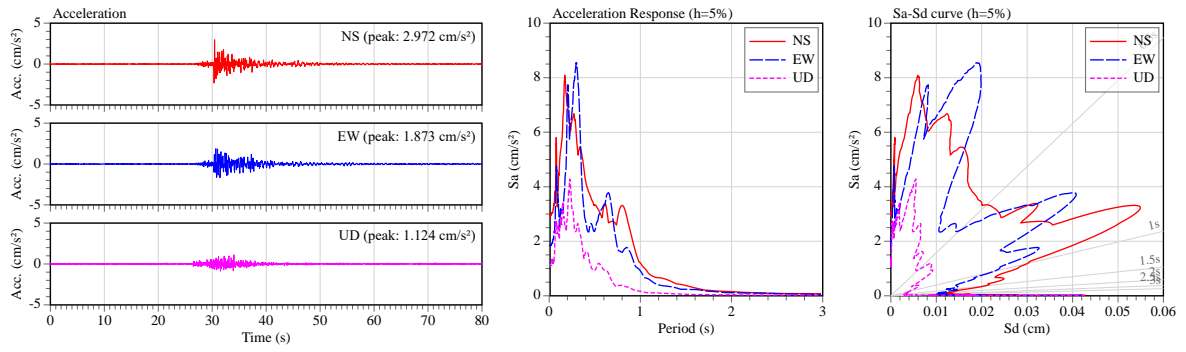


(iii) WJMK_南西側 (WJMK3)

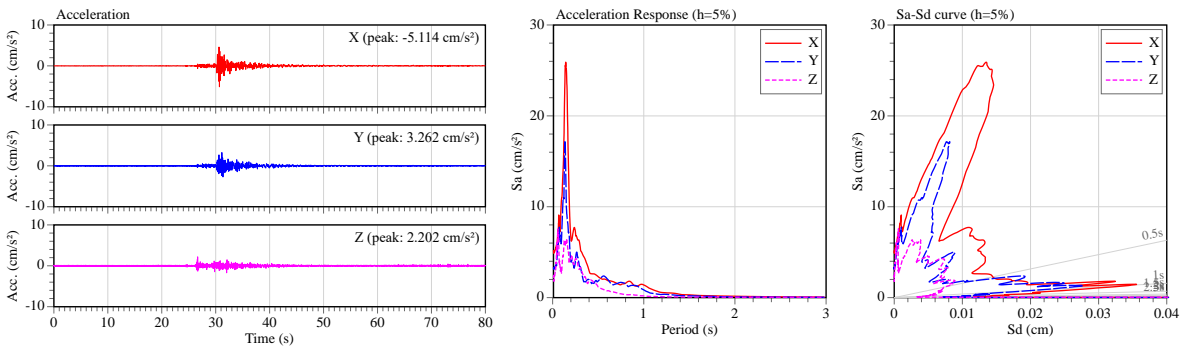


(iv) WJMK_南東側 (WJMK2)

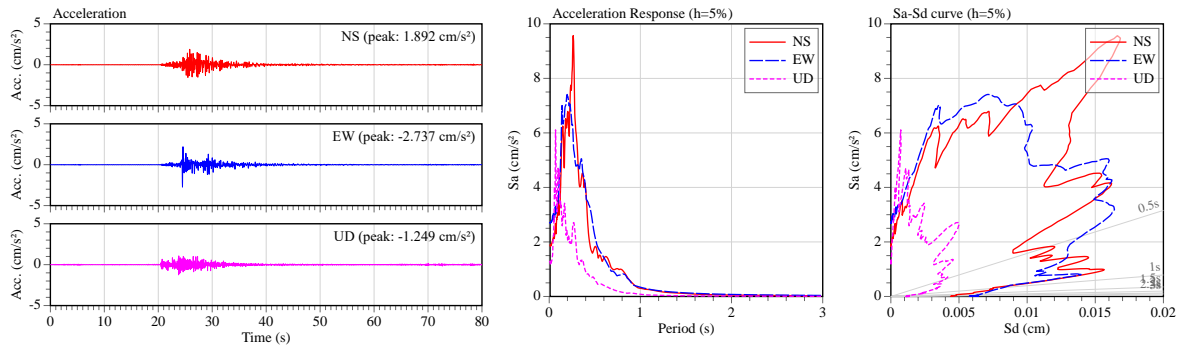
図 4.5-4 令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録



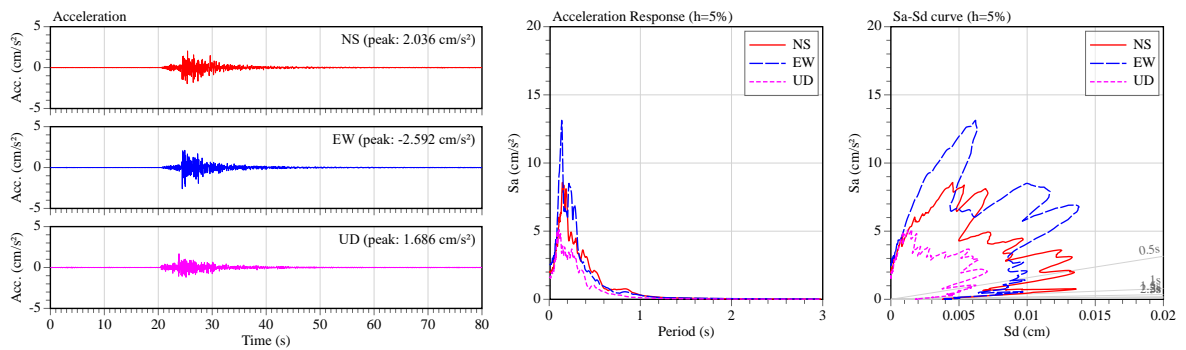
(v) WJMK_北西側 (WJMK1)



(vi) WJMM

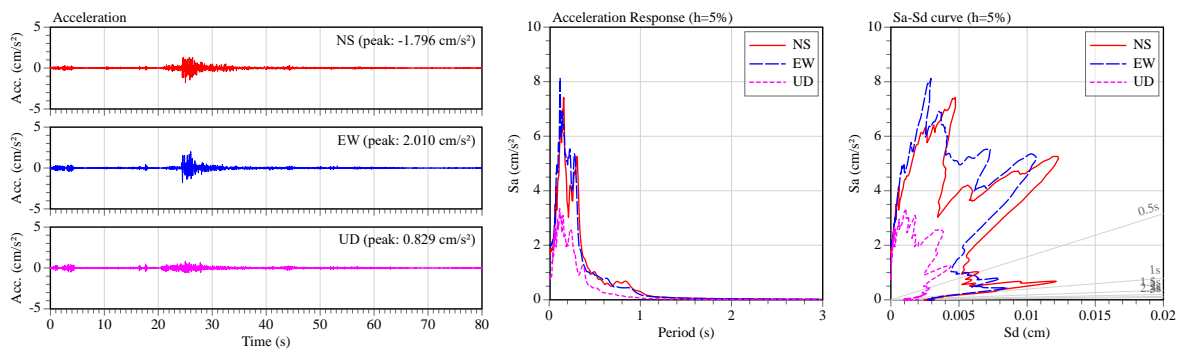


(vii) WJMG

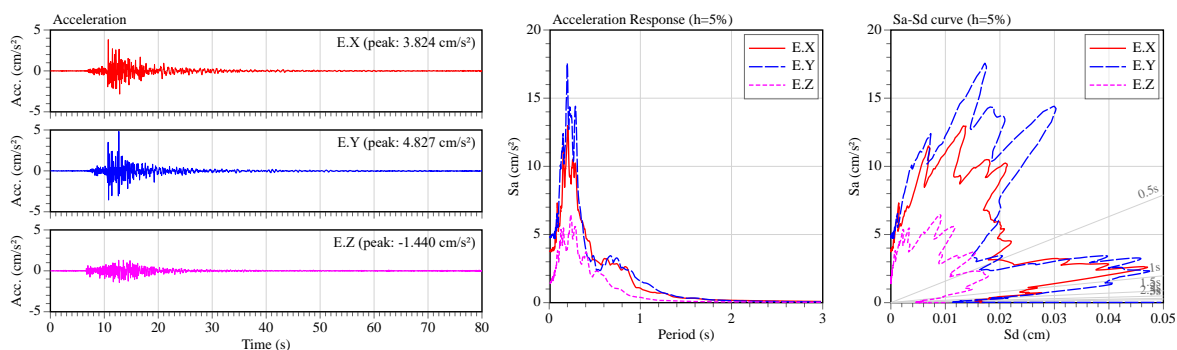


(viii) WJMF_地表 (WJMF1)

図 4.5-4 令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録 (続き)

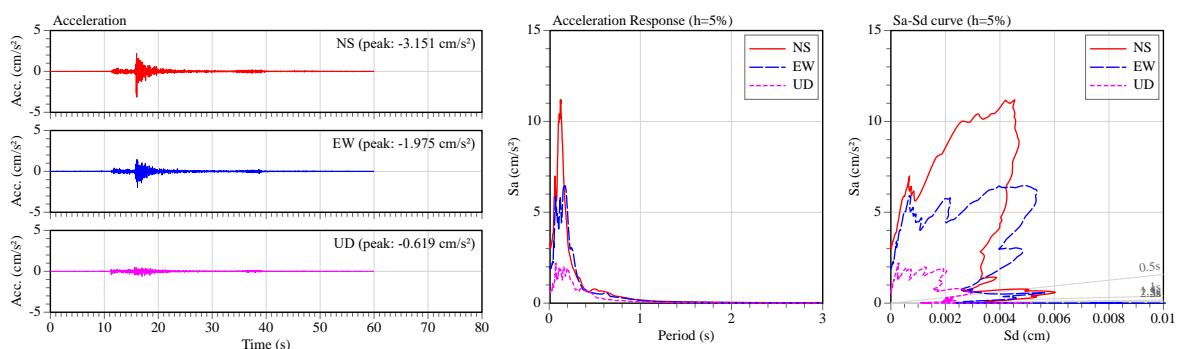


(ix) WJMS (輪島市役所) 地表 (WJMS1)

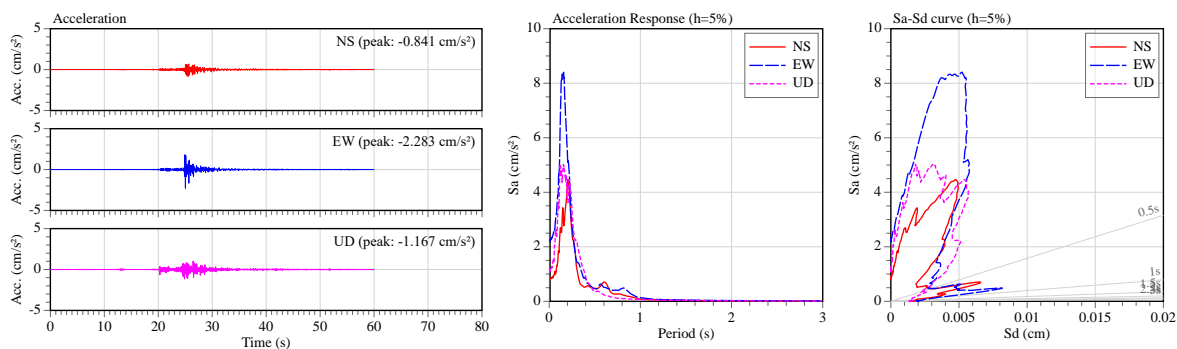


(x) WJMC 地表 (WJMC1)

図 4.5-4 令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録 (続き)

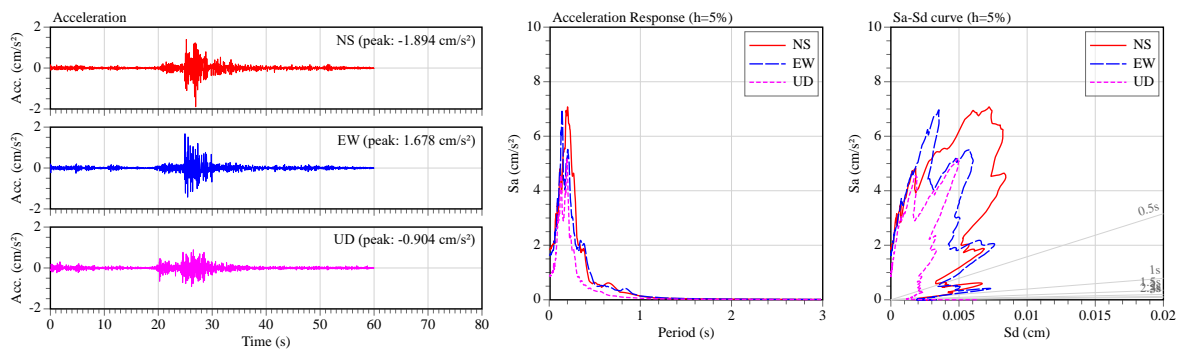


(i) K-NET 輪島 (ISK003)

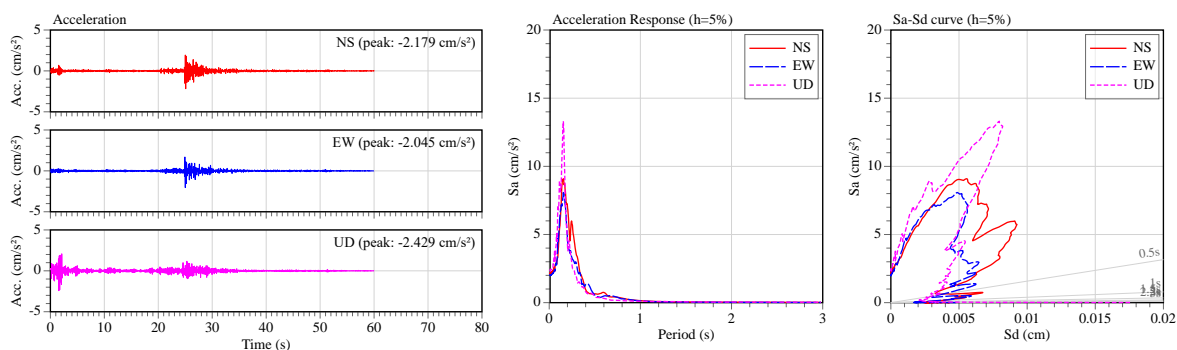


(ii) WJMZ

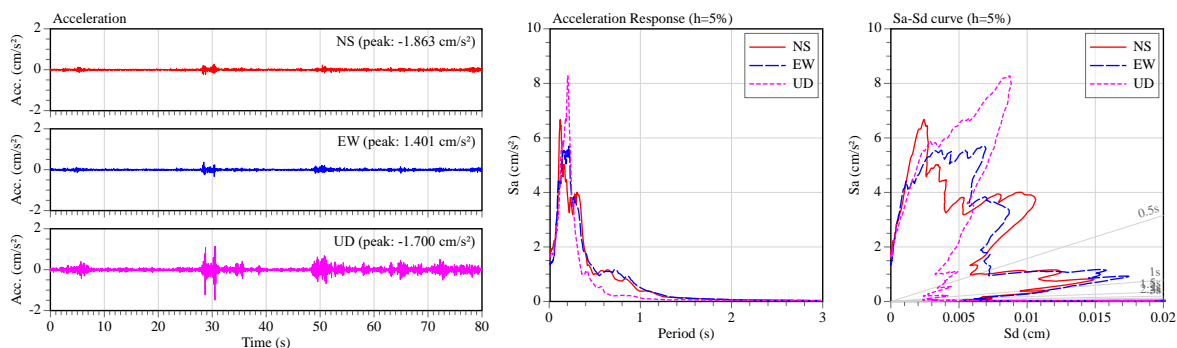
図 4.5-5 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録



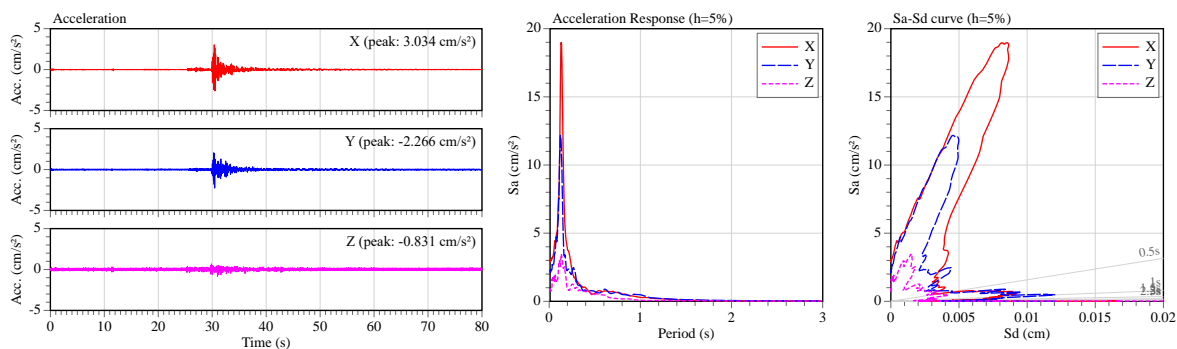
(iii) WJMK_南西側 (WJMK3)



(iv) WJMK_南東側 (WJMK2)

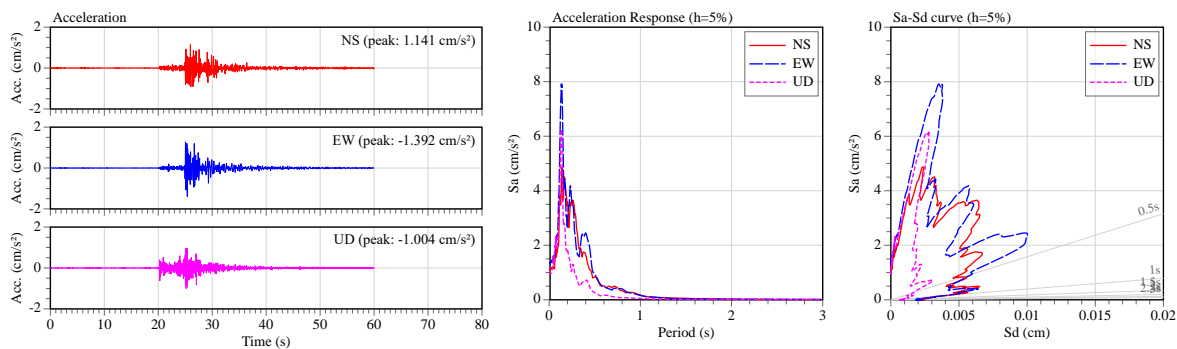


(v) WJMK_北西側 (WJMK1)

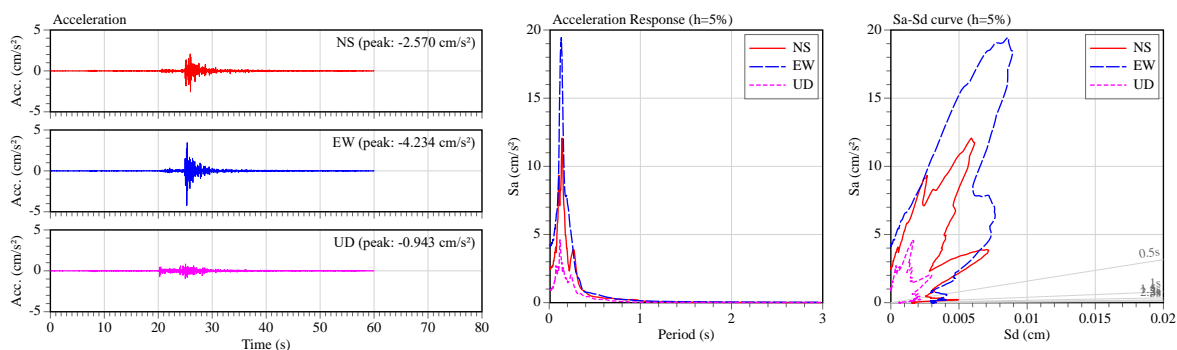


(vi) WJMM

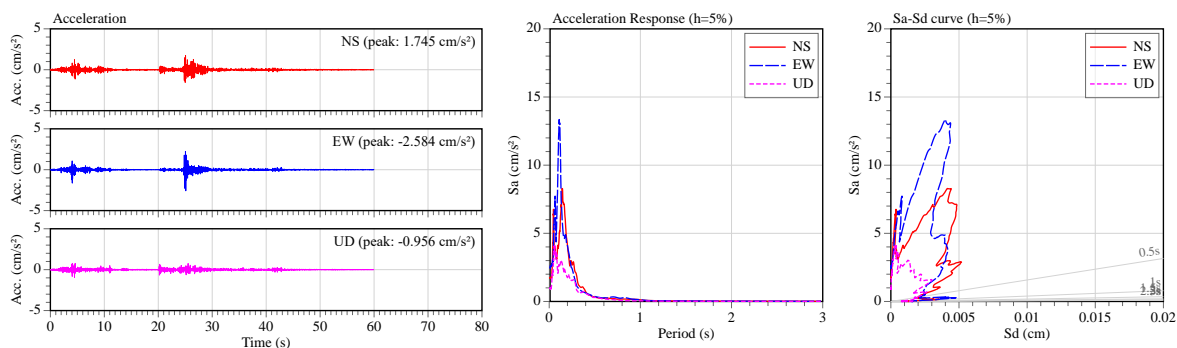
図 4.5-5 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録 (続き)



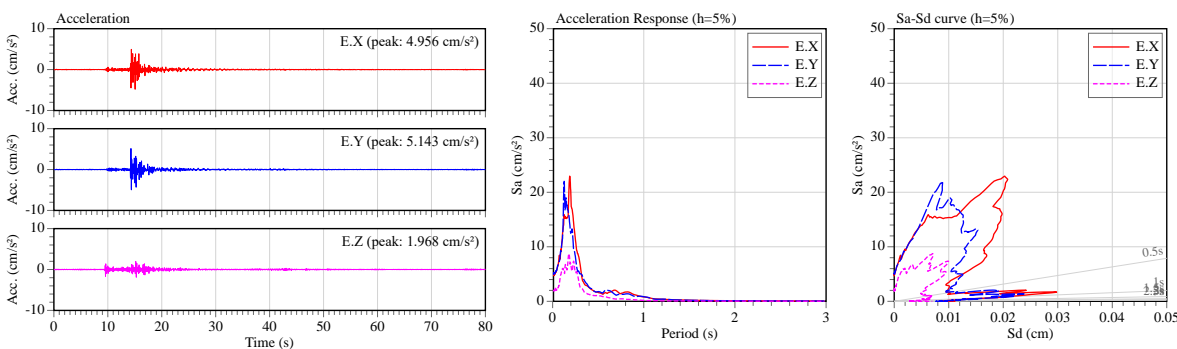
(vii) WJMG



(viii) WJMF_地表 (WJMF1)

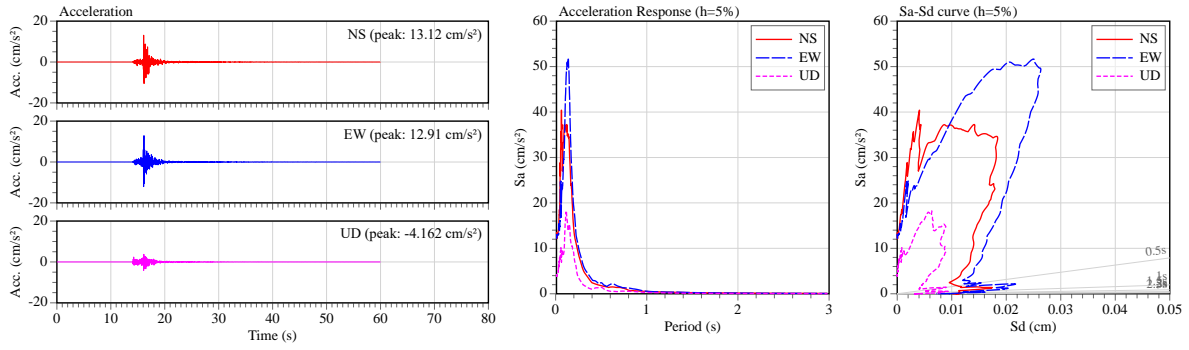


(ix) WJMS (輪島市役所)_地表 (WJMS1)

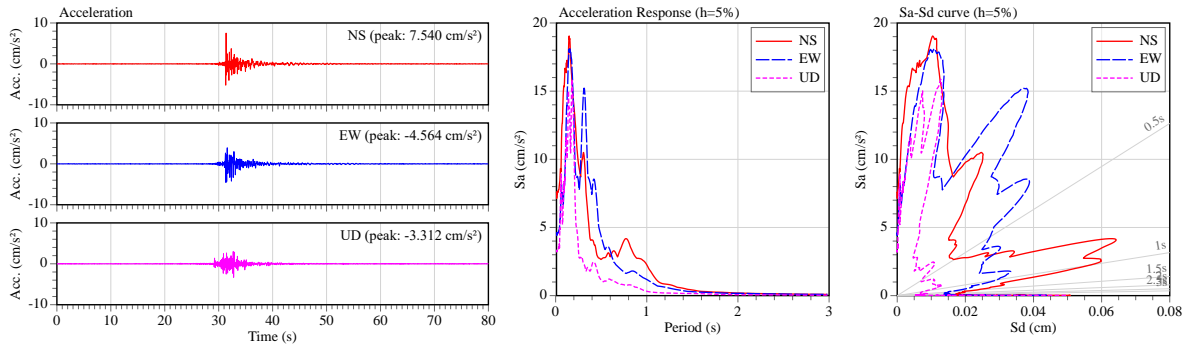


(x) WJMC_地表 (WJMC1)

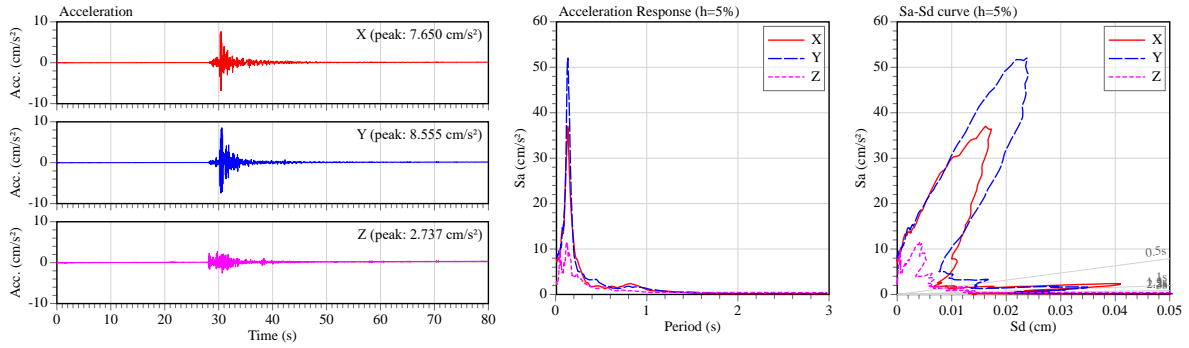
図 4.5-5 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録 (続き)



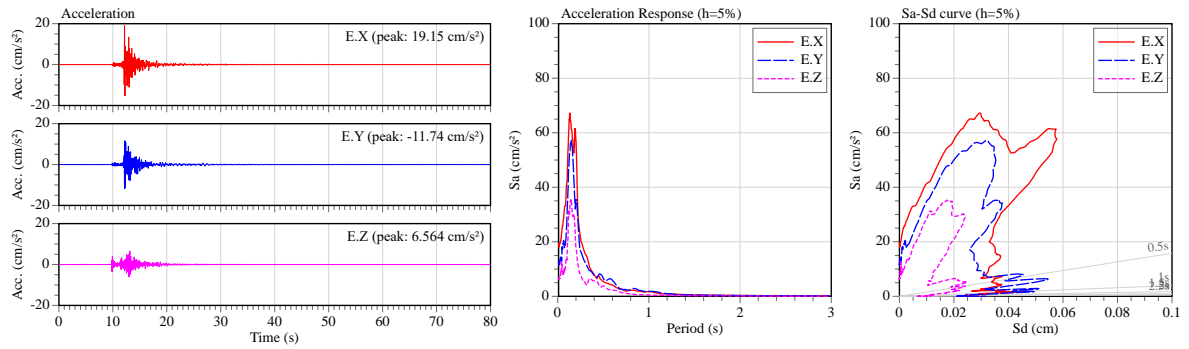
(i) K-NET 輪島 (ISK003)



(ii) WJMK_北西側 (WJMK1)

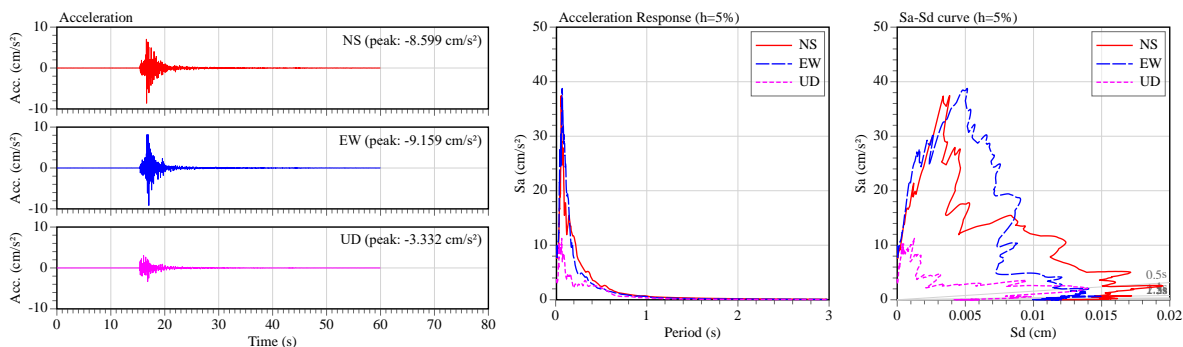


(iii) WJMM

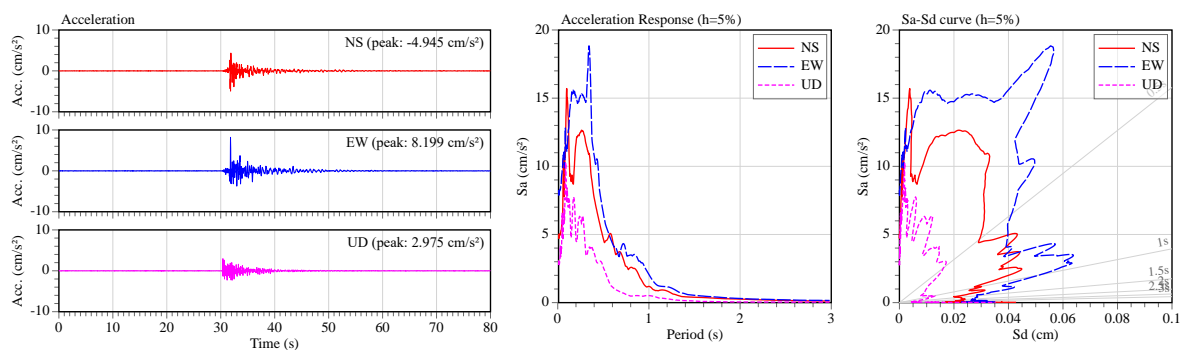


(iv) WJMC_地表 (WJMC1)

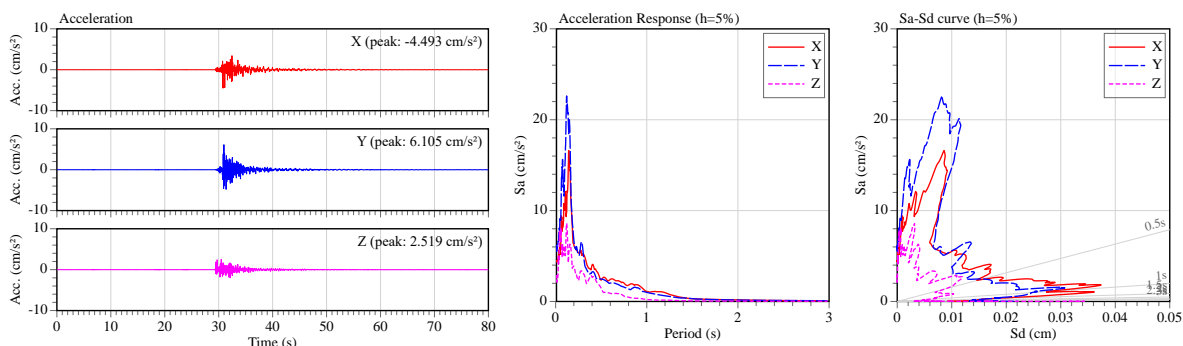
図 4.5-6 令和 6 年 (2024 年) 4 月 28 日 14 時 37 分の地震記録



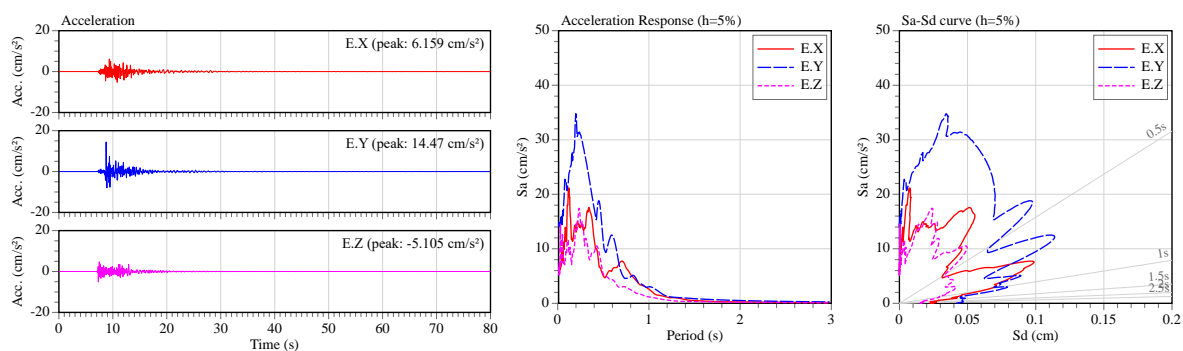
(i) K-NET 輪島 (ISK003)



(ii) WJMK_北西側 (WJMK1)

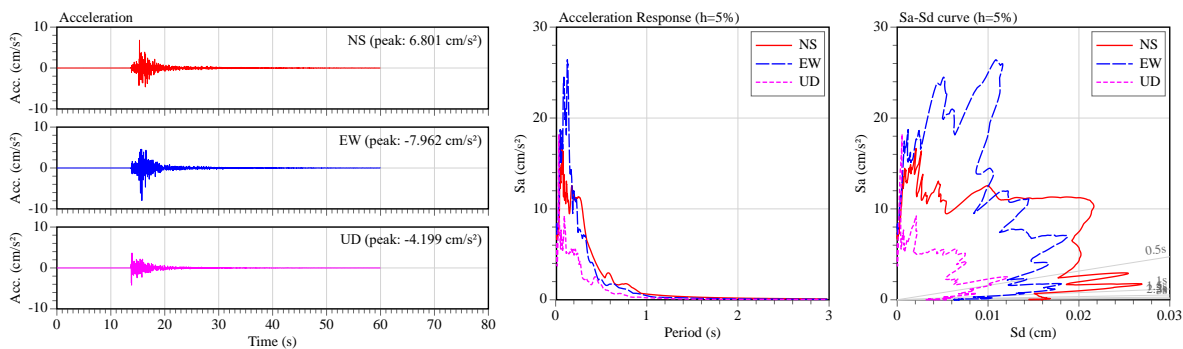


(iii) WJMM

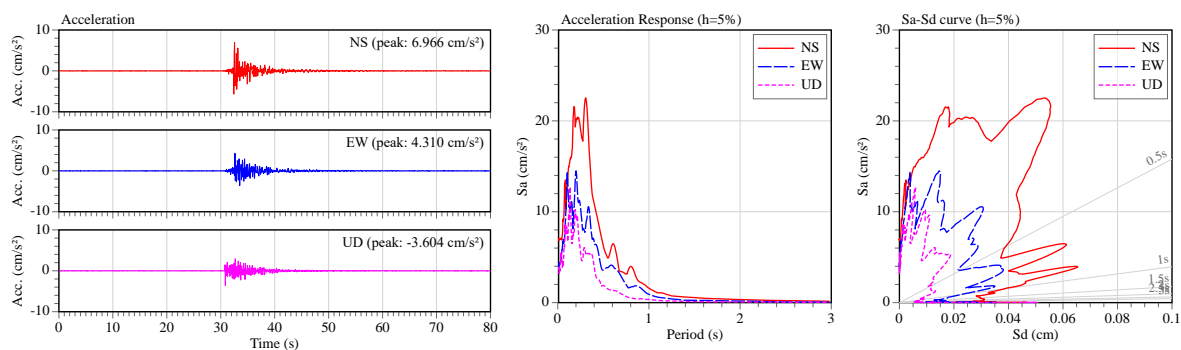


(iv) WJMC_地表 (WJMC1)

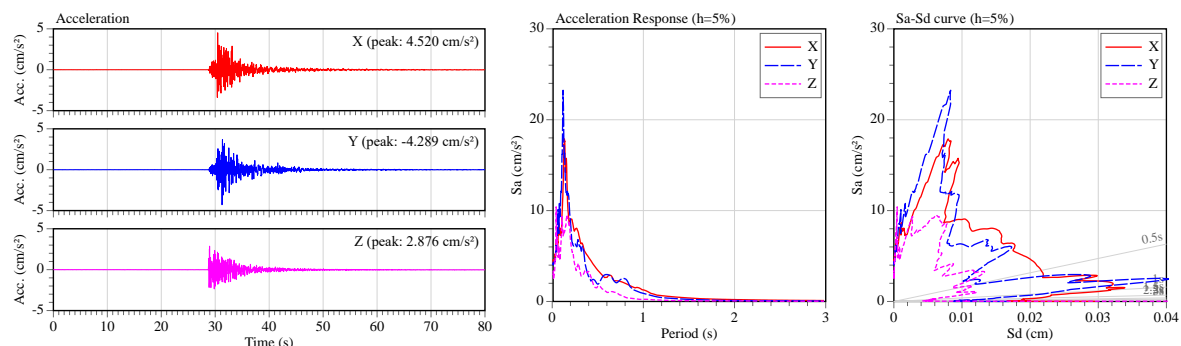
図 4.5-7 令和 6 年 (2024 年) 5 月 1 日 21 時 54 分の地震記録



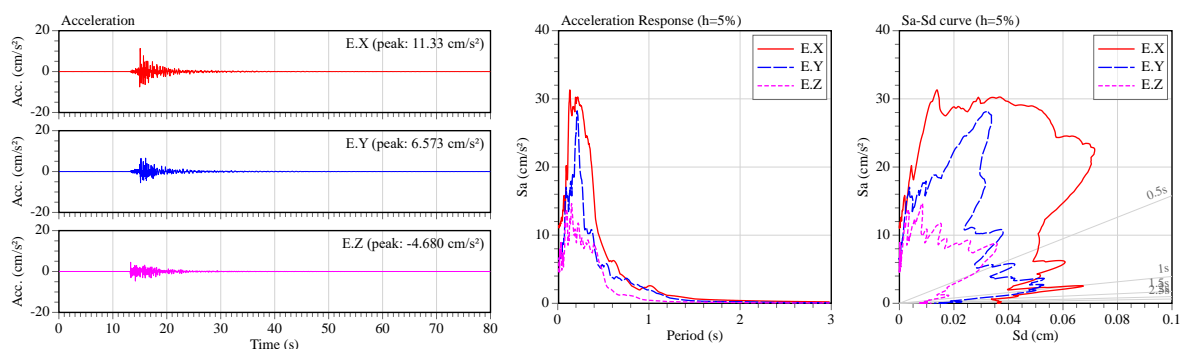
(i) K-NET 輪島 (ISK003)



(ii) WJMK_北西側 (WJMK1)



(iii) WJMM



(iv) WJMC_地表 (WJMC1)

図 4.5-8 令和 6 年 (2024 年) 5 月 6 日 3 時 53 分の地震記録

4.5.2 地表の余震観測記録の分析結果

(1) 最大振幅および計測震度相当値

表 4.5-1 に示す余震のうち、K-NET 輪島観測点 (ISK003) において観測波形記録が公開されている 5 つの地震 (灰色網掛分) を対象に、地表最大加速度 (PGA : 水平動 2 成分合成)、地表最大速度 (PGV : 水平動 2 成分合成)、および計測震度相当値を求めた (図 4.5-9~図 4.5-13)。対象エリアの中央部に位置する観測点 (WJMC、WJMF、WJMG) では、PGA が ISK003 のものと同程度か僅かに下回る値であった。一方、PGV に着目すると、多くの場合、余震観測点の値が ISK003 のものを上回ることが確認された。計測震度相当値においても、余震観測点の値は ISK003 の値と同等かそれ以上となり、観測点 WJMC での値が常に最大であった。

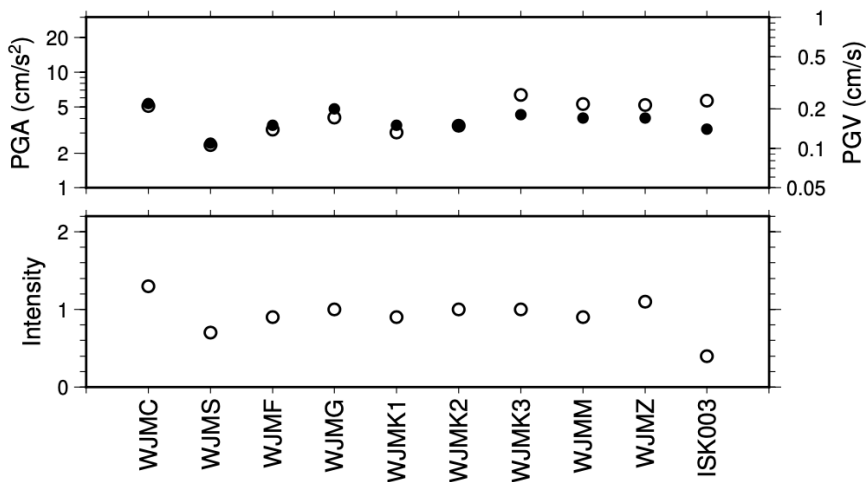


図 4.5-9 令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録の PGA(○)、PGV(●)および計測震度相当値

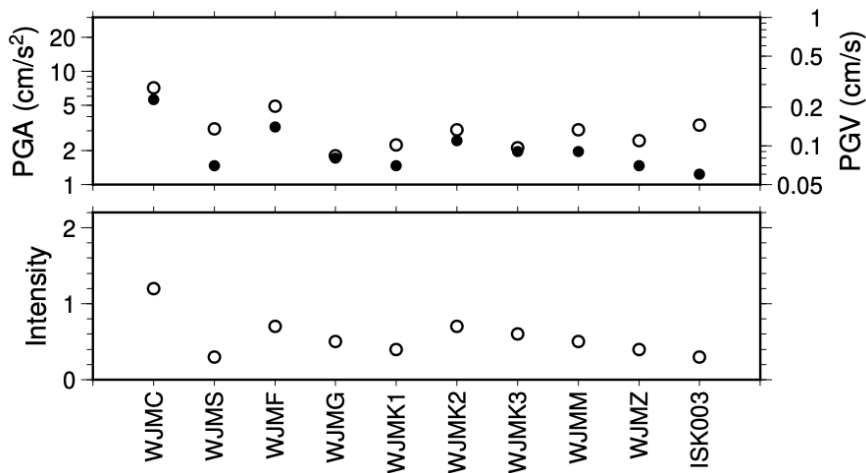


図 4.5-10 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録の PGA(○)、PGV(●)および計測震度相当値

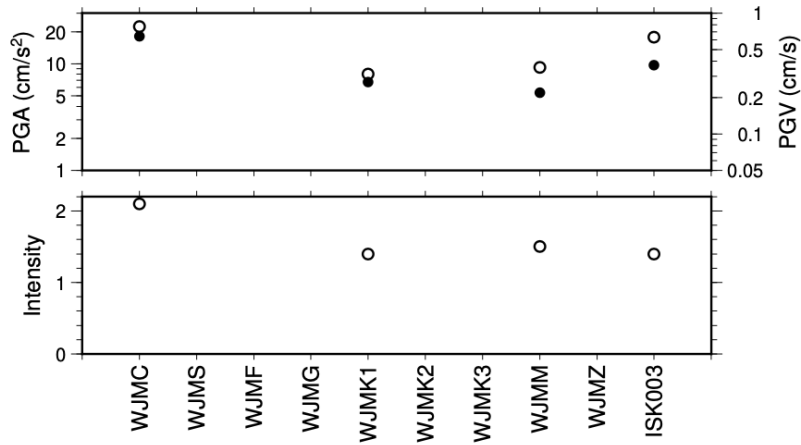


図 4.5-11 令和 6 年（2024 年）4 月 28 日 14 時 37 分の地震記録の
PGA(○)、PGV(●)および計測震度相当値

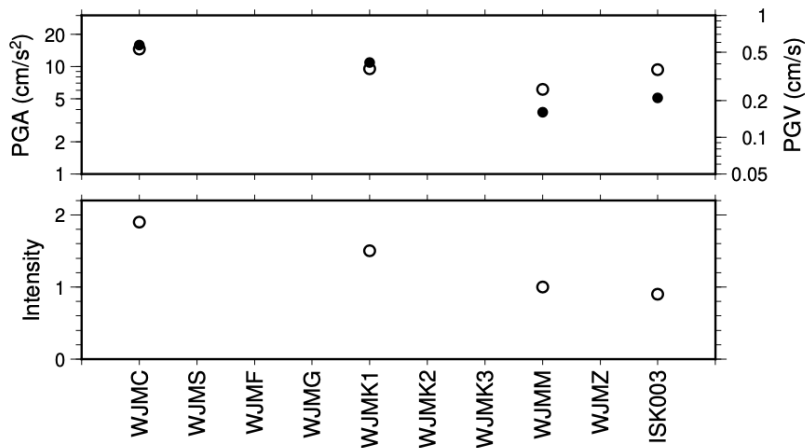


図 4.5-12 令和 6 年（2024 年）5 月 1 日 21 時 54 分の地震記録の
PGA(○)、PGV(●)および計測震度相当値

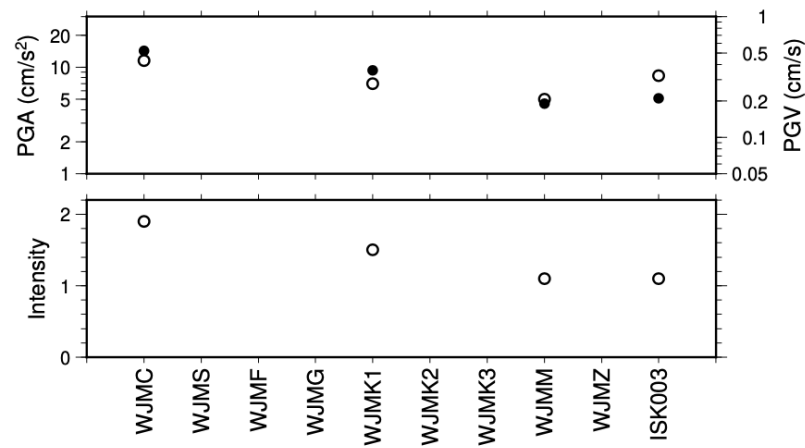


図 4.5-13 令和 6 年（2024 年）5 月 6 日 3 時 53 分の地震記録の
PGA(○)、PGV(●)および計測震度相当値

(2) 地盤の卓越周波数

図 4.5-14 および図 4.5-15 には、上記 5 地震に対し、観測点 ISK003 に対する各余震観測点（地表のみ）の S 波部分（S 波到達から 20.48 秒間）のフーリエ振幅スペクトルの比（水平動、上下動）を示す。全ての余震観測点において、水平動成分では 1Hz 前後の地震動が卓越している。5Hz 以上の地震動は観測点 ISK003 のものが上回っており、観測点 ISK003 周辺の地盤が他の観測点と比べて硬質であることが示唆される。上下動成分では、余震観測点の振幅スペクトルが対象周波数帯域（0.2～20Hz）において ISK003 のものと同等あるいは上回る結果となっており、対象エリアでは上下動成分においても増幅が見られることを示唆している。

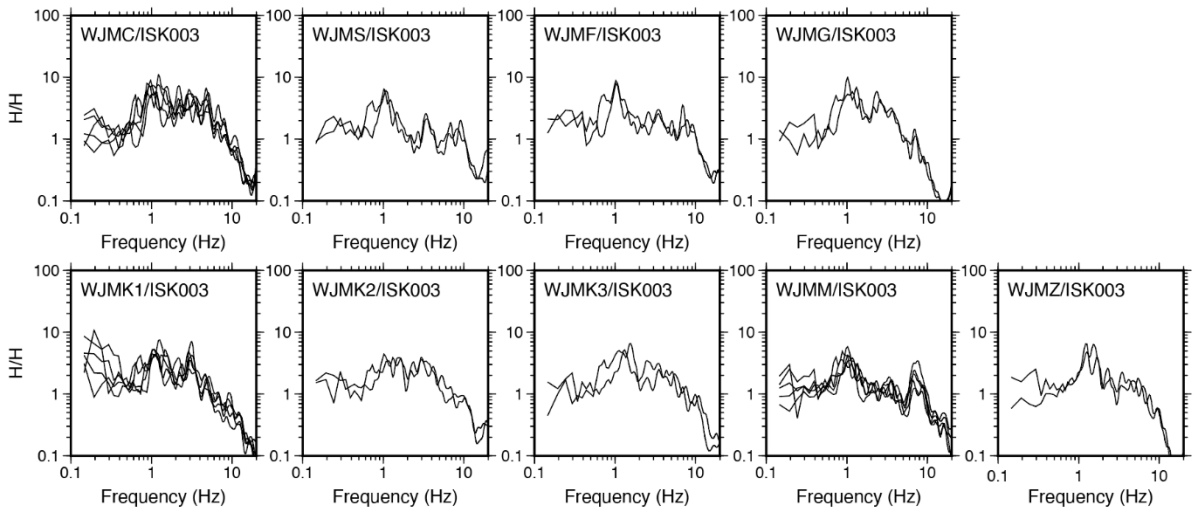


図 4.5-14 K-NET 輪島観測点に対する各余震観測点の S 波スペクトル比（水平動成分）

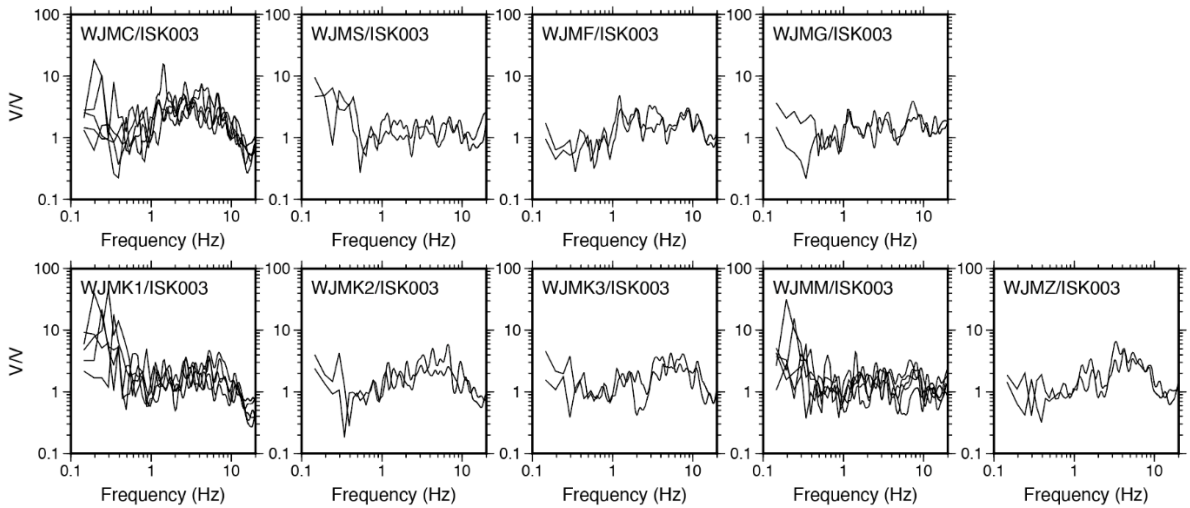


図 4.5-15 K-NET 輪島観測点に対する各余震観測点の S 波スペクトル比（上下動成分）

(3) 加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線

図 4.5-16 に 2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分の令和 6 年能登半島地震における気象庁輪島と K-NET 輪島の比較を加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線で示す。なお、加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線の減衰定数は 5% として算定した。また、4.2.2 節と同様に BSLJ を併せて示す。

K-NET 輪島は輪島市内の東側、気象庁輪島は輪島市内の西側に位置する。K-NET 輪島は周期 0.1 秒付近で加速度応答スペクトル S_a が最大値を示すのに対し、気象庁輪島は周期 1.2 秒付近で加速度応答スペクトル S_a が最大値を示す結果となった。

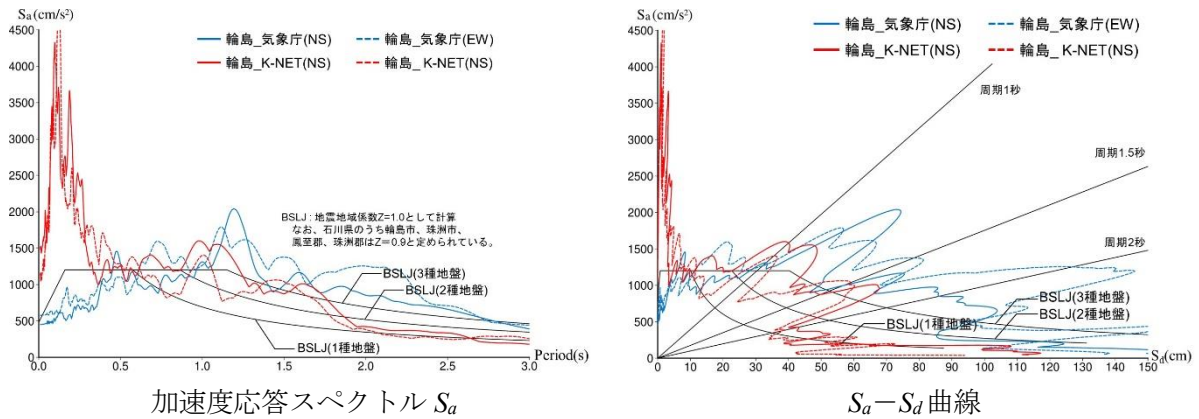


図 4.5-16 令和 6 年（2024 年）1 月 1 日 16 時 10 分の令和 6 年能登半島地震の記録 ($h=5\%$)

図 4.5-17～図 4.5-23 に K-NET 輪島と地表の余震記録の比較を加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線で示す。なお、加速度応答スペクトルと S_a-S_d 曲線の減衰定数は 5% として算定した。また、水平 2 成分のうち S_a-S_d 曲線の形状が大きい方を示す。4.4 節より、気象庁輪島、K-NET 輪島及び余震観測地点の位置は、東から西にかけて K-NET 輪島、WJMZ、WJMK、WJMM、WJMG、WJMF、WJMS（輪島市役所）、WJMC、気象庁輪島となる。なお、観測期間は表 4.4-1 に示す通りである。

WJMM、WJMZ の加速度応答スペクトルは、短周期側で最大応答を示した。WJMC1 の加速度応答スペクトルは、K-NET 輪島に比べて大きい周期で最大値を示した。また、WJMC1 の S_a-S_d 曲線は、2024 年 1 月 1 日 16 時 10 分の令和 6 年能登半島地震における気象庁輪島の S_a-S_d 曲線と似た形状を示した。

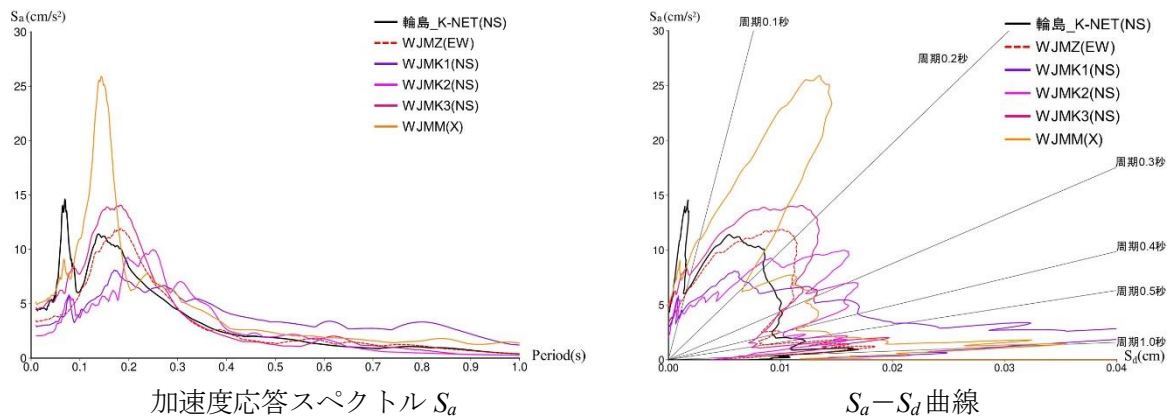


図 4.5-17 令和 6 年（2024 年）4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録の比較 ($h=5\%$)（輪島市東側）

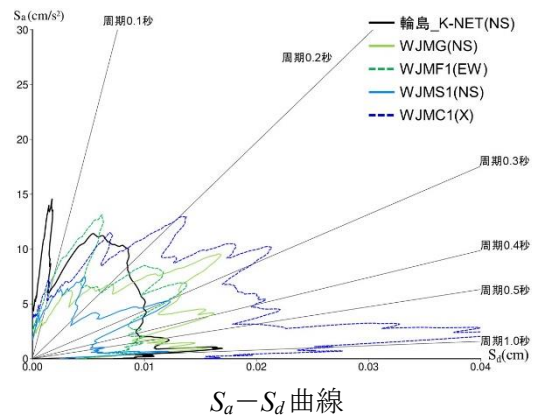
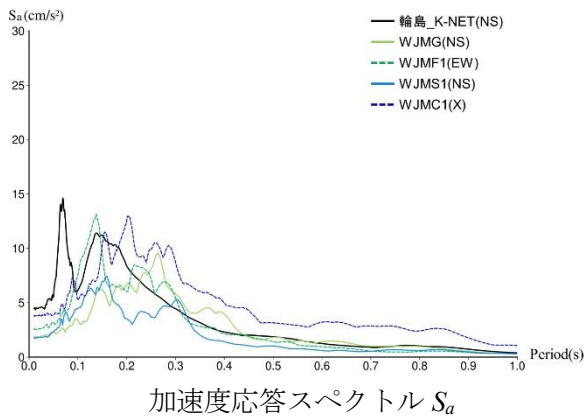


図 4.5-18 令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分の地震記録の比較 ($h=5\%$) (輪島市西側)

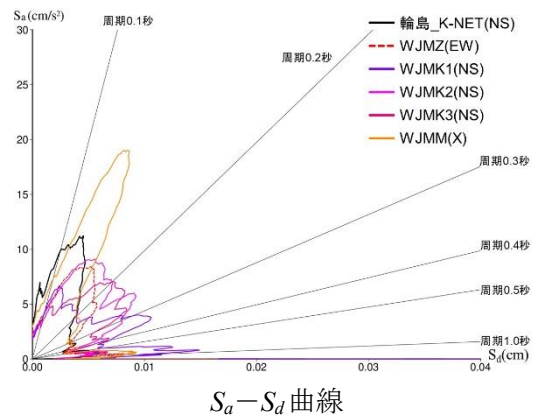
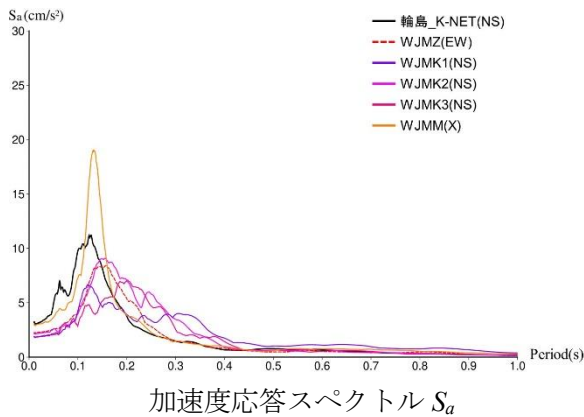


図 4.5-19 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録の比較 ($h=5\%$) (輪島市東側)

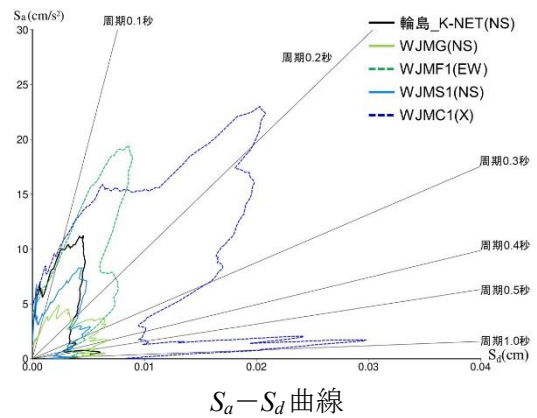
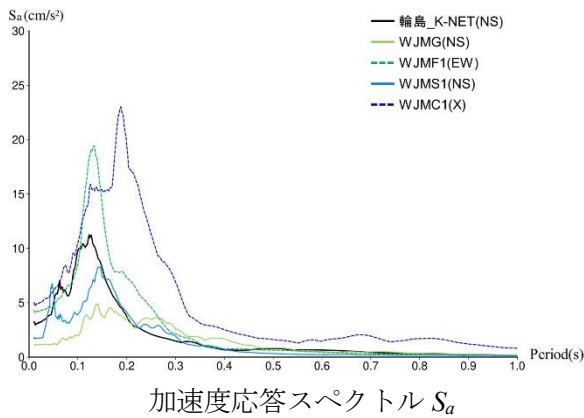


図 4.5-20 令和 6 年 (2024 年) 4 月 24 日 11 時 42 分の地震記録の比較 ($h=5\%$) (輪島市西側)

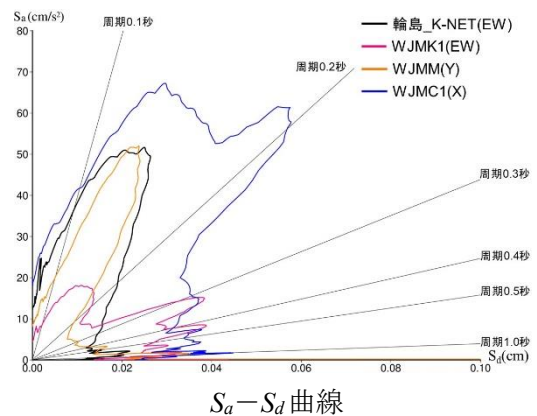
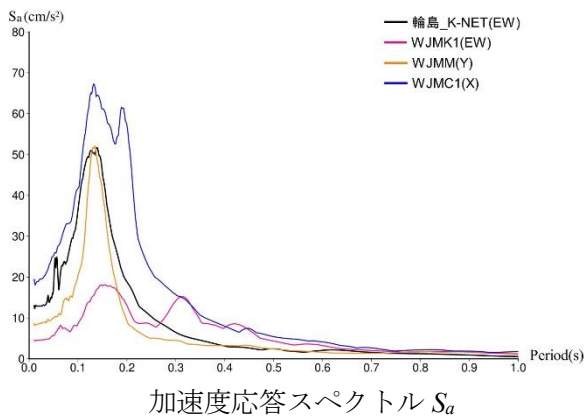
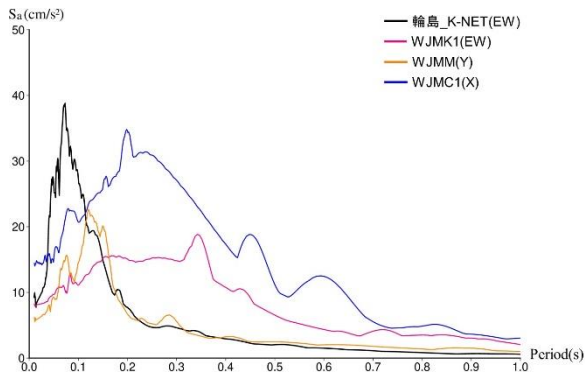
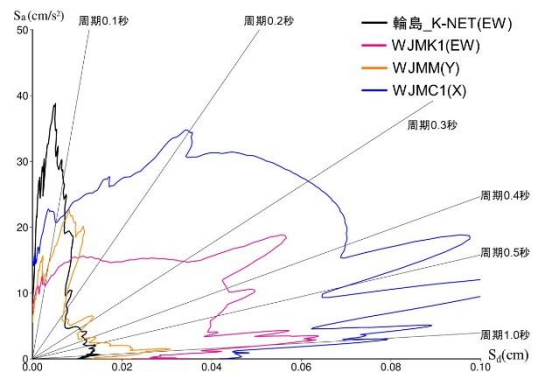


図 4.5-21 令和 6 年 (2024 年) 4 月 28 日 14 時 37 分の地震記録の比較 ($h=5\%$)

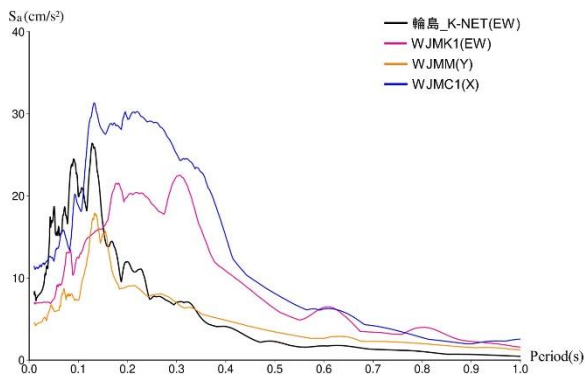


加速度応答スペクトル S_a

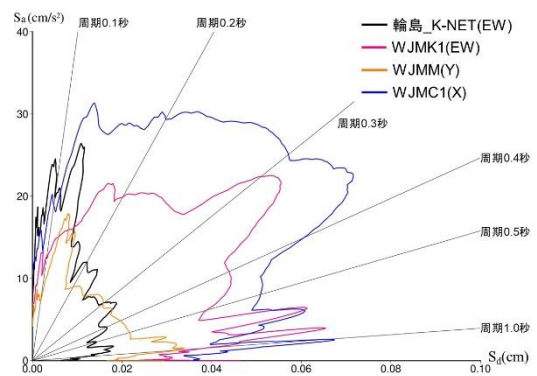


S_a-S_d 曲線

図 4.5-22 令和 6 年 (2024 年) 5 月 1 日 21 時 54 分の地震記録の比較 ($h=5\%$)



加速度応答スペクトル S_a



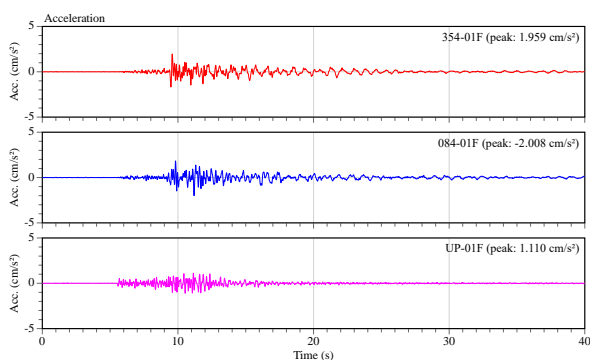
S_a-S_d 曲線

図 4.5-23 令和 6 年 (2024 年) 5 月 6 日 3 時 53 分の地震記録の比較 ($h=5\%$)

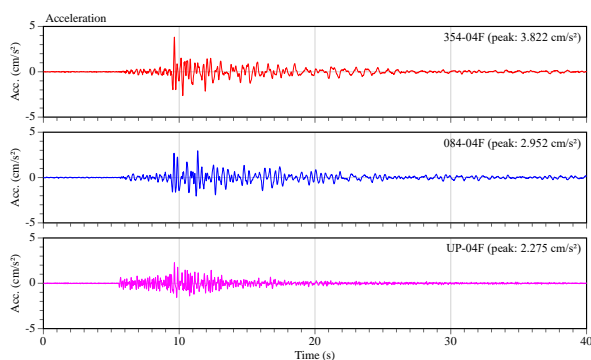
4.5.3 建物の振動特性 (WJMS (輪島市役所)、WJMC、WJMF)

(1) WJMS (輪島市役所)

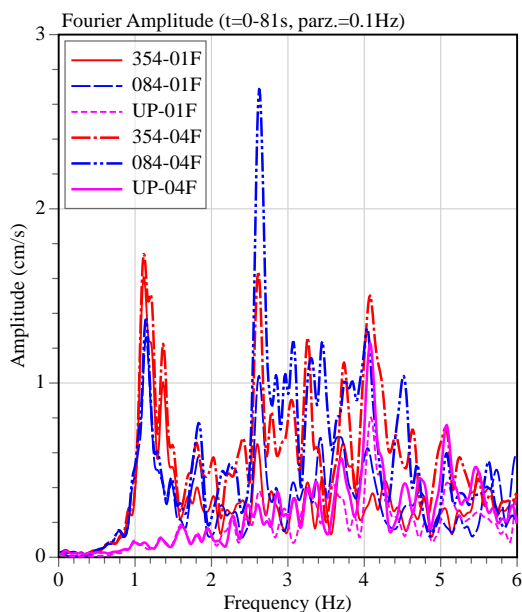
WJMS (輪島市役所) で観測された令和6年(2024年)4月11日13時16分の余震記録の1階と4階の加速度波形とフーリエスペクトル、および水平成分の4階の1階に対するフーリエスペクトル比を図4.5-24に示す。加速度成分のラベル354は北から東回りに 354° の方位を表し、ほぼ北南方向に対応する。同様に084は 84° 、ほぼ東西方向である。1階の記録から算出した計測震度は0.7、1階及び4階の最大加速度は 1 cm/s^2 から 3 cm/s^2 となっている。フーリエスペクトル比に着目すると、上段の振幅比には両水平方向とも3 Hz付近に大きなピークが認められるが下段の位相差に反転は認められず、1次固有振動数のピークではないと考えられる。より高振動数の複数のピークが存在するが位相差の変遷は明瞭ではなく、1次固有振動数を同定するのは困難である。なお、平成19年(2007年)能登半島地震において実施した余震観測(観測期間:平成19年(2007年)3月28日から5月1日)による水平成分の4階の1階に対するフーリエスペクトル比より、1次固有振動数はX方向が2.4Hz、Y方向が2.7Hzであった。また、WJMS(輪島市役所)は2021年に防災庁舎の増築、2022年に既存庁舎の耐震補強(PCアウトフレーム、RC耐震壁増設、耐震スリット)が実施されている。



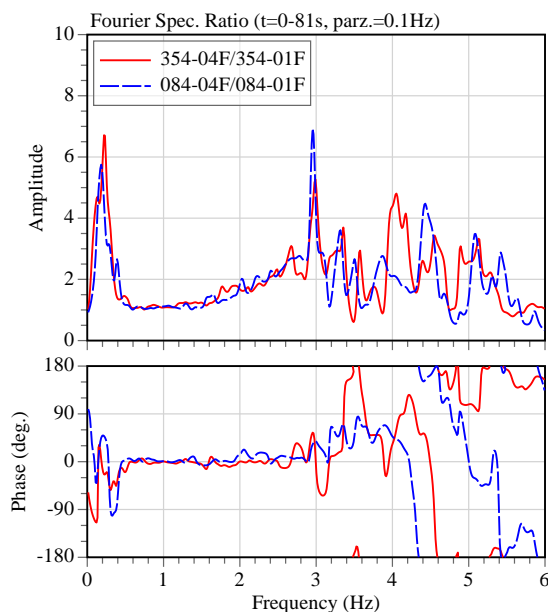
(i) 1階加速度波形 (WJMS2)



(ii) 4階加速度波形 (WJMS3)



(iii) フーリエスペクトル

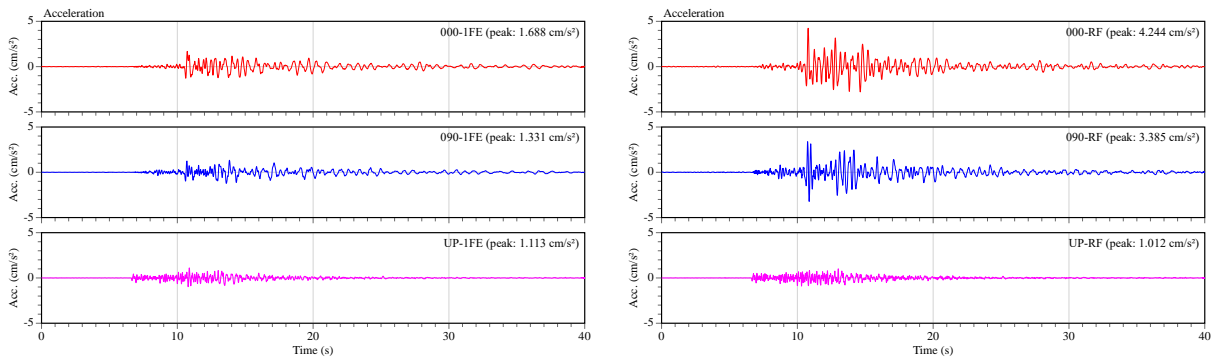


(iv) フーリエスペクトル比
(4階 WJMS3 / 1階 WJMS2)

図4.5-24 WJMS (輪島市役所) (令和6年(2024年)4月11日13時16分)

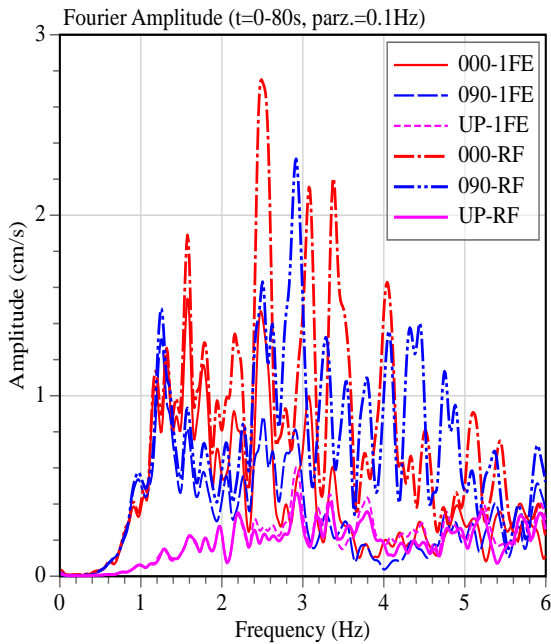
(2) WJMC

WJMC で観測された令和 6 年（2024 年）4 月 11 日 13 時 16 分の余震記録の 1 階と屋上の加速度波形とフーリエスペクトル、および水平成分の屋上の 1 階に対するフーリエスペクトル比を図 4.5-25 に示す。加速度成分のラベル 000 は北から東回りに 0° の方位を表し、北南方向に対応する。同様に 090 は 90°、東西方向である。1 階の記録から算出した計測震度は 0.8、1 階及び屋上の最大加速度は数 cm/s² と大きな強震記録ではない。フーリエスペクトル比に着目すると、上段の振幅比には複数のピークが表れているが、下段の位相差は 3.5Hz から 4.5Hz にかけて緩やかに反転しており、いずれの水平方向の 1 次固有振動数も 4Hz 程度と判断できる。

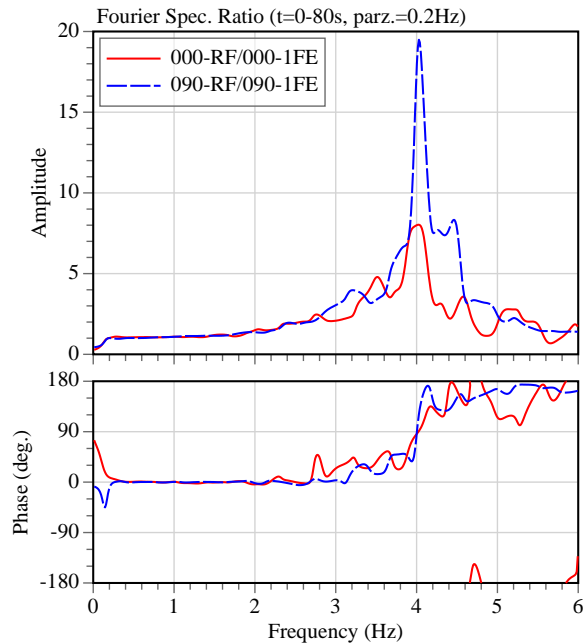


(i) 1 階加速度波形 (WJMC2)

(ii) 屋上加速度波形 (WJMC4)



(iii) フーリエスペクトル



(iv) フーリエスペクトル比

(1 階 (WJMC2)、屋上 (WJMC4))

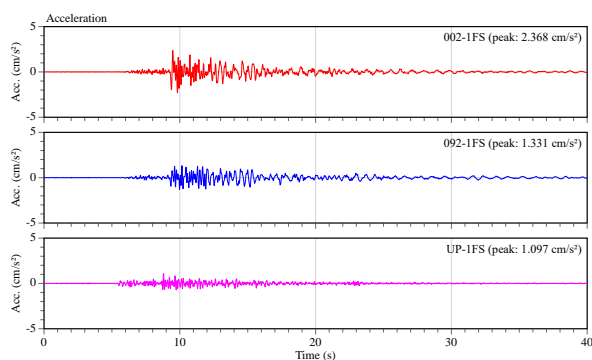
(屋上 WJMC4 / 1 階 WJMC2)

図 4.5-25 WJMC (令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分)

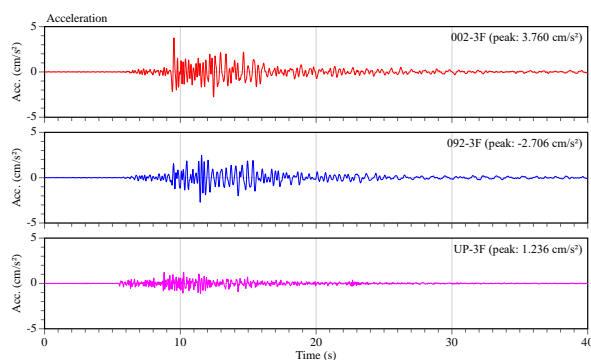
(3) WJMF

WJMF で観測された令和 6 年（2024 年）4 月 11 日 13 時 16 分の余震記録の 1 階と 3 階の加速度波形とフーリエスペクトル、および水平成分の 3 階の 1 階に対するフーリエスペクトル比を図 4.5-26 に示す。加速度成分のラベル 002 は北から東回りに 2° の方位を表し、ほぼ北南方向に対応する。同様

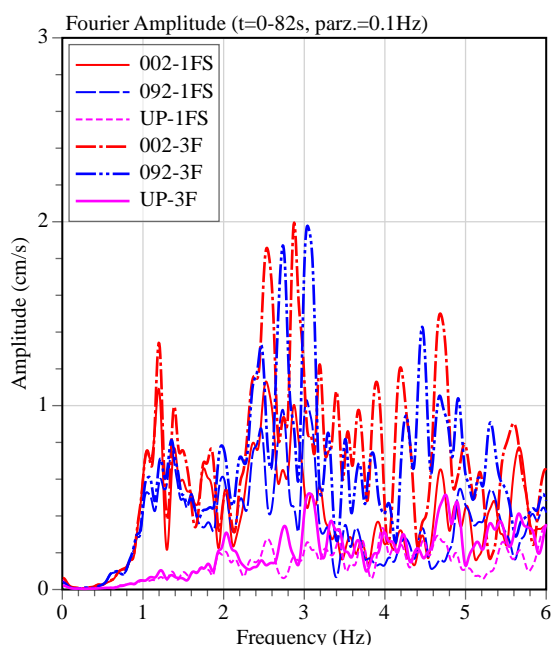
に 092 は 92° 、ほぼ東西方向である。1 階の記録から算出した計測震度は 0.7、1 階及び 3 階の最大加速度は数 cm/s^2 と大きな強震記録ではない。フーリエスペクトル比に着目すると、上段の振幅比には複数のピークが表れて 1 次固有振動数が判別しづらいものの、下段の位相差は 3.5Hz から 4.5Hz にかけて緩やかに反転しており、いずれの水平方向も 1 次固有振動数は約 4Hz と判断できる。



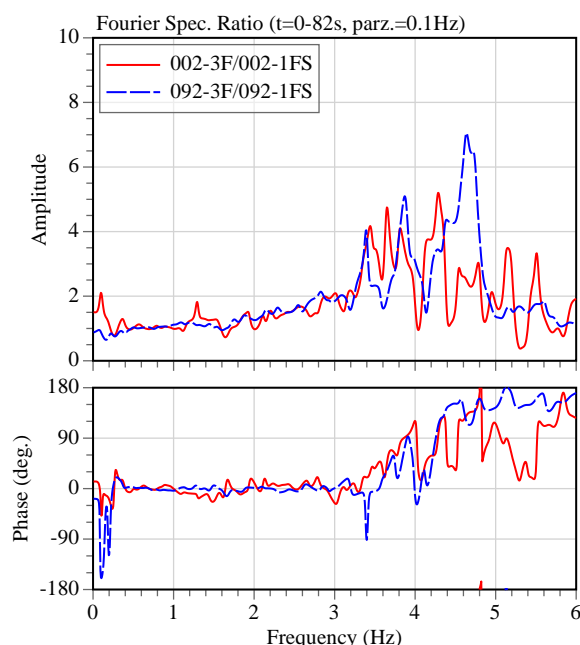
(i) 1 階加速度波形_南側 (WJMF3)



(ii) 3 階加速度波形_北側 (WJMF4)



(iii) フーリエスペクトル
(南側 1 階 WJMF3、北側 3 階 WJMF4)



(iv) フーリエスペクトル比
(北側 3 階 WJMF4 / 南側 1 階 WJMF3)

図 4.5-26 WJMF (令和 6 年 (2024 年) 4 月 11 日 13 時 16 分)

参考文献

- 4.5-1) 気象庁: 震度データベース, 2024 年 9 月閲覧
(<https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html>)
- 4.5-2) 国立研究開発法人防災科学研究所: 強震観測網 (K-NET, KiK-net), 2024 年 10 月閲覧
(<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/>)
- 4.5-3) 国土技術政策総合研究所, 建築研究所: 平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震建築物被害調査報告, 国土技術政策総合研究所資料 No.415, 建築研究資料 No.107, 2007 年 10 月

4.6 まとめ

本章では、令和6年(2024年)能登半島地震の地震動及び輪島市内における余震観測に関する調査を行った。分析及び調査結果のまとめを以下に記す。

- ① 本震では、防災科学技術研究所の K-NET 富来観測点と石川県自治体震度計の輪島市門前町走出観測点で震度7が記録された。また、能登地方の広い範囲で震度6強以上の地震動が多数観測された。
- ② 応答スペクトルを用いた分析より、能登地方で観測された震度5強以上の地震動は日本の代表的な強震観測記録と同等またはそれ以上の形状を示すものが多かった。
- ③ K-NET 輪島、気象庁輪島、K-NET 穴水、KiK-net 珠洲、K-NET 正院は、一般的な中低層建築物が大きな振動被害を受けやすいと考えられる周期1秒から2秒の範囲で大きな S_a-S_d 曲線を示した。
- ④ 震度6強以上の地震波について、鉄筋コンクリート造建築物を模擬した弾塑性応答解析に基づいた弾塑性変位応答スペクトル解析を行ったところ、降伏時周期1秒の構造で K-NET 穴水で観測された地震動に対する変位応答が、平成30年(2018年)北海道胆振東部地震の際に K-NET むかわ町松風で観測された地震動に対する変位応答の約1.1倍となったことから、能登半島地方の揺れが過去の被害地震の揺れを超えるものであったと考えられる。
- ⑤ 同じ地震において観測点の位置が1km程度離れた2つの地震計で観測された地震波を用いてそれぞれ計算した変位応答を比較し、大きく異なる結果が得られた。これは地盤条件が異なることに起因すると考えられる。また、高層建物の固有周期と言われる周期帯での変位応答が、過去の地震におけるものを超える観測点もあった。
- ⑥ 主な被災地の地震動の特性と建築物の地震入力及び地震応答を調査するため、令和6年(2024年)4月10日から5月8日の期間に輪島市内の7カ所において余震観測を実施した。
- ⑦ 余震観測を実施した輪島市中心地(低地側)では1Hz前後の地震動が卓越するため、K-NET 輪島観測点と比べて最大速度振幅や計測震度相当値が相対的に大きくなる。特に気象庁輪島に近接する観測点では、その傾向が顕著であった。
- ⑧ 本震において、K-NET 輪島は周期0.1秒付近で最大応答加速度を示すのに対し、気象庁輪島は周期1.2秒付近で最大応答加速度を示した。余震観測記録を用いた応答スペクトルによる分析においても、K-NET 輪島に近い観測地点の記録は短周期側で最大応答加速度を示すのに対し、気象庁輪島に近い観測地点では、同じ地震による K-NET 輪島よりも長い周期帯で最大応答加速度を示した。
- ⑨ 輪島市の3カ所の建築物の余震観測を行った。その観測分析より、WJMCの1次固有振動数はいずれの水平方向も4Hz程度、WJMFの1次固有振動数も両方向4Hz程度であることがわかった。WJMS(輪島市役所)については1次固有振動数の同定が困難であった。

第5章 地震動等による建築物等の被害

5.1 建築物等の地震被害等調査の経過・枠組み

石川県能登地方では、令和2年(2020年)12月から地震活動が継続しており、令和6年(2024年)1月1日16時10分の石川県能登地方の地震により、最大震度7を観測するなど能登半島を中心に強い揺れを観測し、数多くの建築物に倒壊などの被害をもたらした。

1月1日16時10分の地震の発生後、建築物等の地震被害等調査のため、まず、1月3日～4日の予定で、鉄筋コンクリート(RC)造建築物、防火の分野について調査班を派遣した。その後、1月4日から順次、基礎・地盤、木造建築物、津波・瓦屋根、非構造部材、鉄骨造建築物、地震工学の分野について調査員を派遣することとした。調査を行うことについては、国土交通省住宅局建築指導課及び参事官(建築企画担当)付並びに石川県からの要請を受けた。これらの調査結果は、随時国土交通省住宅局等に対して報告を行うとともに、その多くは国総研・建研のHPで公表してきた。

木造建築物の調査では、輪島市、珠洲市、七尾市、穴水町、能登町、志賀町の被害調査を1月6日～10日に行ったほか、日本建築学会により実施された輪島市、珠洲市、穴水町の一部地域における悉皆調査と連携しつつ、必要な調査を実施した。なお、日本建築学会北陸支部災害連絡部会及び国土交通省住宅局参事官(建築企画担当)付とは覚書を締結し、これらの機関との間で情報を共有することで調査を効率的に進めることとした。

RC造等建築物については、4月15日～19日に輪島市及び金沢市、6月11日～12日に輪島市及び穴水町、8月22日～24日に輪島市及び七尾市において、被害の概要把握のための調査を行った。また、輪島市においては、航空レーザ計測による建築物群の面的な損傷評価手法の妥当性の検証を目的とした現地被害調査も実施した。

基礎・地盤の調査では、1月9日～1月10日に、特に甚大な被害のあった金沢市、内灘町、かほく市および輪島市の被害の様相を把握するため、現地調査を行った。その後、日本建築学会と連携した調査も行っている。このほか、建研が、一般財団法人日本建築防災協会及び一般社団法人建築基礎・地盤技術高度化推進協議会と協定を締結し「建築物の傾斜等の被害原因の分析に関する研究」について共同研究を行うこととした。

鉄骨造建築物及び非構造部材の調査では、まず、1月19日～21日に石川県金沢市、富山県高岡市、射水市、富山市における建築物の非構造部材を中心とした調査を行った。次に、2月28日～3月1日と3月26日～3月28日に輪島市、珠洲市、七尾市、穴水町、能登町における一般の鉄骨造建築物及び建築物の非構造部材の外観調査を行った。3月26日～3月28日の調査では、公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物及び建築物の非構造部材の外観・内観調査も行った。

津波・瓦屋根の調査では、1月12日～14日に、新潟県上越市、石川県珠洲市及び能登町において、津波による被害形態の収集と令和5年(2023年)5月5日の地震(珠洲市正院で最大震度6強)で無被害であった瓦屋根の被害の有無の確認を主な目的とし、今後の被害原因の考察に必要な基礎資料を収集した。

5.2 木造建築物の被害

5.2.1 木造建築物の悉皆調査

(1) 調査の概要と方法

発災1ヶ月後（2月10日）から半年後（7月15日）にかけて日本建築学会により実施された輪島市・珠洲市・鳳珠郡穴水町の一部地区における建築物の被害状況の悉皆調査（以下、「建築学会悉皆調査」という。）の情報と、航空写真等や建築確認台帳の情報を用い、構造別・建築時期別の建築物被害状況の整理を行った。なお、被害状況等の調査結果は2024年9月4日時点のデータを元としているが、日本建築学会において現在精査中であり、ここに示す数値は暫定的なものである。

(2) 年代・構造別の被害の概要

日本建築学会北陸支部災害連絡部会（部会長：山岸邦彰 金沢工業大学教授）と協力し、建築学会悉皆調査の結果と、国土地理院が撮影した各年代の航空写真、石川県から国土交通省住宅局に提供された建築確認台帳等の情報を用い、構造別・建築時期別の建築物被害状況を整理した。

建築学会悉皆調査では、輪島市の鳳至地区、河井地区、黒島地区、道下地区および門前地区、珠洲市の宝立地区、飯田地区および正院地区ならびに鳳珠郡穴水町の中心部の建築物の6,873棟で調査がされている。これらのうち、用途が簡易な倉庫、神社等のものや、用途不明のものを除いた5,392棟について集計を行った。最終的な構造別の内訳は木造が4,909棟、S造が222棟、RC造が126棟、混構造が74棟などとなった。建築物の被害レベルについては、図5.2.1-1に示す建築学会悉皆調査にて用いられているDamage Grade⁵⁻²⁻¹⁾を参考に、表5.2.1-1の通り設定した。

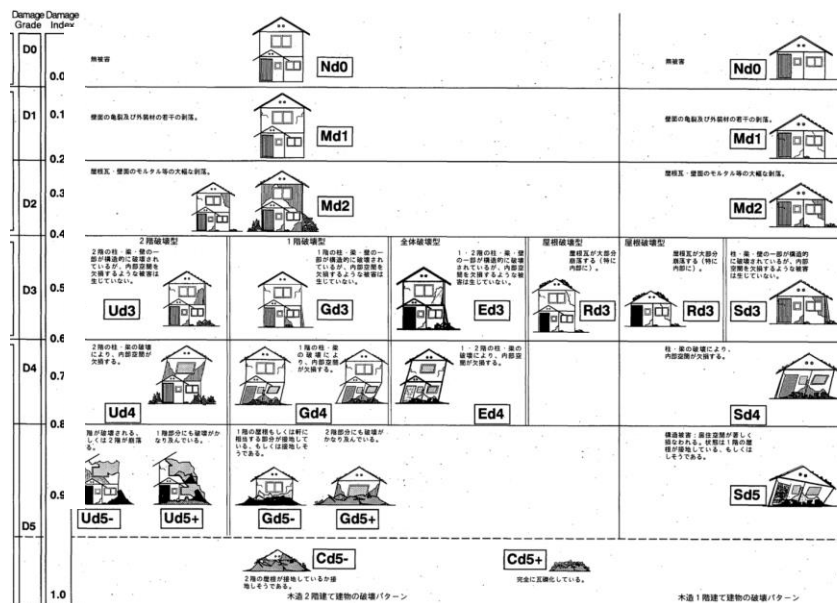


図 5.2.1-1 木造の建築物の詳細破壊パターン 5-2-1)

表 5.2.1-1 建築学会悉皆調査の Damage Grade と建築物の被害レベルの関係

建築物の被害レベル	建築学会悉皆調査の Damage Grade
無被害	D0
軽微・小破・中破	D1/D2/D3
大破	D4
倒壊・崩壊	D5/D6

表 5.2.1-2 構造別・建築時期別の建築物被害状況

構造	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
木造	無被害	426棟 (12.5%)	237棟 (26.5%)	398棟 (65.5%)	1061棟 (21.6%)
	軽微・小破・中破	1644棟 (48.2%)	505棟 (56.6%)	198棟 (32.6%)	2347棟 (47.8%)
	大破	676棟 (19.8%)	103棟 (11.5%)	8棟 (1.3%)	787棟 (16.0%)
	倒壊・崩壊	662棟 (19.4%)	48棟 (5.4%)	4棟 (0.7%)	714棟 (14.5%)
	計	3408棟 (100.0%)	893棟 (100.0%)	608棟 (100.0%)	4909棟 (100.0%)
S造	無被害	12棟 (18.5%)	41棟 (47.1%)	55棟 (78.6%)	108棟 (48.6%)
	軽微・小破・中破	45棟 (69.2%)	41棟 (47.1%)	15棟 (21.4%)	101棟 (45.5%)
	大破	6棟 (9.2%)	5棟 (5.7%)	0棟 (0.0%)	11棟 (5.0%)
	倒壊・崩壊	2棟 (3.1%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	2棟 (0.9%)
	計	65棟 (100.0%)	87棟 (100.0%)	70棟 (100.0%)	222棟 (100.0%)
RC造	無被害	22棟 (38.6%)	22棟 (50.0%)	14棟 (56.0%)	58棟 (46.0%)
	軽微・小破・中破	33棟 (57.9%)	22棟 (50.0%)	11棟 (44.0%)	66棟 (52.4%)
	大破	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)
	倒壊・崩壊	2棟 (3.5%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	2棟 (1.6%)
	計	57棟 (100.0%)	44棟 (100.0%)	25棟 (100.0%)	126棟 (100.0%)
混構造	無被害	9棟 (16.7%)	4棟 (30.8%)	4棟 (57.1%)	17棟 (23.0%)
	軽微・小破・中破	24棟 (44.4%)	5棟 (38.5%)	3棟 (42.9%)	32棟 (43.2%)
	大破	10棟 (18.5%)	2棟 (15.4%)	0棟 (0.0%)	12棟 (16.2%)
	倒壊・崩壊	11棟 (20.4%)	2棟 (15.4%)	0棟 (0.0%)	13棟 (17.6%)
	計	54棟 (100.0%)	13棟 (100.0%)	7棟 (100.0%)	74棟 (100.0%)
その他	無被害	4棟 (57.1%)	5棟 (71.4%)	4棟 (66.7%)	13棟 (65.0%)
	軽微・小破・中破	3棟 (42.9%)	2棟 (28.6%)	2棟 (33.3%)	7棟 (35.0%)
	大破	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)
	倒壊・崩壊	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)
	計	7棟 (100.0%)	7棟 (100.0%)	6棟 (100.0%)	20棟 (100.0%)
不明	無被害	3棟 (18.8%)	5棟 (55.6%)	12棟 (75.0%)	20棟 (48.8%)
	軽微・小破・中破	4棟 (25.0%)	3棟 (33.3%)	4棟 (25.0%)	11棟 (26.8%)
	大破	4棟 (25.0%)	1棟 (11.1%)	0棟 (0.0%)	5棟 (12.2%)
	倒壊・崩壊	5棟 (31.3%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	5棟 (12.2%)
	計	16棟 (100.0%)	9棟 (100.0%)	16棟 (100.0%)	41棟 (100.0%)
全体	無被害	476棟 (13.2%)	314棟 (29.8%)	487棟 (66.5%)	1277棟 (23.7%)
	軽微・小破・中破	1753棟 (48.6%)	578棟 (54.9%)	233棟 (31.8%)	2564棟 (47.6%)
	大破	696棟 (19.3%)	111棟 (10.5%)	8棟 (1.1%)	815棟 (15.1%)
	倒壊・崩壊	682棟 (18.9%)	50棟 (4.7%)	4棟 (0.5%)	736棟 (13.6%)
	計	3607棟 (100.0%)	1053棟 (100.0%)	732棟 (100.0%)	5392棟 (100.0%)

建築時期については、新耐震基準が施行された昭和 56 年（1981 年）6 月と木造の構造関係の基準が改正された平成 12 年（2000 年）6 月を分岐点として、①：1981 年 5 月以前、②：1981 年 6 月～2000 年 5 月、③：2000 年 6 月以降の 3 つの建築年代に分類し、集計した。なお、航空写真による年代区分では、1981 年の航空写真にあるものは旧耐震とするなど、年代区分の境界付近で正確に建築年代を特定できないものは古い年代に分類している。木造建築物において、1981 年 6 月施行の新耐震基準では必要壁量が増加し、2000 年 6 月の基準改正ではつり合い良い壁配置の方法、筋かい及び柱脚柱頭接合部の緊結方法が明確化され、地耐力に応じて採用できる基礎の種類が規定されている。

表 5.2.1-2 に構造別・建築時期別の建築物被害状況を示した。構造別に見ると、集計対象 5,392 棟の 91.0%にあたる 4,909 棟を木造が占めているため、倒壊・崩壊の棟数は木造が 714 棟で最も多く、S 造と RC 造がそれぞれ 2 棟、混構造が 13 棟であった。倒壊・崩壊の割合は混構造が 17.6%で最も高く、木造が 14.5%、S 造が 0.9%、RC 造が 1.6%となった。建築時期別に見ると、倒壊・崩壊の割合は新耐震以前が 18.9%で最も高く、新耐震以降 2000 年改正以前が 4.7%、2000 年改正以降が 0.5%であった。

図 5.2.1-2 に木造の年代ごとの被害状況を示したが、新耐震以前の木造の倒壊・崩壊は 19.4%、新耐震以降 2000 年改正以前の木造の倒壊・崩壊は 5.4%、2000 年改正以降の木造の倒壊・崩壊は 0.7%（608 棟のうち 4 棟）であった。

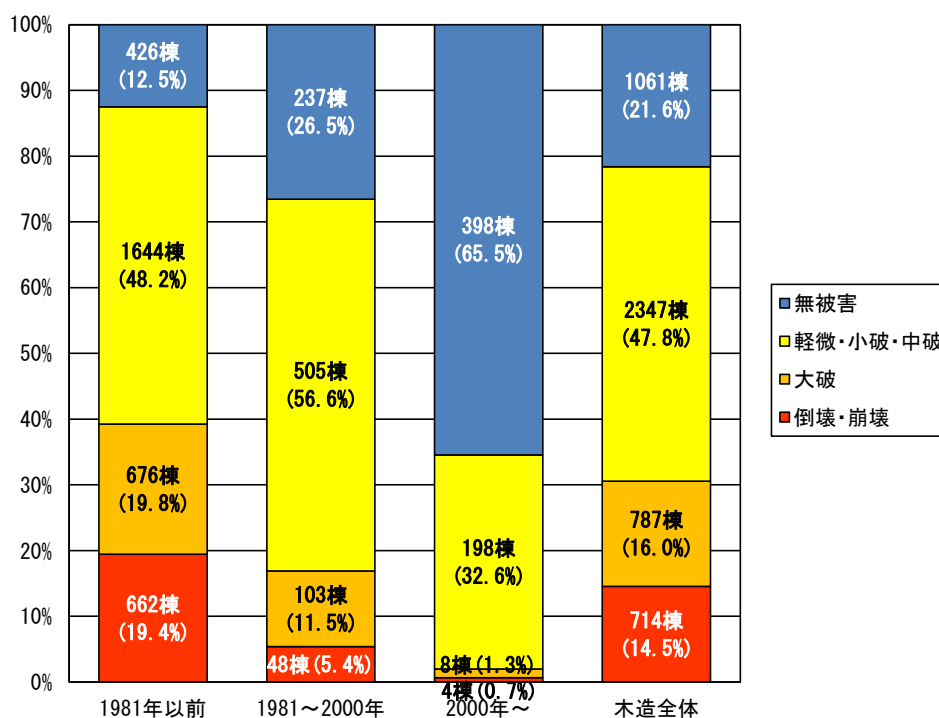


図 5.2.1-2 木造の建築時期別の被害状況

(3) 各調査地区の年代・構造別の被害

表 5.2.1-3～5.2.1-5 および図 5.2.1-3～5.2.1-13 に調査地区ごとの木造建築物被害状況を示す。

総計に対する 1981 年 5 月以前の建物数の比率が 70～80%である地区が殆どである。1981 年 5 月以前に建築されたものの倒壊率は輪島市では黒島地区や門前地区で 6～7%、鳳至地区で約 12%、河井地区や道下地区では約 20%であるのに対し、珠洲市の宝立町や正院町では約 40%と高い割合であった。

表 5.2.1-6 および図 5.2.1-14～5.2.1-15 に屋根構造による木造建築物の建築時期別の被害状況を示す。瓦屋根の建物が総計（瓦＋瓦以外の合計）の約 88%を占めるが、倒壊・崩壊の割合は 1981 年 5 月以前では瓦以外の方が大きい、1981 年～2000 年 5 月および 2000 年 6 月以降では瓦屋根の木造建物の倒壊率の方が大きかった。また大破した木造建物の割合は、いずれの年代も瓦屋根を用いた木造建物の方が大きい。

表 5.2.1-7 および図 5.2.1-16～5.2.1-17 に生物劣化の有無による木造建築物の建築時期別の被害状況を示す。生物劣化が確認された建物棟数は総計（生物劣化有と無しの場合）の約 7%であり、倒壊・崩壊および大破の割合は、いずれの年代も生物劣化有の木造建物の方が大きかった。

表 5.2.1-8 および図 5.2.1-18～5.2.1-19 に地盤変状の有無による木造建築物の建築時期別の被害状況を示す。地盤変状が確認された建物棟数は総計（地盤変状有と無しの場合）の約 37%であったが、倒壊・崩壊および大破の割合は、いずれの年代も地盤変状の有無で大きな差はなかった。

表 5.2.1-9 および図 5.2.1-20～5.2.1-21 に液状化の有無による木造建築物の建築時期別の被害状況を示す。液状化が確認された建物棟数は総計（液状化有と無しの場合）の約 12%であったが、倒壊・崩壊および大破の割合は、いずれの年代も液状化の有無で大きな差はなかった。

表 5.2.1-10 および図 5.2.1-22 に耐震改修を行った旧耐震基準の木造建築物のうち、建築学会の悉皆調査において被害レベルが確認された 38 棟の被害状況を示す。無被害が 13 棟（34%）、軽微から中破までが 22 棟（58%）、大破が 3 棟（8%）であり、倒壊・崩壊した建築物は確認されなかった。

1) 輪島市

表 5.2.1-3 輪島市における木造建築物の被害状況

調査地区	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～2000年5月	2000年6月～	
鳳至地区	無被害	141棟 (14.8%)	50棟 (26.3%)	89棟 (69.0%)	280棟 (22.0%)
	軽微・小破・中破	492棟 (51.5%)	108棟 (56.8%)	39棟 (30.2%)	639棟 (50.2%)
	大破	208棟 (21.8%)	29棟 (15.3%)	1棟 (0.8%)	238棟 (18.7%)
	倒壊・崩壊	114棟 (11.9%)	3棟 (1.6%)	0棟 (0.0%)	117棟 (9.2%)
	計	955棟 (100.0%)	190棟 (100.0%)	129棟 (100.0%)	1274棟 (100.0%)
河井地区	無被害	89棟 (16.0%)	46棟 (34.6%)	69棟 (59.0%)	204棟 (25.3%)
	軽微・小破・中破	232棟 (41.8%)	62棟 (46.6%)	45棟 (38.5%)	339棟 (42.1%)
	大破	117棟 (21.1%)	18棟 (13.5%)	2棟 (1.7%)	137棟 (17.0%)
	倒壊・崩壊	117棟 (21.1%)	7棟 (5.3%)	1棟 (0.9%)	125棟 (15.5%)
	計	555棟 (100.0%)	133棟 (100.0%)	117棟 (100.0%)	805棟 (100.0%)
黒島地区	無被害	50棟 (19.0%)	9棟 (0.0%)	8棟 (44.4%)	67棟 (21.3%)
	軽微・小破・中破	160棟 (60.8%)	19棟 (0.0%)	9棟 (50.0%)	188棟 (59.7%)
	大破	37棟 (14.1%)	5棟 (0.0%)	1棟 (5.6%)	43棟 (13.7%)
	倒壊・崩壊	16棟 (6.1%)	1棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	17棟 (5.4%)
	計	263棟 (100.0%)	34棟 (0.0%)	18棟 (100.0%)	315棟 (100.0%)
道下地区	無被害	27棟 (12.4%)	9棟 (0.0%)	39棟 (69.6%)	75棟 (24.0%)
	軽微・小破・中破	98棟 (45.0%)	17棟 (0.0%)	15棟 (26.8%)	130棟 (41.5%)
	大破	48棟 (22.0%)	8棟 (0.0%)	2棟 (3.6%)	58棟 (18.5%)
	倒壊・崩壊	45棟 (20.6%)	5棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	50棟 (16.0%)
	計	218棟 (100.0%)	39棟 (0.0%)	56棟 (100.0%)	313棟 (100.0%)
門前地区	無被害	37棟 (19.2%)	10棟 (21.3%)	26棟 (72.2%)	73棟 (26.4%)
	軽微・小破・中破	115棟 (59.6%)	30棟 (63.8%)	8棟 (22.2%)	153棟 (55.4%)
	大破	27棟 (14.0%)	2棟 (4.3%)	2棟 (5.6%)	31棟 (11.2%)
	倒壊・崩壊	14棟 (7.3%)	5棟 (10.6%)	0棟 (0.0%)	19棟 (6.9%)
	計	193棟 (100.0%)	47棟 (100.0%)	36棟 (100.0%)	276棟 (100.0%)
輪島市内調査地区合計	無被害	344棟 (15.8%)	124棟 (28.0%)	231棟 (64.9%)	699棟 (23.4%)
	軽微・小破・中破	1097棟 (50.2%)	236棟 (53.3%)	116棟 (32.6%)	1449棟 (48.6%)
	大破	437棟 (20.0%)	62棟 (14.0%)	8棟 (2.2%)	507棟 (17.0%)
	倒壊・崩壊	306棟 (14.0%)	21棟 (4.7%)	1棟 (0.3%)	328棟 (11.0%)
	計	2184棟 (100.0%)	443棟 (100.0%)	356棟 (100.0%)	2983棟 (100.0%)

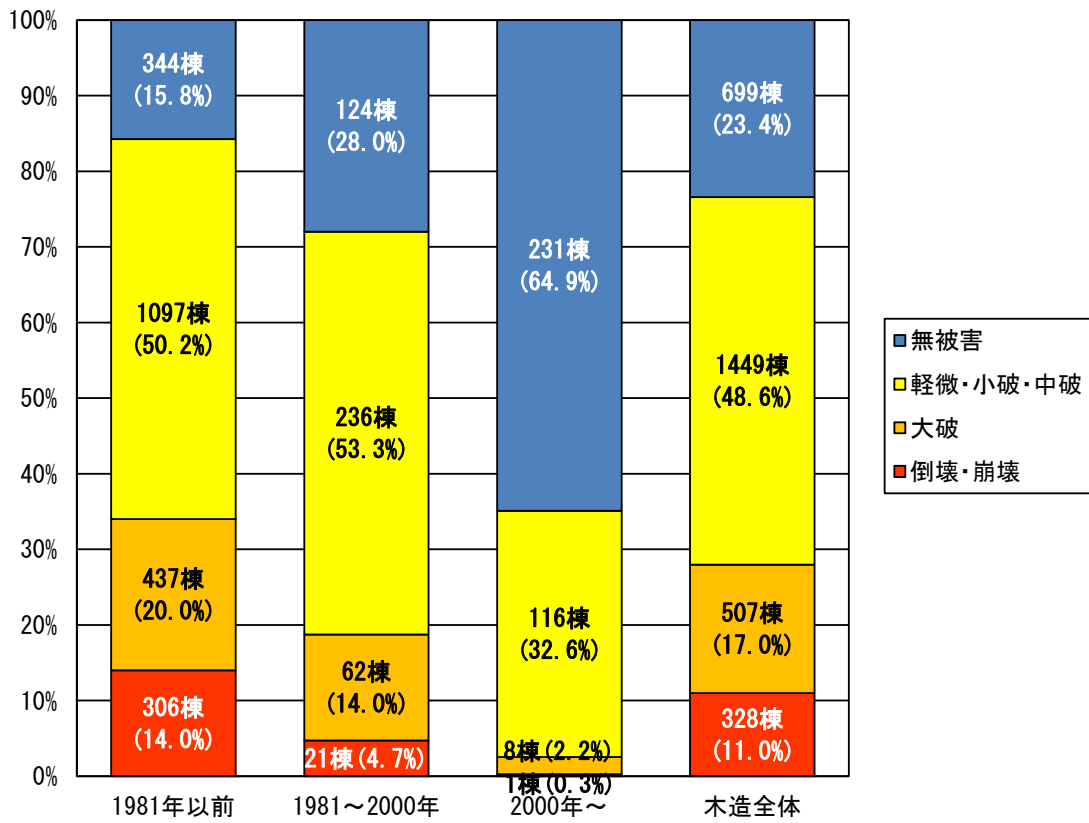


図 5. 2. 1-3 輪島市における木造の建築時期別の被害状況

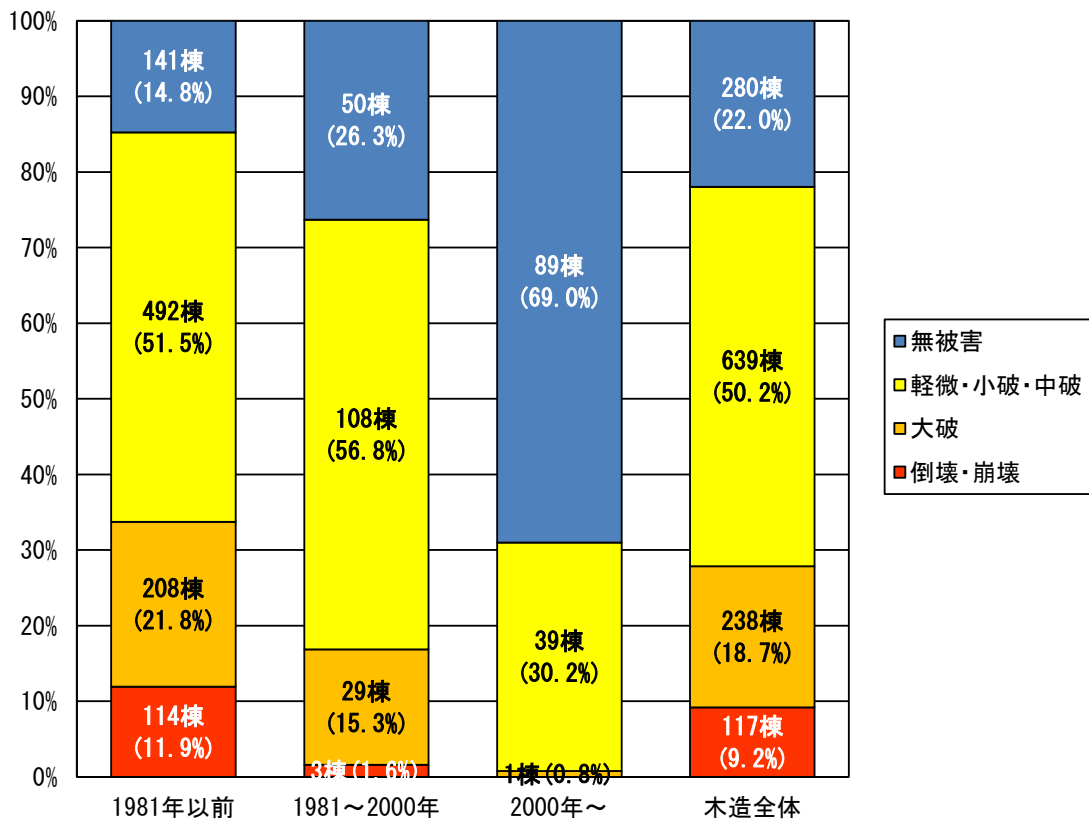


図 5. 2. 1-4 輪島市鳳至地区における木造の建築時期別の被害状況

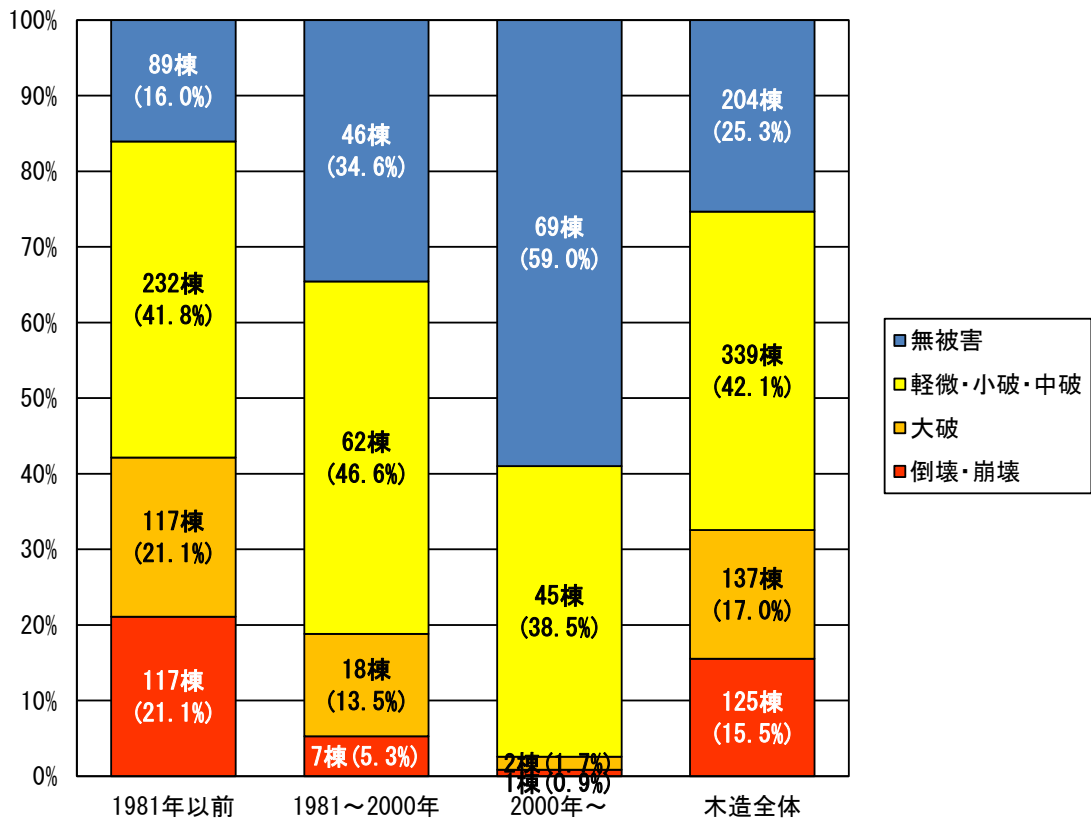


図 5. 2. 1-5 輪島市河井地区における木造の建築時期別の被害状況

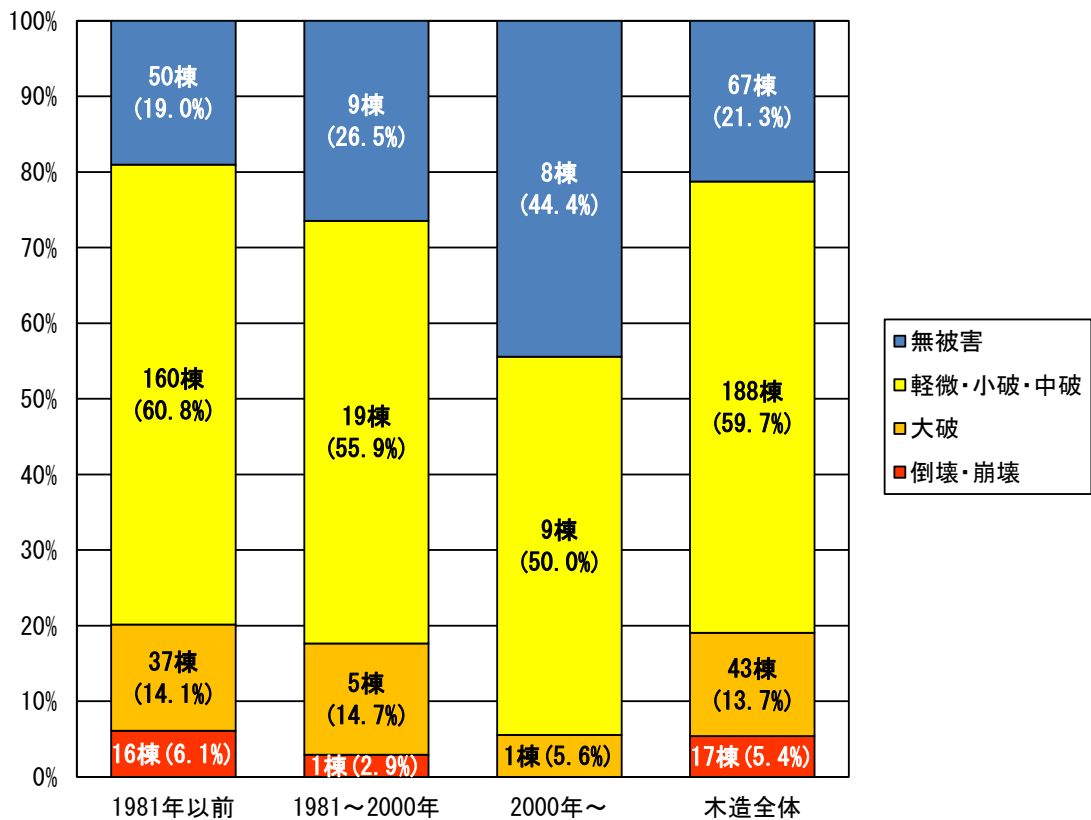


図 5. 2. 1-6 輪島市黒島地区における木造の建築時期別の被害状況

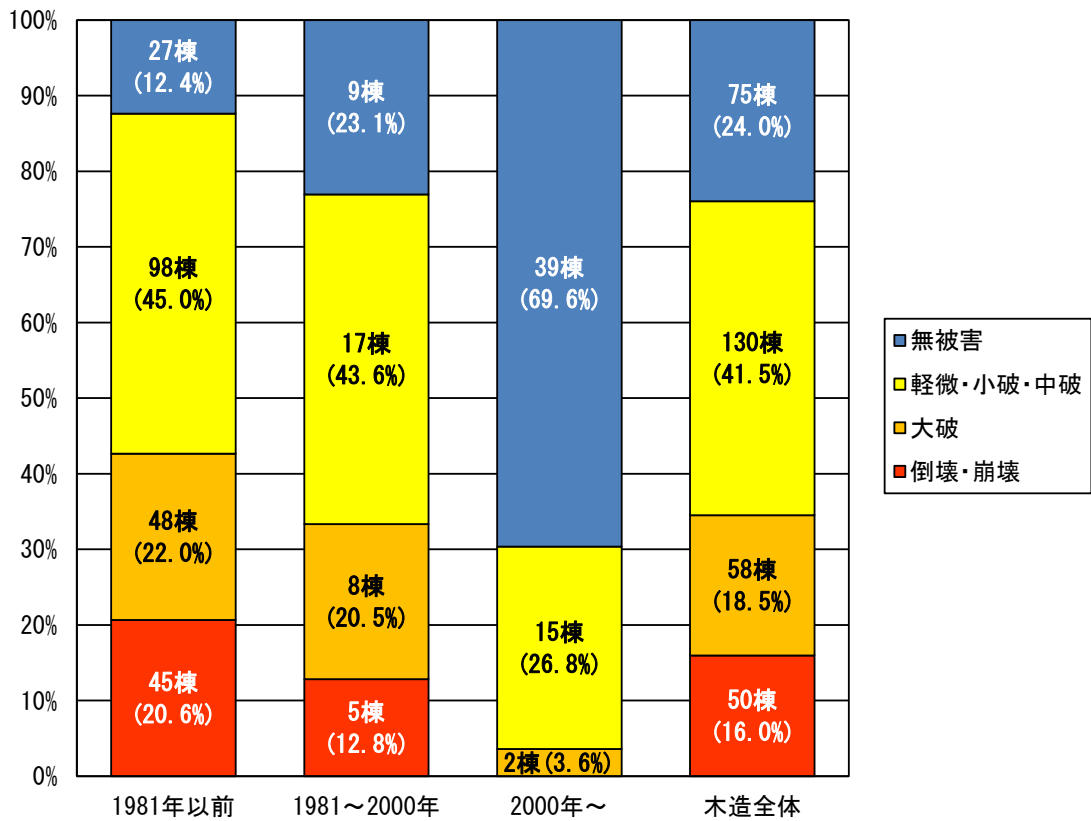


図 5. 2. 1-7 輪島市道下地区における木造の建築時期別の被害状況

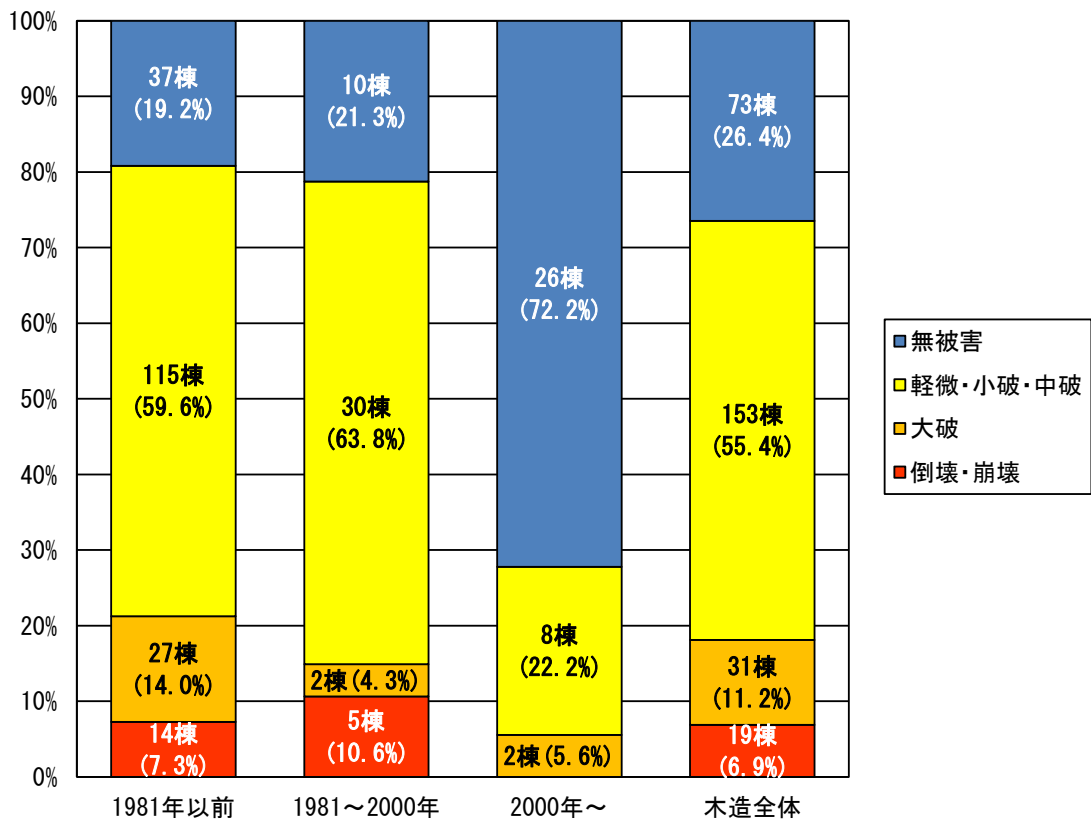


図 5. 2. 1-8 輪島市門前地区における木造の建築時期別の被害状況

2) 珠洲市

表 5.2.1-4 珠洲市における木造建築物の被害状況

調査地区	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
宝立地区	無被害	13棟 (3.0%)	6棟 (8.6%)	8棟 (38.1%)	27棟 (5.2%)
	軽微・小破・中破	145棟 (33.8%)	40棟 (57.1%)	11棟 (52.4%)	196棟 (37.7%)
	大破	87棟 (20.3%)	10棟 (14.3%)	0棟 (0.0%)	97棟 (18.7%)
	倒壊・崩壊	184棟 (42.9%)	14棟 (20.0%)	2棟 (9.5%)	200棟 (38.5%)
	計	429棟 (100.0%)	70棟 (100.0%)	21棟 (100.0%)	520棟 (100.0%)
飯田地区	無被害	5棟 (7.4%)	9棟 (18.8%)	8棟 (57.1%)	22棟 (16.9%)
	軽微・小破・中破	43棟 (63.2%)	35棟 (72.9%)	6棟 (42.9%)	84棟 (64.6%)
	大破	13棟 (19.1%)	4棟 (8.3%)	0棟 (0.0%)	17棟 (13.1%)
	倒壊・崩壊	7棟 (10.3%)	0棟 (0.0%)	0棟 (0.0%)	7棟 (5.4%)
	計	68棟 (100.0%)	48棟 (100.0%)	14棟 (100.0%)	130棟 (100.0%)
正院地区	無被害	10棟 (3.1%)	7棟 (7.1%)	18棟 (51.4%)	35棟 (7.7%)
	軽微・小破・中破	104棟 (32.5%)	66棟 (67.3%)	16棟 (45.7%)	186棟 (41.1%)
	大破	79棟 (24.7%)	16棟 (16.3%)	0棟 (0.0%)	95棟 (21.0%)
	倒壊・崩壊	127棟 (39.7%)	9棟 (9.2%)	1棟 (2.9%)	137棟 (30.2%)
	計	320棟 (100.0%)	98棟 (100.0%)	35棟 (100.0%)	453棟 (100.0%)
珠洲市内 調査地区 合計	無被害	28棟 (3.4%)	22棟 (10.2%)	34棟 (48.6%)	84棟 (7.6%)
	軽微・小破・中破	292棟 (35.7%)	141棟 (65.3%)	33棟 (47.1%)	466棟 (42.2%)
	大破	179棟 (21.9%)	30棟 (13.9%)	0棟 (0.0%)	209棟 (18.9%)
	倒壊・崩壊	318棟 (38.9%)	23棟 (10.6%)	3棟 (4.3%)	344棟 (31.2%)
	計	817棟 (100.0%)	216棟 (100.0%)	70棟 (100.0%)	1103棟 (100.0%)

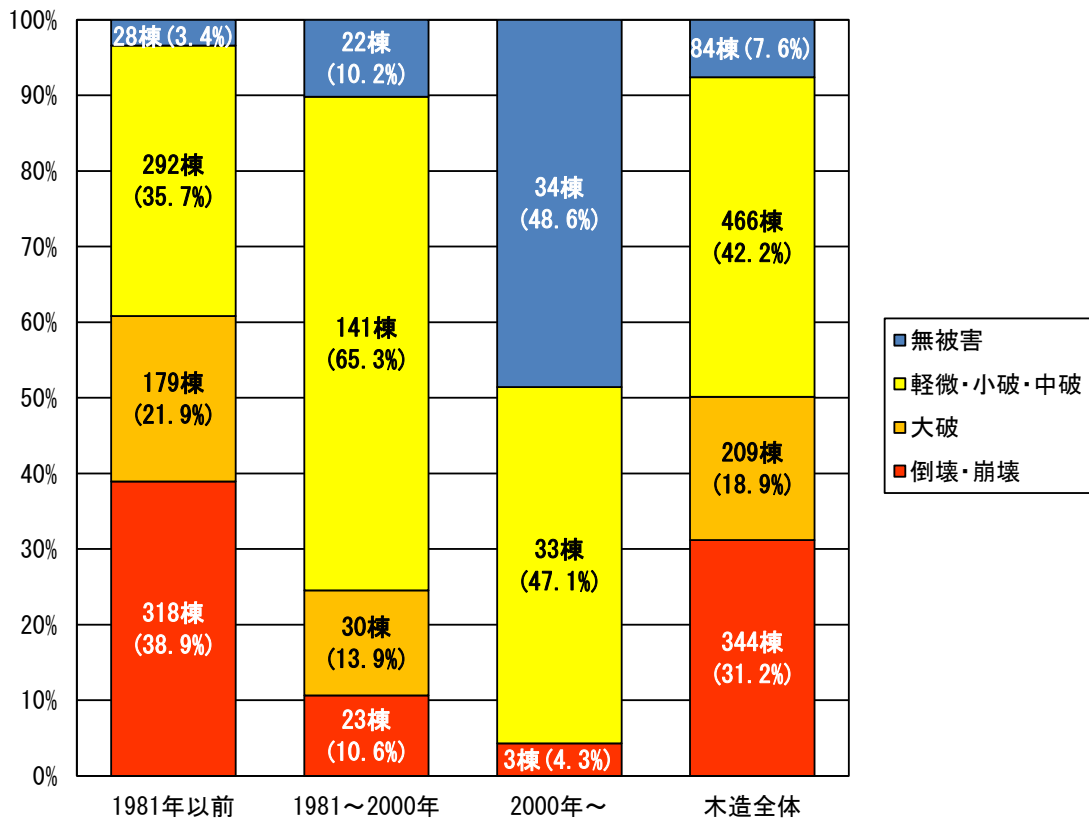


図 5. 2. 1-9 珠洲市における木造の建築時期別の被害状況

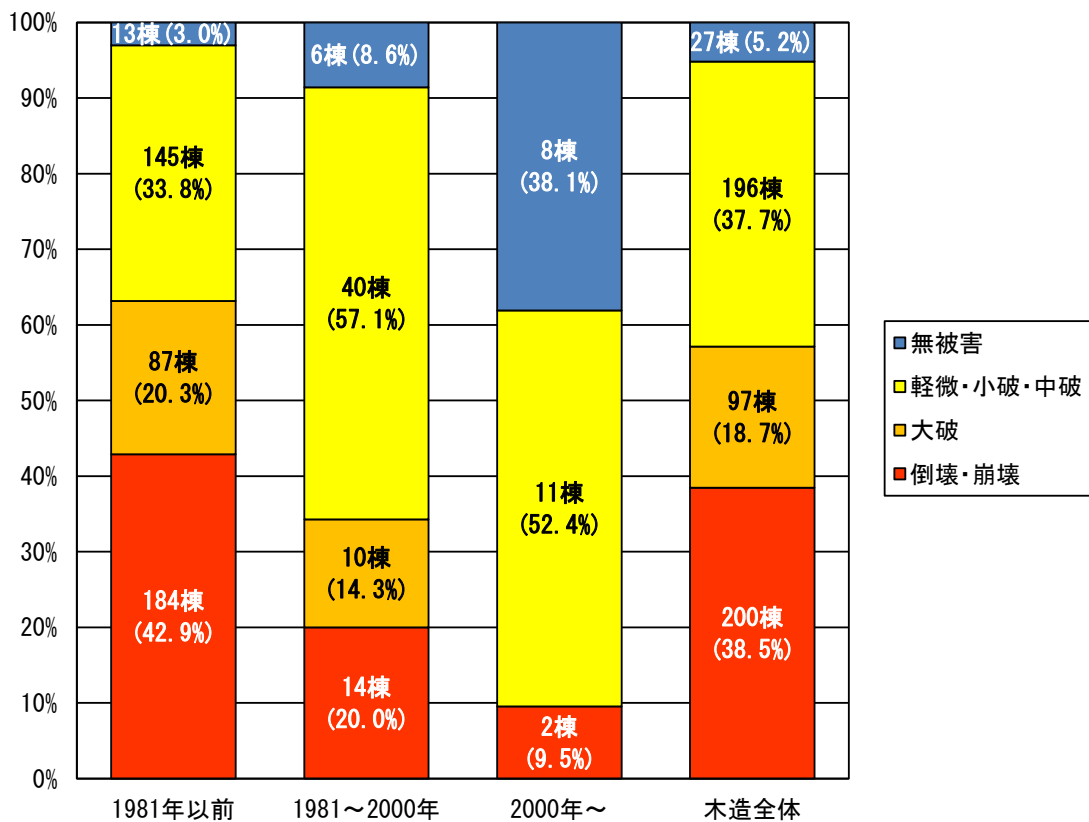


図 5. 2. 1-10 珠洲市宝立地区における木造の建築時期別の被害状況

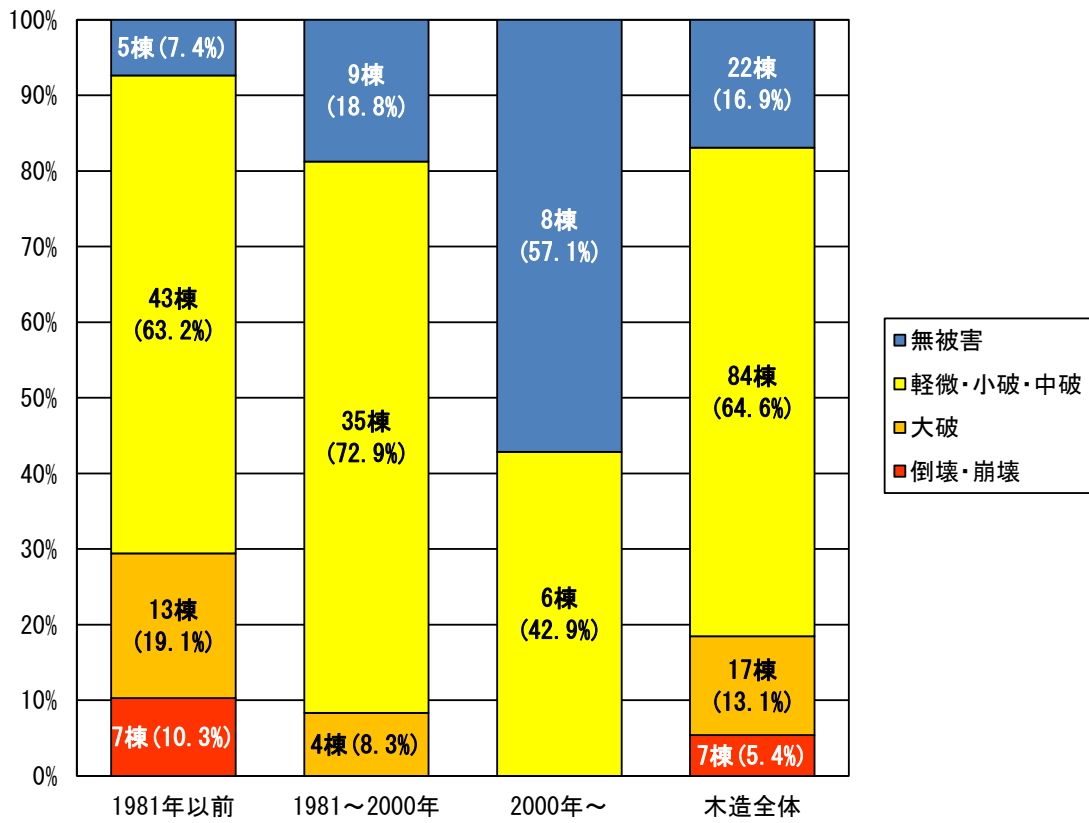


図 5.2.1-11 珠洲市飯田地区における木造の建築時期別の被害状況

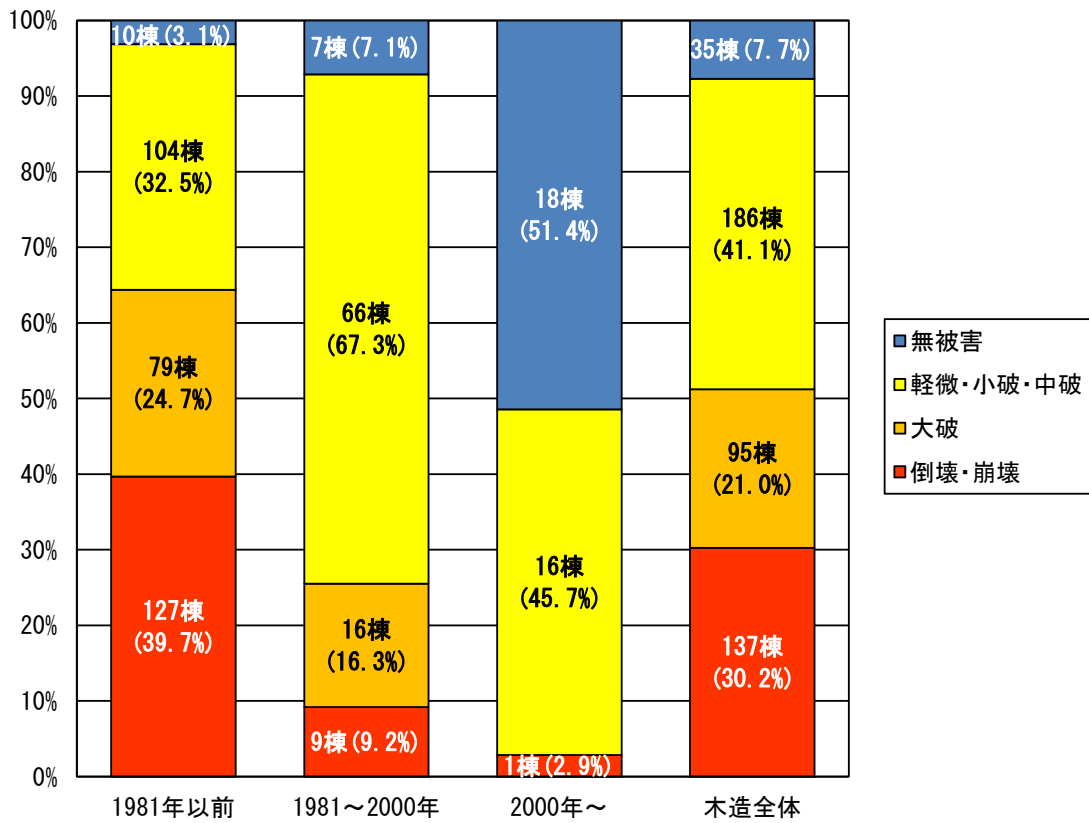


図 5.2.1-12 珠洲市正院地区における木造の建築時期別の被害状況

3) 鳳珠郡穴水町

表 5. 2. 1-5 鳳珠郡穴水町における木造建築物の被害状況

調査地区	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～2000年5月	2000年6月～	
穴水地区	無被害	54棟 (13.3%)	91棟 (38.9%)	133棟 (73.1%)	278棟 (33.8%)
	軽微・小破・中破	255棟 (62.7%)	128棟 (54.7%)	49棟 (26.9%)	432棟 (52.5%)
	大破	60棟 (14.7%)	11棟 (4.7%)	0棟 (0.0%)	71棟 (8.6%)
	倒壊・崩壊	38棟 (9.3%)	4棟 (1.7%)	0棟 (0.0%)	42棟 (5.1%)
	計	407棟 (100.0%)	234棟 (100.0%)	182棟 (100.0%)	823棟 (100.0%)

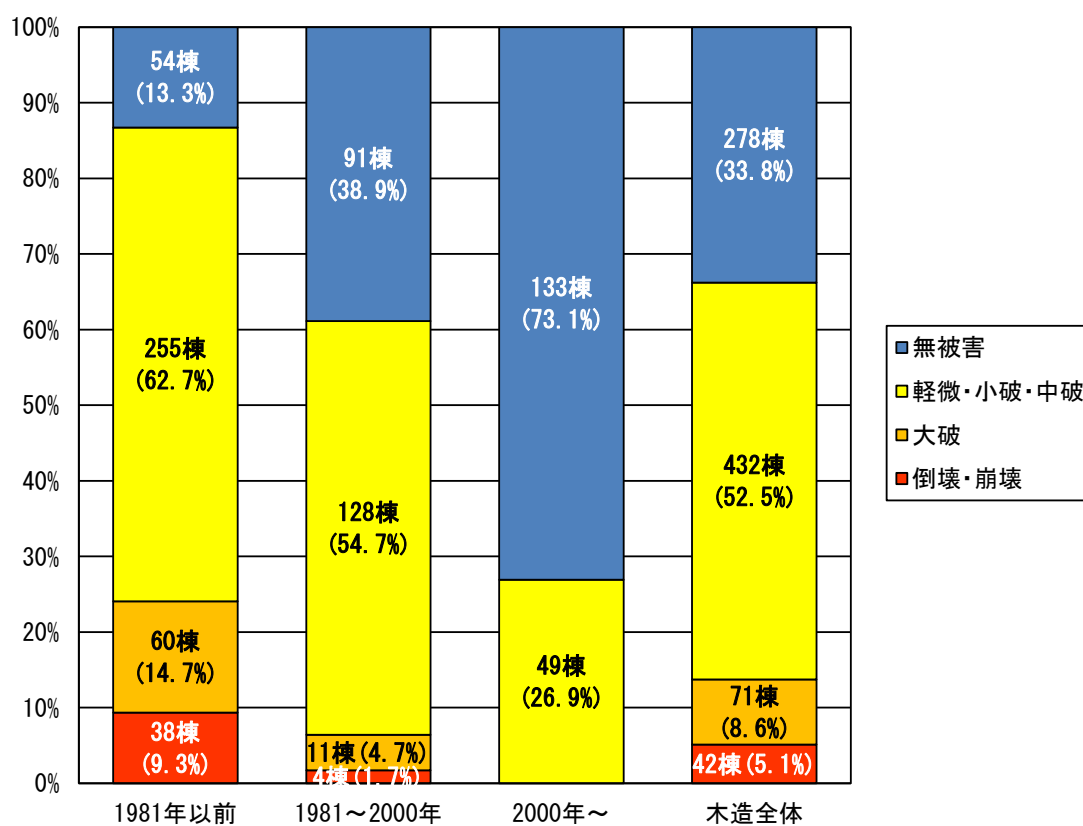


図 5. 2. 1-13 鳳珠郡穴水町における木造の建築時期別の被害状況

4) 瓦屋根

表 5.2.1-6 屋根構造による木造建築物の被害状況

屋根構造	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
瓦	無被害	371棟 (11.7%)	167棟 (22.0%)	228棟 (56.3%)	766棟 (17.6%)
	軽微・小破・中破	1558棟 (48.9%)	452棟 (59.5%)	166棟 (41.0%)	2176棟 (50.0%)
	大破	640棟 (20.1%)	97棟 (12.8%)	7棟 (1.7%)	744棟 (17.1%)
	倒壊・崩壊	614棟 (19.3%)	44棟 (5.8%)	4棟 (1.0%)	662棟 (15.2%)
	計	3183棟 (100.0%)	760棟 (100.0%)	405棟 (100.0%)	4348棟 (100.0%)
瓦以外	無被害	55棟 (24.4%)	70棟 (52.6%)	170棟 (83.7%)	295棟 (52.6%)
	軽微・小破・中破	86棟 (38.2%)	53棟 (39.8%)	32棟 (15.8%)	171棟 (30.5%)
	大破	36棟 (16.0%)	6棟 (4.5%)	1棟 (0.5%)	43棟 (7.7%)
	倒壊・崩壊	48棟 (21.3%)	4棟 (3.0%)	0棟 (0.0%)	52棟 (9.3%)
	計	225棟 (100.0%)	133棟 (100.0%)	203棟 (100.0%)	561棟 (100.0%)

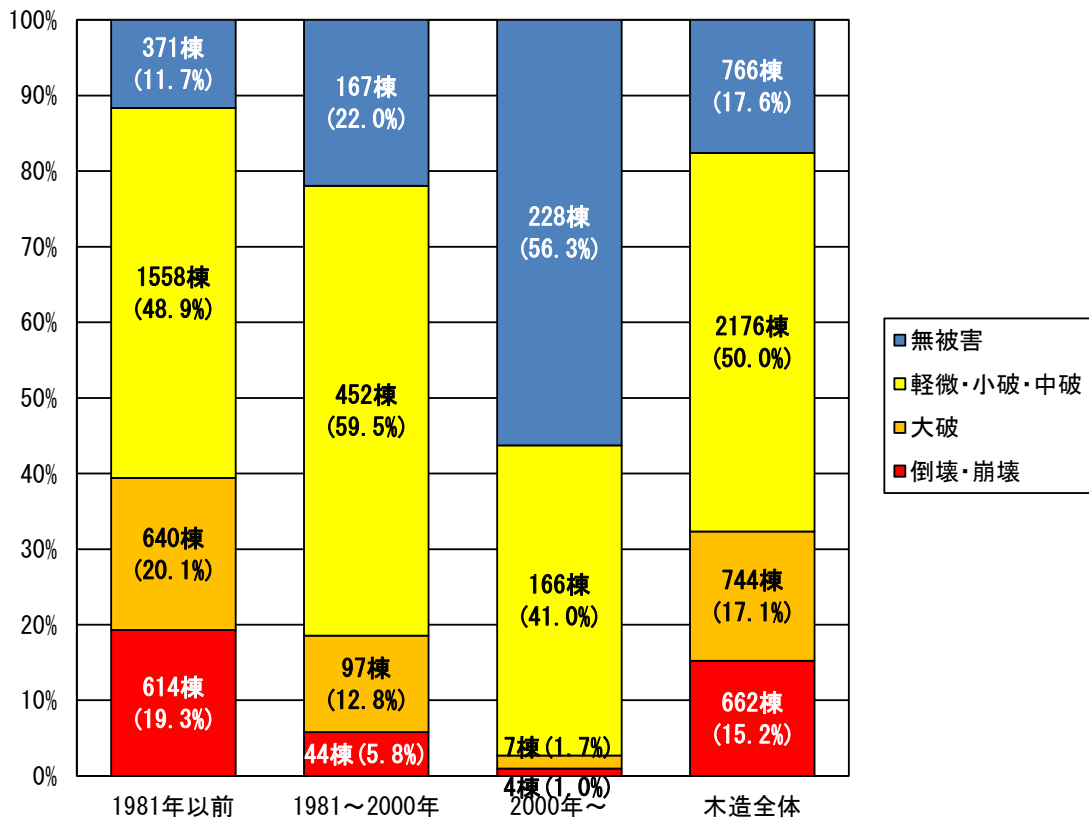


図 5. 2. 1-14 屋根構造が瓦である木造の建築時期別の被害状況

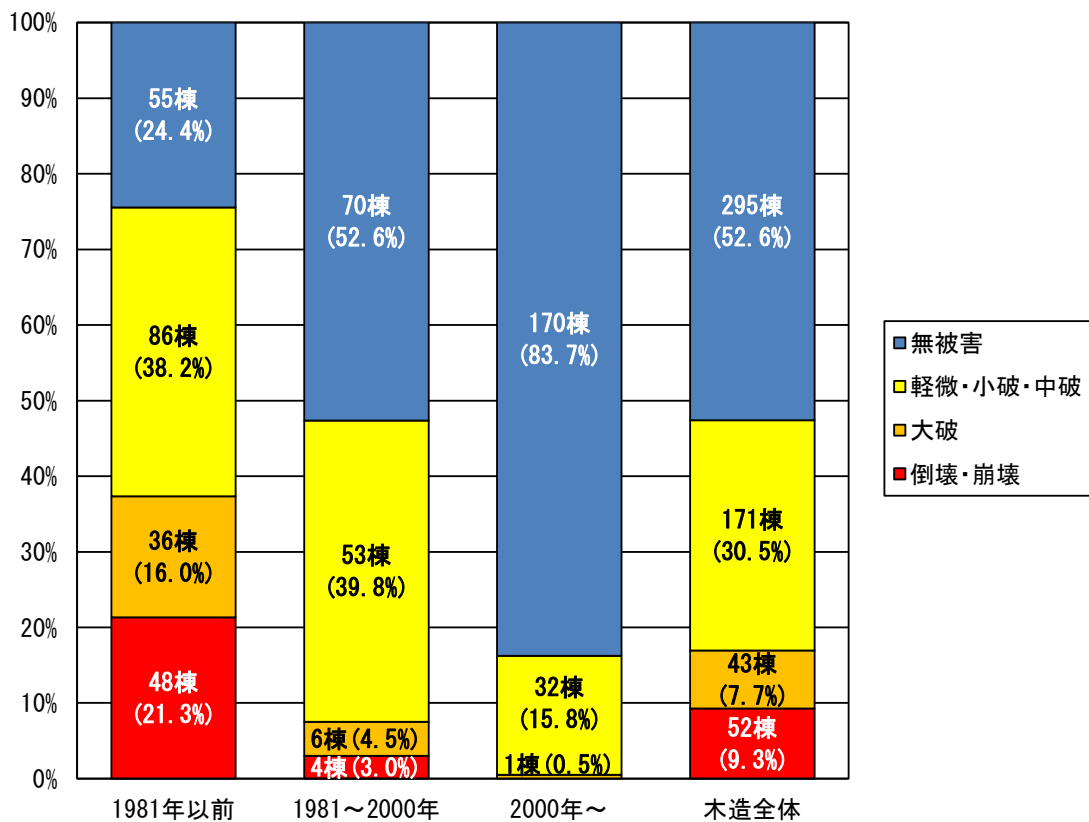


図 5. 2. 1-15 屋根構造が瓦以外である木造の建築時期別の被害状況

5) 生物劣化

表 5. 2. 1-7 生物劣化の有無による木造建築物の被害状況

生物劣化	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
あり	無被害	6棟 (2.0%)	1棟 (2.6%)	1棟 (7.7%)	8棟 (2.3%)
	軽微・小破・中破	99棟 (32.6%)	18棟 (47.4%)	9棟 (69.2%)	126棟 (35.5%)
	大破	105棟 (34.5%)	14棟 (36.8%)	2棟 (15.4%)	121棟 (34.1%)
	倒壊・崩壊	94棟 (30.9%)	5棟 (13.2%)	1棟 (7.7%)	100棟 (28.2%)
	計	304棟 (100.0%)	38棟 (100.0%)	13棟 (100.0%)	355棟 (100.0%)
なし	無被害	420棟 (13.5%)	236棟 (27.6%)	397棟 (66.7%)	1053棟 (23.1%)
	軽微・小破・中破	1545棟 (49.8%)	487棟 (57.0%)	189棟 (31.8%)	2221棟 (48.8%)
	大破	571棟 (18.4%)	89棟 (10.4%)	6棟 (1.0%)	666棟 (14.6%)
	倒壊・崩壊	568棟 (18.3%)	43棟 (5.0%)	3棟 (0.5%)	614棟 (13.5%)
	計	3104棟 (100.0%)	855棟 (100.0%)	595棟 (100.0%)	4554棟 (100.0%)

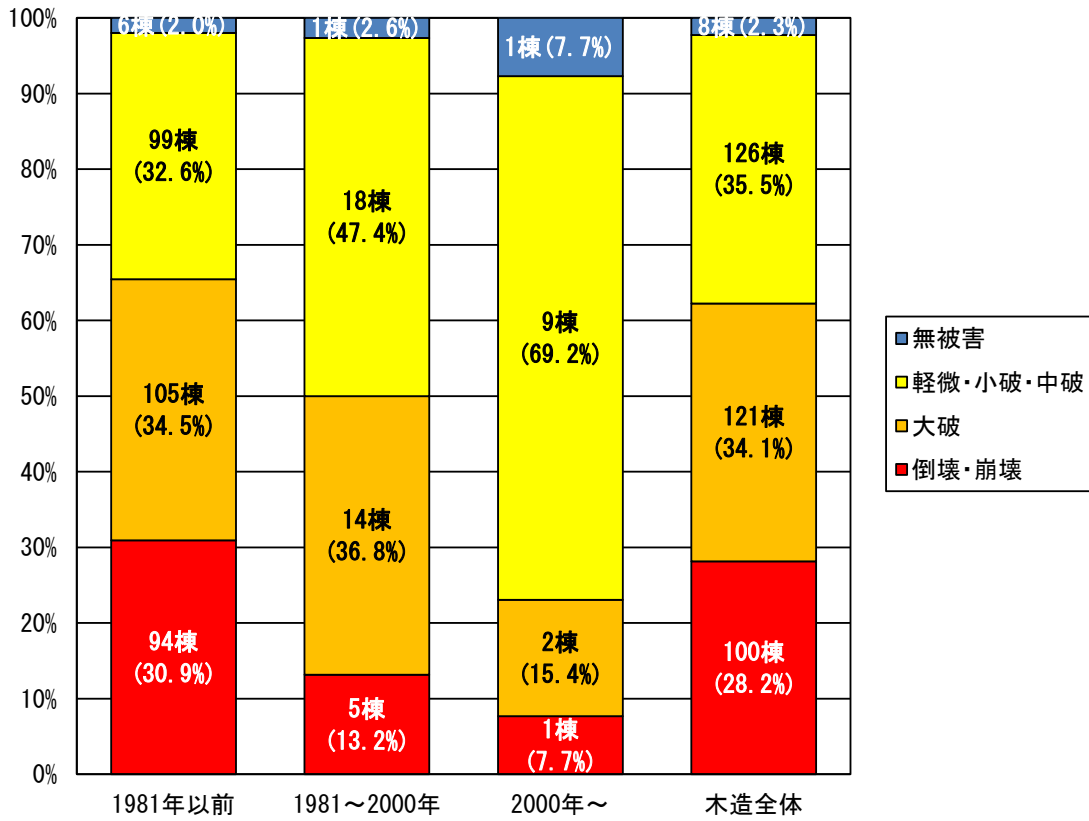


図 5.2.1-16 生物劣化が認められる木造の建築時期別の被害状況

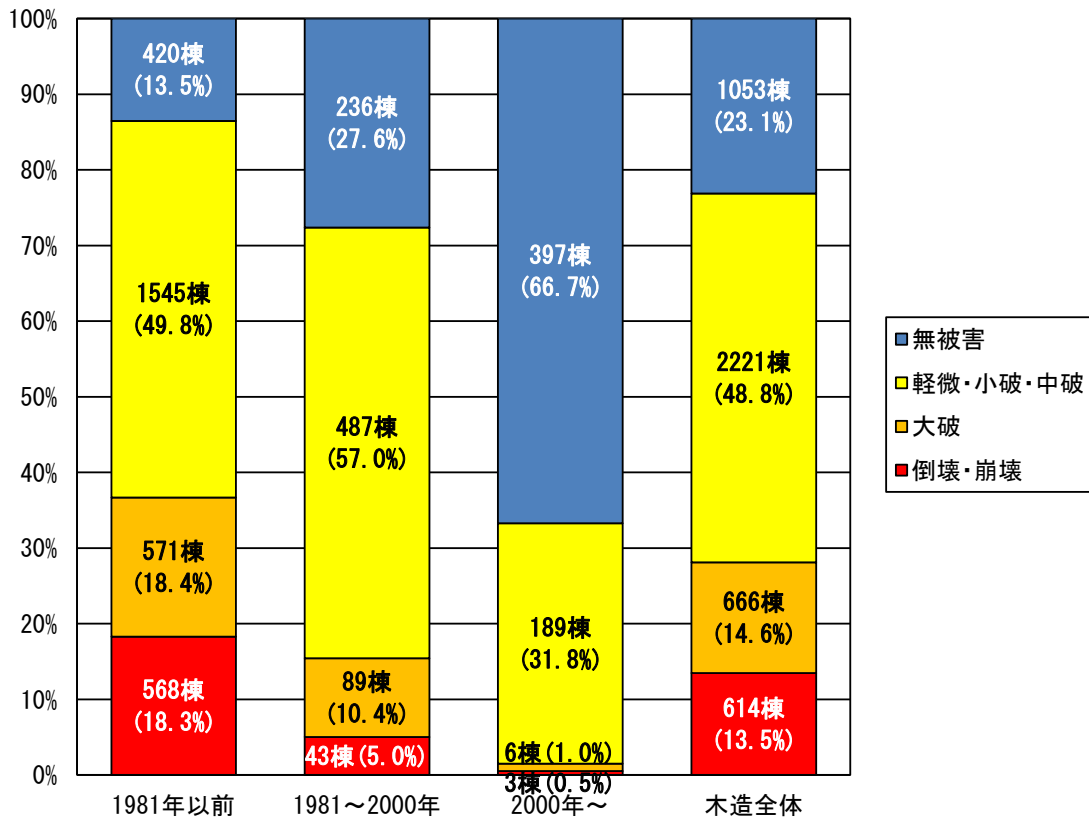


図 5.2.1-17 生物劣化が認められない木造の建築時期別の被害状況

6) 地盤変状

表 5.2.1-8 地盤変状の有無による木造建築物の被害状況

地盤変状	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
あり	無被害	102棟 (8.0%)	79棟 (21.5%)	114棟 (53.5%)	295棟 (15.9%)
	軽微・小破・中破	654棟 (51.5%)	223棟 (60.6%)	93棟 (43.7%)	970棟 (52.4%)
	大破	305棟 (24.0%)	52棟 (14.1%)	3棟 (1.4%)	360棟 (19.4%)
	倒壊・崩壊	210棟 (16.5%)	14棟 (3.8%)	3棟 (1.4%)	227棟 (12.3%)
	計	1271棟 (100.0%)	368棟 (100.0%)	213棟 (100.0%)	1852棟 (100.0%)
なし	無被害	324棟 (15.2%)	158棟 (30.1%)	284棟 (71.9%)	766棟 (25.1%)
	軽微・小破・中破	990棟 (46.3%)	282棟 (53.7%)	105棟 (26.6%)	1377棟 (45.0%)
	大破	371棟 (17.4%)	51棟 (9.7%)	5棟 (1.3%)	427棟 (14.0%)
	倒壊・崩壊	452棟 (21.2%)	34棟 (6.5%)	1棟 (0.3%)	487棟 (15.9%)
	計	2137棟 (100.0%)	525棟 (100.0%)	395棟 (100.0%)	3057棟 (100.0%)

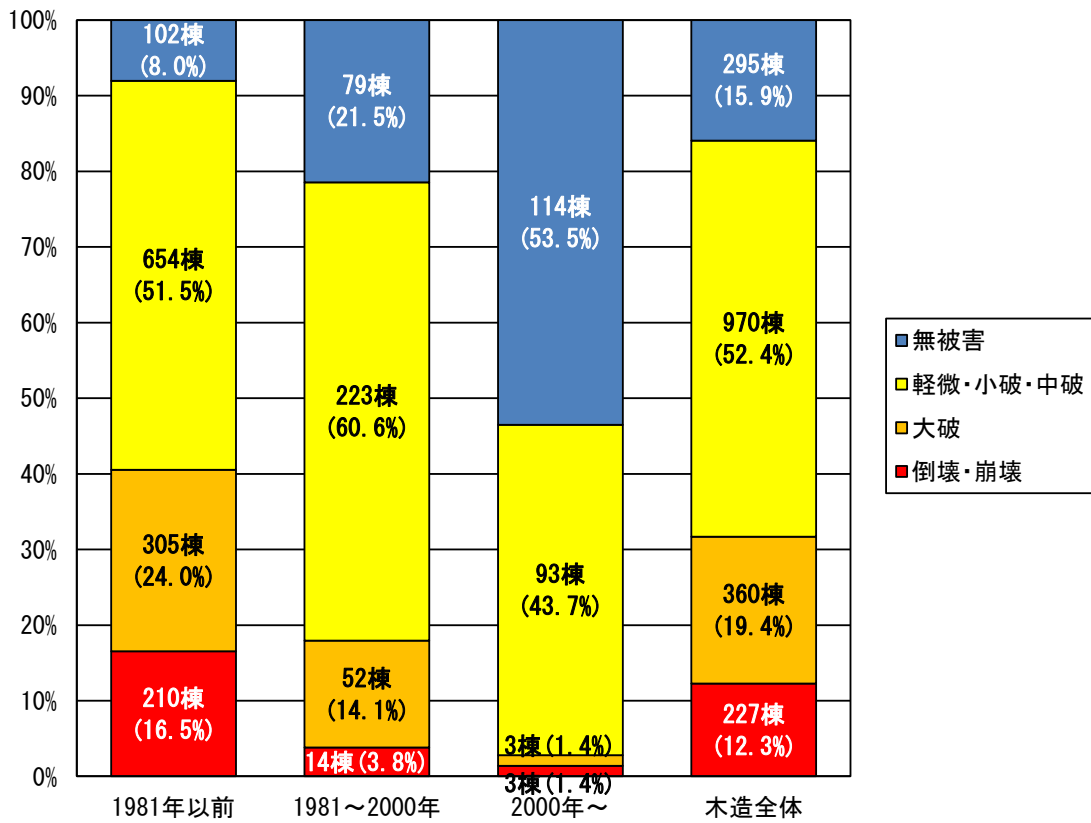


図 5.2.1-18 地盤の変状が認められる木造の建築時期別の被害状況

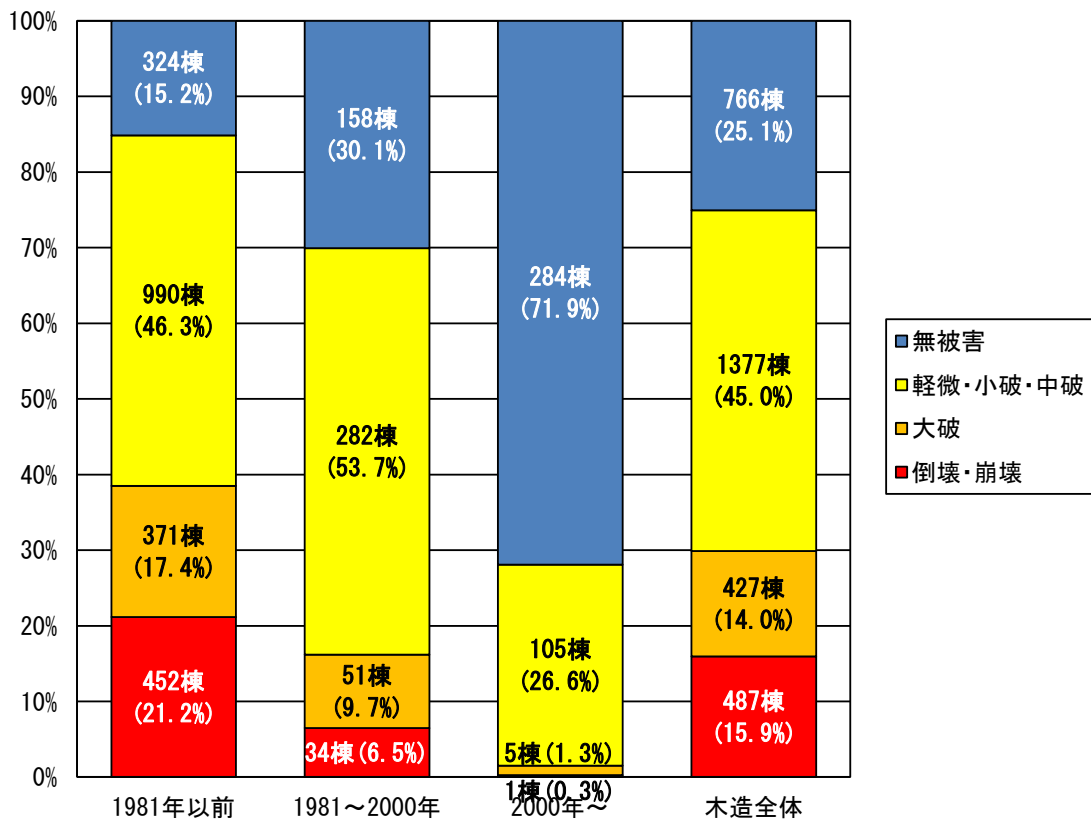


図 5.2.1-19 地盤の変状が認められない木造の建築時期別の被害状況

7) 液状化

表 5.2.1-9 液状化の有無による木造建築物の被害状況

液状化	建築物の被害レベル	建築時期			総計
		～1981年5月	1981年6月～ 2000年5月	2000年6月～	
あり	無被害	34棟 (8.6%)	31棟 (23.0%)	34棟 (53.1%)	99棟 (16.7%)
	軽微・小破・中破	167棟 (42.4%)	81棟 (60.0%)	27棟 (42.2%)	275棟 (46.4%)
	大破	92棟 (23.4%)	19棟 (14.1%)	2棟 (3.1%)	113棟 (19.1%)
	倒壊・崩壊	101棟 (25.6%)	4棟 (3.0%)	1棟 (1.6%)	106棟 (17.9%)
	計	394棟 (100.0%)	135棟 (100.0%)	64棟 (100.0%)	593棟 (100.0%)
なし	無被害	392棟 (13.0%)	206棟 (27.2%)	364棟 (66.9%)	962棟 (22.3%)
	軽微・小破・中破	1477棟 (49.0%)	424棟 (55.9%)	171棟 (31.4%)	2072棟 (48.0%)
	大破	584棟 (19.4%)	84棟 (11.1%)	6棟 (1.1%)	674棟 (15.6%)
	倒壊・崩壊	561棟 (18.6%)	44棟 (5.8%)	3棟 (0.6%)	608棟 (14.1%)
	計	3014棟 (100.0%)	758棟 (100.0%)	544棟 (100.0%)	4316棟 (100.0%)

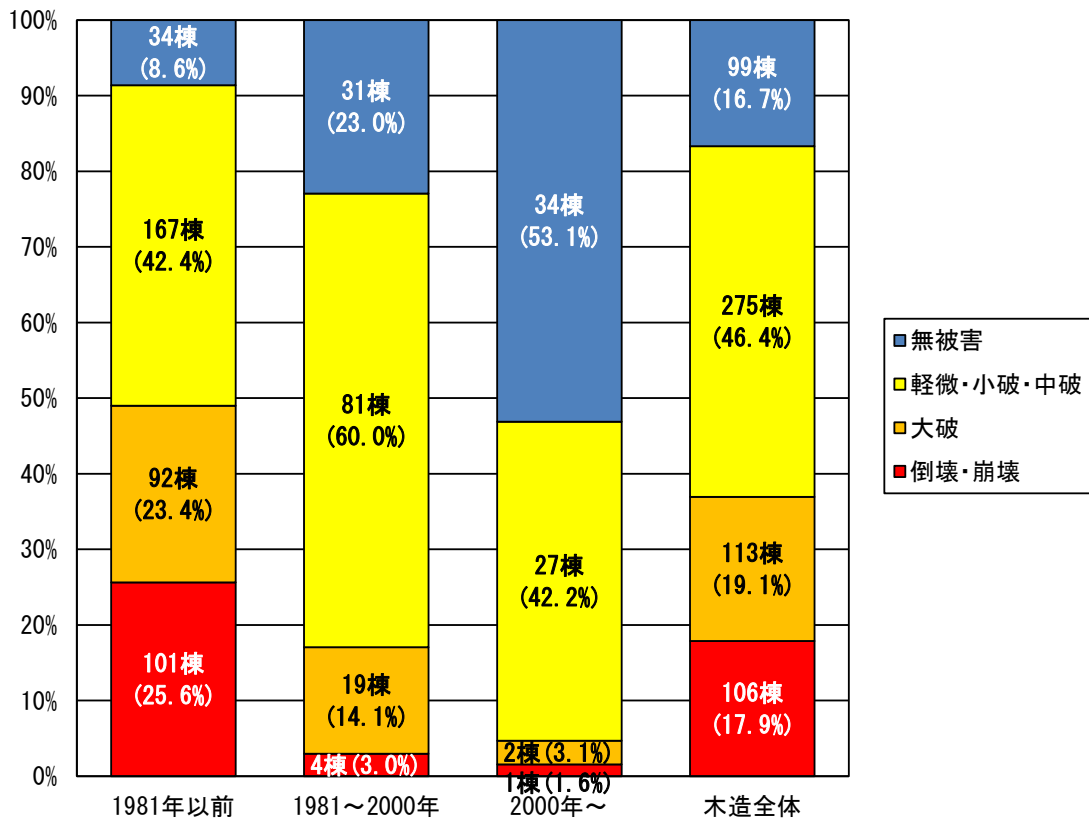


図 5. 2. 1-20 液状化が認められる木造の建築時期別の被害状況

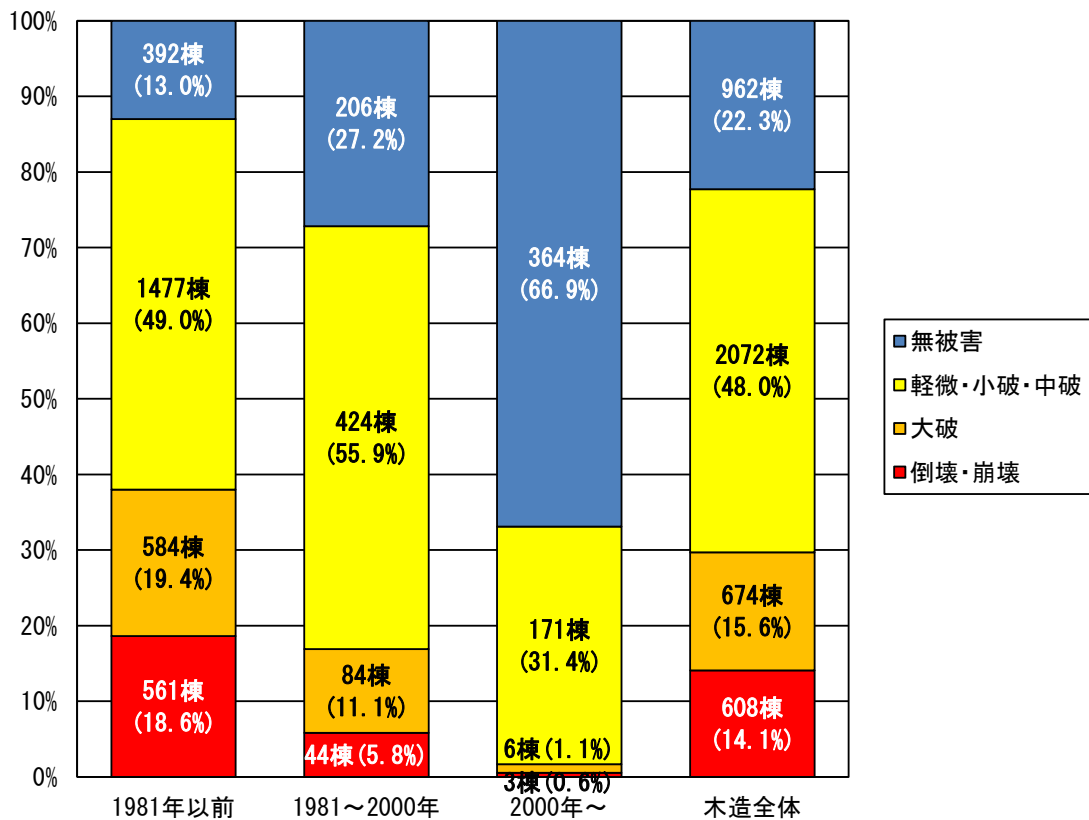


図 5. 2. 1-21 液状化が認められない木造の建築時期別の被害状況

8) 耐震改修

表 5.2.1-10 耐震改修を行った旧耐震基準の木造建築物で被害レベルが確認できた 38 棟の被害状況

被害レベル	棟数	割合(%)
無被害	13	34%
軽微・小破・中破	22	58%
大破	3	8%
倒壊・崩壊	0	0%

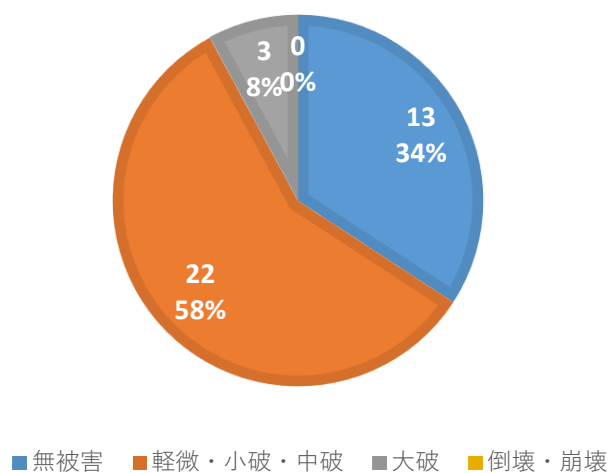


図 5.2.1-22 耐震改修を行った旧耐震基準の木造建築物で被害レベルが確認できた 38 棟の被害状況

(4) 各調査地域の被害分布

図 5.2.1-23 に輪島市河井町におけるメッシュごとの倒壊率（＝メッシュエリア内の倒壊・崩壊の建築物の数／メッシュエリア内の全建築物数、以下同じ）と地形図の関係を、図 5.2.1-24 に倒壊建物が存在するエリアと地形図（国土地理院地図を編集、以下同じ）の関係を示す。メッシュは総務省基準地域メッシュを東西方向は 20 分の 1、南北方向は 16 分の 1 した区分（＝約 55 × 58 m）とした。倒壊率については特に傾向はみられなかったが、倒壊した建物が氾濫平野や砂州・砂丘に分布していることが確認できる。

図 5.2.1-25 に 1936 年の地形図と倒壊建物が存在するエリア、図 5.2.1-26 に 1936 年の地形図と倒壊率 0% のエリアを重ねあわせた図を示す。鳳至地区の西側（堀町・釜屋谷町）では倒壊率 0% のエリアが多いことが確認できる。

図 5.2.1-27 に輪島市横地町周辺におけるメッシュごとの倒壊率と地形図の関係を、図 5.2.1-28、5.2.1-29 に倒壊率と 1936 年および現在の地形図の関係を示す。調査地域は氾濫平野に属するが、倒壊率との相関関係は明確ではなかった。一方、1936 年の地形図を見ると旧鉄道の線路が河原田川の東側にあり、その周辺で被害が大きいかようにも観察された。

図 5.2.1-30、図 5.2.1-31 に輪島市門前地区におけるメッシュごとの倒壊率と地形図（1909 年および現在（2024 年））の関係を示す。倒壊率と地形との相関関係は明確ではなかった。

図 5.2.1-32 に宝立町鶴飼におけるメッシュごとの倒壊率と地形図（1936 年）の関係を、図 5.2.1-33 に旧耐震の建物の分布と地形図（1936 年）の関係を示す。内浦街道沿いの倒壊率が高いことや旧耐震の建物が集中していることが確認できる。

図 5.2.1-34、図 5.2.1-35 に鳳珠郡穴水町におけるメッシュごとの倒壊率と地形図（1936 年、現在）の関係を、図 5.2.1-36 にメッシュごとの倒壊率と旧耐震の建物の分布を示す。旧市街地に倒壊建物が多く分布しており、旧市街地の倒壊率が周辺地区に比べ高いことが確認できる。

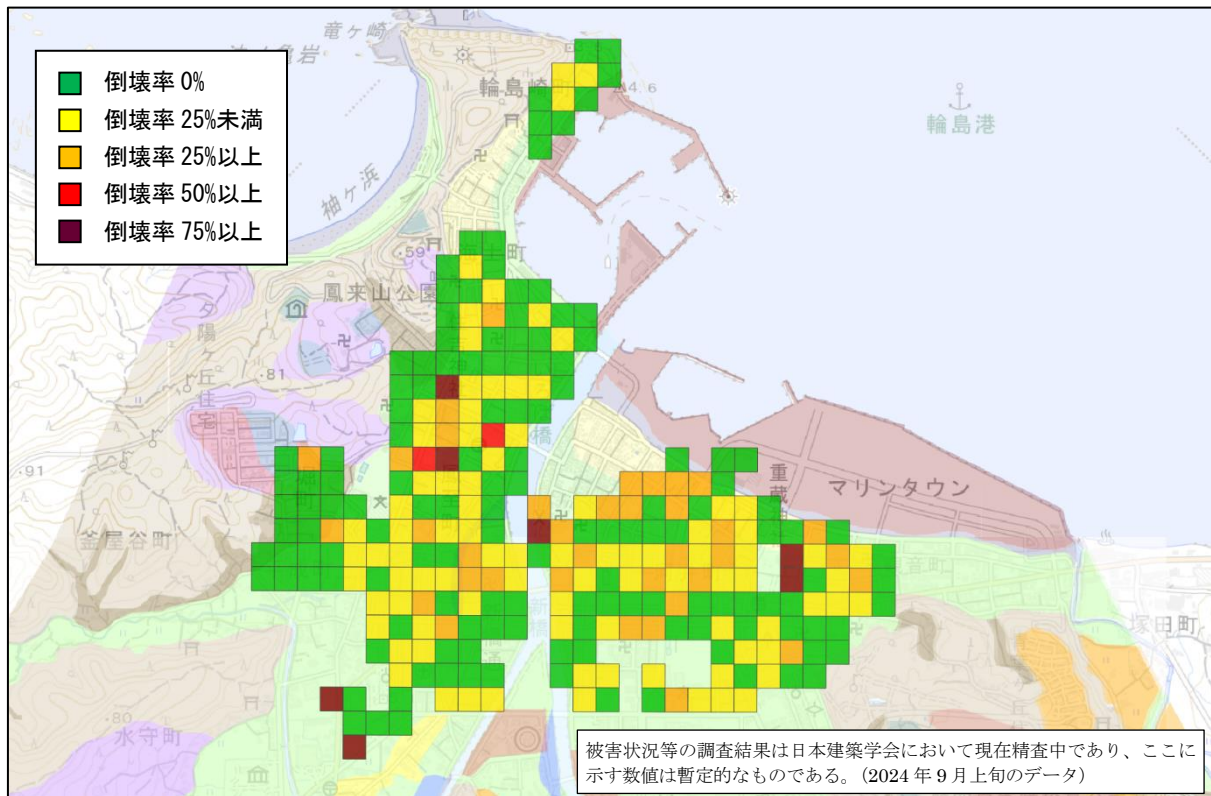


図 5. 2. 1-23 輪島市河井町付近における倒壊率の分布と地形図の関係
(地形分類図凡例 https://www.gsi.go.jp/bousaichiri/lfc_index.html)

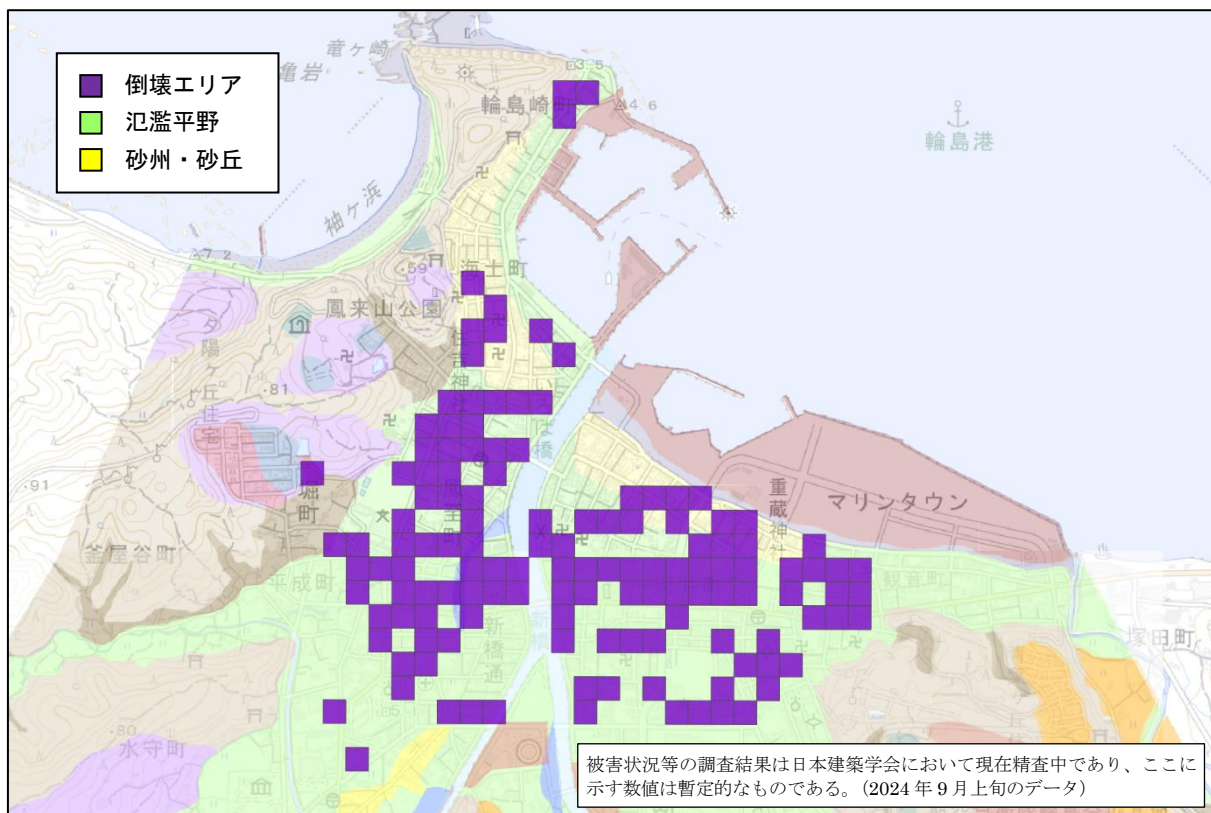


図 5. 2. 1-24 輪島市河井町付近における倒壊建物が存在するエリアと地形図の関係

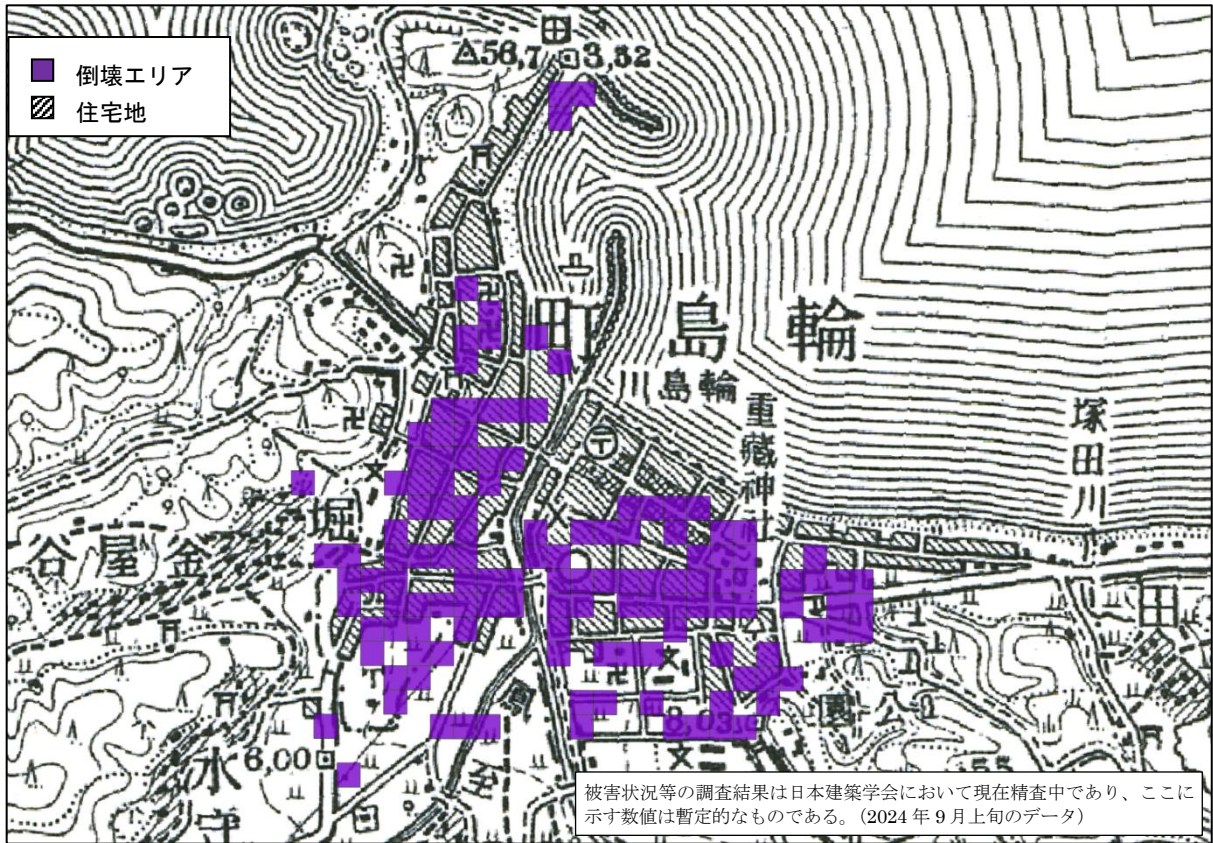


図 5.2.1-25 輪島市河井町付近における 1936 年の地形図と倒壊建物が存在するエリア

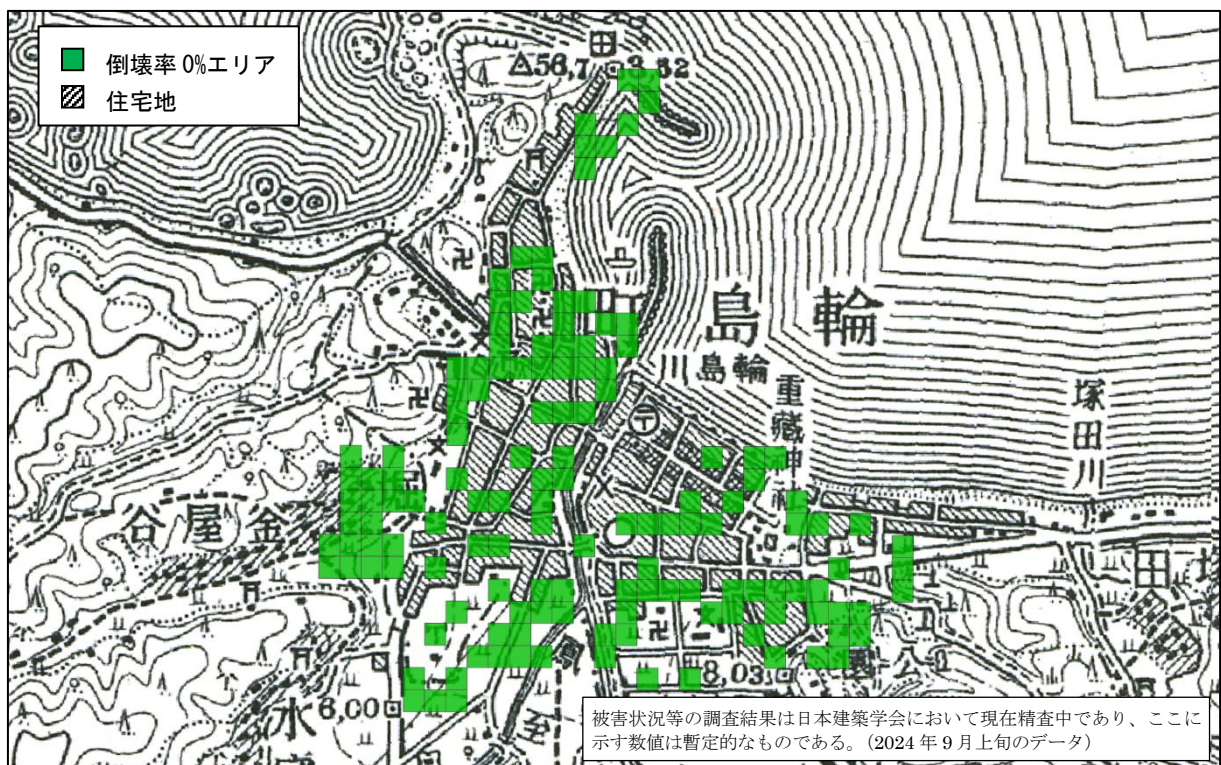


図 5.2.1-26 輪島市河井町付近における 1936 年の地形図と倒壊率 0% のエリア

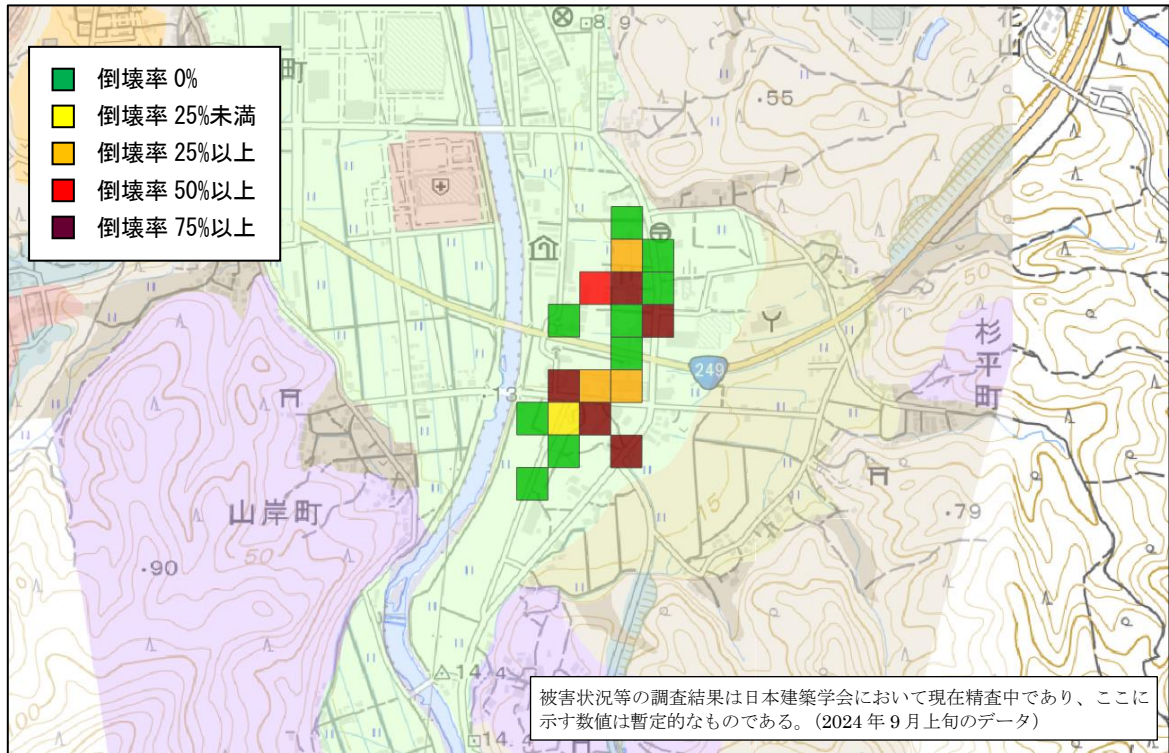


図 5. 2. 1-27 輪島市横地町付近における倒壊率の分布と地形図

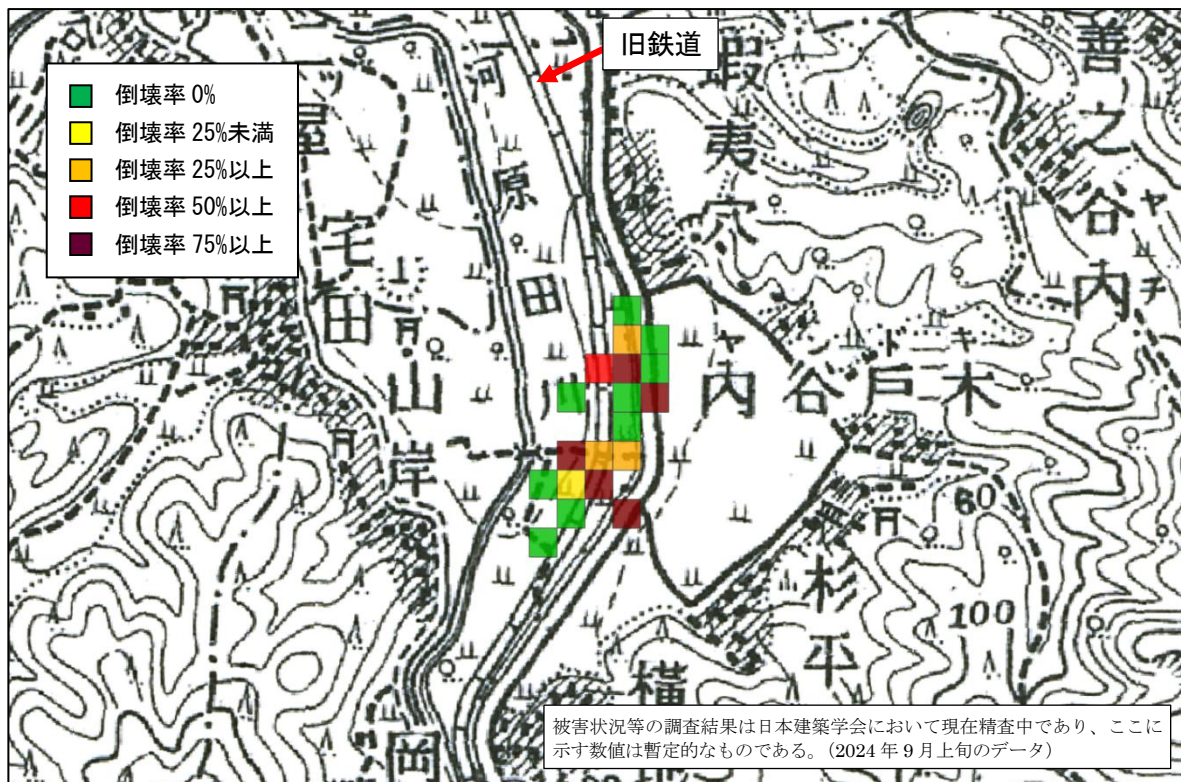


図 5. 2. 1-28 輪島市横地町付近における 1936 年の地形図と倒壊率の分布

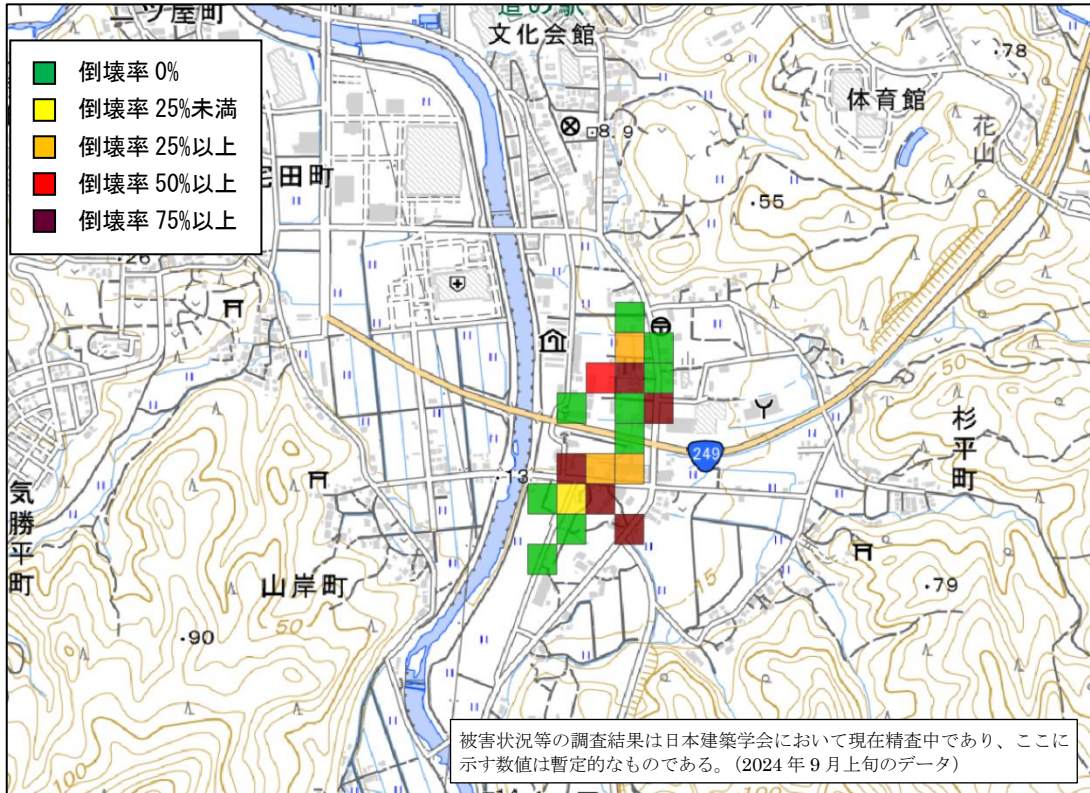


図 5.2.1-29 輪島市横地町付近における現在の地形図と倒壊率の分布

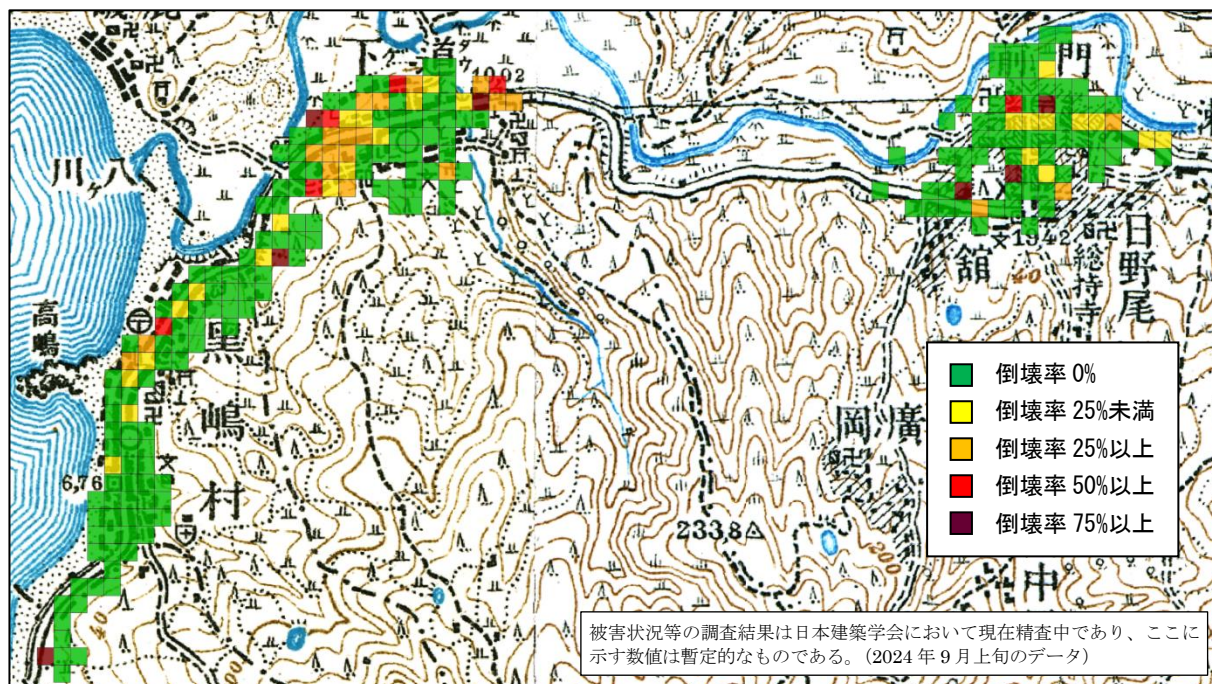


図 5. 2. 1-30 輪島市門前地区における 1909 年の地形図と倒壊率の分布

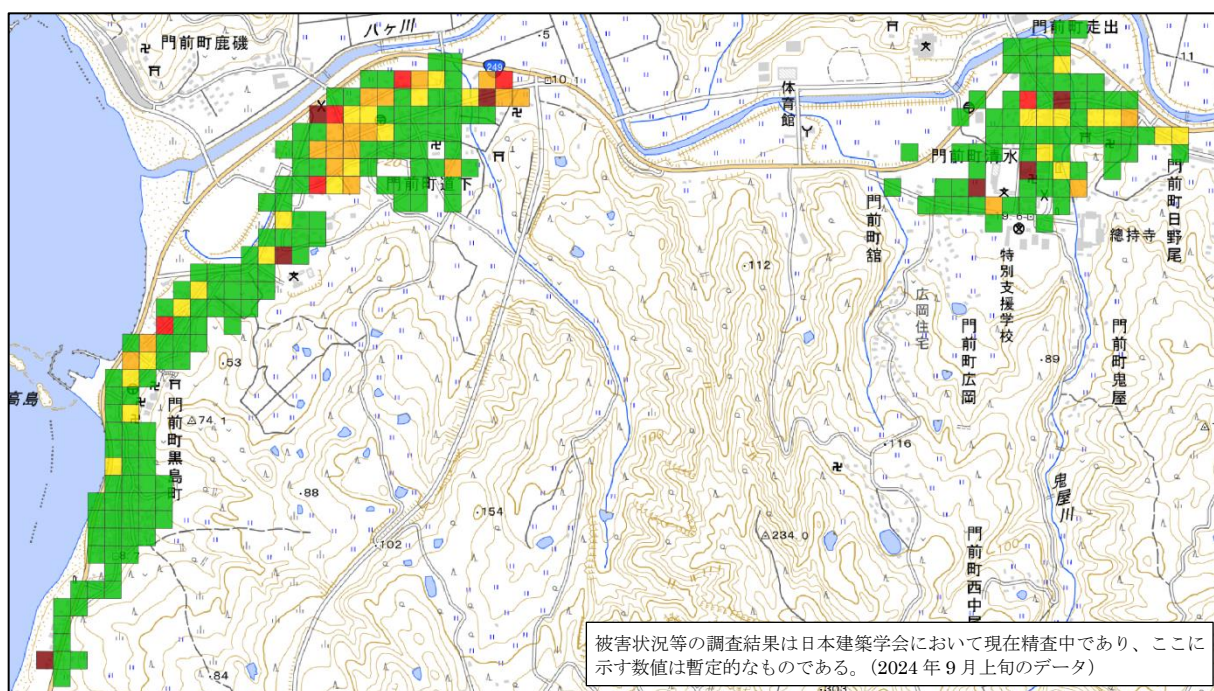


図 5. 2. 1-31 輪島市門前地区における現在の地形図と倒壊率の分布

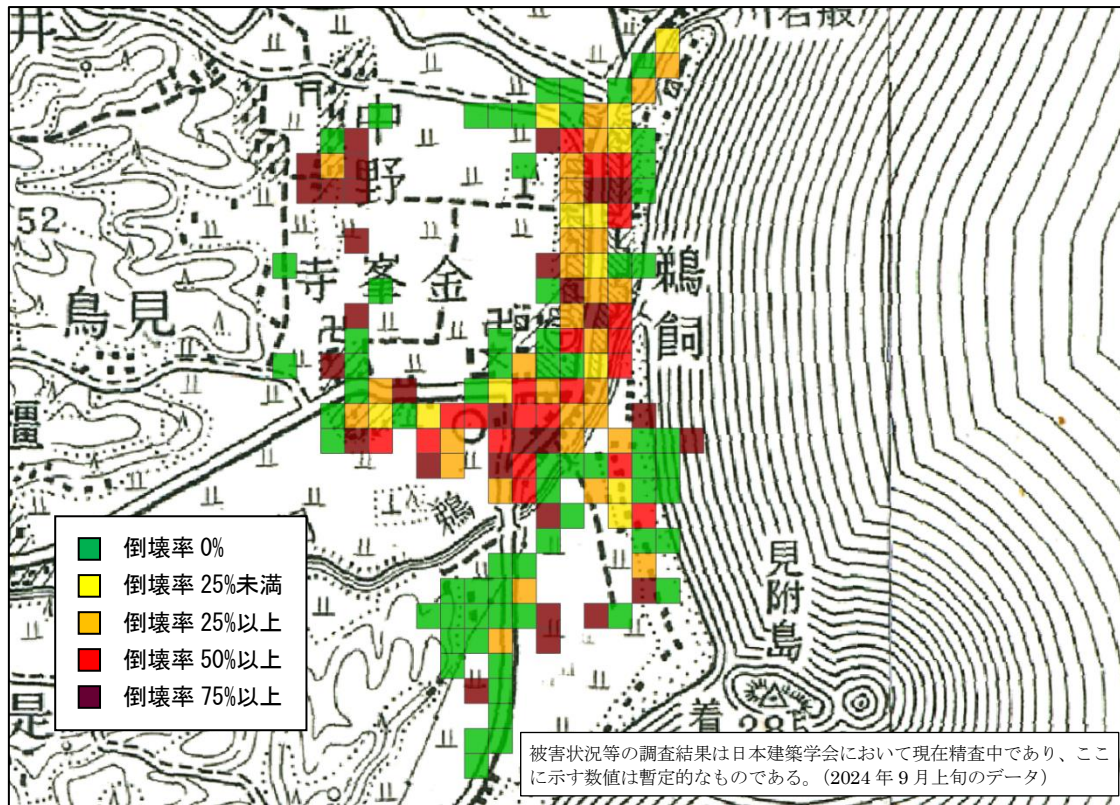


図 5.2.1-32 宝立町鶺鴒地区における 1936 年の地形図と倒壊率の分布

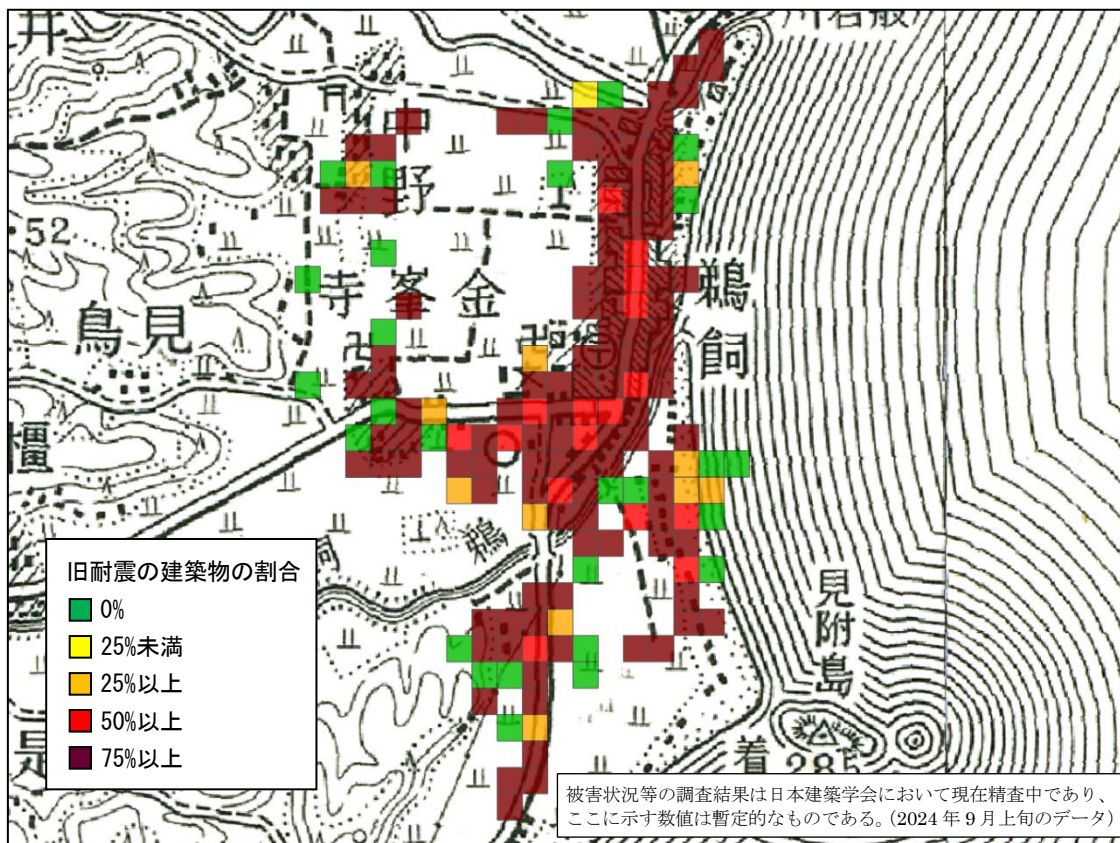


図 5.2.1-33 宝立町鶺鴒地区における 1936 年の地形図と旧耐震の建物の分布

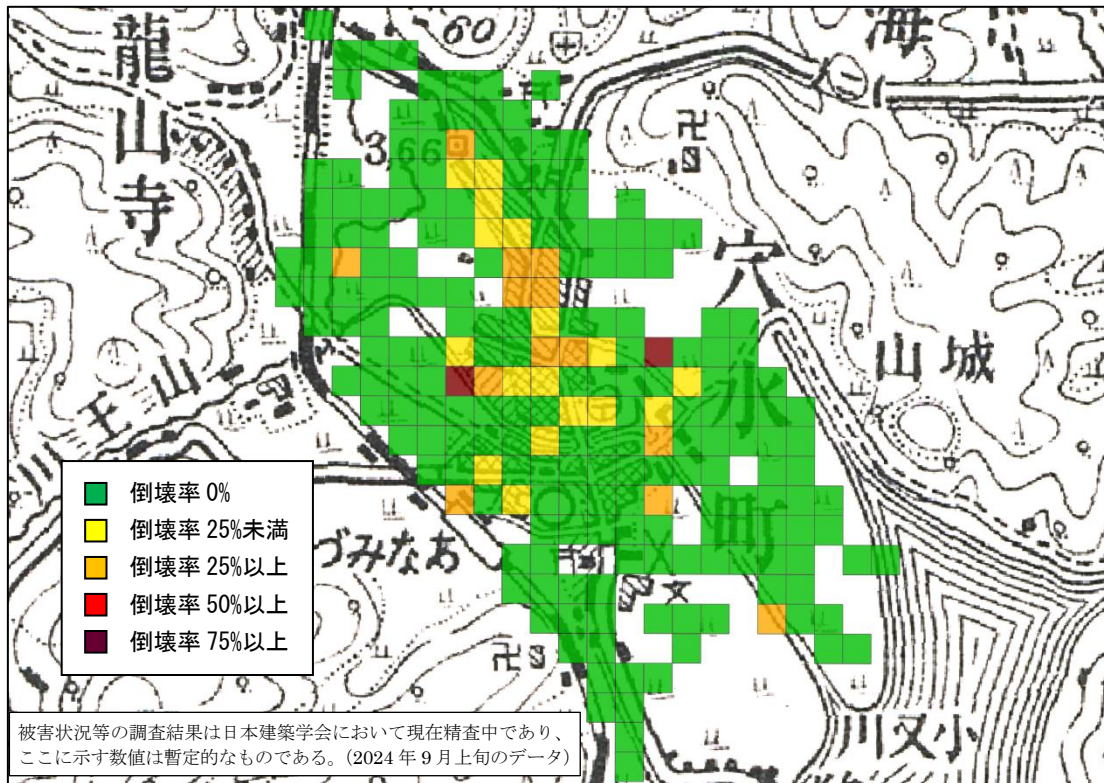


図 5.2.1-34 鳳珠郡穴水町における 1936 年の地形図と倒壊率の分布

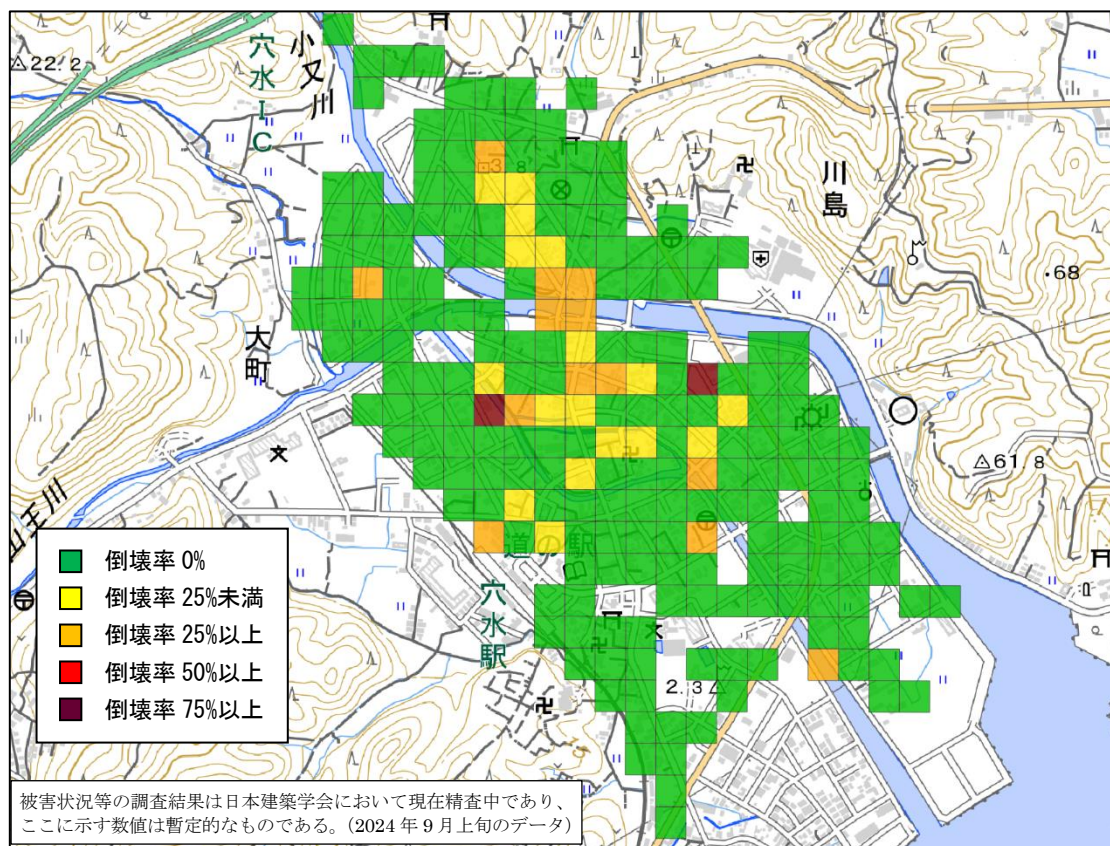


図 5.2.1-35 鳳珠郡穴水町における現在の地形図と倒壊率の分布

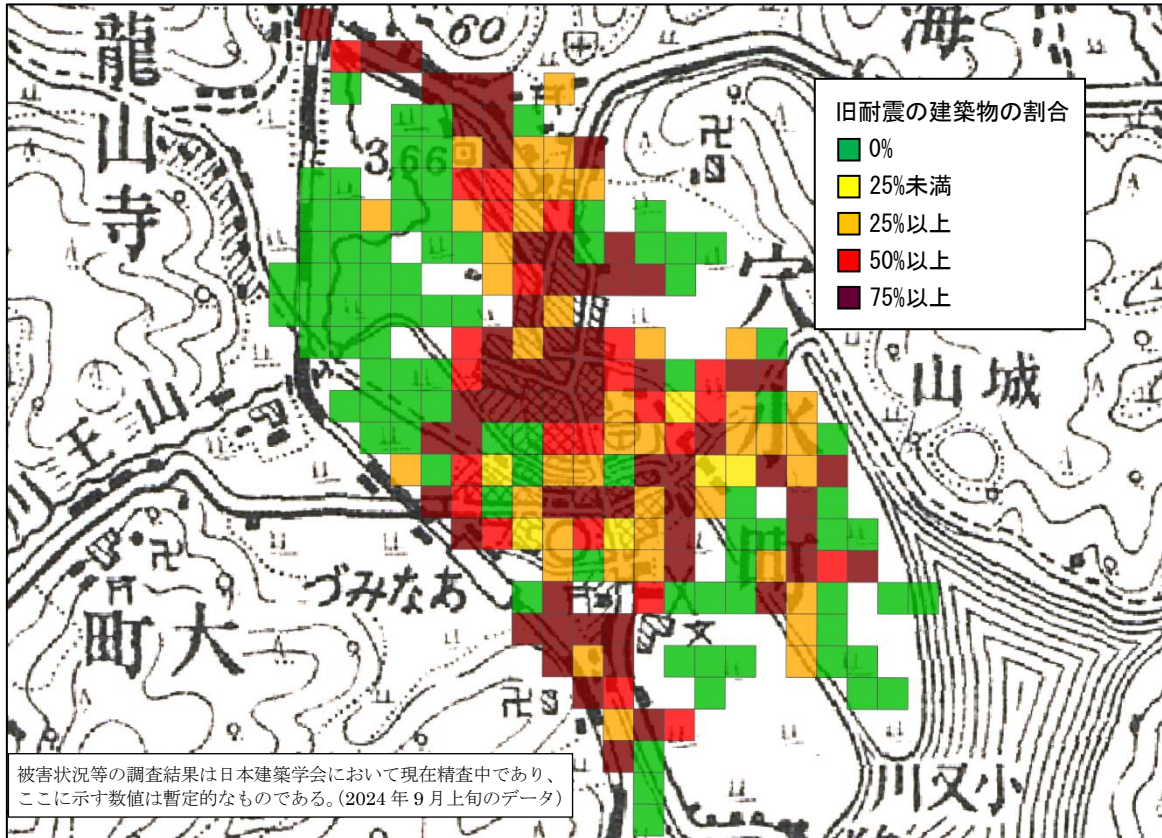


図 5.2.1-36 鳳珠郡穴水町における 1936 年の地形図と旧耐震の建物の分布

(5) 2000年6月以降の建築確認で倒壊した木造建築物の構造的特徴と被害要因の分析

建築学会悉皆調査の範囲内で、2000年6月の接合部等の基準の明確化を図った現行基準導入以降の木造住宅A～Dの4棟の倒壊が確認された。表5.2.1-11に各建物の構造的特徴を示す。Dについては、現地調査の結果、筋かい・柱脚の接合部仕様が現行基準を満たしていないことが確認された。

倒壊原因の究明を目的として図面の情報収集を行った結果、BとDの図面を入手できた。BとDについて、図面情報から建築基準法施行令第46条（以下「令46条」と記載）の壁量計算、品確法評価方法基準における壁量計算と四分割法の確認を行った。またBについては、立体骨組モデルによる保有水平耐力計算及び限界耐力計算による耐震性能の確認を行った。なお、図面を収集できなかったCについては、関係者から、築100年程度の住宅を2000年以降に移築したものであり、壁が非常に少なかったとの情報が得られたことから、壁量規定を満足していなかったことが考えられる。残りのAについては、現時点では明確な被害要因が確認できなかった。

表 5.2.1-11 2000年6月以降の建築確認で倒壊した木造建築物の構造的特徴

名称	A	B	C	D
構造的被害	1層の層崩壊	1層の層崩壊	1層の層崩壊	1層の層崩壊
敷地・基礎の被害	基礎被害：確認できず 地盤変状：有り	基礎被害：確認できず 地盤変状：無し	基礎被害：確認できず 地盤変状：有り	基礎被害：確認できず 地盤変状：有り
構法	軸組構法2階建て	軸組構法2階建て	軸組構法2階建て	軸組構法2階建て
外壁	下見板張り	サイディング	下見板張り	下見板張り
内壁	せっこうボード	せっこうボード	不明	せっこうボード
屋根	棧瓦葺	棧瓦葺	棧瓦葺	棧瓦葺
耐震要素	2つ割り筋かい	2つ割り筋かい	2つ割り筋かい	2つ割り筋かい
接合部	ホールダウン金物 筋かい金物	ホールダウン金物 筋かい金物	Zマーク柱頭柱脚金物、筋かい金物	柱頭・柱脚、筋かい金物確認できず
1F床面積	132.27m ²	60.00m ²	不明	152.19m ²
2F床面積	68.24m ²	52.30m ²	不明	91.09m ²
図面情報	なし	あり	なし	あり
その他	・新築時に元の建築物(工場)の基礎を撤去せず	・コンクリートパイルによる地盤補強を行っている。 ・Φ=200mm、L=3～4m	・同じ設計・施工会社	

1) 壁量計算と四分割法による検討

B 邸と D 邸について、入手した図面から令 46 条における必要壁量と、品確法評価方法基準の等級 2、等級 3 に相当する必要壁量を分母として、存在壁量の余裕率の検討と偏心率の計算を行った。表 5.2.1-12 に計算結果を示す。B 邸は令 46 条の 1.5 倍程度の壁量を有しているが、偏心率が 1 階 Y 方向は 0.3 を上回り 0.35 であった。D 邸は令 46 条の 30% 程度の壁量しかなかった。D 邸は壁量不足が倒壊の要因であった可能性が高い。

表 5.2.1-13、表 5.2.1-14 に四分割法の計算結果を示す。B 邸は 1 階 Y 方向の一方の領域に耐力壁が存在しないため、充足率を満足せず、壁率比も 0 となるため、四分割法で NG となる。D 邸については 1 階 Y 方向が充足率、壁率比が NG であった。

表 5.2.1-12 分析対象の木造建築物の壁量余裕率（地震力）

ID	令46条 壁量余裕率(地震力) 下段は偏心率				評価方法基準 壁量余裕率(地震力) 地震地域係数:0.9として計算							
					等級2				等級3			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
B邸	1.82	1.72	1.91	1.46	1.26	1.18	1.29	0.99	1.05	0.99	1.08	0.82
	0.16	0.35	0.12	0.15								
D邸	0.29	0.36	1.43	1.43	0.24	0.30	0.94	0.94	0.20	0.25	0.78	0.78
	0.00	0.45	0.18	0.10								

表 5.2.1-13 B 邸の四分割法計算結果

	1 階				2 階			
	X 方向		Y 方向		X 方向		Y 方向	
	領域 a	領域 b	領域イ	領域ロ	領域 a	領域 b	領域イ	領域ロ
必要壁量	5.94	4.29	2.97	5.94	3.78	1.47	1.89	3.78
存在壁量	15.28	8.00	0.00	18.00	11.00	4.00	4.00	4.00
充足率	2.57	1.86	0.00	3.03	2.91	2.72	2.12	1.06

表 5.2.1-14 D 邸の四分割法計算結果

	1 階				2 階			
	X 方向		Y 方向		X 方向		Y 方向	
	領域 a	領域 b	領域イ	領域ロ	領域 a	領域 b	領域イ	領域ロ
必要壁量	12.57	12.43	12.30	13.39	4.78	4.78	4.78	4.78
存在壁量	5.46	9.1	9.10	1.82	10.92	5.46	7.28	10.92
充足率	0.43	0.73	0.74	0.14	2.28	1.14	1.52	2.28
壁率比	0.59		0.18		-		-	

2) 立体骨組モデルによる検討

B邸について、立体骨組モデルを用いた分析を行った。図 5.2.1-37 に解析モデル図を示す。以降の分析では、保有水平耐力計算・限界耐力計算を行った解析モデルは図面に表記のあった耐力壁（筋かい）のみモデル化を行い、重量は木造住宅の耐震診断における簡易重量表の床ならし重量（重い屋根）を用いた。時刻歴応答解析では内壁の石こうボードと小壁もモデル化し、重量のうち積載重量については 200N/m^2 として実況を反映させることとした。

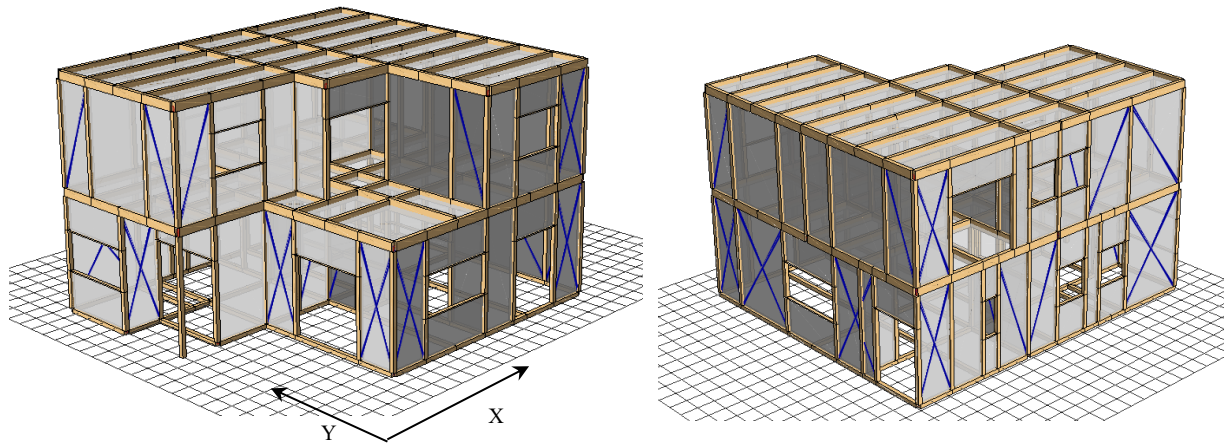


図 5.2.1-37 解析モデルの概要 (B邸)

立体骨組のモデル化とプッシュオーバー解析は木造住宅用の数値解析プログラム「wallstat（ウォールスタット）」を用いた。プッシュオーバーは A_i 分布に応じて、解析対象の建築物が倒壊した方向に、該当する解析モデルの各階の床・小屋組レベルを荷重増分させることで各層の層せん断力を算出した。必要保有水平耐力算出の際の D_s は 0.4 と仮定した。図 5.2.1-38 に各方向・各層の荷重変形関係を、保有水平耐力計算による検討結果を表 5.2.1-15 に示す。検定比は全て 1 を下回る結果となったが、1 階 Y 方向は偏心率が 1.5 を超えるため、Fe 割増しにより、検定比が 0.9 を超えている。なお、Fe 割増しは偏心率 3.0 を上限とし割増率も上限 1.5 と規定されているが、B 邸は偏心率が 3.5 のためさらに検定比が厳しくなる可能性がある。

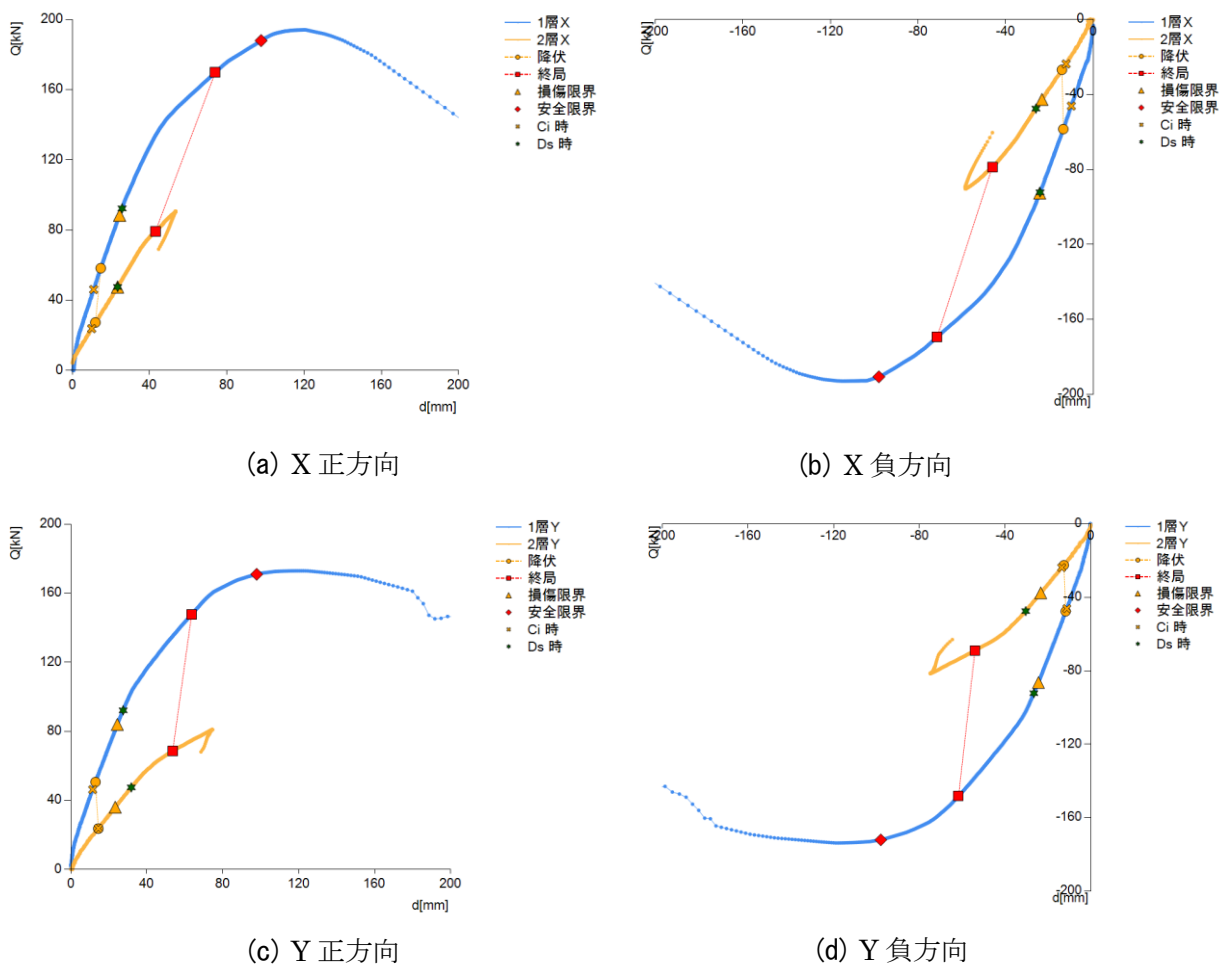


図 5.2.1-38 解析モデルの荷重変形関係と特定点

表 5.2.1-15 保有水平耐力計算による検定比

方向	層	W_i	ΣW_i	A_i	F_{es}	Q_{un}	Q_u	Q_{max}	検定比
X+	1	151.4	256.0	1.000	1.0	92.2	169.9	194.2	0.54
	2	104.6	104.6	1.262	1.0	47.5	79.3	90.8	0.60
X-	1	151.4	256.0	1.000	1.0	-92.2	-169.4	-192.9	0.54
	2	104.6	104.6	1.262	1.0	-47.5	-78.8	-90.4	0.60
Y+	1	151.4	256.0	1.000	1.5	138.3	147.7	173.0	0.94
	2	104.6	104.6	1.262	1.0	47.5	68.7	81.0	0.69
Y-	1	151.4	256.0	1.000	1.5	-138.3	-148.3	-173.8	0.93
	2	104.6	104.6	1.262	1.0	-47.5	-69.0	-81.5	0.69

プッシュオーバー解析により得られた荷重変形関係から、等価線形化法による応答計算を行った。必要耐力曲線に乗じる係数は $p=0.85$ (2階建て)、 $q=1.0$ 、 $Z=0.9$ とし、第二種地盤の稀地震、極稀地震の応答スペクトルを元に計算した。各解析モデルの縮約一自由度の $A-d$ 曲線と必要耐力曲線の関係について、稀地震を図 5.2.1-39 に、極稀地震を図 5.2.1-40 に示した。表 5.2.1-16 に稀地震および極稀地震時の各層の応答変形角を示す。全ての解析モデルで、損傷限界 (1/120rad)、安全限界 (1/30rad) を満足する結果となった。

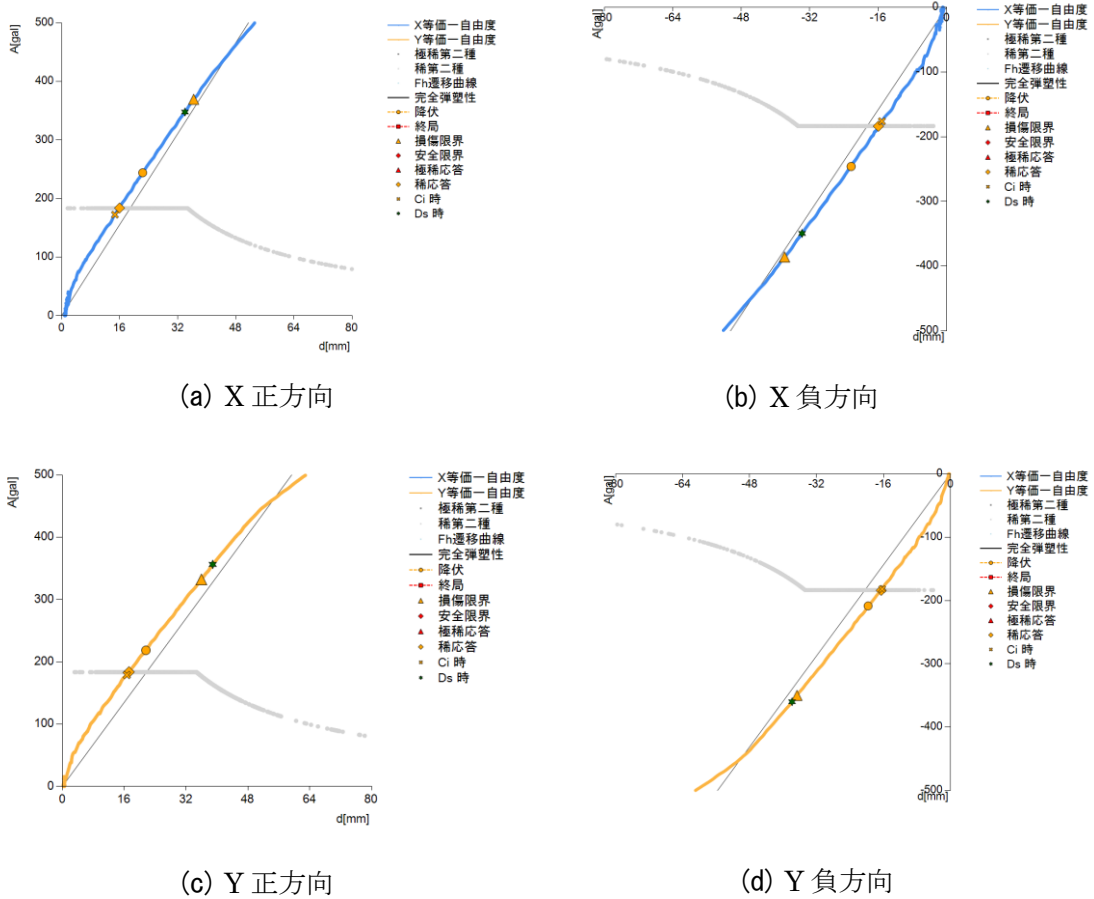


図 5.2.1-39 稀地震の必要耐力曲線と解析モデルの $A-d$ 関係

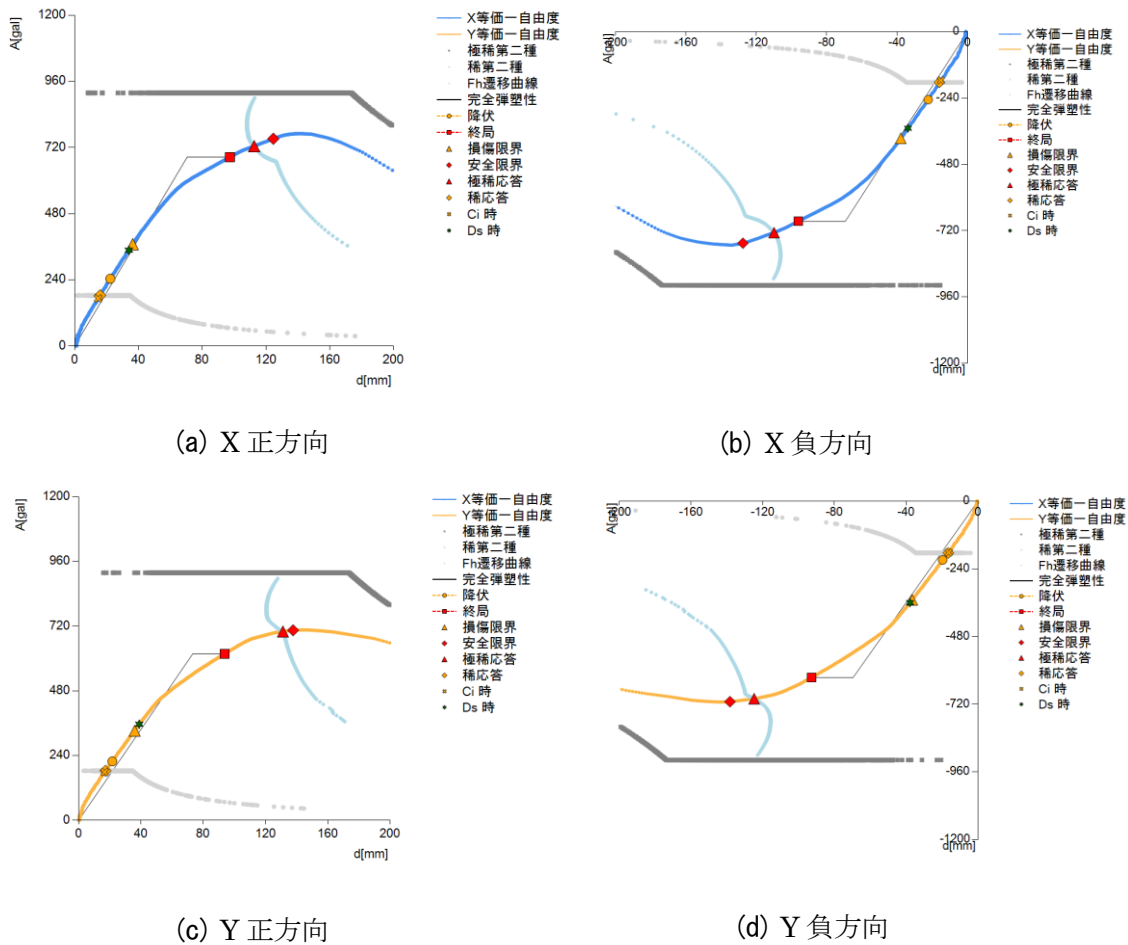
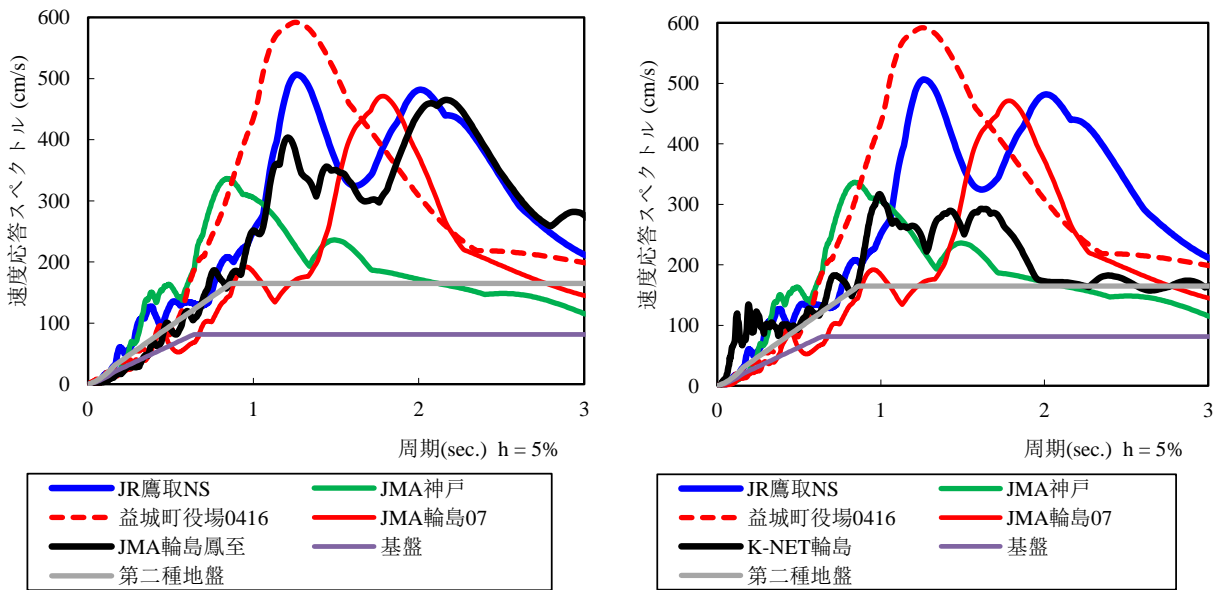


図 5. 2. 1-40 極稀地震の必要耐力曲線と解析モデルの A- Δ 関係

表 5. 2. 1-16 各層の層間変形角

方向	層	稀地震		極稀地震	
		層間変形 rad	層せん断力 kN	層間変形 rad	層せん断力 kN
X+	1	1/285.7	43.8	1/33.6	180.7
	2	1/334.6	20.7	1/59.2	84.2
X-	1	1/-315.9	-43.6	1/-35.4	-180.2
	2	1/-260.4	-20.4	1/-55.1	-83.9
Y+	1	1/286.4	42.6	1/31.9	169.2
	2	1/241.5	19.9	1/39.5	79
Y-	1	1/-298.0	-42	1/-34.0	-168
	2	1/-267.3	-19.5	1/-40.6	-78

時刻歴応答解析の入力波として用いた波形は令和6年1月1日に国立研究開発法人防災科学技術研究所の強震観測点（K-NET 輪島）で観測された波形と、輪島市鳳至の気象庁の震度計の記録である。図 5.2.1-41 に検討に用いた地震波の 5%減衰時の擬似速度応答スペクトルを示す。地盤の増幅を考慮して、振幅を 100%から 10%ずつ増大することで、倒壊する振幅の大きさを検討した。表 5.2.1-17 に JMA 輪島の入力倍率と応答変位の関係、表 5.2.1-18 に K-NET 輪島の入力倍率と応答変位の関係を示す。JMA 輪島では 1.2 倍、K-NET 輪島では 1.1 倍で倒壊する結果となった。偏心率が高い影響で、Y 方向には重心位置に比べ、四隅が大きく変形する応答となった。



(a) JMA 輪島

(b) K-NET 輪島

※速度応答スペクトルの灰色の線は建築基準法第2種地盤の極稀地震（地震地域係数 $Z=1.0$ ）に対応する応答スペクトル
 ※黒線は水平2方向（NS-EW）の最大方向の値

図 5.2.1-41 検討に用いた地震波の擬似速度応答スペクトル

表 5.2.1-17 JMA 輪島の入力倍率と応答変位の関係 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
1.0	52.3	50.3	32.6	19.1	55.4	137.1	42.9	80
1.1	110.1	105.8	36.3	27.1	270.6	365.8	136.1	184
1.2	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊
1.3	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

表 5.2.1-18 K-NET 輪島の入力倍率と応答変位の関係 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
1.0	60.8	57.6	40.2	20.8	89	173.8	52.1	97.9
1.1	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊
1.2	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

3) 令 46 条の必要壁量を持つ解析モデルの検討

B と同じ建物平面で、存在壁量を令 46 条の必要壁量ギリギリとした解析モデル（小壁・雑壁を耐震用としてモデル化）について、2)の時刻歴応答解析と同じ地震動で時刻歴応答解析を行った。図 5.2.1-42 に解析モデルおよび一自由度縮約モデルの A- δ 関係を、図 5.2.1-43 に平面図を示す。表 5.2.1-19 および表 5.2.1-20 に解析結果の層間変形を示す。JMA 輪島で 0.9 倍、K-NET 輪島では 1.2 倍の入力倍率で倒壊する結果となった。

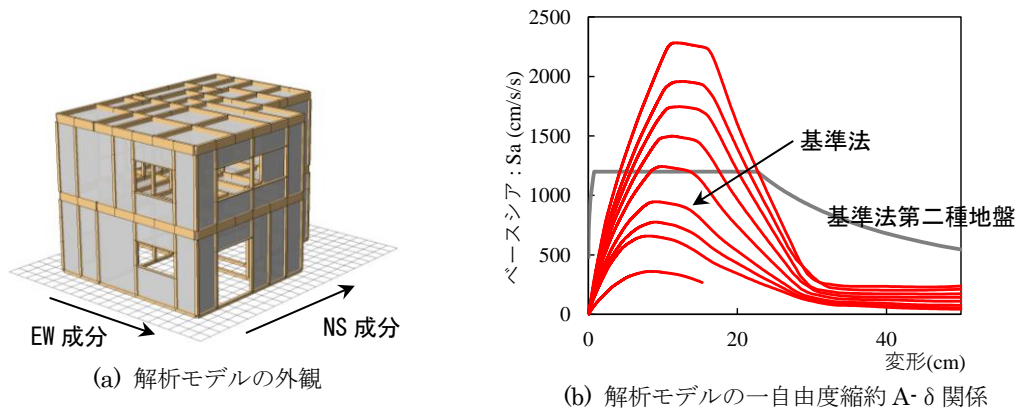


図 5.2.1-42 解析モデルの概要

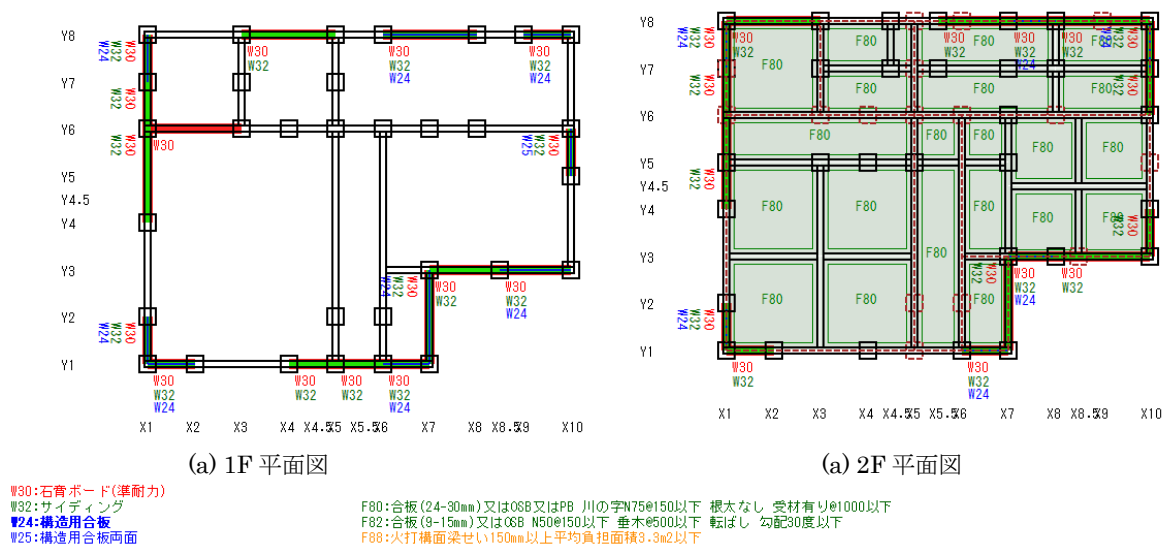


図 5.2.1-43 解析モデルの平面図

表 5.2.1-19 JMA 輪島の層間変形 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
0.8	47.3	60.6	27	43.2	50.6	62.6	20.9	43.4
0.9	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

表 5.2.1-20 K-NET 輪島の層間変形 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
1.0	73.5	82.7	32.9	64.6	77.5	86.1	26	65.2
1.1	94.1	86	38.3	67.3	111.8	108.6	30.4	66.8
1.2	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

4) Bの偏心率を改善した解析モデルの検討

Bの1FY方向の壁配置を図5.2.1-44のように変更し、偏心率を0.35→0.04に改善したモデルについて2)と同じ地震動で時刻歴応答解析を行った。表5.2.1-21および表5.2.1-22に解析結果の層間変形を示す。JMA輪島、K-NET輪島ともに1.3倍の振幅で倒壊する結果となった。

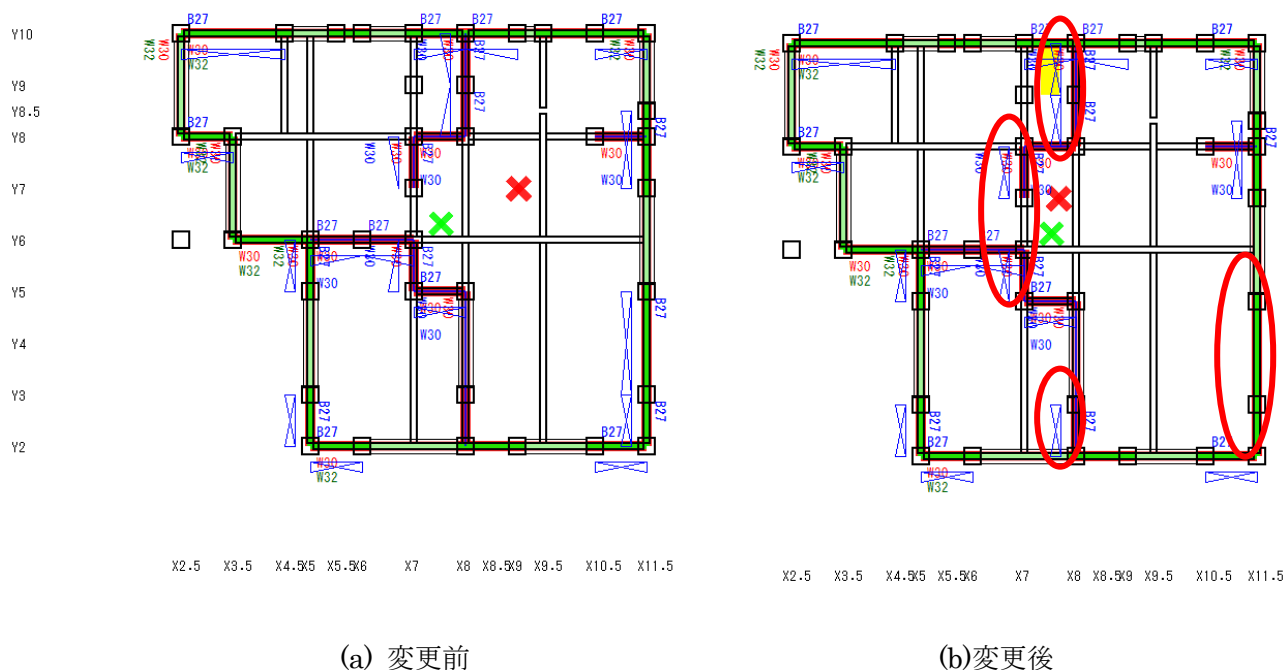


図 5.2.1-44 変更前後の図面

表 5.2.1-21 JMA 輪島の層間変形 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
1.0	49	29.2	33.8	16.9	44.2	113.9	42.5	76.2
1.1	58.9	32.2	41	19.7	57.6	145.4	47.9	103.6
1.2	80.1	50	47.5	32.1	119.5	262.6	66.2	172.8
1.3	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

表 5.2.1-22 K-NET 輪島の層間変形 (mm)

入力倍率	重心 (mm)				四隅 (mm)			
	1F X	1F Y	2F X	2F Y	1F X	1F Y	2F X	2F Y
1.0	55.5	39.8	37.6	25.7	71.8	147.1	51.1	96.2
1.1	69.9	48.2	43.3	30	94.4	217.3	58.6	141.3
1.2	93.5	74.5	57.2	40.8	158.2	352.3	88.7	235.9
1.3	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊	倒壊

5.2.2 木造建築物の被害

5.2.2.1 調査の目的と概要

本調査は令和6年能登半島地震により大きな被害を受けた木造建築物について、被害の状況を把握することを目的とした。調査地を図5.2.2-1に示す。石川県輪島市、珠洲市、穴水町、能登町、七尾市、志賀町で調査を行った。

なお、この調査は国土交通省住宅局及び石川県の要請を受けて実施したものである。また、被害状況に関する記述は、調査時点での両研究所の学術的な調査によるものであり、各自治体が発行する罹災証明における全壊、半壊の判断等に関係しない。

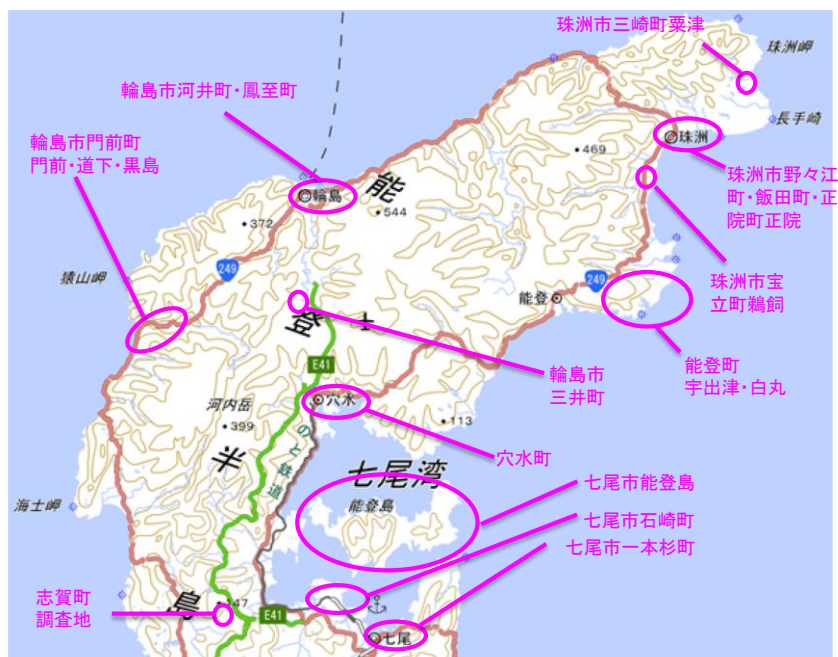


図5.2.2-1 調査地の位置関係（国土地理院地図を加工）

5.2.2.2 調査結果

以下に甚大な被害を受けた木造建築物とその周辺状況を地域ごとに示す。

(1) 輪島市（旧門前町を除く）

輪島市河井町では、多くの木造家屋が倒壊（写真5.2.2-1）や一部は安全限界変形（大地震時に建物が崩壊せず、人命などの安全を確保できる限界の変形）を超えるような大きな残留変形がある（写真5.2.2-2）などの甚大な被害を受けていた。無被害の家屋は、2007年地震（平成19年（2007年）能登半島地震をいう。以下、同じ。）⁵⁻²⁻²⁾以降建築の新しいもの（写真5.2.2-3）に限られている可能性がある。それ以前の建築とみられるものにも無被害か被害軽微と見受けられるもの（写真5.2.2-4）があった。比較的、道路側の開口が小さく、道路に面した前面に壁があることがその一因となったと推測される。その他、地盤崩壊による被害の可能性があるもの（写真5.2.2-5）や屋根だけ崩壊する希少な破壊形態（写真5.2.2-6）、鉄骨造にもたれて倒壊を免れている例（写真5.2.2-7）などがあった。

鳳至町は鳳至山の近辺（堀町）を除いて、ほとんどの木造家屋が倒壊（写真5.2.2-8）や一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形（写真5.2.2-9）のある被害がある。一方で、比較的被害が軽微と見受けられる木造住宅も見られる（写真5.2.2-10）。

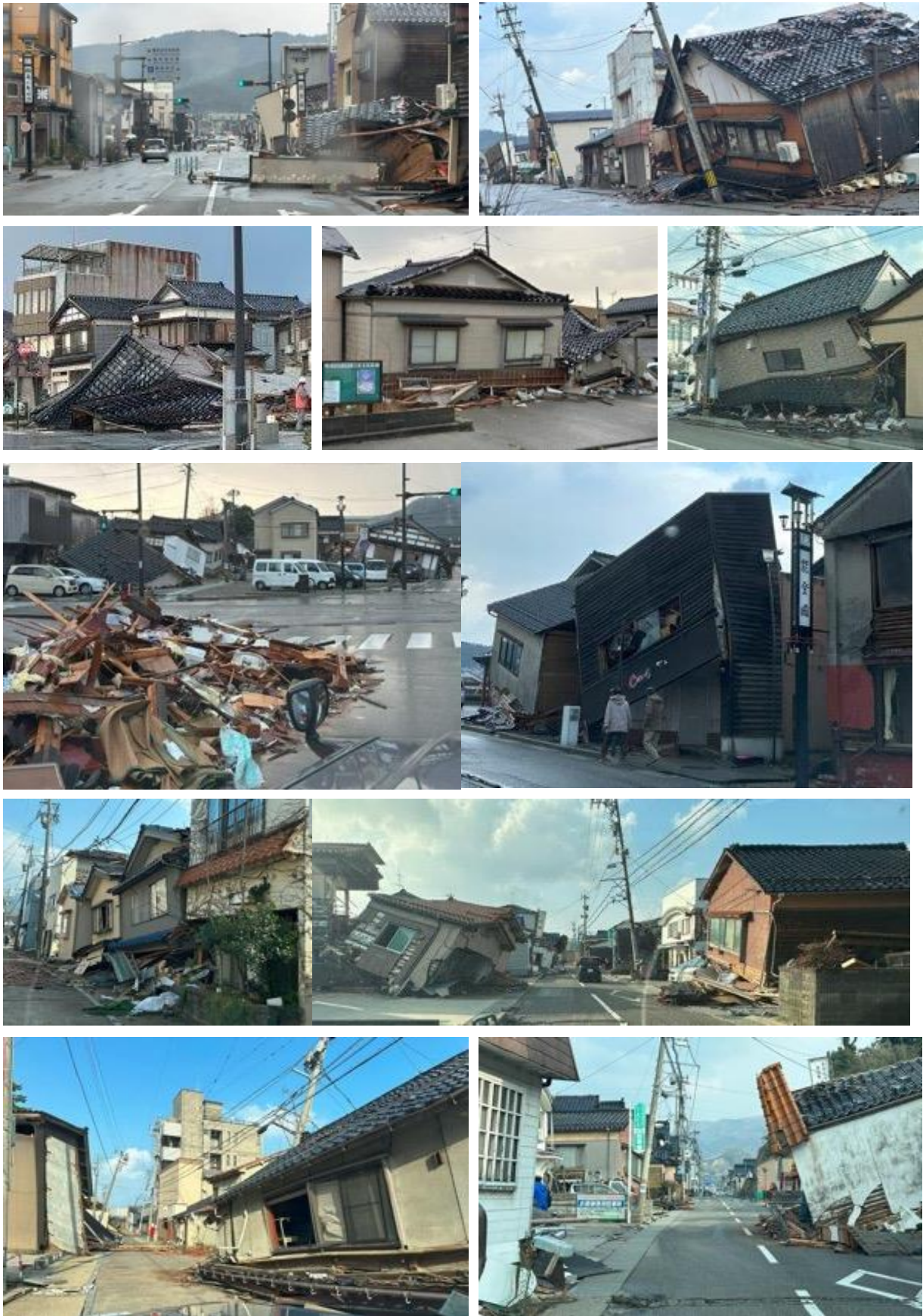


写真5. 2. 2-1 輪島市河井町の倒壊家屋群



写真5. 2. 2-2 一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形のある家屋



写真5. 2. 2-3 無被害、又は被害軽微に見受けられる平屋や比較的新しい木造家屋



写真5. 2. 2-4 被害軽微に見える比較的古い木造家屋



写真5. 2. 2-5 斜面崩壊による被害の可能性のある家屋



写真5. 2. 2-6 小屋組のみが崩壊した店舗

写真5. 2. 2-7 隣家と衝突した可能性がある住宅



写真5. 2. 2-8 鳳至町の倒壊家屋群



写真5. 2. 2-9 一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形のある住宅（鳳至町）



写真5. 2. 2-10 比較的被害が軽微と見受けられる木造住宅（鳳至町）

輪島市の中心市街地の南方約 10 km にある三井町では、複数の倒壊家屋（写真 5.2.2-11）があり、ほとんどの家屋が軽重の差はあれども被害を受けていた。藁葺き屋根の民家では、建具が外れただけの被害軽微（写真 5.2.2-12）と見受けられた。



写真5. 2. 2-11 輪島市三井町で確認された倒壊家屋



写真5. 2. 2-12 被害軽微に見える藁葺き屋根の民家

(2) 輪島市門前町

門前町門前（同走出を含む）では、多くの木造家屋が被害を受けている。この地区は店舗併用住宅が多く、そのため接道面の開口が大きく、層崩壊しているもの（写真 5.2.2-13）が多数ある。2007 年地震で被害が軽微であった家屋が、倒壊や安全限界変形を超えるような大きな残留変形を有する（写真 5.2.2-14）などの被害を受けたと見受けられる。築年数が浅く、2007 年地震以降に建築したと見受けられる家屋は概ね無被害、又は被害軽微（写真 5.2.2-15）である一方で、築年数が比較的古そうに見える割に被害が軽微なもの（写真 5.2.2-16）も見られた。モルタル外壁が大規模に剥落した事例も確認され、土台部分には腐朽がみられた（写真 5.2.2-17）。

総持寺の被害（写真 5.2.2-18）は 2007 年地震時より大きく、山門の脚部の移動、塀の倒壊、社務所の傾斜、芳春院の倒壊などが確認された。2007 年地震時に倒壊した手水処は再建されていたが、今回も倒壊していた（写真 5.2.2-19）。

門前町道下（同館を含む）でも、多くの木造家屋が大きな被害を受け、2007 年地震で被害が軽微であった家屋が倒壊（写真 5.2.2-20）や大きな残留変形を有するなど（写真 5.2.2-21）の被害を受けたと見受けられた。2007 年地震の被災後に建てられたと思われる比較的築年数の浅い家屋（写真 5.2.2-22）は、無被害であるように見受けられた。しかし、建築年が古い家屋でも、被害軽微に見えるもの（写真 5.2.2-23）もあった。なお、噴砂痕が積雪の隙間から確認できた。

門前町黒島地区は、2007 年地震の被害は軽微なものが多かったが、今回の現地調査では多くの家屋が除却（写真 5.2.2-24 の右の写真の空き地は先回被災建築物の除却により生じたと推測される）されたり、再建（写真 5.2.2-25）されたりしているように見受けられた。2007 年地震時に被災を免れた家屋と見られるものは、倒壊（写真 5.2.2-24）や大きな残留変形を有する（写真 5.2.2-26）などの被害を受けていた。外観上被害軽微に見える家屋も複数（写真 5.2.2-27）存在した。



写真5.2.2-13 門前町門前・走出の倒壊家屋群



写真5.2.2-14 一部は安全限界変形を超える大きな残留変形のある家屋（門前町門前）



写真5.2.2-15 無被害、又は被害軽微と見受けられる比較的新しい木造家屋（門前町門前）



写真5.2.2-16 建築年が古いと見える割に外観上被害軽微と見受けられる木造家屋



写真5.2.2-17 モルタル外壁が大規模に剥落した住宅とその土台の腐朽



a) 山門の脚部の移動



b) 塀の倒壊



c) 社務所の傾斜



d) 芳春院の倒壊

写真5. 2. 2-18 総持寺の被害



写真5. 2. 2-19 2007年地震時の倒壊（左：'07年撮影）後に再建された手水処の倒壊



写真5.2.2-20 門前町道下・館の倒壊家屋群



写真5.2.2-21 一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形がある家屋（門前町道下・館）



写真5.2.2-22 外観上無被害に見える築年数の浅い家屋（門前町道下・館）



写真5.2.2-23 建築年が古い割に被害が軽微の家屋（右の写真の右側の建物はコンクリート造）



写真5. 2. 2-24 門前町黒島の倒壊家屋群



写真5. 2. 2-25 2007年地震の後に再建したと推測される家屋



写真5. 2. 2-26 一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形がある家屋（門前町黒島）



写真5. 2. 2-27 建築年が古い割に被害が軽微の家屋

(3) 珠洲市

珠洲市役所付近（写真 5.2.2-28）及びそれ以外の地域（写真 5.2.2-29）（写真 5.2.2-30）で、倒壊した家屋や残留変形が大きな家屋が複数確認された。一方、築年数が浅く無被害か被害軽微のもの（写真 5.2.2-31）や建築年が古いと見られる割に被害が軽微であるもの（写真 5.2.2-32）なども散見された。

2023 年地震（令和 5 年（2023 年）5 月 5 日の石川県能登地方を震源とする地震をいう。以下、同じ。）に倒壊を含む被害が多かった正院町正院では、2023 年地震時よりも圧倒的に多い倒壊（写真 5.2.2-33）が確認され、大きな残留変形がある家屋（写真 5.2.2-34）も 2023 年地震時よりかなり多かった⁵⁻²⁻³。これに対して、仕上材の種類やその外観上の汚損がほとんど無いことから 1981 年の新耐震基準施行後の建築であるとみられる木造家屋（写真 5.2.2-35）は外観上無被害であった。

宝立町鶴飼では、ほとんどの木造家屋が倒壊（写真 5.2.2-36）や残留変形が大きい（写真 5.2.2-37）などの被害を受けていた。倒壊家屋による道路閉塞（写真 5.2.2-38）が各所に見られ、一部アクセスできない家屋もあった。しかし、2000 年以降の建築と分かるような木造家屋で、構造的に無被害と見受けられるもの（写真 5.2.2-39）も散見された。なかには比較的築年数が古いと推測されるものの、被害が軽微なもの（写真 5.2.2-40）もあった。

宝立町三崎町二本松では、2023 年地震時に倒壊した家屋（写真 5.2.2-41）の近傍で、当時倒壊を免れた家屋（写真 5.2.2-42）が軒並み倒壊している事例（写真 5.2.2-43）も確認した。

正院町小路（調査範囲を図 5.2.2-2 に示す）で倒壊した比較的建築年代が新しい可能性のある木造住宅の様子を写真 5.2.2-44～写真 5.2.2-47 に、周辺の様子を写真 5.2.2-48～写真 5.2.2-51 に示す。柱頭にかど金物（T 型）、柱脚にホールダウン金物、筋かい端部にボックス型の筋かい金物を用いていた。金物の製造時期から 1981 年以降と推察されるが増築の可能性もある。



写真5. 2. 2-28 珠洲市役所近辺で倒壊した木造家屋群（珠洲市飯田町）



写真5. 2. 2-29 珠洲市役所前以外で倒壊を含む大きな被害を受けた家屋（珠洲市上戸町）



写真5. 2. 2-30 一部は安全限界変形を超えるような大きな残留変形のある木造家屋（珠洲市飯田町）



写真5. 2. 2-31 ほぼ無被害の築年数が浅いと見られる家屋（珠洲市飯田町）



写真5. 2. 2-32 建築年が古そうに見える割に被害が軽微な家屋（珠洲市飯田町）



写真5. 2. 2-33 珠洲市正院町正院で倒壊した木造家屋



写真5. 2. 2-34 珠洲市正院町正院で一部は安全限界変形を超える大きな残留変形が残る家屋



写真5.2.2-35 新耐震基準施行後の建築とみられる無被害又は被害軽微の家屋



写真5.2.2-36 珠洲市宝立町鶴飼の倒壊家屋群



写真5.2.2-37 安全限界変形を超える残留変形がある家屋（珠洲市宝立町鶴飼）

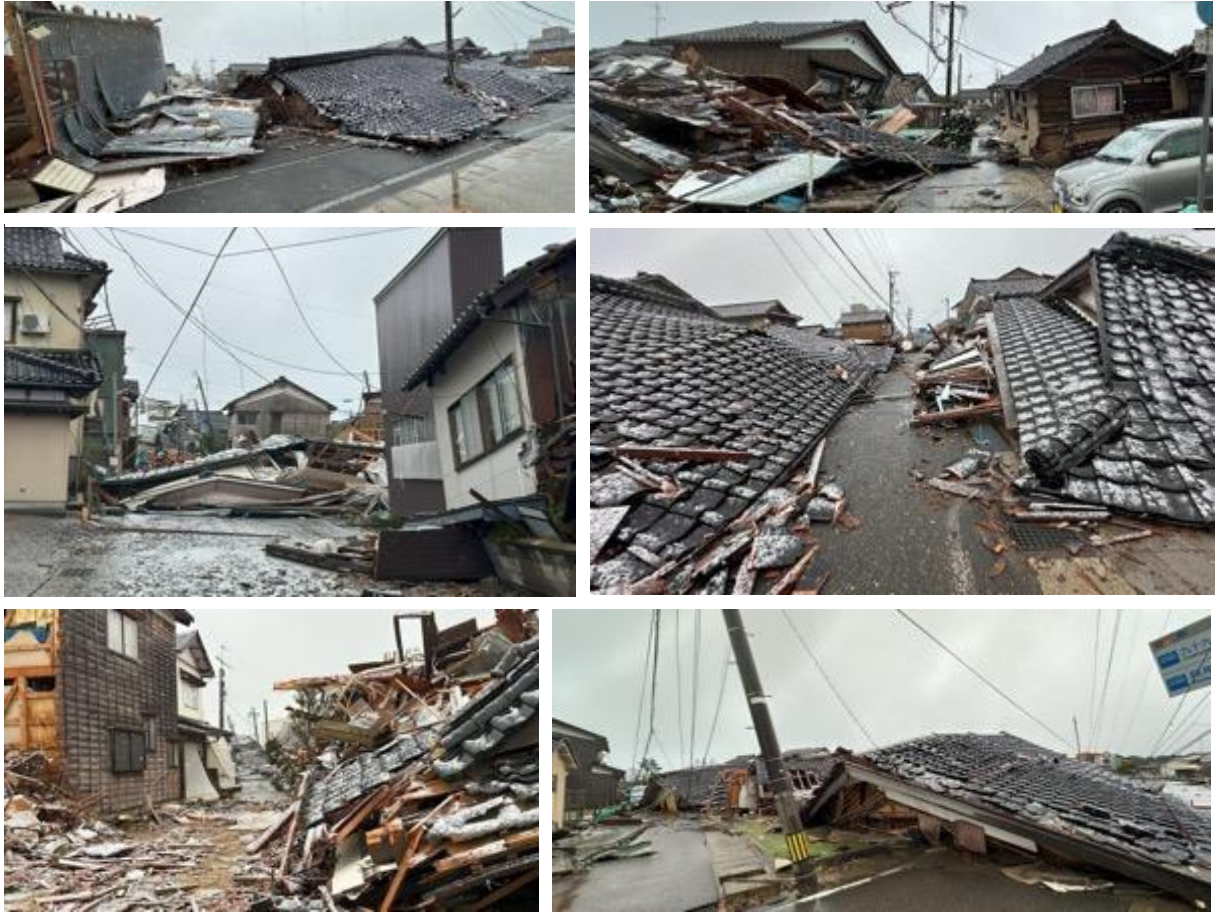


写真5. 2. 2-38 各所に見られた倒壊家屋による道路閉塞（珠洲市宝立町鶴飼）



写真5. 2. 2-39 比較的築年数が浅くて無被害又は被害軽微の家屋



写真5. 2. 2-40 比較的建築年が古い割に被害が軽微な木造家屋



写真5. 2. 2-41 珠洲市三崎町二本松で2023年地震時に倒壊した家屋
(2023年5月撮影)



写真5. 2. 2-42 写真5.2.2-41の近傍で2023年地震時に倒壊を免れた家屋
(2023年5月撮影)



写真5. 2. 2-43 写真5.2.2-41の近傍で2023年地震時に倒壊を免れたが今回倒壊に至った家屋



図5. 2. 2-2 珠州市小路の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真5.2.2-44 倒壊した木造住宅



写真5.2.2-45 写真5.2.2-44の筋かい端部の金物



写真5.2.2-46 写真5.2.2-44のホールダウン金物



写真5.2.2-47 写真5.2.2-44のかど金物（T型）



写真5.2.2-48 1層が崩壊した木造住宅



写真5.2.2-49 1層が崩壊した木造住宅と倉庫



写真5.2.2-50 2層が崩壊した木造住宅



写真5.2.2-51 比較的健全な木造住宅

(4) 鳳珠郡穴水町

穴水町曾福では倒壊を含む被害（写真 5.2.2-52）が散見された。同町鹿島でも複数の倒壊家屋（写真 5.2.2-53）が確認された。穴水町志ヶ浦では倒壊家屋（写真 5.2.2-54）のみならず、製材工場の社屋の倒壊（写真 5.2.2-55）も確認された。穴水町の中心市街地より北に位置する川島地区でも家屋の倒壊や大きな残留変形を有する店舗併用住宅（写真 5.2.2-56）や部分崩壊した専用住宅（写真 5.2.2-57）などが複数確認された。



写真5. 2. 2-52 穴水町曾福の倒壊家屋群



写真5. 2. 2-53 穴水町鹿島の倒壊家屋群



写真5. 2. 2-54 穴水町志ヶ浦の倒壊家屋



写真5. 2. 2-55 穴水町志ヶ浦の工場社屋の倒壊



写真5. 2. 2-56 傾斜が残る店舗併用住宅
(穴水町川島)



写真5. 2. 2-57 傾斜が残る住宅
(穴水町川島)



写真5.2.2-58 穴水町大町の倒壊家屋群

穴水町大町付近の中心市街地では、このエリアの木造家屋のほとんどが倒壊（写真 5.2.2-58）や残留変形がある（写真 5.2.2-59）などの被害を受けていた。比較的築年数の浅い木造家屋で、構造的に無被害と見受けられるもの（写真 5.2.2-60）も散見された。このうち、写真 5.2.2-60 の左の住宅は隣接家屋の倒壊により応急危険度判定で「危険」と判定されていた。河岸沿いの地震計の位置（写真 5.2.2-

61) は、2007年当時と変わっていないが、2007年地震時はほぼ無被害であった隣接する木造家屋が、安全限界変形を超える残留変形（写真5.2.2-61）が生じていた。

穴水町川島（調査範囲を図5.2.2-3に示す）の木造建築物の被害を写真5.2.2-62～5.2.2-65に示す。建築年代の古い木造住宅で多数の倒壊や大きな損傷が確認された。写真5.2.2-63のように、大きく傾斜した木造住宅に隣接して外観上損傷が軽微と思われる建築年代が比較的古いと考えられる木造住宅や比較的新しい木造住宅も確認できた。



写真5.2.2-59 残留変形がある家屋（穴水町大町）



写真5.2.2-60 築年数が浅い外観上無被害の家屋
（左の住宅は隣家の倒壊のため応急危険度「危険」判定）



写真5.2.2-61 K-NET 穴水の設置状況と近接する住宅の被災状況



図5. 2. 2-3 穴水町川島の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真5. 2. 2-62 2階が損傷した木造住宅



写真5. 2. 2-63 大きく傾斜した木造住宅
(左)



写真5. 2. 2-64 1層が崩壊した3階建て木造住宅



写真5. 2. 2-65 倒壊した木造店舗併用住宅

(5) 志賀町

震度 7 を記録した志賀町郊外では納屋、車庫、倉庫と見られる建築物は複数倒壊（写真 5.2.2-66）していたが、ほとんどの住宅が外観上は無被害（写真 5.2.2-67）に見えた。志賀町の観測波は卓越周波数が短周期であるため建築物への被害は限定的と考えられたが、以上の事実はこれを裏付けるものと考えられる。



写真 5. 2. 2-66 倒壊した納屋



写真 5. 2. 2-67 外観上無被害に見える木造家屋

(6) 能登町

能登町宇出津（調査範囲を図 5.2.2-4 に示す）の木造建築物の被害を写真 5.2.2-68～5.2.2-69 に示す。建築年代の古い木造住宅で外壁の剥落や脱落、水平変形が確認された。

能登町白丸（調査範囲を図 5.2.2-5 に示す）の木造建築物の被害を写真 5.2.2-70～5.2.2-73 に示す。白丸地区は津波により流失・倒壊した木造建築物が多数確認された。浸水痕から 2m 程度の浸水深であったと推測される。



図 5. 2. 2-4 能登町宇出津の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真 5. 2. 2-68 外壁が剥落した木造住宅



写真 5. 2. 2-69 大きく傾斜した木造店舗併用住宅



図5. 2. 2-5 能登町白丸の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真5. 2. 2-70 津波により湾に流出した木造住宅



写真5. 2. 2-71 津波により流失した木造住宅1



写真5. 2. 2-72 津波により流失した木造住宅2



写真5. 2. 2-73 津波により倒壊した木造住宅

(7) 七尾市

七尾市能登島久木町（調査範囲を図 5.2.2-6 に示す）の木造建築物の被害を写真 5.2.2-74～5.2.2-79 に示す。建築年代の古い木造住宅で大きな損傷が確認されたが、倒壊した建物はほとんど確認されなかった。久木町では下屋部分の床下を石場建てとする木造住宅が多数あり、礎石と束とのずれが確認された（写真 5.2.2-74）。

七尾市一本杉町（調査範囲を図 5.2.2-7 に示す）の木造建築物の被害を写真 5.2.2-80～5.2.2-83 に示す。建築年代の古い木造住宅で大きな損傷が確認された。土蔵の倒壊も多数確認された。

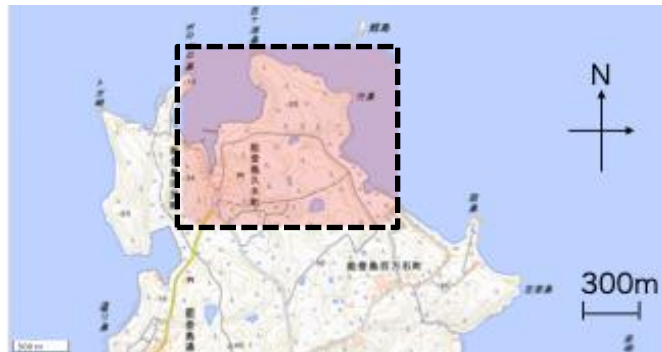


図5.2.2-6 七尾市能登島久木町の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真5.2.2-74 礎石と束のズレ



写真5.2.2-75 外壁の剥落した木造住宅



写真5.2.2-76 建設中の石場建て木造住宅



写真5.2.2-77 写真 5.2.2-76 の束と礎石部分



写真5. 2. 2-78 外観上無被害の木造住宅



写真5. 2. 2-79 土蔵の被害



図5. 2. 2-7 七尾市一本杉町周辺の調査範囲（国土地理院地図を加工）



写真5. 2. 2-80 倒壊した木造住宅



写真5. 2. 2-81 大きく傾斜した木造店舗併用住宅



写真5. 2. 2-82 大きく傾斜した木造住宅



写真5. 2. 2-83 外観上無被害の木造店舗併用住宅

(8) 枠組壁工法建築物

今回の調査範囲内の建築年を特定可能な枠組壁工法住宅の写真 5.2.2-84～5.2.2-87 に示す。いずれも軽微な損傷であるか損傷が確認できなかった。



写真5.2.2-84 珠洲市野々江町の3階建枠組壁工法住宅の開口周囲のひび割れ
(2004年竣工)



写真5.2.2-85 七尾市能登島曲町の平家の枠組壁工法住宅 (2003年竣工)



写真5.2.2-86 七尾市の2階建枠組壁工法住宅 (1996年竣工)



写真5.2.2-87 七尾市の2階建枠組壁工法住宅 (2000年竣工)

(9) 集成材建築物

珠洲市の商業建築 A (2009年竣工) (写真 5.2.2-88)、教育施設 B (2022年竣工) (写真 5.2.2-89)、教育施設 C (2016年竣工) (写真 5.2.2-90)、工作物 D (2019年竣工) (写真 5.2.2-91)、輪島市の教育施設 E (2015年竣工) (写真 5.2.2-92)、教育施設 F (2013年竣工) (写真 5.2.2-93) 等数棟の集成材建築物の被害状況を外観から確認したが、無被害であるように見受けられた。石川県内の集成材メーカーに確認し、いずれも 2000 年以降の建築物であることを確認した。



写真5.2.2-88 珠洲市の商業建築 A (2009年竣工)



写真5.2.2-89 珠洲市の教育施設 B (2022 年竣工)



写真5.2.2-90 珠洲市の教育施設 C (2016 年竣工)



写真5.2.2-91 珠洲市の工作物 D (2019 年竣工)



写真5.2.2-92 輪島市の教育施設 E (2015 年竣工)



写真5.2.2-93 輪島市の教育施設 F (2013 年竣工)

一方、1980年代に建てられたと推定される輪島市の工場建築 G (写真 5.2.2-94、図面を図 5.2.2-8 に示す) は、柱の割裂と踏み外し、筋かいの外れ、湾曲梁の割れなどを伴う大きな被害を受けていたが、残留変形はないようであった。また、2004年竣工の輪島市門前町の教育施設 H (写真 5.2.2-95、図面を図 5.2.2-9 に示す) は、外観から確認した限りで、柱脚部分の基礎立上りの割れ、玄関下屋根部の方杖の外れ、火打ちの落下が確認された。

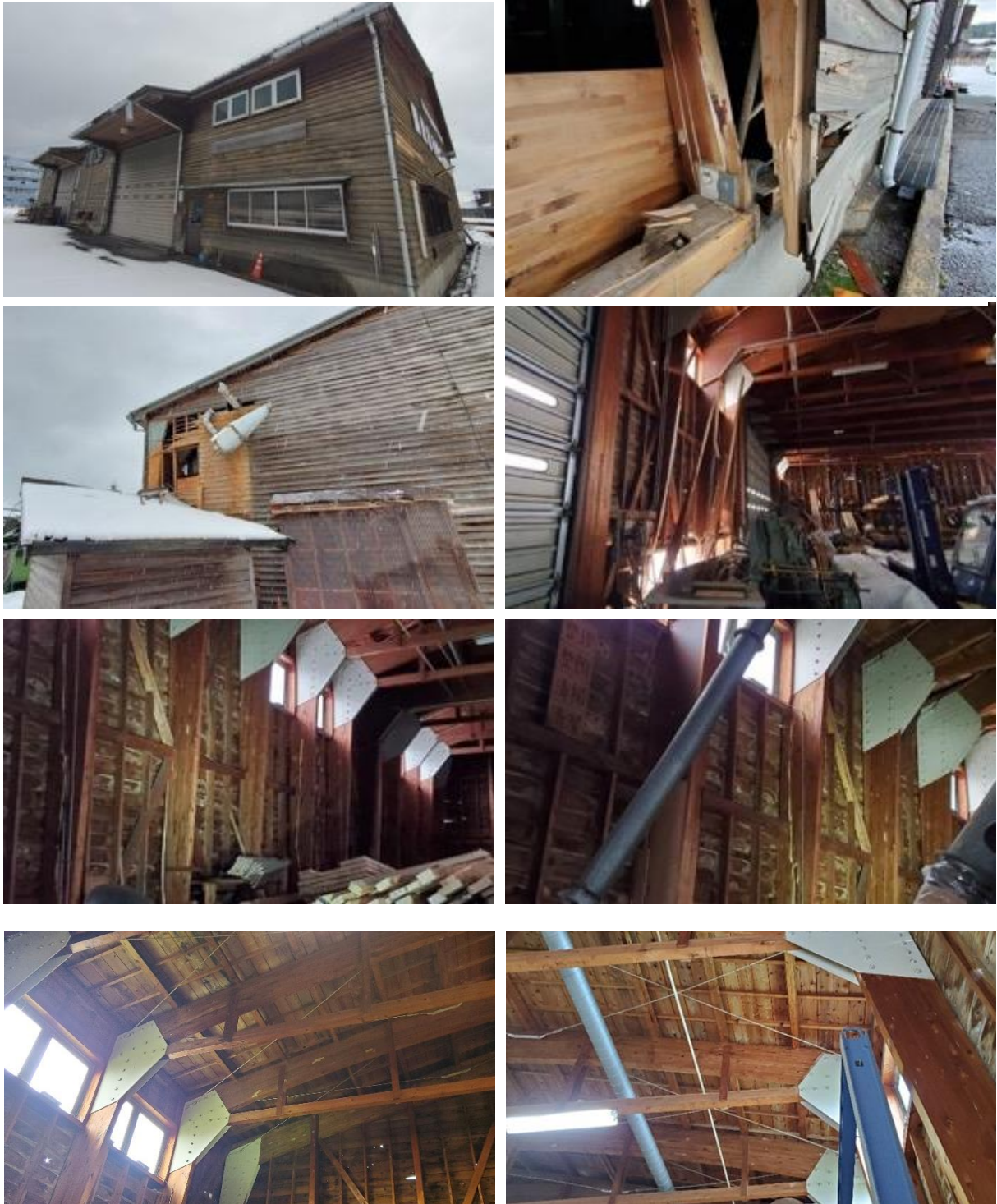


写真5.2.2-94 輪島市の工場建築 G

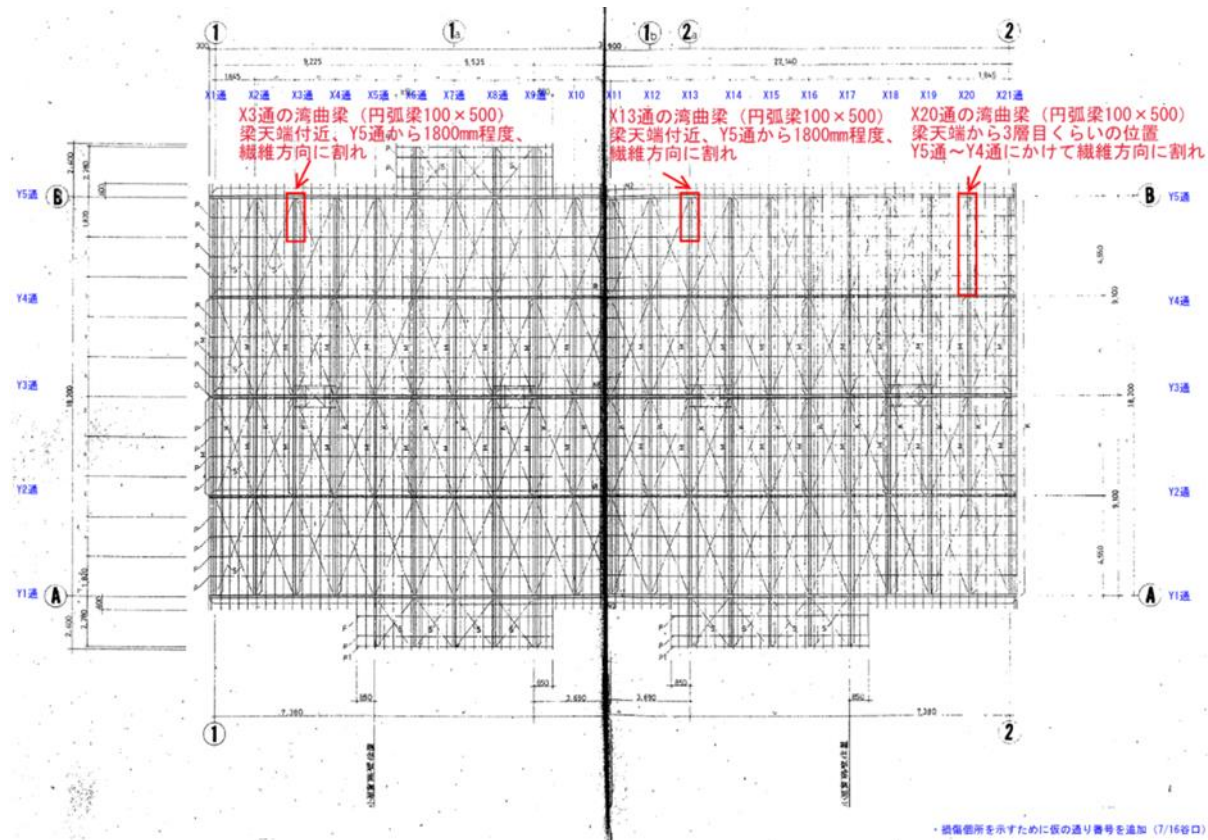
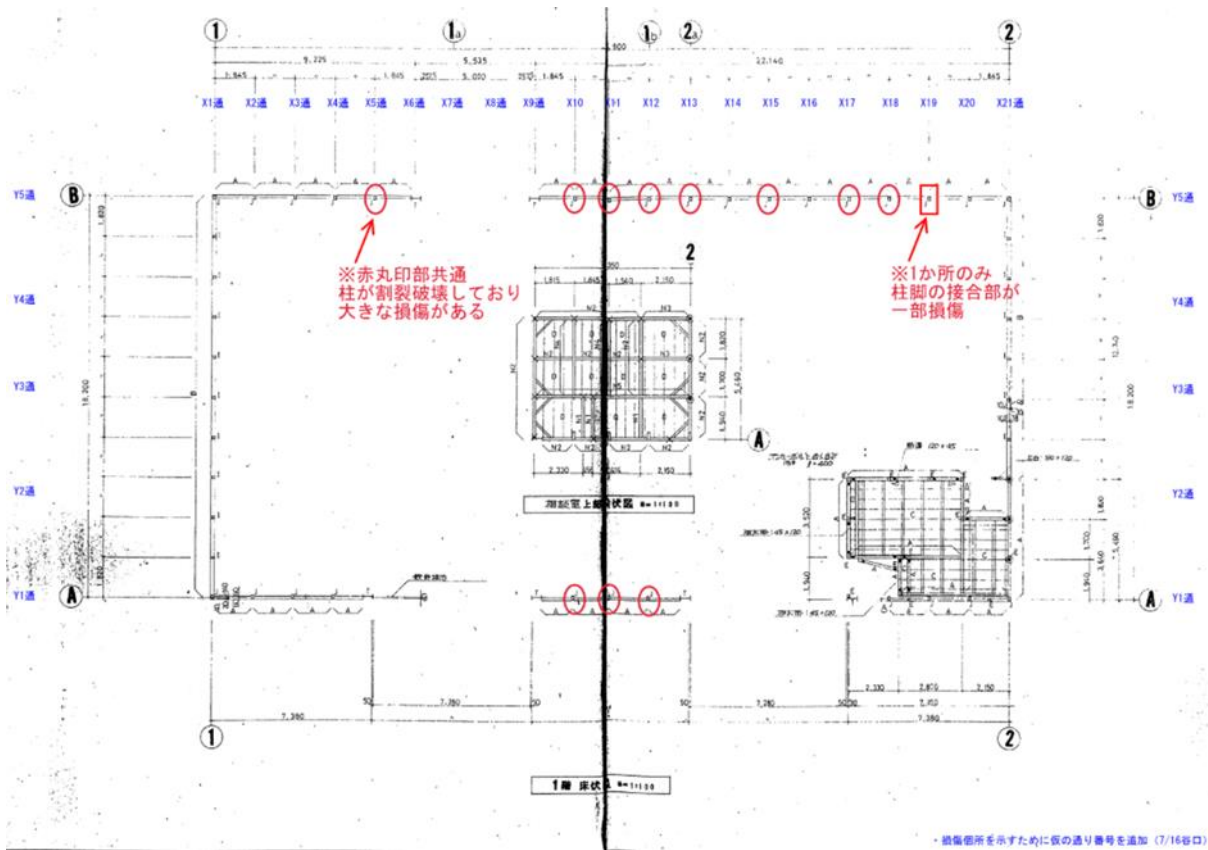


図5.2.2-8 工場建築 G の図面

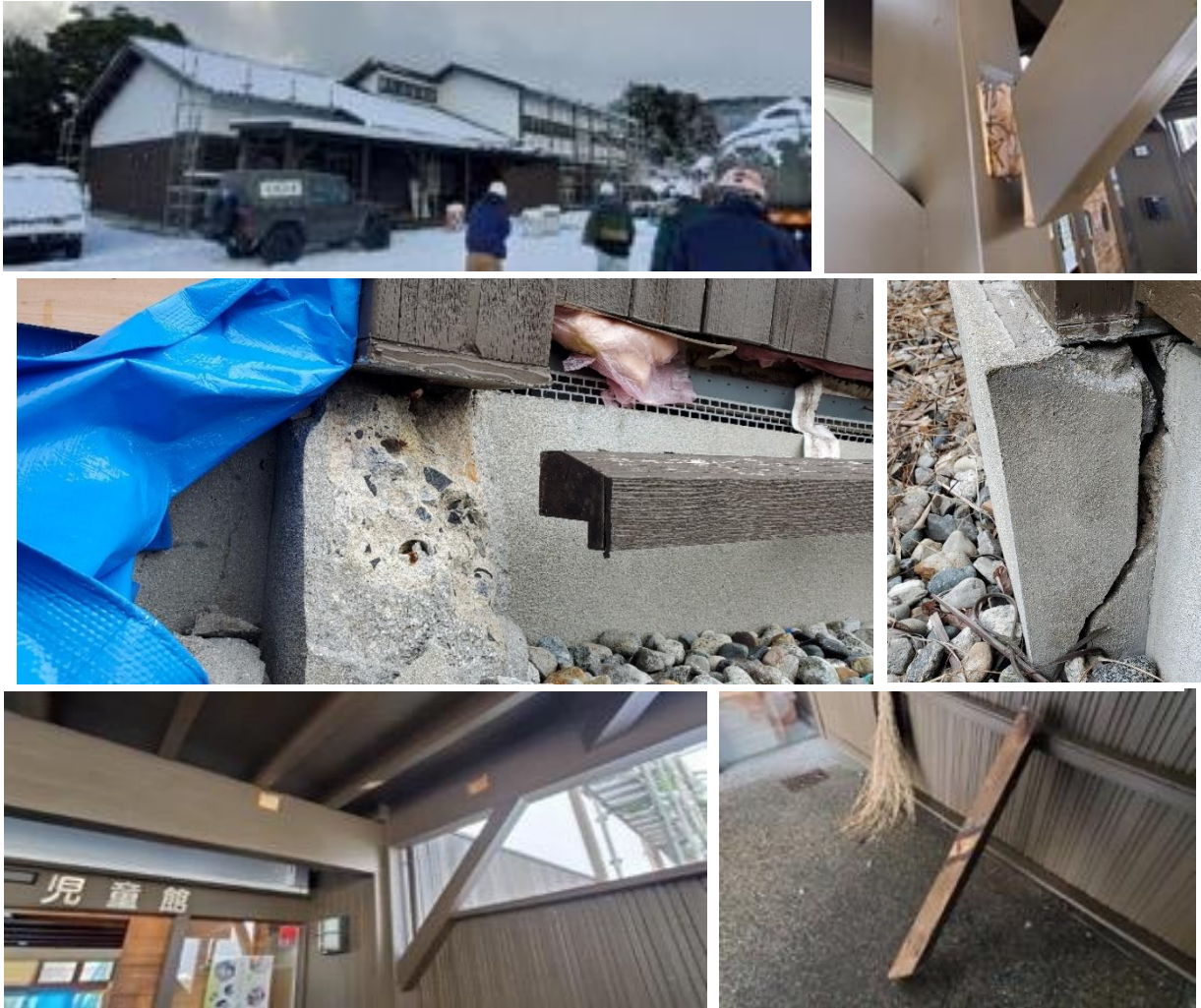


写真5. 2. 2-95 輪島市門前町の教育施設 H (2004 年竣工)

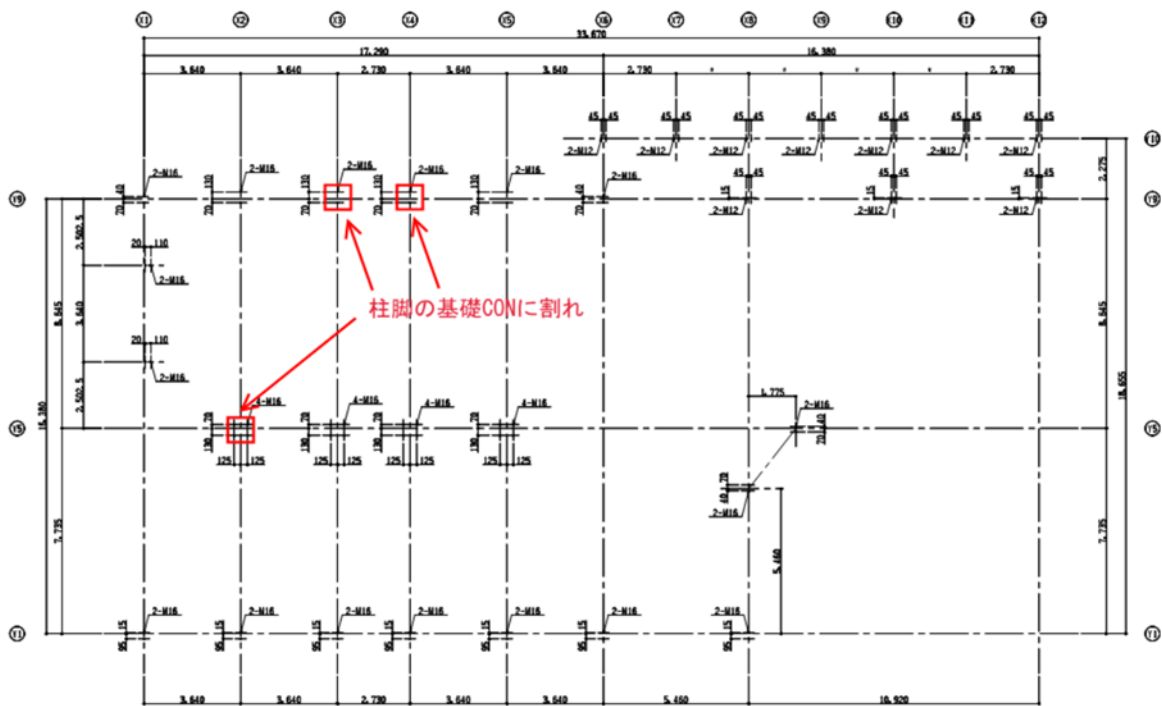


図5. 2. 2-9 教育施設 H の図面

5.2.3 まとめ

令和6年能登半島地震により被災した木造建築物の悉皆調査および各調査地区の被害の状況を調査した。以下に調査結果のまとめを示す。

(建築学会の悉皆調査結果の分析)

- ・ 悉皆調査結果について、集計対象の建築物 5,392 棟を構造別に見ると、木造建築物の 4,909 棟中 714 棟 (14.5%)、S 造建築物の 222 棟中 2 棟 (0.9%)、RC 造建築物の 126 棟中 2 棟 (1.6%)、混構造建築物の 74 棟中 13 棟 (17.6%)、その他・不明の 61 棟中 5 棟 (8.2%) が倒壊・崩壊となっており、木造建築物の倒壊・崩壊の割合が最も高かった。また、集計対象の建築物 5,392 棟を建設年代別に見ると、新耐震以前の建築物の 3,607 棟中 682 棟 (18.9%)、新耐震以降 2000 年改正以前の建築物の 1,053 棟中 50 棟 (4.7%)、2000 年改正以降の建築物の 732 棟中 4 棟 (0.5%) が倒壊・崩壊となっており、新耐震以前の建築物の倒壊・崩壊の割合が最も高かった。

(建築学会の悉皆調査結果のうち、木造建築物に関する分析)

- ・ 木造建築物の年代ごとの被害状況については、新耐震基準導入以前の木造建築物の倒壊・崩壊は 19.4%、新耐震基準導入以降では、2000 年の接合部等の基準の明確化以前の木造建築物の倒壊・崩壊は 5.4%、2000 年以降の木造建築物の倒壊・崩壊は 0.7% (608 棟のうち 4 棟) であった。これらは、平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の際に益城町において実施した悉皆調査の結果と同様の傾向を示している。
- ・ 屋根材が瓦である木造建築物と瓦以外の木造建築物の被害状況については、2000 年以降の木造建築物のうち倒壊・崩壊したものはそれぞれ 405 棟中 4 棟 (1.0%)、203 棟中 0 棟 (0.0%) であった。
- ・ 地盤の変状の有無による木造建築物の被害状況や液状化の有無による木造建築物の被害状況については、いずれの建築年代においても大きな差は確認されなかった。
- ・ 2000 年以降の木造建築物で倒壊・崩壊した 4 棟のうち、図面を収集できた 2 棟について分析したところ、いずれも壁の釣り合いの良い配置の規定を満足しておらず、かつ 1 棟は壁量規定を満足していないことが確認された。なお、図面を収集できなかった 2 棟のうちの 1 棟については、関係者から、築 100 年程度の住宅を 2000 年以降に移築したものであり、壁が非常に少なかったとの情報が得られたことから、壁量規定を満足していなかったことが考えられる。残りの 1 棟については、現時点では明確な被害要因が確認できなかった。
- ・ なお、調査対象地域は平成 19 年 (2007 年) 能登半島地震や 2023 年 5 月に能登地方で発生した地震により被害を受けた地域と重複している。今回データによる比較検証はできなかったものの、これらの地震被害を受けて除却等された建築物があったことにより、令和 6 年能登半島地震において地震被害を受けた建築物が相対的に少なくなっている地域もあるものと考えられる。

(耐震改修を行った建築物の被害状況に関する調査)

- ・ 建築学会の悉皆調査の対象のうち、地方公共団体の補助を受けて耐震改修を行った木造建築物について、国総研及び建研が実施した調査により、被害レベルが確認された旧耐震基準の木造建築物 38 棟のうち、無被害が 13 棟 (34%)、軽微から中破までが 22 棟 (58%)、大破が 3 棟 (8%) であり、倒壊・崩壊した建築物は確認されなかった。今後、補強の程度を確認する必要があるが、耐震改修を行っていない旧耐震基準の木造建築物の被害割合と比べ、耐震改修により被害が軽減されたと考えられる。

(被害調査地域内の木造建築物の被害の状況について)

- ・各調査地区の木造建築物の被害の状況について、過去の地震被害と同様に建築年代が古い木造建築物が倒壊または大破していた。特に輪島市河井町、同鳳至町、同門前町門前、同道下、珠洲市正院町正院、同宝立町鶴飼、穴水町中心市街地（大町）の被害が多く、かつ甚大であった。いずれも比較的古い木造建築物が多く存在する地域であった。
- ・津波被害地域の木造建築物について、建築年代が古い木造建築物が地震で大きく損傷し、津波の波力によってさらに被害が拡大したと考えられる。

参考文献

- 5-2-1) 岡田 成幸, 高井 伸雄, 地震被害調査のための建物分類と破壊パターン、日本建築学会構造系論文集、1999 年 64 巻 524 号 p. 65-72
- 5-2-2) 国立研究開発法人建築研究所 平成 19 年（2007 年）能登半島地震建築物被害調査報告
<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/activities/other/disaster/jishin/2007noto/houkokusho/20070824/index.pdf>
- 5-2-3) 国立研究開発法人建築研究所 2023(令和5)年5月5日の石川県能登地方を震源とする地震による木造建築物、瓦屋根等の被災建物調査報告
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R5_5_5_noto.pdf

5.3 鉄筋コンクリート造等建築物の被害

5.3.1 調査の目的と概要

令和6年能登半島地震による、鉄筋コンクリート造（以下、RC造）建築物、鉄骨鉄筋コンクリート造（以下、SRC造）建築物、壁式鉄筋コンクリート造（以下、壁式RC造）建築物および補強組積造建築物の被害の概要と特徴を把握するため、図5.3.1-1に示す石川県輪島市、鳳珠郡穴水町、七尾市および金沢市を対象として現地被害調査を実施した。なお、RC造基礎を有する鉄骨造建築物や鉄骨屋根のRC造体育館も調査対象に含んでいる。

調査対象建築物は、自治体からの情報提供や外部機関における被害調査報告等から比較的被害が大きいと思われるものを抽出して調査を行った。調査範囲のうち石川県輪島市、鳳珠郡穴水町は地震地域係数Zが0.9の地域に該当する。

本節では、その調査結果について建設年代ごとに整理し、RC造等建築物の被害の特徴を示す。

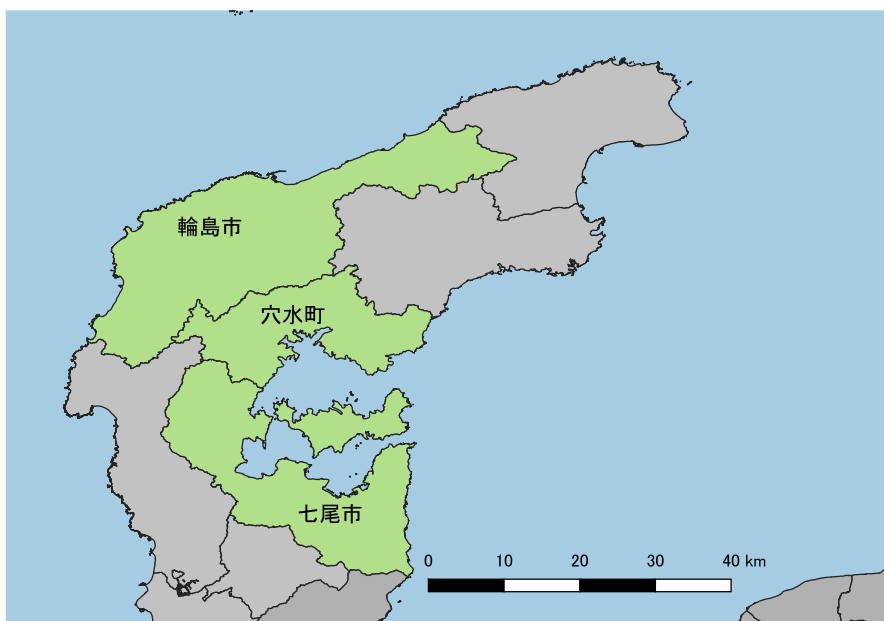


図 5.3.1-1 調査範囲

なお、本節では、建築物に使用されている杭について現地調査や設計図書等から情報収集した。しかし、この情報における杭の名称は商品名称などの統一されていない名称であった。そこで、本節では建研資料^{5.3-6)}の7章に記載されている「表7.1.2.2」を参考に杭の名称を下記のように整理し記載する。そのため、本節における杭の名称と設計図書に記載されている名称は必ずしも一致しない。

表 5.3.1-1 杭の分類

名称	断面形状	コンクリート強度	その他の特徴
場所打ち RC 杭	中実	18N/mm ² 以上	
既製 RC 杭	中実 or 中空	40N/mm ² 以上	
PC 杭	中空	50N/mm ² 以上	オートクレーブ養生 プレストレス導入
PHC 杭	中空	80N/mm ² 以上	オートクレーブ養生 プレストレス導入
PRC 杭	中空	80N/mm ² 以上	オートクレーブ養生 プレストレス導入 軸方向異形鉄筋あり
SC 杭	中空	80N/mm ² 以上	オートクレーブ養生 外殻鋼管巻き

※設計図書に AC 杭と記載があったものについては、本節では PHC 杭に分類することとした。

※設計図書にクロスパイル杭と記載があったものについては、本節では既製 RC 杭に分類することとした。

5.3.2 調査結果

(1) 1981年以降に施工または耐震改修された建築物

建築物 A (輪島市)

建築物 A-1 は、地上 2 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 1968 年である。2013 年に耐震改修工事が行われている。2020 年に、建築物 A-2 (地上 2 階建て鉄骨造) が増築されている。基礎は杭基礎であり、建築物 A-1 には杭径 $\phi 300\text{mm}$ の既製 RC 杭が、建築物 A-2 には鋼管杭が使用されている。建築物外観を写真 5.3.2-1 に示す。

建築物 A-1 の上部構造は、エキスパンションジョイント (以下、Exp. J.) の損傷 (写真 5.3.2-2～写真 5.3.2-3) や間仕切りの変形 (写真 5.3.2-4) が確認されたが、構造部材に目立った被害は確認されなかった。建築物 A-2 の上部構造も同様に構造部材に目立った被害は確認されなかった。建築物の周辺は地盤変状による地割れ等が発生していた (写真 5.3.2-5)。

図 5.3.2-1 に建築物の概略平面図を示す。建築物 A-1 について南方向に 12/1000 程度の傾斜が見られた。沈下は図 5.3.2-1 の A 点で 260mm、B 点で 145mm、C 点で 390mm 生じていた。応急危険度判定の傾斜に係る評価は、「A ランク」となった。被災度区分判定基準^{5.3-1)}における杭基礎建築物の基礎の傾斜と沈下量による被災度区分では、「大破」となった。建築物 A-2 の傾斜はわずかであった。



写真 5.3.2-1 建築物外観



写真 5.3.2-2 Exp. J.の損傷①



写真 5.3.2-3 Exp. J.の損傷②



写真 5.3.2-4 間仕切りの損傷



写真 5.3.2-5 建築物周辺の地盤変状

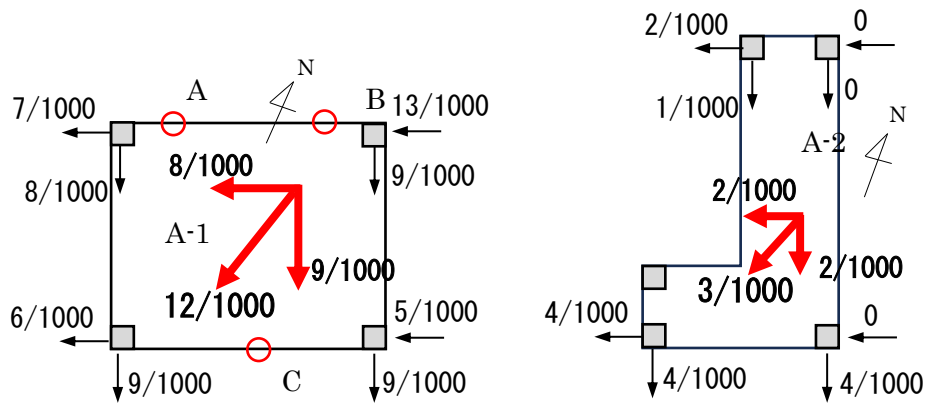


図 5.3.2-1 建築物 A-1 および A-2 の概略平面図

建築物 A-1 において杭基礎調査が行われた。建設当初、敷地内で地質調査が 3 箇所で行われている。その 1 箇所の結果は、深さ 14m 程度まで N 値は 1~3 の値であり、深さ 15m 付近において N 値が 40 以上の数値を示している。深さ 15m 付近までの土質は、深さ 2m まで盛土、深さ 2m から 15m 付近までは粘土で構成されている。深さ 15m~25m 付近は泥岩となっている。写真 5.3.2-6 に杭基礎掘削状況を、写真 5.3.2-7 に杭基礎調査の様子を示す。図 5.3.2-2 に示す No.③と No.④の杭の被害状況を写真 5.3.2-8 及び写真 5.3.2-9 に示す。両方の杭ともに杭頭部が損傷しており鋼材が露出している状況であった。

表 5.3.2-1 に掘削した杭の諸元及び杭被害状況を示す。当該表の残留水平変位及び残留傾斜角の X 及び Y 方向は、図 5.3.2-2 に示す X 方向及び Y 方向となっている。調査した全ての杭で損傷が見られた。杭径は調査した全ての杭で 300mm であり、PC 鋼棒が中空円形断面内に配置されていた。杭の肉厚は、50mm から 75mm であった。杭によっては PC 鋼棒の近傍に異形棒鋼が配筋されているものもあった。杭の損傷範囲の高さは杭直径の 1/3 の 100mm 程度のものから、最大で高さ 530mm 程度まで達していた。杭の残留水平変形角は、0.35%から 5.7%の傾斜角を示していた。

2016 年熊本地震の被害調査では、当該建築物と同様に建築物の傾斜が確認され杭基礎の被害調査を実施した事例として建築物 E が建研資料 5.3-6)に示されている。今回の杭の残留水平変形角は、その建築物 E と同様に大きい数値となっている杭があった。杭の傾斜方向は、建物の傾斜方向と一致している杭もあれば一致していないものもあった。

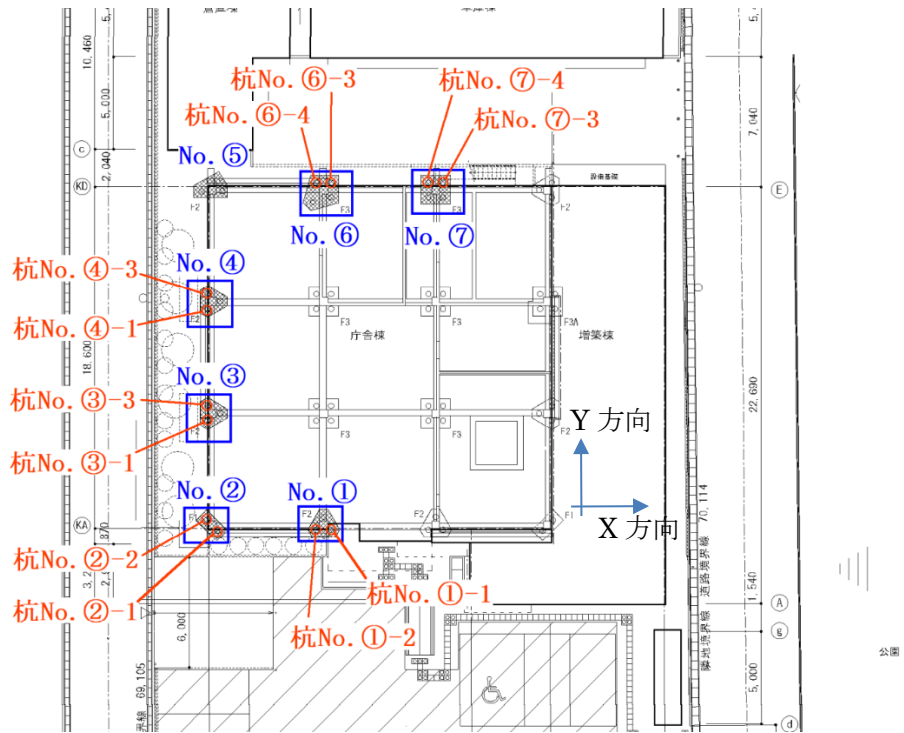


図 5.3.2-2 杭基礎掘削調査位置



写真 5.3.2-6 杭基礎掘削状況



写真 5.3.2-7 杭基礎調査状況



写真 5.3.2-8 杭 No.③の損傷状況
(左杭：No.③-3、右杭：No.③-1)



写真 5.3.2-9 杭 No.④-1 の損傷状況

表 5.3.2-1 杭諸元及び杭被害状況の一覧

杭番号	杭径 (mm)	杭頭 圧壊 高さ (mm)	断面 中空部の 肉厚 (mm)	主筋径		主筋間隔 (mm)	補強筋径 (mm)	補強筋 間隔 (mm)	主筋破断	主筋座屈	コンク リート 剥落	フーチング 残留水平 変位		杭残留 傾斜角	
				PC鋼線 (mm)	異形鉄筋 (mm)							X方向 (mm)	Y方向 (mm)	X方向 (°)	Y方向 (°)
				(mm)	(mm)							(mm)	(mm)	(°)	(°)
①-1	300	330	75	9.33	9.45	-	3.23	-	半分程度	半分程度	杭頭全周	-110	90	-1.95	-0.60
①-2	300	140	75	9.18	9.27	-	3.32	-	一部	ほぼ全部	杭頭全周	-90	-	-1.80	-1.00
②-1	300	180	60	9.22	-	-	3.36	100	半分程度	半分程度	杭頭全周	-105	40	-1.25	-0.80
②-2	300	340	60	7.24	-	-	3.34	100	ほぼ全部	一部	杭頭全周	-135	-	-0.40	-0.20
③-1	300	260	65	9.24	-	170	3.18	105	半分程度	半分程度	杭頭全周	-81	85	-2.20	0.35
③-3	300	210	-	9.17	9.24	-	3.19	100	一部	ほぼ全部	杭頭全周	-82	70	-3.24	0.95
④-1	300	530	60	9.61	9.41	-	3.30	100	一部	ほぼ全部	杭頭全周	-82	5	-2.35	1.15
④-3	300	250	65	9.73	9.17	215	3.21	-	確認されず	ほぼ全部	杭頭全周	-	-	-3.10	1.40
⑥-3	300	230	50	9.27	-	-	3.30	-	一部	ほぼ全部	杭頭全周	-70	-	-1.80	0.75
⑥-4	300	450	60	9.22	-	-	3.12	110	一部	ほぼ全部	杭頭全周	-100	-	-1.85	1.75
⑦-3	300	120	-	7.03	9.19	-	3.33	-	ほぼ全部	一部	杭頭全周	-75	-	-2.55	1.35
⑦-4	300	100	-	-	-	-	3.25	-	ほぼ全部	一部	杭頭全周	-	-	-1.65	-1.75

建築物 B (輪島市)

本建築物は、3階建て RC 造建築物であり、建築物 B-1～B-5 の計 5 棟および別棟が Exp. J で接続されている (写真 5.3.2-10～写真 5.3.2-15)。建設年は 1970 年である。2012 年 (第 1 期) および 2013 年 (第 2 期) に耐震改修工事が行われており、第 1 期では建築物 B-1～B-3 について、鉄骨ブレース補強、増設壁補強、袖壁補強等が施された。第 2 期は、建築物 B-4～B-5 について、鉄骨ブレース補強、柱の炭素繊維巻き立て補強、増設壁補強および開口閉塞が施されている。既存部の基礎構造は杭基礎であり、杭径 350-500mm、杭長 26m の既製 RC 杭が用いられている。

建築物の傾斜を測定したところ、建築物 B-1 は南方向に 22/1000 の傾斜が、建築物 B-5 は北方向に 26/1000 の傾斜が認められた。建築物周辺は地盤変状が激しく、地盤沈下が生じていることが確認された (写真 5.3.2-16)。建築物 B-1 内部では、傾斜・沈下に伴うと思われる 1 階床の膨れ上がりが確認された (写真 5.3.2-17)。建築物 B-1 と建築物 B-2 の間の Exp. J. は損傷が見られる (写真 5.3.2-18)。建築物 B-2 の鉄骨ブレース補強部分では、両側柱の脚部でのかぶりコンクリート剥落が認められたが、ブレース部分の損傷はなかった (写真 5.3.2-19)。建築物 B-2 と別棟の間の Exp. J. は鉛直方向と水平方向にずれが生じており、鉛直方向のずれは 430mm 程度であった (写真 5.3.2-20、写真 5.3.2-21)。建築物 B-1 と建築物 B-3 の間、建築物 B-4 と建築物 B-5 の間でも Exp. J. の損傷が見られた (写真 5.3.2-22、写真 5.3.2-23)。建築物 B-4 と別棟の間の Exp. J. では 370mm の鉛直ずれが確認された (写真 5.3.2-24、写真 5.3.2-25)。

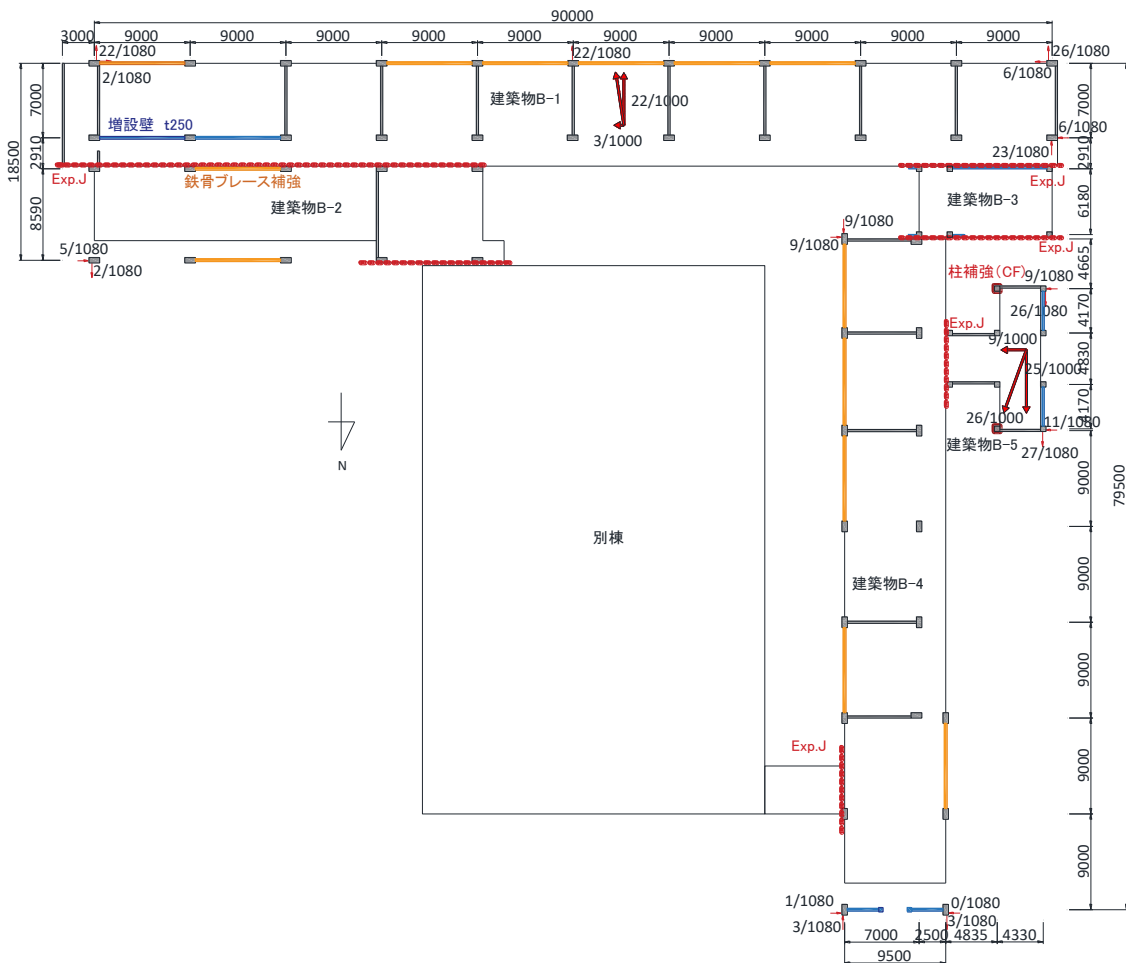


図 5.3.2-3 建築物 B-1～B-5 の概略平面図および傾斜計測結果



写真 5. 3. 2-10 建築物 B-1 南側外観



写真 5. 3. 2-11 建築物 B-2



写真 5. 3. 2-12 建築物 B-3



写真 5. 3. 2-13 建築物 B-4



写真 5. 3. 2-14 建築物 B-5



写真 5. 3. 2-15 西側外観



写真 5.3.2-16 建築物 B-4 周辺の地盤変状



写真 5.3.2-17 建築物 B-1 1階床の膨れ上がり

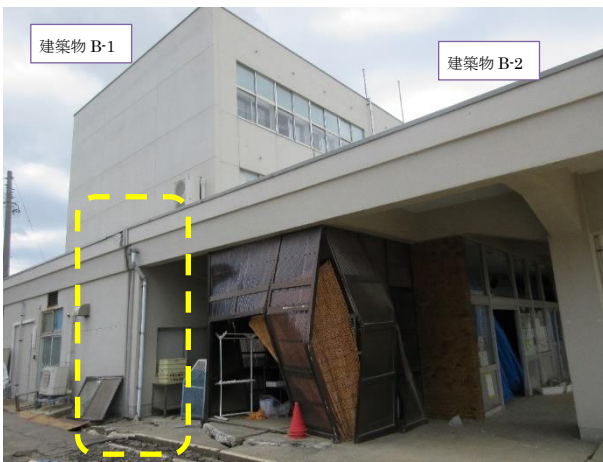


写真 5.3.2-18 建築物 B-1 と B-2 の間の Exp. J. の被害



写真 5.3.2-19 建築物 B-2 の鉄骨ブレース補強
周辺柱の被害



写真 5.3.2-20 建築物 B-2 と別棟の間の Exp. J. の被害



写真 5.3.2-21 建築物 B-2 と別棟の間の Exp. J. の段差



写真 5.3.2-22 建築物 B-1 と B-3 の間の Exp. J.
の被害

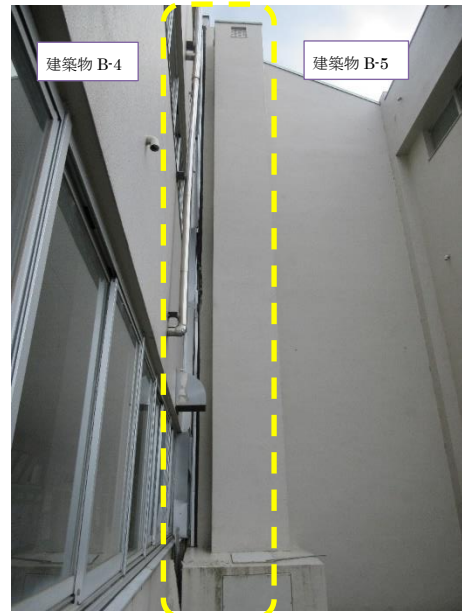


写真 5.3.2-23 建築物 B-4 と B-5 の間の Exp. J.
の被害



写真 5.3.2-24 建築物 B-4 と別棟の間の Exp. J.
の被害

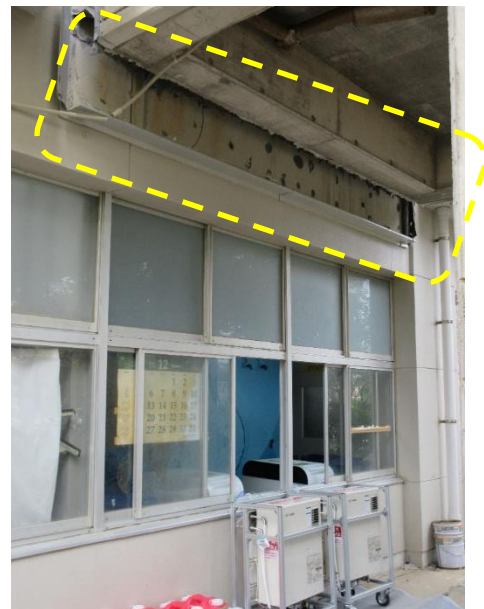


写真 5.3.2-25 建築物 B-4 と別棟の間の Exp. J.
のずれ

「震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針 2015 改訂版」^{5.3-1)}に従って、被災度区分判定を実施した。被災度区分判定基準では、杭基礎建築物の基礎の傾斜・沈下量により基礎構造の被災度区分が定義されている。沈下量は不明であるが、写真 5.3.2-21 や写真 5.3.2-25 に示すように、別棟と比較して建築物 B-2 や建築物 B-4 は数十 cm の沈下が生じていると考えられるため、沈下量は 0.1m 以上と考える。傾斜については図 5.3.2-3 のように計測されているため、それに基づいて杭基礎構造の被災度区分を判定すると、建築物 B-1、建築物 B-5 は「大破」、その他は「中破」と判定される。

続いて、上部構造の被災度区分を判定する。層崩壊形を仮定し、部材損傷度に基づき、方向別に 1 階の耐震性能残存率 R を算定した。なお、柱は建設年（1971 年以前）を考慮して“せん断柱”とした。また、鉄骨ブレース補強されている構面は両側柱付き壁（CWC）と同等と判断し、両側柱の部材損傷

度のうち大きい方を採用する。部材損傷度および層崩壊を仮定した耐震性能残存率 R を計算した結果を図 5.3.2-4 に、被災度区分判定結果を表 5.3.2-2 に示す。上部構造の被災度区分は「軽微」～「中破」と判定されるが基礎構造の被災度区分と比較しても被災程度は小さい。

表 5.3.2-2 被災度区分判定結果

被災度区分	基礎構造	上部構造	
		EW 方向	NS 方向
建築物 B-1	大破	軽微	中破
建築物 B-2	中破	小破	小破
建築物 B-3	中破	軽微	軽微
建築物 B-4	中破	中破	小破
建築物 B-5	大破	軽微	軽微

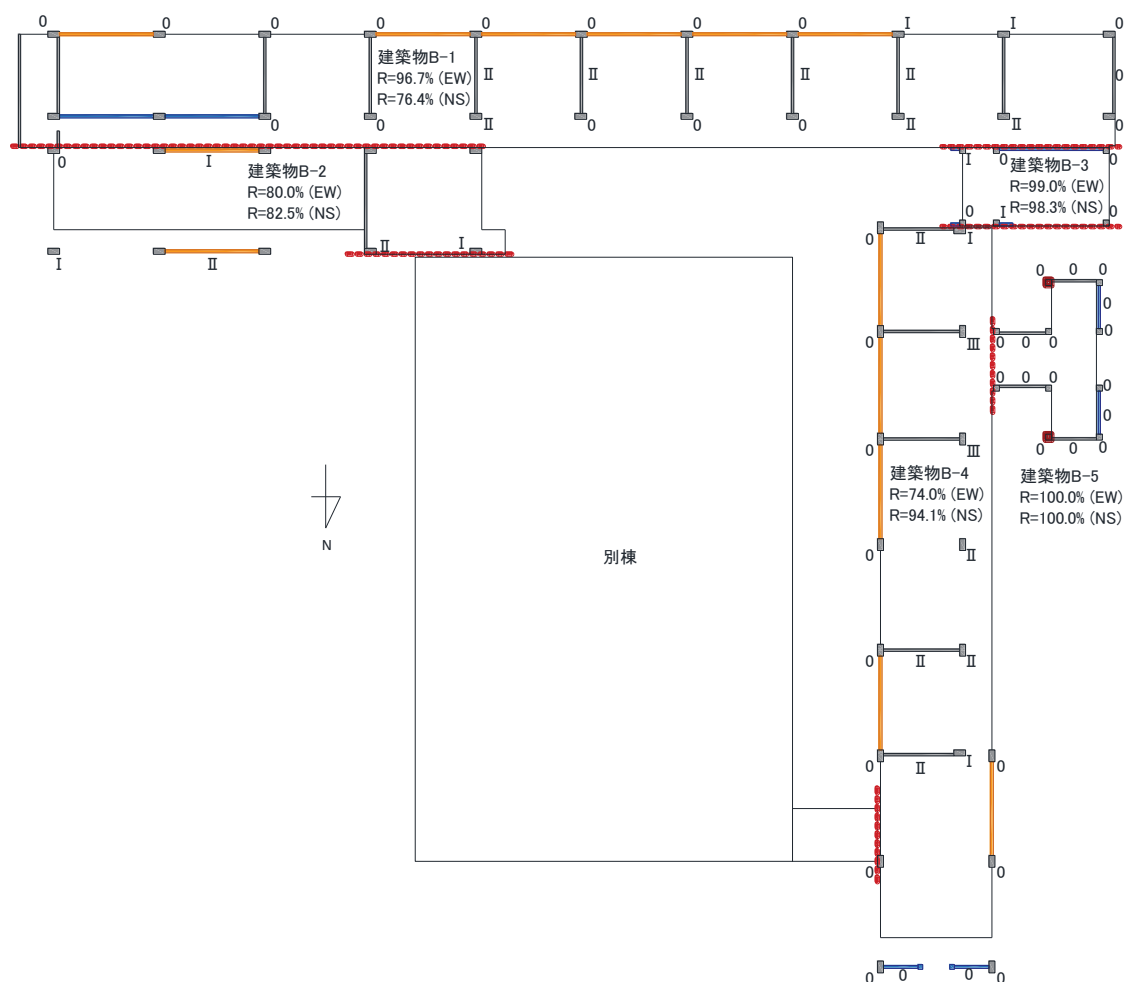


図 5.3.2-4 上部構造の被災度区分判定結果

建築物 C（輪島市）

本建築物は学校校舎であり、Exp. J. によって分離された建築物 C-1～C-5 の 5 棟からなる。建築物 C-1 は 3 階建て RC 造、建築物 C-2～C-4 は 2 階建て RC 造、建築物 C-5 は 1 階建て鉄骨造である。建築物 C-1～C-4 の建設年は 1973 年であり、1980 年に建築物 C-5 が増築され、2013 年に建築物 C-1、C-2 および C-5 の耐震改修工事が行われた。耐震改修は、RC 造の建築物 C-1、C-2 は枠付き鉄骨ブレース設置、増設耐震壁の設置、RC 柱の増し打ちがなされており、建築物 C-5 は鉄骨ブレースが両妻構面および桁行 1 構面に設置された。既存部の杭基礎は、建築物 C-1～C-5 で杭径 300-400mm、杭長 17m の PC 杭が用いられている。

概略平面図を図 5.3.2-5 に示す。傾斜を計測したところ、建築物 C-1 は北西方向に 18/1000、建築物 C-2 は西方向に 12/1000、建築物 C-3 は西方向に 13/1000 の傾斜が確認された。建築物 C-1 北側は 1 階床面の顕著な起伏がみられ（写真 5.3.2-28、写真 5.3.2-29）、建築物 C-1 北側の沈下は 330mm 程度確認されたため、傾斜との関係から平均沈下量は 100mm 以上であったと推察される。建築物 C-1 と隣接棟（建築物 C-2、建築物 C-3、別棟）との間の Exp. J. では顕著な損傷がみられる（写真 5.3.2-30～写真 5.3.2-33）。建築物 C-3 は一部の壁にひび割れが確認された（写真 5.3.2-34）。また、建築物 C-4 では 1 階床面の起伏がみられ（写真 5.3.2-35）、建築物 C-4 と隣接棟（建築物 C-2、C-3、C-5）との間の Exp. J. では損傷と 65mm 程度の段差が確認された（写真 5.3.2-36）ことから、100mm 程度の沈下が生じているものと推察される。

RC 造の建築物 C-1～C-4 について、部材損傷度を判定した結果を図 5.3.2-5 に、層崩壊を仮定して被災度区分判定を実施した結果を表 5.3.2-3 に示す。なお、柱は建設年を考慮して”曲げせん断柱”とした。また、鉄骨ブレース補強されている構面は両側柱付き壁（CWC）と同等と判断し、両側柱の部材損傷度のうち大きい方を採用する。上部構造の被災度としては、建築物 C-2、C-3 の EW 方向および建築物 C-3、C-4 の NS 方向は「中破」と判定され、その他については「小破」と判定される。一方で、杭基礎構造の被災度区分判定としては、建築物 C-1 は「大破」、建築物 C-2～C-4 は「中破」と判定される。全体的には、基礎構造の被災度のほうが上部構造の被災度よりも大きい傾向がみられる。

表 5.3.2-3 被災度区分判定結果

被災度区分	基礎構造	上部構造	
		EW 方向	NS 方向
建築物 C-1	大破	小破	小破
建築物 C-2	中破	中破	小破
建築物 C-3	中破	中破	中破
建築物 C-4	中破	小破	中破

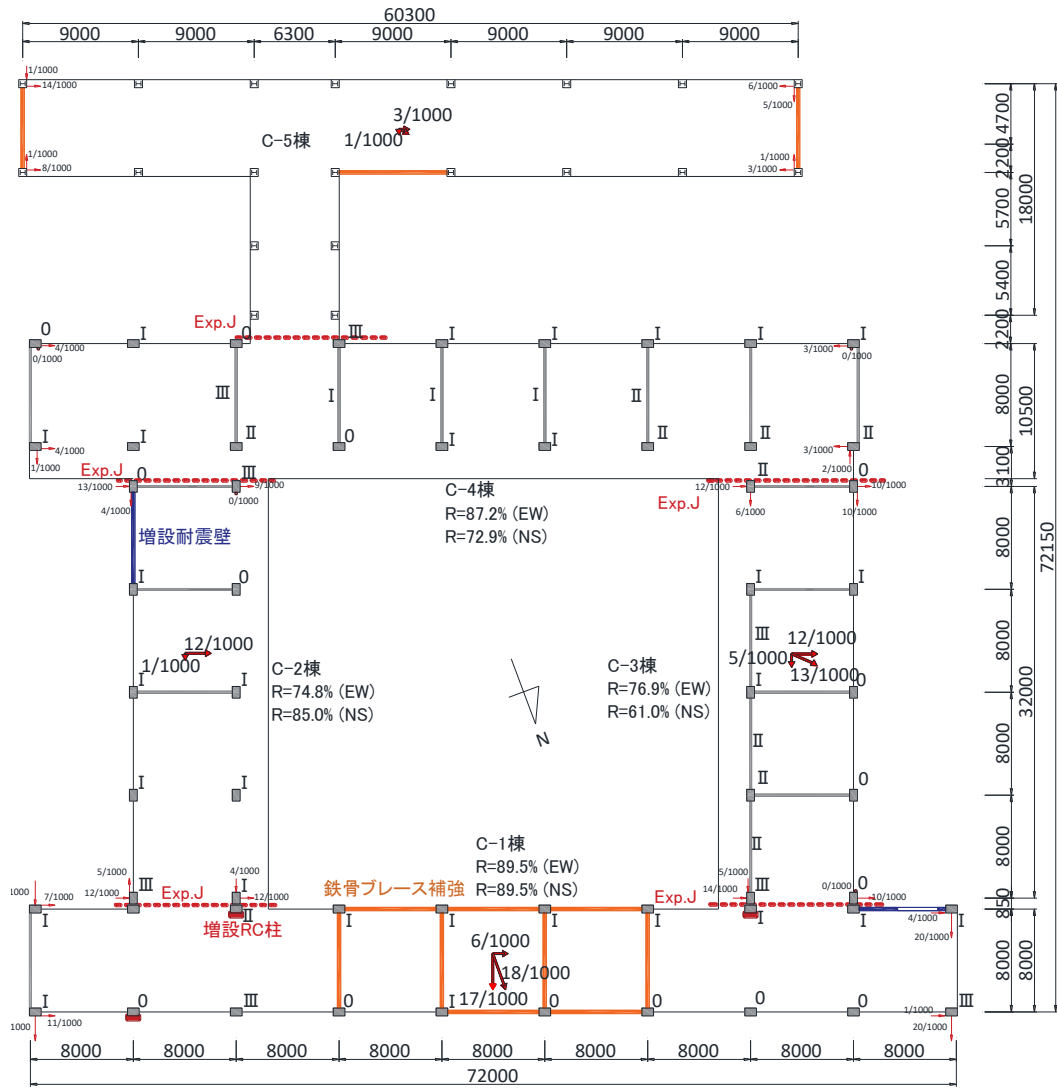


図 5.3.2-5 概略平面図、傾斜、被災度区分判定



写真 5.3.2-26 建築物 C-1 北面外観



写真 5.3.2-27 建築物 C-1 梁間方向耐震補強



写真 5.3.2-28 建築物 C-1 1 階床面の起伏



写真 5.3.2-29 建築物 C-1 1 階床面の起伏



写真 5.3.2-30 建築物 C-1 と C-2 の間の Exp. J.
の被害



写真 5.3.2-31 建築物 C-1 と C-3 の間の Exp. J.
の被害



写真 5.3.2-32 建築物 C-1 と別棟の間の Exp. J.
の被害

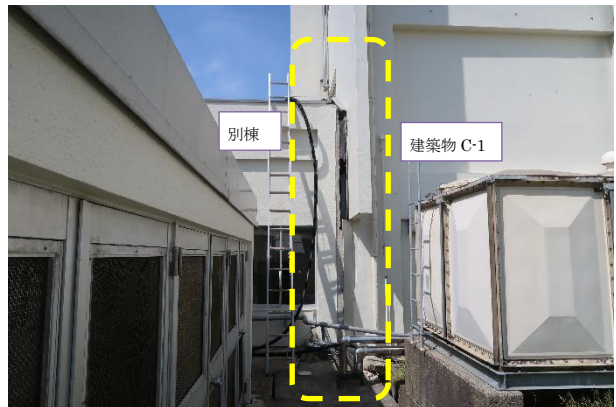


写真 5.3.2-33 建築物 C-1 と別棟の間の Exp. J.
の被害

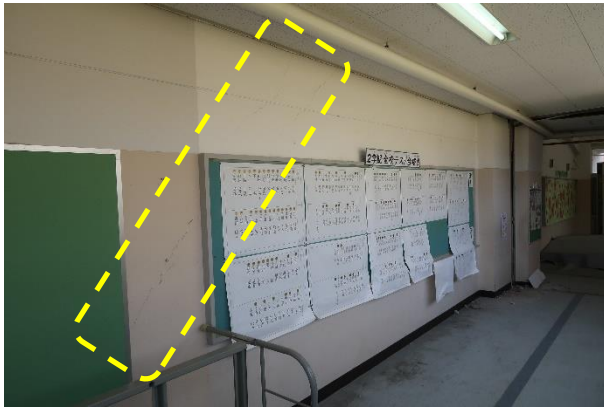


写真 5.3.2-34 建築物 C-3 耐力壁のひび割れ



写真 5.3.2-35 建築物 C-4 床面の盛り上がり

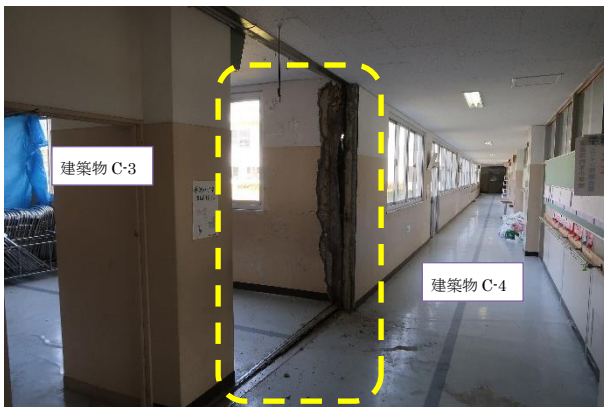


写真 5.3.2-36 建築物 C-3 と C-4 の間の Exp.J.
の被害

建築物 D (輪島市)

本建築物は、建築物 D-1 (地上 4 階建ての RC 造建築物、写真 5.3.2-37)、建築物 D-2 (地上 2 階建ての RC 造建築物、写真 5.3.2-38)、建築物 D-3 (地上 2 階建ての SRC 造建築物、写真 5.3.2-39) が Exp. J.によって連結された学校施設であり、建設年は 1985 年である。建築物の基礎は、PHC 杭 (上杭が B 種、中杭及び下杭は A 種) による杭基礎で、杭径が $\phi 450\text{mm}$ 、杭長は 37~38m である。建築物の管理者が実施した被災度区分判定によると、上部構造は 3 棟全て小破、基礎構造は 3 棟全て大破の判定となった。この被災度区分判定によると、建築物 D-1~D-3 における基礎の相対沈下量はそれぞれ 0.11m、0.18m、0.33m であり、傾斜はそれぞれ北に 0.75%、西に 1.33%、北西に 1.31%であった。また、建築物の管理者が実施した杭の掘り出し調査 (図 5.3.2-6 における赤い四角 6 箇所の杭頭部) によると、建築物 D-2①以外の 5 箇所において杭の損傷が見られた。本建築物の地盤では地下水位が高く、この杭の掘り出し調査中掘り出した箇所に周辺から地下水による侵入が見られた。そのため、写真 5.3.2-43 のように掘り出した場所を数日放置すると地下水位がパイルキャップの上端近くまで上昇していた。

担当者へのヒアリングによると、1 月 1 日に停電が発生したため、1 月 6 日に電気が復旧するまでの間は、電源車によって電源の供給が行われた。この施設ではプロパンガスを使用していたがガスの配管に被害が出たため、調査日時点においても使用することができない。水道は発災から 4 月上旬に市内の配管が復旧するまで使用することができなかった。本建築物は、発災以降 8 月ごろまで避難所として使用されていた。



写真 5. 3. 2-37 建築物 D-1 南側全景



写真 5. 3. 2-38 建築物 D-2 南東側全景



写真 5. 3. 2-39 建築物 D-3 北東側全景



写真 5. 3. 2-40 杭頭部の状況 (D-2①)



写真 5. 3. 2-41 杭頭部の損傷 (D-1①)



写真 5. 3. 2-42 杭頭部の損傷 (D-3②)

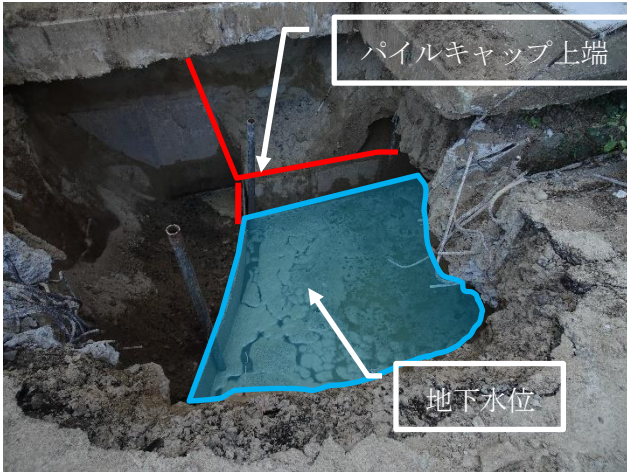


写真 5.3.2-43 掘り出し箇所地下水位 (D-2②)

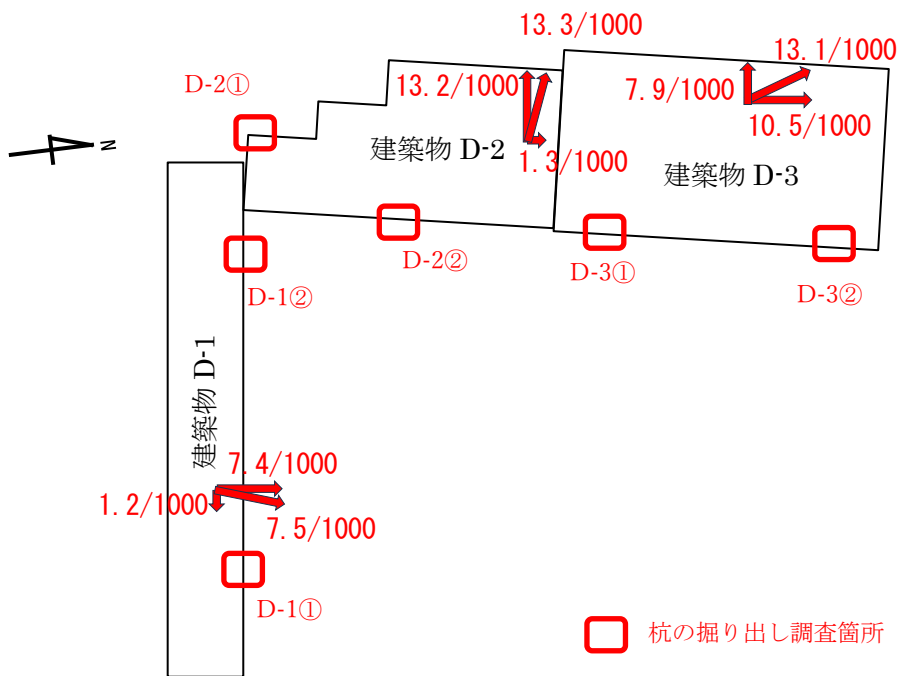


図 5.3.2-6 建築物平面図

建築物 E (輪島市)

建築物 E は、地上 5 階建ての RC 造庁舎であり、建設年は 1973 年である (写真 5.3.2-44)。建築物はコの字形をした不整形な建築物であり、2021 年にコの字の内側部分に外付けフレームや RC 造耐力壁の増打ち補強により耐震補強工事が施された (写真 5.3.2-45)。補強設計の構造計算書によると、用途係数 $U=1.25$ および地震地域係数 $Z=1.0$ で第 2 次診断による補強設計が行われている。表 5.3.2-4 に上部構造における補強後の診断結果を示す。設計図面によると、既存部の基礎は $\phi 300$ または $\phi 350$ の PHC 杭 (杭長 28m) を用いた杭基礎であり、この既存部に対しての補強は実施されていないが、補強設計において長期軸力に対する支持力の確認は行われている。また、補強部の外付けフレームの基礎は、 $\phi 267.4$ で厚さ 12.7mm の先端羽付鋼管杭 (ハネ径 700mm、杭長 19m) の周囲に地盤改良体 (直径 1000mm) を施した摩擦杭を用いた杭基礎 (図 5.3.2-8) である。補強設計では、短期荷重による変動軸力に対して、圧縮方向の支持力と引き抜き方向の抵抗力の確認が行われている。

建築物の外周部は写真 5.3.2-46 に示すように地盤変状により周囲の地盤の沈下が見られた。建築物の傾斜を確認することを目的に、建築物の外周部の柱を対象として下げ振りによる傾斜の測定を行った。図 5.3.2-7 には、それぞれの柱における計測結果と併せて、既存部の傾斜の平均値と補強部の傾斜の平均値をそれぞれ計算した。ただし、平均値は小数点以下を四捨五入して示している。その結果、既存部は南に約 3/1000 の傾斜、補強部は南に 1/1000 の傾斜が見られた。いずれも 1/300 以下となったため、被災度区分判定基準^{5.3-1)}における杭基礎構造の被災度区分は「無被害」と判定された。一方で、建築物の管理者が実施した杭頭部の掘り出し調査によると、写真 5.3.2-47 に示すように、地震による損傷かどうかは不明であるが北西部の杭の杭頭部に損傷が確認できた。

表 5.3.2-4 建築物 E の補強後の診断結果

方向	階	E_0	S_D	T	C_{TUD}	I_S	判定	I_{S0}
X	5(東)	2.087	0.617	0.984	1.289	1.268	OK	0.75
	5(西)	1.349	0.617	0.984	0.833	0.820	OK	0.75
	4	1.207	0.813	0.984	0.983	0.967	OK	0.75
	3	0.829	0.926	0.984	0.768	0.756	OK	0.75
	2	0.847	0.926	0.984	0.784	0.772	OK	0.75
	1	0.895	0.926	0.984	0.829	0.816	OK	0.75
Y	5(東)	1.315	0.877	0.984	1.153	1.135	OK	0.75
	5(西)	1.217	0.628	0.984	0.765	0.753	OK	0.75
	4	0.856	0.894	0.984	0.855	0.841	OK	0.75
	3	0.838	0.926	0.984	0.776	0.763	OK	0.75
	2	0.845	0.926	0.984	0.783	0.771	OK	0.75
	1	0.892	0.926	0.984	0.826	0.813	OK	0.75



写真 5.3.2-44 建築物外観（北側）



写真 5.3.2-45 建築物外観（南側）



写真 5.3.2-46 建築物外周部の地盤変状



写真 5.3.2-47 北西部の杭



写真 5.3.2-48 南東部の杭

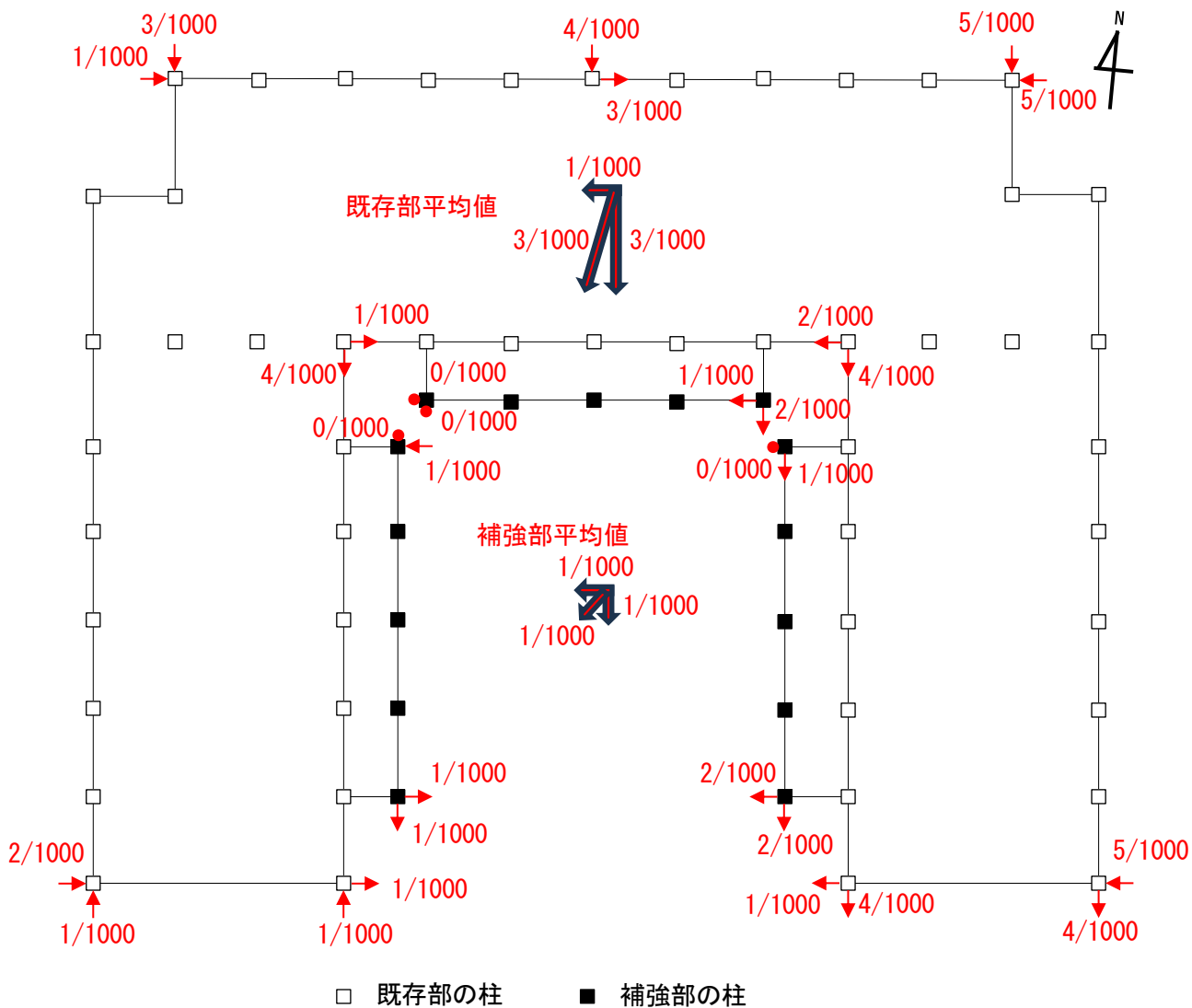


図 5.3.2-7 建築物 E の概略平面図

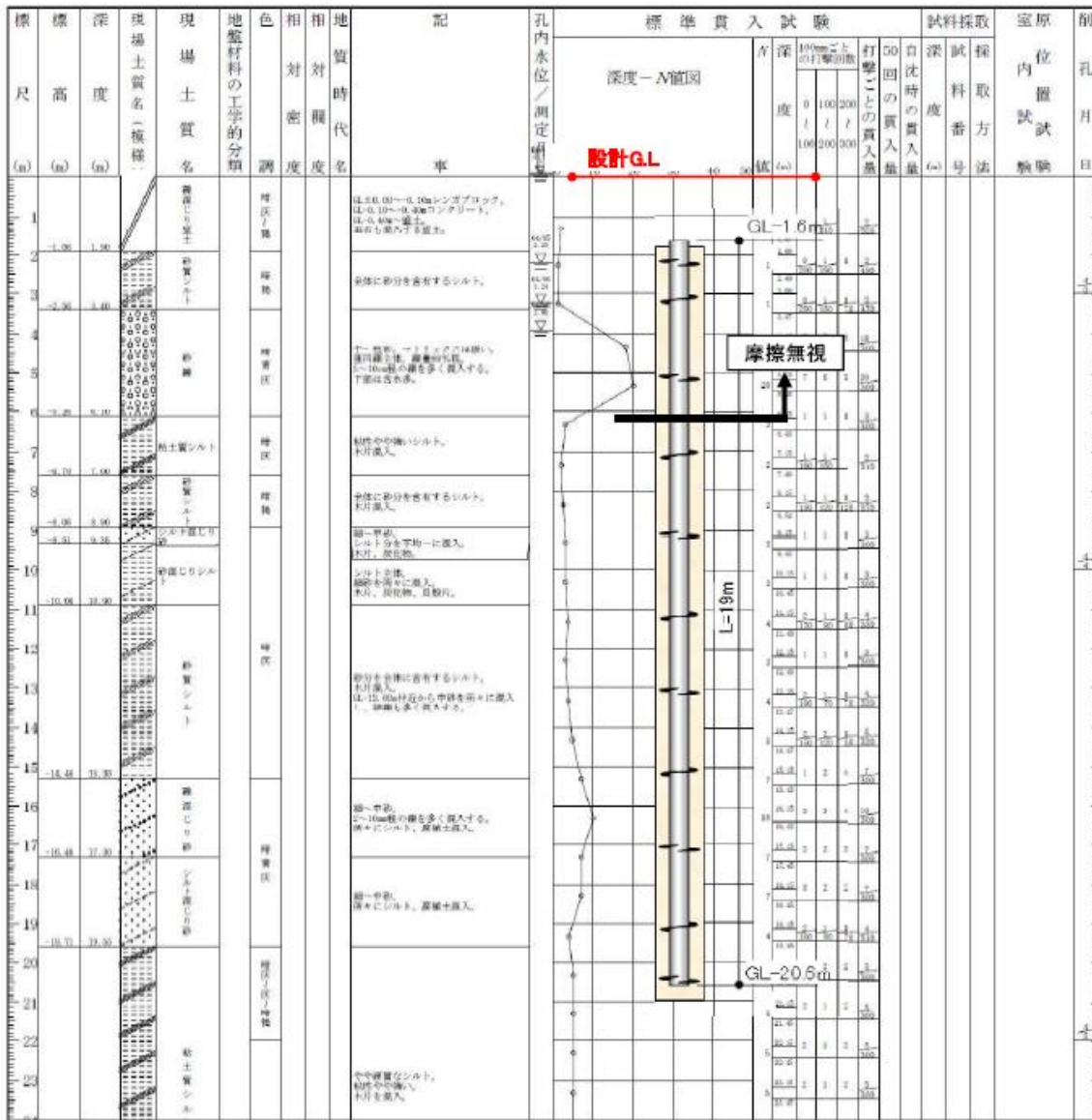


図 5.3.2-8 土質ボーリング柱状図

建築物 F (輪島市)

建築物 F は、地上 1 階地下 2 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 2001 年である (写真 5.3.2-49)。構造計算書によると建築物の基礎は杭基礎であり、杭径 600mm・杭長 19m の既製杭であり、上杭が SC 杭、下杭が PHC 杭 (A 種) である。構造計算書によると、本建築物は用途係数 1.25 を採用し、かつ、基礎構造は大地震時に上部構造から作用する水平力と鉛直力に対して杭体の終局強度と極限支持力・引き抜き抵抗力の検討を実施していた。建築物の外周部は写真 5.3.2-50 に示すように地盤変状により周囲の地盤の沈下が見られた。建築物の地上 1 階と地下 1 階の外観調査を行ったところ、建築物の躯体に損傷は見られなかった。

建築物の傾斜を確認することを目的として、建築物の外周部の柱を対象として下げ振りによる傾斜の測定を行った (図 5.3.2-9、図 5.3.2-10)。図には、それぞれの柱における計測結果と併せて、各階ごとの計測値の平均値を示した。ただし、平均値は小数点以下を四捨五入して示している。その結果、地上 1 階は南東に約 2/1000 の傾斜、地下 1 階は北西に 2/1000 の傾斜が見られた。いずれも 1/300 以下となったため、被災度区分判定基準 5.3-1)における杭基礎構造の被災度区分は「無被害」と判定された。図 5.3.2-11 および図 5.3.2-12 に土質ボーリング柱状図を示す。



写真 5.3.2-49 建築物外観 (北側)



写真 5.3.2-50 建築物外周部の地盤変状

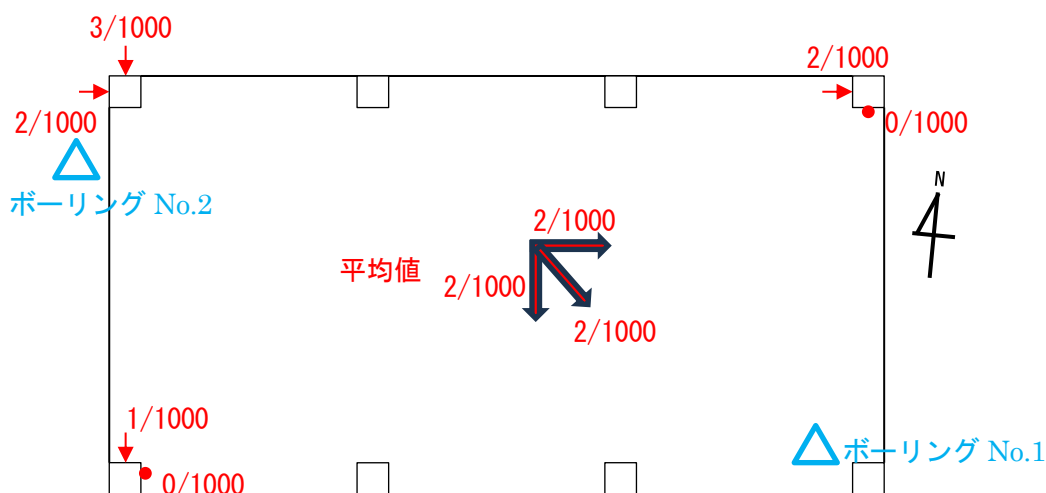


図 5.3.2-9 建築物 F の地上 1 階概略平面図

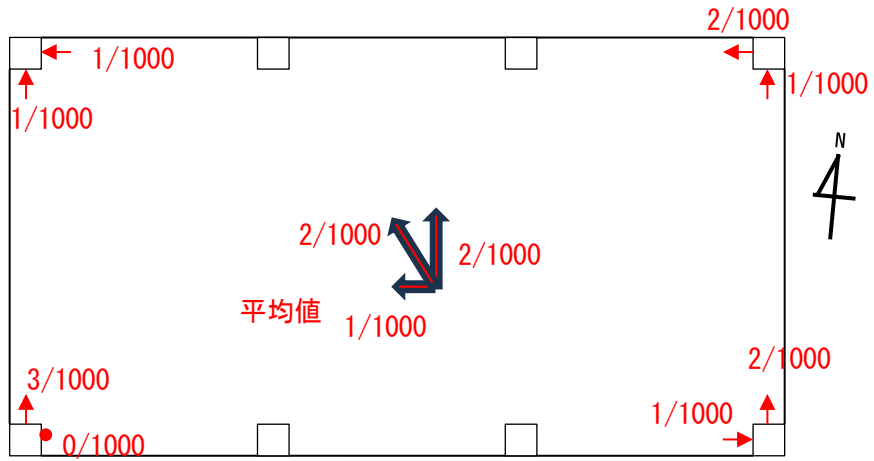
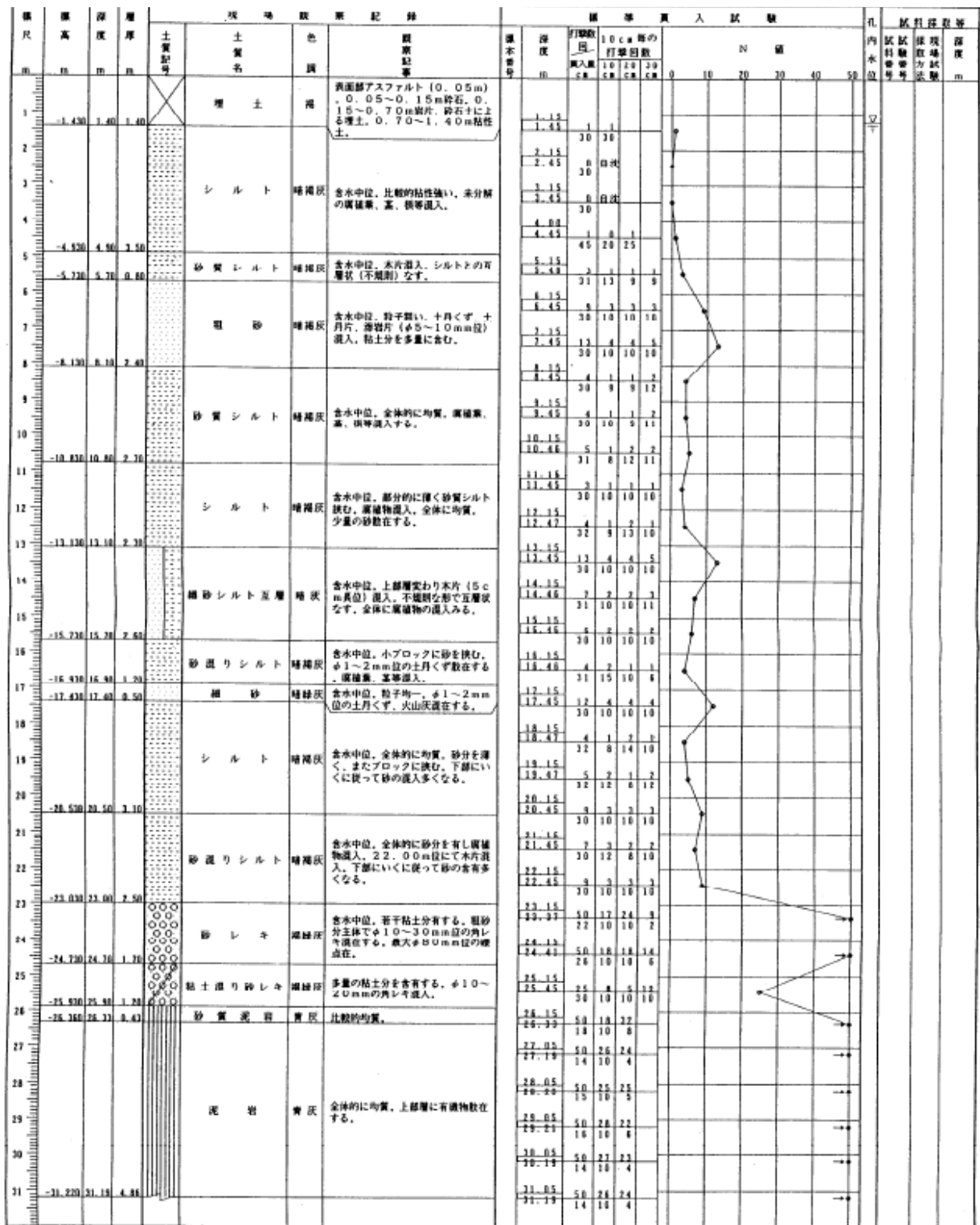


図 5.3.2-10 建築物 F の地下 1 階概略平面図



N J S

16

採取方法 T:シンワールサンプリング D:デニンサンプリング S:サンドサンプリング P:貫入試験機
 現場試験 K:横方向内蔵試験機 F:現場用試験機 W:現場用圧縮機

図 5.3.2-11 建築物 F の土質ボーリング柱状図 No.1

深 尺 m	掘 高 m	掘 度 m	掘 厚 m	現 場 観 察 記 録			選 準 貫 入 試 験						孔 内 水 位 m	試 料 採 取 深 度 m	試 験 方 法 記 号	深 度 m		
				土 質 記 号	土 質 名	色 調	観 察 記 事	深 度 m	打撃 回 数 N	10cm 貫 入 量 kg	10cm 貫 入 量 kg	10cm 貫 入 量 kg					N 値	
1	-3.550	0.52	0.52	埋 土	埋		表面部アスファルト(0~0.05m), 0.05~0.15m砕石, 0.15~0.60m, 岩片(φ10~300mm位) 砕石土による埋土.	1.15 1.29	2 2	1 1	1 1							
2				シルト	暗褐色		含水中位, 比較的粘性強い, 腐植物混入.	3.15 2.50	2 2	1 1	1 1						7.00 85	
3																	7.85	
4	-1.750	3.83	3.20	細 砂	暗褐色		含水中位, 粒子均一, 若干シルト含有する. φ1~3mm位の小石を点査.	4.15 4.45	2 2	1 1	1 1						5.00	
5																		
6	-4.850	4.30	1.10	粗 砂	暗褐色		含水若干多い, 粒子粗い, 火山灰多量混在する. φ5~20mm位の土角くず, 火山レキ混入する.	5.50 2.80	2 2	1 1	1 1							
7																	7.00	
8	-7.850	7.30	3.00	細 砂	暗褐色		含水中位, 粒子均一, φ1~2mm位の細石を混入.	7.50 7.80	2 2	1 1	1 1							
9																		
10	-8.250	8.30	8.40	砂質シルト	暗褐色		含水中位, 全体的に均質, 腐植, 葉, 茎, 根等混入.	8.15 8.45	2 2	1 1	1 1							
11																		
12	-11.250	11.80	1.50	シルト	暗褐色		含水中位, 部分的に薄く砂質シルト, また砂を混む, 腐植物混入.	10.15 10.45	2 2	1 1	1 1							
13																	11.88 11	
14	-13.850	13.50	2.10	シルト混り細砂	暗褐色		含水中位, 全体的に若干シルト含有し, 小ブロックにもシルト混む, 腐植物混入.	13.15 13.45	2 2	1 1	1 1							
15																	14.88	
16	-16.850	16.70	2.80	シルト混り細砂	暗褐色		含水中位, 粒子不均一, シルトを薄く混む, φ5~10mm位の土角くず, 小レキ混入, 腐植物混入.	14.15 14.45	2 2	1 1	1 1							
17																	15.00	
18	-17.550	17.80	8.30	細 砂	暗褐色		含水中位, 粒子不均一, シルトを薄く混む, φ5~10mm位の土角くず, 小レキ混入, 腐植物混入.	15.50 15.81	2 2	1 1	1 1							
19																		
20	-18.850	18.70	2.80	シルト	暗褐色		含水中位, 全体的に均質, 部分的に小ブロックに砂混入, 腐植物混入.	16.15 16.45	2 2	1 1	1 1							
21																		
22	-20.450	20.50	2.50	シルト混り細砂	暗褐色		含水中位, 腐植物混入.	17.15 17.45	2 2	1 1	1 1							
23																		
24	-21.250	21.30	0.80	砂質シルト	暗褐色		含水中位, 全体的に均質, 腐植物混入.	18.15 18.45	2 2	1 1	1 1							
25																		
26	-22.850	23.80	1.60	砂レキ	暗褐色		含水中位, 上部層は粗砂分主体で, φ10~20mm位の土角, 粗角レキ混入. 下部に1かたがって粒径も大きくなり(最大80~100mm)混入量も多くなる. 特に2.5~2.6mにかけては非常に多い.	19.15 19.45	2 2	1 1	1 1							
27																		
28	-25.550	25.80	2.70	砂質泥岩	灰青灰		物質で上部は塊状化しており, 掘でこするとボロボロ状態になる.	20.15 20.45	2 2	1 1	1 1							
29																		
30	-27.450	27.50	1.90	細 砂	緑青灰		含水中位, 若干粘土含有する, φ10mm前後の垂円レキを点査する, 粒子均一.	21.15 21.45	2 2	1 1	1 1							
31																		
32	-28.350	28.40	8.90	泥 岩	灰青灰		所々有腐植物混在. また5~10cm長位の砂層混む.	22.15 22.45	2 2	1 1	1 1							
33																		
34	-29.250	29.80	1.40	細 砂	緑青灰		粒子均一, 含水中位.	23.15 23.45	2 2	1 1	1 1							
35																		
36	-30.350	30.40	8.60	泥 岩	茶青灰		部分的に薄く砂層混む(5cm長位).	24.15 24.45	2 2	1 1	1 1							
37																		
38	-31.150	31.21	8.81															

N J S

17 採取方法 T: シンワールサンプリング D: デリゾンサンプリング S: サンドサンプリング P: 真人試験器
 現場試験 K: 旗方向孔内観測試験 F: 現場標準試験 W: 標準土圧測定

図 5.3.2-12 建築物 F の土質ボーリング柱状図 No.2

建築物 G (輪島市)

本団地は 2～3 階建て壁式 RC 造共同住宅であり、団地内に計 13 棟存在する。建設は 1994 年から 2000 年にかけて順次行われている。建物周辺の複数個所で地すべりが生じている (図 5.3.2-13)。団地内の建築物の被害は軽微であるが、建築物 G (3 階建て壁式 RC 造、建設年 1999 年) のみ顕著な被害が見られる (写真 5.3.2-51)。

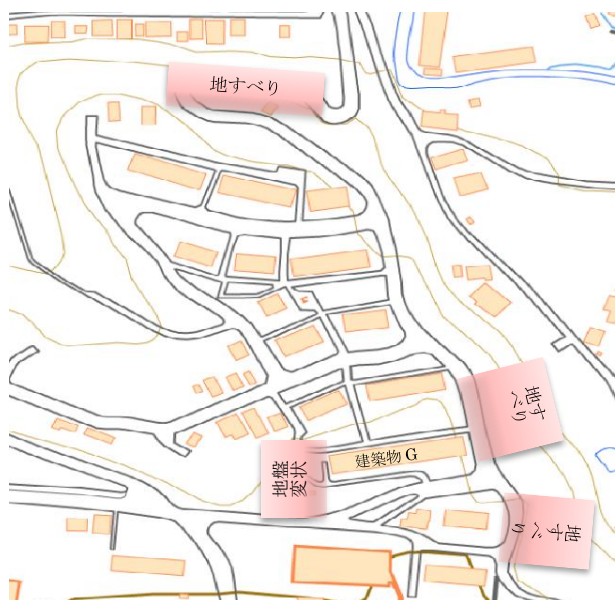


図 5.3.2-13 配置図



写真 5.3.2-51 建築物 G 外観

建築物 G の概略平面図を図 5.3.2-14 に示す。建築物 G は 3 階建て壁式 RC 造であり、1 階あたり 7 住戸 (階段室 4 か所) の横長の平面形状となっている。東側斜面は大規模地すべり (写真 5.3.2-52) が生じている。また、西側でも西方向に顕著な地盤変状が生じている (写真 5.3.2-53)。1 通り B 構面 (南西角) のフーチングから杭頭部が外れている様子が確認された (写真 5.3.2-54、写真 5.3.2-55)。フーチングの杭頭接合面からのずれ量は、西方向に約 600mm および北方向に約 600mm である。設計図書によると、建築物 G の杭は PHC 杭 (A 種) であり、杭径 $\phi 400$ 、杭長 9.0m である (写真 5.3.2-56、写真 5.3.2-57)。また、管理者による調査によると、1 通り C 構面においてもフーチングから杭頭部が外れていることが確認されている。

西側の 7～9 通りの階段室上部の梁にひび割れ (ひび割れ幅 0.3mm 程度) が確認された (写真 5.3.2-58、写真 5.3.2-59)。また、7～9 通りの南側通路には地盤変状により 600mm 程度の段差が生じている (写真 5.3.2-60、写真 5.3.2-61)。梁のひび割れが確認された 7～9 通り (図 5.3.2-14 中の赤線) を境目にして西側と東側の上部構造の傾斜を確認したところ、西側では北西方向に傾斜が 7/1000 程度生じている一方で、東側は傾斜が北西方向に 2/1000 と比較的小さいことが確認された。

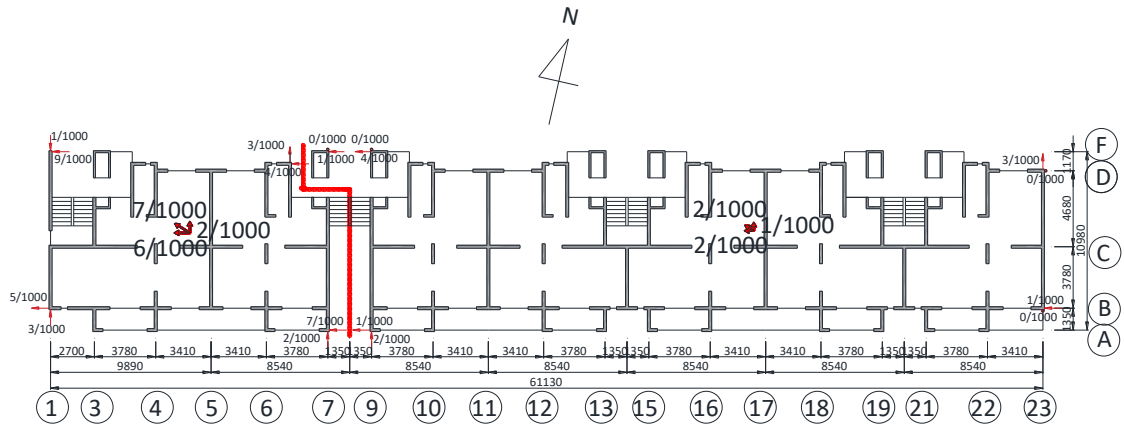


図 5.3.2-14 概略平面図



写真 5.3.2-52 東側の地すべり



写真 5.3.2-53 西側の地盤変状



写真 5.3.2-54 南西端部の杭頭部露出



写真 5.3.2-55 露出した杭頭部断面

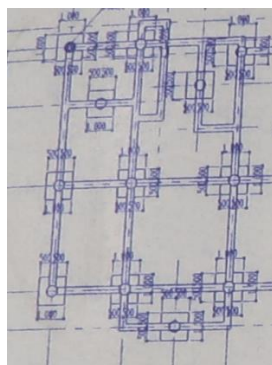


写真 5.3.2-56 西側 3 構面の杭伏図

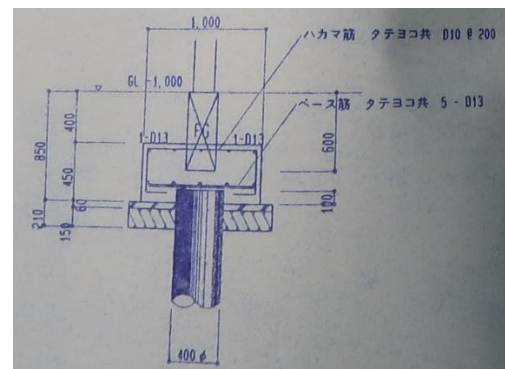


写真 5.3.2-57 基礎フーチング配筋図



写真 5. 3. 2-58 西側階段室上部のひび割れ



写真 5. 3. 2-59 西側階段室上部のひび割れ



写真 5. 3. 2-60 7~9 通り階段室南側通路の地盤
変状



写真 5. 3. 2-61 7~9 通り階段室南側通路の地盤
変状

建築物 H (輪島市)

建築物 H は、3階建て壁式 RC 造共同住宅であり、建設年は 1992 年である (図 5.3.2-15、写真 5.3.2-62)。基礎構造は杭基礎であり、PHC 杭 (A 種)、杭径 $\phi 350\text{mm}$ 、杭長 9m が用いられている。

上部構造の構造部材には目立った被害は確認されなかったが、周辺地盤の沈下および建築物の傾斜が認められた (写真 5.3.2-63)。傾斜は南方向に 12/1000 である。応急危険度判定の③傾斜は「A ランク」と判定され、被災度区分判定基準 5.3-1)における杭基礎建築物の基礎の傾斜と沈下量による被災度区分は「中破」と判定される。

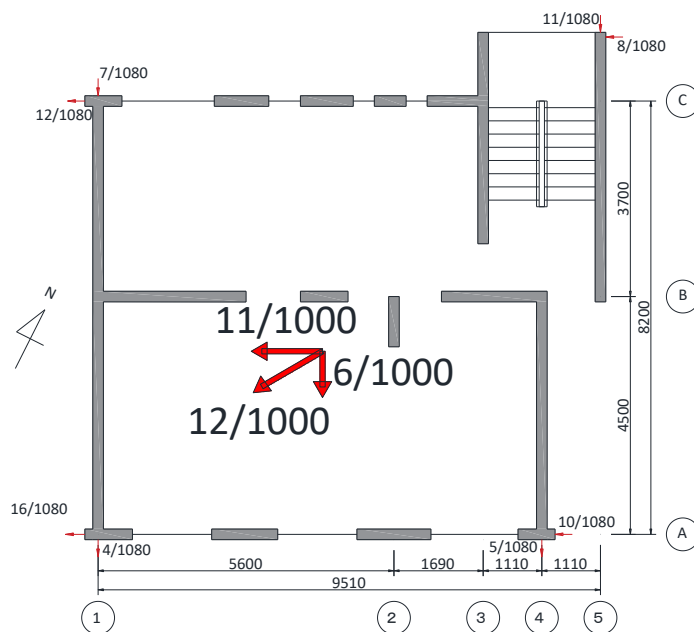


図 5.3.2-15 概略平面図



写真 5.3.2-62 東側外観



写真 5.3.2-63 周辺の地盤変状

建築物Ⅰ（穴水町）

本建築物は3階建てSRC造（一部RC造）庁舎であり、建設年は1973年である。2021年に耐震改修工事が行われており、PCアウトフレーム工法が建物外周部に使用されている。また、増設耐力壁も設置されている。耐震改修設計においては、強度抵抗型で設計されている。

写真5.3.2-64に建物外観を示す。写真5.3.2-65～写真5.3.2-70に建物の被害状況を示す。写真5.3.2-65では床面のひび割れや変形が発生しており床の一部が沈下している状況が確認された。建物周辺では写真5.3.2-66のような地盤変状が生じていた。写真5.3.2-67に柱の損傷状況を示す。柱ではひび割れやコンクリートの剥落が発生していた。写真5.3.2-68に壁の縦ひび割れ及び写真5.3.2-69に天井材の被害状況を示す。天井材は面外方向に変形しており、施設管理者によると落下の危険性があるため、天井の一部を剥がしたとのことであった。図には示していないが、一部の小梁の主筋が破断した被害が確認されている。

写真5.3.2-70にはアウトフレームの柱の損傷状況を示しており、顕著な被害は無かったがせん断ひび割れが発生していた。



写真 5.3.2-64 建物外観



写真 5.3.2-65 1階床のひび割れ及び変形



写真 5.3.2-66 建物周辺の地盤変状



写真 5.3.2-67 柱のひび割れ



写真 5.3.2-68 壁の縦ひび割れ

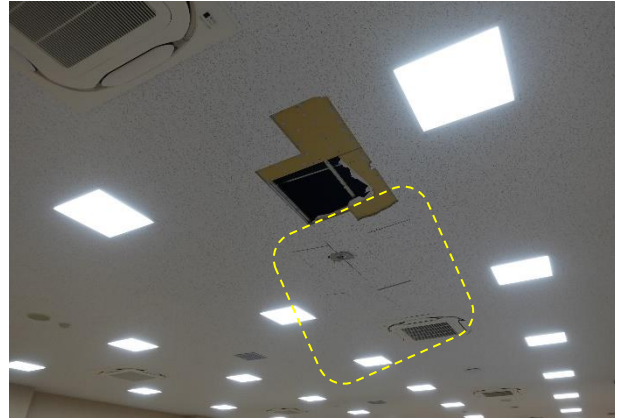


写真 5.3.2-69 天井材の変形

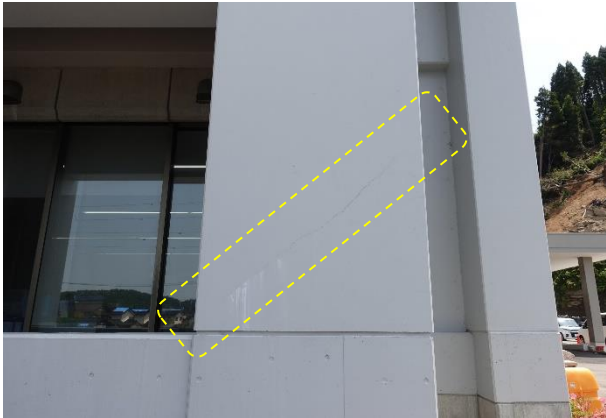


写真 5.3.2-70 アウトフレーム柱のせん断ひび割れ

図 5.3.2-16 に建物平面の概要と建物一部の傾斜を計測した結果を示す。傾斜計測の結果、北東方向に 5/1000 程度の傾斜が確認された。補強されたアウトフレーム直下の杭は、杭先端に羽を設けた直径 318.5mm の鋼管杭が用いられており、杭頭部には D22 の定着筋が 8 本用いられていることが構造図に示されている。また、鋼管内は座屈に抵抗するため全てコンクリートが充填されていることが記載されている。

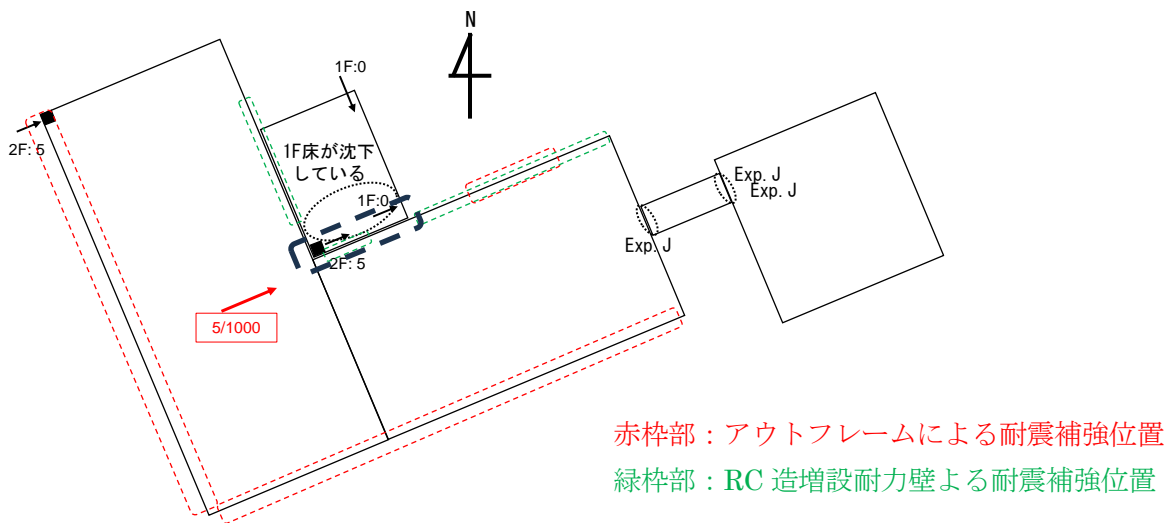


図 5.3.2-16 建物平面概要図

建築物 J (輪島市)

本建築物は地下 1 階・地上 2 階建ての RC 造（一部 SRC 造）であり、建設年は 1994 年である。建物は J-1 棟から J-4 棟の 4 棟で構成されている。図 5.3.2-17 に建物平面の概略図及び J-2 棟、J-3 棟の傾斜角を示す。写真 5.3.2-71 及び写真 5.3.2-72 に J-1 棟北側外観及び J-2 棟東側外観を示す。

管理者による被災度区分判定が行われ、J-2 棟では主に柱及び梁に損傷度 I～II のひび割れが見られ、J-3 棟では主に柱及び壁に損傷度 I～III のひび割れが見られたことから J-2 棟、J-3 棟ともに上部構造の被災度は「中破」となっている。一方で、建築物の傾斜を計測したところ、J-2 棟では南西方向に 9.5/1000 の傾斜が確認された。杭基礎の被災度区分判定において、「中破」となる。施設関係者によると J-2 棟では地震後 15cm 程度沈下しており給排水管の破断が生じていたとのことである。なお、J-2 棟は 3 月末に施設の一部を再開している。

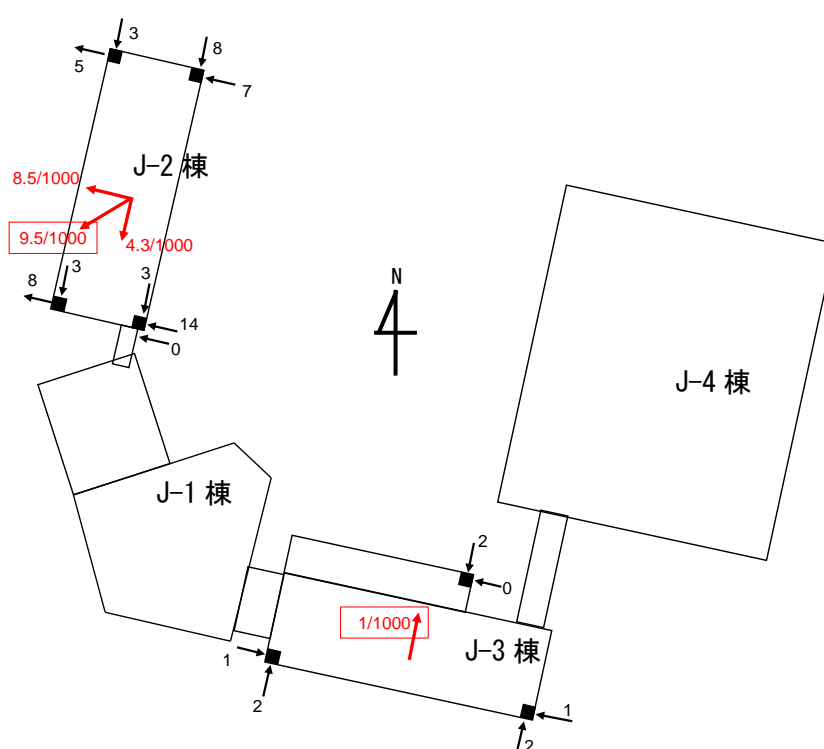


図 5.3.2-17 建物平面概略図



写真 5.3.2-71 J-1 棟北側外観



写真 5.3.2-72 J-2 棟東側外観

写真 5.3.2-73 に J-1 棟-J-2 棟間のエキスパンションジョイント（以下、Exp. J.）部の損傷状況を示す。写真は J-1 棟側から撮影したものであり、J-2 棟が写真左側に傾斜している様子が分かる。写真 5.3.2-74、写真 5.3.2-75 に 1 階柱脚の損傷及び J-1 棟周辺の地盤被害の状況を示す。



写真 5.3.2-73 J-1 棟-J-2 棟間の Exp. J.部の損傷状況



写真 5.3.2-74 1 階柱脚の被害 (J-1 棟)



写真 5.3.2-75 J-1 棟周辺の地盤被害

写真 5.3.2-76 に J-3 棟の外観を示す。J-3 棟の北側に外階段が付随しており、写真 5.3.2-77 に示す柱の曲げによる被害が確認された。写真 5.3.2-78 では外階段直下の柱との接合部の損傷が生じていた。また、外階段は北側に 50cm ほど移動しており、主架構との分離が見られた（写真 5.3.2-79）。写真 5.3.2-80 及び写真 5.3.2-81 に柱及び梁の曲げによる損傷状況を示す。



写真 5.3.2-76 J-3 棟北側外観



写真 5.3.2-77 柱頭部の曲げひび割れ



写真 5.3.2-78 外階段-柱接合部の損傷



写真 5.3.2-79 外階段と J-3 棟主架構の分離



写真 5.3.2-80 2階柱の曲げによる損傷



写真 5.3.2-81 梁端部の曲げひび割れ

写真 5.3.2-82 に J-4 棟の内観を示す。J-4 棟では一部内装材の落下被害が発生していた (写真 5.3.2-83、写真 5.3.2-84)。また、J-4 棟周辺では地盤変状が生じていた (写真 5.3.2-85)。



写真 5.3.2-82 J-4 棟内観



写真 5.3.2-83 内装材の落下

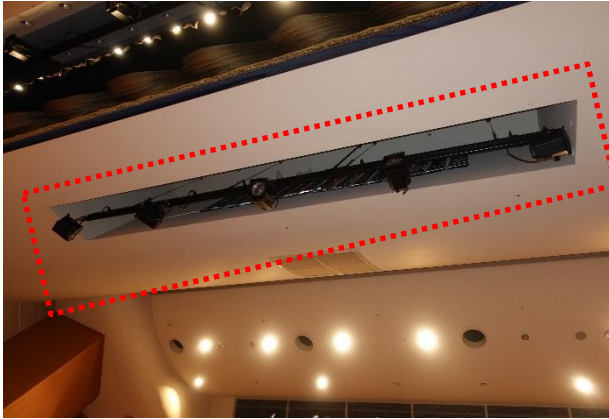


写真 5.3.2-84 落下した内装材が設置されていた箇所



写真 5.3.2-85 J-4 棟周辺の地盤変状

建築物 K (輪島市)

建築物 K は、3階建て（一部4階建て）RC造建築物であり、建設年は1987年である（図 5.3.2-18）。

上部構造の構造部材には目立った被害は確認されなかったが、周辺地盤の沈下が認められ、上部構造は南方向に 8/1000 程度傾斜していることが確認された（写真 5.3.2-88）。応急危険度判定の③傾斜は「A ランク」と判定される。3階床スラブ上面には、今回の地震との関連性は不明であるが、東西方向に複数のひび割れが生じていた（写真 5.3.2-89）。

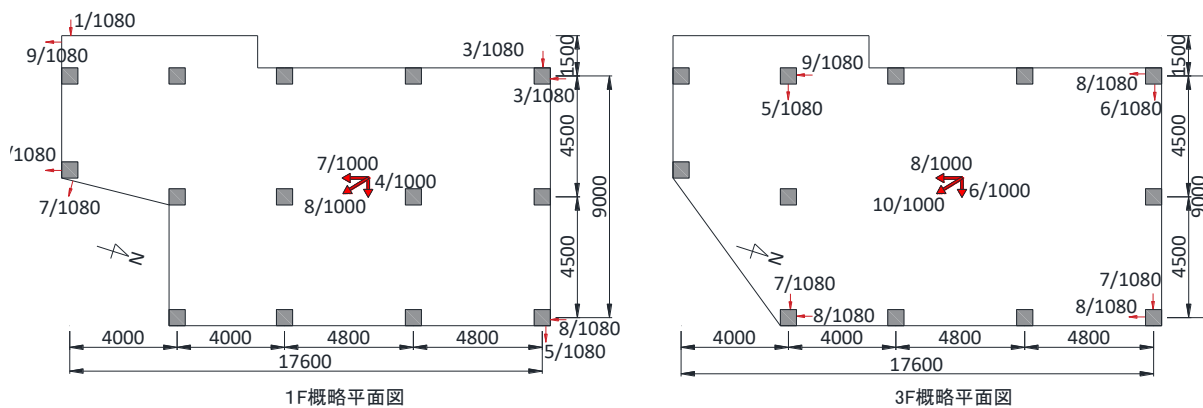


図 5.3.2-18 概略平面図



写真 5.3.2-86 西面外観



写真 5.3.2-87 東面外観



写真 5.3.2-88 周辺の地盤変状

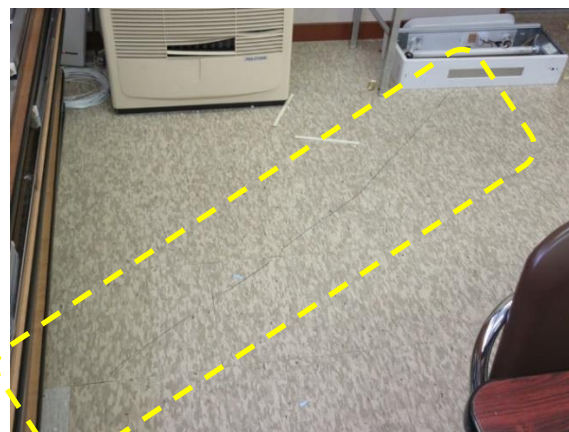


写真 5.3.2-89 3階講堂床スラブのひび割れ

建築物 L (輪島市)

建築物 L-1 は、2階建て RC 造建築物であり、建設年は 1985 年である。南東部には、建築物 L-2 (1階建て補強組積造) が付随している (図 5.3.2-19、写真 5.3.2-90)。

建築物 L-1 では、地震により内部収蔵物が散乱した (写真 5.3.2-91) もの、柱や壁などの構造部材には損傷は認められず、傾斜もほとんど生じていない。一方で、南東部の建築物 L-2 では、南東方向に 28/1000 程度の傾斜が生じていることが確認された (写真 5.3.2-92)。コンクリートブロックは 9 段積みとなっており、鉄筋探査により縦筋が 400mm ピッチ、横筋が 600mm ピッチで配筋されていることは確認されたが、基礎部には水平方向の亀裂が生じており、亀裂よりも下の部分には縦筋が定着されていないようであった (写真 5.3.2-93)。

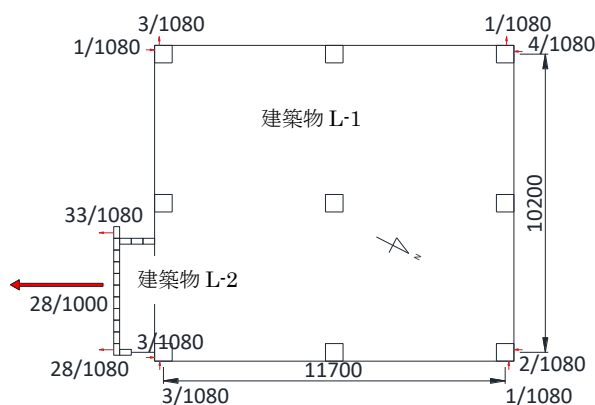


図 5.3.2-19 建築物 L-1 および L-2 の概略平面図



写真 5.3.2-90 北東面外観



写真 5.3.2-91 内部収蔵物の散乱



写真 5.3.2-92 建築物 L-2 の傾斜



写真 5.3.2-93 建築物 L-2 基礎部の亀裂

建築物 M (輪島市)

建築物 M-1 は、2 階建ての建築物で、建設年は 2001 年であり、用途は体育館である。隣接している建築物 M-2 は一部 3 階建ての建築物で、建設年は 1995 年である。建築物 M-1 の主架構の構造形式は RC 造であり、屋根部はシステムトラス構造が用いられている。基礎構造は、建築物 M-1 及び M-2 とともに杭基礎であり杭径 ϕ 300mm~500mm 程度の PHC 杭が用いられている。

建築物 M-1 の主な被害では、写真 5.3.2-95 に示すような内装材の落下が見られた。妻構面及び平構面の全ての構面で RC 造壁の面外破壊が生じていた (写真 5.3.2-96~写真 5.3.2-98)。写真 5.3.2-99~写真 5.3.2-101 に屋根支承部の損傷状況を示す。屋根支承部のアンカーボルトの伸びや接合部の損傷によるコンクリートの剥落、敷きモルタルの圧壊が確認された。なお、屋根支承部のアンカーボルト孔はルーズホールとされていた。写真 5.3.2-102 及び写真 5.3.2-103 にシステムトラス屋根の被害を示す。システムトラス屋根の主部材の座屈及び破断等が見られ、ポールジョイント部側での主部材の破断も確認された。その他では、受水槽が建築物周辺に設置されており、受水槽の下部に亀裂が発生していた (写真 5.3.2-104)。



写真 5.3.2-94 建築物 M-1 の外観

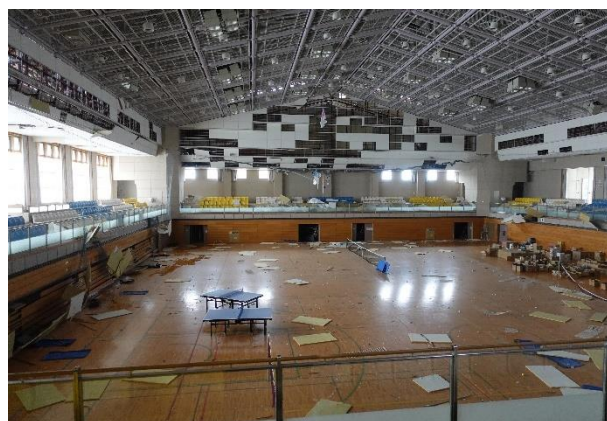


写真 5.3.2-95 内装材の落下被害



写真 5.3.2-96 妻構面の RC 造壁の面外破壊①



写真 5.3.2-97 妻構面の RC 造壁の面外破壊②



写真 5. 3. 2-98 平構面の RC 造壁の面外破壊



写真 5. 3. 2-99 屋根支承部のアンカーボルトの伸び

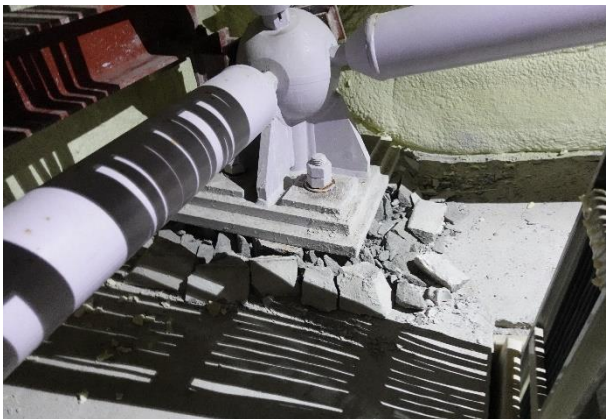


写真 5. 3. 2-100 屋根支承部のモルタルの損傷



写真 5. 3. 2-101 屋根支承部の接合部損傷



写真 5. 3. 2-102 システムトラス屋根のポールジョイント部での破断



写真 5. 3. 2-103 システムトラス屋根の主部材の座屈及び破断



写真 5.3.2-104 受水槽の亀裂

建築物 M-2 では、ドア部のガラスの割れが発生していた（写真 5.3.2-105）。地震後にプールの水が抜けていたことから排水設備等が損傷している可能性が考えられる（写真 5.3.2-106）。



写真 5.3.2-105 建築物 M-2 のドアのガラスの割れ

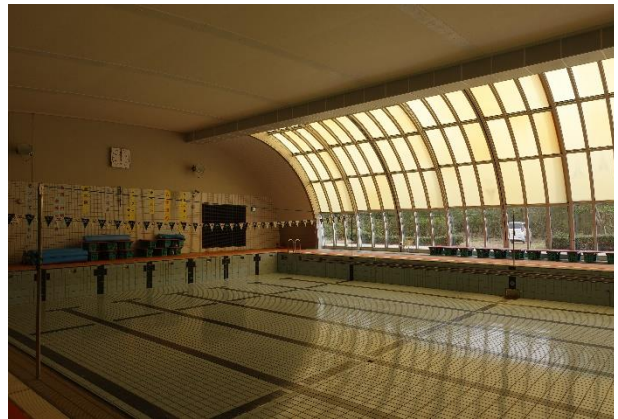


写真 5.3.2-106 建築物 M-2 内部の状況

建築物 N (金沢市)

建築物 N は、地上 2 階～3 階建ての RC 造の渡り廊下であり、建設年は 1996 年である。写真 5.3.2-107 に示す地盤の崩落が大規模に発生していることが特徴的である。写真 5.3.2-108 に杭頭が露出した状況を示す。地盤崩落部分の周辺に渡り廊下が存在するが、上部構造には写真 5.3.2-109 に示すように Exp. J. や壁に若干の損傷があるものの、目立った傾斜および沈下は発生していないと思われる。被災度区分判定基準^{5.3-1)}における支持地盤の変状による被災度区分では「大破」と判定される。



写真 5.3.2-107 地盤崩落の状況



写真 5.3.2-108 杭頭の露出



写真 5.3.2-109 Exp. J. の損傷

建築物 O (輪島市)

本建築物は、建築物 O-1 (3階建て RC 造校舎)、建築物 O-2 (2階建て鉄骨造体育館)、建築物 O-3 (1階建て鉄骨造武道場) および建築物 O-4 (2階建て RC 造体育館) からなる (図 5.3.2-20)。建築物 O-1~O-3 の建設年は 2014 年であり、建築物 O-4 は 1966 年に建設された既存の RC 造体育館を 2014 年に改修している。建築物 O-2 および O-3 は避難所として利用され、建築物 O-1 は輪島市内の複数の学校の生徒も受け入れて利用されている。

建築物 O-3 の西側は著しい地盤変状が生じており、建築物 O-3 の南西角の杭体 (PHC 杭) が露出している。(写真 5.3.2-110、写真 5.3.2-111)。露出した杭体および周辺の基礎部材 (フーチング、基礎梁) には目立った損傷は確認されなかった。また、建築物 O-4 の南側の地盤にも顕著な地盤変状が生じている (写真 5.3.2-112)。建築物 O-4 の東側妻壁の内蔵 RC 梁の損傷が確認された (写真 5.3.2-113)。なお、同建物の西側妻壁には損傷は生じていない。建築物 O-2 は、西面および北面の外装パネルの大きな脱落が見られる (写真 5.3.2-114)。建築物 O-2 北側の地盤には顕著な地盤変状がみられる (写真 5.3.2-115)。建築物 O-1 は目立った損傷は確認されないが、壁のひび割れが複数見られた (写真 5.3.2-117)。また、被災時校舎の鉄骨階段の各階接合部のアンカーの抜け出しが見られたとのことだが、調査時点ですでに修復されていた (写真 5.3.2-118)。それぞれの建物の傾斜を測定したが、有意な傾斜は確認されなかった。

設計図書等より、建築物 O-1~O-3 はいずれも上部構造は保有水平耐力計算 (耐震計算ルート 3) により設計されており、杭基礎部は一次設計がなされている。建築物 O-1 は上杭が PRC 杭 (杭径 ϕ 500~600mm、杭長 5m)、下杭は節つき PHC 杭 (杭径 ϕ 550~650mm、杭長 7~11m) であり、土質柱状図との関係は図 5.3.2-21 のようになっている。建築物 O-2 は上杭が PHC 杭 (B 種および C 種、杭径 ϕ 500~600mm、杭長 5m)、下杭は節つき PHC 杭 (A 種、杭径 ϕ 550~650mm、杭長 4~8m) である。建築物 O-3 は、上杭が PHC 杭 (B 種、杭径 ϕ 500mm、杭長 5~9m)、下杭は節つき PHC 杭 (A 種、杭径 ϕ 550mm、杭長 7m) であり、土質柱状図との関係は図 5.3.2-22 のようになっている。

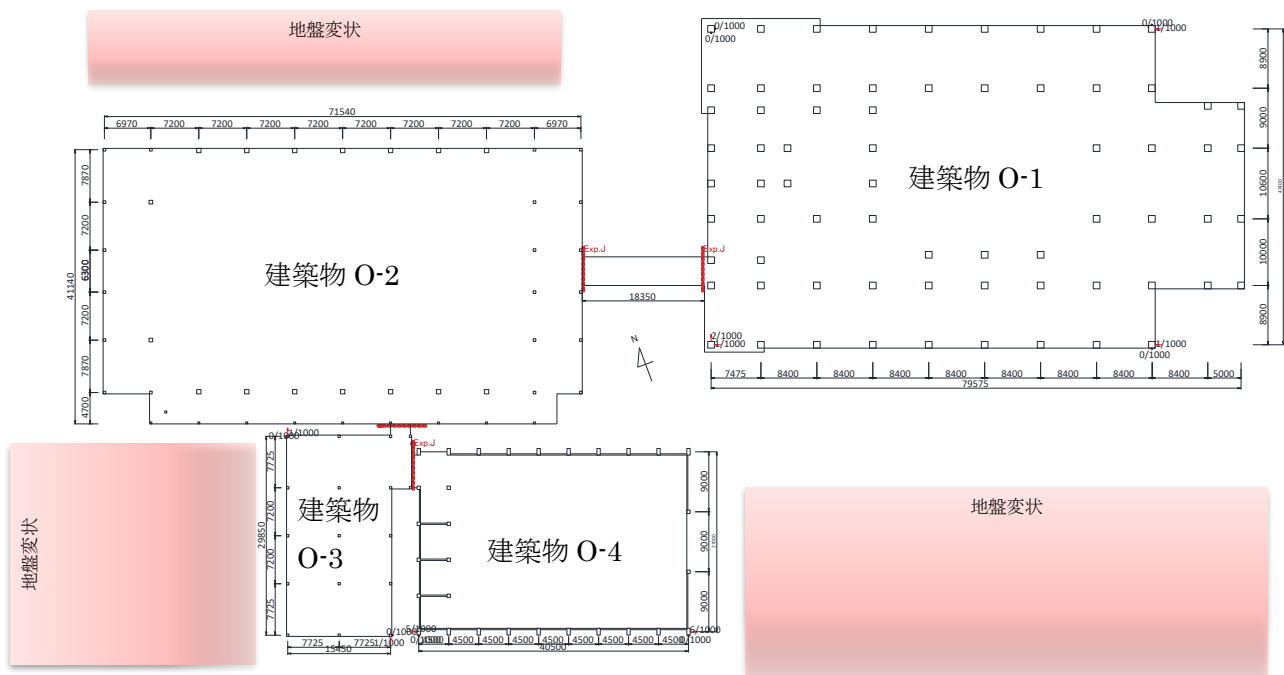


図 5.3.2-20 概略平面図



写真 5.3.2-110 建築物 O-3 南西部の地盤変状



写真 5.3.2-111 建築物 O-3 南西角の基礎露出



写真 5.3.2-112 建築物 O-4 南側の地盤変状



写真 5.3.2-113 建築物 O-4 東妻面の損傷



写真 5.3.2-114 建築物 O-2 の西面の外装損傷



写真 5.3.2-115 建築物 O-2 北側の地盤変状



写真 5.3.2-116 建築物 O-1 外観



写真 5.3.2-117 建築物 O-1 壁のひび割れ



写真 5.3.2-118 建築物 O-1 鉄骨階段の接合部

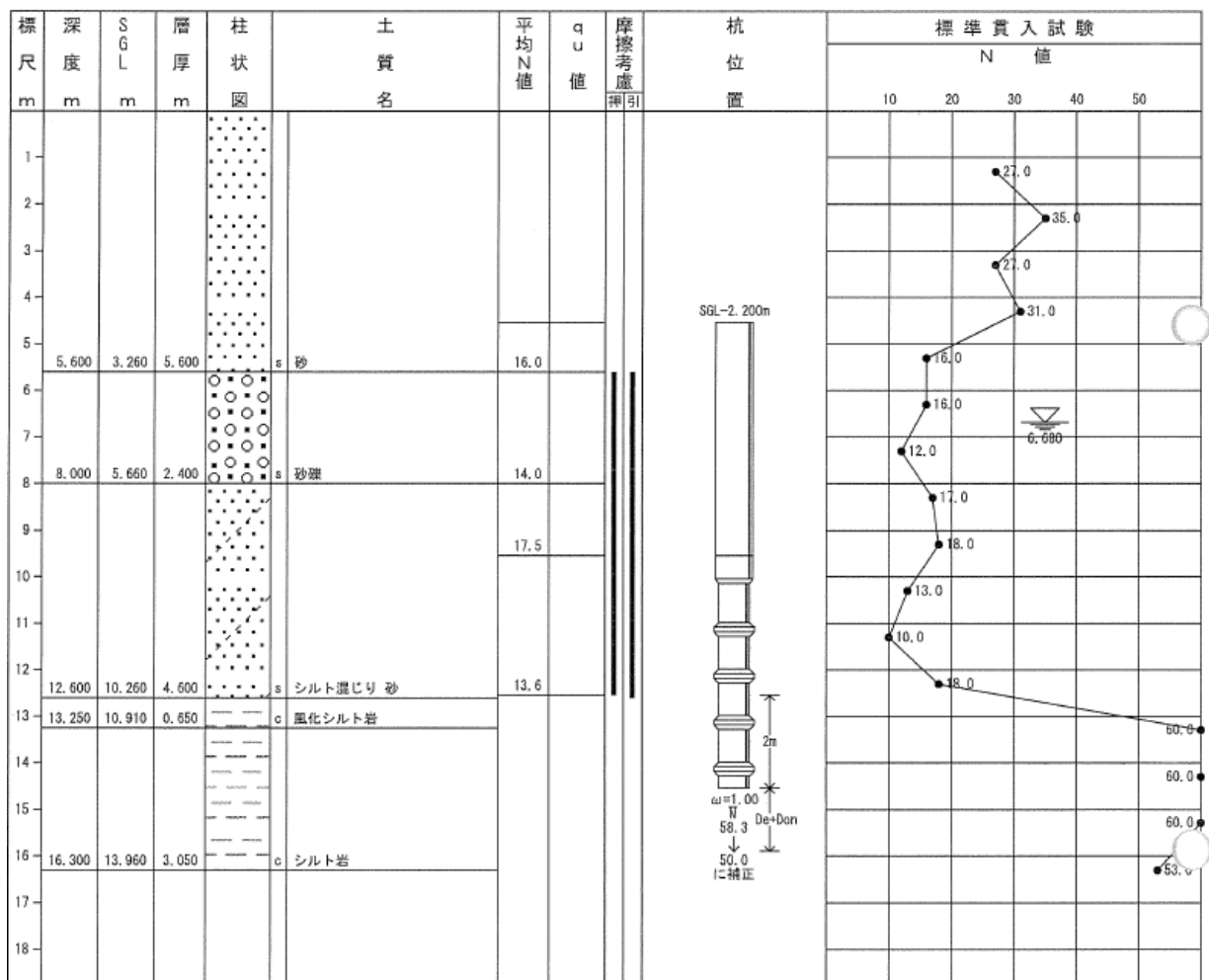


図 5.3.2-21 土質柱状図および杭位置図 (建築物 O-1)

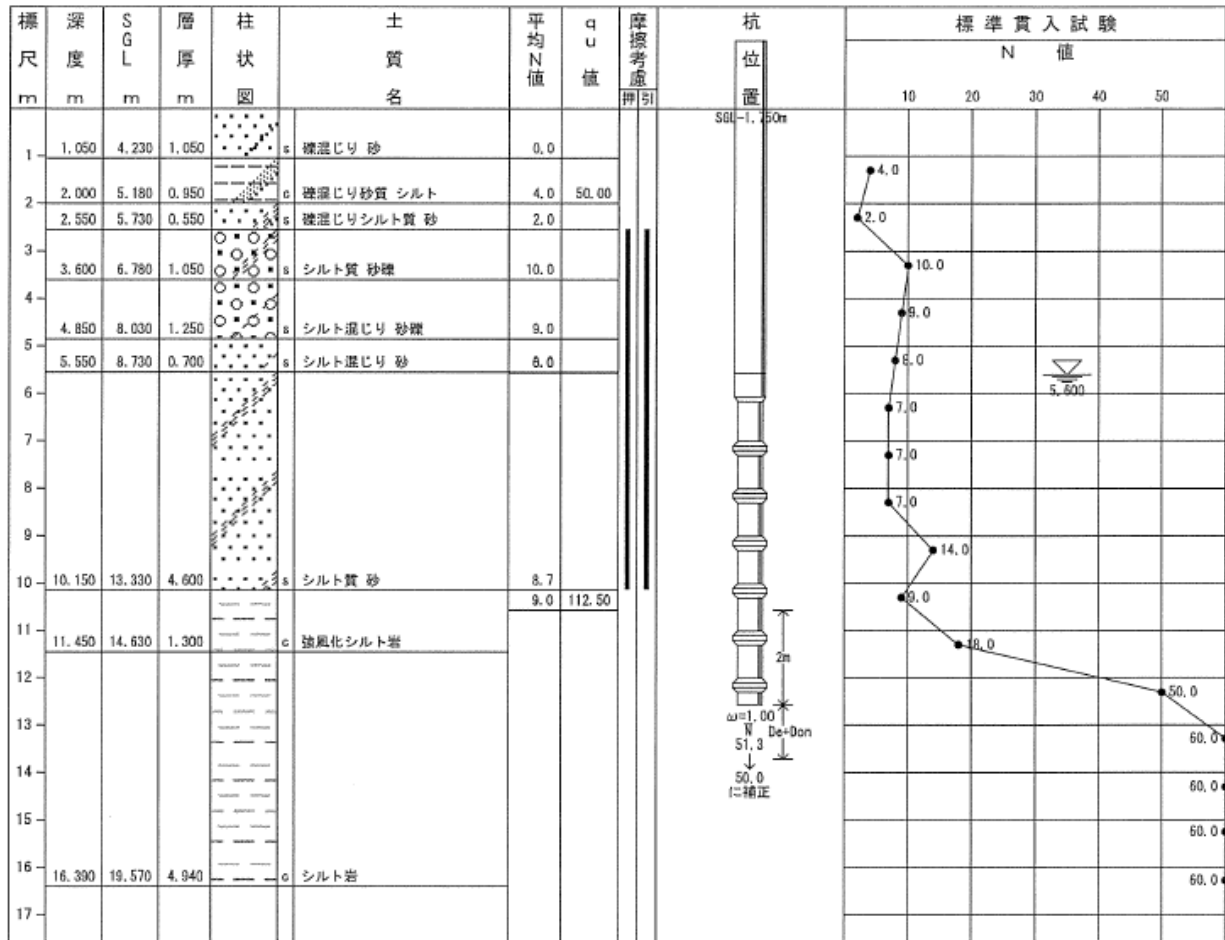


図 5.3.2-22 土質柱状図および杭位置図 (建築物 O-3)

建築物 P (穴水町)

本建築物は2階建ての建築物であり、P-1 棟は1階が RC 造、2階が鉄骨造の混構造、P-2～P-4 棟は RC 造である。建設年は1989年である。概略平面図を図 5.3.2-23 に示す。基礎構造は杭基礎であり、杭径φ400～φ450、杭長9～14mのPHC杭(A種)が用いられている。

上部構造においては、P-2 棟で天井材の落下が見られたほか、エキスパンションジョイントでの損傷が確認されている(写真 5.3.2-119、写真 5.3.2-120)。管理者により実施された被災度区分判定では、P-1 棟について、柱部材に損傷度 I～II 程度のひび割れが確認され、層崩壊形を仮定した上部構造の被災度区分は「中破」である。一方で、P-1 棟において基礎の傾斜が4/1000程度、基礎の沈下が0.09m程度確認され、杭基礎の被災度区分は「中破」とされている。

P-1 棟において、図 5.3.2-23 中に示す位置の杭の掘り出し調査が行われた。杭体にはひび割れが生じていることが確認された(写真 5.3.2-122、写真 5.3.2-123)。

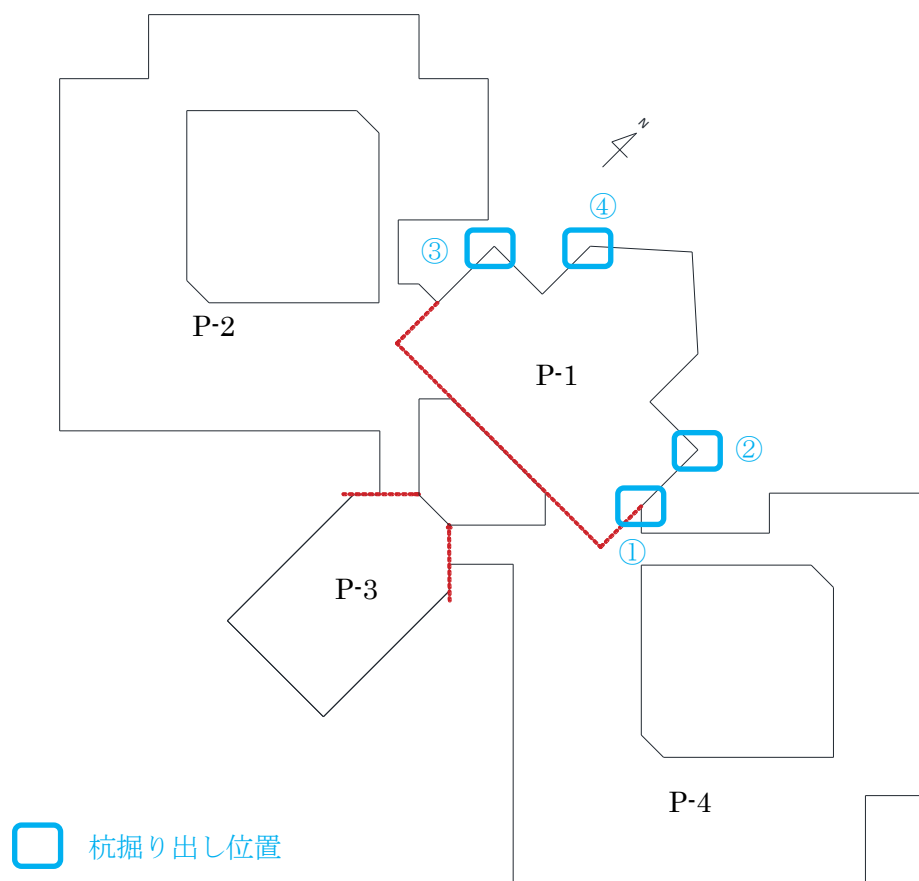


図 5.3.2-23 概略平面図



写真 5.3.2-119 P-2 棟の天井材落下



写真 5.3.2-120 Exp. J.の損傷



写真 5.3.2-121 2階S柱—RC梁接合部の被害



写真 5.3.2-122 杭の損傷状況 (③)



写真 5.3.2-123 杭の損傷状況 (④)

(2) 1981年以前に施工された建築物

建築物 AA (輪島市)

建築物 AA は、地上 7 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 1972 年である (写真 5.3.2-124)。建築物が東側に大きく沈下し、転倒の被害が発生している建築物である。4 月 19 日の調査では、小型ドローンを用いて転倒した建築物の損傷状況を確認した。転倒した上面 (建築物西側) では、2 階と 3 階の境界付近で大きな損傷が発生しているのを確認した (写真 5.3.2-125)。写真 5.3.2-126 及び写真 5.3.2-127 に西側壁面の詳細を示す。西側壁面の損傷付近では、柱外周部の主筋とシングル配筋の壁縦筋を確認できた。写真 5.3.2-128 に西側壁面基部の状況を示す。西側壁下端の南側が建築物の内側に凹むような損傷が確認された。



写真 5.3.2-124 建築物外観 (南側)



写真 5.3.2-125 建築物外観 (西側)



写真 5.3.2-126 西側壁面の損傷



写真 5.3.2-127 西側壁面の損傷 (拡大図)

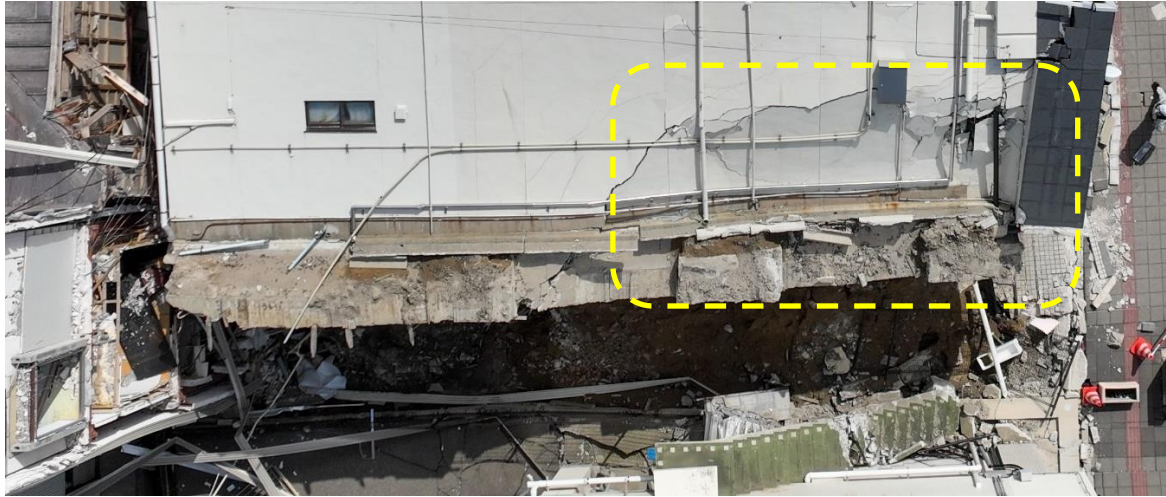
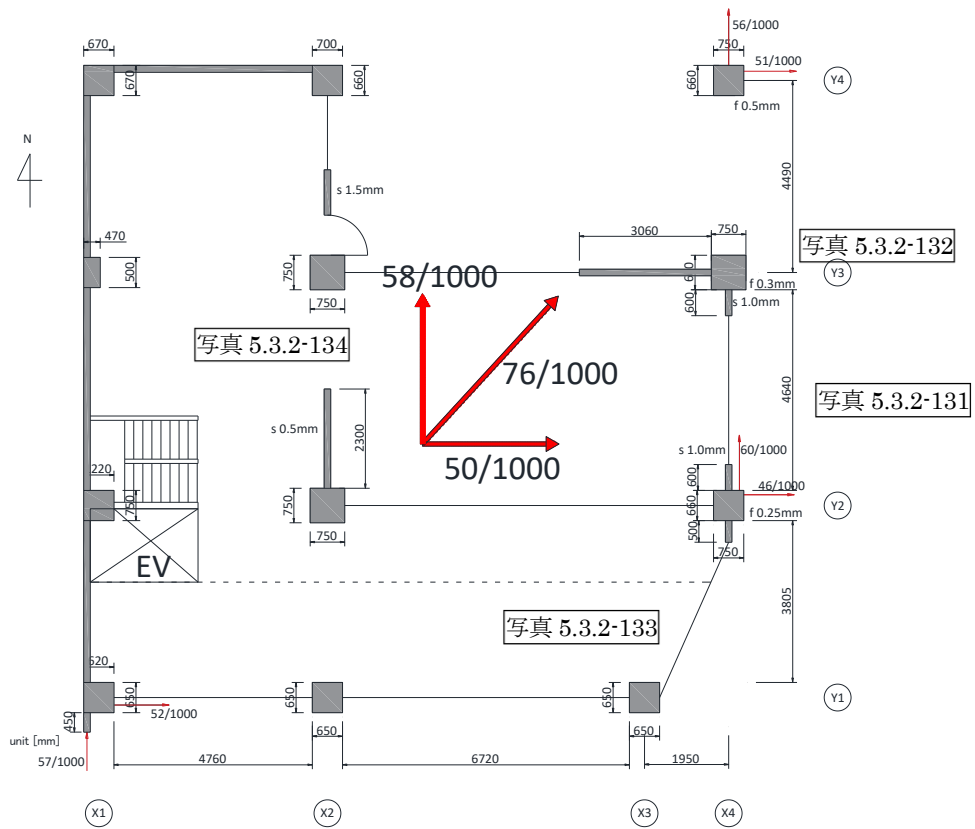


写真 5.3.2-128 西側壁面基部の損傷

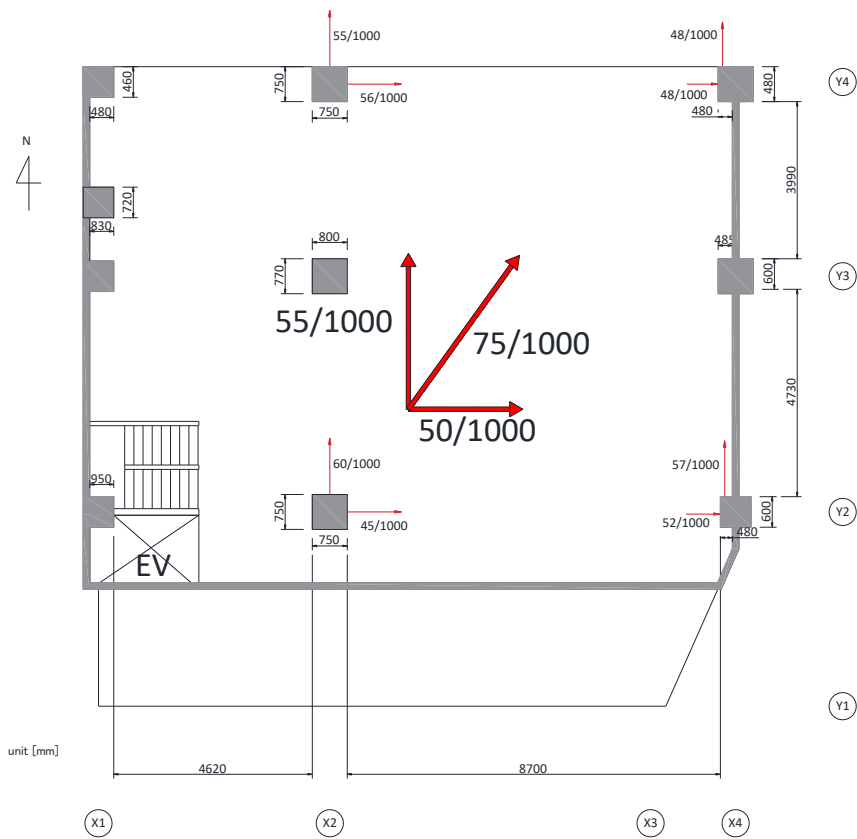
建築物 AB（輪島市）

建築物 AB は、地上 7 階建て RC 造（一部 SRC 造）建築物であり、建設年は 1977 年である。1 階、4 階の概略平面図および傾斜計測結果を図 5.3.2-24 に示す。図中の太線赤矢印は建築物における傾斜の代表値として、各部の傾斜実測値を平均して求めた数値である。なお、後述する写真 5.3.2-131～写真 5.3.2-134 の箇所も図 5.3.2-24(a)中に示している。建築物の著しい沈下および傾斜が認められる（写真 5.3.2-129～写真 5.3.2-131）。2024 年 6 月 5 日の調査で建築物の傾斜を計測したところ、1 階部分では北東方向に 76/1000 の傾斜が、4 階部分では 75/1000 の傾斜が確認された。沈下量については、1 階 X4-Y3 柱（図 5.3.2-24(a)参照）の東側面において、1390mm と測定された。応急危険度判定における③傾斜は「C ランク」と判定され、被災度区分判定基準^{5.3-1)}における杭基礎構造の被災度区分は「大破」と判定される。

1 階部分の柱（X4-Y4 柱、X4-Y3 柱、X4-Y2 柱）には 0.3mm 程度のひび割れが確認され、X4 構面 Y2～Y3 間の袖壁や、X2 構面 Y3～Y4 間の方立壁には 1.0～1.5mm 程度のひび割れが認められたが、沈下や傾斜の程度と比べると損傷程度は小さい（写真 5.3.2-132）。沈下に伴い 1 階床の土間コンが膨れ上がるような状況が 1 階の広い範囲で確認された（写真 5.3.2-133、写真 5.3.2-134）。



(a)1F 概略平面図



(b)4F 概略平面図

図 5.3.2-24 建築物 AB の概略平面図



写真 5. 3. 2-129 南東面外観



写真 5. 3. 2-130 北面外観



写真 5. 3. 2-131 X4 構面 1 階部分の沈下



写真 5. 3. 2-132 X4-Y3 柱の損傷



写真 5. 3. 2-133 Y1~Y2 構面 1 階床の膨れ上がり



写真 5. 3. 2-134 Y2~Y3 構面 1 階床の膨れ上がり



写真 5. 3. 2-135 西面外観

建築物 AC (輪島市)

本建築物は、川沿いに建設された、構造形式が類似の3棟の5階建てRC造共同住宅であり、建設年は建築物 AC-1 が1975年、建築物 AC-2 が1976年、建築物 AC-3 が1977年である(図 5.3.2-25)。図 5.3.2-26 に建築物 AC-1~AC-3 の概略平面図および傾斜計測結果を示す。写真 5.3.2-136、写真 5.3.2-139 および写真 5.3.2-141 に建築物外観を示す。上部構造の平面形状は長方形であり、南北方向が桁行方向である。基礎構造は杭基礎である。建設当初、敷地内で地質調査が実施されており、深さ3mの地点(深さ2m付近まで盛土、2m~5.5m付近は砂質土)でN値は33、4mの地点でN値は44であったが、深さ5mから19m付近までN値は10未満(深さ5.5m~19.5m付近はシルト・砂質土・砂質シルト)となっている。深さ20m~30mはN値が30以上となっている(深さ20m~30mの土質は礫まじりの砂または砂となっている。)。建築物 AC-3 の杭の仕様は設計図書より直径400mm及び450mmのPHC杭となっている。

建築物の傾斜は、建築物 AC-1 では西方向に22/1000の傾斜が確認された。建築物 AC-2 では南方向に8/1000傾斜しており、建築物 AC-3 では東方向に8/1000の傾斜が確認された。建築物 AC-1~建築物 AC-3 の周辺では地盤変状が見られた(写真 5.3.2-138、写真 5.3.2-140、写真 5.3.2-142)。建築物 AC-3 の東側で建築物の沈下状況を確認し、図 5.3.2-26 の建築物 AC-3 概略平面図のA、B、Cの箇所で、周辺地盤と比べて228mm、170mm、290mm程度の沈下が生じていた。

応急危険度判定の傾斜に係る評価は、建築物 AC-1 では「Bランク」、建築物 AC-2 および建築物 AC-3 では「Aランク」となった。被災度区分判定基準^{5.3-1)}における杭基礎建築物の基礎の傾斜と沈下量による被災度区分では、建築物 AC-1 および建築物 AC-3 では「大破」、建築物 AC-2 では「中破」となった。

上部構造では、建築物 AC-1 および建築物 AC-3 の塔屋が傾斜しており、建築物 AC-1 の基礎立ち上がり部のコンクリートが一部剥落していたが、その他の顕著な構造被害は確認できなかった(写真 5.3.2-137)。

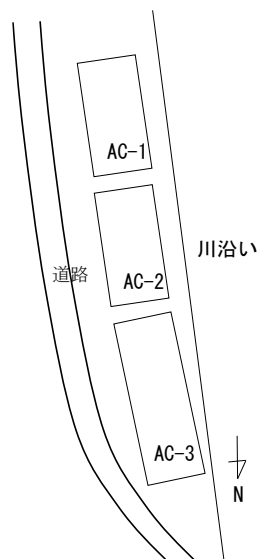


図 5.3.2-25 建築物 AC-1~建築物 AC-3 の位置関係

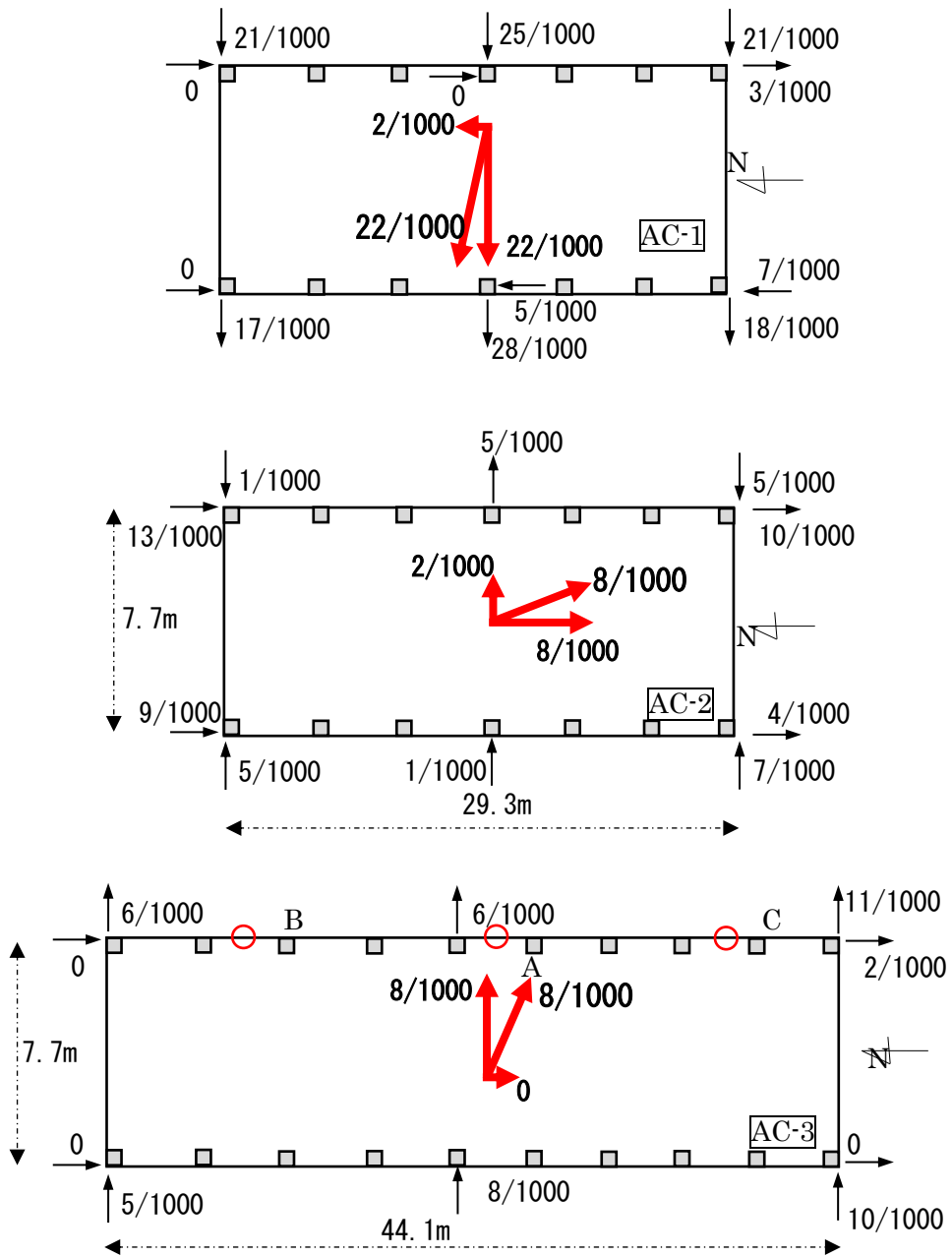


図 5.3.2-26 建築物 AC-1～AC-3 の概略平面図および傾斜計測結果



写真 5.3.2-136 建築物 AC-1 外観および塔屋の傾斜



写真 5.3.2-137 上部構造基部のコンクリートの剥落（建築物 AC-1）



写真 5.3.2-138 建築物 AC-1 東側の地盤変状



写真 5.3.2-139 建築物 AC-2 外観



写真 5.3.2-140 建築物 AC-2 東側の地盤変状



写真 5.3.2-141 建築物 AC-3 外観



写真 5.3.2-142 建築物 AC-3 北側の地盤変状

建築物 AD (輪島市)

建築物 AD は、地上 5 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 1978 年である (写真 5.3.2-143)。図 5.3.2-27 に建築物平面の概略を示す。建築物の平面形状は 7m×30.3m の長方形である。基礎構造は、杭基礎であり杭径φ500mm の PC 杭が使用されている。上部構造では主な被害は確認されなかったが、建築物が北西側に 28/1000 傾斜していた。沈下量については、図 5.3.2-27 の A 点で 467mm、B 点で 403mm、C 点で 330mm、D 点で 380mm 生じていた。また、建築物周辺の地盤には変状が見られた (写真 5.3.2-144)。

応急危険度判定の傾斜に係る評価は、「B ランク」となった。被災度区分判定基準 5.3.1)における杭基礎建築物の基礎の傾斜と沈下量による被災度区分では、「大破」となった。

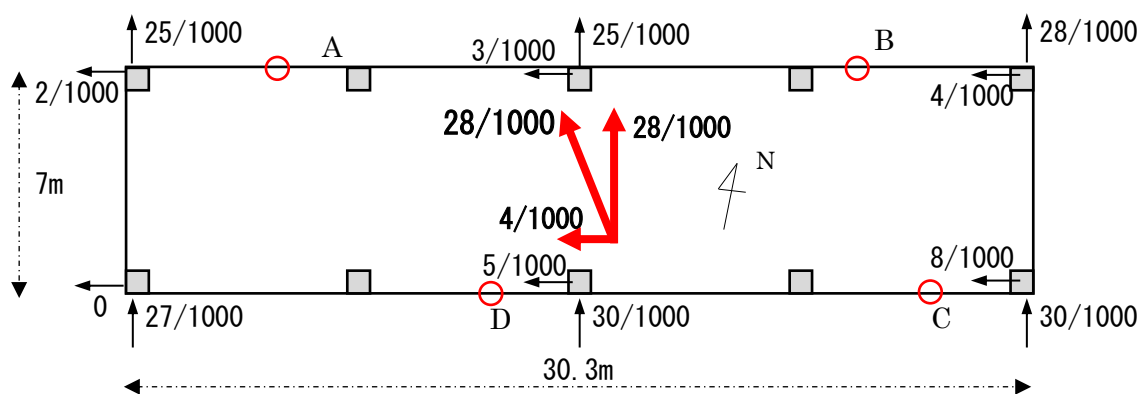


図 5.3.2-27 建築物 AD の概略平面図



写真 5.3.2-143 建築物外観



写真 5.3.2-144 建築物周辺の地盤変状

建築物 AE (輪島市)

建築物 AE-1 は、3階建て RC 造事務所であり、入口部分の1階建て鉄骨造構造とはエキスパンションジョイント (以下、Exp. J.) で接続されている (図 5.3.2-28)。また、裏手側に木造平屋建て建築物が同じく Exp. J. で接続されている。基礎構造は杭基礎である。建設年は不明である。

RC 造部分の建築物の傾斜が認められた。建築物の傾斜は、西方向に 35/1000 であった。応急危険度判定における③傾斜は「C ランク」と判定され、被災度区分判定基準 5.3-1)における杭基礎構造の被災度区分は「大破」と判定される。

建築物 AE-2 は建築物 AE-1 と同敷地内に建つ3階建て RC 造共同住宅であり、建設年は 1968 年である (図 5.3.2-29)。基礎構造は杭基礎との情報があるが詳細は不明である。2017 年に耐震診断が行われ、長辺方向の1階で $I_s=0.45$ 、2階で $I_s=0.52$ であり、その他長辺方向3階および短辺方向では I_{s0} (0.6) 以上であったため、耐震改修として、1階 A 構面に開口閉塞および増設袖壁の設置、2階 A 構面に増設袖壁および構造スリットの設置、3階 A 構面は構造スリットの設置が計画されており、耐震改修工事中に被災したため工事は中断されている (写真 5.3.2-149)。

建築物には傾斜が認められ、傾斜は北東方向に 17/1000 であった。応急危険度判定における③傾斜は「B ランク」と判定され、被災度区分判定基準 5.3-1)における杭基礎構造の被災度区分は「大破」と判定される。なお、隣接する3階建て鉄骨造共同住宅は、1階部分に損傷が集中し、東方向に著しく傾斜し、東側の別建築物に寄り掛かった状態となっていた (写真 5.3.2-150)。

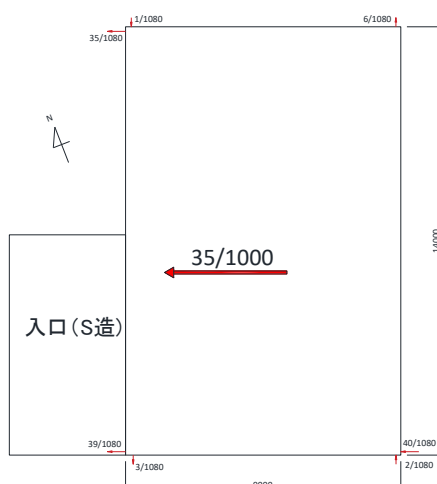


図 5.3.2-28 建築物 AE-1 の概略平面図



写真 5.3.2-145 西面外観



写真 5.3.2-146 入口部と本棟の接合部

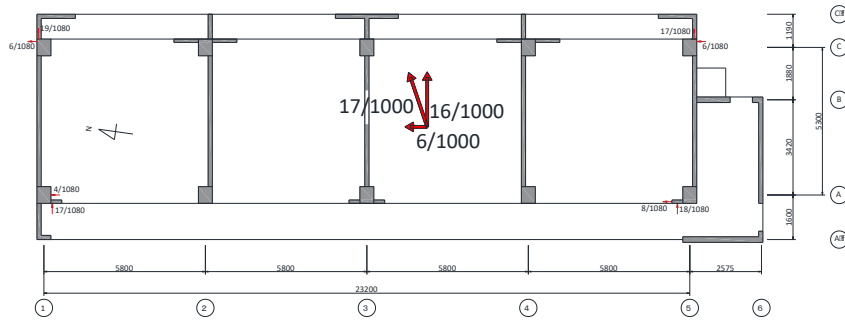


図 5.3.2-29 建築物 AE-2 の概略平面図



写真 5.3.2-147 西面外観



写真 5.3.2-148 東面外観



写真 5.3.2-149 施工途中の開口閉塞補強



写真 5.3.2-150 隣接する鉄骨造住宅の被害

建築物 AF (輪島市)

建築物 AF は、地上 3 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 1971 年である(写真 5.3.2-151)。図 5.3.2-30 に建築物平面の概略を示す。基礎構造は、杭基礎であり杭径 $\phi 400\text{mm}$ の既製 RC 杭が使用されている。上部構造では主な被害は確認されなかったが、建築物が南西方向に傾斜しており、 $10/1000$ 傾斜していた。沈下量については、図 5.3.2-30 の A 点で 220mm 、B 点で 270mm 、C 点で $35\sim 50\text{mm}$ 生じていた。

応急危険度判定の傾斜に係る評価は、「B ランク」となった。被災度区分判定基準 5.3-1)における杭基礎建築物の基礎の傾斜と沈下量による被災度区分では「大破」となった。



写真 5.3.2-151 建築物外観

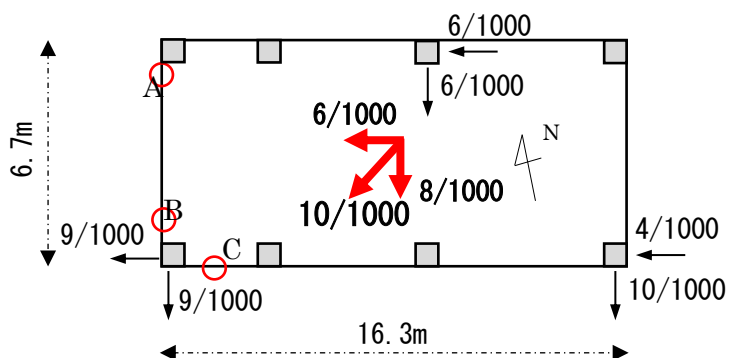


図 5.3.2-30 建築物 AF の概略平面図

建築物 AG (穴水町)

本建物は2階建てRC造事務所であり、建設年は1979年(定礎)である。応急危険度判定は赤判定(一見して危険)であった。当該建物は現在使用されておらず、仮設建物にて営業を継続しているところである。杭は直径φ400mmのPHC杭が使用されている。写真5.3.2-152に建物外観を示す。構造部材に顕著な被害は見られず、壁のせん断ひび割れが発生している程度であった(写真5.3.2-153)。建物周辺の地盤は写真5.3.2-154のように変状していた。

図5.3.2-31に建物平面概要図および傾斜計測結果を示す。当該建築物は西方向に23/1000程度の傾斜が発生していた。同図中の黒丸部分で14.4cmの沈下が確認された。杭基礎の被災度区分判定において、「大破」となる。



写真 5. 3. 2-152 建物外観

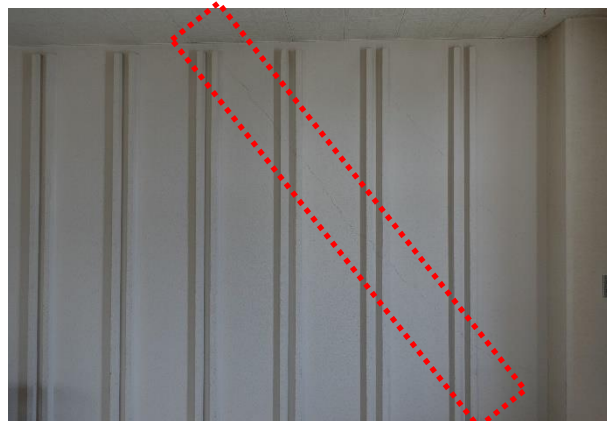


写真 5. 3. 2-153 壁のせん断ひび割れ



写真 5. 3. 2-154 建物周辺地盤の変状

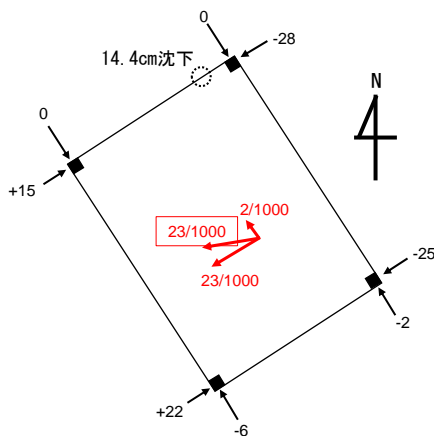


図 5. 3. 2-31 建物平面概要図

建築物 AH (輪島市)

本建物は2階建てRC造建築物であり、建設年は1982年である。施設管理者によると、1月1日の地震以降、避難所として使用していたが、その数日後の地震で上部構造の傾斜が進行したために使用を取り止めたとのことであった。また、2～3月の地震で建築物の傾斜が小さくなったことについて言及されていた。

写真 5.3.2-155 に建物外観を示す。構造部材に目立った被害はなく、建物周辺地盤の変状及び建物入口ポーチ部の鉄骨造柱の傾斜が確認された(写真 5.3.2-156、写真 5.3.2-157)。杭の仕様は、設計図書より直径 350mm の PHC 杭となっている。図 5.3.2-32 に建物平面概要図を示す。建物の傾斜は北西方向で 5/1000 程度の傾きが確認された。



写真 5.3.2-155 建物外観



写真 5.3.2-156 周辺地盤の変状



写真 5.3.2-157 建物入口ポーチ部の柱の傾斜

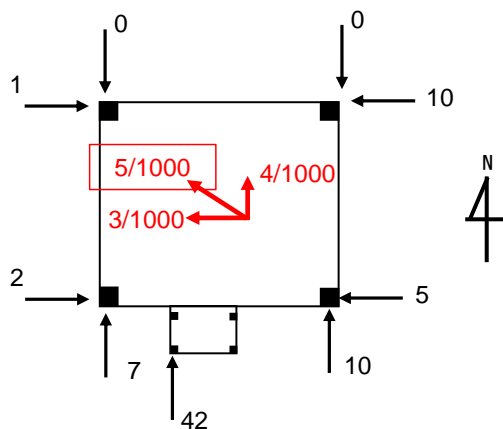


図 5.3.2-32 建物平面概要図

建築物 AI（七尾市）

本建築物は AI-1 棟が 6 階建て RC 造、AI-2 棟が 10 階建て SRC 造建築物である。図 5.3.2-33 に建築物の平面概要を示す。建築竣工年は AI-1 棟が 1972 年であり、AI-2 棟が 1982 年である。

本調査では被害の大きさ等に着目し、その 1 階部分を中心に調査を実施した。図 5.3.2-33 の赤枠内に傾斜角を示す。南側に位置する建築物 AI-1 は西方向 1.4% 傾斜していた。北側に位置する建築物 AI-2 は北方向に 0.4% 傾斜していた。杭の仕様は設計図書より AI-1 棟は十字形の断面である既製 RC 杭が用いられている。AI-2 棟は直径 450mm 及び 500mm の PC 杭が使用されている。

施設管理者へのヒアリングによると、受水槽及び防火水槽が壊れており、4 月上旬まで水を使用できなかった。また、スプリンクラー配管が破断し一部の床が水浸しになったとのことである。ガスも停止したが、しばらくした後使用可能となった。電機については地震後から使用可能であった。エレベーターは停止したが、メーカーが確認した後に使用可能となった。

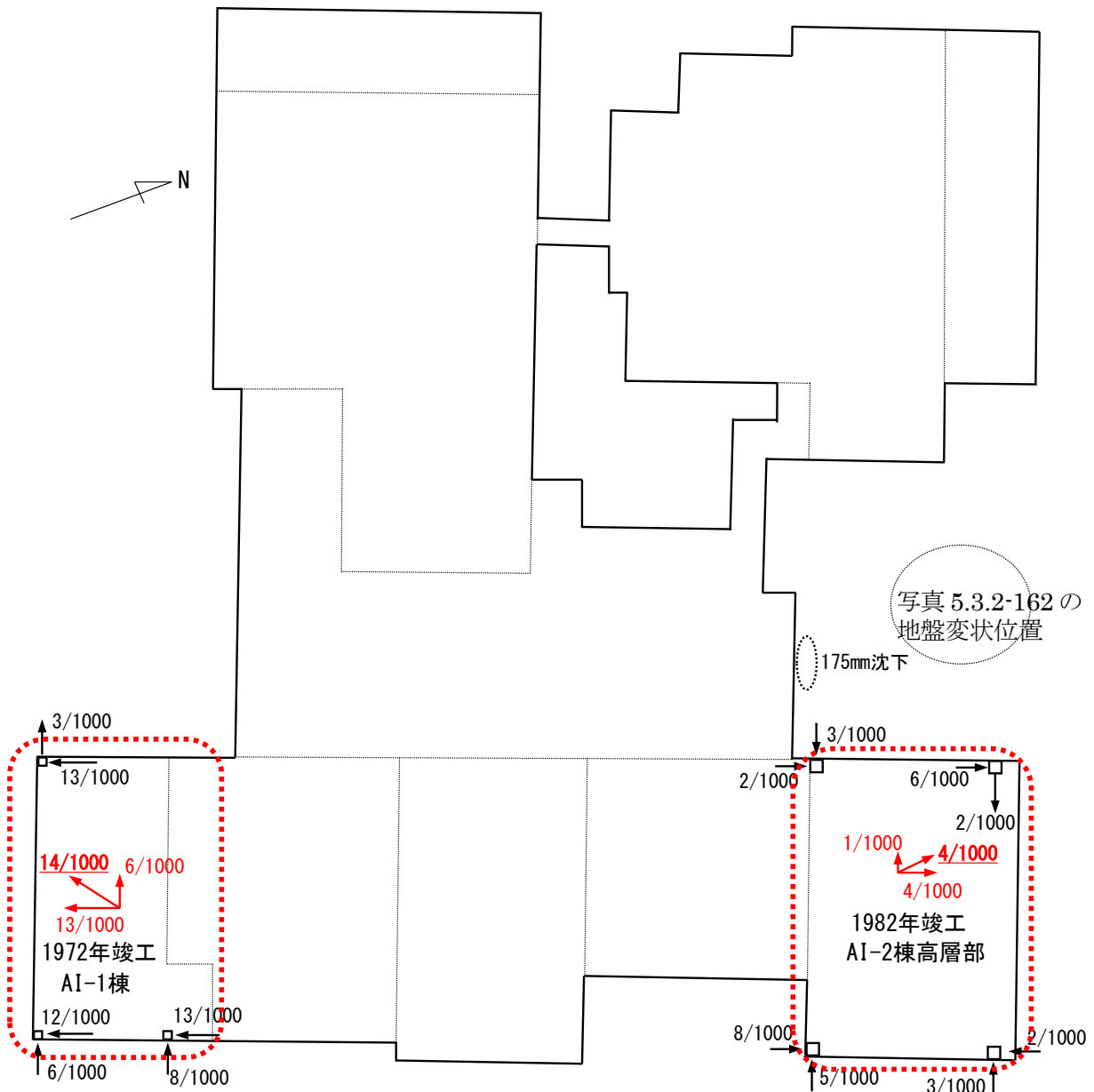


図 5.3.2-33 建物平面概略図



写真 5.3.2-158 南東側外観

写真 5.3.2-159 に AI-1 棟南側の地盤変状の状況を示す。写真 5.3.2-160 に AI-1 棟および別棟間の 1 階床の損傷状況を示す。AI-1 棟南側では地盤変状により地面の盛り上がりが発生し、AI-1 棟と別棟の間で 1 階床に 200mm 程度の段差が生じていた。



写真 5.3.2-159 AI-1 棟南側の地盤変状



写真 5.3.2-160 AI-1 棟と別棟間の 1 階床損傷

写真 5.3.2-161 に方立壁の損傷を示す。AI-2 棟では方立壁のせん断破壊が生じていた。写真 5.3.2-162 に地盤変状の状況を示す。



写真 5.3.2-161 AI-2 棟 方立壁のせん断破壊



写真 5.3.2-162 AI-2 棟北西部の地盤変状

建築物 AJ (七尾市)

本建築物は RC 造 (一部 SRC 造) 建築物である。写真 5.3.2-163 に建築物の南側外観を示す。建築物の北西側に 7 階建ての棟 (以下、西側棟) が存在しており、西側棟の建設年は 1961 年である。

西側棟においては 1 階床の盛り上がり等の影響で傾斜を計測できない箇所があり、1 階の一部のエリアでのみ傾斜を計測した (図 5.3.2-34)。その結果、傾斜は 7.6% であった。上部構造の構造部材では顕著な被害は確認されていない。

施設管理者へのヒアリングによると、地震後において、当該建物の電気は使用できる状態であり、ガス系統は現在使えない状況とのことであった。水については建物を使用していないため未確認とのことであった。

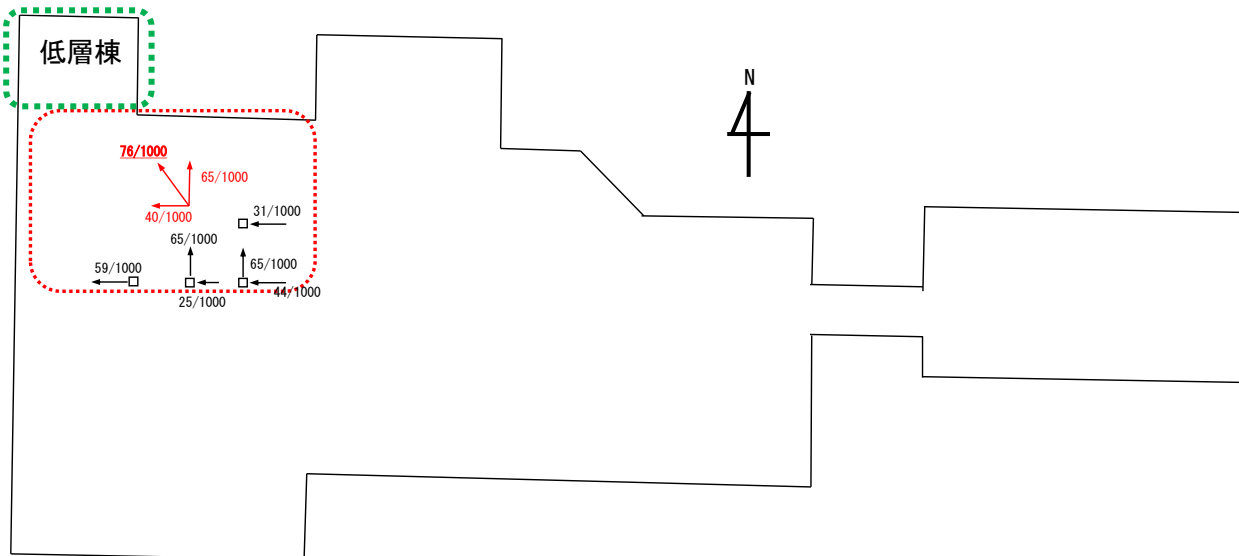


図 5.3.2-34 建物平面概要図



写真 5.3.2-163 建築物南側外観



写真 5.3.2-164 西側棟の傾斜による Exp.J.の被害



写真 5.3.2-165 西側棟の傾斜



写真 5.3.2-166 西側棟の傾斜による北側 2 階建て建築物の被害



写真 5.3.2-167 西側棟 1 階室内の状況

建築物 AK（七尾市）

本建物は SRC 造（一部 RC 造）建築物である。写真 5.3.2-168 に建物の外観を示す。建物の西側と東側の棟の間の Exp.J.部の被害が確認された。西側の棟は建設年が 1973 年以前であり、階数は 8 階建てである。

写真 5.3.2-169 に西側と東側の 7 階での離間距離を示す。7 階床上面での離間距離は 170mm 程度であった。写真 5.3.2-170 に西側棟の方立壁の損傷状況を示す。方立壁頂部に曲げひび割れが確認された。

施設管理者によると、地震後において、水は 4 月まで使用できず 5 月中旬に水道管を修理し通水したとのことであった。電機は使用可能な状態であった。エレベーターは地震後停止したが、1 月下旬に荷物運搬等のため稼働させたとのことであった。また、プロパンガスは使用可能であったが使用を止めたとのことであった。

図 5.3.2-35 に建物平面概要図を示す。西側棟の 1 階柱の傾斜は 0.5% であった。



写真 5.3.2-168 建物外観



写真 5.3.2-169 7 階の西側棟及び東側棟の離間



写真 5.3.2-170 西側棟方立壁の曲げひび割れ

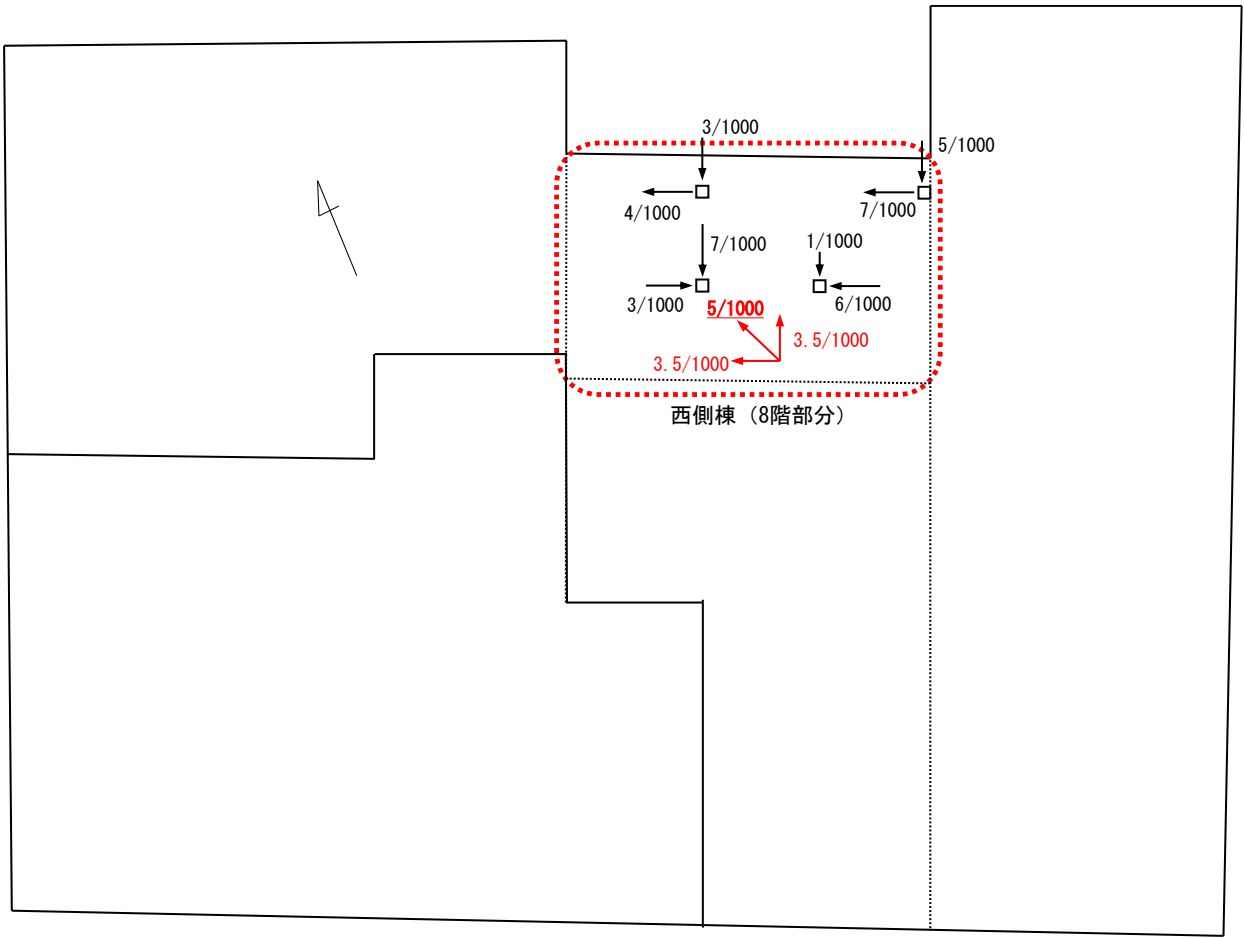


图 5.3.2-35 建物平面概要图

建築物 AL (輪島市)

本建築物は、AL-1 棟 (地上 4 階建ての RC 造建築物、写真 5.3.2-171)、AL-2 棟 (地上 4 階建ての RC 造建築物、写真 5.3.2-172) がエキスパンションジョイントによって連結した建築物であり、建設年は 1978 年である。建築物の基礎は、PHC 杭による杭基礎で、杭径が $\phi 500\text{mm}$ または $\phi 600\text{mm}$ 、杭長は 35~39m である。本建築物は傾斜地に建設されているため、AL-1 棟 1 階部分の一部は GL よりも下に位置している。そのため、AL-1 棟の東側は 2 階に正面玄関がある。建築物の 1 階平面図と 2 階平面図を図 5.3.2-36 に示す。建築物の傾斜を確認することを目的に、建築物の柱を対象として下げ振りによる傾斜の測定を行った。AL-1 棟は 2 階で、AL-2 棟は 1 階で計測した柱の傾斜計測結果および平均値を図 5.3.2-36 に示す。その結果、AL-1 棟は南に 6/1000 の傾斜、AL-2 棟は南に 9/1000 の傾斜が見られた。また、建築物の管理者が実施した杭の掘り出し調査 (図 5.3.2-36 における青い四角 3 箇所の杭頭部) によると、5G の箇所のみ杭頭部に損傷が見られた (写真 5.3.2-173、写真 5.3.2-174)。

担当者へのヒアリングによると、1 月 1 日の停電発生後、1 月 10 日に電気が復旧するまでの間は、自家発電装置によって電源の供給が行った。本建築物では、発災時に外構の給水管及び排水管が損傷したため水道が使用できなくなった。その後、給水管及び排水管の一部の応急補修工事を 3 月 20 日に実施し水道が使用できるようになった (写真 5.3.2-175)。



写真 5.3.2-171 AL-1 棟東側全景



写真 5.3.2-172 AL-2 棟北側全景

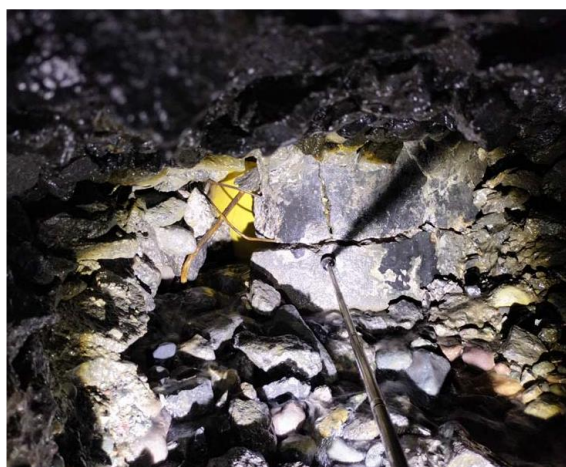


写真 5.3.2-173 杭頭部の損傷 (5G の箇所)



写真 5.3.2-174 未損傷の杭頭部
(13A の箇所)



写真 5.3.2-175 応急復旧した排水管

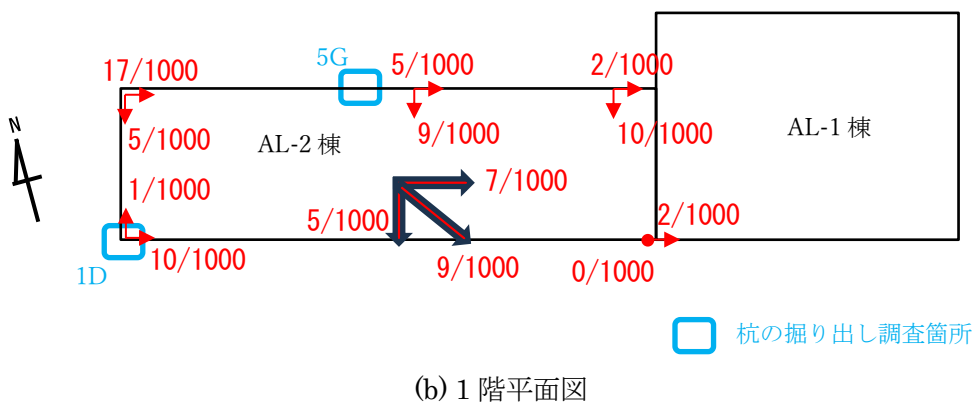
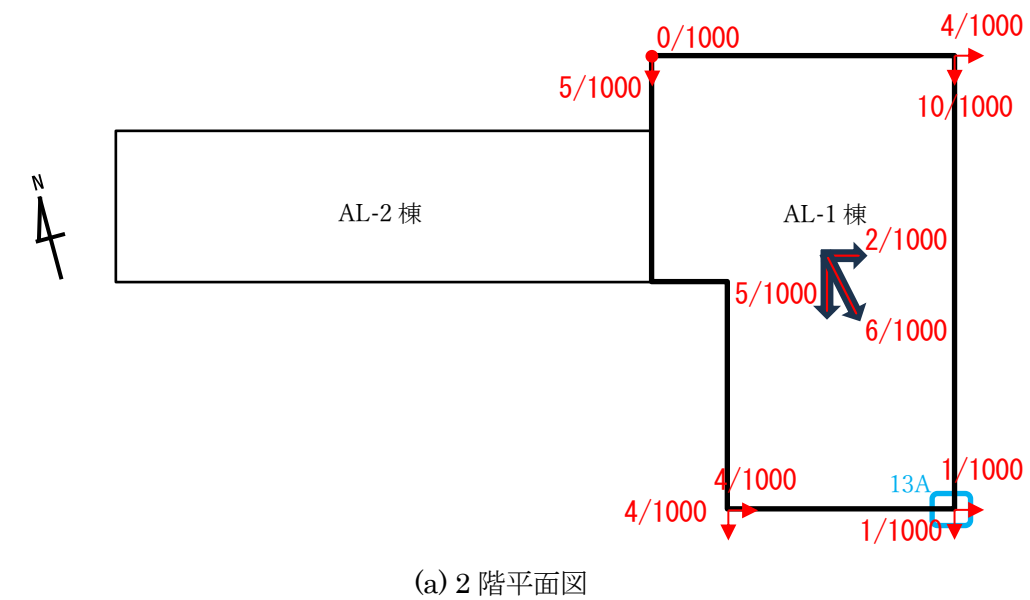


図 5.3.2-36 建築物平面図

建築物 AM (穴水町)

本建築物は 2 階建ての RC 造建築物であり、建設年は 1974 年である。写真 5.3.2-176 に建物南東側の外観を示す。写真 5.3.2-177、写真 5.3.2-178 に東柱（1 階梁下に存在する柱）の被害状況を示す。当該建物の東柱では、脚部近傍の損傷が発生していた。写真 5.3.2-179 にポーチ屋根付け根部の仕上げ材の剥落状況を示す。

上部構造の傾斜を確認したが有意な傾斜は生じていなかった。管理者による被災度区分判定によると、上部構造の被災度は「中破」である。



写真 5.3.2-176 建物南東側外観



写真 5.3.2-177 東柱の損傷



写真 5.3.2-178 東柱のせん断破壊



写真 5.3.2-179 外壁等の仕上げ材の剥落

建築物 AN (輪島市)

本建築物は、建築物 AN-1 (2階建て RC 造)、建築物 AN-2 (3階建て RC 造) および渡り廊下からなる建築物であり、建設年は 1981 年である。概略平面図を図 5.3.2-37 に、建築物 AN-1 の外観を写真 5.3.2-180 に示す。

管理者による被災度区分判定によると、建築物 AN-1 は上部構造の被災度は「小破」であるのに対し、基礎の沈下が 0.076m、基礎の傾斜が 6/1000 程度生じていることが確認され、基礎の被災度は「中破」となった。また、建築物 AN-2 は上部構造の被災度は「中破」であるのに対し、基礎の沈下が 0.13m、基礎の傾斜が 20/1000 程度生じていることが確認され、基礎の被災度は「大破」となった。

建築物 AN-1 や建築物 AN-2 では、上部構造の柱や壁は損傷度 I~III 程度であり、柱や壁のひび割れが確認されている (写真 5.3.2-182、写真 5.3.2-183)。

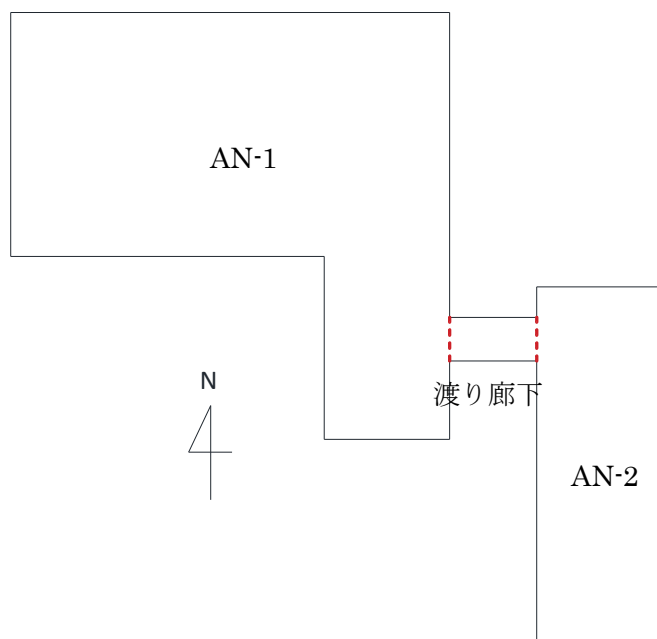


図 5.3.2-37 概略平面図



写真 5.3.2-180 建築物 AN-1 外観

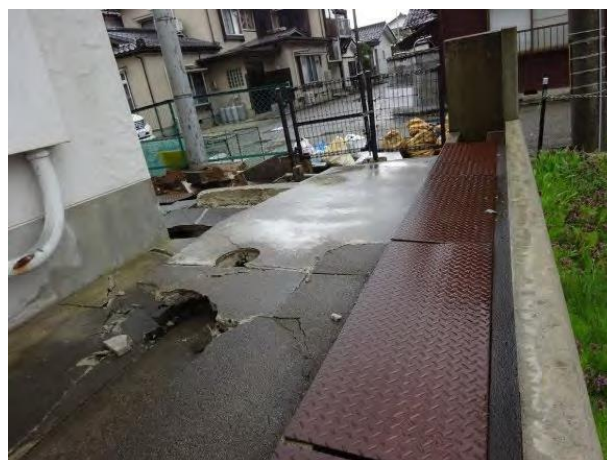


写真 5.3.2-181 周辺地盤の変状



写真 5. 3. 2-182 壁のひび割れ (AN-1)



写真 5. 3. 2-183 柱のひび割れ (AN-2)

建築物 A0 (輪島市)

本建築物は2階建てRC造建築物であり、建設年は1973年である。施設管理者によると、平成20年ごろまでは事務所として建物の一部を使用していたが、それ以降は建物の老朽化のため使用していなかったとのことであった。写真 5.3.2-184 に建物外観を示す。写真 5.3.2-185 に柱の損傷状況を示す。ほとんどの柱には共通して縦ひび割れが発生していた。図 5.3.2-38 に建物平面の概要を示す。いずれの柱も損傷度はI～IIであった。上部構造の耐震性能残存率はR=83.3%となり被災度区分は「小破」であった。上部構造の傾斜は北東方向に2/1000程度であった。



写真 5.3.2-184 建物外観

写真 5.3.2-185 柱の縦ひび割れ

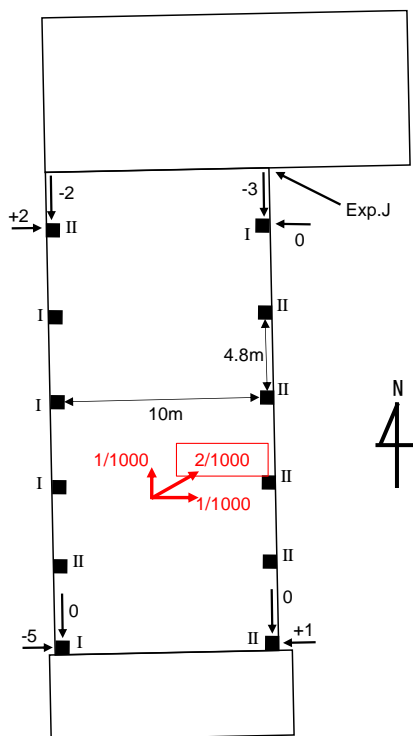


図 5.3.2-38 建物平面概要

(3) その他

顕著な被害の報告

石川県輪島市において、2006年に建設され杭基礎の一次設計がなされた7階建てRC造建築物において17/1000程度の傾斜被害が確認され、杭頭部の損傷も確認されている(杭種はPRC杭)。また、同市において2019年に建設された杭基礎の一次設計がなされた7階建てRC造建築物においては、傾斜被害は確認されていない(杭種はSC杭)。いずれも上部構造の被災度は軽微と判定される。

他機関報告

日本建築学会災害委員会の報告^{5.3-9)}によると、日本建築学会学術委員会文教施設小委員会に設置された能登半島地震学校建築被災度判定WGにより現地調査(被災度区分判定)が実施されている。

基礎構造で大破と判定された建築物は18棟あり、うち3棟は新耐震基準によるものである。上部構造で倒壊と判定されたのは床面積の小さいコンクリートブロック造建築物1棟、大破と判定された建築物は3棟であり、いずれも1981年以前の旧耐震建築物であり、新耐震建築物では上部構造で大破以上の被害は確認されていない。

1981年以前の旧耐震建築物において、柱のせん断破壊や柱梁接合部の破壊、耐力壁の破壊などの上部構造の被害が確認されている。

(4) 航空レーザ計測による建築物の崩壊評価

a) 評価概要・評価結果

輪島市役所を中心に半径 2km 圏内を対象に「航空レーザを用いた崩壊建築物の分布把握に資する計測および評価手法ガイドライン（案）」（以下、ガイドライン）^{5.3-2)}に基づいた崩壊評価を実施した。

<使用したデータ>

- ・地震後：2024/1/14、17 国際航業計測（1 図郭における点密度 41.3 点/m²）
- ・地震前：2020/9～10 石川県計測「令和 2 年度森林情報整備業務」成果（国土地理院より提供、1 図郭における点密度 8.3 点/m²）

地盤変位の計算について、ガイドライン 3.3.2 敷地地盤変位量計測に基づいて算出した（図 5.3.2-39）。対象エリア内で地盤変位の大きな地域が 3 か所（図 5.3.2-39 中の①～③）確認されるため、それらの地域について被害調査を実施した。

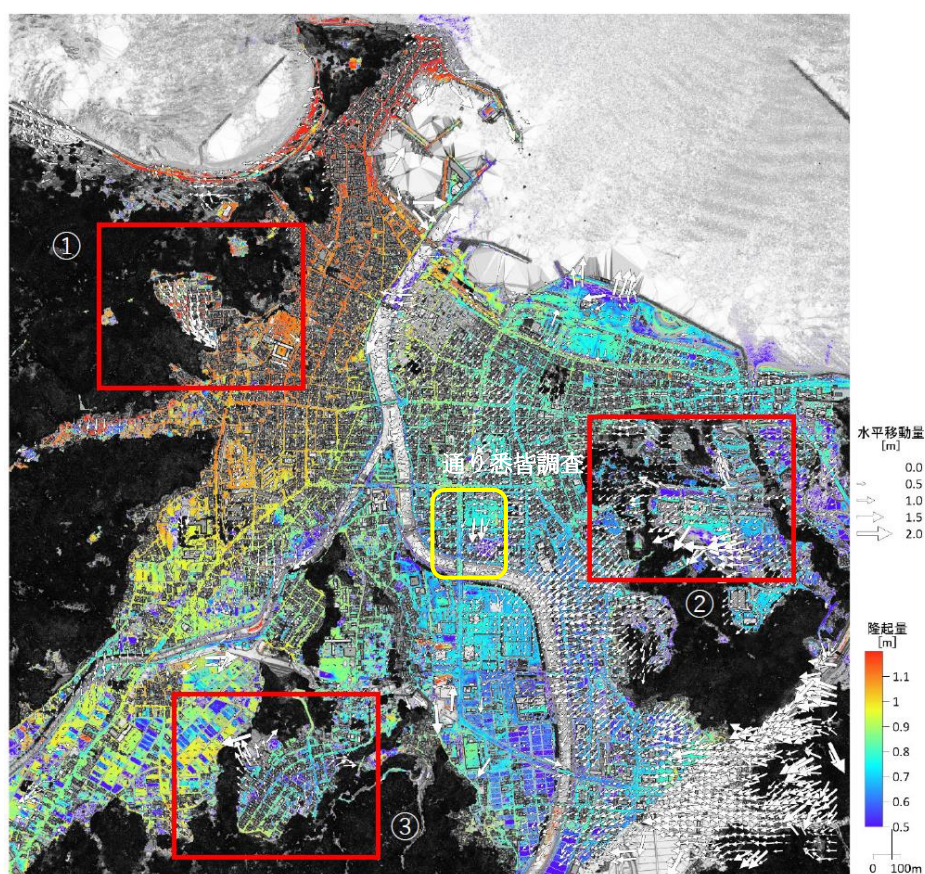


図 5.3.2-39 地盤変位

続いて、ガイドライン 3.3.4 節 差分解析による建築物の崩壊評価に基づき、建築物の屋根面内の被災前後の沈下量・傾き変化を用いて崩壊評価を行った。建築物の崩壊評価基準を表 5.3.2-5 に示す。ガイドラインでは、沈下量、傾き変化、地盤変位量のそれぞれによる評価のうち最も悪い評価を総合評価とすることとされてるが、今回の地震において対象エリアでは図 5.3.2-39 に示すように大きな地盤変位が確認されており、総合評価が地盤変位に大きく依存することとなるため、地盤変位による評価は行わないこととした。

なお、航空レーザ計測による沈下量や傾斜の量は以下の定義で算定している。

- ・沈下量：同一屋根面内の格子点における鉛直方向の差分を集計し、0.1m 間隔のヒストグラムを作成し、その最頻値を代表値とした。ただし、最頻値と当該屋根面データの平均値に 50cm 以上の差が生じる場合にはその平均値を代表値とした。
- ・傾斜：屋根面内の格子点の鉛直方向の差分と水平方向の距離から東西方向および南北方向の傾きを算出し、それぞれの値を合成した値を代表値とした。

沈下量および傾き変化に基づく評価結果を図 5.3.2-40 および図 5.3.2-41 に示す。

表 5.3.2-5 建築物の崩壊評価^{5.3-2)}

評価結果 (着色)	沈下量	傾き変化	地盤変位量
C (赤)：崩壊の危険性が高い	0.6m 以上	6.0%超	危険あり (1.0m 以上)
B (黄)：崩壊の危険性がある	0.25～0.6m	2.5%～6.0%	不明確 (0.5～1.0m)
A (無)：崩壊の危険性は少ない	0.25m 未満	2.5%未満	危険なし (0.5m 未満)
新築 (青)	(-5.0m 以上)： 被災前建築物無	—	—
撤去 (緑)	(5.0m 以下)： 被災後建築物無	—	—

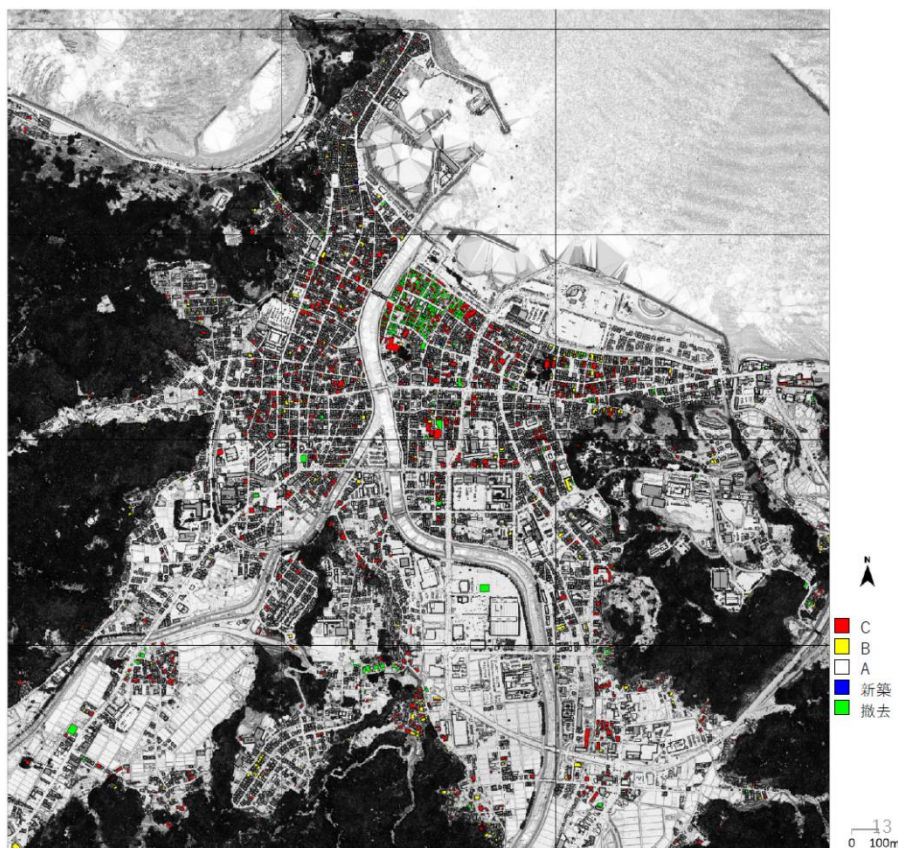


図 5.3.2-40 評価結果：沈下量

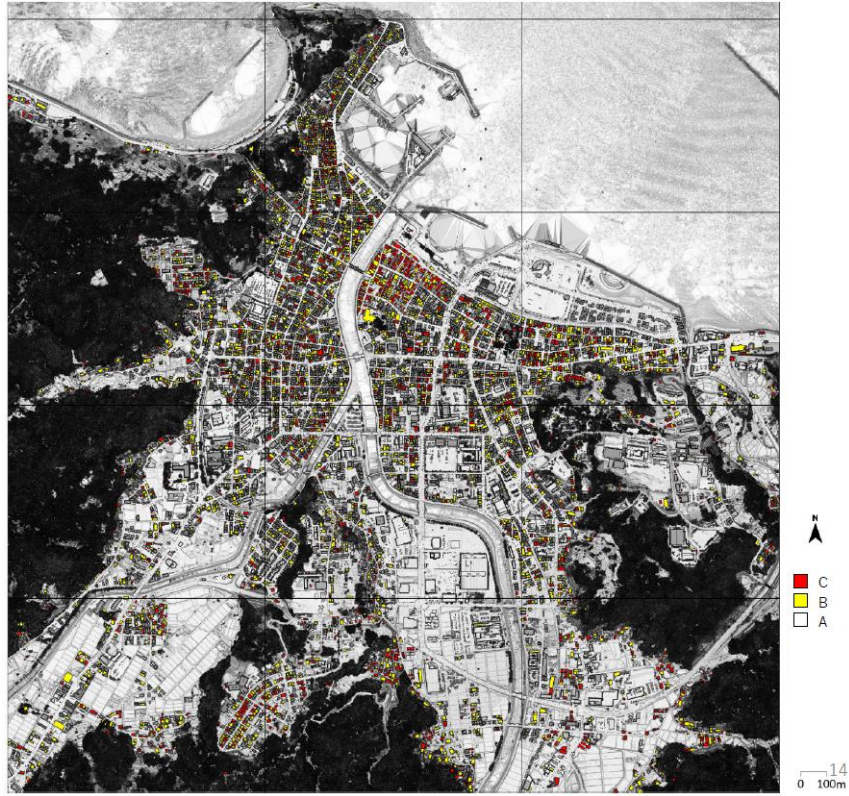


図 5.3.2-41 評価結果：傾き変化

b) 地盤変状の大きい地域の調査

エリア①

図 5.3.2-42 に航空レーザ計測による地盤変位の評価結果（エリア①）を示す。航空レーザ計測結果によると南に向かうほど水平移動量大きい結果となっている。写真 5.3.2-186 に西から東に撮影した地盤の状況を示す。手前の西側では地盤変状が見られ、写真奥側の東側では地盤変状は小さく、航空レーザ計測結果と一致している。写真 5.3.2-187 に図 5.3.2-42 の北側の通りを示す。写真 5.3.2-187 に示す道路では、顕著な地盤変状は見られず、航空レーザ計測の水平移動量の結果と一致している。当該エリアでは写真 5.3.2-188 に示す地盤の変位量のモニタリングが為されていた。同エリアに県営住宅（写真 5.3.2-189）が建設されていたが、目視では建築物に目立った被害は確認されなかった。

写真 5.3.2-190 及び写真 5.3.2-191 に土間等の変状や地割れの状況を示す。写真 5.3.2-190 は南側から北側に撮影しており、土間や庭の土が北側から南側に押し上げるような変状が発生していた。このことは、図 5.3.2-42 に示す地盤の水平移動の方向と一致している。

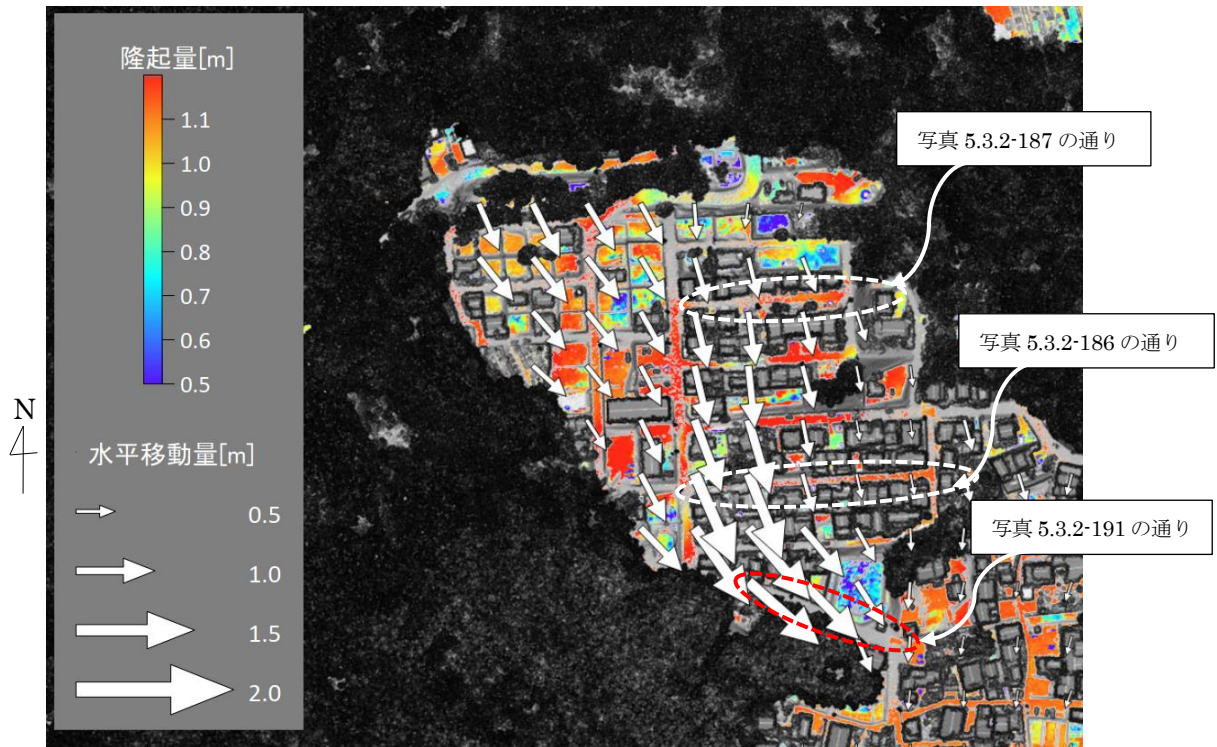


図 5.3.2-42 航空レーザ計測による地盤変状が大きいエリア①の算定結果



写真 5.3.2-186 地割れの状況①



写真 5.3.2-187 地盤状況



写真 5. 3. 2-188 地盤変位のモニタリング



写真 5. 3. 2-189 県営住宅の外観



写真 5. 3. 2-190 土間等の変状



写真 5. 3. 2-191 地割れの状況②

エリア②

図 5.3.2-43 に航空レーザ計測による地盤変位の評価結果（エリア②）を示す。当該エリアは、航空レーザ計測によると地盤変状が大きいエリアの一つであり、当該エリアに該当する建築物 O の南側グラウンドにおいては、写真 5.3.2-192 に示すように地割れ等が確認され、航空レーザ計測結果と一致していた。図 5.3.2-43 のエリアから南に 300m ほど離れた建築物 M の周辺では写真 5.3.2-193 に示す地盤変状が生じていた。

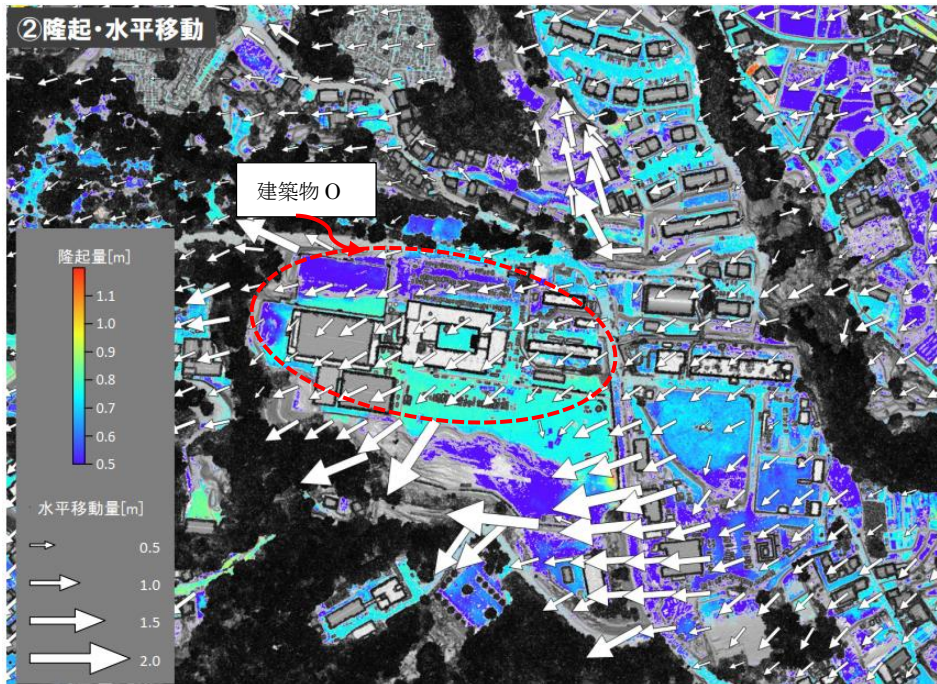


図 5.3.2-43 航空レーザ計測によると地盤変状が大きいエリア②



写真 5.3.2-192 建築物 O 敷地周辺地盤の変状



写真 5.3.2-193 建築物 M-1、M-2 周辺の地盤変状

エリア③

図 5.3.2-44 に航空レーザ計測による地盤変位の評価結果（エリア③）を示す。対象エリアの北東部に地盤変位が特に大きいエリアが見られるが、そこに位置する建築物 BA について被害調査を実施した。

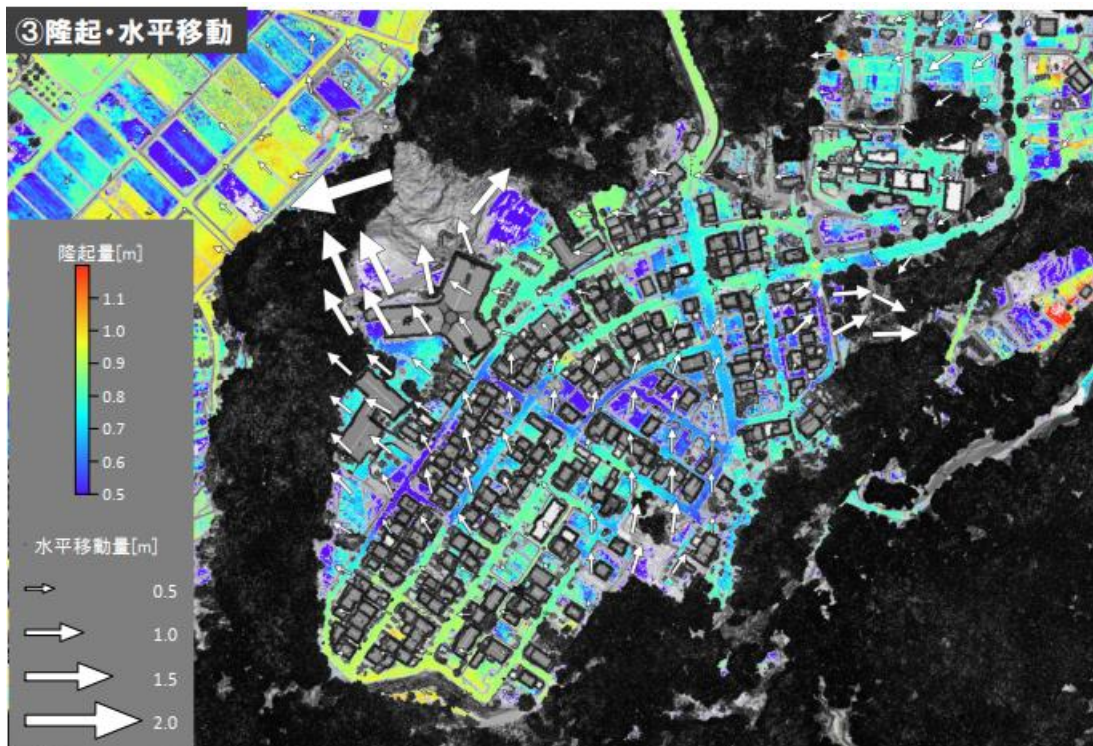


図 5.3.2-44 航空レーザ計測による地盤変状が大きいエリア③の算定結果

建築物 BA は 2 階建ての鉄骨造建築物であり、施設管理者によると竣工年は 1992 年である。建築物の平面概略を図 5.3.2-45 に、建築物外観を写真 5.3.2-194 に示す。地盤の一部が崩落しており、杭頭及びパイルキャップが露出している状況を確認できた（写真 5.3.2-195、写真 5.3.2-196）。1 階床

の一部で顕著な沈下及び床のたわみが生じており、その周辺では地盤変状及び杭頭部の露出が確認された（写真 5.3.2-197 及び写真 5.3.2-198）。写真 5.3.2-199 にパイルキャップ及び基礎梁の被害を示す。パイルキャップでは、杭頭にひび割れが発生していた。また、パイルキャップ中央に斜めひび割れが確認された。基礎梁では梁端コンクリートの剥落が確認された。被災度区分判定基準^{5.3-1)}における支持地盤の変状による被災度区分では「大破」と判定される。

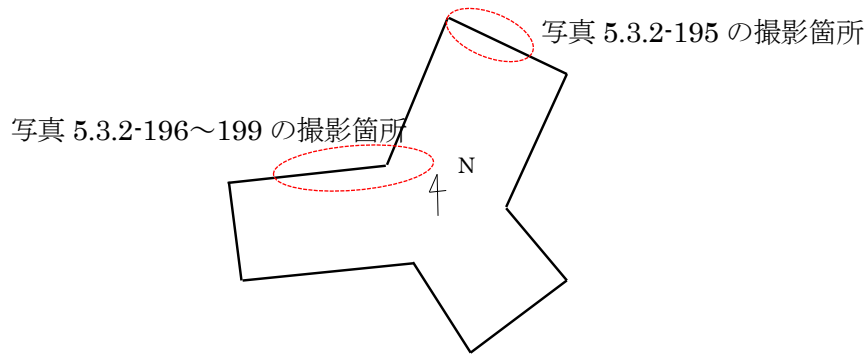


図 5.3.2-45 建築物 BA の概略平面図



写真 5.3.2-194 建築物外観



写真 5.3.2-195 地盤状況



写真 5.3.2-196 杭頭及びパイルキャップの露出



写真 5.3.2-197 床の傾斜



写真 5.3.2-198 地盤変状

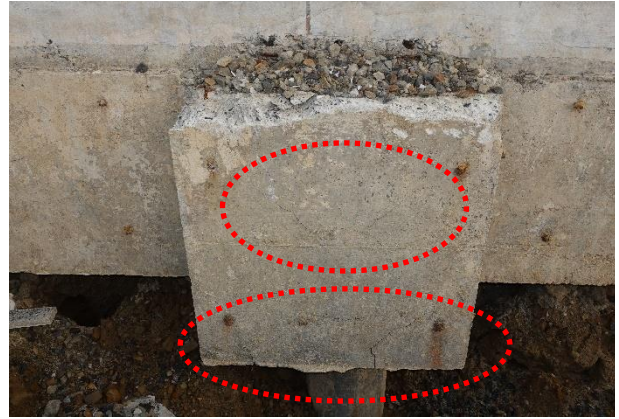


写真 5.3.2-199 パイルキャップの杭頭近傍位置及びパイルキャップ中央位置でのひび割れ

c) 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較

輪島市河井町・鳳至町で調査した建築物の傾斜・沈下量の実測結果と、航空レーザ計測による算定結果との比較を示す。

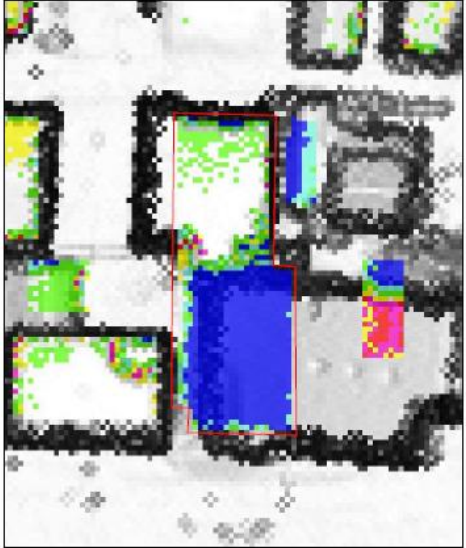
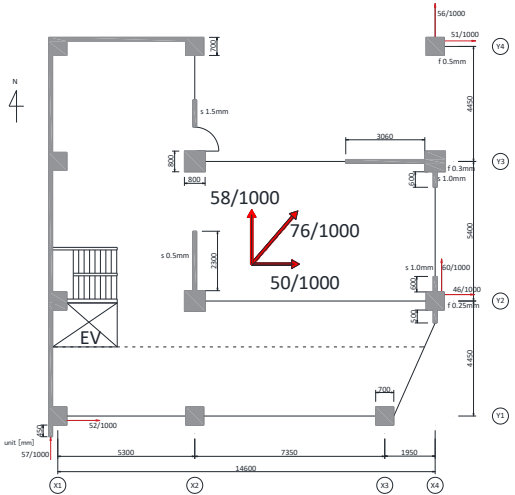

<p>建築物 AA</p>		 <p>傾斜不明 沈下 5.3m</p>
<p>建築物 AB</p>	 <p>傾斜 7.6% 沈下 1.39m</p>	 <p>傾斜 7.18% 沈下 1.4m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果</p>	<p>(b) 航空レーザ計測による算定結果</p>

図 5. 3. 2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較

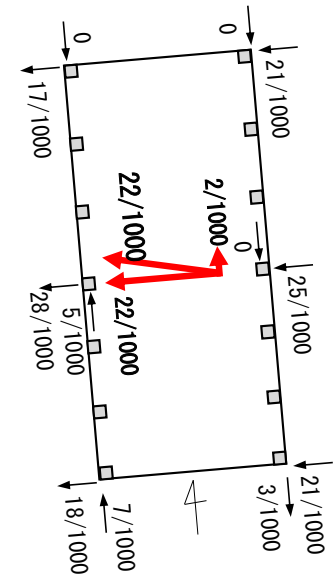
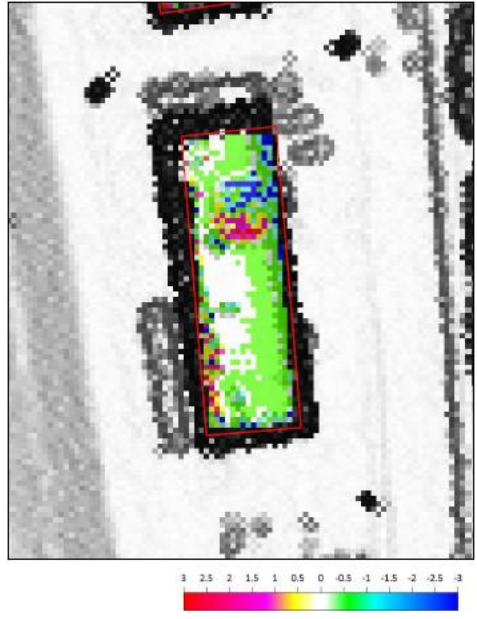
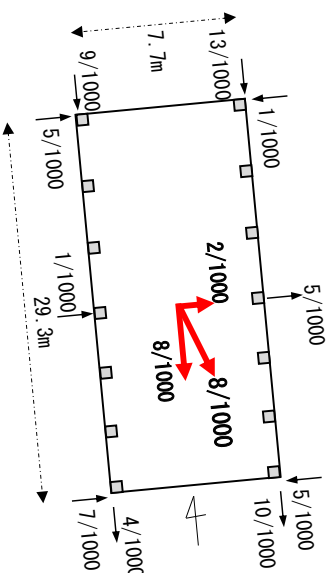
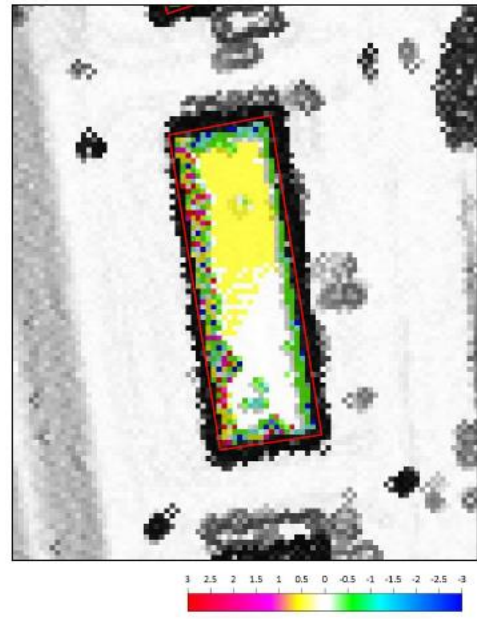
<p>建築物 AC-1</p>	 <p>傾斜 2.17%、沈下不明</p>	 <p>傾斜 1.49% 沈下 0.1m</p>
<p>建築物 AC-2</p>	 <p>傾斜 0.92%、沈下不明</p>	 <p>傾斜 1.55% 沈下 0m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果</p>	<p>(b) 航空レーザ計測による算定結果</p>

図 5.3.2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較 (続き)

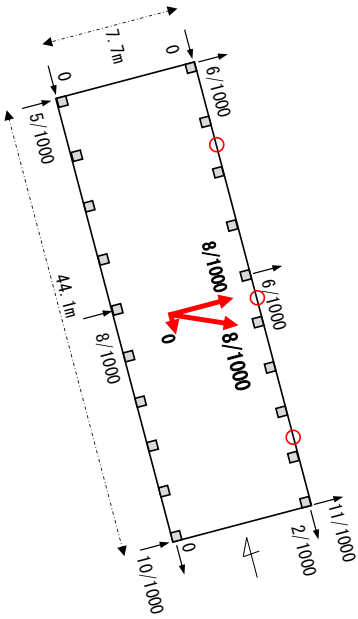
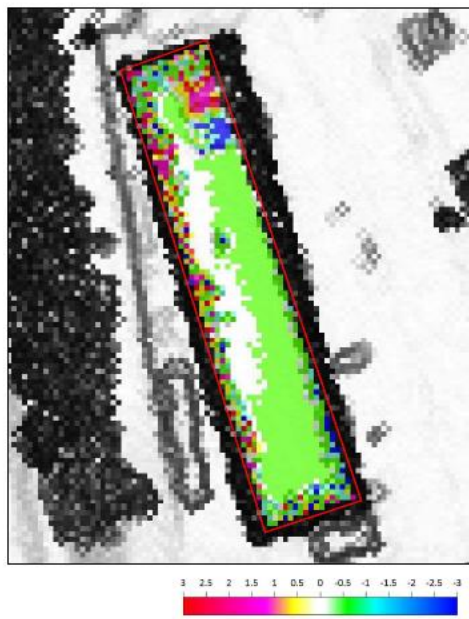
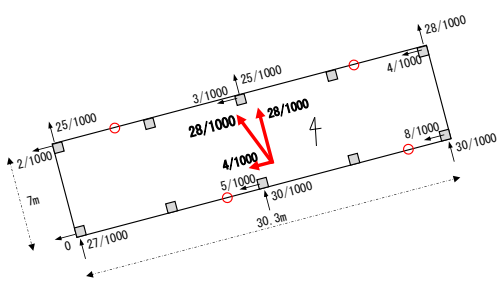

<p>建築物 AC-3</p>	 <p>傾斜 0.77%、沈下 0.23m</p>	 <p>傾斜 1.31% 沈下 0.2m</p>
<p>建築物 AD</p>	 <p>傾斜 2.77%、沈下 0.4m</p>	 <p>傾斜 0.66% 沈下 0.5m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果</p>	<p>(b) 航空レーザ計測による算定結果</p>

図 5.3.2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較 (続き)

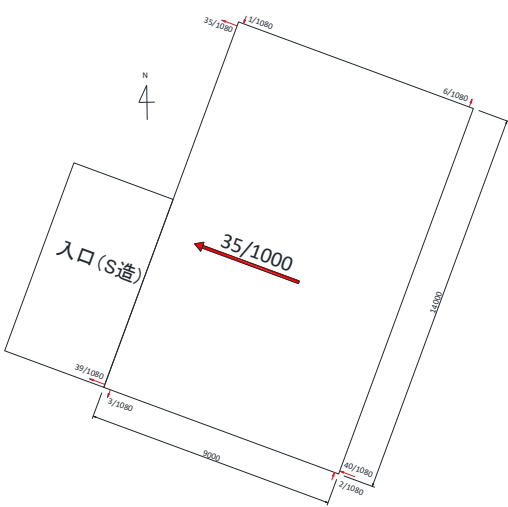
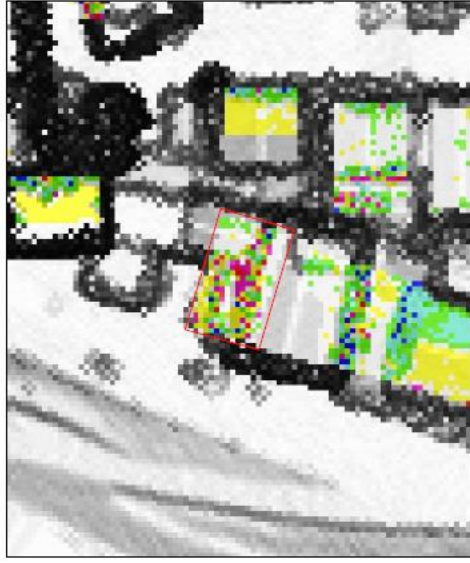
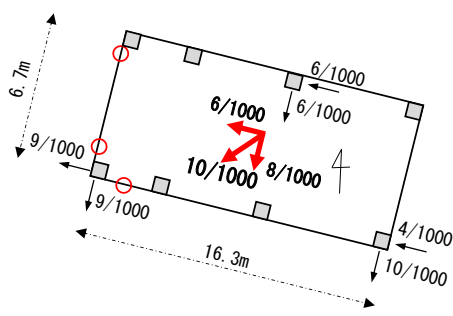

<p>建築物 AE-1</p>	 <p>傾斜 3.5%、沈下なし</p>	 <p>傾斜 0.76% 沈下 0m</p>
<p>建築物 AF</p>	 <p>傾斜 1.05%、沈下 0.18m</p>	 <p>傾斜 2.43% 沈下 0.2m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果</p>	<p>(b) 航空レーザ計測による算定結果</p>

図 5.3.2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較 (続き)

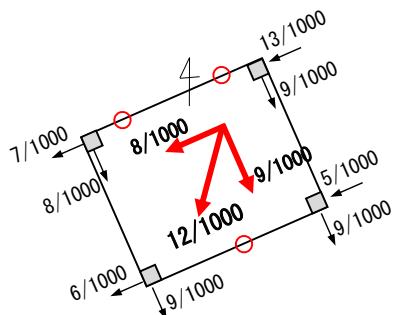
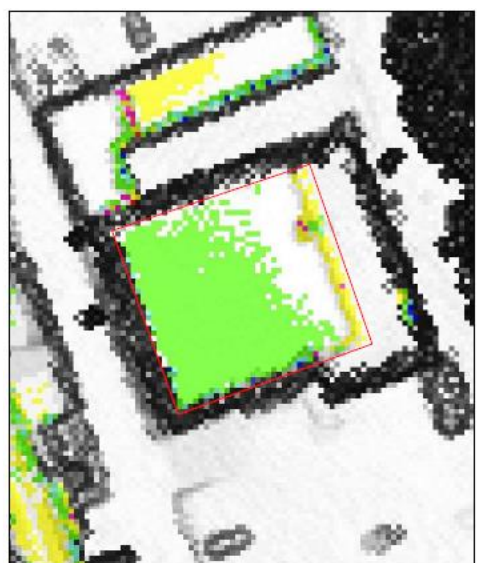
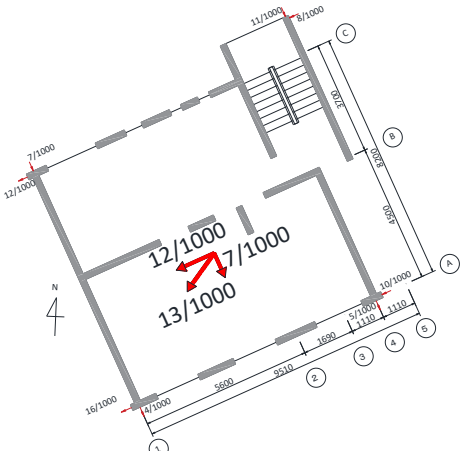
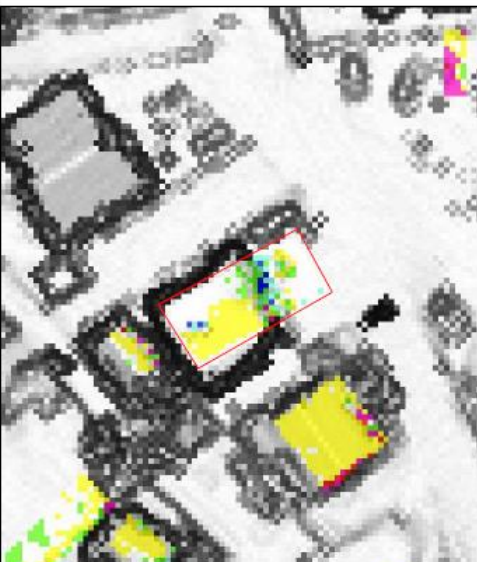
<p>建築物 A-1</p>	 <p>傾斜 1.17%、沈下 0.26m</p>	 <p>傾斜 2.05% 沈下 0.1m</p>
<p>建築物 H</p>	 <p>傾斜 1.23% 沈下なし</p>	 <p>傾斜 4.07% 沈下 0m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果 (b) 航空レーザ計測による算定結果</p>	

図 5.3.2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較 (続き)

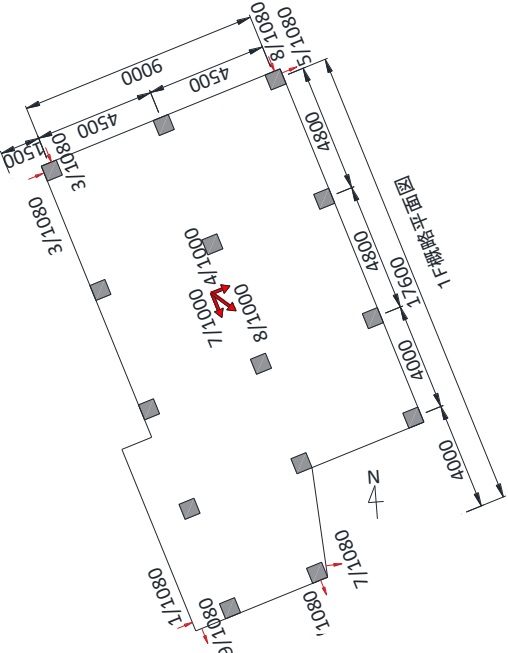

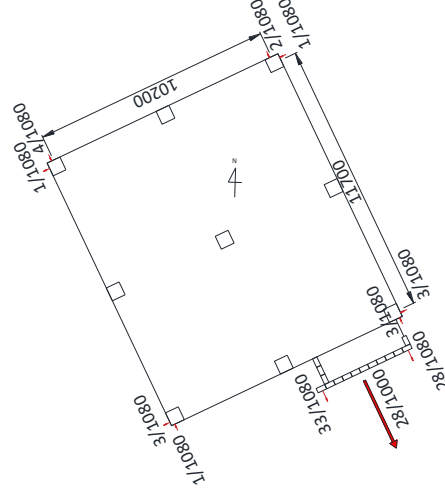

<p>建築物 K</p>	 <p>傾斜 0.8% 周辺地盤沈下</p>	 <p>傾斜 1.39% 沈下-0.3m</p>
<p>建築物 L-1</p>	 <p>傾斜 0.2%、沈下なし</p>	 <p>傾斜 2.99% 沈下-0.3m</p>
<p>名称</p>	<p>(a) 実測結果</p>	<p>(b) 航空レーザ計測による算定結果</p>

図 5.3.2-46 実測結果と航空レーザ計測による算定結果の比較（続き）

d) 通り悉皆調査

航空レーザ判定の精度検証のため、輪島市河井町の図 5.3.2-47 に示すエリアで通り悉皆調査を行った。通り沿いの建築物 50 棟について、建築物の存在、沈下および傾斜の程度の確認を行い、航空レーザ計測による評価結果と比較した。地盤変位を除いた総合評価結果と実際の被害状況写真を比較した図を図 5.3.2-47 に示す。

また、航空レーザ計測による沈下量および傾き変化に基づく評価と、外観調査で判断した評価との整合性を確認した結果を表 5.3.2-6 および表 5.3.2-7 に示す。外観調査では、傾斜量や沈下量を直接計測しておらず、調査者が外観で確認できる被害状態から、沈下量および傾き変化に基づく評価基準(表 5.3.2-5) に照らし合わせて判断をしている点について留意が必要である。また、5.3.2 節(1)(2)で報告している建築物で当該エリアに存在するものについても表 5.3.2-6 および表 5.3.2-7 に含まれており、沈下や傾斜については計測結果に基づいて判断している。表中の整合率は航空レーザ計測によるそれぞれの評価ランク棟数に対して、外観調査で評価した結果がどのランクに属するかの割合を示している。また、総合整合率は、全判定棟数に対して航空レーザ計測による評価と外観調査による評価が整合している棟数の割合を示す。総合整合率は、沈下量については 86.9%、傾き変化(傾斜)については 67.2%となった。

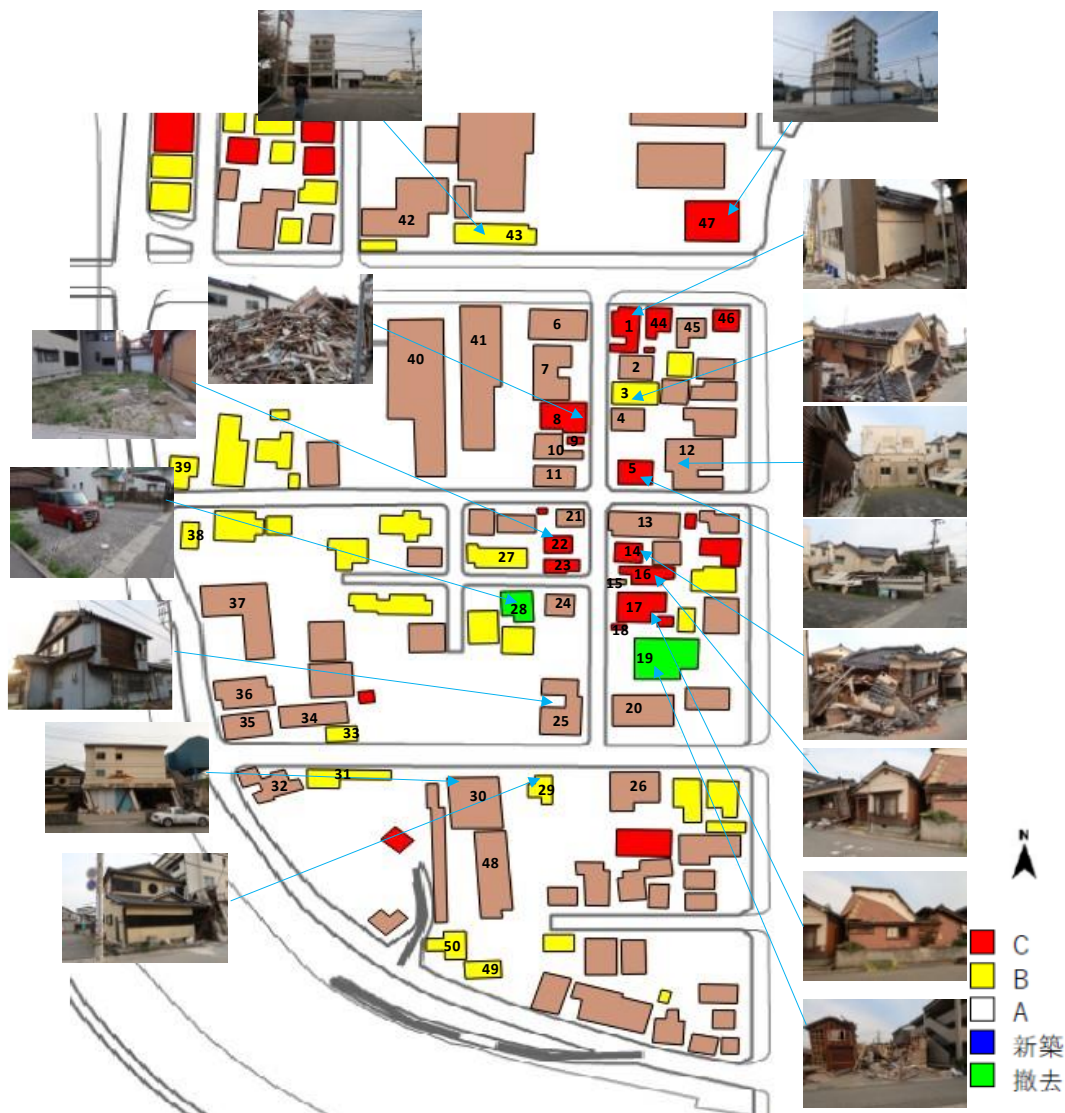


図 5.3.2-47 通り悉皆調査

表 5.3.2-6 沈下量判定結果の整合性

沈下 判定件数		→ 外観判定			
		A	B	C	撤去
↓航空 レーザ 判定	A	45	1	1	0
	B	3	1	0	0
	C	2	0	6	0
	撤去	0	0	1	1

沈下 整合率		→ 外観判定				総合整合率
		A	B	C	撤去	
↓航空 レーザ 判定	A	95.7	2.1	2.1	0.0	86.9
	B	75.0	25.0	0.0	0.0	
	C	25.0	0.0	75.0	0.0	
	撤去	0.0	0.0	50.0	50.0	

表 5.3.2-7 傾斜判定結果の整合性

傾斜 判定件数		→ 外観判定		
		A	B	C
↓航空 レーザ 判定	A	32	3	1
	B	7	2	3
	C	6	0	7

傾斜 整合率		→ 外観判定			総合整合率
		A	B	C	
↓航空 レーザ 判定	A	88.9	8.3	2.8	67.2
	B	58.3	16.7	25.0	
	C	46.2	0.0	53.8	

5.3.3 まとめ

本節では、令和6年能登半島地震による、鉄筋コンクリート造建築物、鉄骨鉄筋コンクリート造建築物および壁式鉄筋コンクリート造建築物の被害の概要と特徴について報告した。以下にその特徴を整理した結果を示す。

- 1) 1981年以降に施工された建築物および耐震改修された建築物において、上部構造の構造部材に顕著な損傷は確認されなかったが、基礎の損傷に起因すると思われる杭基礎の大破相当の傾斜被害が確認された（計4棟：建築物B-1、B-5、C-1、その他1棟）。杭基礎の被害に起因する傾斜被害は過去の大地震でも確認されている^{5.3-3)~5.3-6)}。また基礎構造の損傷程度と比較して、上部構造の損傷程度は小さいことも特徴の1つである。
- 2) 杭基礎の一次設計および杭体の終局強度に基づく検討が行われていた建築物Fでは、基礎の被害に起因する傾斜被害は確認されなかったが、杭基礎の一次設計が行われていた建築物では基礎の大破相当の傾斜被害が確認された。建築研究所においては、杭基礎構造建築物の地震後の継続使用性を確保するための検討を行い、杭の脆性破壊を防止して建築物の継続使用性を確保するための設計手法の提案^{5.3-7)}や、既存杭の補修補強の提案^{5.3-8)}をしており、今後、建築物の設計情報等から継続使用性を確保する設計方法の検証等を行う必要がある。
- 3) 1981年以前に施工された建築物において、上部構造の被害については、過去の大地震で確認された被害形態のうち、柱のせん断破壊や柱はり接合部の破壊^{5.3-9)}、方立壁等の非構造壁の破壊が確認されているが、その他の顕著な被害は確認されていない。また、基礎の損傷に起因すると思われる転倒被害（計1棟：建築物AA）および大破相当の傾斜被害（計9棟：建築物AB、AC-1、AD、AE-1、AE-2、AG、AI-1、AJ、AN-2）が確認されている。建築物AAは杭基礎の耐震設計がなされていないRC造建築物ではあるものの、その転倒被害は初めて確認された事例であり、その要因についての詳細な検討が必要である。またそれ以外の建築物の傾斜被害については、杭基礎の損傷等によるものと推測されるが、原因特定のためには杭基礎部の掘り出し調査等が必要である。また基礎構造の損傷程度と比較して、上部構造の損傷程度は小さいことも特徴の1つである。
- 4) 杭基礎建築物の杭種と被害状況について表5.3.3-1のように整理される。杭基礎の掘り出し調査により杭頭部の損傷状況が直接確認されている（建築物A-1、D-1、D-2、D-3、E、P、AL-1、AL-2）。特に上部構造物が耐震補強された建築物（建築物A-1）における既存部の基礎の杭体の損傷軽減の方法について、今後詳細に検討する必要がある。
- 5) 航空レーザ計測結果に基づいて地盤変位の大きいエリアについて重点的に調査を行い、計測結果と同様の地盤変状が確認された。また、当該エリアにおいて地盤変状に起因する建築物被害も確認された。航空レーザ計測による建築物の崩壊評価結果と実建築物被害の関係について分析し、一定の整合性が確認された。より整合性を高めるための改善策について今後検討を行う必要がある。

表 5.3.3-1 杭基礎建築物の杭種と被害状況

建築物名	構造形式	建物規模	建設年(改修)	傾斜(rad.)	杭種(上杭)	杭の損傷*
建築物 A-1	RC 造	地上 2 階	1968 (2013)	12/1000	既製 RC 杭	あり
建築物 A-2	鉄骨造	地上 2 階	2020	3/1000	鋼管杭	
建築物 B-1	RC 造	地上 3 階	1970 (2012)	22/1000	既製 RC 杭	
建築物 B-2	RC 造	地上 3 階	1970 (2012)	5/1000	既製 RC 杭	
建築物 B-3	RC 造	地上 3 階	1970 (2012)	0/1000	既製 RC 杭	
建築物 B-4	RC 造	地上 3 階	1970 (2013)	3/1000	既製 RC 杭	
建築物 B-5	RC 造	地上 3 階	1970 (2013)	26/1000	既製 RC 杭	
建築物 C-1	RC 造	地上 3 階	1973 (2013)	18/1000	PC 杭	
建築物 C-2	RC 造	地上 2 階	1973 (2013)	12/1000	PC 杭	
建築物 C-3	RC 造	地上 2 階	1973	13/1000	PC 杭	
建築物 C-4	RC 造	地上 2 階	1973	1/1000	PC 杭	
建築物 D-1	RC 造	地上 4 階	1985	8/1000	PHC 杭	あり
建築物 D-2	RC 造	地上 2 階	1985	13/1000	PHC 杭	あり
建築物 D-3	SRC 造	地上 2 階	1985	13/1000	PHC 杭	あり
建築物 E	RC 造	地上 5 階	1973 (2021)	3/1000	既存部: PHC 杭 補強部: 鋼管杭	あり
建築物 F	RC 造	地上 1 階 地下 2 階	2001	2/1000	SC 杭	
建築物 G	壁式 RC 造	地上 3 階	1999	7/1000	PHC 杭	
建築物 H	壁式 RC 造	地上 3 階	1992	12/1000	PHC 杭	
建築物 I	RC 造	地上 3 階	1973 (2021)	5/1000	既存部: 不明 補強部: 鋼管杭	
建築物 M-1	RC 造 +鉄骨屋根	地上 2 階	2001		PHC 杭	
建築物 O-1	RC 造	地上 3 階	2014		PRC 杭	
建築物 O-2	鉄骨造	地上 2 階	2014		PHC 杭	
建築物 O-3	鉄骨造	地上 1 階	2014		PHC 杭	
建築物 P	RC 造 +鉄骨造	地上 2 階	1989	4/1000	PHC 杭	あり
建築物 AC-3	RC 造	地上 5 階	1977	8/1000	PHC 杭	
建築物 AD	RC 造	地上 5 階	1978	28/1000	PC 杭	
建築物 AF	RC 造	地上 3 階	1971	10/1000	既製 RC 杭	
建築物 AG	RC 造	地上 2 階	1979	23/1000	PHC 杭	
建築物 AH	RC 造	地上 2 階	1982	5/1000	PHC 杭	
建築物 AI-1	RC 造	地上 6 階	1972	14/1000	既製 RC 杭	
建築物 AI-2	SRC 造	地上 10 階	1982	4/1000	PC 杭	
建築物 AL-1	RC 造	地上 4 階	1978	6/1000	PHC 杭	なし
建築物 AL-2	RC 造	地上 4 階	1978	9/1000	PHC 杭	あり

*基礎掘削調査等により目視で確認されている杭体の損傷の有無であり、損傷が今回の地震によるものかは要検討

参考文献

- 5.3-1) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準および復旧技術指針 2015 改訂版
- 5.3-2) 建築研究所：航空レーザを用いた崩壊建築物の分布把握に資する計測および評価手法ガイドライン（案）、2023.7
- 5.3-3) 国土技術政策総合研究所、建築研究所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震調査研究（速報）（東日本大震災）、国土技術政策総合研究所資料第 636 号、建築研究資料第 132 号、2011.5
- 5.3-4) 国土技術政策総合研究所、建築研究所：平成 23 年（2011 年）東北地方太平洋沖地震被害調査報告、国土技術政策総合研究所資料第 674 号、建築研究資料第 136 号、2012.3
- 5.3-5) 国土技術政策総合研究所、建築研究所：平成 28 年（2016 年）熊本地震建築物被害調査報告（速報）、国土技術政策総合研究所資料第 929 号、建築研究資料第 173 号、2016.9
- 5.3-6) 建築研究所：熊本地震で被災した鉄筋コンクリート造建築物を対象とした地震後継続使用確保に資する検討、建築研究資料第 204 号、2021.10
- 5.3-7) 建築研究所：地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの耐震性能評価手法および試設計、建築研究資料 207 号、2023.7
- 5.3-8) 建築研究所：大地震後の継続使用性を確保するためのコンクリート系杭基礎構造システムの構造性能評価に関する研究、建築研究資料第 195 号、2019.10
- 5.3-9) 日本建築学会災害委員会：2024 年能登半島地震災害調査報告会、2024 年度日本建築学会大会（関東）災害部門パネルディスカッション資料、2024.8

5.4 基礎・地盤の被害

5.4.1 調査の目的と概要

建築物の基礎・地盤について、被害の概要を把握する目的で、①宅地の斜面崩壊（金沢市）、②液状化被害（内灘町・かほく市）、③鉄筋コンクリート造建築物等の傾斜・沈下被害（輪島市）、④杭の掘り出しに伴う調査（穴水町）等について、目視を中心とする調査を実施した。本節においては、既報5.4-1)及び追加調査の結果を示す。

図 5.4.1-1 に調査範囲を示す。また、図 5.4.1-2 に、輪島市（中心部）で調査した建物位置を示す。

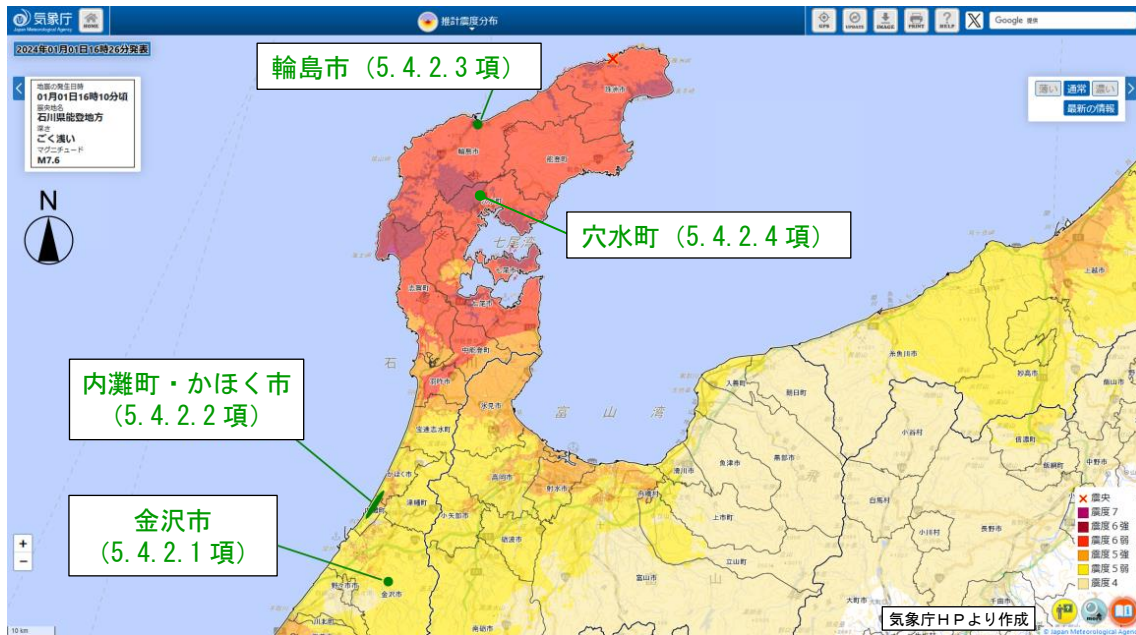


図 5.4.1-1 調査範囲 5.4-2)より作成

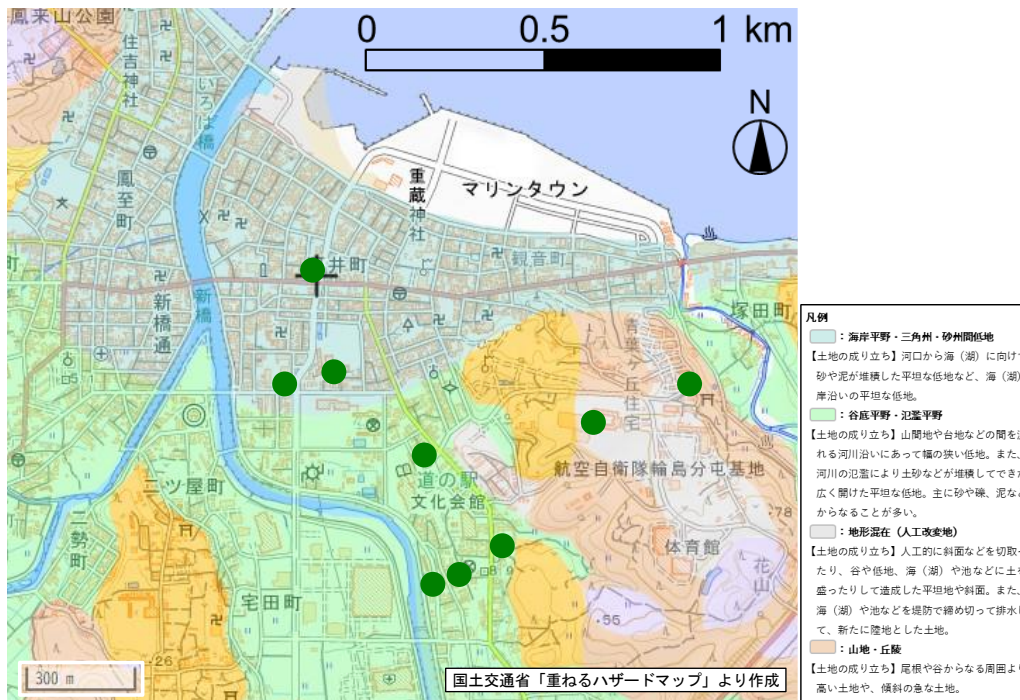


図 5.4.1-2 輪島市中心部における調査建物位置 (●印) 5.4-3)より作成

5.4.2 調査結果

5.4.2.1 宅地の斜面崩壊に関する調査（金沢市）

(1) 被害状況の把握

金沢市田上新町の造成宅地において、大規模な斜面崩壊が確認されたエリアを図 5.4.2-1 に示す。

斜面崩壊が確認されたエリアは、当該造成宅地における外周道路の外側であり、斜面の下方に向かって住宅が大きく移動していた。崩壊した斜面の状況を写真 5.4.2-1（図 5.4.2-1 の撮影位置①）と写真 5.4.2-2（図 5.4.2-1 の撮影位置②）に示す。



図 5.4.2-1 金沢市田上新町における斜面崩壊のエリア 5.4-4)より作成



写真 5.4.2-1 崩壊した斜面の状況①



写真 5.4.2-2 崩壊した斜面の状況②

外周道路の内側に隣接する住宅の基礎の立上り部や、その敷地境界にあるブロック塀には、斜面の下方に開く方向にひび割れが生じていた。当該ブロック塀には、ひび割れの補修痕も確認された。これらの状況を写真 5.4.2-3、5.4.2-4 に示す。



写真 5.4.2-3 住宅の基礎立上り部のひび割れ

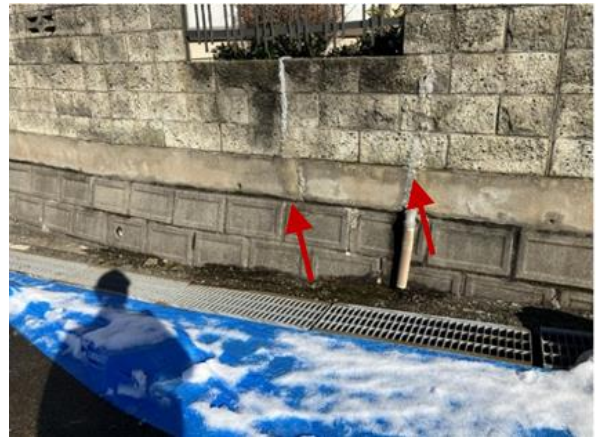
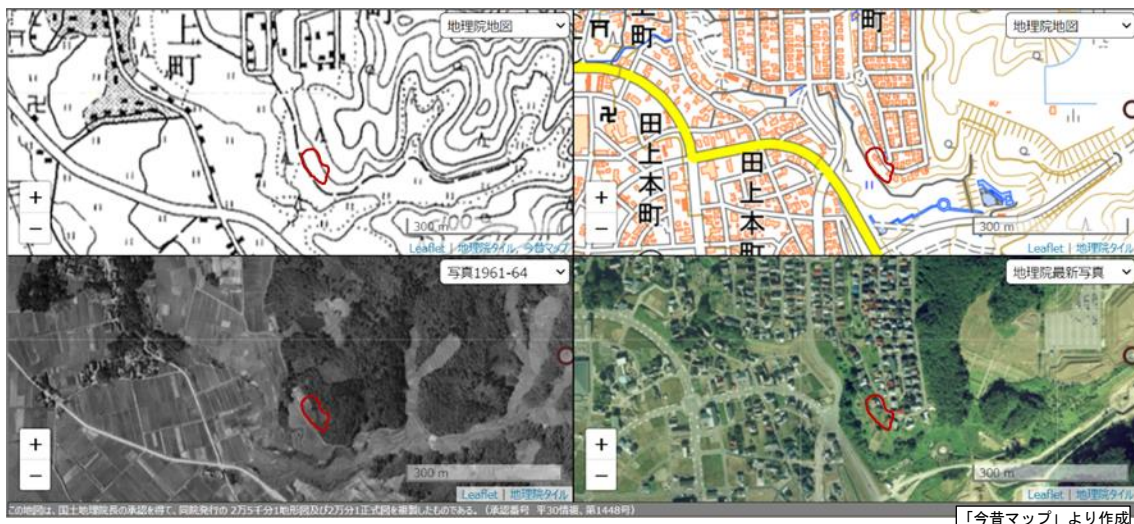


写真 5.4.2-4 ブロック塀のひび割れと補修痕

(2) 机上調査による造成履歴等の把握

被災した斜面を含む一帯の造成履歴について、1960年代および2000年代の地形図と空中写真を図5.4.2-2に示す。斜面崩壊エリアは、1960年代は自然地山の斜面地であったことがわかる。



(左上) 地形図 1960年代

(右上) 地形図 2000年代

(左下) 空中写真 1960年代

(右下) 空中写真 2000年代

図 5.4.2-2 1960年代および2000年代の地形図と空中写真 (5.4-5)より作成

(赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア)

地形図に大規模盛土造成地マップを重ねたものを図5.4.2-3に示す。図中の黄緑色で塗り潰された領域は、谷埋め型の大規模盛土造成地である。

図5.4.2-3より、斜面崩壊エリアは大規模盛土造成地ではないことを確認した。

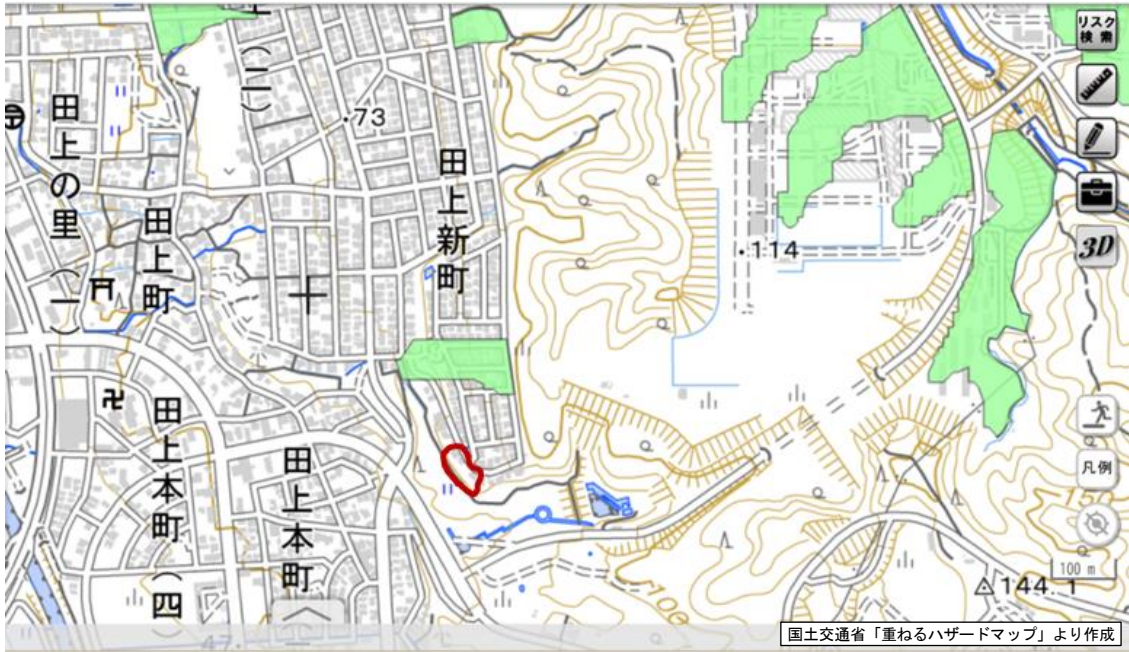


図 5.4.2-3 大規模盛土造成地マップ 5.4-3より作成 (赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア)

また、地形図に人工地形図を重ねたものを図 5.4.2-4 に示す。図中の赤色で塗り潰された領域は盛土を、水色で塗り潰された領域は切土を、それぞれ示している。

図 5.4.2-4 より、斜面崩壊エリアは切土地であることを確認した。

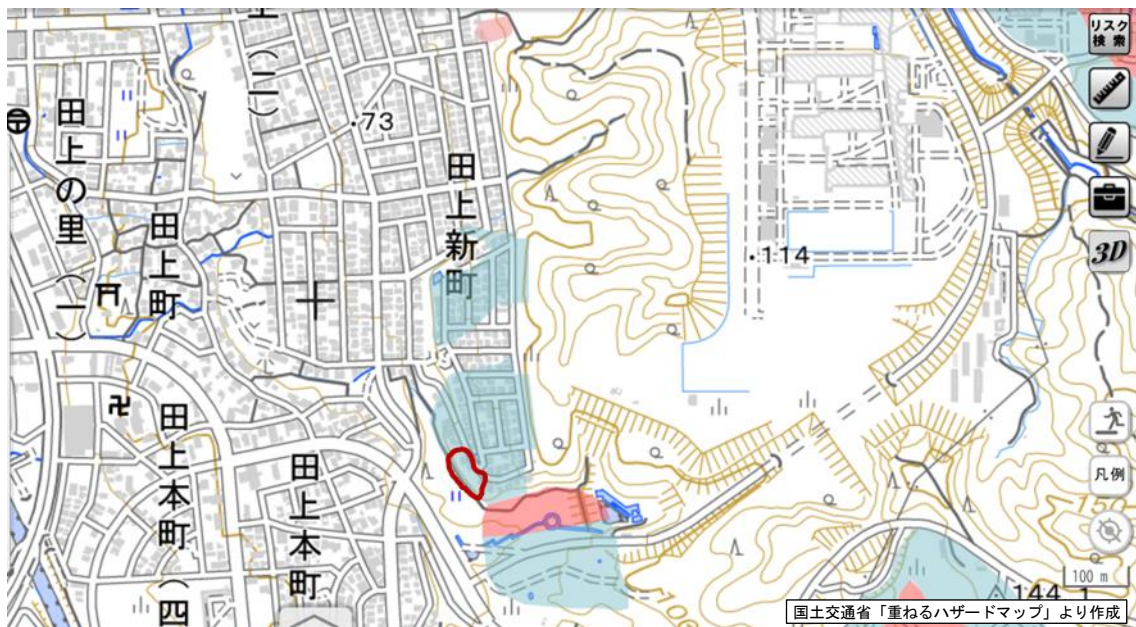


図 5.4.2-4 人工地形図 5.4-3より作成 (赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア)

当該斜面崩壊エリアには、急傾斜地の崩壊警戒区域（指定済）が含まれている。地形図に急傾斜地崩壊警戒区域図を重ねたものを図 5.4.2-5 に示す。

図 5.4.2-5 より、この斜面は、急傾斜地の崩壊警戒区域指定の要件である 30 度以上の傾斜地であったと考えられる。



図 5.4.2-5 急傾斜地崩壊警戒区域の位置 (5.4-3)より作成
(赤線で囲んだ部分が斜面崩壊エリア)

当該斜面崩壊エリアは、机上調査より、切土地であることが確認された。現地調査では、外周道路の下部地盤は灰色の粘土質地盤であるように、外周道路の外側に建つ住宅の下部地盤は茶色の砂質地盤であるように、それぞれ見受けられた (写真 5.4.2-5)。いずれにしても、急傾斜地崩壊警戒区域に指定されているほどの急斜面地であり、今回の地震動により斜面崩壊が生じたと推察される。



写真 5.4.2-5 斜面崩壊エリアの地表付近の状況 (写真 5.4.2-2 のアップ)

5.4.2.2 液状化被害に関する調査（内灘町・かほく市）

(1) 調査対象エリア

内灘町・かほく市における調査対象エリアを図 5.4.2-6 に示す。調査対象エリアは、当該市町における県道 8 号線沿いとした。当該エリアは、主に戸建住宅が立ち並ぶ住宅地であった。



図 5.4.2-6 調査対象エリア 5.4-4)より作成（紫線で囲んだ部分が調査対象エリア）

(2) 調査対象エリアの地形的特徴

内灘町・かほく市における調査対象エリアの微地形分類を図 5.4.2-7 に示す。当該エリアは、西側（海側）にある砂丘と、東側にある干拓地との境界部に位置しており、過去の液状化発生地域として知られている微地形区分（砂丘間低地、干拓地）と同じような地形であった。

調査対象エリアの西側にある砂丘は標高が高く、参考文献 5.4-8 によれば、例えば、内灘町白帆台 2 丁目にある白帆台公園では標高 38m 程度であり、一方で、当該エリアの県道 8 号上は標高が 3m から 5m 程度と低く、かなりの標高差がある（写真 5.4.2-6）。調査対象エリアは砂丘に隣接しており、砂丘から地下水が流れ込み易いため、地下水位が高いと推察される。

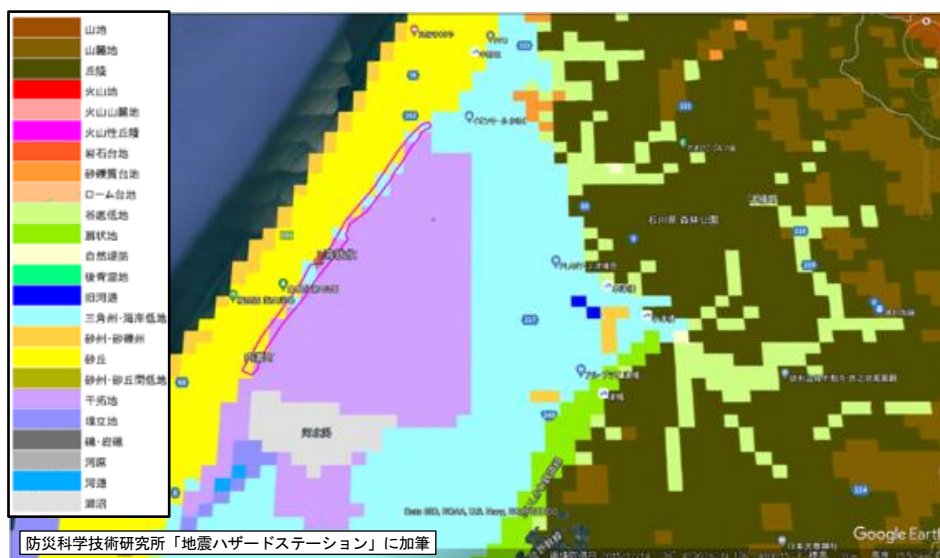


図 5.4.2-7 調査対象エリアにおける微地形分類 5.4-7)より作成



写真 5.4.2-6 県道 8 号の状況 (写真左側が砂丘であり、県道 8 号沿いは砂丘に隣接する低地)

(3) 液状化による被害の状況

県道 8 号沿いを調査した結果、調査対象エリア南西端に位置する内灘町の宮坂交差点付近から、北東端のかほく市の大崎交差点付近まで、全長約 7km の広い範囲に渡って、液状化による地盤変状及び住宅等の大きな被害が生じていた。被害状況を写真 5.4.2-7 a)～p)に示す。住宅・擁壁の沈下・傾斜等のほか、側方流動による地表面の沈下や隆起等も確認された。



a) 地盤沈下により玄関下に隙間が生じた住宅



b) 地盤の隆起



c) 浮き上がった地下埋設物と傾斜した建物



d) 傾斜した住宅

写真 5.4.2-7 地盤の液状化による被害状況



e) 側方流動した地盤



f) 周辺地盤が沈下した建物



g) 地盤沈下と傾斜した電柱等



h) 傾斜した擁壁



i) 側方流動による住宅の傾斜と擁壁の亀裂



j) 擁壁の転倒



k) 側方流動と側溝の回転



l) 神社の鳥居の転倒

写真 5.4.2-7 地盤の液状化による被害状況 (続き)



m) 住宅の沈下



n) 住宅周辺の地盤変状



o) 側方流動した地盤と地割れ



p) 側方流動と地表面の隆起

写真 5.4.2-7 地盤の液状化による被害状況（続き）

写真 5.4.2-8 は県道沿いにある建物で、正面となる建物の南東側は3階までの造り、北西側は2階までの造りである。被災前後を写真 5.4.2-8 a)及び b)から比較すると、正面入口部分の著しい沈下が確認できる。写真 5.4.2-9、5.4.2-10 は、入口付近の様子である。建物正面の両端で地表からの軒下高さを計測したところ、入口側で185cm、反対側で275cmとなっており、90cm程度の沈下が推測される。一方、建物北西側では、ほとんど沈下は生じていなかった。



a) 被害状況（2024年1月時点）



b) 地震前の状況（2023年8月時点） 5.4-6)より作成

写真 5.4.2-8 県道沿いの建築物の液状化による被害状況



写真 5. 4. 2-9 正面入口付近の状況（沈下）

写真 5. 4. 2-10 正面入口付近の状況（周辺地盤）

5. 4. 2. 3 鉄筋コンクリート造建築物等の傾斜・沈下被害の調査（輪島市）

輪島市の中心市街地において、鉄筋コンクリート造（以下、本項で「RC造」と略記）を中心とした複数の建築物が傾斜・沈下等の被害を生じており、図 5.4.2-8 に示す建物の傾斜等の調査を実施した。



図 5. 4. 2-8 輪島市で調査した建物位置（●A～I）及び名称等（5.4-4）より作成

(a) A建物の調査結果（RC造7F）

1) 建物および被害の概要

A建物は、地上7階建てのRC造で、5.3.2(2)項の「建築物AA」と同じ建築物である。建築確認台帳の記載によれば、1972年に建築確認が行われている。

A建物では写真5.4.2-11に示す通り転倒被害が生じた。建物1階から5階床レベルまで、建物の東面が地表に接し地盤中にめり込んでいた（写真5.4.2-12）。調査時に実測した4階と5階の階高は、それぞれ3.5mと3.6mであった。



写真 5.4.2-11 転倒したA建物（東側から撮影）

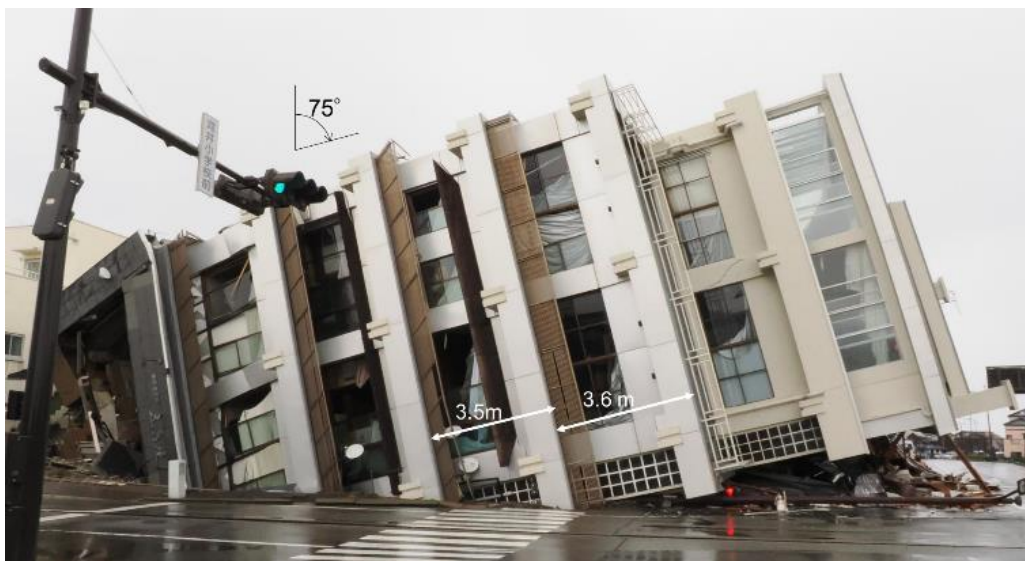


写真 5.4.2-12 転倒したA建物（南側から撮影）

A建物近傍（図 5.4.2-8 の B1 地点）の地盤調査データを図 5.4.2-9 に示す。この地盤調査は昭和 42 年（1967 年）7 月に行われている。地盤の土質構成は、地表から深さ 18m まで標準貫入試験のN値 3～4 の粘土層（うち深さ 6.0～6.5m はN値 9 の砂層）、深さ 18～23m がN値 6～8 の緩い砂層、深さ 23～30m がN値 4～9 のシルト質砂の層である。深さ 31～33m 付近にN値 50 以上となる地層が出現するものの、その下方にシルト質砂・粘土の層が続いている。地下水位は 4.0m である。

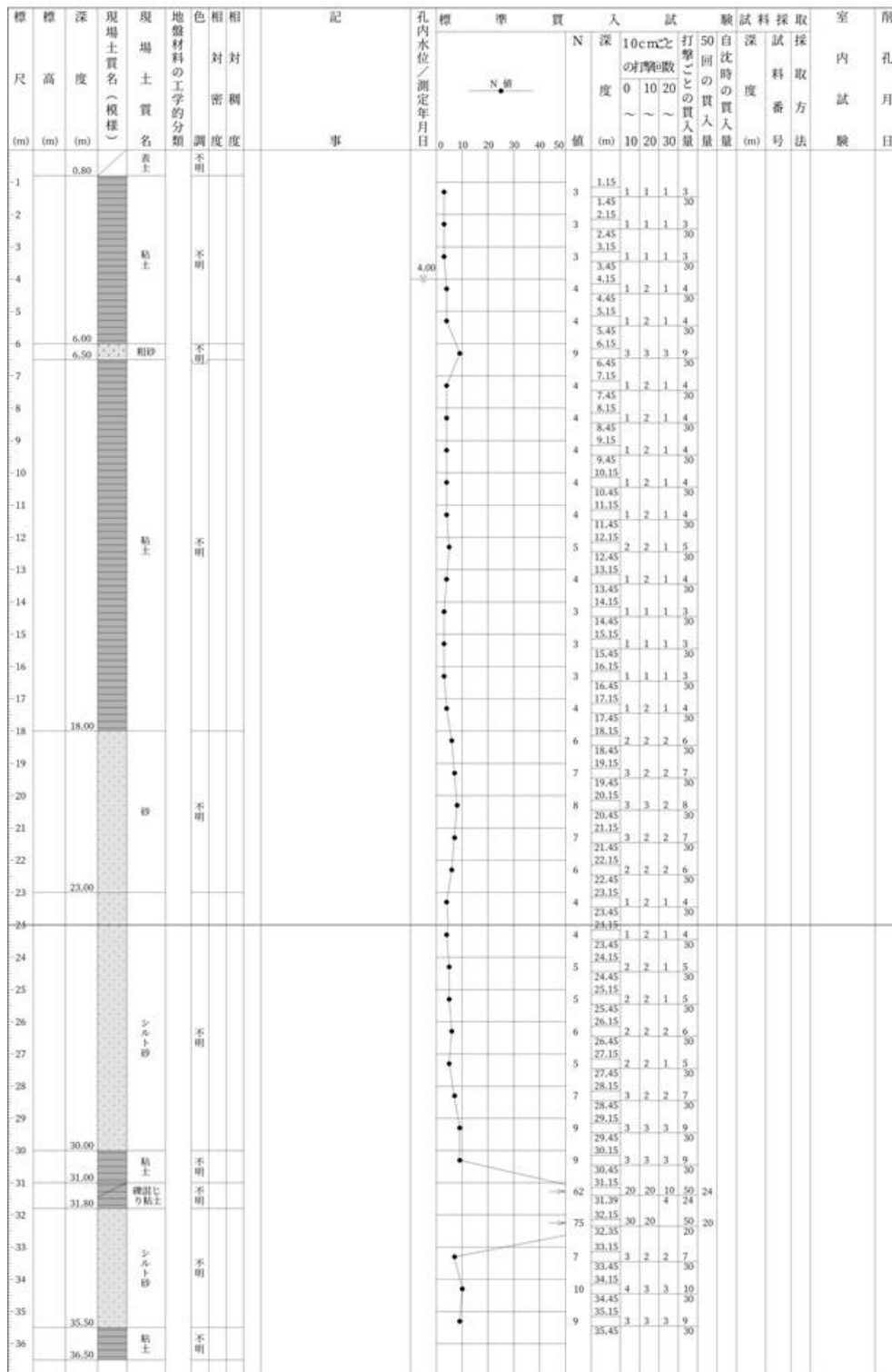


図 5.4.2-9 A 建物近傍の地盤調査データ 5.4-9)

現地調査等に基づき作成したA建物の基礎伏図・軸組図を図 5.4.2-10 に示す。図には露出したパイルキャップ下面の状況から判断した杭位置を合わせて示した。なお、図中 X3 通りは地中に埋没した状態であるなど、推測した内容を含んでいる。X1-Y4 位置のパイルキャップの形状が明確でないが、地表に露出した部分には配筋の形跡等が見られることから一部が地中に残っており、露出して見えているより大きい形状であると推測される。

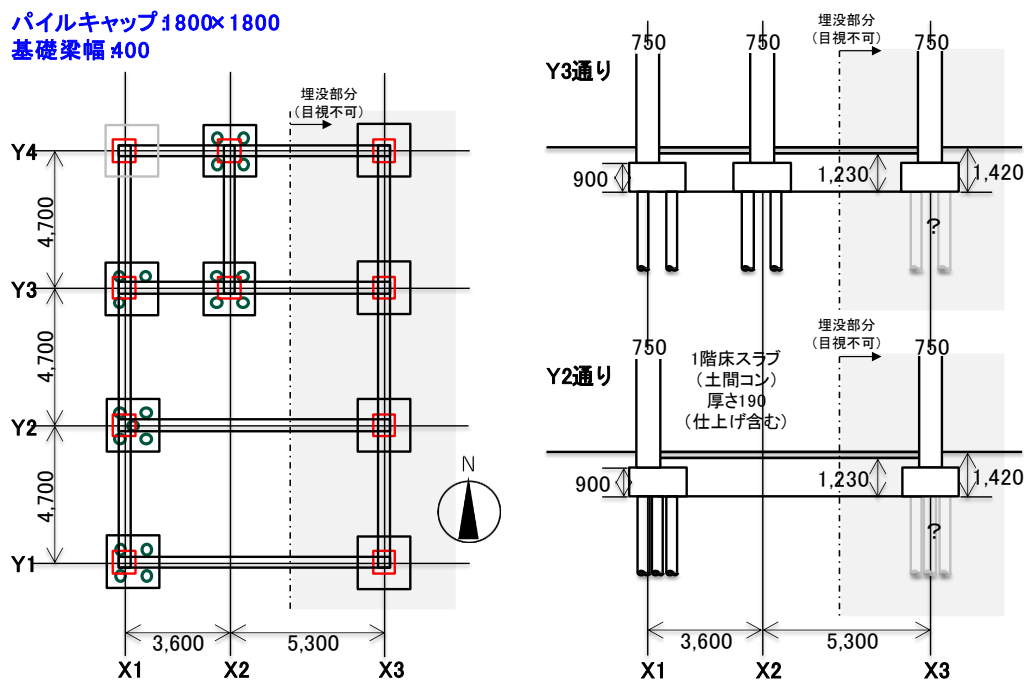


図 5.4.2-10 基礎伏図および軸組図（一部は推測）

写真 5.4.2-13、5.4.2-14 に示すように、建物の西側の X1 通り、中間の X2 通りで転倒に伴いパイルキャップが引き抜きを受けて露出していた。パイルキャップには杭の埋込み穴が複数確認された。確認できた範囲において、引抜き側の杭は全て杭頭がパイルキャップで破断していた。コンベックスで計測したパイルキャップの横幅は 1780mm、高さは 900mm であった。

同写真に示す通り、基礎ばりについては、Y1 通りのパイルキャップ近傍で大きく破壊しており、露出した主筋は D25、あばら筋は $\phi 9\text{mm}$ の丸鋼であった。基礎梁の幅は 400mm、せいは 1230mm であった。Y2 通りのパイルキャップ近傍でも鉄筋が露出する被害を生じており、こうした損傷に伴う変形の影響で X1 通り Y2-Y3 間で基礎ばりが大きくたわみを生じていた。

杭については、写真 5.4.2-15 に示すように、1 本の頭部が確認された。被災前の Y2-Y3 通り間の東よりにあたる位置と考えられる。杭頭は目測で西側に約 30 度傾斜しており、杭の中空部にコンベックスを挿入したところ 1100mm 程度で止まったことから、深さ 1m 付近で杭に顕著な破壊が生じている可能性が示唆される。

道路側の 1 階床スラブを確認したところ、基礎梁と一体化されておらず、土間コンクリートであった（仕上げ含め厚さ 190mm 程度）。写真 5.4.2-16 に示すように、敷地の南側に茶色の砂質土が、北側に黒色の粘性土が、それぞれ堆積していた。これらの土の頂部は隣地よりも高い位置にあり、基礎の沈下（建物の転倒）に伴う地盤の破壊によって盛り上がったと推察される。



写真 5. 4. 2-13 引抜き側のパイルキャップと基礎梁



写真 5. 4. 2-14 パイルキャップ



写真 5. 4. 2-15 露出した杭頭



写真 5. 4. 2-16 地表面の変状（敷地の南側）

2) 杭基礎の構造形式に関する調査

2.1) 露出した杭頭部の状況

露出していた杭頭部は、直径 350mm で、中空部を有する円筒形状であった。また、軸方向の PC 鋼材が 8 本あり、その径は 7～8mm 程度であった。地表面に露出していた杭頭部の状況を写真 5.4.2-17 に示す。また、写真 5.4.2-18 に示すように、抜け上がったパイルキャップ部に杭頭部の一部（長さ 7～10cm 程度）が残っており、パイルキャップに埋込まれている杭の上端には、中空部に蓋をするように木製の板が設置してあった。

杭の PC 鋼材とらせん筋は、完全に破断しており、建物の転倒（圧縮側の沈下）に伴い、引抜き側となった杭頭部が破断したと推察される。



a) 地表面の状況



b) 杭の寸法形状の確認状況

写真 5.4.2-17 地表面に露出していた杭頭部 (写真 5.4.2-15 と同じ杭)



a) パイルキャップの木片



b) パイルキャップ部に残った杭の一部

写真 5.4.2-18 杭頭接合部 (X2-Y3 位置)

2.2) 杭仕様の推定

杭径が 350mm で、杭の断面が中空部を有する円筒形状であったことから、当該建物の杭は既製コンクリート杭の一種である PC 杭 (プレテンション方式遠心力プレストレストコンクリート) と推察される。建設年 (1972 年) 当時の既製コンクリート杭は、RC 杭と PC 杭の 2 種類が JIS で規格化されており^{5.4-10)}、PC 杭の JIS 規格^{5.4-11)}によると、杭径が 350mm、杭種が A 種の場合における PC 鋼材の仕様は、径が 8mm、本数が 8 本であり、現地調査の結果とほぼ一致する。

2.3) パイルキャップおよび基礎梁の形状寸法

Lidar スキャナと呼ばれる光波測量器を使用して、当該建物のパイルキャップおよび基礎梁の寸法を概略的に把握した。引き抜かれて露出したパイルキャップのうち図 5.4.2-11 に示す 4 基で、それぞれ縦方向の長さ、横方向の長さ、高さをスキャンデータから算出した。算出結果を表 5.4.2-1 に、各パイルキャップの寸法測定位置を図 5.4.2-12 に、それぞれ示す。

また、基礎梁については、各パイルキャップとの接合部 4 か所において、それぞれ幅と高さをスキャンデータより算出した。算出結果を表 5.4.2-2 に、各基礎梁の寸法測定位置を図 5.4.2-13 に、それ

ぞれ示す。なお、検尺による実測値との比較から、ここでの Lidar スキャナによる概略的な寸法算出結果には 10~20cm 程度の誤差があると考えられる。

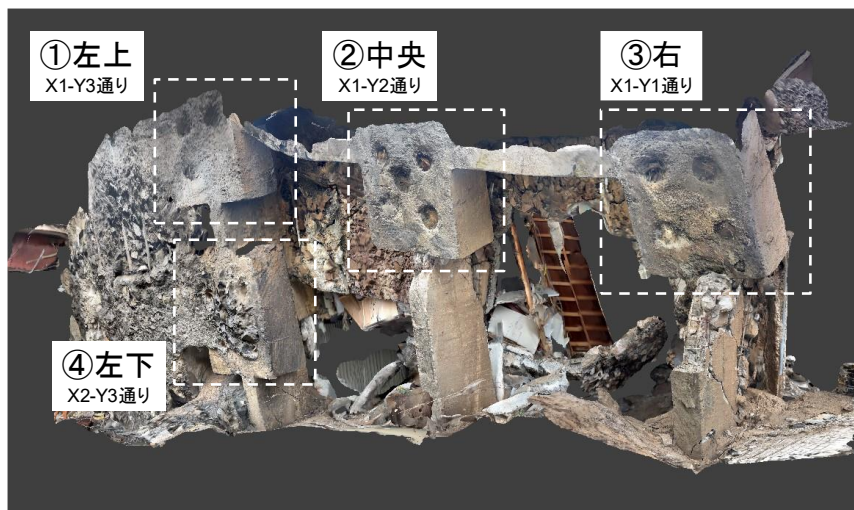
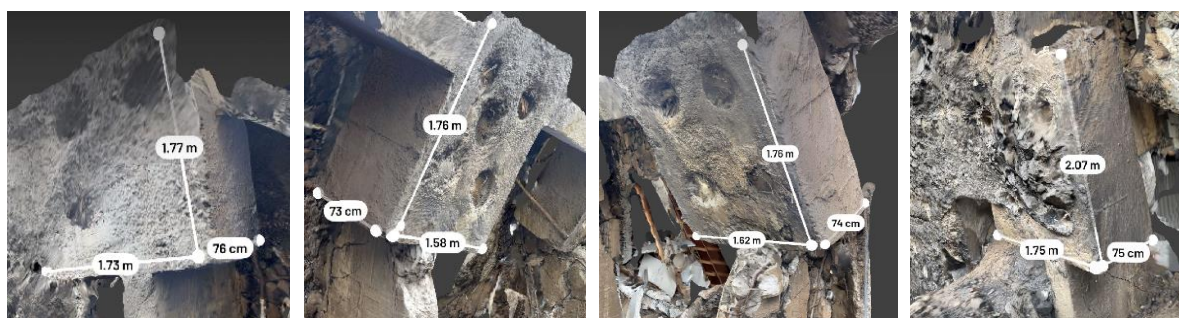


図 5.4.2-11 引き抜かれて露出した基礎部分の全景 (Lidar スキャナにより取得)

表 5.4.2-1 パイルキャップの概略寸法の算出結果 (単位: m)

位置	通り	縦方向の長さ	横方向の長さ	高さ
① (左上)	X1-Y3	1.77	1.73	0.76
② (中央)	X1-Y2	1.76	1.58	0.73
③ (右)	X1-Y1	1.76	1.62	0.74
④ (左下)	X2-Y3	2.07	1.75	0.75



① (左上)

② (中央)

③ (右)

④ (左下)

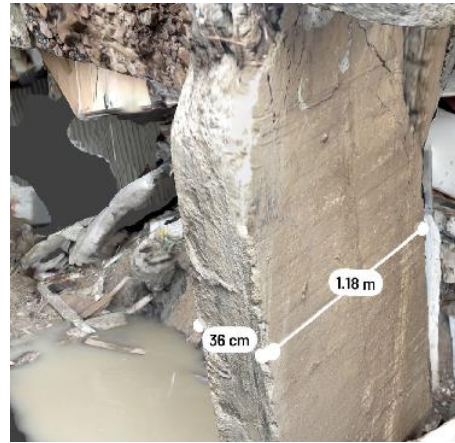
図 5.4.2-12 パイルキャップの寸法測定位置

表 5.4.2-2 基礎梁の概略寸法の算出結果 (単位: m)

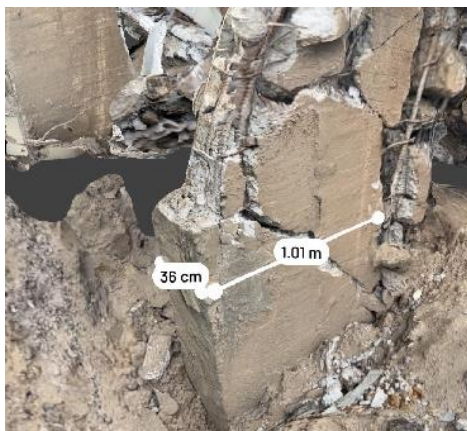
位置	通り	幅	高さ
① (左上)	X1-Y3	0.31	1.19
② (中央)	X1-Y2	0.36	1.18
③ (右)	X1-Y1	0.36	1.01
④ (左下)	X2-Y3	0.33	1.19



① (左上)



② (中央)



③ (右)



④ (左下)

図 5.4.2-13 基礎梁の寸法測定位置

3) 建物のめり込み長さ（沈下量）の推定

転倒建物の地盤中へのめり込み長さを概算推定するため、転倒建物の傾斜角と各部の長さを計測した。写真 5.4.2-19 に示すとおり、2階の梁下端から6階の梁上端までの距離は 16.4m、2階の梁の傾斜角は、下げ振りの計測で 11/50、簡易傾斜計で 13°であった。よって、2階の梁位置における地盤中へのめり込み長さは $16.4 \times \sin(\tan^{-1}(11/50)) = 3.5$ (m) と概算される。なお、2階の梁に貼り付けられている化粧パネルについて、建物幅方向の1枚当たりの1辺の長さは 400mm であった。地盤内にはパネル6枚分のめり込みが認められ、1階の柱の化粧パネルの幅を約 1m とすると、化粧パネルの寸法に基づく2階の梁のめり込み長さは約 3.4m と概算され、傾斜角に基づくめり込み長さと概ね対応する。

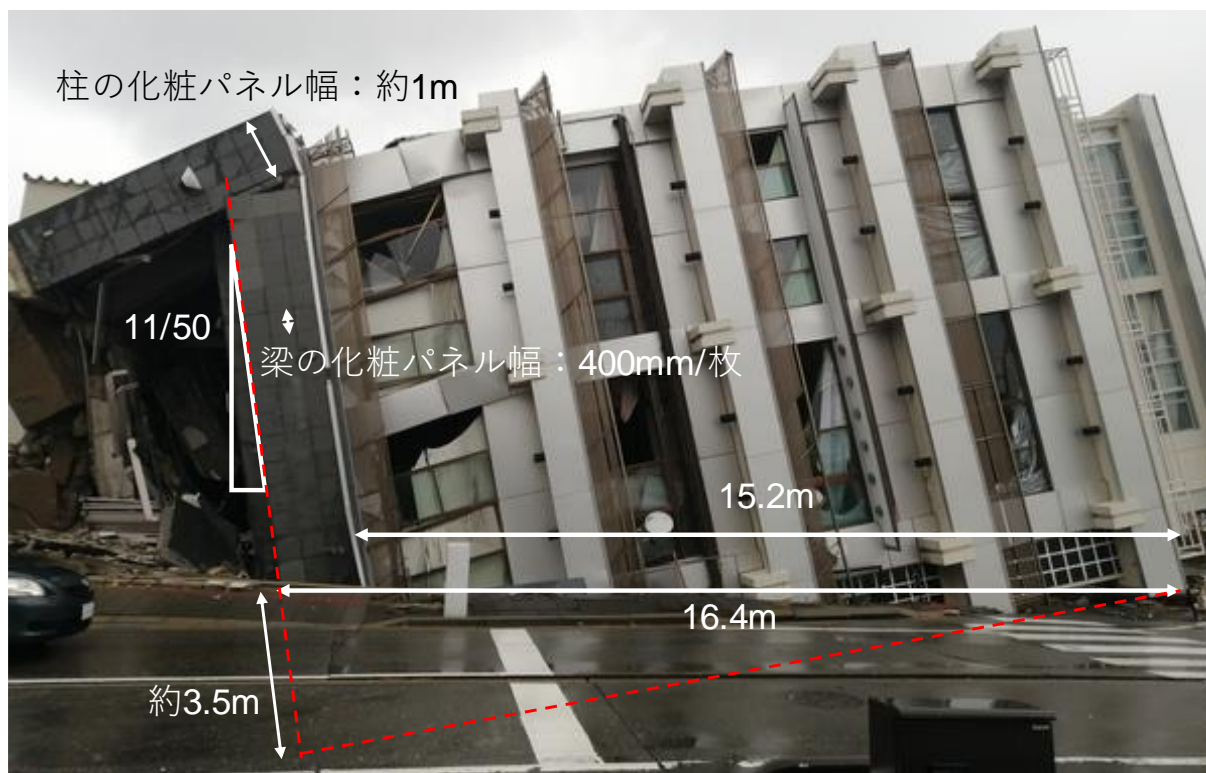


写真 5.4.2-19 A 建物の沈下量の推定

4) 建物の転倒の考察

建物は地盤にめり込むように沈下・傾斜していることから、転倒の大きな要因は基礎・地盤にあったと推察される。転倒に至った要因として、基礎の東側（X3 通り）の 3m 以上に及ぶ大きな沈下と建物傾斜による P-Δ 効果の可能性が考えられる。基礎の東側が 3m 以上も沈下した要因として、①杭基礎の破壊、②基礎の支持力の問題等が考えられるが、今後の詳細な調査や分析が必要である。

(b) B 建物の調査結果（RC 造 7 F）

1) 建物および被害の概要

B 建物は 7 階建ての RC 造で、5.3.2(2) 項の「建築物 AB」と同じ建築物である。なお解体時に 1 階の柱はり断面の一部に鉄骨が認められたことから、一部鉄骨鉄筋コンクリート造を併用していると考えられる。建築確認台帳の記載によれば、1977 年に建築確認が行われている。図 5.4.2-14 に調査建物の位置を、写真 5.4.2-20～5.4.2-22 に建物の全景を、それぞれ示す。B 建物は、北東方向に大きく傾斜していた。付近の地表面は、緩やかに傾斜しており、対象建物の敷地においても北側が高く、南側が低くなっている。B 建物近傍（図 5.4.2-14 中の●印（図 5.4.2-8 の B2 地点）及び B 建物の隣接敷地内）の地盤調査データによると、地下水位は 0.6m で、軟弱なシルトが地表から深さ 7m 程度まで堆積しており、その下方にシルト質砂が深さ 25～27m 程度まで続いている（図 5.4.2-15）。

敷地の南側が低いので、建物南面の正面には階段でアプローチするようになっている（写真 5.4.2-23）。また、建物 1 階の北側は一部が柱のみの駐車スペースとなっている（写真 5.4.2-24）。建物の地盤へのめり込み量を、A 建物と同様に柱の貼り付けタイルの寸法等から推測すると、北東隅において最大 180cm 程度であった。

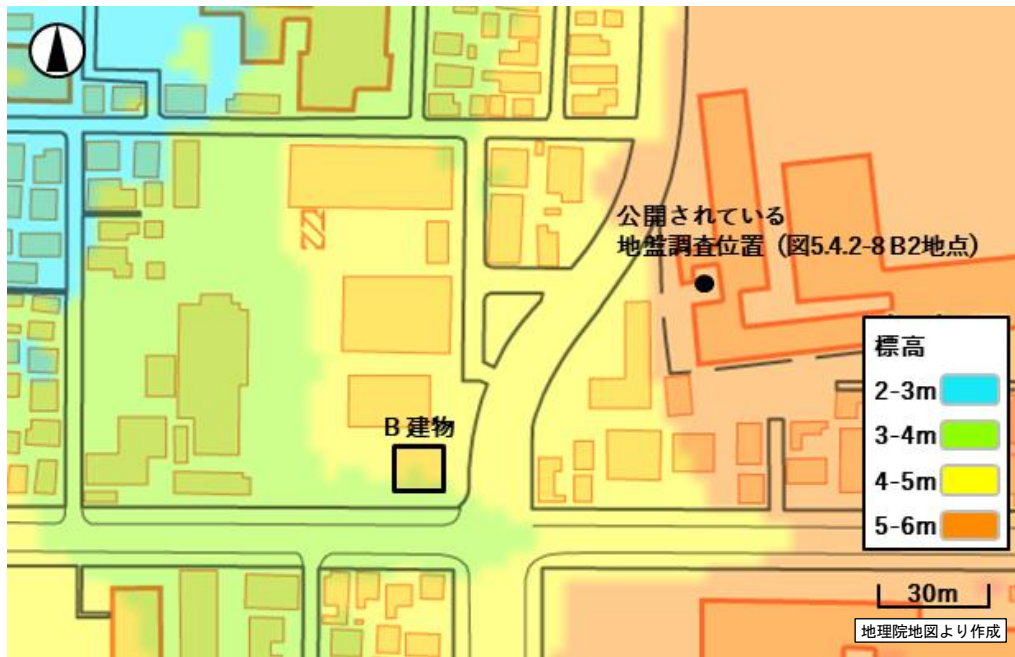


図 5. 4. 2-14 B 建物の位置と周辺の標高 5.4-3)より作成



写真 5. 4. 2-20 建物全景 (南東側から撮影)



写真 5. 4. 2-21 建物全景（南側から撮影）



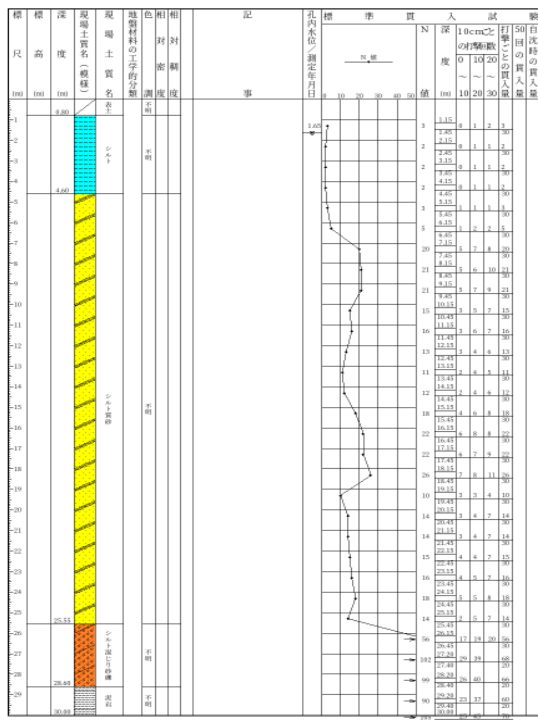
写真 5. 4. 2-22 建物全景（東側から撮影）



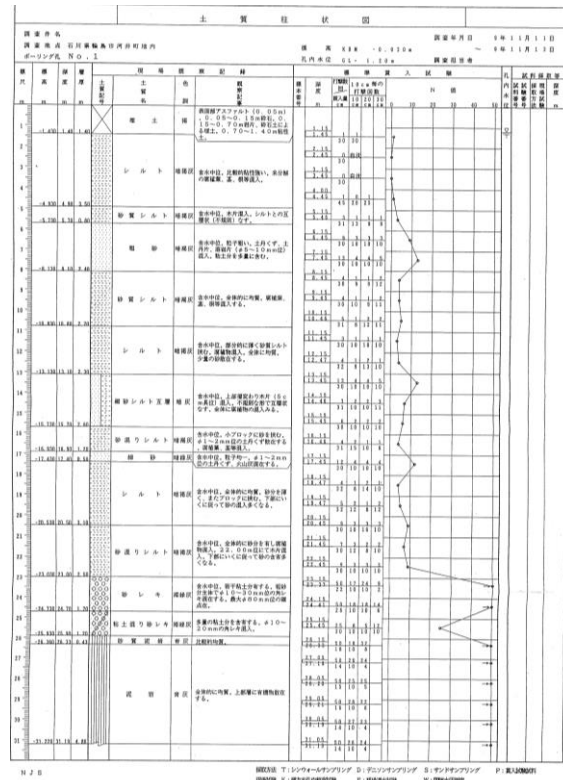
写真 5. 4. 2-23 地震前（2023年10月）^{5.4-6}より作成
の建物入口（南面）



写真 5. 4. 2-24 地震前（2022年5月）^{5.4-6}より作成
の建物（東面）



a) 公開情報 5.4-9)



b) 隣接敷地

図 5.4.2-15 B建物近傍の地盤調査データ

2) 建物周囲の地盤変状及び被害状況

写真 5.4.2-25～5.4.2-29 に、被害の状況を示す。建物の沈下・傾斜によって、1階の床面が地盤とともに盛り上がっている（写真 5.4.2-25）。建物の南東隅の柱は、地表に対し 40～50cm 程度めり込んでいるが（地盤中にめり込んでいる柱の貼り付けタイルの寸法より推測）、南西隅の柱ではめり込みは生じていない（写真 5.4.2-26）。北東側の駐車スペースにおいても、建物のめり込みに伴い 1階の床面が盛り上がり、軒下から地表面までの高さは 140cm 程度となっている（写真 5.4.2-27）。写真 5.4.2-28、5.4.2-29 は、それぞれ建物の東面及び西面の敷地境界付近を南側から撮影したものである。西面では、隣接する駐車場の地表面のアスファルトにひび割れが生じ、調査建物の方向に落ち込んでいることが確認できる。



a) 南東側から撮影



b) 東側から撮影

写真 5.4.2-25 正面入口周辺の被害状況



a) 南西隅柱



b) 南東隅柱

写真 5. 4. 2-26 建物正面側の被害状況



a) 駐車スペース床面の盛り上がり



b) 北東側入り口付近



c) 北東隅柱の沈下状況



d) 地震前（2023年10月）5.4-6より作成の状況
（□部が写真cで沈下後に露出した部分）

写真 5. 4. 2-27 建物北東側の被害状況



写真 5.4.2-28 建物東面



写真 5.4.2-29 建物西面

3) 建物の傾斜計測

簡易角度計（分解能 0.05°）を使用して、建物の直交 2 方向について傾斜角を測定した。測定位置は、建物四隅の柱もしくは壁面とした。傾斜測定結果を図 5.4.2-16 に青字で、傾斜方向を矢印の向きで示す。また、各方向の傾斜角の平均値を建物中央に赤字で示す。傾斜測定の結果、建物全体が北側及び東側にそれぞれ 3°以上（6/100 程度）傾斜していることが確認された。

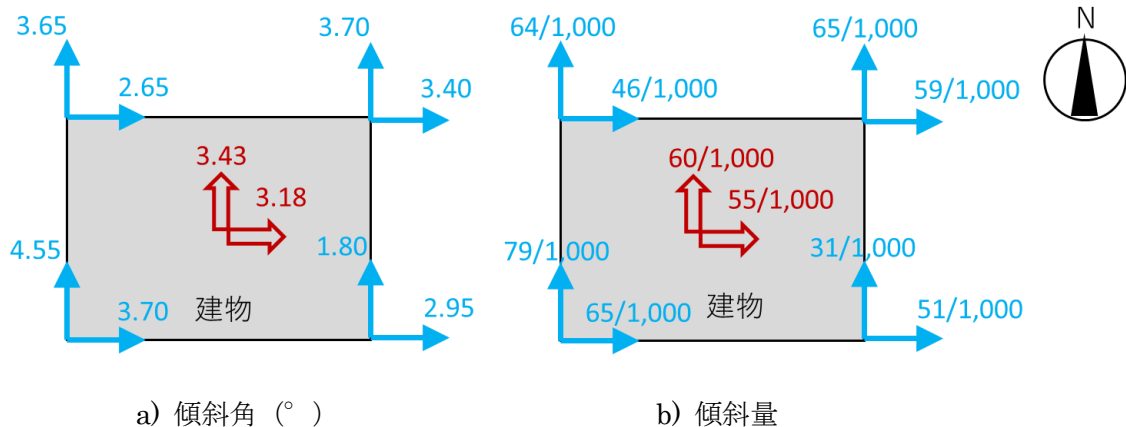


図 5.4.2-16 傾斜測定結果

4) 基礎ぐい及び基礎ばりの掘り出し調査

B 建物は、2024 年 7 月頃に地上部分が解体・撤去されている。解体工事の際に、（一財）日本建築防災協会及び（一社）建築基礎・地盤技術高度化推進協議会と協力し、工事に伴い地盤を掘削した範囲における杭及び基礎梁、パイルキャップに関する調査を実施した。調査対象範囲を図 5.4.2-17 に示す。確認できた杭は、図 5.4.2-17 のエリア 1 からエリア 3 にあり、いずれも既製コンクリート杭であった。

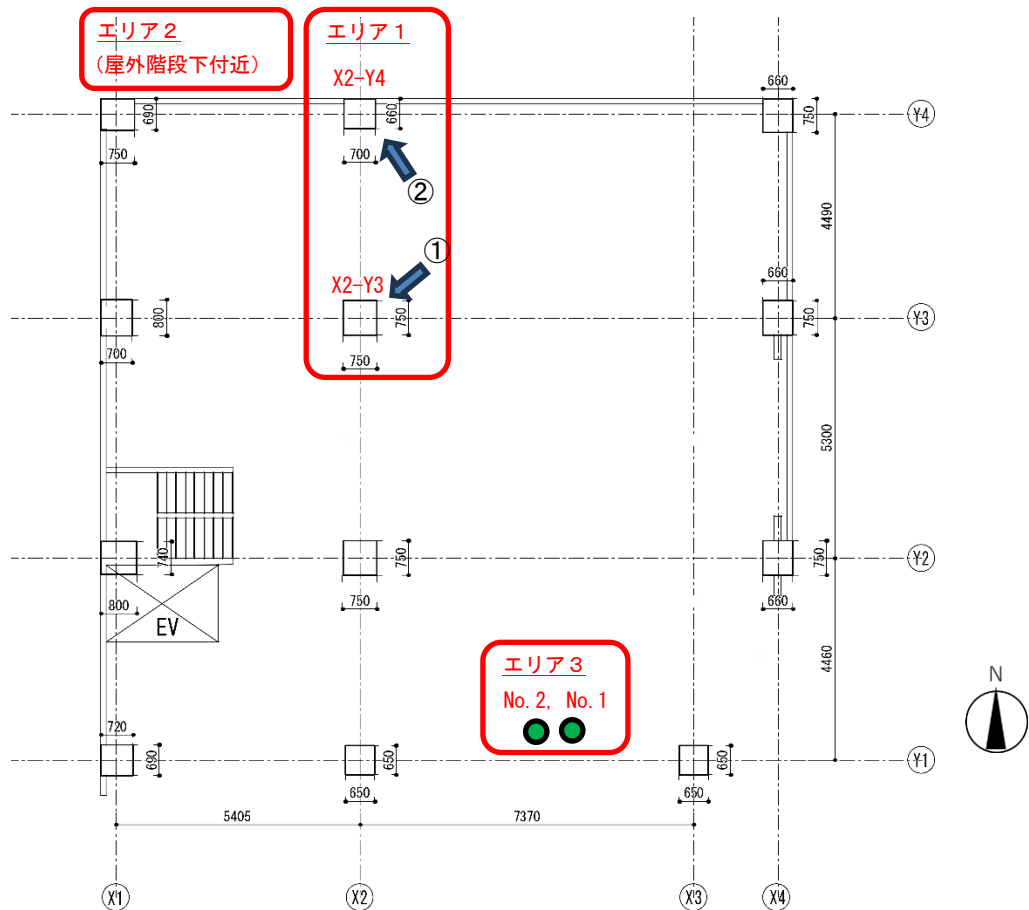
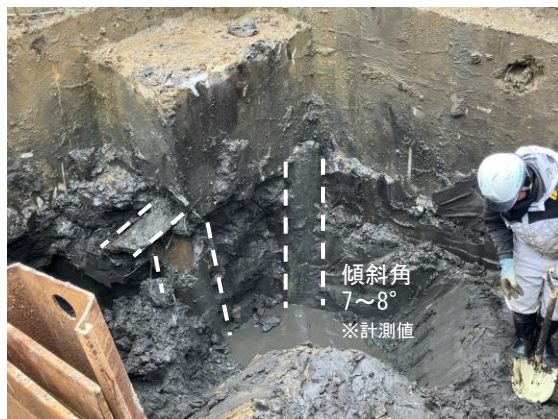


図 5. 4. 2-17 柱位置と調査対象範囲 (図中の赤枠付近)

4. 1) エリア 1

エリア 1 では、X2-Y3 柱及び X2-Y4 柱の周辺地盤が掘削されており、X2-Y3 パイルキャップ下には杭が 2 本、X2-Y4 パイルキャップ下には杭が 1 本、それぞれ確認された。これらの杭はいずれも頭部に傾斜、ずれ、損傷等の大きな被害が生じていた。これらの杭頭部の被害状況を写真 5.4.2-30 に示す。

なお、これらの位置における基礎梁及びパイルキャップにひび割れなどの目立った被害は確認されなかった。



a) X2-Y3 の杭頭部 (北東側①から撮影)



b) X2-Y4 の杭頭部 (南側②から撮影)

写真 5. 4. 2-30 エリア 1 における杭頭部の被害状況 (杭体のアウトラインを点線で示す)

4.2) エリア2

エリア2は、建物北側の屋外階段下付近であり、杭頭部と見られる円筒形状の杭の一部分が掘り出されていた。当該部分の寸法及び配筋仕様を検尺により把握した結果を表 5.4.2-3 に、検尺状況を写真 5.4.2-31 に、それぞれ示す。この結果と建物建設当時の JIS 規格との対比により、当該杭は、PC 杭の A 種であると推察される。

なお、採取された杭頭部分は、地震により損傷したのか、解体工事により切断されたのかは、不明である。

表 5.4.2-3 エリア2における既製コンクリート杭の断面仕様

杭径	肉厚	PC 鋼材の本数	PC 鋼材の直径	PC 鋼材の配置半径	らせん筋の直径
350mm	80mm 程度	7 本	7.4mm 程度	280mm 程度	2.9mm 程度



a) 杭径



b) 肉厚



c) PC 鋼材の本数



d) PC 鋼材の直径



e) PC 鋼材の配置半径



f) らせん筋の直径

写真 5.4.2-31 掘り出された杭頭部の検尺状況

4.3) エリア3

エリア3は、建物の柱位置や通り心から外れた位置であるが、当該エリアに埋設されている杭が2本確認された(写真5.4.2-32)。これらは本杭の施工に先立って設置された試験杭の可能性がある。これらの杭の外形とPC鋼材の仕様はエリア2の杭と同じであった。断面寸法の測定状況を写真5.4.2-33に示す。

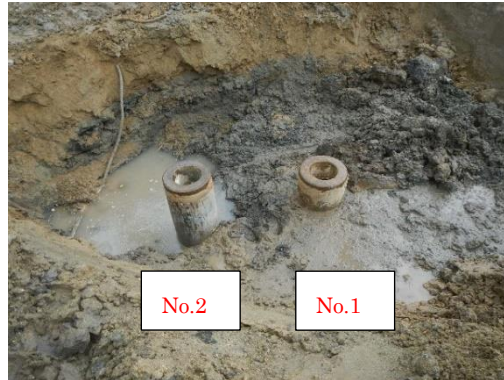


写真 5.4.2-32 エリア3で確認された杭



a) 杭径 : 350mm



b) 肉厚 : 80mm 程度



c) PC鋼材の本数 : 7本



d) PC鋼材の径 : 7mm 程度

写真 5.4.2-33 エリア3で確認された杭の断面寸法の測定状況

4.4) 基礎ばり及びパイルキャップ

解体工事に伴う杭頭部の掘り出し作業で露出された部分の損傷状態を確認した。基礎梁およびパイルキャップには、顕著な損傷は確認できなかった(写真5.4.2-34)。基礎梁およびパイルキャップの寸

法については、基礎梁のせいが1300mm程度、パイルキャップの厚さが1000mm程度であることを確認した。基礎梁およびパイルキャップの寸法実測記録を図5.4.2-18に示す。



a) X2-Y3 パイルキャップ及び周辺部材

b) X2-Y4 パイルキャップ及び周辺部材

写真 5.4.2-34 基礎梁およびパイルキャップの損傷状態

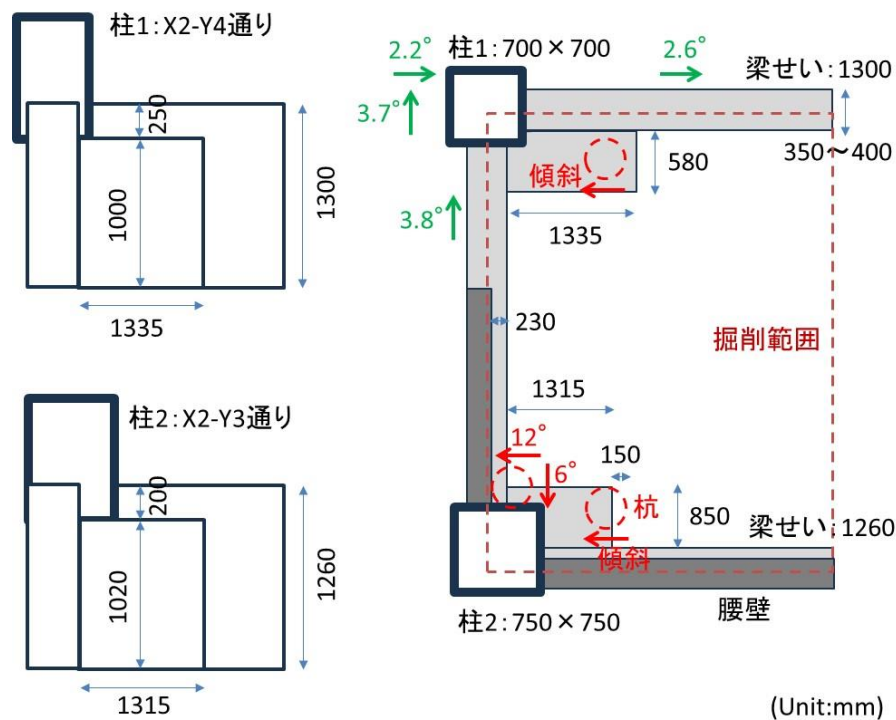


図 5.4.2-18 基礎梁およびパイルキャップの寸法実測記録

(c) C小学校の調査結果 (RC造3F (複数棟))

C小学校は、B建物の近傍に立地するRC造3階建ての校舎で、5.3.2(1)項の「建築物B」と同じ建築物である (写真 5.4.2-35)。建築確認台帳の記載によれば、1967年及び1968年に建築確認が行われている。南北方向の主棟・接続棟が東西方向の教室棟とエキスパンションジョイントを介して隣接しており、主棟及び教室棟の両方で沈下および人が感知できる程度の傾斜が認められた。建物は外周の開口部に対する耐震補強が実施されたものであるが、写真 5.4.2-36 に示すように、1階のほぼ全ての部屋において、外周部の沈下と床面の盛上りが認められた。外周部直下の基礎に何らかの損傷が生

じている可能性がある。写真 5.4.2-36 に示すように、耐震補強をされた開口部のガラス窓には全く損傷が認められないが、写真 5.4.2-37 に示すように、耐震補強されていない建物内部のガラス窓は損傷して廊下に落下しており、地震直後の廊下の継続使用には不具合が生じた可能性がある。写真 5.4.2-38 に示す通り、建物の傾斜に伴って 2 階の連絡通路に設置されているエキスパンションジョイントに損傷が認められた。



写真 5.4.2-35 C 小学校の外観



写真 5.4.2-36 1 階での床面の盛り上がり (教室棟)



写真 5.4.2-37 建物内部のガラスの散乱状況



写真 5.4.2-38 建物の傾斜による 2 階のエキスパンションジョイントの破損

(d) D 住宅団地の調査結果 (壁式 RC 造 5 F (3 棟))

D 住宅団地は、河原田川の右岸に沿って建つ 3 棟の県営住宅で、5.3.2(2)項の「建築物 AC」と同じ建築物である。建築確認台帳の記載によれば、1974 年から 1976 年にかけて建築確認が行われている。3 棟とも、5 階建て壁式 RC 造の板状住宅で、上部構造に構造的な損傷は見られなかった。このうち最も南側に位置する 1 棟が、川側に向かって傾斜していた (写真 5.4.2-39)。簡易角度計により測定した建物の傾斜角は、約 1～2 度であった。傾斜していない建物でも、周辺地盤の沈下により、隣接する駐輪場のポートやごみ集積場に被害が生じていた (写真 5.4.2-40、5.4.2-41)。



写真 5. 4. 2-39 川側（紙面の奥向き）への傾斜
（左側の建物）



写真 5. 4. 2-40 周辺地盤の沈下による
駐輪場ポートの被害



写真 5. 4. 2-41 ごみ集積場の被害（傾斜）

(e) E 中学校の調査結果

5.3.2(1)項の「建築物O」と同じ建築物である。校庭の南側で大規模な地盤変状が発生した（写真 5.4.2-42）。地盤変状による高低差は数mに達していた（写真 5.4.2-43）。校庭の西側では、体育施設（武道場）の周囲の地盤が大きく流動し、杭頭部が露出する状況となっていた。目視では杭体に被害は確認されなかった。（写真 5.4.2-44）



写真 5. 4. 2-42 校庭の地割れ全景 5.4-12)



写真 5. 4. 2-43 校庭の地割れ



写真 5. 4. 2-44 E 中学校体育施設周囲地盤の変状に伴う被害

(f) その他の建築物の調査結果

- ・ 建築確認台帳では 1973 年に確認が行われた R C ・ S R C 造 8 階建ての F ホテルにおいて、建物の沈下にとり残される形で、入口のポーチ、屋外設備などに傾斜被害を生じていた。(写真 5.4.2-45)
- ・ D 住宅団地の近傍にある、建築確認台帳では 1977 年に確認が行われた R C 造 5 階建ての G 住宅 (5.3.2(2)項の「建築物 AD」と同じ建築物) では、建物の沈下により周囲に 50cm 程度の大きな段差を生じていた。(写真 5.4.2-46)
- ・ 建築確認台帳では 1971 年に確認が行われた R C 造 7 階建ての H ホテルでは、南側の正面入口付近で約 50cm の沈下が見られた。(写真 5.4.2-47)
- ・ 平成 11 年竣工の R C 造 3 階建ての I 住宅 (5.3.2(1)項の「建築物 G」と同じ建築物) において、周囲地盤の流動に伴い、基礎ぐい頭部が強制変位を受けてパイルキャップから脱落する被害が見られた。(写真 5.4.2-48)



写真 5. 4. 2-45 F ホテルの地盤被害の状況



写真 5. 4. 2-46 G住宅の地盤被害の状況



写真 5. 4. 2-47 Hホテルの地盤被害の状況



写真 5. 4. 2-48 I住宅の地盤被害の状況

5.4.2.4 杭の掘り出しに伴う調査（穴水町）

(1) 建築物及び被害の概要

鳳珠郡穴水町の施設（平成元年8月完成）について、杭の掘り出しに伴う目視調査を実施した。5.3.2(1)項の「建築物P」と同じ建築物である。当該施設は複数の建築物がエキスパンションジョイント等で接続されているが、本項では、1階がRC造、2階が鉄骨造の併用構造の1棟（以下、S棟）について示す。図5.4.2-19にS棟の杭伏図（杭調査位置は③④）を、図5.4.2-20に敷地内の地盤調査結果を示す。

管理者により実施されたS棟の被災度区分判定では基礎の被災度区分は中破と判定された。写真5.4.2-49、5.4.2-50に示す通り、敷地地盤の変状、基礎ばり周囲の沈下等が見られた。

(2) 杭の被害の状況

今回調査した杭③（X1-Y13位置）及び④（X2-Y14位置）は、図面情報によれば、PHC杭A種、 $\phi 400$ 、杭長14mで、W1000×D1000×H1000のパイルキャップ（ $F_c=21$ ）に接続されている。図面上、杭頭部がパイルキャップに若干飲み込ませてあるが、接続の構造方法は不明である。

写真5.4.2-51に、杭③の被害状況を示す。杭頭付近と杭頭から約60cm程度の位置に水平のひび割れが生じ、さらに、水平ひび割れの間縦方向に複数のひび割れが見られた。写真5.4.2-52に示す通りパイルキャップや基礎ばりにも多くのひび割れが生じていた。

写真5.4.2-53、5.4.2-54に杭④及びパイルキャップの被害状況を示す。パイルキャップの状態は杭③と同様であるが、杭体については縦方向のひび割れが少なく、また水平ひび割れは見られなかった。

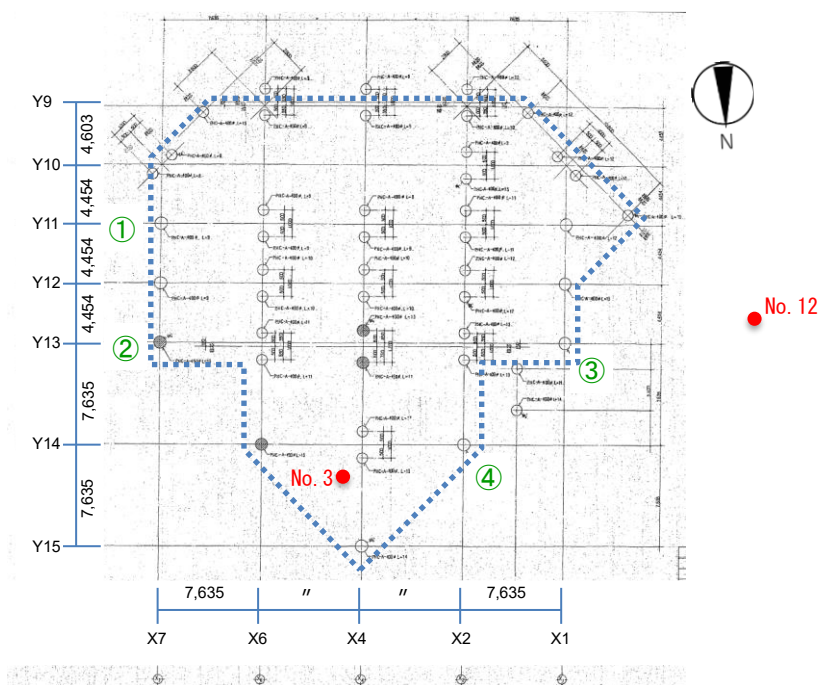
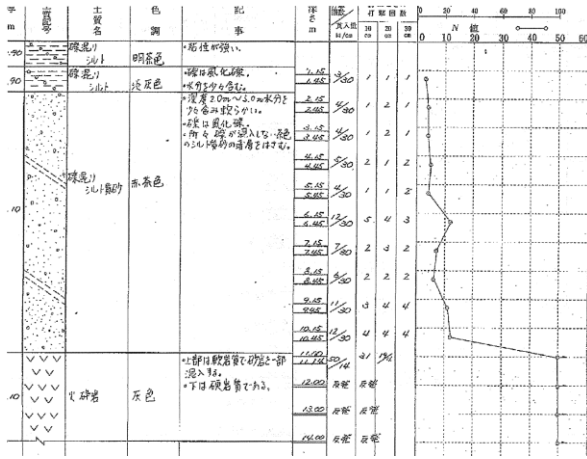
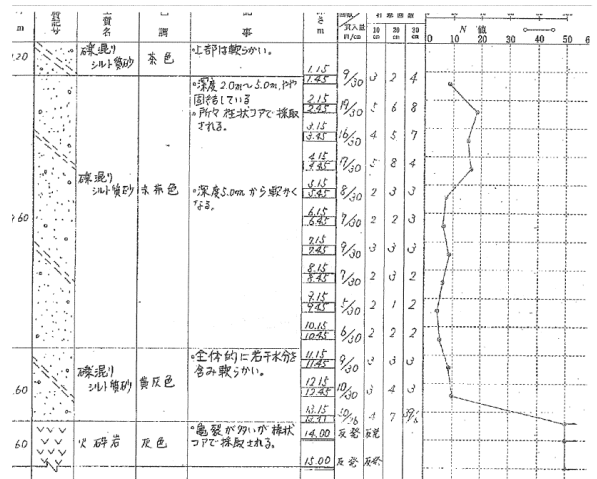


図 5.4.2-19 施設杭伏図（●は地盤調査位置）



a) 調査位置 No.3



b) 調査位置 No.12

図 5.4.2-20 地盤調査結果 (柱状図)



写真 5.4.2-49 敷地地盤の変状 (右奥がS棟)



写真 5.4.2-50 基礎ばり周囲の沈下 (X4-Y15 位置)



写真 5.4.2-51 杭③の被害状況



写真 5.4.2-52 杭③パイルキャップの被害状況



写真 5. 4. 2-53 杭④の被害状況



写真 5. 4. 2-54 杭④パイルキャップの被害状況

5.4.3 まとめ

令和6年(2024年)能登半島地震により生じた建築物基礎・地盤の甚大な被害の様相を把握するため、現地調査を行った。本調査から得られた知見は、以下のようにまとめられる。

- i) 金沢市田上新町の造成宅地では、外周道路の外側で斜面崩壊が確認され、斜面の下方に向かって住宅が大きく移動していた。斜面崩壊エリアは、机上調査より、切土地であることが確認された。現地調査では、外周道路の下部地盤は灰色の粘土質地盤であるように、外周道路の外側に建つ住宅の下部地盤は茶色の砂質地盤であるように、それぞれ見受けられた。
- ii) 内灘町・かほく市では、過去の液状化発生地域として知られている微地形区分である砂丘と干拓地の境界部と同じような地形に位置する県道8号沿い全長約7kmの広い範囲に渡って、液状化による地盤変状と住宅等への大きな被害が生じた。
- iii) 輪島市では、地上7階建ての鉄筋コンクリート造建築物(A建物)が転倒した。基礎の東側は3m以上沈下していた。この大きな沈下の要因は、現時点では明らかでないが、今後の詳細な調査や分析が必要である。
- iv) 輪島市のB建物では、建物全体が北側および東側にそれぞれ3°以上(6/100程度)傾斜した。建物の北東隅における地表に対するめり込み量は180cm程度であった。建物の沈下・傾斜によって、1階の床面が地盤とともに盛り上がっていた。
- v) 輪島市では、顕著な傾斜が認められたA建物・B建物以外の中低層の鉄筋コンクリート造建築物の数棟において、上部構造に目立った損傷は見られないものの、建物全体の傾斜が認められた。
- vi) 穴水町の施設において、沈下により基礎の被災度区分が中破と判定された建築物(S棟)の杭の掘り出しに伴う調査を実施した。杭の位置によって杭体の水平ひび割れの有無、縦方向のひび割れの程度に違いが見られた。
- vii) 今後、本調査結果等を踏まえて、建築物基礎・地盤の被災メカニズムと被災要因の検討を行う必要があると考えられる。

参考文献

- 5.4-1) 国土交通省国土技術政策総合研究所・国立研究開発法人建築研究所：令和6年(2024年)能登半島地震による建築物の基礎・地盤被害に関する現地調査報告(速報)，https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R6_2_14_1_noto_r1.pdf，2024年2月(2024年10月22日閲覧)
- 5.4-2) 気象庁：推計震度分布，https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#10/36.998/137.133/&contents=estimated_intensity_map (2024年2月5日閲覧)
- 5.4-3) 国土交通省：ハザードマップポータルサイト，<https://disaportal.gsi.go.jp/> (2024年9月30日閲覧)
- 5.4-4) 国土交通省国土地理院：地理空間情報ライブラリー，地理院地図(電子国土Web)，<https://geolib.gsi.go.jp/> (2024年9月30日閲覧)
- 5.4-5) 今昔マップ，<https://ktgis.net/kjmapw/> (2024年1月26日閲覧)
- 5.4-6) Google Map，<https://www.google.com/streetview/> (2024年1月26日閲覧)
- 5.4-7) 国立研究開発法人防災科学技術研究所：地震ハザードステーション(J-SHIS) 地形・地盤分類250mメッシュマップ(2020年更新版)，<https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/> (2024年1月26日閲覧)

- 5.4-8) Google Earth, <https://earth.google.com/> (2024年1月26日閲覧)
- 5.4-9) 一般財団法人国土地盤情報センター：地盤情報緊急公開サイト（令和6年能登半島地震），
<https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-1/> (2024年1月26日閲覧)
- 5.4-10) 一般財団法人ベターリビング：基礎構造の耐震診断指針（案），p.282, 2013年6月
- 5.4-11) 一般社団法人コンクリートポール・パイル協会：PCパイルハンドブック, 1970年9月
- 5.4-12) 国土交通省国土地理院：令和6年（2024年）能登半島地震に関する情報, https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html (2024年1月26日閲覧)

5.5. 鉄骨造建築物の被害

5.5.1 調査の目的と概要

令和6年(2024年)能登半島地震による鉄骨造建築物の被害状況を把握するために、震度6強以上が観測された5つの市町(輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町)を対象に、1)一般の鉄骨造建築物の被害調査、2)公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物の被害調査、を行った。

一般の鉄骨造建築物の被害調査は、能登半島地震による鉄骨造建築物の被害状況や特徴を把握するため、震度6強以上が観測された5つの市町(輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町)を対象に、2月28日～3月1日の3日間で一般の鉄骨造建築物の外観からの被害調査を行ったものである。5.5.2(1)では、この地震によって倒壊、崩壊した一般の鉄骨造建築物や構造部材等に比較的大きな被害が観察された一般の鉄骨造建築物について、被害状況と特徴をとりまとめている。

鉄骨造建築物は、工場、倉庫、体育館など大空間の架構を容易に構成することができる構造として用いられることが多く、過去の地震でも、このような大空間の建築物に地震被害が見られたことから、公共施設や教育施設等の大空間の建築物等を主な対象にして、3月26日～28日の3日間で内観及び外観からの被害調査を行った。この調査は、事前の情報収集により、構造または非構造の被害が比較的大きいと判断された24の施設の大空間の建築物等について調査を行ったものであり、令和6年能登半島地震による大空間建築物等の被害状況とその特徴を把握することが目的である。5.5.2(2)では、調査した24の施設のうち、構造的な被害が観察された7つの施設の屋内運動場等について、被害状況を示すとともにその特徴をとりまとめている。

以下に、これらの被害調査の結果を示す。

5.5.2 調査結果

(1) 一般の鉄骨造建築物の被害調査

(i) 調査概要

令和6年能登半島地震による一般の鉄骨造建築物の被害状況や特徴を把握するため、震度6強以上が観測された5つの市町(輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町)を対象地域として外観による被害調査を行った。この調査の速報^{5.5-1)}は、すでに公表されており、本報では、この速報に示された35棟の一般の鉄骨造建築物のうち、構造の被害が生じている建築物と非構造部材の被害が大きいと判断された建築物28棟について、被害の形態により分類し、被害形態毎に建築物の構造等の被害状況とその特徴を示した。

(ii) 調査対象の建築物

一般の鉄骨造建築物の調査地域を、図5.5-1に示す。図5.5-1は、この地震の震度分布の図に、ここでの調査のおおよその調査地域を赤丸で示したものである。図に示す通り、震度6強及び7を記録した5つの市町(輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町)において、赤丸で示した地域を対象として、一般の鉄骨造建築物の被害調査を行った。

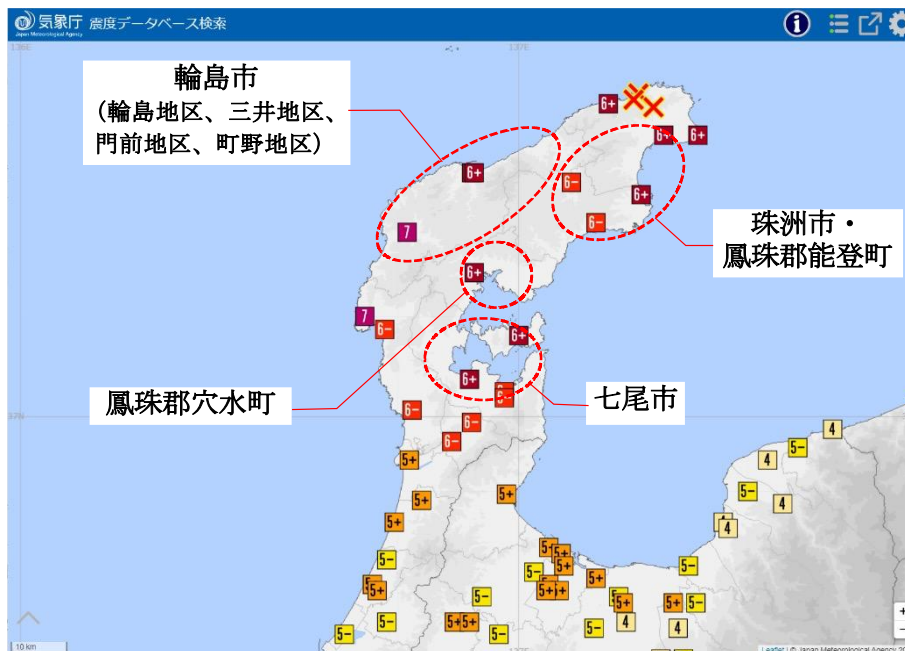


図 5.5-1 調査範囲及び周辺の震度分布

(震度データベース検索(2024年4月5日閲覧)に加筆

<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.html#20240101161022>)

(iii) 一般の鉄骨造建築物の被害の概要と調査結果

本報では、上記に示した各地域で調査した一般の鉄骨造建築物（店舗、住宅等）のうち、倒壊、崩壊した建築物や被害が比較的大きいと判断された建築物 28 棟について、構造等の被害状況とその特徴を示す。28 棟の建築物のうち、倒壊、崩壊した建築物は 3 棟であった。また、倒壊、崩壊していないものの、大きな残留変形が生じた建築物もいくつか観察された。また、構造部材に被害が生じた建築物の被害形態として、引張ブレースの被害や露出柱脚の被害等が観察された。構造部材に明らかな損傷が見られないものの、外壁等の非構造部材が広範囲に脱落した被害がいくつか観察された。

本報では、これらの被害を以下の 5 つの被害形態に分類し、構造等の被害状況とその特徴を示す。なお、建物名称に、カッコ書きで、速報^{5.5-1)}における名称を参考として記載した。

- 1) 倒壊、崩壊した建築物の被害状況
- 2) 大きな残留変形の被害が生じた建築物の被害状況
- 3) 引張ブレース及び露出柱脚に被害が生じた建築物の被害状況
- 4) その他の構造被害の建築物の被害状況
- 5) 非構造部材に大きな被害が生じた建築物の被害状況

1) 倒壊、崩壊した建築物の被害状況

倒壊、崩壊の被害となった建築物は 3 棟であり、2 階及び 3 階建ての 2 棟は、1 階が層崩壊し、3 階建ての 1 棟は、2 階と 3 階が崩壊していた。これらの建築物は、柱に H 形鋼または日の字断面を用いたものであり、空中写真等^{5.5-2)}の調査から、いずれも 1975 年以前に建設されていた建築物と判断され、旧耐震基準の建築物と考えられる。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

① 建築物 01 (WA-01)

建築物概要：3 階建て、用途は事務所、構造形式は H 形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造、H 形鋼柱弱軸方

向はターンバックルブレース（2,3階）及び山形鋼ブレース（1階）の鉄骨ブレース構造である。空中写真等からは1975年以前に建設されたと判断され、旧耐震基準の建築物である。

被害状況：対象建築物の外観から推測される被害前の平面形状と、調査時の観察方向との対応関係を図5.5-2に示す。2階部分と3階部分が2階の脚部から西側に倒壊していた（写真5.5-1,4）。この建築物の東側と南側に3階建ての木造住宅が増築されていたと考えられ、平面的に不整形であった可能性がある。倒壊した鉄骨造建築物の平面形状は長方形で、その短辺方向に倒壊していた（写真5.5-1,3,5）。短辺方向は、塔状比が大きい方向であり、構造形式としてブレースが取り付け方向である。ターンバックルブレース及び山形鋼ブレースの座屈、接合部破断が見られた（写真5.5-2,6,7,8）。

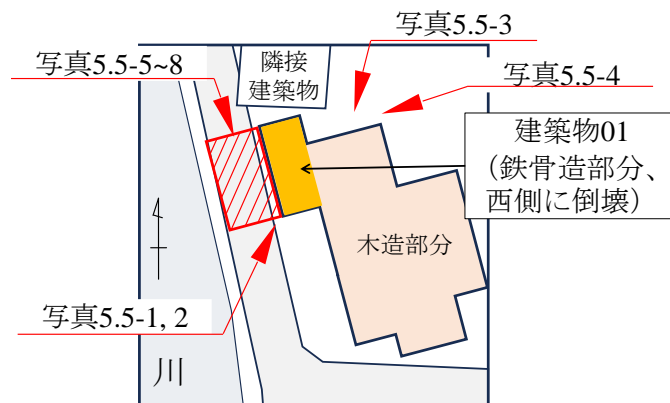


図 5.5-2 対象建築物の観察方向



写真 5.5-1 2階と3階が西側に倒壊（写真の手前が南側の木造住宅）



写真 5.5-2 3階柱頭部のH形柱弱軸方向に接続するターンバックルブレース



写真 5.5-3 東側の木造住宅



写真 5.5-4 1階は倒壊していない



写真 5.5-5 2階、3階の倒壊の状況



写真 5.5-6 2階のターンバックルブレース



写真 5.5-7 ターンバックルブレース接合部分



写真 5.5-8 1階の山形鋼ブレース

② 建築物 02 (WA-04)

建築物概要：3階建て、用途は事務所、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造である。H形鋼柱弱軸側の梁端部はウェブのボルトは4本で、ハンチ状になっているように見える（写真 5.5-13,14）。空中写真等^{5.5-2)}からは1975年以前に建設されたと判断され、旧耐震基準の建築物である。

被害状況：1階が層崩壊していた（写真 5.5-9）。道路に平行な方向がH形鋼柱の弱軸方向で、この方向に倒壊したように見える（写真 5.5-10,14）。露出柱脚のアンカーボルトの破断及び柱脚の引き抜けが見られた（写真 5.5-11）。また、H形鋼柱の柱頭部での座屈が見られた（写真 5.5-12）。



写真 5.5-9 1階の層崩壊（正面）



写真 5.5-10 1階の層崩壊（側面）



写真 5.5-11 露出柱脚のアンカーボルト破断、柱脚の引き抜け



写真 5.5-12 1階 H 形鋼柱の柱頭部の座屈



写真 5.5-13 2階柱頭部の梁端部接合部



写真 5.5-14 倒壊した1階の柱頭部の梁端部接合部及び柱の座屈状況

③ 建築物 03 (NA-01)

建築物概要：地上2階建て、用途は店舗、構造形式は日の字断面柱を用いた鉄骨構造である。空中写真等^{5.5-2)}からは1975年以前に建設されたと判断され、旧耐震基準の建築物である。

被害状況：1階部分が層崩壊していた(写真 5.5-15, 16)。露出柱脚の引き抜けが見られた(写真 5.5-17, 18)。柱の外径は150mm程度であった(写真 5.5-19)。



写真 5.5-15 1階の層崩壊



写真 5.5-16 1階の層崩壊



写真 5.5-17 日の字断面柱の露出柱脚の引き抜け



写真 5.5-18 露出柱脚の引き抜け



写真 5.5-19 柱外径（約 150mm）

2) 大きな残留変形の被害が生じた建築物の被害状況

倒壊、崩壊していないものの、大きな残留変形が生じていた建築物がいくつか観察された。これらの建築物では、柱に H 形鋼または日の字断面を用いているものが多く、外見からも、かなり古い建設年代のものと思われるものが多かった。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

④ 建築物 04 (WA-06)

建築物概要：2 階建て、用途は事務所、構造形式は H 形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、H 形鋼柱弱軸方向はターンバックルブレース付きの構造である（写真 5.5-20, 22）。

被害状況：建築物全体の傾斜が見られ、隣接建築物と接触していた（写真 5.5-21）。前面の外壁の脱落、シャッター破損、窓ガラス、窓枠の破損が見られた（写真 5.5-23）。



写真 5.5-20 外観



写真 5.5-21 建築物全体の傾斜と隣接建築物との接触



写真 5.5-22 ターンバックルブレースの状況



写真 5.5-23 建築物前面の外壁の脱落、シャッター破損、窓ガラス、窓枠の破損

⑤ 建築物 05 (WA-13)

建築物概要：2階建て、用途は事務所兼住居、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造であることを目視で確認した。(写真 5.5-24)

被害状況：建築物の裏側の外観からは、大きな残留変形が見られた(写真 5.5-25)。露出柱脚に大きな被害は見られなかった(写真 5.5-26)。



写真 5.5-24 外観 (正面)



写真 5.5-25 建築物の裏側からは大きな残留変形(たわみ)が見られた



写真 5.5-26 露出柱脚部

⑥ 建築物 06 (NA-05)

建築物概要：地上3階建て、用途は事務所、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造である。

被害状況：建築物が沈下したことに伴う建築物全体の傾斜（写真 5.5-27,28）が見られた。外壁の一部の脱落が見られた（写真 5.5-27）。



写真 5.5-27 外観（建築物全体の傾斜）



写真 5.5-28 付近の地面の様子

⑦ 建築物 07 (SU-02)

建築物概要：地上2階建て、用途は民宿、構造形式はH形鋼柱、日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造であることを目視で確認した。

被害状況：1階に大きな傾きが見られた（写真 5.5-29,30）。また、1階外壁の広範囲での脱落（写真 5.5-31,32）やガラスの損傷が見られた。



写真 5.5-29 外観



写真 5.5-30 1階の大きな傾き



写真 5.5-31 1階の状況



写真 5.5-32 外壁や地盤の状況

⑧ 建築物 08 (SU-03)

建築物概要：地上2階建て、用途は店舗、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、H形鋼柱弱軸方向は丸鋼ブレースがあり、一部の柱は日の字断面であることを目視で確認した。

被害状況：建築物全体の大きな変形が見られた。また、外壁の脱落、コンクリートブロックの外壁等の破壊（写真 5.5-33, 34）が見られた。柱には錆による腐食が見られた（写真 5.5-35）。



写真 5.5-33 外観



写真 5.5-34 建築物全体の大きな変形及び外壁脱落



写真 5.5-35 柱の錆

⑨ 建築物 09 (N0-01)

建築物概要：地上1階建て、用途は工場、倉庫、構造形式は溝形軽量形鋼の組立て材のフレームにターンバックルブレースが取り付け付いたブレース構造であることを目視で確認した。床面積は200m²未満と推測され、建築基準法上の四号建築物に相当する規模であると思われる。

被害状況：建築物側面の外壁フレームの基礎部分からはらみだし（写真 5.5-36）、建築物全体の大きな変形、床の沈下、傾斜（写真 5.5-37）が見られた。ブレースの破断、組立て材の接合部破断（写真 5.5-38）が見られた。また、柱脚部のコンクリート破壊、アンカー鉄筋の破断（写真 5.5-40, 41）が見られた。外壁、内壁や窓枠の破損が見られた（写真 5.5-38,39）。



写真 5.5-36 側面の壁の基礎部分からの外れとはらみ出し



写真 5.5-37 床の沈下、傾斜



写真 5.5-38 組立て材のフレームの端部の破断と傾き、はらみ出し、外壁、内壁の破損



写真 5.5-39 内壁及び窓枠破損（建築物内の奥の内壁）



写真 5.5-40 出入り口の柱脚部分のコンクリート破壊、柱脚部のプレートに溶接されたアンカー鉄筋の破断



写真 5.5-41 出入り口の反対側の柱脚部(コンクリートの少々の破壊)

3) 引張ブレース及び露出柱脚に被害が生じた建築物の被害状況

構造部材の損傷として、引張ブレースの損傷と露出柱脚の損傷が比較的多く観察された。引張ブレースでは、ブレース端部の接合部のボルト破断、ブレース材の座屈やたわみなどが観察された。露出柱脚では、アンカーボルトの伸びや破断、コンクリートの破壊、柱脚の移動などが観察された。これらの建築物では、鉄骨部材に錆などが見られ、外見上、かなり古い建設年代と思われるものが多かった。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

⑩ 建築物 10 (WA-02)

建築物概要：3階建て、用途は店舗、構造形式は柱梁にH形鋼部材が用いられ、H形鋼柱強軸側に山形鋼ブレース(1階)とターンバックルブレース(2,3階)が取り付け鉄骨構造である(弱軸側は不明)。被害状況：写真 5.5-42 に建物外観を示す。建築物の側面での外壁の脱落と前面の窓ガラスや窓枠の破損が見られた(写真 5.5-42,43)。2Fのターンバックルの端部で破断が見られた(写真 5.5-43)。周辺地盤に隆起、沈下などが見られた(写真 5.5-42)。



写真 5.5-42 外観(前面の窓ガラスや窓枠の破損、周辺地盤の隆起、沈下)



写真 5.5-43 2階のターンバックルブレース端部の破断・脱落

⑪ 建築物 11 (WA-03)

建築物概要：4階建て、用途は店舗兼住居である。構造形式は、建築物の前方側は角形鋼管柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造、後方側は平鋼ブレースを用いた鉄骨構造であることを目視で確認した(写真 5.5-44,45)。前後で異なる構造形式であることから、増築されているとみられる。

被害状況：平鋼ブレースが湾曲して変形したことが原因と思われる外装材の破損が生じていた（写真 5.5-45）。前方側と後方側の接合部分において、残留変形に伴う大きな隙間が開いていた（写真 5.5-46）。



写真 5.5-44 外観（前面）



写真 5.5-45 平鋼ブレースの湾曲変形とそれによる外装材の破損

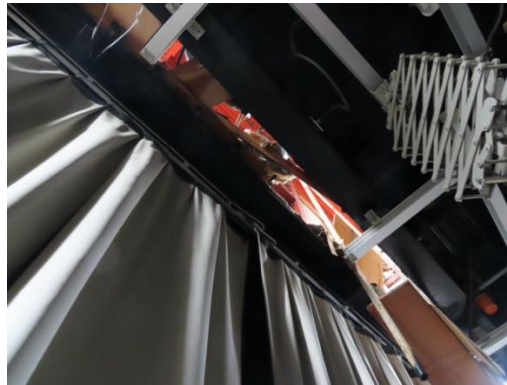


写真 5.5-46 残留変形による前後の建築物の隙間（建築物内部からの撮影）

⑫ 建築物 12 (WA-05)

建築物概要：2階建て、用途は事務所、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である。

被害状況：建築物の側面の外壁が広範囲で脱落していた（写真 5.5-47,48）。露出柱脚で、アンカーボルトの伸びと変形が見られた（写真 5.5-49）。



写真 5.5-47 外観



写真 5.5-48 柱は日の字断面



写真 5.5-49 露出柱脚の状況

⑬ 建築物 13 (WA-11)

建築物概要：3階建て、用途は店舗兼住居、構造形式はH形鋼柱が使われ、H形鋼柱の弱軸方向に平鋼ブレースが接続されている鉄骨構造である（写真 5.5-50）。

被害状況：外壁の一部に脱落が見られた（写真 5.5-51）。H形鋼柱の弱軸側の平鋼ブレースのボルトが破断し、平鋼ブレースが変形していた（写真 5.5-52）。



写真 5.5-50 外観



写真 5.5-51 外壁の一部脱落



写真 5.5-52 H形鋼柱の弱軸方向におけるブレース端部ボルトの破断、平鋼ブレース変形

⑭ 建築物 14 (WA-12)

建築物概要：3階建て、用途は店舗、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、柱弱軸方向は丸鋼ブレースのブレース構造である。

被害状況：建築物の前面及び側面で、外壁、窓ガラス等が広範囲で脱落していた（写真 5.5-53,54）。丸鋼ブレースの接合部での破断が見られた（写真 5.5-55,56）。



写真 5.5-53 建築物前面の外壁、窓ガラスの脱落



写真 5.5-54 建築物側面の広範囲で外壁脱落

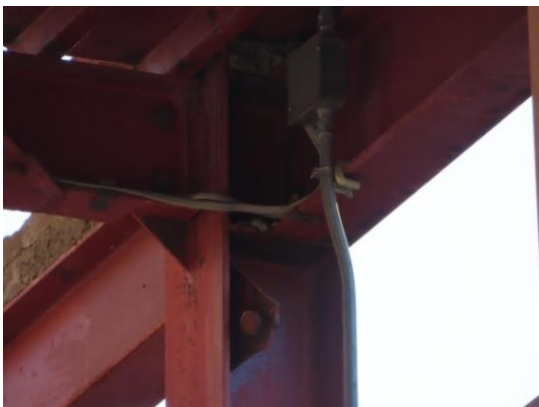


写真 5.5-55 柱梁接合部の状況、ブレース羽子板部破断（ボルトが残っている）

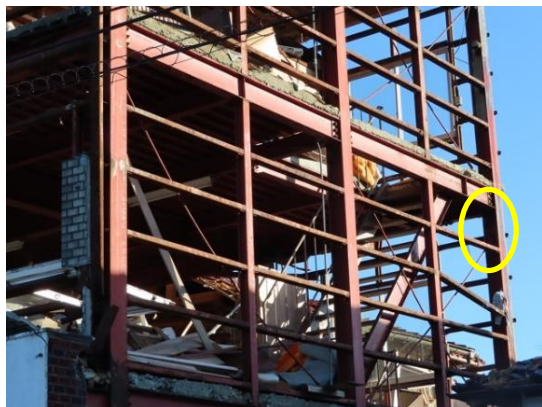


写真 5.5-56 ブレース端部の破断

⑮ 建築物 15 (NA-06)

建築物概要：地上4階建て、用途は事務所、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、柱弱軸側は山形鋼ブレース構造、一部の柱は日の字断面柱である（写真 5.5-57,58,62）。

被害状況：露出柱脚のアンカーボルト破断とコンクリートの破壊（写真 5.5-59,60）が見られた。また、山形鋼ブレースの変形（写真 5.5-61）が見られた。



写真 5.5-57 外観



写真 5.5-58 内観



写真 5.5-59 露出柱脚のアンカーボルト破断、コンクリート破壊



写真 5.5-60 露出柱脚のアンカーボルト破断、コンクリート破壊



写真 5.5-61 山形鋼ブレースの変形



写真 5.5-62 柱梁接合部

⑩ 建築物 16 (SU-01)

建築物概要：地上3階建て、用途は倉庫、工場、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、H形鋼柱弱軸方向はターンバックルブレース（2、3階）及び山形鋼ブレース（1階）の鉄骨構造である。被害状況：露出柱脚のアンカーボルト破断、コンクリート破壊、柱脚の移動（写真 5.5-66）が見られた。ターンバックルブレースのたわみ（写真 5.5-68）、山形鋼ブレースの座屈（写真 5.5-67）が見られた。外壁の広範囲での脱落やガラスの損傷（写真 5.5-63~65）が見られた。



写真 5.5-63 建築物前面の外壁の脱落



写真 5.5-64 建築物背面の外壁の脱落



写真 5.5-65 建築物背面の外壁の脱落



写真 5.5-66 柱脚のアンカーボルト破断、コンクリート破壊、移動



写真 5.5-67 山形鋼ブレース座屈



写真 5.5-68 ターンバックルブレースのたわみ

⑰ 建築物 17 (SU-04)

建築物概要：地上2階建て、用途は事務所、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、H形鋼柱弱軸方向は山形鋼ブレースのブレース構造である。この構造の横に片屋根を有する木造の下屋が付属している（写真 5.5-69）。

被害状況：山形鋼ブレースの座屈（写真 5.5-70）が見られた。柱、梁部材に明らかな損傷は見られなかった（写真 5.5-71）。



写真 5.5-69 外観（木造下屋部分の分離）



写真 5.5-70 山形鋼ブレースの座屈



写真 5.5-71 柱梁接合部の状況

⑱ 建築物 18 (AN-02)

建築物概要：地上 2 階建て（写真 5.5-72）、用途は店舗、構造形式は H 形鋼柱梁の鉄骨ラーメン構造で、H 形鋼柱の弱軸側は平鋼ブレースを用いた鉄骨構造である（写真 5.5-76）。

被害状況：建築物が隆起したと思われる被害が見られ（写真 5.5-73,74）、建築物全体の傾斜が見られた。平鋼ブレースの接合部のボルトが破断し、ガセットプレートの溶接部も破断していると思われる（写真 5.5-77）。露出柱脚で錆による腐食と損傷が見られた（写真 5.5-75）。



写真 5.5-72 建築物外観（側面）



写真 5.5-73 建築物が隆起したと思われる被害



写真 5.5-74 建築物が隆起したと思われる被害



写真 5.5-75 柱脚の錆と腐食



写真 5.5-76 H形鋼弱軸側の柱梁接合部



写真 5.5-77 ブレース接合部ボルト無し、ガセット溶接部破断による回転

⑱ 建築物 19 (AN-04)

建築物概要：地上3階建て、用途は住宅、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である（写真 5.5-80）。

被害状況：露出柱脚のコンクリート部分で破壊が見られた（写真 5.5-81）。2階、3階の外壁が、広範囲で脱落していた（写真 5.5-78, 79）。



写真 5.5-78 外壁の脱落（表側）



写真 5.5-79 外壁の脱落（裏側）



写真 5.5-80 日の字断面柱の柱梁接合部



写真 5.5-81 露出柱脚のコンクリートの破壊

㊿ 建築物 20 (NO-02)

建築物概要：地上1階建て、用途は工場、倉庫、構造形式は溝形軽量形鋼の組立て材のフレームにターンバックルブレースが取り付けいたブレース構造である。

被害状況：ブレースのガセットプレート溶接接合部破断、組立て材柱端部の破断（これらの部分に錆による腐食も見られる）及びブレースの座屈や湾曲（写真 5.5-83~85）が見られた。また、外壁の脱落やサッシの脱落（写真 5.5-82）が見られた。



写真 5.5-82 外観及び外壁・サッシの脱落状況



写真 5.5-83 ターンバックルブレースの座屈及び溶接接合部の破断



写真 5.5-84 溝形鋼組立て材柱の錆と破断



写真 5.5-85 内観及びターンバックルブレースの湾曲

㉑ 建築物 21 (NO-03)

建築物概要：地上1階建て（写真 5.5-86）、用途は工場、倉庫、構造形式はターンバックルブレースを用いた構造である（柱、梁部材は不明）。

被害状況：窓越しにターンバックルブレースの座屈が見られた（写真 5.5-87,88）。



写真 5.5-86 外観（最後尾の建築物）



写真 5.5-87 ブレースの座屈



写真 5.5-88 ブレースの座屈

4) その他の構造被害の建築物の被害状況

その他の構造被害として、日の字断面柱の柱梁接合部で、柱の溶接部での亀裂の被害が観察された。また、屋根水平ブレースの破断の被害が観察された。それらの建築物の被害状況を以下に示す。

㉒ 建築物 22 (WA-08)

建築物概要：2階建て、用途は店舗、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である。

被害状況：建築物の側面の外壁の脱落が見られた（写真 5.5-89）。日の字断面柱の柱梁接合部で柱溶接部に亀裂が見られた（写真 5.5-91）。隣の建築物と衝突していた（写真 5.5-90）。



写真 5.5-89 外観（側面の外壁の脱落）



写真 5.5-90 隣接建築物との衝突



写真 5.5-91 日の字断面柱の柱梁接合部の柱溶接部の亀裂

㉓ 建築物 23 (WA-09)

建築物概要：1階建て、用途は工場、構造形式はH形鋼柱梁の鉄骨山形ラーメン構造で、H形鋼柱弱軸方向は山形鋼ブレース構造である。

被害状況：下屋部分のコンクリートブロック外壁の一部が外側に倒れかかっている（写真 5.5-92,93）。下屋部分の水平ブレースが破断していた（写真 5.5-95）。山形ラーメン構造部分の建屋におけるブレースの破断や座屈、ラーメン方向の明らかな部材の座屈や破断は見られなかった（写真 5.5-94）。また、窓ガラスの損傷が見られた（写真 5.5-93）。



写真 5.5-92 外観



写真 5.5-93 下屋のコンクリートブロック外壁が一部倒れかかっている



写真 5.5-94 山形ラーメンの柱梁及び山形鋼ブレースには大きな損傷は無い



写真 5.5-95 下屋の水平ブレースの破断

5) 非構造部材に大きな被害が生じた建築物の被害状況

構造部材に明確な損傷が見られない建築物でも、外壁や天井等の非構造部材が、広範囲で脱落する被害がいくつか観察された。これらの建築物の被害状況を以下に示す。

㊤ 建築物 24 (WA-10)

建築物概要：1階建て、用途は店舗、構造形式は角形鋼管柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である。

被害状況：天井の全面的な脱落、軒天井の脱落が見られた（写真 5.5-96~98）。柱、梁部材に明確な損傷は見られなかった（写真 5.5-99）。



写真 5.5-96 外観（軒天井の脱落）



写真 5.5-97 内観（天井の全面的な脱落）



写真 5.5-98 天井の状態



写真 5.5-99 柱、梁部材に明確な損傷無し

㊸ 建築物 25 (NA-03)

建築物概要：地上3階建て、用途は店舗、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である。

被害状況：外壁の広範囲での脱落（写真 5.5-100,101）が見られた。



写真 5.5-100 外壁の脱落



写真 5.5-101 外壁の脱落

㊸ 建築物 26 (NA-04)

建築物概要：地上3階建て、用途は事務所、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である（写真 5.5-102,104）。

被害状況：建築物側面の外壁の広範囲での脱落（写真 5.5-103）が見られた。3階はALCパネルによる外壁、1、2階はコンクリートブロック壁が脱落・転倒した様子が見られた（写真 5.5-105~107）。



写真 5.5-102 外観



写真 5.5-103 外壁（ALCパネル、コンクリートブロック壁）の広範囲での脱落・転倒



写真 5.5-104 日の字断面柱梁接合部



写真 5.5-105 ALC 外壁の脱落



写真 5.5-106 外壁（コンクリートブロック壁）の脱落・転倒



写真 5.5-107 外壁（コンクリートブロック壁）の脱落

㉗ 建築物 27 (AN-01)

建築物概要：地上3階建て、用途は店舗兼事務所、構造形式はH形鋼柱梁ラーメンとターンバックルブレースによるブレース付き鉄骨ラーメン構造である（写真 5.5-108,110）。

被害状況：側面のラスシートモルタル外壁が一構面の広範囲で脱落していた（写真 5.5-109,112）。また、脱落した構面の構造部分の一部に錆が見られた（写真 5.5-111）。



写真 5.5-108 外観



写真 5.5-109 側面の外壁の広範囲での脱落



写真 5.5-110 柱梁接合部



写真 5.5-111 柱の錆



写真 5.5-112 脱落したラスシートモルタル外壁

㊸ 建築物 28 (AN-03)

建築物概要：地上3階建て、用途は店舗、構造形式は日の字断面柱とH形鋼梁の鉄骨ラーメン構造である（写真 5.5-115）。

被害状況：柱梁接合部で部材及び接合部パネルで錆が見られた（写真 5.5-116）。建築物が隆起したと思われる被害が見られた（写真 5.5-113）。外壁は広範囲で脱落していた（写真 5.5-114）。入口のガラスが破損していた。その一方で、窓ガラスには損傷がないものもあった。



写真 5.5-113 建築物が隆起したと思われる被害



写真 5.5-114 外壁の広範囲の脱落



写真 5.5-115 柱梁接合部



写真 5.5-116 柱梁接合部の部材等

(2) 公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物の被害調査

(i) 調査概要

鉄骨造建築物は、工場、倉庫、体育館など大空間の架構を容易に構成することができる構造として用いられることが多く、過去の地震でも、このような大空間の建築物の地震被害が観察されたことから、公共施設や教育施設等の大空間の建築物を主な対象にして、内観及び外観からの被害調査を行った。この調査は、事前の情報収集により、構造または非構造の被害が比較的大きいと判断された 24 の施設を対象にして調査を行ったものである。ここでは、調査した 24 の施設のうち、鉄骨構造部分に被害が観察された 7 つの施設の屋内運動場等について、被害状況を示すとともにその特徴をとりまとめている。

(ii) 調査対象と鉄骨構造部分に被害が生じた建築物

調査対象の地域は、図 5.5-1 に示した一般の鉄骨造建築物の被害調査と同じ地域であり、震度 6 強及び 7 を記録した 5 つの市町（輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町）の公共施設、教育施設等の大空間の建築物である。これらの地域で、構造または非構造の被害が比較的大きいと判断された 24 の施設を対象にして、図 5.5-3 に示す通り、3 月 26 日～28 日の 3 日間で調査を行った。本報では、これらのうち、鉄骨構造部分に被害が観察された 7 つの施設（図中の黄色のハッチの施設）の屋内運動場等の被害調査を示す。

調査時刻	3月26日（火）		3月27日（水）		3月28日（木）	
	A	B	A	B	A	B
8:30～	WA-101 （輪島市、 小学校）	WA-105 （輪島市、 小学校）	NO-101 （能登町、 中学校）	WA-108 （輪島市、 高校）	WA-111 （輪島市、 小学校）	NA-103 （七尾市、 中学校）
10:30～	WA-102 （輪島市、 中学校）	WA-106 （輪島市、 小学校）	NO-102 （能登町、 小学校）	WA-109 （輪島市、 中学校）	AN-102 （穴水町、 高校）	NA-104 （七尾市、 小学校）
13:00～	WA-103 （輪島市、 小学校）	WA-107 （輪島市、 小学校）	SU-101 （珠洲市、 高校）	WA-110 （輪島市、 小学校）	AN-103 （穴水町、 文化施設）	NA-105 （七尾市、 小学校）
15:00～	WA-104 （輪島市、 公共施設）	AN-101 （穴水町、 教育・訓練 施設）	SU-102 （珠洲市、 公共施設）	NA-101 （七尾市、 文化施設）	NA-102 （七尾市、 文化施設）	NA-106 （七尾市、 高校）

図 5.5-3 調査した 24 の施設とそのうち鉄骨構造に被害が観察された 7 つの施設（黄色）

（iii）構造被害が生じた建築物の被害調査の結果

鉄骨構造部分に被害が観察された 7 つの施設の建築物の被害として、以下の 4 つの構造的な被害が観察された。

- 1) RC 架構と鉄骨屋根の屋内運動場の接合部（支承部）等の被害
- 2) ブレース構造の屋内運動場のブレース及び露出柱脚等の被害
- 3) 屋内運動場の水平ブレースの被害
- 4) ブレース構造の学校校舎のブレースの被害

以下に、これらの被害が生じた建築物について、上記の被害形態毎に、主に鉄骨構造部分の被害状況に関する調査結果を示す。

1) RC 架構と鉄骨屋根の屋内運動場の接合部（支承部）等の被害状況

RC 造架構で屋根が鉄骨構造の屋内運動場において、RC 造架構部分と鉄骨屋根の接続部分で、コンクリートのひび割れ、破壊、コンクリート片の脱落及びアンカーボルトの抜け出し、伸び変形等の被害が確認された。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

① 公共施設、教育施設 01 (NO-101)

本施設の屋内運動場は、1978 年竣工、2010 年度に耐震改修が行われている。本施設の屋内運動場について被害状況を確認した。屋内運動場（写真 5.5-117, 118）は、地上 2 階建て、1F、2F が RC 造で、枠付き H 形鋼ブレースフレームによる耐震補強が行われている（写真 5.5-119）。屋根は鉄骨立体トラス構造の建築物である（写真 5.5-120）。アリーナ部分は網目状の天井が鉄骨骨組に支持されている。

構造体の被害として、RC 造の架構と鉄骨屋根が接続する支承部（7～8 箇所）において、定着モルタルの破壊、RC 造架構のコンクリートの剥落等が見られた（写真 5.5-121～125）。



写真 5.5-117 外観



写真 5.5-118 内観



写真 5.5-119 枠付き H 形鋼ブレースフレームによる耐震補強



写真 5.5-120 鉄骨立体トラス梁の屋根



写真 5.5-121 支承部の RC 造架構のコンクリートの剥落



写真 5.5-122 支承部の RC 造架構のコンクリートの剥落



写真 5.5-123 支承部の定着モルタルの破壊



写真 5.5-124 支承部の状況



写真 5.5-125 支承部の RC 造架構のコンクリートのひび割れ

② 公共施設、教育施設 02 (AN-102)

屋内運動場の被害状況について確認した。屋内運動場（写真 5.5-126）は、1978 年頃竣工と思われる。地上 3 階建て、1F、2F が RC 造、屋根部分がトラス梁の体育館である（写真 5.5-127, 128）。2015 年に直近の耐震改修が行われている。

構造体の被害としては、妻面（入り口側）の RC 造柱の側面に、鉄骨屋根トラス梁及び水平ブレースが接続されており、その部分のコンクリートが引き抜きにより破壊され、一部脱落している（写真 5.5-129）。また、アンカーボルトの伸びや引き抜きも観察された（写真 5.5-130~132）。反対側の妻面における同様の接続部分には、損傷は見られなかった（写真 5.5-135,136）。平側の RC 造柱と鉄骨屋根トラス梁の接続部（支承部）では、同様の損傷は見られなかった（写真 5.5-133,134）。



写真 5.5-126 外観



写真 5.5-127 内観

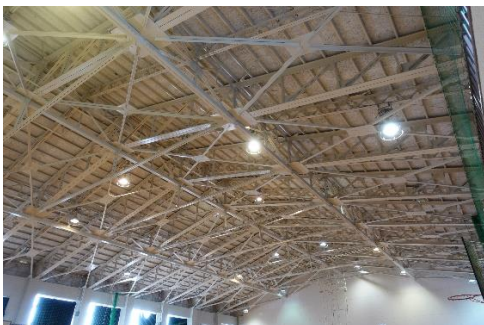


写真 5.5-128 トラス屋根



写真 5.5-129 妻面（入り口側）の RC 造柱とトラス屋根の梁の接続部の損傷



写真 5.5-130 RC造柱のコンクリートの破壊、脱落、アンカーボルトの抜け出し



写真 5.5-131 RC造柱のコンクリートの破壊、脱落、アンカーボルトの伸び



写真 5.5-132 RC造柱のコンクリートのひび割れ



写真 5.5-133 平側のRC造柱の柱頭とトラス梁の接続部（支承部）の状況



写真 5.5-134 平側のRC造柱の柱頭とトラス梁の接続部（支承部）ではほとんど損傷無し



写真 5.5-135 妻壁（反対側）とトラス屋根接続部では損傷無し



写真 5.5-136 妻面（反対側）のRC造柱とトラス屋根接続部では損傷無し

2) ブレース構造の屋内運動場のブレース及び露出柱脚等の被害状況

ブレース構造の屋内運動場において、引張ブレースに、残留たわみが観察された。また、露出柱脚のコンクリート部分の破壊が観察された。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

③ 公共施設、教育施設 03 (SU-101)

第一体育館及び第二体育館について被害状況を示す。第二体育館は 1981 年に増築されたものである。2006~2007 年にかけて第一・第二体育館の耐震改修が行われている。

第一体育館 (写真 5.5-137) は、地上 2 階建てで、1F RC 造、2F 鉄骨造で、2F の鉄骨造の張間方向が H 形鋼柱梁の山形ラーメン構造、桁行方向が山形鋼 (1 丁または 2 丁合わせ) のブレース構造である。

構造体の被害として、桁行方向のブレースのうち、山形鋼 (L-65×65 程度) において、最大 60~70mm (たわみ角 1.0%以上) 程度の面外たわみが見られた (写真 5.5-138~140)。アリーナ床面の半分程度の面積の沈下が確認された。第一体育館と第二体育館の間の屋内通路が損傷し、約 60cm 離間していた (写真 5.5-141,142)。

第二体育館 (写真 5.5-143, 144) は、地上 2 階建てで、1F RC 造、2F 鉄骨造で、2F の鉄骨造張間方向が H 形鋼柱梁の山形ラーメン構造、桁行方向が山形鋼 (1 丁または 2 丁合わせ) または CT 鋼を用いたブレース構造である。

構造体の被害として、アリーナ床面の半分程度の面積の沈下が確認された (写真 5.5-145)。桁行方向のブレースのうち、CT 鋼 (T-125×65 程度) において、最大 100~110mm (たわみ角 1.8%) 程度の面外たわみが見られ、付近の手すりに接触していた (写真 5.5-146~148)。



写真 5.5-137 第一体育館 内観



写真 5.5-138 第一体育館 山形鋼ブレース (1 丁) の面外たわみ



写真 5.5-139 第一体育館 山形鋼ブレース (1 丁) の面外たわみ



写真 5.5-140 第一体育館 山形鋼ブレース (2 丁合わせ)



写真 5.5-141 第一体育館と第二体育館
の通路の損傷による約 60cm の隙間



写真 5.5-142 第一体育館と第二体育館の隙
間



写真 5.5-143 第二体育館 外観



写真 5.5-144 第二体育館 内観



写真 5.5-145 第二体育館 床の沈下



写真 5.5-146 第二体育館 ブレース
(CT形鋼) の面外たわみ



写真 5.5-147 第二体育館 山形鋼ブレ
ース (2丁合わせ)



写真 5.5-148 第二体育館 山形鋼ブ
レース (1丁)

④ 公共施設、教育施設 04 (AN-101)

屋内運動場（写真 5.5-149）は、1977 年竣工の 2 階建てで、張間方向は山形ラーメン構造、桁行方向はブレース構造の鉄骨造である（写真 5.5-150）。

構造体の被害としては、ほとんどの水平ブレースでターンバックルねじ部での破断（写真 5.5-151）、鉛直ブレース（FB-65×6）のたわみ（写真 5.5-152）、柱脚部のコンクリートの破壊（写真 5.5-153）が見られた。



写真 5.5-149 外観

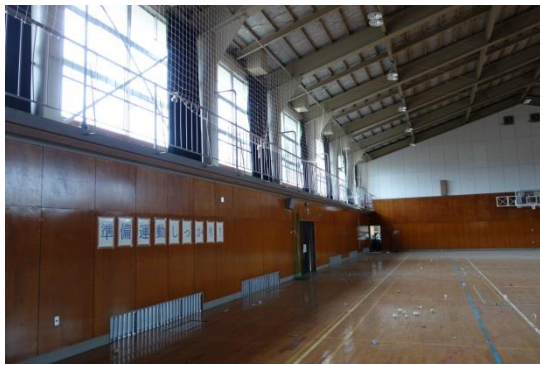


写真 5.5-150 内観



写真 5.5-151 ターンバックルねじ部の破断



写真 5.5-152 ブレースのたわみ



写真 5.5-153 柱脚部のコンクリートの破壊

3) 屋内運動場の水平ブレースの被害状況

屋内運動場で、屋根面水平ブレースの破断やたわみが確認された。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

⑤ 公共施設、教育施設 05 (NA-105)

1983年竣工の2階建て屋内運動場で、架構はSRC造、屋根は鉄骨造である(写真5.5-154)。構造体の被害としては、水平ブレース端部の破断が見られた(写真5.5-155,156)。



写真 5.5-154 外観



写真 5.5-155 水平ブレース端部の破断

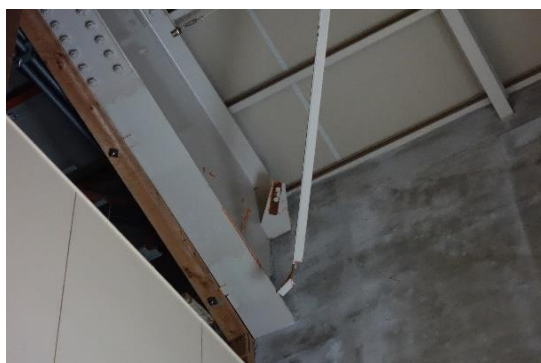


写真 5.5-156 水平ブレース端部の破断

⑥ 公共施設、教育施設 06 (NA-106)

屋内運動場2(写真5.5-157)は1996年竣工の2階建てで、架構はSRC造、屋根は鉄骨造である。1階部分は武道場及び部室、2階は体育館である(写真5.5-158)。

構造体の被害としては、ほとんどの水平ブレースでたわみが見られた(写真5.5-159)。また、SRC造柱と鉄骨梁の接合部において、コンクリートのひび割れを確認した(写真5.5-160)。



写真 5.5-157 外観

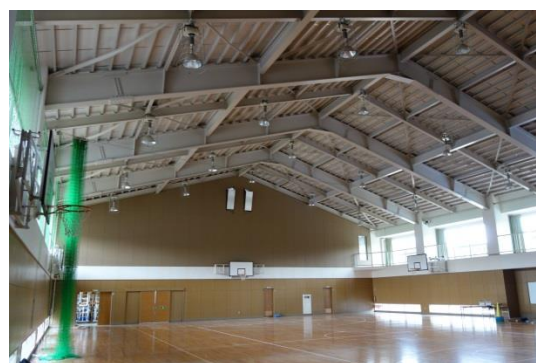


写真 5.5-158 2階体育館の内観



写真 5.5-159 2階体育館の水平ブレースの
たわみ

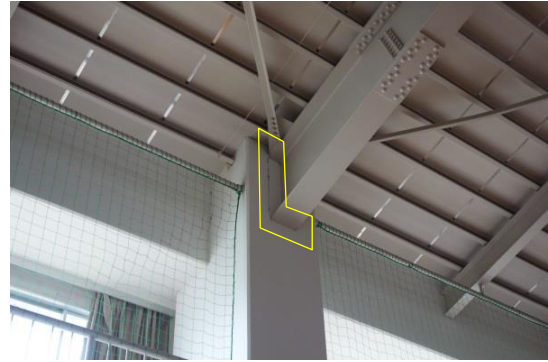


写真 5.5-160 2階体育館の柱梁接合部の
コンクリートのひび割れ

4) ブレース構造の学校校舎のブレースの被害状況

柱に H 形鋼を用いた鉄骨ブレース構造の学校校舎において、山形鋼ブレースを 2 丁合わせとしたブレース材で座屈の被害が観察された。以下に、これらの建築物の被害状況を示す。

⑦ 公共施設、教育施設 07 (WA-111)

校舎 (写真 5.5-161) は、1979 年竣工、2009 年に耐震改修が行われている、地上 3 階建ての鉄骨造建築物であり、L 字状に平面を構成している。柱梁部材は H 形鋼で、山形鋼 2 丁合わせのブレース構造である。

構造体の被害としては、1 階の山形鋼 2 丁合わせのブレースで座屈が観察された (写真 5.5-162)。



写真 5.5-161 外観



写真 5.5-162 1階ブレースの座屈の
被害

5.5.3 まとめ

令和 6 年能登半島地震による鉄骨造建築物の被害状況を把握するために、震度 6 強以上が観測された 5 つの市町 (輪島市、七尾市、珠洲市、穴水町、能登町) を対象に、1) 一般の鉄骨造建築物の被害調査、2) 公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物の被害調査、を行った。以下に、これらの調査から得られた結果をまとめて示す。

(1) 一般の鉄骨造建築物の被害調査

- ・調査した一般の鉄骨造建築物のうち、倒壊、崩壊した建築物は3棟であった。このうち、2階及び3階建ての2棟は、1階が層崩壊した。3階建ての1棟は、2階と3階が崩壊していた。また、倒壊していないものの、大きな残留変形が生じていた建築物は6棟程度あった。これらの建築物では、柱にH形鋼または日の字断面を用いたものが多かった。
- ・構造部材の被害として、引張ブレースで、ブレース端部の接合部のボルト破断、ブレース材の座屈やたわみ等が観察された。また、露出柱脚で、アンカーボルトの伸びや破断、コンクリートの破壊、柱脚の移動などが観察された。その他、日の字断面柱の柱溶接部で亀裂の被害が観察された。また、構造的に明確な損傷が見られないものの、外壁等の非構造部材が広範囲に脱落する建築物の被害が観察された。
- ・調査したこれらの鉄骨造建築物では、錆なども多く見られ、外観上もかなり古い建設年代と思われるものが多かった。これらの構造形式として、日の字断面柱を用いているものやH形鋼柱を用いているものが比較的多く、このような構造形式は、一般的に旧耐震基準の年代（1981年以前）の建築物に多いと考えられる。なお、上記の倒壊、崩壊した3棟の建築物は、空中写真等の調査から、1975年以前に建設されていた建築物と判断され、旧耐震基準の建築物と考えられる。

(2) 公共施設、教育施設等の鉄骨造建築物の被害調査

屋内運動場の構造被害

- ・RC造架構で屋根が鉄骨構造の屋内運動場において、RC造架構部分と鉄骨屋根の接続部分で、コンクリートのひび割れ、破壊、コンクリート片の脱落及びアンカーボルトの抜け出し、伸び変形等の被害が確認された。これらの接続部分としては、RC造架構の梁または柱と鉄骨屋根が接続している接合部（支承部）や妻壁のRC造柱の側面に鉄骨屋根が接続している部分であった。これらの建築物では耐震改修が行われており、これまでの地震でみられた新耐震基準以降の建築物の被害と同様の被害が確認されたが、倒壊・崩壊したものは確認されなかった。
- ・山形鋼やCT形鋼を用いたブレース構造の屋内運動場において、これらのブレースに、最大で1%～1.8%程度の残留たわみが観察された。また、平鋼ブレースを用いた屋内運動場においても、残留たわみが確認された。また、露出柱脚のコンクリート部分の破壊が観察された。
- ・屋内運動場において、鉄骨屋根面の水平ブレースにおける破断やたわみが確認された。

学校校舎の構造被害

- ・柱にH形鋼を用いた鉄骨ブレース構造の学校校舎において、山形鋼ブレースを2丁合わせとしたブレース材で座屈の被害が観察された。

参考文献

- 5.5-1) 2024(令和6)年能登半島地震による石川県能登地方における鉄骨造建築物及び建築物の非構造部材の被害調査報告(速報)、国土交通省国土技術政策総合研究所、国立研究開発法人建築研究所、2024.6 https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2024/R6_6_14_1_noto.pdf
- 5.5-2) 地図・空中写真閲覧サービス、国土地理院 <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>

5.6 非構造部材の被害

5.6.1 調査の目的と概要

国土技術政策総合研究所及び建築研究所による能登半島地震の被害調査では、非構造部材の被害状況を確認するために、1月19日(金)～1月21日(日)に第1回、2月28日(水)～3月1日(金)に第2回、3月26日(火)～3月28日(木)に第3回の計3回、調査を行った。第1回調査は報道等で石川県・富山県都市部（金沢市・高岡市・富山市。以降本節において「都市部」という。）の公共施設等の非構造部材に被害があるとの情報のあった建築物を対象にした内観調査を、第2回調査は石川県能登地方（輪島市・七尾市・珠洲市・穴水町・能登町。以降本節において「能登地方」という。）の一般鉄骨造建築物の構造被害・非構造部材被害に関する情報のあった建築物を主対象にした外観調査を、第3回調査は能登地方において、事前の聴き取り調査等で被害情報のあった公共施設・教育施設等を有する建築物等を主対象にした内観調査を、それぞれ実施したものである。第1回、第3回調査で内観調査を行った施設は以下のとおりである。

- ・教育施設 19件（うち都市部 0件、能登地方 19件）
 ※小・中・高等学校、教育・訓練施設
- ・運動施設 10件（うち都市部 10件、能登地方 0件）
- ・音楽等用ホールを有する施設 6件（うち都市部 2件、能登地方 4件）
- ・展示用ホールを有する施設 1件（うち都市部 0件、能登地方 1件）
- ・行政庁舎 3件（うち都市部 3件、能登地方 0件）
- ・商業施設 1件（うち都市部 1件、能登地方 0件）

このうち、教育施設（19件）は複数の独立した建築物からなり、調査した建築物ごとに計上すると、

- ・校舎 13棟 ※構造的に独立する建屋は別途1棟と換算
- ・屋内運動場（2階建て以上に相当する大規模空間を有する建築物）
 22棟
- ・校舎と屋内運動場が一体の施設 1棟
- ・武道場（比較的低層で面積のある建築物）
 2棟

である。また、運動施設、音楽等用ホールを有する施設、展示用ホールを有する施設及び行政庁舎は、大規模空間と事務所部分が併設する場合があります、それぞれで非構造部材の被害に関する情報があつた場合は、大規模空間の部分と事務所部分を分けてそれぞれについて調査した。

本節は、上記各調査の報告（速報）^{5.6-1), 5.6-2)}及びそれら以外の各調査の地震被害調査報告（速報）を踏まえて、非構造部材の被害調査内容について現時点で取りまとめるものである。

第1回～第3回の調査地点、調査範囲及び今回の地震（本震）による調査範囲周辺の震度分布を図5.6.1-1に示す。なお、第2回・第3回調査については、前節の鉄骨造建築物の被害調査と共同で行っている。各被害状況の説明中の建築物に関する記号は既報^{5.6-1), 5.6-2)}の表示記号に則している。

第1回：石川県・富山県都市部における建築物の非構造部材等の被害調査
 （建築物A～Q）

第2回：石川県能登地方における一般鉄骨造建築物の非構造部材の外観調査
 （WA-01～15, NA-01～08, SU-01～05, AN-01～04, NO-01～03）

第3回：石川県能登地方における公共施設、教育施設等の建築物の非構造部材の外観・内観調査
 （WA-101～111, NA-101～106, SU-101～102, AN-101～103, NO-101～102）

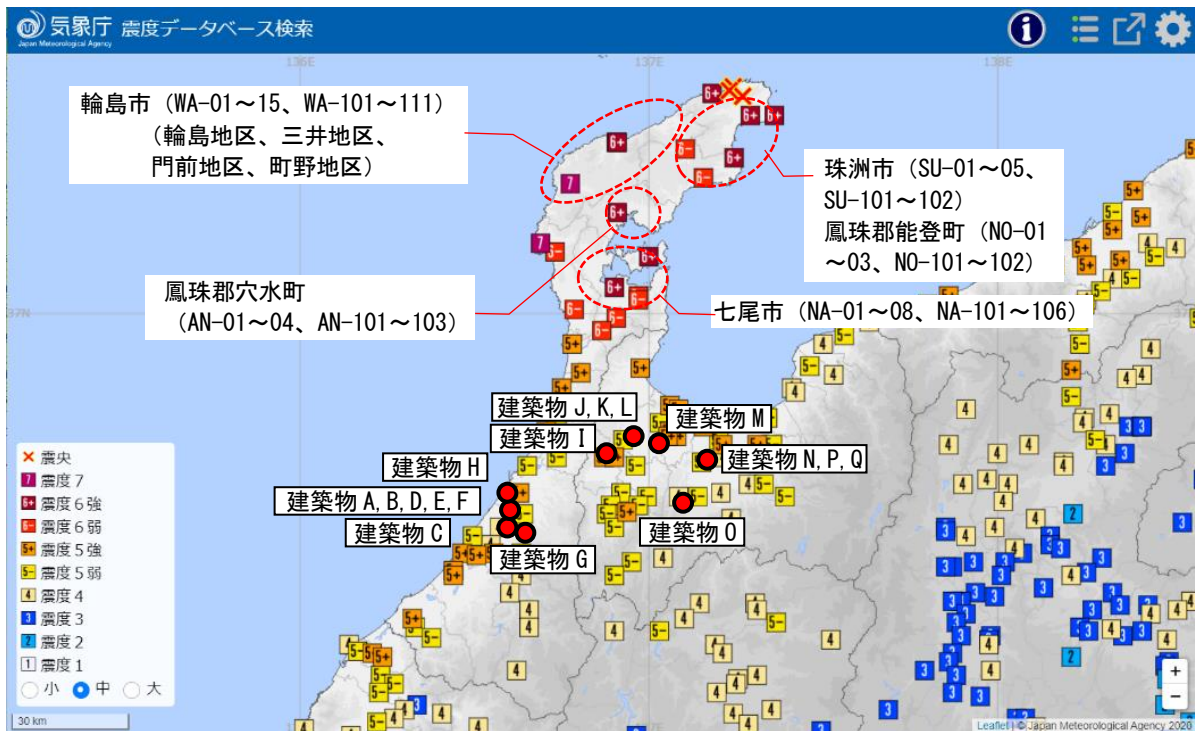


図 5.6.1-1 調査地点・調査範囲及び周辺の震度分布
(震度データベース検索 5.6-3) に加筆)

5.6.2 調査結果

(1) 吊り天井の被害

吊り天井については、報道、事前の聞き取り調査等で吊り天井に関する被害情報があつた建築物を主対象に計画し内部調査を行った建築物を中心に被害を把握している。以下に、a.大規模空間の吊り天井に関する被害状況、b.その他の吊り天井の被害状況に分けて記述する。

ここで、特定天井は現行の建築基準法施行令第 39 条第 3 項に規定するものとして、①6m 超の高さにあり②水平投影面積 200 m²超で③質量 2kg/m²超であり④居室廊下その他の人が日常立ち入る場所に設けられた⑤吊り天井が該当する。今回の調査では、上記①～④に該当する天井の状況を確認するとともに、これらのうち一部に該当しない天井に関しても調査を行った結果を示している。

a. 大規模空間の吊り天井に関する被害状況

現地調査した建築物の中で、前述の条件①～④に該当する教育施設の屋内運動場、自治体所管の運動施設、音楽用等ホール、展示用ホール、議場 計 45 件（都市部 16 件、能登地方 29 件）のうち、天井被害が確認されたものは 9 件であった。これらのうち、特定天井（⑤にも該当する天井）は計 7 件、吊り天井でないものは計 2 件であった。

特定天井に確認された被害の概要を写真 5.6.2.(1)-1~12 に示す。教育施設における屋内運動場、自治体所管の運動施設において、吊り天井の天井面構成部材であるグラスウール板、木毛版の数枚の落下や垂れが確認された（写真 5.6.2.(1)-1~6）。音楽用等ホールの吊り天井において、天井面のひび（写真 5.6.2.(1)-7）等が確認された。天井裏の様子を確認すると、天井面構成部材の下地材の衝突痕と思われるボードの損傷が確認され、天井面が地震により動いていたと考えられる（写真 5.6.2.(1)-8）。また、

ホールのステージ側の立ち上がり壁のボードが損傷・脱落していた（写真 5.6.2.(1)-9）。天井裏を確認すると、当該壁のボードを留め付けるために間仕切壁用の鋼製下地材が採用されており、当該鋼製下地材のスタッドがランナから外れていた（写真 5.6.2.(1)-10）ほか、客席側の天井下地材の損傷も確認された（写真 5.6.2.(1)-11,12）。このような被害が確認された特定天井は、2000 年以前に計画・着工されたものであり、過去の耐震改修履歴は確認されなかった。



写真 5.6.2.(1)-1 屋内運動場のグラスウール板の垂れ下がり
（建築物 C：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-2 屋内運動場の天井材垂れ下がり部分の支持状況
（建築物 C：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-3 屋内運動場のグラスウール板数枚の落下
（建築物 O：富山市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-4 屋内運動場のグラスウール板数枚の落下
（建築物 O：富山市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-5 屋内運動場内観（丸囲み部分が損傷箇所）
（NA-105：七尾市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-6 屋内運動場の天井仕上げの脱落（左の写真の丸囲み部分を下から見た様子）
（NA-105：七尾市、教育施設）

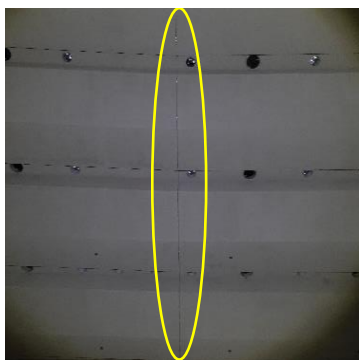


写真 5.6.2.(1)-7 天井面のひび
(WA-104: 輪島市、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-8 野縁周辺の壁の損傷
(WA-104: 輪島市、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-9 舞台上部の立ち上がり壁の損傷
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-10 ステージ上立ち上がり壁においてランナから外れたスタッド
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-11 天井下地の変形
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)



写真 5.6.2.(1)-12 天井下地の衝突によると思われるボード材の損傷
(AN-103: 穴水町、音楽等用ホール)

吊り天井でない天井で被害が確認された2件は、改修した天井の被害が1件、変形した構造部材との取り合い部で天井面材が損傷したものが1件であった。

このうち、改修した天井（建築物F（金沢市）の音楽ホール）について示す。写真 5.6.2.(1)-13 に客席部分の内観を示す。当該客席部分の天井材（有孔ガラス繊維混入せっこうボード、厚さ約8mm）が、ステージから向かって左右の端部において、幅約10cm×最大長さ約10mにわたって破損し、落下していた（写真 5.6.2.(1)-14）。管理者より、2020～2021年に天井の耐震改修が行われたとのことであった。天井の支持元を確認すると、吊り天井であった従前の工法から、吊り材を用いず、鋼製の支持構造部により天井下地材・ボードを支持する方法となっていた（写真 5.6.2.(1)-15）。一方で、損傷した部分に

において天井板とその付近の壁には隙間が存在しなかった（写真 5.6.2.(1)-16）。



写真 5.6.2.(1)-13 客席部分の内観
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-14 被害状況
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）

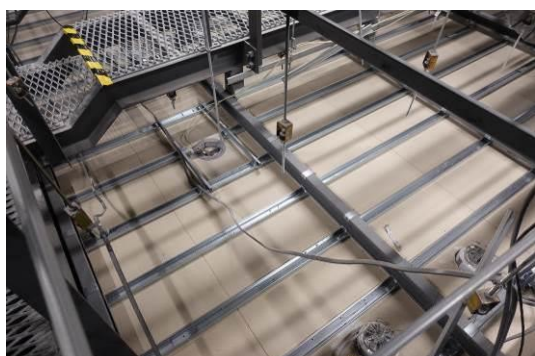


写真 5.6.2.(1)-15 天井支持部分の状況
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-16 天井材が落下した部分
（建築物 F：金沢市、音楽等用ホール）

現地調査した建築物の中で天井の被害が確認されなかった 36 件について、現地調査により吊り天井が配置されていなかったものが計 29 件あった。そのうち、過去の改修で撤去したものが少なくとも 2 件あった（うち一例が写真 5.6.2.(1)-17）。また、被災時点で天井が存在していたもので、過去の改修で斜め部材の追加や隙間を設ける等による耐震対策が図られていた天井が 1 件（写真 5.6.2.(1)-18,19）、より剛強な支持構造部に直接支持される天井又は柔軟・軽量な天井面構成部材への換装により、特定天井の適用外とされていた天井が 2 件あった（写真 5.6.2.(1)-20）。その他、特定天井の技術基準に関する告示（平成 25 年国土交通省告示第 771 号）以前に新設された天井で過去の改修履歴が確認できなかったものが 4 件あった。

教育施設の屋内運動場や自治体所管の運動施設では天井の撤去がなされているものや、柔軟・軽量な天井面構成部材への換装がなされているものがあり、音響等の観点から天井等が必要となる音楽等用ホールも、調査した範囲では耐震対策（剛強な支持構造部に直接支持される天井への換装）が講じられる等により、今回の地震において全面的な崩落に至る被害は確認されなかった。



写真 5.6.2.(1)-17 内観 ※2007年～現在までに改修（天井の撤去）がされた例。天井被害なし
（建築物E：金沢市、運動施設）



写真 5.6.2.(1)-18 内観 ※天井被害なし
（NA-102：七尾市、音楽等用ホール）

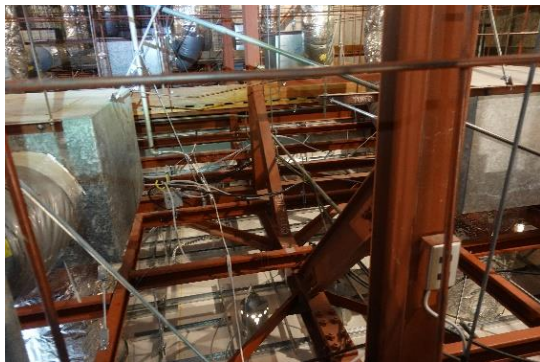


写真 5.6.2.(1)-19 天井支持元の様子
※天井被害なし
（NA-102：七尾市、音楽等用ホール）



写真 5.6.2.(1)-20 屋内運動場の膜天井内観 ※天井被害なし
（NO-102：能登町、教育施設）

b. その他の吊り天井被害

今回の地震において、事務所や教育施設の武道場（大空間を有するが比較的天井高さの低い室）等の吊り天井の被害が確認された。

被害状況としては、行政庁舎のシステム天井のパネルが脱落した例（写真 5.6.2.(1)-21）、在来工法天井において構造躯体の柱や梁に近接するなど、端部の天井材が脱落した例（写真 5.6.2.(1)-22,23）、等が確認された。構造躯体の振動に伴う柱や梁の挙動が天井端部に干渉し、天井材が脱落した例は、部分的なもの、ある程度の範囲のものが確認された。この他、天井が全面的に脱落したような例が1件確認された。

主に鉄骨造建築物の校舎において、教室間の壁と天井の取り合いが天井勝ち（(2)b.での説明参照）になっているものがあり、損傷・脱落があった内壁との取り合い部における天井の損傷が確認された（写真 5.6.2.(1)-24~26）。このような取り合い部の被害は、大規模空間を形成する屋内運動場のギャラリ一部分などでも確認されている（写真 5.6.2.(1)-27）。



写真 5.6.2.(1)-21 システム天井ボードの落下（建築物 A：金沢市、行政庁舎）

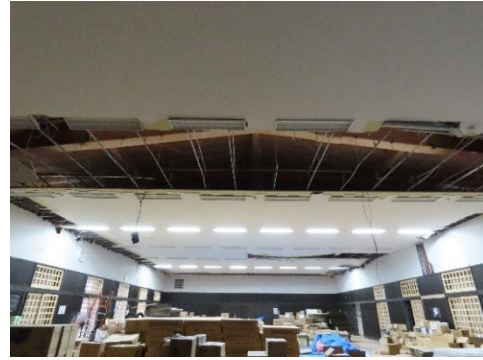


写真 5.6.2.(1)-22 武道場 天井の被害状況（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-23 事務所部分 4階天井の被害（WA-104：輪島市、音楽等用ホールを有する施設）



写真 5.6.2.(1)-24 事務所部分 5階執務室天井・間仕切壁の被害（WA-104：輪島市、音楽等用ホールを有する施設）



写真 5.6.2.(1)-25 校舎 3階天井・内壁の被害（WA-111：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(1)-26 校舎 3階教室の天井被害（WA-101：輪島市、教育施設）

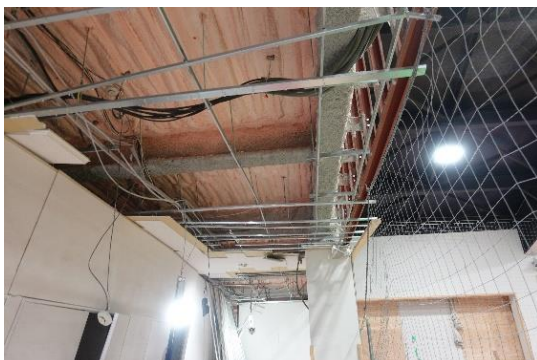


写真 5.6.2.(1)-27 屋内運動場ギャラリー上の天井、内壁の被害（WA-102：輪島市、教育施設）

(2) 内壁・内装の被害

内壁・内装について、内部調査を行った建築物を中心に被害を把握している。a. 高所に設置される内壁や高い壁高さの内壁に関する被害、b. 天井との取り合い部を有する間仕切壁の損傷・脱落、c. その他の内壁・内装の被害、のそれぞれの被害について記述する。

a. 高所に設置される間仕切壁や高い壁高さの間仕切壁の被害

主に大規模空間を有する教育施設や運動施設の屋内運動場の妻壁は、床面から屋根に至るまで非構造部材による高い壁を立てる例が見られたほか、妻壁に出入り口や舞台が併設されることにより、壁に大きな開口が生じ、特にプロセニウムアーチ上部は高所に内壁が設置されることとなる。このような高い壁や高所に設置される妻面の内壁・内装において、高所のボードの下地材からの剥離・脱落や浮き、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し等の被害がいくつかの教育施設の屋内運動場で確認された。

顕著な被害があった WA-102 の屋内運動場において、妻面（舞台側とその対面側のいずれも）の内壁の広範囲な脱落が確認された（写真 5.6.2.(2)-1,2）。ボードは軽量形鋼（間仕切壁用の鋼製下地材より厚板の鋼材）の縦材にビス留めされており、当該縦材下部がガセットプレートを通じて妻面の構造躯体に支持されていた。

また、舞台横の軽量鉄骨下地とボードによる内壁において、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し（写真 5.6.2.(2)-3）、目地部分での仕上材の剥離や浮き（写真 5.6.2.(2)-4~6）等が確認された。

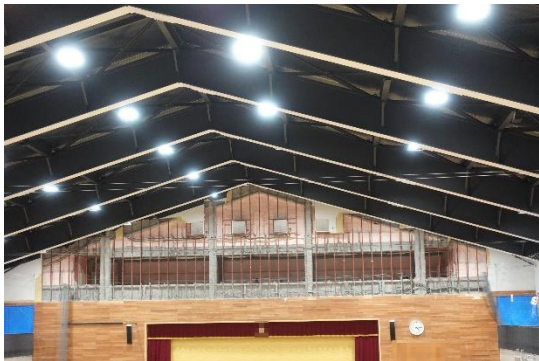


写真 5.6.2.(2)-1 屋内運動場 妻面（プロセニウムアーチ上部）の内壁の広範囲な脱落（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-2 屋内運動場 妻面（出入口方面）の内壁の広範囲な脱落（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-3 屋内運動場 舞台横の内壁のRC造柱との接合部での外れとはらみ出し（WA-109：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-4 全天候型広場 内壁の被害（WA-102：輪島市、教育施設）



写真 5.6.2.(2)-5 屋内運動場 1 プロセニウムアーチの内装仕上材の損傷
(NA-106 : 七尾市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-6 屋内運動場 プロセニウムアーチのパネル目地の浮き
(WA-103 : 輪島市、教育施設)

高い壁の被害として、NA-101（七尾市）展示室の2か所の壁（改修時の図面によると高さ9.5m）の被害が見られた（写真 5.6.2.(2)-7）。壁は、H形鋼や軽量形鋼で組んだ鉄骨下地2段に、それぞれ鋼製下地材とせっこうボードを設けたものである。当該壁のボードが1段目、2段目のいずれから部分的に脱落していたほか、2段目（上段）の鋼製下地材の全体的な曲げ変形や局所変形、壁1段目（下段）の鋼製下地材の局所的な変形等が確認された（写真 5.6.2.(2)-8,9）。

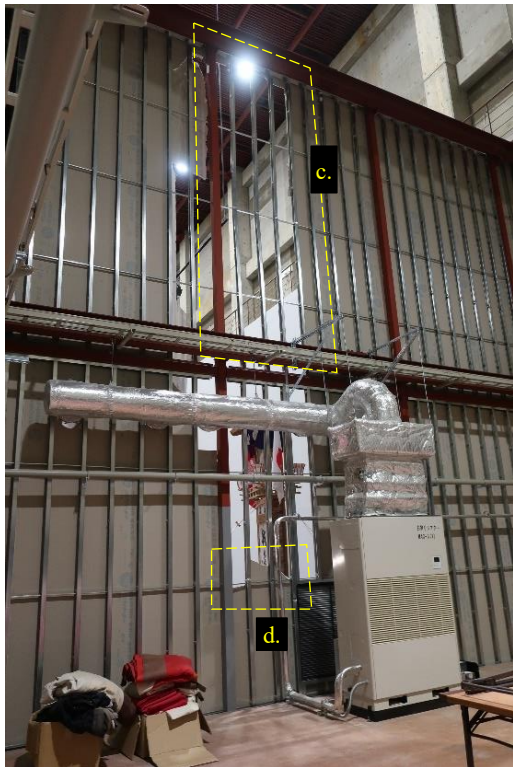


写真 5.6.2.(2)-7 展示室壁の被害（裏側より）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

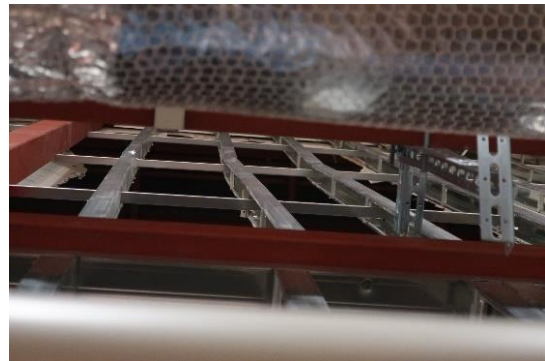


写真 5.6.2.(2)-8 展示室 壁2段目のスタッドの曲がり、局所的な変形（左写真のc.部分）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

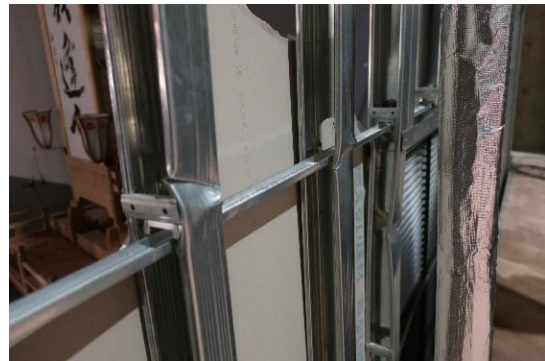


写真 5.6.2.(2)-9 展示室 壁1段目の損傷状況（左写真のd.部分）
(NA-101 : 七尾市、展示用ホールを有する施設)

b. 天井との取り合い部を有する間仕切壁の損傷・脱落

教育施設の鉄骨造建築物の校舎や事務所における各室の間仕切壁、屋内運動場のギャラリー部分の内壁で、天井との取り合い部に関わる被害が多く確認された。今回被害が確認された取り合い部は

パターン 1) 壁下地材が上下床に到達し、天井端部が壁面（又は壁下地材）に接触する（壁勝ち）

パターン 2) 天井面が一体で生まれ、壁の上端が天井面に支持されるもの（天井勝ち）で、壁下地材が天井下地材に接合される

パターン 3) 天井勝ちで、壁下地材が天井ボードに接合される

の3パターンが確認されている。

パターン 1)に関する被害として、天井の衝突に起因すると思われる天井面高さでの壁下地材の局所変形や、壁のボードの損傷・脱落が確認された（写真 5.6.2.(2)-10,11）。



写真 5.6.2.(2)-10 校舎 3階 ブレース構面手前の内壁のボード、下地材の損傷
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-11 屋内運動場 舞台裏の間仕切壁、天井の被害（天井面高さの位置でスタッドが変形）
(WA-102：輪島市、教育施設)

パターン 2)に関する被害として、壁下地材ごと天井から外れて壁が全面的に転倒していたもの（写真 5.6.2.(2)-12~14）や、一部の上ランナのみ天井下地材に残ったまま壁が転倒していたもの（写真 5.6.2.(2)-15）があった。同じ建築物の低層階で同様の取り合い部と考えられる間仕切壁について、取り合い部でのボードの損傷はあったが、転倒に至らないなど被害状況は比較的軽微であった。その他、壁の転倒はなかったものの、事務所における間仕切壁の面外方向に水平移動していたケース（写真 5.6.2.(2)-16,17）、面内方向に水平移動しているように見られるケース（写真 5.6.2.(2)-18,19）もあった。

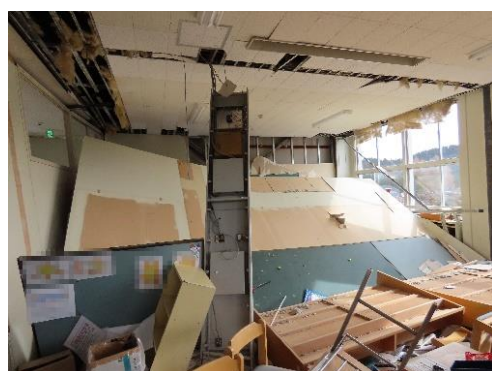


写真 5.6.2.(2)-12 校舎 3階教室間の内壁の被害
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-13 校舎 3階間仕切壁の被害（上ランナごと脱落して転倒）
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-14 校舎 間仕切壁の転倒等
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-15 3階内壁の転倒被害
(一部上ランナは天井下地材に残っている) (WA-111 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-16 事務所5階執務室
ガラス窓被害、天井・間仕切壁の被害
(WA-104 : 輪島市、音楽等用ホールを有する施設)



写真 5.6.2. (2)-17 事務所5階 間仕切壁の被害 (壁が床の上を移動)
(WA-104 : 輪島市、音楽等用ホールを有する施設)



写真 5.6.2. (2)-18 校舎桁行方向の外装材の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2. (2)-19 校舎張間方向の外壁の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設)

パターン 3)に関する被害として、パターン 2)と同様に壁ボードの剥離、壁の転倒等が確認された。壁の上ランナが天井面を移動した痕跡があったもの(写真 5.6.2.(2)-20,21) や、壁からの力に対する抵抗の痕跡が天井面にないもの(写真 5.6.2.(2)-22,23) などがあった。



写真 5.6.2.(2)-20 校舎3階 教室の間仕切壁の被害
(WA-101: 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-21 校舎3階 教室の間仕切壁の被害 (左写真の壁上端拡大)
(WA-101: 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-22 屋内運動場ギャラリー一部分の間仕切壁の傾き、天井の被害
(WA-102: 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-23 屋内運動場ギャラリー一部分の被害 (壁下地材が天井面ボードに支持されていた)
(WA-102: 輪島市、教育施設)

c. その他の内壁・内装被害

上記以外の内壁・内装の被害として、AN-101(穴水町)校舎3階の被災室、廊下や階段室において、押出成形セメント板(ECP)による外壁の内側に接着剤で取り付けられたせっこうボードの脱落が見られた(写真 5.6.2.(2)-24,25)。



写真 5.6.2.(2)-24 校舎廊下外壁
内側の損傷
(AN-101：穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(2)-25 校舎階段室外
壁内側の損傷
(AN-101：穴水町、教育施設)

(3) 外壁の被害

外壁の被害として、a. ALC パネルによる外壁、b. ECP による外壁、c. その他の外壁の被害について記述する。

a. ALC パネルによる外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-1~4 は地上 3 階建ての輪島市の小学校校舎における被害である。鉄骨造建築物であり、L 字状に平面を構成している。ALC パネルなどの脱落や転倒を生じて、校舎内外に飛散していた。写真 5.6.2.(3)-1,2 は ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害である。同構法は、比較的古い鉄骨造建築物で多く用いられており、現在の新築では使われない。写真 5.6.2.(3)-3, 4 は同建物の鉄骨屋外階段付近の外壁の被害である。大部分が落下を免れていたが、3 階壁上部が外れた状態で屋外階段に寄りかかっており、支持金物や ALC パネルの一部は落下して校舎外に飛散していた。落下した ALC パネルを確認したところ、ALC 縦壁ロックンク構法の金物を使って ALC パネルが取り付けられていた。また、ALC パネルが取り付けられたアンクル材ごと支持元から分離していた。



写真 5.6.2.(3)-1 校舎3階の ALC パネルによる外壁の脱落
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-2 左写真の外壁から落下した ALC パネル
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-3 校舎の鉄骨屋外階段付近の ALC パネルによる外壁の被害
(WA-111：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-4 鉄骨屋外階段付近の落下した ALC パネル
(WA-111：輪島市、教育施設)

写真 5.6.2.(3)-5, 6 は別の小学校の ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害である。3 階の ALC パネルが脱落していた。写真 5.6.2.(3)-7 は輪島市の商業施設の外壁の被害である。エントランス上部にある ALC 縦壁挿入筋工法による外壁において、ALC パネルが複数枚脱落していた。同パネルの下部は軽量形鋼で支持されており、同形鋼に突きつけるように設けられている鋼製下地材による軒天井の天井板が、同形鋼に接する箇所で損傷・脱落していた。写真 5.6.2.(3)-8 は七尾市の旅館の ALC パネルを横づかいした外壁の被害である。出隅部分の 7 階の外壁の ALC パネルが脱落しており、鉄骨構造部分が露出していた。



写真 5.6.2.(3)-5 校舎 3 階の ALC パネルによる外壁の脱落
(WA-101：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-6 左写真の外壁から落下した ALC パネル
(WA-101：輪島市教育施設)



写真 5.6.2.(3)-7 ALC パネルによる外壁の脱落 (WA-14：輪島市、商業施設)



写真 5.6.2.(3)-8 ALC パネルによる外壁の脱落 (NA-07：七尾市、宿泊施設)

b. ECP による外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-9～11 は穴水町の教育・訓練施設の校舎の ECP による外壁の被害である。最上階の 3 階を中心に、各方向の壁面で窓サッシや多数の押出成形セメント板が脱落していた。脱落した部材や 3 階の被災室について確認したところ、押出成形セメント板は 2 箇所ないし 4 箇所アンクル材による下地にボルト接合されており、窓サッシは同じ下地に鉄筋棒とモルタルを用いて接合されていた。アンクル材による下地は、梁の下フランジや床から組まれていた。また、張間方向の外壁で押出成形セメント板が脱落していた箇所は、内部の間仕切壁に押し出される形で被害を生じているように見られた。写真 5.6.2.(3)-12～14 は輪島市の 2 階建ての遊技施設の ECP による外壁の被害である。構造躯体の損傷は見られなかったが、横張りの押出成形セメント板が袖壁や南側及び西側の外壁において多

数脱落していた。



写真 5.6.2.(3)-9 校舎の ECP による外壁の脱落
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-10 校舎張間方向の ECP による外壁の脱落 (AN-101 : 穴水町、教育施設。写真 5.6.2(2)-19 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-11 校舎の張間方向の外壁の内観見上げ
(AN-101 : 穴水町、教育施設)



写真 5.6.2.(3)-12 ECP による外壁の被害
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)



写真 5.6.2.(3)-13 ECP による外壁の被害
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)



写真 5.6.2.(3)-14 脱落した ECP
(WA-15 : 輪島市、遊技施設)

c. その他の外壁の被害

写真 5.6.2.(3)-15～18 は比較的古い鉄骨造の外壁の被害である。写真 5.6.2.(3)-15, 16 はラスシートモルタルによると思われる外壁の被害である。写真 5.6.2.(3)-17, 18 は ALC パネルによる外壁 (3 階)、コンクリートブロック壁による外壁 (1,2 階) の被害である。写真 5.6.2.(3)-19 は平鋼ブレースが湾曲して変形したことが原因と思われる外壁の被害である。



写真 5.6.2.(3)-15 湿式構法による外壁の脱落 (AN-01: 穴水町、店舗兼事務所。写真 5.5-108 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-16 左写真の施設から脱落した外壁 (AN-01: 穴水町、店舗兼事務所。写真 5.5-112 を再掲)



写真 5.6.2.(3)-17 ALCパネル、コンクリートブロック壁の脱落・転倒 (NA-04: 七尾市、事務所)



写真 5.6.2.(3)-18 コンクリートブロック壁の脱落・転倒 (NA-04: 七尾市、事務所)



写真 5.6.2.(3)-19 平鋼ブレースの変形とそれによる外壁の被害 (WA-03: 輪島市、店舗兼住宅。写真 5.5-45 を再掲)

(4) ガラス開口部の被害

a. 様々なガラス開口部の被害

板ガラスを枠にはめ込む形になるサッシ窓については、従来から見られるような被害が殆どであった。引き違いサッシでのガラスの割れ（写真 5.6.2(4)-1）、サッシ窓の可動部である障子がサッシ枠から脱落する被害（写真 5.6.2(4)-2）、その他、ガラスをはめ込むサッシ自体が支持部分から外れていて、はめ込まれているガラスにも被害を生じているものも見られた（写真 5.6.2(4)-3）。

サッシによらない板ガラスによる開口部の被害としては、DPG（Dot Point Glazing）構法による被害が複数見られており、後述する高層部でのガラス被害のみならず、低層部分での被害も確認された（写真 5.6.2(4)-4）。また、大判のガラススクリーンについても被害を確認した（写真 5.6.2(4)-5）。

その他、板ガラス以外に、ガラスブロックについての被害も確認された（DPG 構法のガラスの破損）。



写真 5.6.2(4)-1 屋内運動場 引き違い窓のガラスの破損
(AN-102：穴水町、教育施設)



写真 5.6.2(4)-2 屋内運動場のガラスの破損・脱落、障子の脱落
(AN-101：穴水町、教育・訓練施設)



写真 5.6.2(4)-3 サッシの外れやガラスの破損
(WA-15：輪島市、遊技施設)



写真 5.6.2(4)-4 DPG 構法のガラスの破損
(建築物 P：富山市、商業施設（屋外空間）)



写真 5.6.2(4)-5 ガラススクリーンの被害
(WA-08：輪島市、葬儀場)



写真 5.6.2(4)-6 ガラスブロックの被害
(建築物 H：金沢市、運動施設)

b. ガラス開口部の被害と構造体

写真 5.6.2(4)-7, 8 は、震度 7 を記録した自治体にある教育施設において確認されたガラス被害である。地上階の鉄筋コンクリート造の床について部分的な隆起や亀裂などの損傷が確認されており、ガラス開口部についても、サッシの歪みやガラスの破損が確認されており、構造体の損傷の影響を直接的に受けた被害と言える。

写真 5.6.2(4)-9, 10 は、震度 5 弱を観測した自治体にある公共施設における DPG 構法のガラス被害である。最上階より上に突出した吹き抜け部分があり、同部分において、DPG 構法により取り付けられていた複層のガラスが破損、脱落していた。同突出部は直角三角柱を横に倒したような形であり、向かい合っている長形状の面についてガラスの顕著な損傷が確認されたが、それらと直交する直角三角形状の面については被害は確認されておらず、また、同建築物の低層部に同じく DPG 構法で取り付けられた単板の面ガラスには被害が確認されていない。同じ建築物の中にあっても、ガラスに作用する外力の違いや用いるガラスの種類等によって被害に差が生じたことが想定される。



写真 5.6.2(4)-7 校舎玄関サッシの歪み
(WA-106：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2(4)-8 校舎 1 階教室のサッシの歪み
(WA-106：輪島市、教育施設)



写真 5.6.2(4)-9 外観(丸は外壁被害のあった三角形部分) (建築物 N：富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2(4)-10 ガラスの被害状況 (外観) (建築物 N：富山市、行政庁舎)

c. 他部材の衝突によるガラス開口部の被害

写真 5.6.2(4)-11 は、座屈したブレースが衝突して生じたとみられるガラスの被害である。隣接するガラスは、障子が外れているものもあるが、いずれも無被害であり、座屈した山形鋼ブレースが当該ガラス面に接触して損傷させたものと思われる。

写真 5.6.2(4)-12 は、屋内運動場の窓ガラスの被害である。隣接する校舎から脱落、飛散した外装材が損傷部分で確認されており、それらの部材が衝突して被害が生じたと思われる。



写真 5.6.2(4)-11 山形鋼ブレースの座屈 (SU-04：珠洲市、事務所)

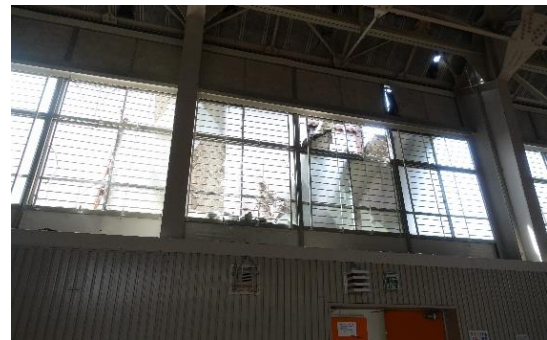


写真 5.6.2(4)-12 屋内運動場のガラス被害 (WA-111：輪島市、教育施設)

今回の地震で見られたガラスの被害は、多くは、過去の地震で見られたような被害であった。DPG 構法によるガラスの被害は過去の地震においても確認されていたが、震度が比較的小さい地域で、周辺に構造体や非構造部材の被害の確認が少ない中で生じているものが複数あり、構造体から作用する外力による影響も想定される。今後の地震により破損、脱落が想定され、落下による人身への影響が甚大となるものが想定されるものについては、ガラスの脱落防止を含めた対策の検討や、脱落を生じない部材への交換等も選択肢に入れて地震対策を検討する必要がある。

(5) その他の被害

その他の調査で確認された被害について記述する。

a. エキスパンションジョイント (Exp. J) 近傍の被害

写真 5.6.2.(5)-1～3 は、Exp.J の被害である。写真 5.6.2.(5)-1 は、金沢市の庁舎の Exp.J 近傍 (3 階のスラブ部分) の外装材の被害である。写真 5.6.2.(5)-2, 3 はいずれも Exp.J 近傍の内装材の被害である。

b. エレベーターの被害

写真 5.6.2.(5)-4, 5 は、富山市の公共施設 (地上 7 階、地下 2 階) のエレベーターの被害である。扉のガラスのひび割れと、エレベーターかごのガラス天井のひび割れが生じていた。同建築物では、最上階より上に突出した吹き抜け部分において、DPG 構法により取り付けられていたガラスが破損、脱落していた。吹き抜け部分からの落下物の衝突が、エレベーターのガラスの被害の原因と考えられる。

c. 防火戸の被害

写真 5.6.2.(5)-6 は、輪島市の中学校における防火戸の被害である。同建築物において、構造体の被害は見られなかった。防火戸の他に、3 階の中庭に向く窓ガラスの破損 (調査時点では全て修復済み)、屋上の空調設備の破損、階段と廊下の接続部における破損等が見られた。

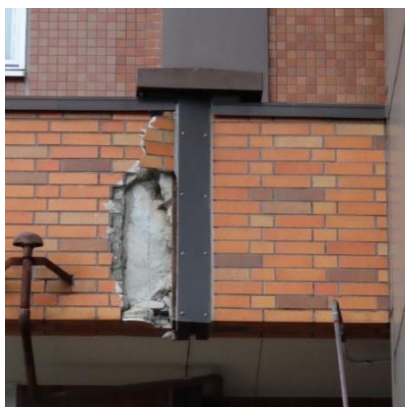


写真 5.6.2.(5)-1 Exp.J 近傍の外装材の剥離および落下
(建築物 A : 金沢市、行政庁舎)



写真 5.6.2.(5)-2 Exp.J 近傍の内装材の被害
(WA-103 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (5)-3 屋内運動場と校舎との間の Exp.J 近傍の内装材の被害
(WA-105 : 輪島市、教育施設)



写真 5.6.2. (5)-4 エレベーターの扉のガラスの被害
(建築物 N : 富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2. (5)-5 エレベーターかごの天井ガラスの被害
(建築物 N : 富山市、行政庁舎)



写真 5.6.2. (5)-6 防火扉の外れ、転倒
※右の扉は通行のために移動してある
(WA-102 : 輪島市、教育施設)

5.6.3 まとめ

令和6年能登半島地震により被災した建築物の非構造部材の被害のうち、(1) 吊り天井、(2) 内壁・内装、(3) 外壁、(4) ガラス開口部、(5) その他 の被害の状況を調査した。以下にそれぞれの調査結果のまとめを示す。

(1) 吊り天井

- ・大規模空間の場合について、現地調査した中で特定天井の規模条件（高さ 6m 超かつ面積 200 m² 超）に該当する 45 件の天井のうち、被害が確認されたものは 9 件であった。このうち、吊り天井（特定天井）は 7 件、吊り天井でないものは 2 件であった。被害の内容として、天井板の損傷、垂れ下がりや落下、立ち上がり箇所の上上げ板の損傷・脱落、鋼製下地材の外れ等が確認された。吊り天井でない天井の被害として、改修により支持構造部に天井面構成部材を直接支持させる措置を講じ特定天井の適用外となった天井における被害、構造体との取り付け部における天井面材の損傷が確認された。
- ・天井の被害が確認されなかった 36 件のうち、吊り天井が配置されていなかったものが 29 件（過去の改修で撤去されていた 2 件を含む）、斜め部材の追加等により耐震対策した天井が 1 件、過去の改修により特定天井の適用外となった天井が 2 件、改修履歴が確認できなかったものが 4 件であった。
- ・その他の吊り天井の被害状況として、事務所や教育施設の武道場等におけるボード、パネルの部分的な脱落が確認された。また、主に鉄骨造建築物の校舎、事務所、屋内運動場ギャラリー部分において、教室間の壁と天井の取り合いが天井勝ちになっているものがあり、内壁の脱落に伴う当該取り付け部における天井の損傷が確認された。

(2) 内壁・内装

- ・高所の壁や高い壁高さの間仕切壁の被害として、主に大規模空間を有する教育施設や運動施設の屋内運動場の妻壁、特にプロセニウムアーチ周辺等の内壁・内装において、高所のボードの下地材からの剥離・脱落や浮き、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し等が確認された。
- ・天井との取り付け部を有する間仕切壁の被害として、教育施設の鉄骨造建築物の校舎や事務所における各室の間仕切壁、屋内運動場のギャラリー部分の内壁で、天井との取り付け部に関わる被害が多く確認された。壁勝ちの取り付け部における天井面高さでの壁下地材の局所変形や壁のボードの損傷・脱落、天井勝ち取り付け部における壁が全面的な転倒や移動、壁ボードの剥離等が確認された。
- ・その他の内壁・内装被害として、ECP による外壁の内側に取り付けられたせっこうボードの脱落が見られた。

(3) 外壁

- ・外壁に関して、構法別に被害状況を確認した。ALC パネルによる外壁の被害としては、これまでの地震と同じく、ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害が多く確認された。そのほかに、ECP による外壁の被害、湿式構法による外壁の被害などが確認された。

(4) ガラス開口部

- ・開口部における様々な被害、構造体の被害とガラスの被害、他部材の衝突による被害について記述した。今回の地震で見られたガラスの被害の多くは、過去の地震で見られたような面ガラスの破損や窓サッシの脱落被害であった。孔を開けたガラスを点支持で支持構造部と連結する DPG 構法によるガラスの被害については、震度が比較的小さい地域で、周辺に構造体や非構造部材の被

害の確認が少ない中で生じているものが複数確認された。地震時の構造体の揺れにより面ガラスに生じた応答が設計時の想定を超えたことが要因と考えられ、構造体から作用する外力による影響を踏まえて、地震被害の発生について検討することが必要と考えられる。今後の地震により破損、脱落が想定され、落下による人身への影響が甚大となることが想定されるものについては、ガラスの脱落防止を含めた対策の検討や、脱落を生じない部材への交換等も選択肢に入れて地震対策を検討する必要がある。

(5) その他

- ・その他非構造部材の被害として、Exp.J 近傍、エレベーター、防火戸の被害が確認された。

参考文献

- 5.6-1) 建築研究所：2024(令和6年)能登半島地震による石川県・富山県都市部における建築物の非構造部材等の被害調査報告（速報）；
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R6_3_13_1_noto.pdf
- 5.6-2) 国土技術政策総合研究所，建築研究所：2024(令和6年)能登半島地震による石川県能登地方における鉄骨造建築物及び建築物の非構造部材の被害調査報告（速報）；
https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2024/R6_6_14_1_noto.pdf
- 5.6-3) 震度データベース検索（2024年4月5日閲覧）；
<https://www.data.jma.go.jp/eqdb/data/shindo/index.html#20240101161022>

5.7 津波・瓦屋根の被害

5.7.1 調査の目的と概要

(1) 目的

令和6年能登半島地震では、石川県能登地方でマグニチュード(M)7.6、最大震度7の地震が発生し、日本海側を中心に津波も観測され(輪島港(港湾局)観測点の速報値で1.2m以上)、多数の建築物に倒壊や流失等の大きな被害が発生した^{5.7-1)}。

国土交通省国土技術政策総合研究所と国立研究開発法人建築研究所は、国土交通省住宅局の要請等を受け、新潟県上越市、石川県珠洲市及び鳳珠郡能登町で被害が生じた建築物等を対象に現地調査を実施した。この現地調査では、津波による被害形態の収集と令和5年5月5日の地震(珠洲市正院で最大震度6強)で無被害であった瓦屋根の被害有無の確認を主な目的とし、今後の被害原因の考察に必要な基礎資料を収集した。なお、本調査内容は両研究所による調査報告^{5.7-2)}を加筆・再構成したもので、各自治体が発行する罹災証明における全半壊の判断等には関係していない。

(2) 調査行程

調査は1月12日から3日間実施した。以下に各調査日の主な行程、図5.7-1に調査地域の位置関係を示す。

- ・1月12日(金)
津波被害調査(新潟県上越市港町、船見公園、五智(居多ヶ浜))
- ・1月13日(土)
津波被害調査(石川県珠洲市宝立町鶴飼・飯田町・三崎町寺家)
瓦屋根の地震被害調査(石川県珠洲市正院町正院・川尻)
- ・1月14日(日)
津波被害調査(石川県珠洲市宝立町鶴飼、鳳珠郡能登町白丸)



図 5.7-1 調査地域の位置関係^{5.7-3)}

注) 気象庁：地震情報に加筆 (参照日：2024年1月16日)

5.7.2 津波被害調査の概要

(1) 上越市港町周辺

報道等による津波の映像^{5.7-4}が鮮明に残っており、津波シミュレーション^{5.7-5}によって浸水深が高かったとされる上越市直江津地区において津波被害調査を実施した。

港町周辺では関川と保倉川の合流点付近の堤防で、基礎の引き抜け及び鉄柱の折損によってフェンスが倒壊していた(写真 5.7-1)。フェンスは堤防から高さが低くなっている部分に存在していたため、流速と水深が高くなり被害を受けたと考えられる。引き抜けた部分の基礎は1辺 30cmであった(写真 5.7-2)。付近には、津波で床上浸水の被害があったとされる住宅が1軒あり、津波の痕跡となる高さを測定すると、約 50cmであった(写真 5.7-3)。その他の周辺の建築物は、堤防に沿ってブロック塀があったことから床上浸水の被害を免れたと見られる(写真 5.7-3 に示す奥側の住宅)。河川の洪水対策を目的とした高さのある堤防が存在していたため、周囲の建築物や工作物等の被害はほとんど見られなかった。



写真 5.7-1 フェンスの倒壊



写真 5.7-2 フェンスの引き抜けた基礎



写真 5.7-3 浸水したと見られる住宅

(2) 上越市船見公園周辺

船見公園周辺の海岸では2本のH形鋼で支持された看板が傾斜していた(写真 5.7-4)。下部に多くの漂流物が絡まっていたことから、津波による直接的な外力に加えて、漂流物による堰き止め効果によって傾斜が生じ得る程度の力が作用したものと考えられる。

写真 5.7-5 は令和6年1月2日に撮影したものであり、付近の塀の高さ約 40cm の部分に津波の痕跡と考えられる線が見られた。海岸に起伏があり、建築物が海岸線から離れているだけでなく、高台に位置しているものも多いため、周辺の道路や住宅での津波被害を免れたものと考えられる(写真 5.7-6)。また、海岸部では複数のボートが陸側に流されて転覆していることに加え、沿岸部では地震による消波ブロックの沈下が見られた。



写真 5.7-4 看板の傾斜



写真 5.7-5 津波の痕跡



写真 5.7-6 瓦礫の遡上と住宅地の位置関係

(3) 上越市五智（居多ヶ浜）周辺

海沿いに建てられた店舗(海の家)が津波による被害を受けていた。周囲は立ち入り禁止区域となっていたため、詳細な調査は実施できなかったが、被害を受けた海の家は堤防がなく海に面した場所に立地していたことから、津波による外力を直接受けやすい立地であった(写真 5.7-7)。



写真 5.7-7 海の家の様子

(4) 珠洲市宝立町鵜飼

珠洲市宝立町鵜飼では、海に面した2階建てのRC造建築物の宿泊施設(写真 5.7-8)の被害調査を実施した。海岸に沿った細長い平面形状であり、1階開口部の海に面した側のガラスはほとんど損傷していた(写真 5.7-9)。一方、2階開口部ではガラスは損傷していないことから、1階の被害は津波によるもので、津波は2階までは達していなかったと見られる。この建築物では、外観から躯体の被害は確認できなかった。確認できる範囲で海側のガラスの損傷高さを調査すると、損傷箇所の上面の高さは地面から1.5~2.4mであった。また、窓ガラスの損傷には津波波力と見られるものだけでなく、植木や流木の衝突によるものも見られた(写真 5.7-10)。



写真 5.7-8 1階の窓ガラスの損傷(1)



写真 5.7-9 1階の窓ガラスの損傷(2)



写真 5.7-10 漂流物(流木)の衝突

鵜飼漁港では、海に面した倉庫や建築物の開口部に津波による被害が見られた。写真 5.7-11 は鉄骨造倉庫の被害である。開口部に津波が流入しており、漂流物が流れ込んでいた。また、付近の RC 造建築物の周囲の地盤には洗掘が生じていた(写真 5.7-12)。

沿岸部では基礎と土台のみが残り上部構造が流失した建築物が複数見られた(写真 5.7-13)。上部構造が流失した住宅において隅角部の土台を確認したが、金物の採用は確認できなかった。一方、この付近では開口部が破壊されることによって内部に水が流入したことで流失を免れたと考えられる建築物も見られた。また、比較的築年数が浅いと見られる住宅も流失を免れていた(写真 5.7-14)。付近の建築物の痕跡高さを調査したところ、地面から約 3m の高さに津波の痕跡が見られた(写真 5.7-15)。

写真 5.7-16 は津波によって前後面が破壊した建築物である。正面及び背面の広い範囲で外壁が損傷しており、軒天井まで津波が跳ね上がったと見られる被害も確認できた。



写真 5.7-11 鉄骨造倉庫の被害



写真 5.7-12 RC造建築物周囲の地盤の洗掘



写真 5.7-13 建築物の流失



写真 5.7-14 流失を免れた建築物



写真 5.7-15 津波の痕跡高さ



写真 5.7-16 津波による前面の被害

鵜飼漁港の北側では多くの車両が津波により流されている状況が確認された。特に、海からの津波の遡上によって、車両が鵜飼交差点付近の一ヶ所の通りに集中して移動している状況が見られた(写真 5.7-17)。また、鵜飼漁港近くの橋とそれに接する道路との間には大きな段差が見られた(写真 5.7-

18)。この周辺では多くの住宅が地震によって倒壊し、道路では多数のマンホールが周囲の地盤面から隆起しており、調査した範囲では最大で 1.5m ほど突出していた(写真 5.7-19)。



写真 5.7-17 車両の移動



写真 5.7-18 橋と道路との間の段差



写真 5.7-19 突出したマンホール

(5) 珠洲市飯田町

珠洲市飯田町の飯田港周辺では、沿岸部で津波被害を受けた建築物が複数見られた。写真 5.7-20 の建築物では、津波の波圧によって外壁が面外方向に変形していた。また、津波によって隅部の柱が損傷していることも確認できた。

写真 5.7-21 は海岸付近に立地する鉄骨造の津波避難施設(旧珠洲消防署訓練塔)^{5.7-6)}である。当該施設では高さ約 4m の部分で外壁パネルが損傷していた。同施設の近くに衝突したと見られる漂流物、同施設の下部に車の存在がそれぞれ確認できる。なお、目視での残留変形は確認できなかった。



写真 5.7-20 津波の波圧による損傷



写真 5.7-21 津波避難施設の外観(陸側からの撮影)

(6) 珠洲市三崎町寺家

珠洲市三崎町寺家の沿岸部では、基礎のみが残っており、上部構造が流失・移動した事例が複数見られた(写真 5.7-22～5.7-23)。また、海岸からやや陸側の住宅では津波による開口部などの損傷は見られなかったものの、車が移動している状況が見られた(写真 5.7-24)。

海に面した部分が RC 造の建築物では、津波による開口部(扉)の被害は見られたものの、躯体に地震及び津波による被害は発生していなかった(写真 5.7-25)。なお、2 階部分のガラスに損傷がなかったことから、津波は 2 階の高さまでは達していなかったと考えられる。



写真 5.7-22 上部構造の流失



写真 5.7-23 移動した住宅



写真 5.7-24 津波による車の移動



写真 5.7-25 RC造建築物の被害状況

(7) 鳳珠郡能登町白丸

鳳珠郡能登町白丸の沿岸部では、土台から流された住宅等が複数見られた。写真 5.7-26 は海に面した木造の建築物である。開口部及び津波が流入したと考えられる高さでは外壁が損傷しており、高さ 3m 以上と見られる位置にある蛍光灯に津波の痕跡と見られる泥の付着が確認できた。陸側の外壁も大きく損傷していたものの、外観目視では内部の軸組には大きな被害は見られなかった。

海に面した建築物では外壁が津波の波圧によって損傷しており、それに隣接した住宅では隅部の柱が流失しているものも見られた(写真 5.7-27)。また、2 階部分が汀線まで移動した建築物(写真 5.7-28)や海側に移動した車両も見られた。上部構造が流失した住宅では土台の状況を確認したが、柱脚接合部に金物の採用は確認できなかった(写真 5.7-29)。

複数の建築物で津波の痕跡高さを測量した結果、いずれも地面から 3.4m 程度の高さであり、当該地区では 3m を超える津波が作用していたと考えられる。また、痕跡の残る建築物では海側では 3m を超える高さの痕跡が見られたが、陸側に向かうにつれて痕跡の高さは徐々に低くなり、約 2.5m 程度となっていたことが確認された(写真 5.7-30)。



写真 5.7-26 海側の開口部の損傷



写真 5.7-27 外壁の損傷と隅柱の流失



写真 5.7-28 住宅の2階部分の移動



写真 5.7-29 流失した住宅の土台の状況



写真 5.7-30 漂流物による外壁の被害と津波の痕跡

5.7.3 津波被害の調査範囲を対象にした分析

(1) 調査範囲での津波被害分布

調査を実施した珠州市宝立町鶴飼、三崎町寺家における建築物の被害画像を確認し、表 5.7-1 に示す方針で被害形態を分類し、各建築物の状況を地図上にプロットすることで被害分布を把握した。表 5.7-1 の DOD=4b、6 のように明らかに震動被害と考えられる事例は対象外としたが、震動と津波のどちらによる被害か明確ではない被害も見られたため、主として震動被害による事例も含まれている可能性はある。

また、被害調査画像から確認できない状況については可能な範囲で、日本建築学会津波荷重改定小委員会による調査画像や東大先端科学技術研究センター（大伏仙泰研究員）公表のストリートビュー画像^{5.7-9}も参照して補完した。

表 5.7-1 外観からみた被害形態の分類

DOD	地図上の色	外観からみた被害形態	備考
0	青	外観上、被害が確認できない	
1	橙	1階の開口部(窓ガラスや建具等)の損傷	面内変形の震動による被害もあり得るが、津波波圧や漂流物による被害の可能性が高いものと判断
2	橙	1階の外壁の損傷	同上
3	赤	1階の柱の折損	震動による被害もあり得るが、津波波圧や漂流物による被害の可能性もあるものと判断
4a	赤	1階の傾斜(傾斜方向が海岸線と直交する場合)	震動による被害もあり得るが、傾斜方向と入射方向が概ね同じ場合には、津波波圧による被害の可能性もあるものと判断
4b	(対象外)	1階の傾斜(傾斜方向が海岸線と平行な場合)	震動による被害と判断(津波被害にカウントしない)
5	赤	1階の層崩壊	震動による被害の可能性も高いが、津波波圧による被害の可能性もあるものと判断
6	(対象外)	上部構造全体の倒壊	震動による被害と判断(津波被害にカウントしない)
7	黒	上部構造の流失	震動による損傷後に流失した可能性もあるが、その可能性も含めて津波波圧による被害と判断

1) 珠洲市宝立町鵜飼(北エリア)

図 5.7-2 に珠洲市宝立町鵜飼(北エリア)の被害分布、図 5.7-3 に海岸線からの距離に応じた被害割合を示す。写真 5.7-31 に示すように、海側の遮蔽物は確認されなかった。

この調査エリアでは開口等の被害(橙色)のほうが構造躯体の被害(赤色)よりも多く、津波による構造躯体の被害は海岸線からの距離とともに減少する傾向である。また、海岸近くで上部構造の流失(黒色)が多く、その割合は海岸線からの距離とともに減少する。ただし、流失事例の多くは木造倉庫等(非住家)の可能性はある。一方、外観上無被害の建物(青色)は海岸線からの距離とともに増加している。

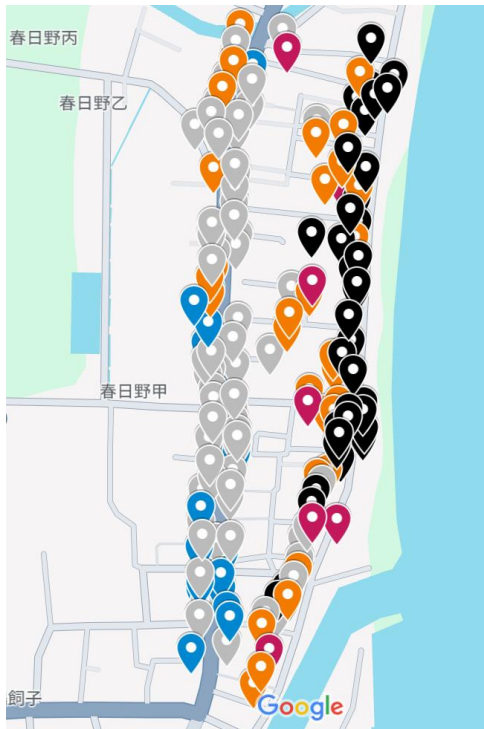


図 5.7-2 珠洲市宝立町鵜飼(北エリア)の被害分布

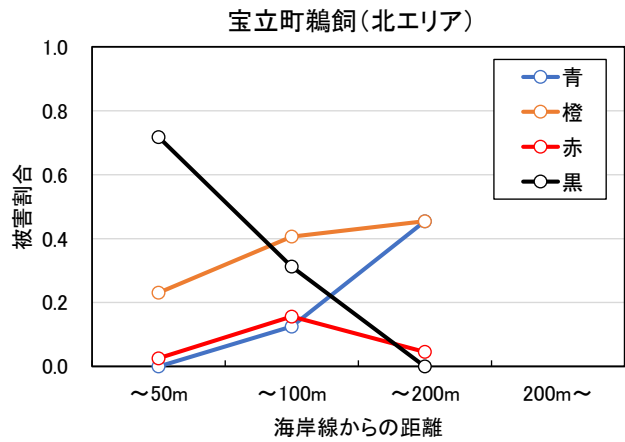


図 5.7-3 海岸線からの距離に応じた被害割合



写真 5.7-31 調査範囲から見た海側の状況

2) 珠洲市宝立町鵜飼(南エリア)

図 5.7-4 に珠洲市宝立町鵜飼(南エリア)の被害分布、図 5.7-5 に海岸線からの距離に応じた被害割合を示す。写真 5.7-32 に示すように、海側には鵜飼漁港の防波堤が確認できた。

この調査エリアでも 1)の北エリアと同様に、開口等の被害(橙色)のほうが構造躯体の被害(赤色)よりも多く、いずれの被害も海岸線からの距離とともに減少する傾向である。また、外観上無被害の建物(青色)は海岸線からの距離とともに増加している。この調査エリアは 1)の北エリアと異なり、調査した範囲では上部構造の流失被害は確認されず、防波堤によって一定程度津波波力の低減に寄与した可能性がある。

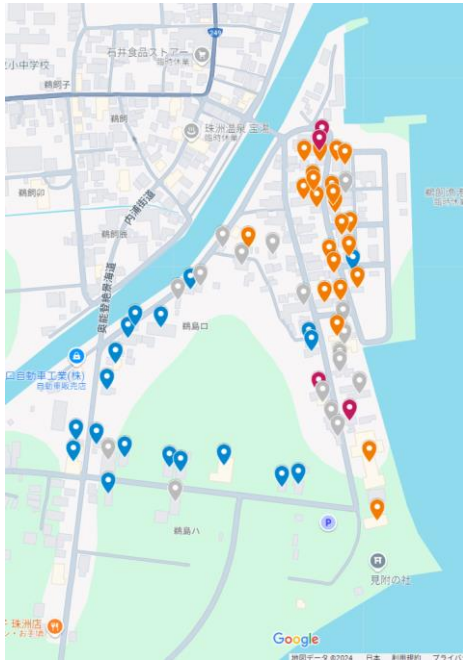


図 5.7-4 珠洲市宝立町鵜飼(南エリア)の被害分布

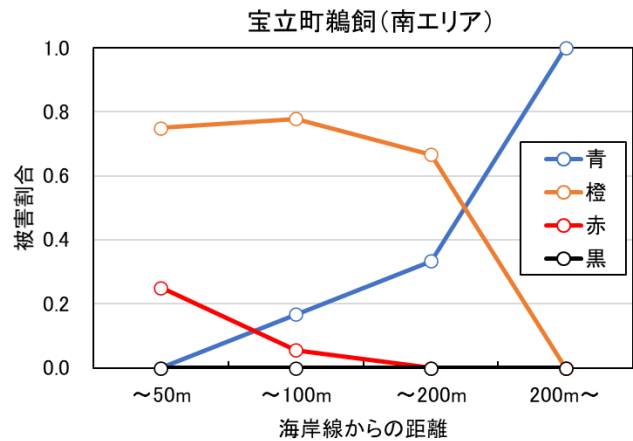


図 5.7-5 海岸線からの距離に応じた被害割合



写真 5.7-32 調査範囲から見た海側の状況



3) 珠洲市三崎町寺家

図 5.7-6 に珠洲市三崎町寺家の被害分布、図 5.7-7 に海岸線からの距離に応じた被害割合を示す。写真 5.7-33 に示すように、海側には防潮堤(高さ約 1.5m)の転倒が確認された。

この調査エリアの構造躯体の被害は海岸線から 50m 以下の範囲のみで確認され、50m 超の範囲では全て開口等の被害(橙色)であった。開口部の損傷には津波による直接的な被害だけでなく、漂流物による被害によるものも含まれている。

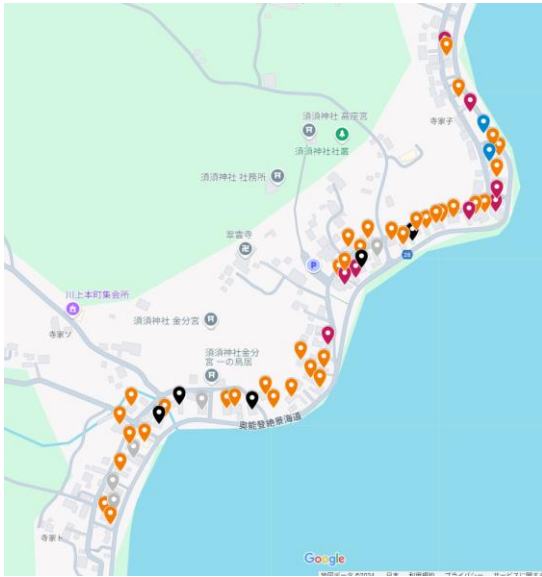


図 5.7-6 珠洲市三崎町寺家の被害分布

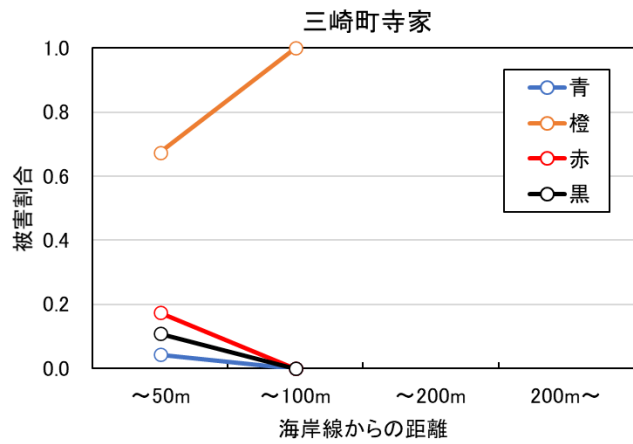


図 5.7-7 海岸線からの距離に応じた被害割合



写真 5.7-33 調査範囲から見た海側の状況

(2) 浸水痕跡と被害形態に基づく浸水深、水深係数等の推定

1) 浸水痕跡に基づく推定

調査建築物の外壁等に認められた浸水の痕跡(浸水深)から、流速、フルード数、水深係数の推定を試みた。松富ら(2008)^{5.7-10)}の方法に従い、前面浸水深を h_f 、背面浸水深を h_r とすれば、流速 v はベルヌーイの定理と図 5.7-8 から以下で表される (g : 重力加速度)。

$$v = \sqrt{2g(h_f - h_r)} \quad (5.7-1)$$

これから、フルード数 F_r と水深係数 a はそれぞれ次式で表される。

$$F_r = \frac{v}{\sqrt{gh_r}} \quad (5.7-2)$$

$$a = \sqrt{2F_r} \quad (5.7-3)$$

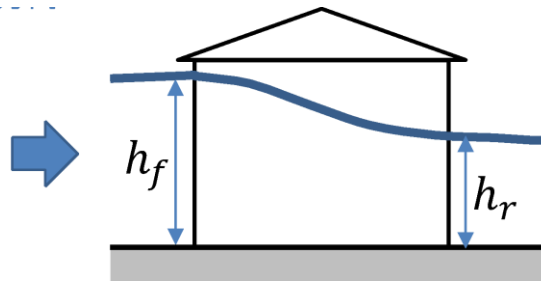


図 5.7-8 流速の推定に用いる浸水深

推定結果を表 5.7-2 にまとめる。白丸での事例は写真 5.7-30 に基づき推定した。なお、表中の調査者が AIJ とあるのは、日本建築学会津波荷重改定小委員会による結果の引用である。いずれの結果についても、推定された水深係数 a は平成 23 年国土交通省告示第 1318 号で規定される値を上回るものではなかった。

表 5.7-2 各調査地点における流速、フルード数、水深係数の推定結果

場所	前面浸水深 h_f (m)	背面浸水深 h_r (m)	根拠	流速 v (m/s)	フルード数 Fr	水深係数 a	調査者
白丸	3.0	2.5	浸水痕	3.1	0.63	0.9	国総研・建研
白丸	3.6	2.5	衝突痕	4.7	0.95	1.3	AIJ
鵜飼漁港	3.7	2.5	衝突痕	4.8	0.97	1.4	AIJ
鵜飼漁港	2.1	1.3	内部痕跡	4.0	1.12	1.6	AIJ
寺家漁港	1.8	1.6	水痕	2.0	0.50	0.7	AIJ
寺家漁港	1.4	1.0	内部痕跡	2.8	0.89	1.3	AIJ

2) 被害形態に基づく推定

津波荷重改定小委員会による調査^{5.7-11)}で、珠州市宝立町鵜飼で確認された鉄骨造倉庫の漂流物の衝突による被害形態に基づき、浸水深 h と流速 v を推定する。写真 5.7-34 に鉄骨造倉庫の状況、図 5.7-9 に平面図を示す。近隣に立地していた住宅が倒壊し、その 2 階部分が漂流物となって当該倉庫の妻面に衝突した結果、桁行方向に傾斜していた。



写真 5.7-34 鉄骨造倉庫の状況

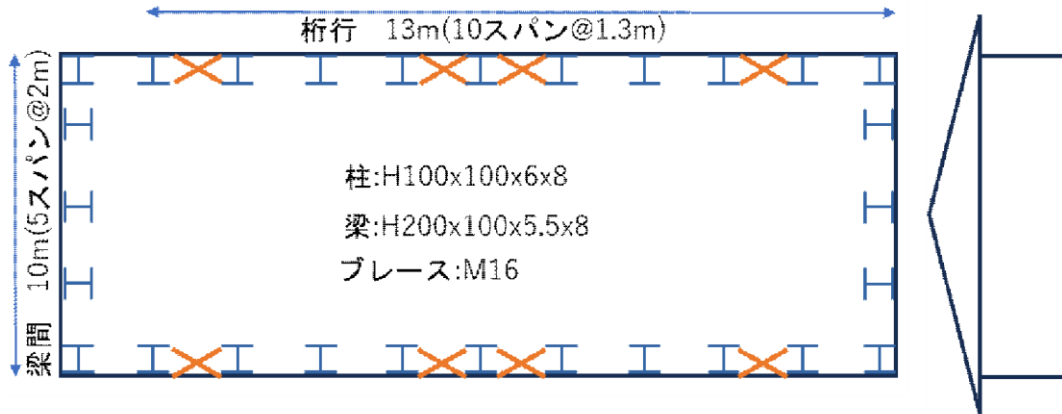


図 5.7-9 鉄骨造倉庫の平面図 (5.7-11)

桁行方向の 8 か所に設けられたブレースの破断前(降伏耐力)に基づき、以下の 2 通りの仮定を設けて、仮想仕事の原理により浸水深を推定する。ここで、ブレースの断面 A を 164mm^2 、降伏応力度 σ_y を 235N/mm^2 、ブレースの引張強度 N_y を 38.6kN 、ブレース間隔 L を 1.3m 、ブレース長さ l を 3.73m 、階高 H を 3.5m 、柱長さ H_1 を 3.5m 、屋根端部高さ H_2 を 4.0m 、屋根頂部高さ H_3 を 5.2m とした。また、 ρ_w を水の密度、 h を静水圧の浸水深、建物の変形角を θ とする。

まず、当該建築物に作用したと考えられる浸水深を推定する。

- ・内力による仕事

$$W_i = N_y \times \frac{L}{l} H \theta \times 8 = 377\theta \text{ kNm} \quad (5.7-4)$$

【仮定 1】1 階受圧面幅 B を建物幅とした場合 (漂流物による堰止めを仮定)

- ・外力による仕事

$$W_e = \int_0^h \rho_w g (h-z) B \times z \theta dz = \frac{1}{6} \rho_w g B h^3 \theta \text{ kNm} \quad (5.7-5)$$

$W_i = W_e$ より、

$$h = 2.85 \text{ m}$$

【仮定 2】1 階受圧面幅を第 1 構面の柱幅 b の合計 Σb とした場合 (漂流物を無視)

- ・外力による仕事

$$W_e = \int_0^{H_1} \rho_w g (h-z) \Sigma b z \theta dz + \int_{H_1}^{H_2} \rho_w g (h-z) B z \theta dz + \int_{H_2}^h \rho_w g (h-z) \frac{B}{(H_3 - H_2)} z \theta dz \quad (5.7-6)$$

$W_i = W_e$ より、

$$h = 4.81 \text{ m}$$

以上より、仮定 1 による結果は鵜飼地区で確認した浸水痕跡の高さ(約 3m)と整合的である。

次に、計算耐力に達する衝突力積から、漂流物の流速を推定する。ここで、倉庫質量 M は鉄骨重量 (100kg/m^2) から 12.7t と推定し、漂流物質量 m は瓦屋根の固定荷重を 1000N/m^2 、壁面板張りの固定荷重を 100N/m^2 として 4.3t と推定した。

まず、ブレース耐力を用いて建築物の耐力を推定する。建物耐力 F と建物剛性 K の推定値は次式によるものとした。なお、架構の水平剛性は STERA 3D^{5.7-12)} で算定されたものである。

$$F = N_y \times \frac{L}{l} \times 8 = 112 \text{ kN} \quad (5.7-7)$$

$$K = 6.35 \times 10^4 \text{ kN/m} \quad (5.7-8)$$

衝突時の振動周期 T の推定値は、 $m = 4.3\text{t}$ 、 $M = 12.7\text{t}$ より

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m + M}{K}} = 0.102 \text{ s}$$

耐力到達時の漂流物流速 v (非弾性衝突) は、次式より $v = 0.66 \text{ m/s}$ となる。

$$mv = F(1/4T) \quad (5.7-9)$$

次に、柱頭の終局曲げモーメントを $M_{u1} (= \sigma_y Z_{px})$ 、 $M_{u2} (= \sigma_y Z_{py})$ とし、柱の高さ $h_c = 3.5\text{m}$ と仮定すると、全塑性曲げ時の水平耐力 R は次式となる。ここで、 Z_{px} および Z_{py} は塑性断面係数である。

$$R = \frac{M_{u1}}{h_c} \cdot 22 + \frac{M_{u2}}{h_c} \cdot 6 = 95.3 \text{ kN} \quad (5.7-10)$$

【仮定 1】 柱の崩壊メカニズム形成が水圧による場合

抗力係数 C_d を 2.1、受圧面積 A を 30m^2 とすると、次式より $v = 1.8 \text{ m/s}$ となる。

$$\frac{1}{2} \rho_w v^2 C_d A = R \quad (5.7-11)$$

【仮定 2】 柱の崩壊メカニズム形成が衝突力による場合

柱頭部での水平変形量 $\delta (= 1.7\text{m})$ とすると、次式より $v = 8.7\text{m/s}$ となる。

$$\frac{1}{2} M v^2 = R \cdot \delta \quad (5.7-12)$$

鵜飼での浸水痕跡から推定した流速は 4m/s 程度であることから、写真 5.7-34 の建築物の傾斜は漂流物の衝突で生じたよりも、漂流物によって受圧面積が増加し、部材の曲げ変形が生じた可能性が高いと考えられる。つまり、鉄骨造建築物では開口に漂流物が堆積することで開口が閉塞し大きな波力を受ける可能性があることから、津波避難タワーの設計においてこうした点にも留意する必要があると考えられる。なお、ここで柱の崩壊メカニズムを計算する上で抗力係数 C_d は 2.1 と仮定したが、この値はフルード数や周囲の建築物の閉塞率などの状況によって変化し得る数値であることに留意されたい。(例: $C_d = 1.2$ のとき、 $v = 2.3\text{m/s}$ 、 $C_d = 3$ のとき、 $v = 1.46\text{m/s}$)

5.7.4 瓦屋根の地震被害調査の概要

(1) 珠洲市正院町

珠洲市正院町では令和5年5月5日の地震時にも最大震度6強を観測したが、同年5月12日に実施した調査では、瓦屋根標準設計・施工ガイドライン^{5.7-7)}に準拠した施工方法(ガイドライン工法)による瓦屋根に被害が生じていないことを確認した^{5.7-8)}。今回もこれらの瓦屋根の状況を再度調査し、震度6強の地震を2回経験した後のガイドライン工法の有効性を確認した。

写真5.7-35は正院公民館付近のJ形瓦のガイドライン工法と見られる住宅であり、写真5.7-36は同じ屋根の令和5年5月調査時の状況である。今回の調査では、コンクリートの電柱が衝突したことによるけらば部で瓦の損傷が見られたが、その他の範囲では外観から瓦の配置に乱れは確認できず、地震による脱落や損傷はないものと考えられる。写真5.7-37は正院町川尻にあるF形瓦のガイドライン工法と見られる住宅である。この瓦も令和5年5月の調査時(写真5.7-38)と外観は変わらず、脱落や損傷はないものと考えられる。しかし、玄関の床の損傷や門の倒壊が発生していた(写真5.7-39)。



写真 5.7-35 ガイドライン工法による住宅
(J形瓦)



写真 5.7-36 令和5年5月の地震後の状況^{5.7-8)}



写真 5.7-37 ガイドライン工法による住宅
(F形瓦)



写真 5.7-38 令和5年5月の地震後の状況^{5.7-8)}



写真 5.7-39 住宅に隣接した門の倒壊

(2) 珠洲市宝立町鶺鴒

写真 5.7-40 のように倒壊した建築物で比較的古いと見られる瓦屋根において、スクリー形状又はリング形状の軸部を有する釘によって全数緊結されているものも確認した(写真 5.7-41)。屋根瓦を葺き替えた建築物が多く存在する可能性も考えられるが、この地区における倒壊した比較的古い建築物を確認すると、その多くは平部の瓦を釘または緊結線によって全数緊結されていたため、確認した範囲では平部の瓦の脱落やズレはほとんど見られなかった。



写真 5.7-40 倒壊した建築物の瓦屋根



写真 5.7-41 緊結材(釘)

5.7.5 まとめ

令和6年能登半島地震及びそれに伴う津波によって被害が発生した建築物等を対象に、新潟県上越市、石川県珠洲市及び鳳珠郡能登町において現地調査を実施した。この調査では、津波による被害形態の収集と令和5年5月5日の地震で無被害であったガイドライン工法による瓦屋根の状況の確認を主な目的とし、併せて地盤を含む震動被害の状況を把握した。以下に主な調査結果をまとめる。

(1) 津波による建築物の被害

- ・ 津波シミュレーションで比較的大きな津波が襲来した可能性があるとされていた上越市では、海の家被害や住宅の浸水被害は見られたが、津波による住宅の構造躯体への被害は見られなかった。

- ・ 能登半島では珠洲市宝立町鶴飼、珠洲市飯田町、珠洲市三崎町寺家及び鳳珠郡能登町白丸で多くの建築物の津波被害を確認した。これらの調査範囲では、津波の被害形態として建築物の移動・流失、外壁及び開口部の損傷(漂流物の衝突)、隅柱の流失、周囲の地盤の洗掘等が確認できた。津波の痕跡高さを調査すると、珠洲市宝立町鶴飼では約 3 m、鳳珠郡能登町白丸では 3m 以上の高さに及ぶものであった。確認した範囲では、流失した建築物の土台に金物は見られなかった。
- ・ 津波による被害は堤防や消波ブロック等の流れの抵抗になるものがなく、海に面している立地で多く確認された。逆に、これらが整備されている区域では津波による被害が軽減されていた。
- ・ 調査範囲での津波被害分布は調査エリアによらず構造躯体の被害は海岸線からの距離とともに減少する傾向であった。ただし、流失事例の多くは木造倉庫等(非住家)の可能性はある。
- ・ 調査建築物の外壁等に認められた浸水の痕跡から、流速、フルード数、水深係数を推定した。推定した水深係数は平成 23 年国土交通省告示第 1318 号で規定される値よりも小さく、現行規定を上回るものではなかった。
- ・ 被害形態に基づく推定によって、漂流物による堰き止めを仮定した時の浸水深が浸水の痕跡と整合することを確認した。また、推定された流速と比較することで、漂流物による衝撃荷重よりも受圧面積が増加したことによる水圧の影響の方が大きい可能性が示唆された。鉄骨造建築物では開口に漂流物が堆積することで開口が閉塞し大きな波力を受ける可能性があることから、津波避難タワーの設計においてこうした点にも留意する必要がある。

(2) 地震による瓦屋根の被害

- ・ 令和 5 年 5 月の瓦屋根の地震被害調査と同様に、ガイドライン工法で施工されたと見られる住宅の瓦屋根を調査した。震度 6 強の地震を 2 回経験した後であっても、ガイドライン工法で施工されたと見られる屋根瓦に被害は確認されなかった。
- ・ 能登地方では古くから平部の瓦を緊結線などで全数留付ける工法が採用されていたことから、上部構造が倒壊した住宅であっても、その多くの屋根で平部の瓦が脱落していないことを確認した。
- ・ 今回調査した範囲では、比較的古いと見られる瓦屋根であっても、平部の瓦に通常の釘より大きな引き抜き抵抗力が期待できるスクリー形状又はリング形状の軸部を有する釘で全数緊結されている事例を確認した。

参考文献

- 5.7-1) 地震調査研究推進本部地震調査委員会：令和 6 年能登半島地震の評価，https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2024/20240101_noto_2.pdf（閲覧日：2024 年 1 月 18 日）
- 5.7-2) 国土交通省国土技術政策総合研究所，国立研究開発法人建築研究所：令和 6 年能登半島地震による建築物の津波被害及び瓦屋根の地震被害 現地調査報告(速報)，<https://www.nilim.go.jp/lab/bbg/saigai/R5/notojishin03.pdf>(閲覧日：2024 年 8 月 25 日)
- 5.7-3) 気象庁：地震情報，https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#10/37.17/137.561/&elem=int&contents=earthquake_map(閲覧日：2024 年 1 月 16 日)
- 5.7-4) KYODO NEWS：【速報】津波，川逆流し浸水 堤防越え，新潟・上越，<https://www.youtube.com/watch?v=fhDan8F35SI>（閲覧日：2024 年 1 月 22 日）
- 5.7-5) 国立研究開発法人建築研究所 国際地震工学センター：Animation of Tsunami Propagation，https://iisee.kenken.go.jp/staff/fujii/Noto2024/tsunami_prop.html（閲覧日：2024 年 1 月 16 日）
- 5.7-6) 珠洲市：津波ハザードマップ No.4—飯田・若山・直地区一，<https://www.city.suzu.lg.jp/uploaded>

/attachment/2377.pdf (閲覧日：2024年1月16日)

- 5.7-7) 一般社団法人全日本瓦工事業連盟・全国陶器瓦工業組合連合会・全国PCがわら組合連合会・一般財団法人日本建築防災協会：2021年改訂版 瓦屋根標準設計・施工ガイドライン，2021
- 5.7-8) 国土交通省国土技術政策総合研究所，国立研究開発法人建築研究所：2023(令和5)年5月5日 石川県能登地方を震源とする地震による木造建築物，瓦屋根等の被災建築物調査報告，https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/topics/2023/R5_5_5_noto.pdf(閲覧日：2024年3月14日)
- 5.7-9) 大伏仙泰：石川県珠洲市においてストリートビューの撮影を実施，<https://star.rcast.u-tokyo.ac.jp/suzu-street-view/>(閲覧日：2024年8月30日)
- 5.7-10) 松富英夫，岡本憲助，佐藤和典：浸水痕跡に基づく簡易氾濫流速推定法の基礎的検討，水工学論文集，Vol. 52, pp. 673 - 678, 2008
- 5.7-11) 壁谷澤寿一，浅井竜也，小山毅，有川太郎，福谷陽，松富英夫：津波による被害，2024年度日本建築学会大会(関東)災害部門緊急報告会資料，pp. 55-64, 2024
- 5.7-12) 斎藤大樹：建築物の立体地震応答解析プログラム STERA 3D Ver. 11.4, 2023

第6章 火災による被害

6.1 調査の目的と概要

火災被害については、これまでに17件の地震に起因する火災（以下、地震火災）の発生が報告されている⁶⁻¹⁾。表6.1-1および図6.1-1にそれらの概要を示す。17件の火災のうち現地調査の対象とした火災は、大規模な市街地火災に発展した輪島市河井町での火災（以下、本火災）である。本章では、現地調査結果に基づき、本火災の焼失区域、焼け止まり要因、および火の粉の飛散状況について分析した結果を報告する。また、人工衛星データを利用して広域火災発生地域を検出した結果、Web情報や報道機関の映像に基づき本火災の延焼状況を推定した結果、令和6年能登半島地震における出火の特徴を分析した結果をあわせて報告する。

表 6.1-1 火災の発生状況⁶⁻¹⁾

都道府県	管轄自治体	火災件数	火災件数（計）
新潟県	上越市	1	17
富山県	富山市	2	
	高岡市	1	
	氷見市	1	
	魚津市	1	
石川県	金沢市	3	
	七尾市	2	
	輪島市	4	
	珠洲市	1	
	能登町	1	

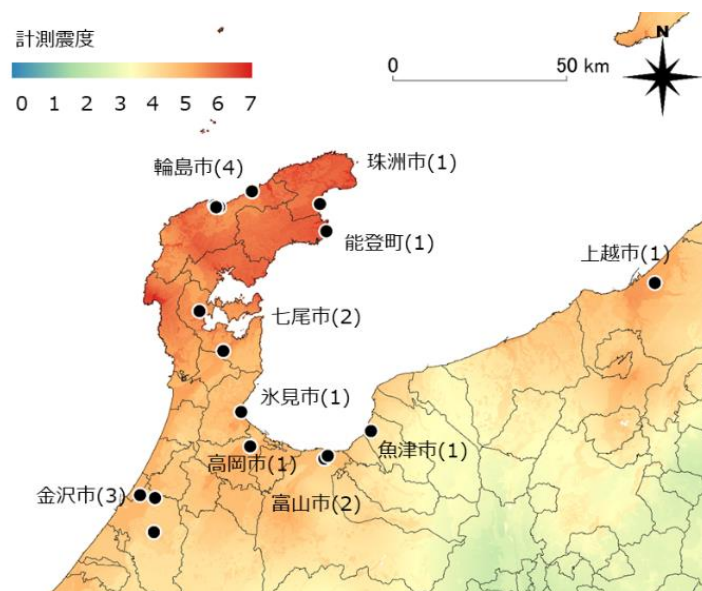


図 6.1-1 出火地点（行政界：国土数値情報⁶⁻²⁾、計測震度：Quiet+⁶⁻³⁾

6.2 調査結果

写真 6.2-1 は焼失した区域周辺の様子を撮影したものである。市街地には低層の木造住宅が多いが、地震動により倒壊した建物、木ずりモルタルが脱落した建物が多い。本火災は、こうした市街地状況の中で発生したものと推測される。なお、同区域は津波による直接的な影響を受けていない。



写真 6.2-1 焼失した区域周辺の市街地の様子

本調査は、被災直後の市街地から把握できる情報の収集を目的として実施した。ただし、本調査では消防隊・消防団、あるいは住民への聞き取り調査は行っていない。また、被災した建物の内部から被害状況を確認していない。このため、本調査で収集した情報は、屋外から目視により把握できるものに限定されている。

6.2.1 焼失区域

本報告では、焼け落ちているか、あるいは屋内に火炎が侵入したことが屋外から確認できた建物が立地する敷地の集合を焼失区域と定義する。ただし、一つの敷地内に複数の建物があり、そのうちの一部のみが焼け落ちるなどしている場合には、該当する建物の周囲のみを焼失区域の面積に算入する。

本調査の結果に基づき推定した焼失区域を図 6.2.1-1 に示す。使用した建物データは基盤地図情報（2023 年 4 月版）⁶⁻⁵⁾である。しかし、現地調査において確認された建物状況とは異なる部分が確認されたため、Open Street Map⁶⁻⁵⁾、Google マップ⁶⁻⁶⁾、Yahoo! マップ⁶⁻⁷⁾などの公開情報を参考に一部修正を加えた。その結果、焼失区域の面積は約 50,800m²、区域内に含まれる建物の数は約 300 棟と推定された。ただし、最終的な被害規模については、焼損面積（焼損した建物の床面積の総計であり、区域面積とは異なる）および焼損棟数が消防により確定される。

なお、焼失区域の周囲には、焼失区域からの加熱を受けて窓ガラスの損傷（地震動による損傷か判断ができなかったものもある）、加熱による外壁の変色・変形（木ずりモルタルの亀裂、金属サイディングの膨らみ等）、あるいは雨樋の溶融などの被害を生じている建物があった。これらは、屋内への火炎の侵入があったのかどうかは明らかでなかったため、焼失区域に含めていない。しかし、今後の調査により、被害実態が明らかになれば、焼失区域に含まれる可能性がある。また、建物データについても、今後、より確度の高い情報に置き換える予定であり、これに伴って本報告の分析結果が修正される可能性がある。

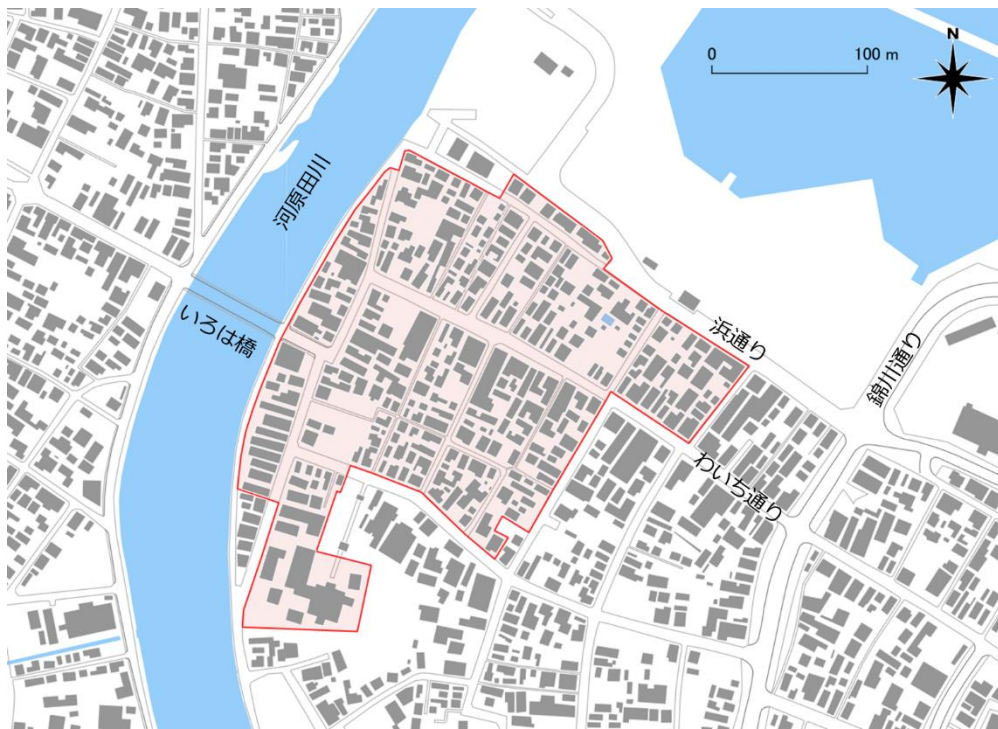


図 6.2.1-1 本調査で確認された焼失区域（建物データ：基盤地図情報^{6.4)} データを一部改変）

6.2.2 焼け止まり要因

焼失区域は、建物、樹木、空地、消火活動など、様々な要因により焼け止まった結果を表している。今回の火災でも、河川、道路などの隣棟間隔が広い場所で焼け止まりが生じているが、それ以外の、隣棟間隔が比較的狭い場所でも焼け止まりが生じている。そこで、現地調査の結果に基づいて、これらの焼け止まりの要因を検討した。ただし、本調査では、消防隊・消防団あるいは住民への聞き取りを行っておらず、消火活動がどの程度焼け止まりに寄与したのかは確認できていない。焼け止まり要因を検討した焼失区域の部分を図 6.2.2-1 に示す。

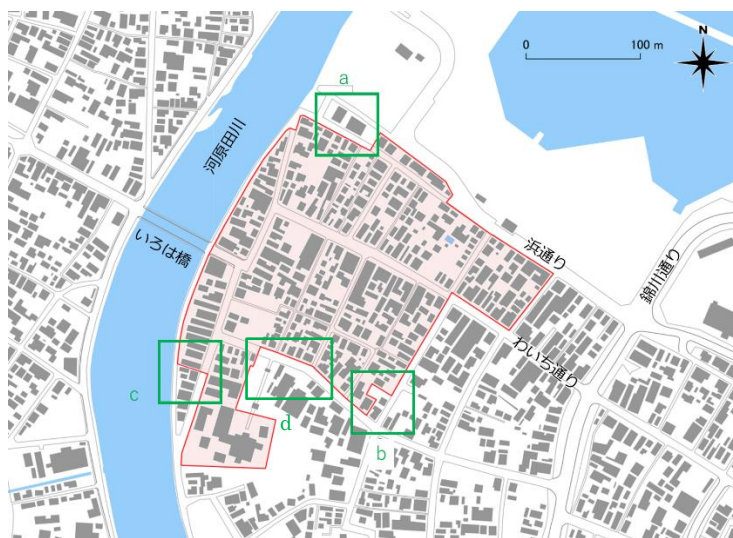


図 6.2.2-1 焼け止まり要因の検討対象

(1) 焼け止まり部分 a

焼け止まり部分 a は、焼失区域の北端に位置する戸建て住宅 2 棟である。図 6.2.2-2 は対象範囲を拡大して示したものである。

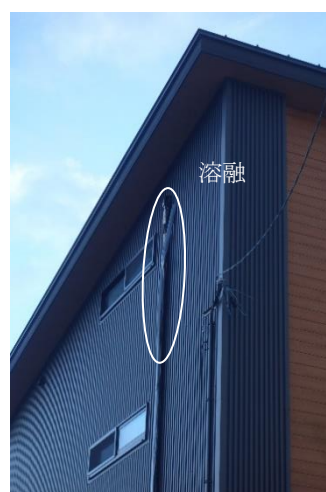


図 6.2.2-2 焼け止まり部分 a

建物 a1 の外周の状況を写真 6.2.2-1 に示す。対面する焼失区域から建物 a1 までの最も短い離隔距離は 11.2m であった。南面は最も強い加熱を受けたと考えられる。外壁面（窯業系サイディング張りおよび金属サイディング張り）には目立った損傷等は見られなかったものの、1 階および 2 階の窓の複層ガラス（アルミサッシ）の屋外側には損傷が生じていた。また、外壁近くに設けられていた自転車の駐輪カバーは溶融していた。西面の雨樋は溶融していた。



(ア) 南東側から見た建物全景



(イ) 南西角

写真 6.2.2-1 建物 a1 の外周の状況

建物 a2 の外周の状況を写真 6.2.2-2 に示す。対面する焼失区域から建物 a2 までの最も短い離隔距離は 8.0m であった。南面は最も強い加熱を受けたと考えられる。外壁（ボード下地塗仕上げ）は全体的に茶色く変色しており、亀裂が生じていた。また、雨樋は溶融しており、外壁面から 2m ほど奥まった位置にある窓でもガラスに損傷が生じていた。西面の 2 階窓の網戸の網は溶融し、脱落しかかっていた。また、1 階に設置されたエアコン室外機は溶融していた。



(ア) 南東側から見た建物全景

(イ) 南西角

写真 6.2.2-2 建物 a2 の外周の状況

(2) 焼け止まり部分 b

焼け止まり部分 b は、焼失区域の南東端に位置する戸建て住宅 2 棟である。図 6.2.2-3 は対象範囲を拡大して示したものである。



図 6.2.2-3 焼け止まり部分 b

建物 b1 の外周の状況を写真 6.2.2-3 に示す。対面する焼失区域から建物 b1 までの最も短い離隔距離は 11.6m であった。ただし、焼失区域と建物 b1 の間には、建物 b1 からの距離が 7.0m の位置に焼失車両が残されており、火災時には燃焼する車両からの影響も受けていたものと考えられる。西面は最も強い加熱を受けたと考えられる。外壁（トタン板張り）および軒には目立った損傷は見られなかったものの、1 階および 2 階の窓のガラスには損傷が生じており、網戸の網にも溶融が見られた。また、エアコンの本体と室外機をつなぐ配管等にも溶融が見られた。



写真 6. 2. 2-3 建物 b1 の外周の状況：西面（外壁面と焼けた車両）

建物 b2 の外周の状況を写真 6.2.2-4 に示す。対面する焼失区域から建物 b2 までの最も短い離隔距離は 1.5m であった。建物は木造 2 階建てであり、地震動により南側外壁（木ずりモルタル塗り）に一部脱落が見られた。西面は最も強い加熱を受けたと考えられるが、雨樋が溶融し、変形していたほかは、トタン板が張り付けられた外壁に目立った損傷は確認できなかった。なお、西面には小さな窓が設けられていたが、ガラスは脱落することなく残っていた。



(ア) 北側から西面を見た様子

(イ) 西側から見た建物全景

写真 6. 2. 2-4 建物 b2 の外周の状況

(3) 焼け止まり部分 c

焼け止まり部分 c は、焼失区域の南東端に位置する戸建て住宅 2 棟である。図 6.2.2-4 は対象範囲を拡大して示したものである。



図 6.2.2-4 焼け止まり部分 c

建物 c1 (外壁は金属サイディング張り) および建物 c2 (外壁は窯業系サイディング張り) の外周の状況を写真 6.2.2-5 に示す。対面する焼失区域から建物 c1 および建物 c2 までの最も短い離隔距離は、北面の 0.9m であった。北面の窓ガラスの脱落はなく、火災加熱による目立った損傷は確認できなかった。なお、北側の建物は 3 階建てで、2 階および 3 階部分は激しく焼損しているものの、1 階部分の焼損は比較的軽微であった。また、この建物の 1 階および 2 階の建物 c1 および建物 c2 に面する外壁は残存していた。建物 c2 の東面は幅員 8.9m の道路に面しているが、焼失区域からの離隔距離が確保されているためか、火災加熱による損傷は確認できなかった。



(ア) 建物 c1 の西側から北面を見た様子 (イ) 建物 c2 の東側から北面を見た様子

写真 6.2.2-5 建物 c1 および建物 c2 の外周の状況

(4) 焼け止まり部分 d

焼け止まり部分 d は、焼失区域の南端に位置する寺院である。図 6.2.2-5 は対象範囲を拡大して示したものである。



図 6.2.2-5 焼け止まり部分 d

建物 d1 (木造焼失建物) を含む延焼区域と建物 d2 (木造建物) の外周の状況を写真 6.2.2-6 に示す。建物 d2 と焼失建物 d1 を含む延焼区域の間には、駐車場や前庭といった空地や、門扉や樹木といった遮蔽物があり、これが火災から建物 d2 への加熱を和らげたことが延焼防止につながったと考えられる。

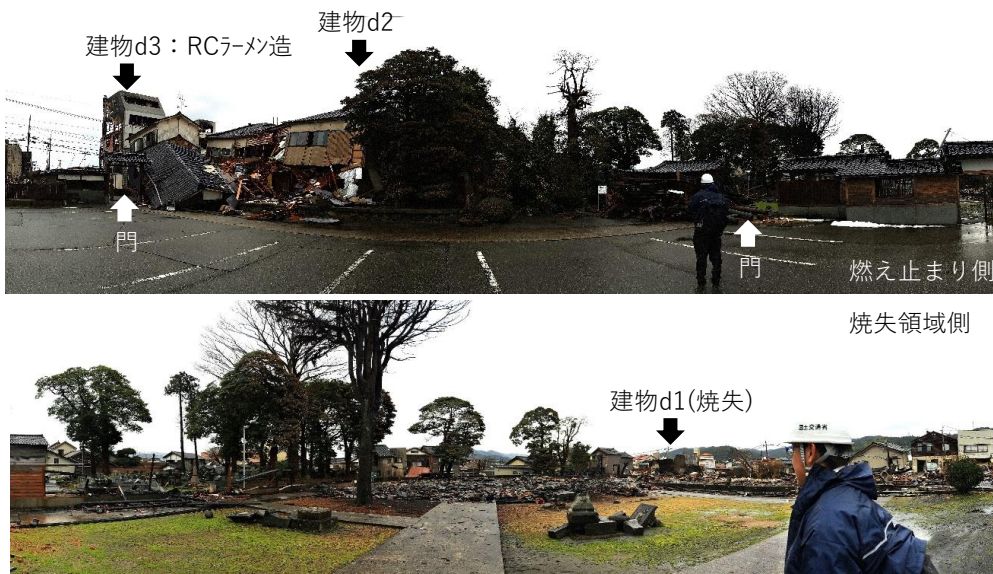


写真 6.2.2-6 建物 d1 および建物 d2 の外周の状況

建物 d3 (RC 造焼失建物)、d4 (木造焼失建物：外壁モルタル造)、d5 (鉄骨造焼失建物) を含む延焼区域と、建物 d2 (木造建物) の外周の状況を写真 6.2.2-7 に示す。建物 d2 (木造建物) の北側道路幅は 8m であり、西側道路 (幅 8.6m) 側は、道路を超えて延焼が見られることから、道路幅のみでは延焼防止に十分であったとは言えないが、建物 d1 側同様、建物前面に、駐車場や広場といった空地や、塀や樹木といった遮蔽物が配置されていた (写真 6.2.2-8) ことに加え、道路対向側の RC 造や SRC 造の建物が周囲の建物からの放射熱を遮る役割を果たしたことが、延焼を防いだ要因と考えられる。



写真 6.2.2-7 建物 d3~d5 および建物 d2 の外周の状況



写真 6.2.2-8 建物 d2 北側道路前の樹木の状況

6.2.3 火の粉の飛散状況

火災当時の火の粉の飛散状況を確認するため、焼失区域の周辺市街地に落下している消し炭の収集を行った。調査区域全体の収集結果を図 6.2.3-1 に、焼失区域北部の消し炭の飛散状況を図 6.2.3-2 に示す。消し炭は、焼失区域の北側に集中しており、南側では見つからなかった。このことは、火災発生当時、河井町周辺で南寄りの風が吹いていたことを示している。ただし、焼失区域の北側は日本海に面しており、どの程度遠方に火の粉が飛散していたのかを、消し炭の収集結果から推定することはできなかった。なお、調査前日の 1 月 3 日には降雨があったため、調査時点で、既に流失したり、あるいは、消火活動や降雨により排水口付近に集積したりした消し炭もあったものと考えられる。



図 6.2.3-1 調査区域全体の消し炭の飛散状況 (背景地図: 地理院地図⁶⁻⁸⁾)



図 6.2.3-2 焼失区域北部の消し炭の飛散状況（背景地図：地理院地図⁶⁻⁸⁾）

図 6.2.3-3 は、輪島市および珠洲市に設置された AMeDAS による平均風速および平均風向の観測記録を示している⁶⁻⁹⁾。輪島市内に設置された AMeDAS は、火災が発生した河井町の南西約 700m の位置にある。地震が発生した 1 月 1 日 16 時 10 分の時点では、平均風速が 1.3m/s と、微風の状態であった。また、当初は北寄りであった風が、その後しばらくして南寄りに変わっている。しかし、同 AMeDAS による観測は、同日 18 時 50 分から翌日 15 時にかけて途絶しており、データに欠損がある。そこで、輪島市の東約 35 km の位置にある珠洲市内に設置された AMeDAS による観測記録を併記してある。両者を比較すると、地震発生直後の風向には違いが見られるものの、観測結果の途絶前後の風向はほぼ同様な傾向を示しており、平均風速についても傾向が類似しているように見受けられる。このことを踏まえれば、河井町で火災が発生していた期間の風速はそれほど強くなかったものと推測できる。

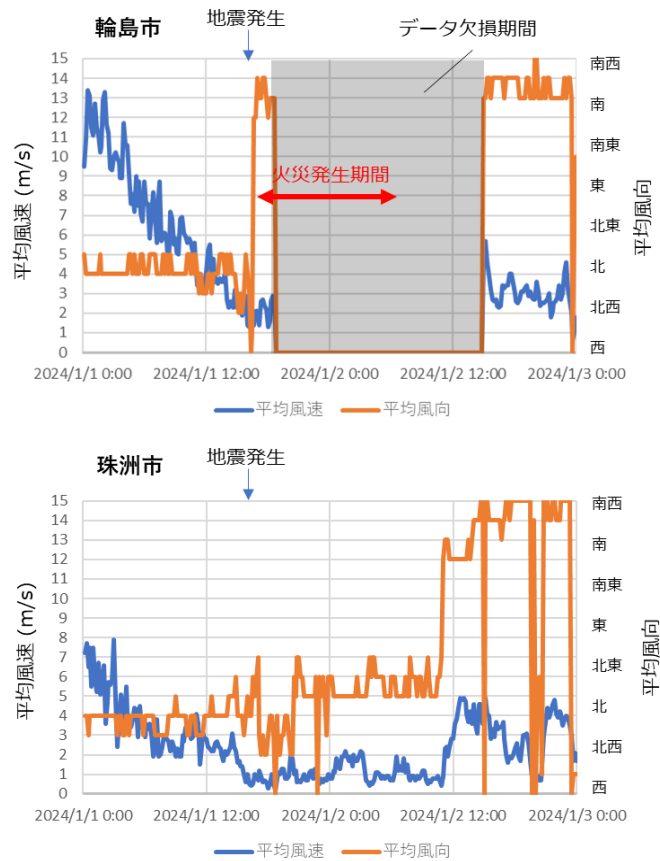


図 6.2.3-3 AMeDAS の観測記録⁶⁻⁹⁾

消し炭の採取地点と外寸を整理した結果を表 6.2.3-1 に示す。焼失区域の真北にあたる場所では、比較的大きな消し炭(消し炭①、消し炭②)が採取された。一方で、みなと橋を北側に超えた場所で採取された消し炭は、風による影響を受けやすい比較的小さな消し炭(消し炭③)、あるいは厚みの薄い消し炭(消し炭④)が多かった。同様に、焼失区域の北東側では、比較的小さい消し炭(消し炭⑤)が多かった。なお、採取された消し炭の中には、落下してそのままの位置にあったものだけでなく、落下後に風や降雨等の影響を受けて移動したものも含まれている可能性がある。

表 6.2.3-1 収集した消し炭

	消し炭①	消し炭②	消し炭③	消し炭④	消し炭⑤
写真					
外寸 (mm)	78×36×9	最大 84×37×10.5 最小 32×15×4.5	厚さ 1mm 以下	71×63×2	27×23×8.1
面積 (mm ²)	2043	最大 2498 最小 303	456	3100	421
質量 (g)	0.63	最大 2.02 最小 0.08	0.07	0.92	0.27

※外寸・面積は Photoshop を用いてピクセルサイズから推定、外寸の厚さは最も厚みのある部分を計測

写真 6.2.3-1 は、テレビ金沢によるビデオ映像を切り出したものであり、燃焼中の建築物から大量に火の粉が飛散する状況を示している。



写真 6. 2. 3-1 飛散する火の粉の状況（1月1日17時33分時点）（提供：テレビ金沢）

写真 6.2.3-2 は、赤丸の位置に、比較的大きな火の粉の飛散状況を示している。



写真 6. 2. 3-2 飛散する火の粉の状況（1月1日17時38分時点）（提供：テレビ金沢）

6.3 分析

6.3.1 人工衛星による広域火災発生地域の検出

(1) 衛星赤外観測データによる火災検出

大規模地震発生時には被害の全容把握が困難となることから、人工衛星による広域的な観測情報が有効である。今回の地震では、赤外センサーを搭載する人工衛星（Terra、Aqua、Suomi-NPP 及び NOAA-20）による観測データに基づく火災発生地域の検出を試みた。また、JAXA より GCOM-C による火災検出情報の提供を受けた。

本検討で用いた火災検出プログラムは NASA のアルゴリズムをベースとして作成したプログラムで、地表からの熱放射の観測データを用い、周囲と比較して著しく強い熱放射を検出したピクセルを火災として抽出する。この抽出過程において雲に覆われたピクセルの除外や誤検出ピクセルのフィルタ処理が行われるが、一部、日本の特性に合わせてアルゴリズムの小さな変更とパラメータの調整を行っている。地震発生後の各衛星の観測日時と火災検出地域を表 6.3.1-1 に示す。

表 6.3.1-1 人工衛星による観測日時と火災検出地域

観測日時 (JST)	衛星名	直下解像度	火災検出地域
1月1日 22:05	Terra	1000 m	輪島市河井町
1月1日 22:18	GCOM-C	250 m	輪島市河井町、能登町白丸
1月2日 01:00	Suomi-NPP	375 m	輪島市河井町、能登町白丸
1月2日 01:54	NOAA-20	375 m	輪島市河井町、輪島市名舟町、能登町白丸
1月2日 02:05	Aqua	1000 m	輪島市河井町

火災は輪島市河井町、輪島市名舟町及び能登町白丸の3地域で検出された。今回の地震ではこれら3地域の他に珠洲市宝立町において比較的規模の大きな火災（焼失面積約 2,500 m²）が発生したことが知られているが、この火災は検出されなかった。各地域の位置を図 6.3.1-1 に、各地域の拡大図を図 6.3.1-2、6.3.1-3、6.3.1-4 に示す。

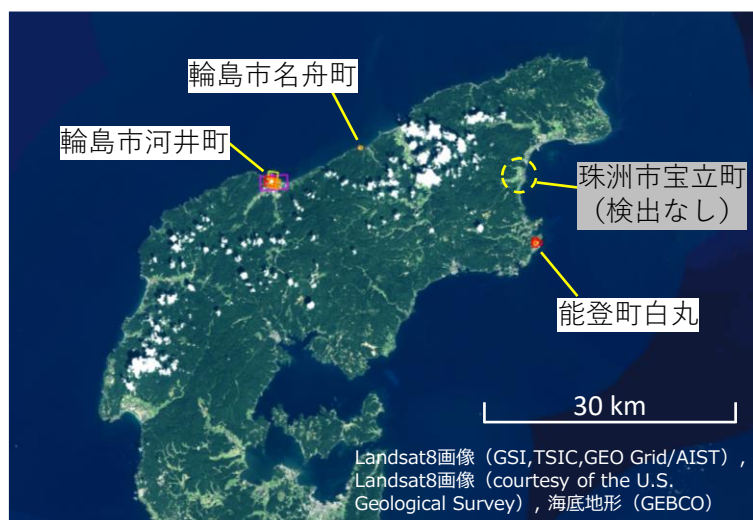


図 6.3.1-1 人工衛星による火災検出地域の分布（背景地図：地理院タイル⁶⁻¹⁰⁾



図 6.3.1-2 輪島市河井町周辺の火災検出結果（背景地図（右）：地理院タイル 6-10）

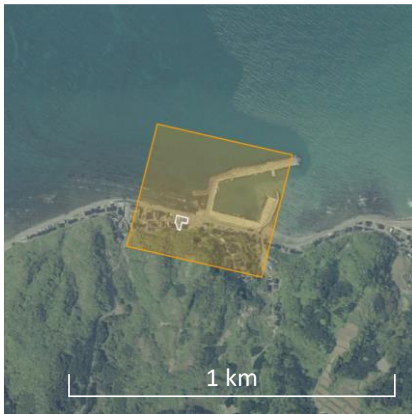


図 6.3.1-3 輪島市名舟町周辺の火災検出結果
(背景地図：地理院タイル 6-10)

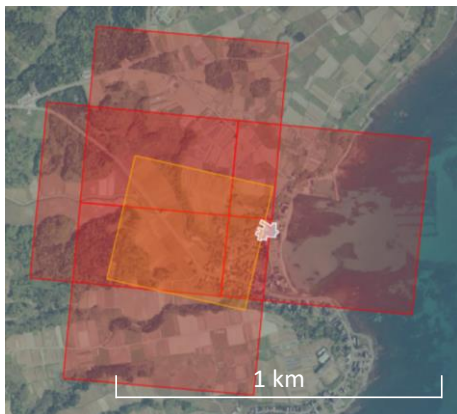


図 6.3.1-4 能登町白丸周辺の火災検出結果（背景地図（右）：地理院タイル 6-10）

今回の解析では1月2日未明の早い段階で輪島市河井町及び能登町白丸周辺での大規模火災が発生している可能性があることが確認された。これらの情報は現地調査の実施において参考情報として利用された。

(2) 衛星 SAR データによる火災範囲検出の試行

SAR（合成開口レーダー）は地表・地物の形状やテクスチャの状況の把握に活用可能なレーダーセンサーであり、衛星 SAR に関しては能動的に雲を透過する電波を地表に照射しその反射強度を計測するため夜間や雲がかかっている状況でも観測可能という大きな特徴がある。また、近年の技術開発により小型化、高性能化が進み、コンステレーションによる高頻度、高精度の衛星観測が実現しつつある。赤外センサーのように熱を検出するものではないが、市街地火災では木造家屋等の燃焼過程で形状変化を伴うことから SAR による燃え落ち範囲を検出することで火災の検出に活用できる可能性がある。そこで輪島市河井町の大規模火災を対象に、JAXA の SAR 衛星 ALOS-2 による観測データを用いて深層学習を適用した火災範囲の検出を試行し、火災検出への活用可能性の検討を行った。

地震後に ALOS-2 による緊急観測が実施され、輪島市河井町周辺も複数回観測された。各緊急観測データは変化抽出等ができるように過去にほぼ同位置から観測されたアーカイブデータとともに公開されている⁶⁻¹¹⁾。本検討では高分解能モードで観測された1月1日、2日、3日、8日及び9日の5回の観測データを用いて深層学習手法を適用した。

5回の緊急観測のうち、1日～8日の4回の観測データを訓練データとし、9日の観測データを検証データとした。火災範囲の正解データは、1月1日の訓練データのみ観測時刻に近い当日 23:21 時点の延焼範囲（図 6.3.1-5(a)）とし、その他は最終的な焼失区域とした。

図 6.3.1-5 は検証データ（1月9日）に正解範囲及び最も推論の成績が良かったモデルによる推論範囲を表示したものであり、ほぼ一致した推論結果が得られている。本検討は限られたデータを用いた試行であり、今回のモデルが地震後の火災範囲の検知にそのまま活用できるわけではないが、衛星 SAR で捉えた火災被害地域の特徴が深層学習によって識別可能であることを示しており、詳細な火災範囲把握の可能性を示していると考えられる。



図 6.3.1-5 輪島市河井町の大規模火災を対象とした衛星 SAR による火災範囲の検出結果
(背景：ALOS-2 による 2024/1/9 及び 2021/10/19 の観測データ⁶⁻¹¹⁾に基づく疑似カラー画像)

6.3.2 輪島市河井町火災の延焼状況

(1) Web 情報に基づく延焼動態の推定結果

市街地火災の延焼要因を分析にするにあたって、火災がどのような時間経過で燃え広がったのかを把握することは重要である。そこで、報道機関および個人による Web 上の発信を分析することで、延焼動態の推定を試みた。

図 6.3.2-1 は、関連する Web 上の発信を時系列に並べた結果に基づいて延焼動態を推定した結果を示している。個人による発信の中には、延焼がどの範囲に及んでいるのか、建物や通りの名称に触れながら言及しているものがあり、推定の手がかりとすることができた。ただし、こうした発信から延焼動態の全体像を把握することは難しかったことから、一部、建物の離隔距離の状況などを踏まえて延焼経路を推定している。

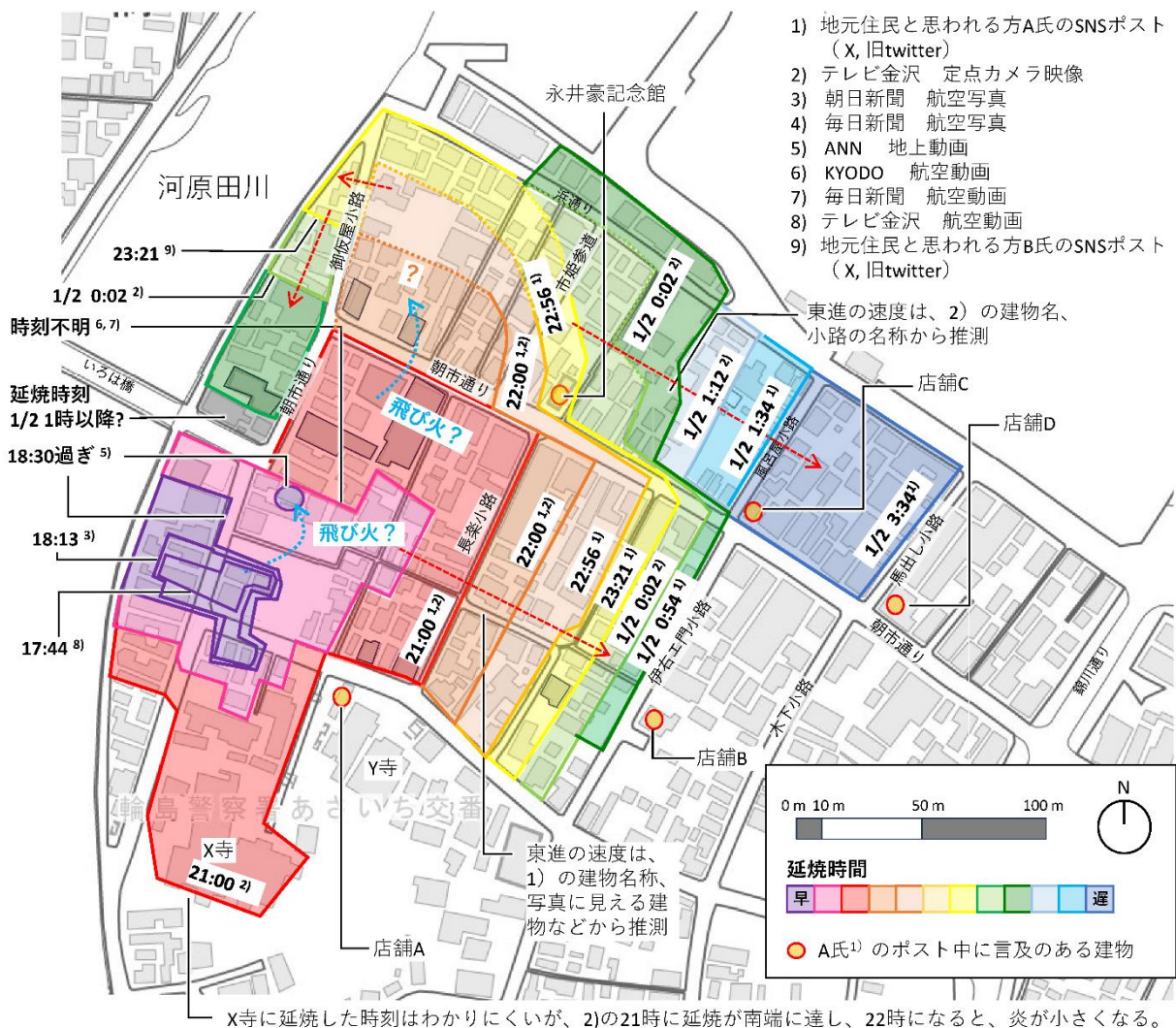


図 6.3.2-1 延焼動態の推定結果 (背景地図: 地理院地図⁶⁻⁸⁾)

作成した延焼動態図によれば、火災が発生したと推定される地点の付近から北側への延焼速度は約 30m/h、朝市通りの南側区域における東側への延焼速度は約 20m/h、北側地区における東側への延焼速度は約 40m/h であったと推定される。これは、弱風時の市街地火災(地震火災)である阪神淡路大震災における市街地火災の延焼速度⁶⁻¹²⁾と同程度、強風時に発生した 2016 年糸魚川市火災における延焼

速度（平均して約 70m/h）より遅い⁶⁻¹³）。

図 6.3.2-2 は、過去に発生した市街地火災における市街地風の風速と延焼速度の関係を示したものである^{6-12,13}）。図 6.3.2-2 には、市街地火災が頻発していた大正から昭和初期にかけての記録に、延焼動態図から風速と延焼速度の関係を導き出せる 1976 年酒田市大火以降の記録を重ね合わせている。図 6.3.2-2 は、風速が大きいほど延焼速度も大きいという経験的な認識を裏付けるような関係を示している。ただし、大正から昭和初期にかけて発生した市街地火災に比べて、1976 年酒田市大火以降に発生した市街地火災では、延焼速度が低く抑えられている。これは、戦後になって消防力が強化されてきたことに加え、道路の広幅員化が図られたり、裸木造建物がより防火性能の高い建物に建て替わったりと、不十分なながらも市街地構造に改良が加えられてきていることの効果の表れと見ることができる。ただし、輪島市河井町で発生した市街地火災の延焼速度は、48 年前の 1976 年酒田市大火や 29 年前の 1995 年兵庫県南部地震において発生した市街地火災の延焼速度と同じような傾向を示しており、市街地火災を取り巻く課題は、それ以降あまり変化していないと捉えることもできる。

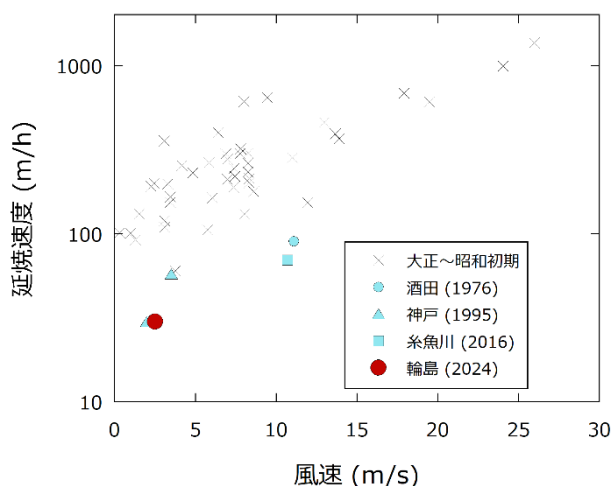


図 6.3.2-2 市街地風の風速と市街地火災の延焼速度

(2) 報道機関の映像による延焼状況の分析

大規模災害発生時には、報道機関により様々な映像や画像が記録される。特に空撮映像や画像は刻々と変化する火災の状況を俯瞰で確認することができることから延焼動態を確認する上で有効な資料となる。今回の輪島市朝市通り周辺の火災に関しても多くの映像や画像が撮影されたことから、報道機関のいくつかに延焼動態推定のための映像等提供の依頼を行ったところ、2024 年 9 月時点で、テレビ金沢より協力が得られ、表 6.3.2-1 に示す映像資料の提供を受けることができた。

写真 6.3.2-1 は、消防が火災を覚知した直後 1 月 1 日 17:46 頃の火災の様子を南東方面から北西方向に見たヘリ映像の一部である。この時点で道路を挟む西側の街区の建物も炎上していることがわかる。

輪島ライブカメラは空撮では無く、高所に設置された固定のライブカメラであり、地震発生以降も撮影が継続されていた。撮影した映像は動画配信サイトで配信されているものの、記録として残す仕組みにはなっていないため、表 6.3.2-1 に示すような断片的な記録となっている。これらの中で、21:31～21:48 と 22:52～22:55 の映像に基づいて、21:32、21:48、及び 22:52 の 3 時点における延焼範囲の推定を行った。

夜間の映像であるため燃焼が激しい地域からは火炎が明るく映っており、その手前側にある建物は影となって屋根の稜線が現れる。朝市通りに面する建物について、火災前の映像を用いて稜線の同定を行った。写真 6.3.2-2 に示す青、緑、橙、赤、紫の各稜線は図 6.3.2-4 に示す同色の建物に対応している。写真 6.3.2-3、写真 6.3.2-4、写真 6.3.2-5 は、21:32、21:48、及び 22:52 各時点の輪島ライブカメラ映像に同定した稜線を重ねたものである。また、図 6.3.2-3 には、各時点の火災が北進する前線位置を示している。これらにより概ねの火災範囲を推定することができる。

21:32 時点では、S3 及び N2 の影が見えていることから、朝市通り南側では S3 よりも西側、朝市通り北側では N2 よりも西側で延焼が進んでいると見られる。南北方向では朝市通りに北側に面した沿道建物のみが燃えていると推定される。

21:48 時点は、21:32 時点と大きくは変わらないが、やや北進し朝市通りに北側に面した沿道建物からさらに北へ延焼が進んでいる可能性がある。

22:52 時点では、S3 の影が確認できず、S2 も最も手前側の建物の影のみが確認できることから、S2 の辺りまで延焼が進んだと見られる。北方向に関しては、概ね街区の北端まで延焼が進んでいることが確認できる。

これらの結果は、概ね図 6.3.2-1 に示す推定結果と整合している。

表 6.3.2-1 提供を受けた映像の撮影時刻等

撮影日時			
1月1日	17:23	(消防覚知)	輪島ライブカメラ： テレビ金沢が輪島市 河井町に設置するラ イブカメラ。映像は動 画配信サイトで確認 可能。
	17:31～17:44	輪島ライブカメラ	
	17:44～17:51	空撮（ヘリ）	
	18:28～18:45	空撮（ジェット）	
	21:31～21:48	輪島ライブカメラ	
	22:52～22:55	輪島ライブカメラ	
1月2日	6:48～6:49	輪島ライブカメラ	
	7:30 ごろ	輪島ライブカメラ	
	10:17～10:18	輪島ライブカメラ	
時刻不明		輪島ライブカメラ	



写真 6.3.2-1 1月1日 17:46 頃の状況（提供：テレビ金沢）



写真 6.3.2-2 火災前（2022年3月）の屋根稜線の同定（提供：テレビ金沢）



写真 6.3.2-3 1月1日 21:32 頃の状況 (提供：テレビ金沢)



写真 6.3.2-4 1月1日 21:48 頃の状況 (提供：テレビ金沢)

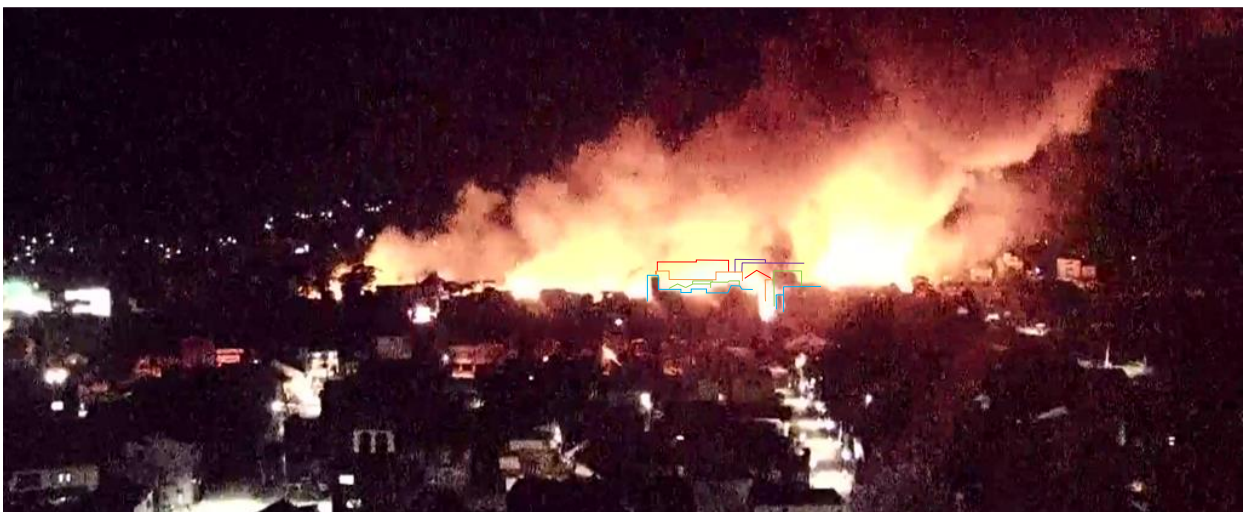


写真 6.3.2-5 1月1日 22:52 頃の状況 (提供：テレビ金沢)



図 6.3.2-3 輪島ライブカメラの位置と焼失範囲の地理的關係

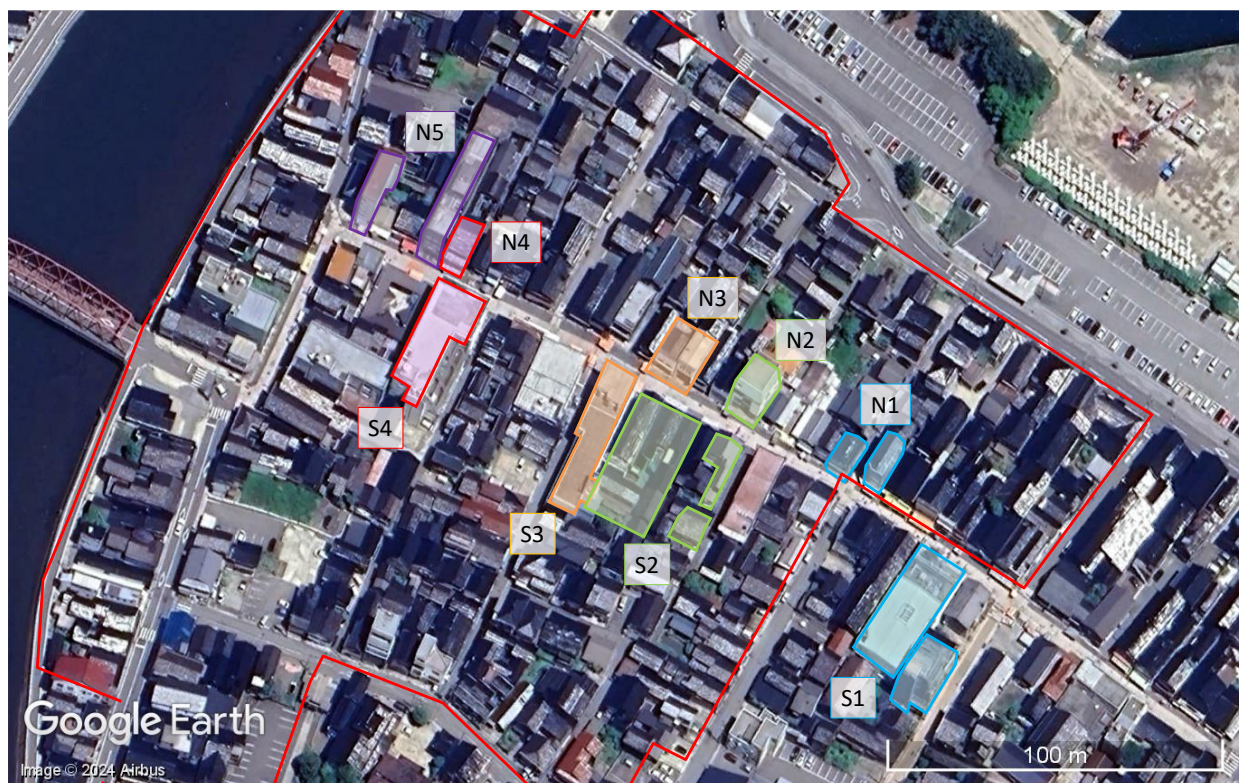


図 6.3.2-4 1月1日 17:46 頃の延焼範囲及び屋根稜線の同定結果

6.3.3 令和6年能登半島地震における出火

表 6.3.3-1 は、1995 年以降、2024 年 3 月時点までに発生した地震のうち、震度 6 弱以上の揺れを観測し、かつ 1 件以上の出火が確認された 19 件の地震の被害概要を示している⁶⁻¹⁴⁾。令和 6 年能登半島地震の 17 件という出火件数は、2011 年東北地方太平洋沖地震の 330 件（津波に起因する出火を含む）、1995 年兵庫県南部地震の 293 件に次ぐ 3 番目の規模となっている。出火件数が 15 件と 4 番目に多い 2016 年熊本県熊本地方を震源とする地震とは、出火件数を含め、死者・不明者数や全壊住家数といった被害の規模が似通っている。

表 6.3.3-1 震度 6 弱以上の揺れを観測し、出火があった地震（1995 年から 2024 年 3 月まで）⁶⁻¹⁴⁾

	発生日月	地震名	最大規模	最大震度	死者不明者	住家全壊	火災
1	1995 年 1 月 17 日	兵庫県南部地震	M7.3	7	6,437 人	104,906 棟	293 件
2	2001 年 3 月 24 日	芸予地震	M6.7	6 弱	2 人	70 棟	4 件
3	2003 年 5 月 26 日	宮城県沖を震源とする地震	M7.1	6 弱	0 人	2 棟	4 件
4	2003 年 7 月 26 日	宮城県北部を震源とする地震	M6.4	6 弱	0 人	1,276 棟	2 件
5	2003 年 9 月 26 日	十勝沖地震	M8.0	6 弱	2 人	116 棟	4 件
6	2004 年 10 月 23 日	新潟県中越地震	M6.8	7	68 人	3,175 棟	9 件
7	2005 年 3 月 20 日	福岡県西方沖を震源とする地震	M7.0	6 弱	1 人	144 棟	2 件
8	2007 年 7 月 16 日	新潟県中越沖地震	M6.8	6 強	15 人	1,331 棟	3 件
9	2008 年 6 月 14 日	岩手・宮城内陸地震	M7.2	6 強	23 人	30 棟	4 件
10	2008 年 7 月 24 日	岩手県沿岸北部を震源とする地震	M6.8	6 弱	1 人	1 棟	2 件
11	2009 年 8 月 11 日	駿河湾を震源とする地震	M6.5	6 弱	1 人	6 棟	3 件
12	2011 年 3 月 11 日	東北地方太平洋沖地震	M9.0	7	22,318 人	122,039 棟	330 件
13	2016 年 4 月 14 日	熊本県熊本地方を震源とする地震	M7.3	7	273 人	8,667 棟	15 件
14	2016 年 12 月 28 日	茨城県北部を震源とする地震	M6.3	6 弱	0 人	18 棟	1 件
15	2018 年 6 月 18 日	大阪府北部を震源とする地震	M6.1	6 弱	6 人	21 棟	7 件
16	2018 年 9 月 6 日	平成 30 年北海道胆振東部地震	M6.7	7	43 人	469 棟	2 件
17	2021 年 2 月 13 日	福島県沖を震源とする地震	M7.3	6 強	3 人	144 棟	2 件
18	2022 年 3 月 16 日	福島県沖を震源とする地震	M7.4	6 強	4 人	224 棟	11 件
19	2024 年 1 月 1 日	令和 6 年能登半島地震	M7.6	7	241 人	8,846 棟	17 件

表 6.3.3-1 に示した関係を視覚的に表現するために、強い揺れに対する暴露人口（強い揺れを受けた地域の人口）を縦軸に、同じく暴露面積（強い揺れを受けた地域の面積）を横軸にとり、出火件数を円の大きさとして整理した結果を図 6.3.3-1 に示す。「強い揺れ」の決め方には任意性があるが、ここでは「PGV（最大地動速度）20 cm/s 以上」⁶⁻³⁾としている。これによると、強い揺れに対する暴露人口・面積の規模が大きい地震（図の右上にあるデータ点）ほど、揺れに起因する出火件数が多いことが分かる。データ点の分布から、両軸に採用した「暴露人口」と「暴露面積」の間には一定の相関があることが伺える。しかし、両者の意味合いは少し異なっている。「暴露面積」は、地震の影響が及んだ「空間」の広がりを表しているとみなせるのに対し、「暴露人口」は、人の社会生活に関連し、火災を引き起こす可能性があるものの数を代表しているとみなせる。すなわち、対角線の左上にデータ点があるような、「暴露面積」に対して「暴露人口」が大きい地震は、より高密度に人や物が分布した地域に影響が及んだ地震とみなせる。反対に、対角線の右下にデータ点があるような、「暴露面積」に対して「暴露人口」が小さい地震は、より低密度に人や物が分布した地域に影響が及んだ地震とみなせる。例えば、1995 年兵庫県南部地震と 2011 年東北地方太平洋沖地震の両地震は、全体の中で出火件数が最も大きな地震であるが、前者の方がより高密度に人や物が分布した地域に影響が及んだ地震であったこ

とになる。こうしたデータ点の分布の特徴を踏まえれば、令和6年能登半島地震による強い揺れの暴露面積・人口は、2004年新潟県中越地震、2016年熊本県熊本地方を震源とする地震、2022年福島県沖を震源とする地震などによるそれと同じように分類されることが分かる。

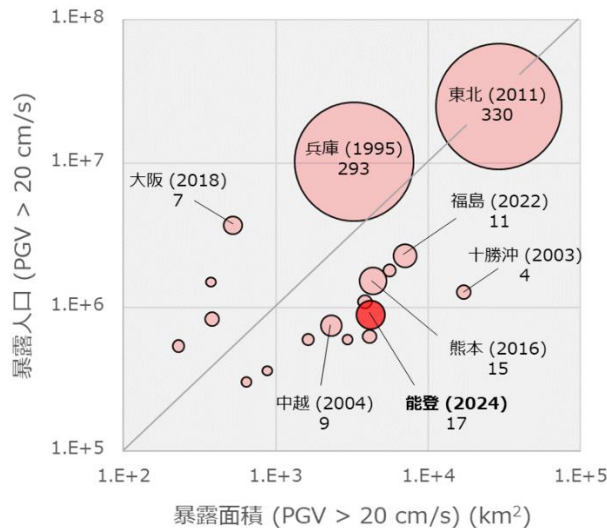


図 6.3.3-1 強い揺れに対する暴露人口・面積と出火件数

令和6年能登半島地震における地震関連火災が、過去の地震と比較してどのように位置付けられるのかを検討するもう一つの手段として、地震関連火災の出火率を利用することができる。出火率は、揺れの強さや範囲に加え、地震が発生した季節、時間帯、および揺れを受けた地域の特性など、様々な要因に影響を受けることが知られている。このため、出火率の適切な評価には、これらの要因を反映したモデル化が不可欠である。しかし、ここでは地震間の出火の特徴を端的に比較するため、揺れの強さの指標であるPGVと単位建物延床面積あたりの出火件数（出火率）を比較することにする。比較結果を図6.3.3-2に示す。ここでは、全国各所での地震観測記録に地盤の揺れやすさを加味して補間推定された250mメッシュごとのPGV推定値を、さらに市区町村ごとに平均化した値を使用した。また、出火率は、PGV値をもとに、20cm/s間隔で該当する市区町村を区分し、同じ区分の区域内での出火件数（津波起因の出火を除く）を、住宅・土地統計調査⁶⁻¹⁵および固定資産の価格等の概要調書⁶⁻¹⁶から得られる建物の総延床面積で除すことで求めた。図6.3.3-2のデータ点には大きなばらつきがあるものの、PGVと出火率の間に一定の相関があることがうかがえる。こうして比較をすると、対象となった地震の中では、1995年兵庫県南部地震の出火率が特に高くなっていることが確認できる。これは、1995年兵庫県南部地震において、揺れによる建物倒壊被害が特に顕著であったことに関係しているものと考えられる。すなわち、建物が倒壊することで、屋内に設置されている各種機器が出火につながるような損傷を受け、出火源が周辺の可燃物に接触する頻度が高くなりやすかったものと考えられる。これに対し、令和6年能登半島地震のデータ点の分布は、過去の地震のデータ点の分布から大きく隔たっていない。多数の建物倒壊被害が出ているという共通点はあるものの、出火率の観点からは、1995年兵庫県南部地震と令和6年能登半島地震は異なる特徴を有していることが伺える。

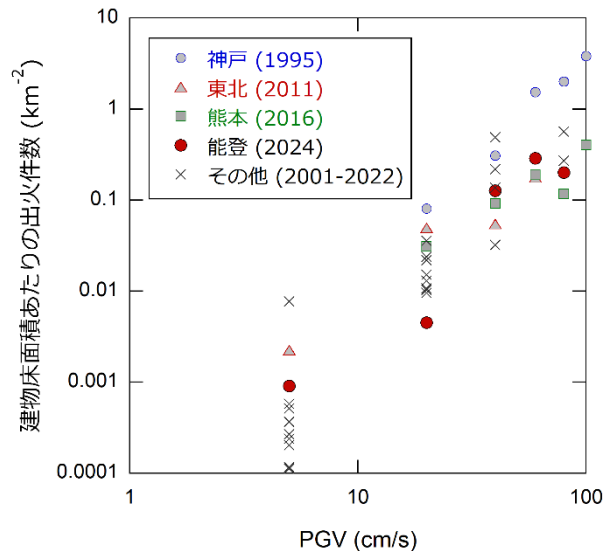


図 6.3.3-2 PGV と建物床面積あたりの出火件数の関係

6.4 まとめ

本報告では、2024年1月1日に輪島市河井町で発生した市街地火災について、同年1月4日に実施した現地調査の結果を整理した。主要な結論は以下の通りである。

- 焼失区域の面積は約 50,800m²、区域内に含まれる建物の数は約 300 棟と推定される。ただし、最終的な被害規模については、焼損面積（焼失区域面積とは異なる）および焼損棟数が消防により確定される。
- 焼け止まりの最も大きな要因は離隔距離であったと考えられるが、一部、離隔距離が小さい場合でも焼け止まりが確認された。消火活動の効果があつた可能性があるが、本調査では確認できていない。
- 火の粉の消し炭は概ね焼失区域の北側で確認された。火災発生期間中は、比較的緩やかな南寄りの風が吹いていたものと推測される。
- 本火災の延焼の速さは 20~40m/h 程度で、弱風時の市街地火災（地震火災）である 1995 年阪神淡路大震災における市街地火災と同程度、強風時の市街地火災である 2016 年糸魚川市火災よりは遅かったと推測される。

今後は、今回の火災が大規模な市街地火災に発展した原因の分析を含めて、さらに調査を進めていく予定である。これに伴い、本報告の内容には修正が加えられる可能性がある。

付言

最後になりましたが、今回の地震およびその後の火災により被害にあわれた方々には心よりお見舞いを申し上げます。

参考文献

- 6-1) 消防庁：令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第28報）、2024年1月11日 (<https://www.fdma.go.jp/disaster/>)
- 6-2) 国土交通省：国土数値情報 (<https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/>)
- 6-3) 構造計画研究所：Quiet+ (<https://site.quietplus.kke.co.jp/>)

- 6-4) 国土地理院：基盤地図情報 (<https://www.gsi.go.jp/kiban/>)
- 6-5) OpenStreetMap (<https://www.openstreetmap.org/>)
- 6-6) Google マップ (<https://www.google.co.jp/maps>)
- 6-7) Yahoo!マップ (<https://map.yahoo.co.jp/>)
- 6-8) 国土地理院：地理院地図 (<https://maps.gsi.go.jp>)
- 6-9) 気象庁：アメダス (https://www.jma.go.jp/bosai/amedas/#area_type=japan&area_code=010000)
- 6-10) 国土地理院：地理院タイル (<https://maps.gsi.go.jp>)
- 6-11) JAXA：ALOS-2/PALSAR-2 観測プロダクト
(https://www.eorc.jaxa.jp/ALOS/jp/dataset/open_and_free/palsar2_l11_l22_j.htm、2024年9月11日確認)
- 6-12) 建築研究所：平成7年兵庫県南部地震被害調査最終報告書、1996。
- 6-13) 国土技術政策総合研究所：平成28年(2016年)12月22日に発生した新潟県糸魚川市における大規模火災に係る建物被害調査報告書、国総研資料第980号、2017。
- 6-14) 総務省消防庁：災害情報 (<https://www.fdma.go.jp/disaster>、2024年3月15日確認)
- 6-15) 総務省統計局：住宅・土地統計調査 (<https://www.stat.go.jp/data/jyutaku/>、3月12日確認)
- 6-16) 総務省自治税務局：固定資産の価格等の概要調書
(https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/jichi_zeisei/czaisei/czaisei_seido/ichiran08_r04_00.html、2024年3月12日確認)

第7章 住宅再建・地域復興への動向

令和6年能登半島地震では、住宅の被災者に加えて、電力・上水道・都市ガス等のインフラの被害により、多くの方が避難を余儀なくされた。こうした状況において、被災者・避難者に対しては、早期の応急的な住まいの確保（被災住宅の応急修理や応急仮設住宅等の応急的な住まいの供与）と、生活再建のための恒久的な住まいへの円滑な移行に向けた支援が強く求められる。

このため国土交通省住宅局では、令和6年3月1日に閣議決定された「令和6年能登半島地震に係る被災者の生活と生業支援のパッケージに基づく予備費の使用等」において、「復興まちづくり・住まいの復興に向けた調査等による計画策定支援」として、被災自治体が行う災害公営住宅の供給など住まいの復興計画の策定を支援するための直轄調査を実施することとなった。国総研及び建研は、住宅局からの依頼に基づき、この直轄調査に対する技術的支援を行っている。

そこで本章では、住まいの再建や集落等の地域の復興に関するデータを整理するとともに、技術的支援として実施している内容を中心に、住まいの再建等に係る検討動向を紹介する。

ところで、被害の発生から住まいの再建（恒久的な住まいの確保）に向けては、図7.1のような流れとなることが一般的であるが、必要とされる応急的な住まいの種類や恒久的な住まいの確保にあたっての課題は、被災自治体の実情（人口・世帯や住宅事情、職員マンパワー等）により様々である。

このため本章では、次のような視点・構成で論じることとする。

7.1では、住宅関連データを用いて、被災自治体の人口・世帯や住宅事情等からみた特徴を整理するとともに、被災自治体の住まいの再建に向けたマンパワーとして、建築技師数を整理する。

7.2では、今回の地震の特徴である電力・上水道・都市ガスの被害と復旧時期について整理するとともに、避難者数の推移を整理する。

7.3では、応急的な住まいの確保として、建設型応急住宅や賃貸型応急住宅等の制度的特徴や供与の実態について論じる。

7.4では、恒久的な住まいの確保に向けた支援制度を整理し、住まいの自力再建が難しい者に対する災害公営住宅の供給に向けた検討状況と今後の課題等について論じる。

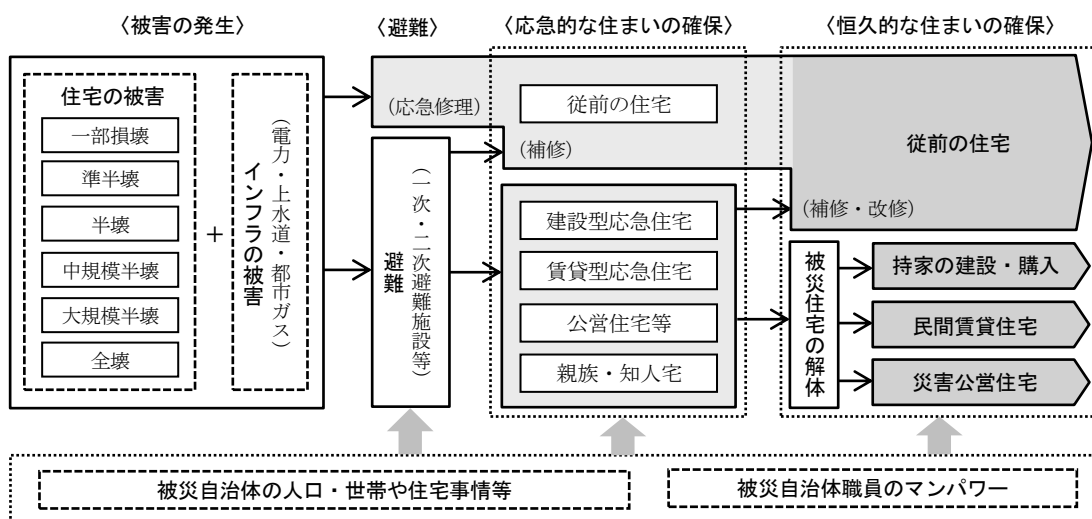


図7.1 住まいの再建に向けた流れ

なお、本章の内容は、令和6年8月末時点（一部9月当初時点）のデータや検討状況に基づく速報として位置づけられるものである。

〈直轄調査において技術的支援を行っている者一覧〉

長谷川洋	国総研 建築研究部長
藤本秀一	国総研 住宅研究部長
山口 陽	国総研 建築研究部 建築災害対策研究官
坂田昌平	国総研 住宅研究部 住宅情報システム研究官
内海康也	国総研 住宅研究部 主任研究官
牧 奈歩	国総研 住宅研究部 主任研究官
藤井利幸	建研 企画部長（前 住宅・都市研究グループ長）
村上晴信	建研 住宅・都市研究グループ長
米野史健	建研 住宅・都市研究グループ 上席研究員
田村 篤	建研 建築生産研究グループ 主任研究員
渡邊史郎	建研 建築生産研究グループ 主任研究員
北田 透	前 国総研 住宅研究部 住宅情報システム研究官

7.1 住宅関連データ等からみた被災自治体の特徴

7.1.1 住宅関連データからみた被災自治体の特徴

令和6年能登半島地震において被災した市町村のうち、7市6町^{注7.1.1-1)}（輪島市、珠洲市、穴水町、能登町、志賀町、七尾市、中能登町、羽咋市、宝達志水町、かほく市、内灘町、氷見市、新潟市）について、発災の前時点における各市町の人口・住宅ストックに関する特徴について、国勢調査および住宅・土地統計調査データをもとに把握する^{注7.1.1-2)}。

注釈

注7.1.1-1) 国土交通省住宅局が実施する住まい・集落等の復旧に係る検討業務（直轄調査）の対象となる市町。7.4.3を参照。

注7.1.1-2) 本節において用いた統計資料は、令和2年国勢調査、平成27年国勢調査、平成30年住宅・土地統計調査、平成25年住宅・土地統計調査（いずれも総務省）、「日本の地域別将来推計人口（令和5（2023）年推計）」（国立社会保障・人口問題研究所）である。なお、住宅・土地統計調査においては、統計上の制約から穴水町、宝達志水町のデータが存在しない。

7.1.1.1 被災前時点における人口・世帯の状況

(1) 年齢別人口

令和2（2020）年における各市町の年齢別人口は図7.1.1-1のとおり。七尾市の50,300人が最大であり、被災市町の人口規模は、それほど大きくはない。最小は穴水町の7,890人である。また、年齢別人口の割合は図7.1.1-2のとおり。高齢化率（65歳以上割合）は、内灘町を除く全ての市町で全国平均よりも高い。最も高いのは珠洲市の約51.7%であり、他に輪島市、穴水町、能登町を含む2市2町では、概ね50%程度の値となっている。

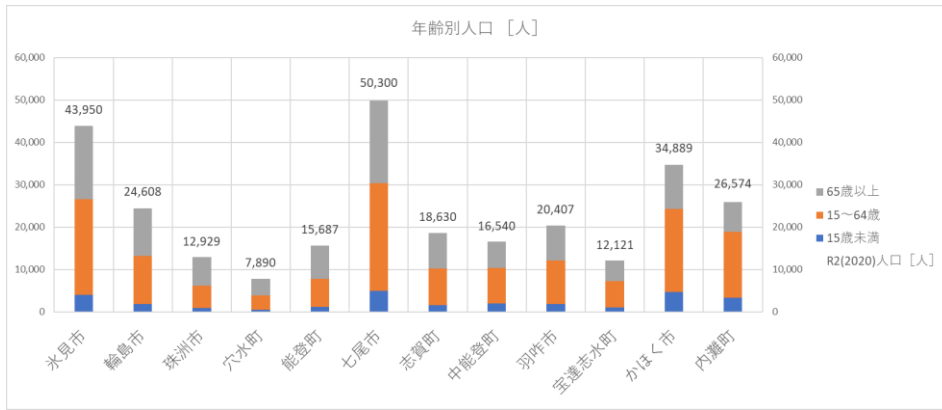


図 7.1.1-1 年齢別人口

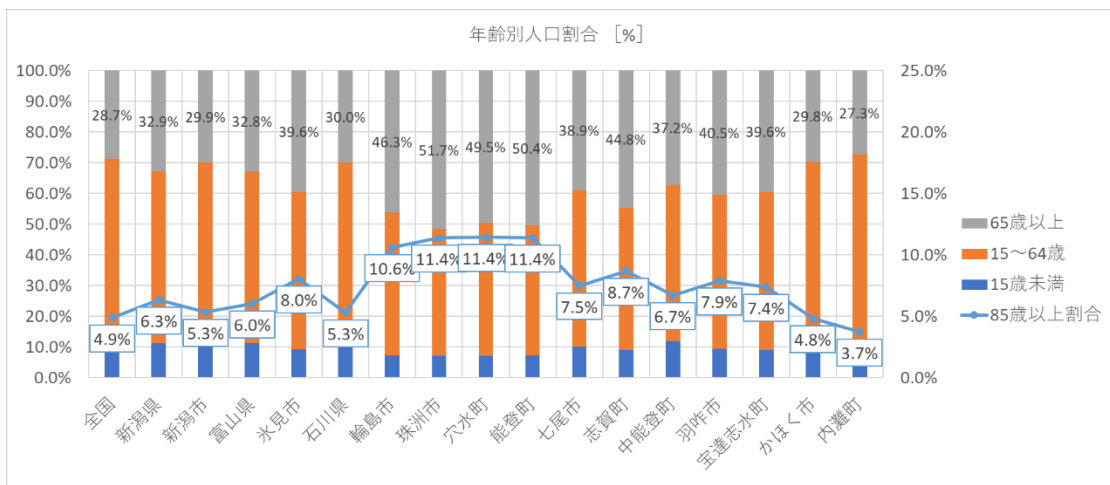


図 7.1.1-2 年齢別人口割合

(2) 人口増減率

平成 27 (2015) 年から令和 2 (2020) 年にかけての人口増減率を見ると (図 7.1.1-3)、かほく市を除く全ての市町で負の値となっており、全国平均よりも減少ペースが早くなっている。このうち、珠洲市、能登町、穴水町、輪島市、氷見市、七尾市、志賀町、宝達志水町は、-10%近い値となっており、人口減少が比較的早いペースで進行する状況にあったことがわかる。

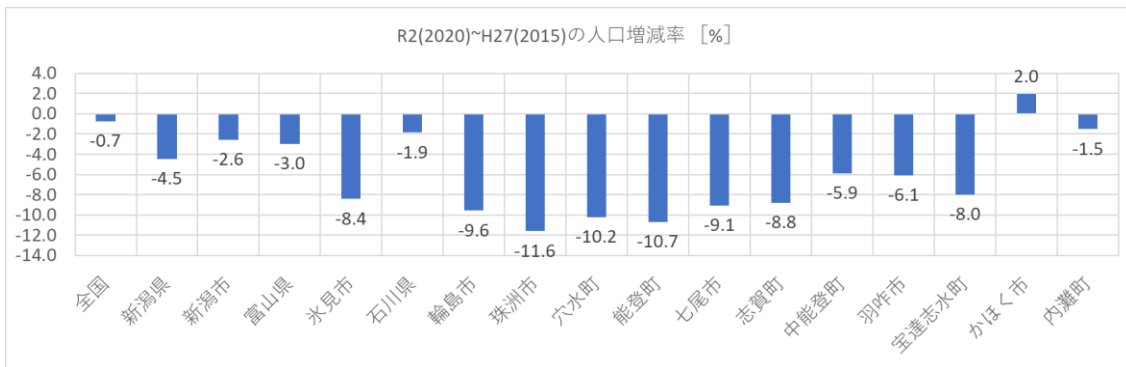


図 7.1.1-3 人口増減率

(3) 世帯増減率

同様に、世帯についても増減率を見ると（図 7.1.1-4）、人口減少に比べ負の値をとる市町は少ない。これは、世帯数の減少が主として世帯分離により緩和されている可能性を示唆している。各市町について、世帯増減率の大小関係は人口とほぼ同様だが、奥能登の 2 市 2 町で世帯減少のペースが特に早い状況にあったと言える。

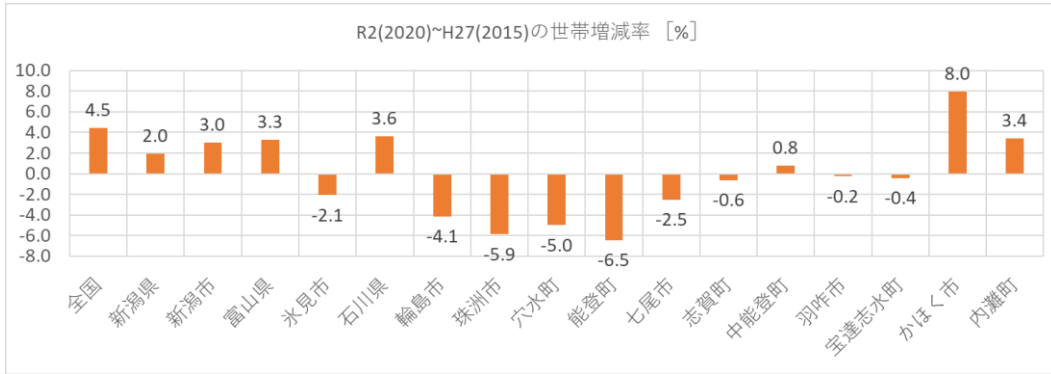


図 7.1.1-4 世帯増減率

(4) 家族型

家族型別の世帯数の割合を見ると（図 7.1.1-5）、大まかには、全国平均に比べ単独世帯の割合がやや低い傾向にある一方で、3 世代世帯を含む「その他の親族世帯」の割合が比較的高いことがわかる。また、「夫 65 歳以上かつ妻 60 歳以上の夫婦のみ世帯」や「65 歳以上単独世帯」の割合も全体として高い傾向にある。特に高齢単身世帯の割合は、珠洲市、能登町、輪島市、志賀町、穴水町で約 20%と高くなっており、住まいの再建においては留意する必要があると考えられる。

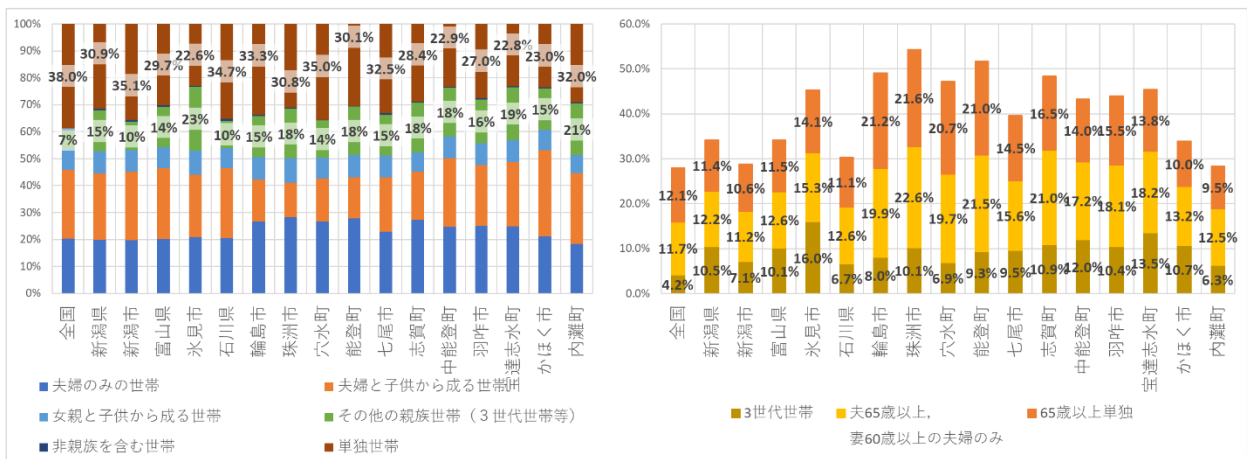


図 7.1.1-5 家族型別世帯割合

(5) 世帯の年間収入

平成 30（2018）年における世帯の年間収入について、市町における年間収入が 200 万円未満となる世帯の割合および 300 万円未満となる世帯の割合を図 7.1.1-6 に示す。これを見ると、全国平均に比較的近い値をとる市町も少なくないものの、珠洲市、能登町、輪島市では、年間収入の低い世帯の割合が全国平均よりも 13%~17%程度大きくなっていることがわかる。世帯の年間収入は、住まいの

再建、特に自力再建に大きく関わってくる要素であることから、これらの市町においては、丁寧に住民意向を把握したうえで、住まいの再建に向けた検討を進めていく必要性が高いと言える。

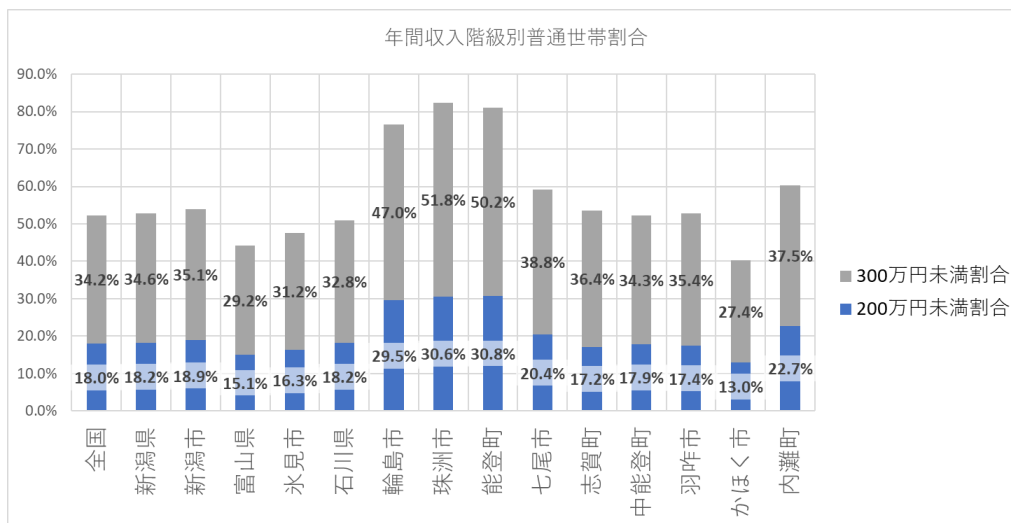


図 7.1.1-6 年間収入別世帯割合

7.1.1.2 被災前時点における住宅ストックの状況

(1) 住宅の所有の関係

住宅の所有の関係別の状況を見ると（図 7.1.1-7）、大半の市町において、持ち家に居住する世帯の割合が特に高いことがわかる。いずれの市町でも全国平均を一定程度上回っており、最も持ち家率の高い宝達志水町と中能登町、氷見市、珠洲市、能登町等では約 9 割となっている。一方、民営借家の割合は低く、被災後すぐに、市町内で賃貸型応急住宅や借上げ公営住宅を確保するのは難しい状況にあったと考えられる。

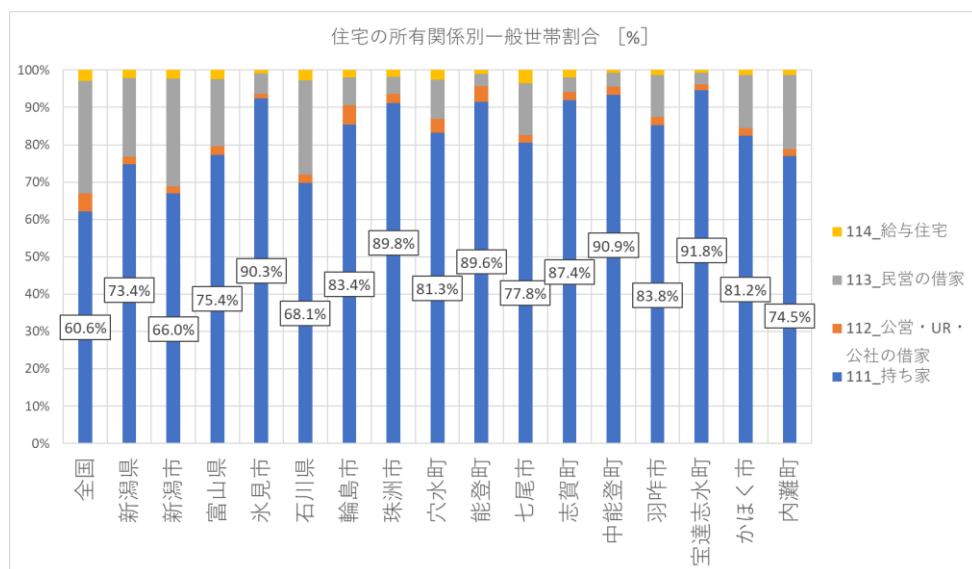


図 7.1.1-7 住宅の所有の関係別世帯割合

(2) 住宅の建て方

住宅の建て方別の状況を見ると（図 7.1.1-8）、どの市町においても、戸建て住宅が占める割合が全国平均を 10% よりも大きく上回っている。特に、珠洲市、中能登町、宝達志水町、能登町、氷見市では 9 割を超える値となっている。

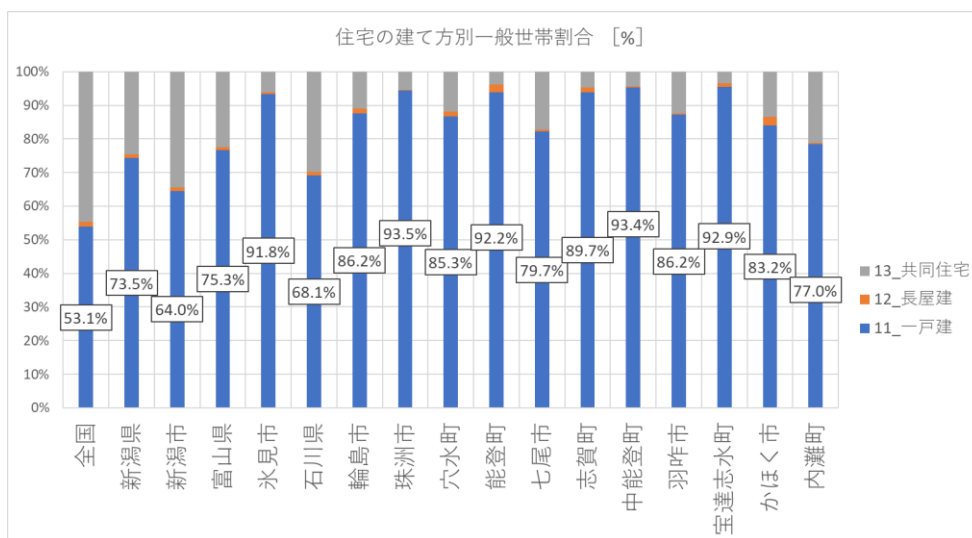


図 7.1.1-8 住宅の建て方別世帯割合

(3) 住宅の構造

住宅の構造について見ると（図 7.1.1-9）、どの市町においても、木造が占める割合が全国平均を大きく上回っている。特に、中能登町、能登町、珠洲市では約 95%以上と極めて高い値となっている。

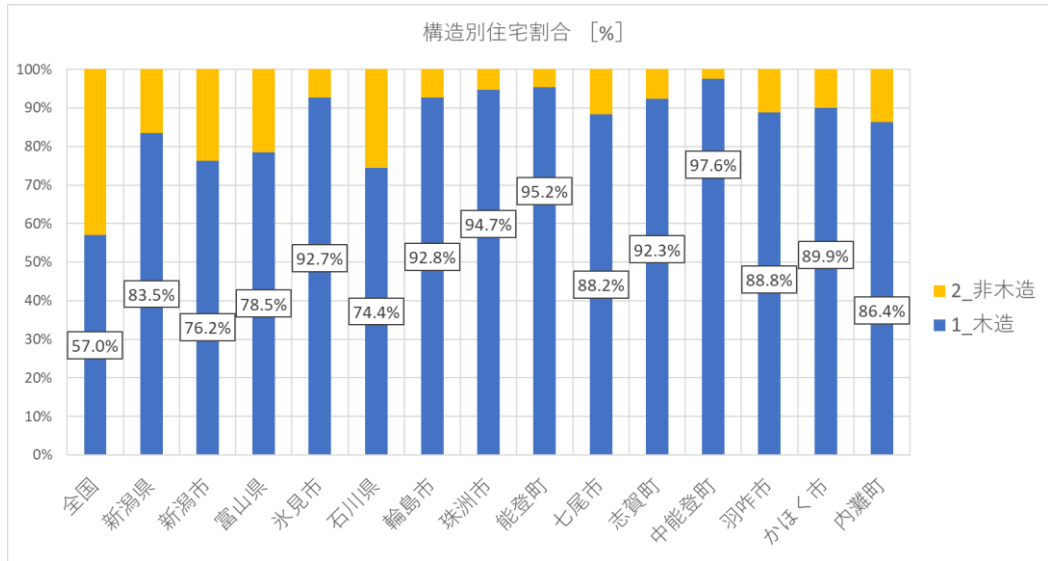


図 7.1.1-9 住宅の構造別住宅割合

(4) 高齢者世帯の居住する住宅の延べ床面積

高齢者世帯（65歳以上の単身世帯および65歳以上の夫婦世帯）の居住する住宅の延べ床面積について図 7.1.1-10 に示す。1住宅あたり平均延べ床面積を見ると、どの市町においても全国平均を大きく上回っている。また、150㎡以上の規模の大きい住宅が占める割合が高い。この傾向は、珠洲市、氷見市、志賀町、輪島市、能登町、中能登町等をはじめとして、被災市町に概ね共通している。

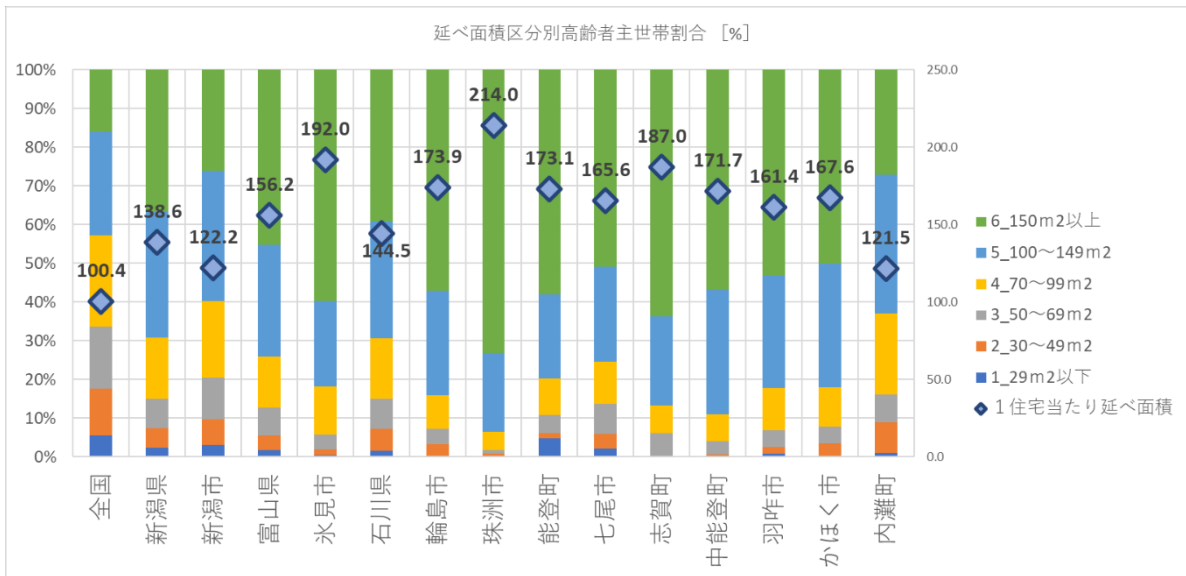


図 7.1.1-10 高齢者世帯の居住する住宅の延べ床面積別住宅割合

(5) 住宅の建築の時期

住宅の建築の時期別の割合について図 7.1.1-11 に示す。政令市である新潟市を除くと、どの市町においても、築 30 年以上といった比較的古い住宅が多いことがわかる。特に、1980 年以前の住宅が占める割合について見ると、珠洲市では約 64.7%、能登町で約 61.1%、輪島市で約 55.7%、中能登町で約 51.0%と、特に高い値となっている。これは、木造住宅の被害戸数が大きいことの 1 つの要因になっていると考えられる。

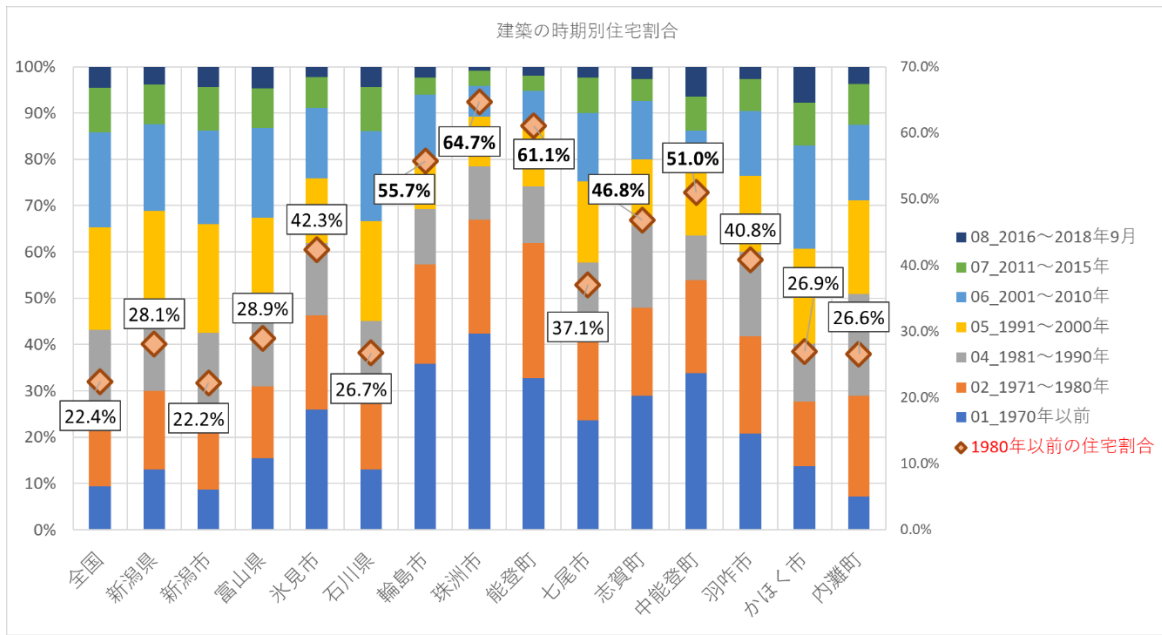


図 7.1.1-11 住宅の建築の時期別住宅割合

ここまでに見てきた図 7.1.1-7～図 7.1.1-11 から考えると、能登半島地震における被災市町においては、大きな傾向として「持ち家」、「戸建て」、「木造」であり、「規模が大きく」、「古い」住宅が多い傾向にあったと考えられる。このことは、今回被害の特徴の一つの要因となっているとともに、今後のまちづくりや住宅供給における復旧・復興に向けて十分に考慮すべき点であると考えられる。

(6) 空き家

空き家の種類別の空き家率について図 7.1.1-12 に示す。多くの市町村で全国平均よりも高い空き家率となっている。かほく市、内灘町では空き家率が比較的低いが、この他の石川県の市町では全国平均よりも 4%～15%程度高くなっている。

また、被災市町では、いわゆるその他空き家が占める割合が高くなっている。その他空き家の総住宅数に対する割合は、全国では約 5.6%であるのに対し、たとえば能登町では約 20.4%、輪島市では約 18.8%、珠洲市で約 17.9%となるなど、相当程度高くなっている。

一方、賃貸用の空き家の割合は新潟市を除きどの市町でも全国値よりも低くなっており、珠洲市や中能登町では 2%を下回っている。このため、応急仮設住宅の整備に際しては、賃貸型応急住宅の形での供給は難しい状況にあったと推察される。

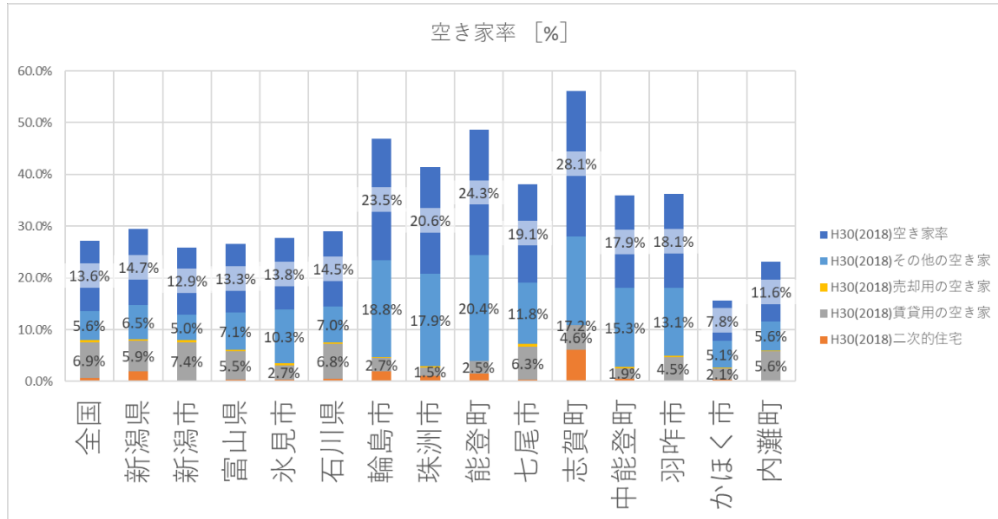


図 7.1.1-12 空き家の種類別空き家率

7.1.1.3 過去の大規模災害における人口・世帯の状況との比較

令和 6 年能登半島地震の被災 7 市 6 町における、被災前時点の人口および世帯の増減傾向について、過去に発生した大規模災害を被災した市町村と比較した結果を図 7.1.1-13 に示す。ここでは、平成 30 年西日本豪雨、平成 28 年熊本地震、平成 23 年東日本大震災を比較対象とした。

これを見ると、今般の能登半島地震の被災市町村において、過去の大規模災害における被災市町村よりも、人口減少および世帯減少がさらに進行している状況が見取れる。たとえば奥能登の 2 市 2 町では、東日本大震災を被災した大槌町よりも人口減少率が 3~5%程度、世帯減少率が 2~4%程度低くなっており、人口減少・世帯減少局面としては、かなり厳しい局面にあると言える。

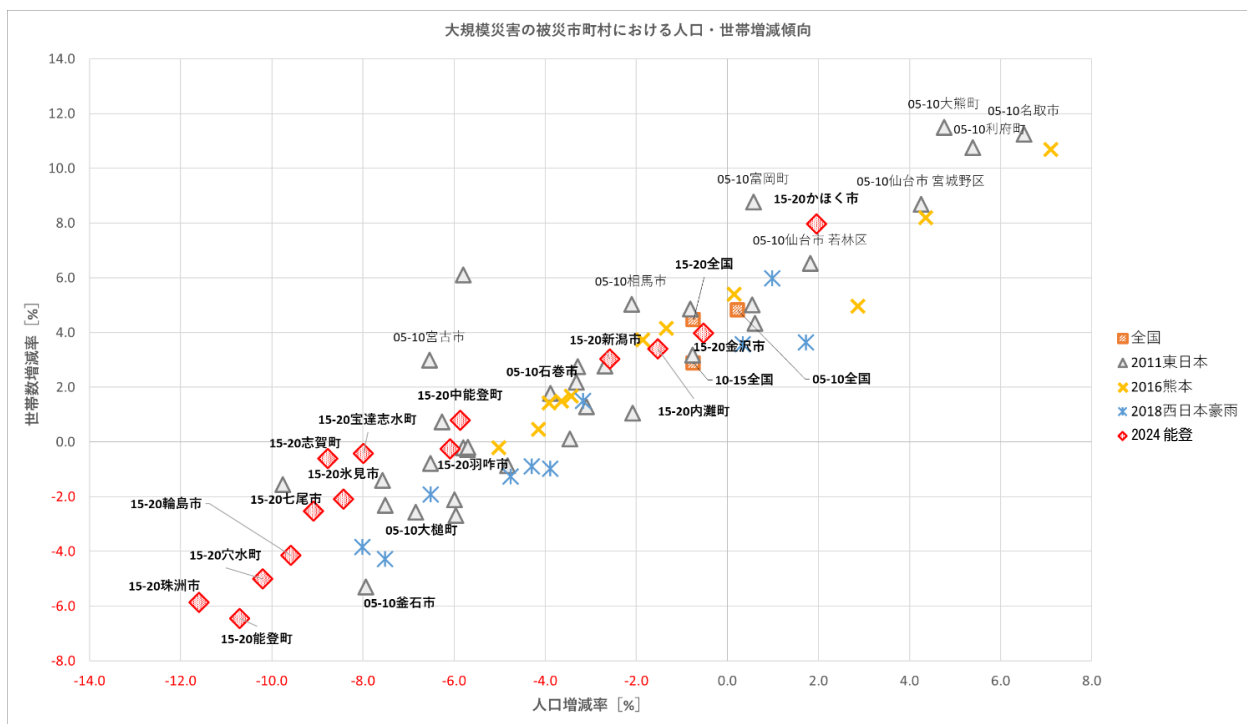


図 7.1.1-13 大規模災害の被災市町村における人口・世帯の増減傾向

東日本大震災においては、全国平均と比べ人口減少が進んでいる地域が多く被災し、住まいの復興に向けた取り組みにおいても、将来的な人口減少・世帯減少にどのように対応すべきかが重要な検討課題となった経緯があるが、能登半島地震においては、さらに厳しい状況から住まいの復興に取り組まなければならないことに十分配慮する必要がある。

7.1.1.4 将来の人口特性

能登半島地震の被災市町における中長期的な将来の人口特性について、国立社会保障・人口問題研究所が公表している「日本の地域別将来推計人口（令和5（2023）年推計）」により把握することができる。これによると、先述のうち新潟市を除く6市6町のうち、2050年人口が2020年人口の5割未満となるのは2市3町、5～6割程度となるのが3市2町、8割程度以上となるのが1市1町となっている。

人口減少のペースが比較的緩やかと推計される市町は、かほく市、内灘町であり、金沢市近郊の市町である。かほく市の人口ピラミッドの推移を見ると（図7.1.1-14）、年齢別人口のピークが高齢化するため高齢化率は向上するものの、年代間の偏りはあまり大きくはならず、比較的安定して推移していくことが見込まれる。

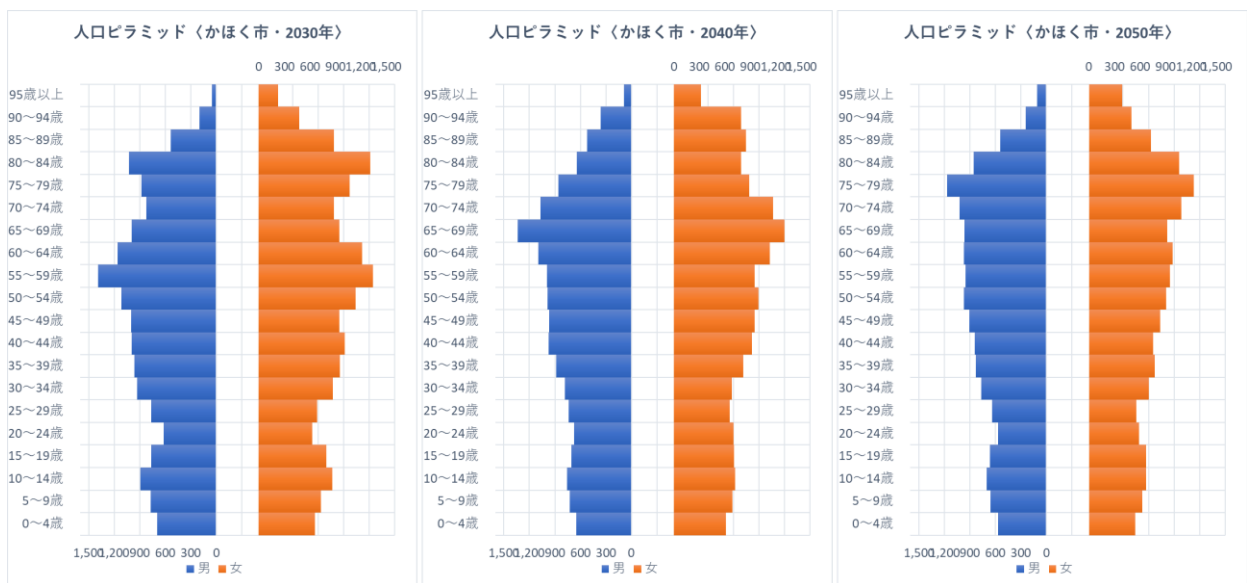


図 7.1.1-14 将来人口の推移（かほく市）

人口が5～6割程度になると推計される市町は、七尾市、羽咋市、宝達志水町、中能登町の中能登地域の市町と氷見市である。このうち七尾市の人口ピラミッドの推移を見てみると（図7.1.1-15）、2030年時点で年齢別人口のピークとなっている80～85歳が減少するとともに、ピークがやや年少側にシフトしている。このほかにも全ての年齢で人口は減少する傾向にある。

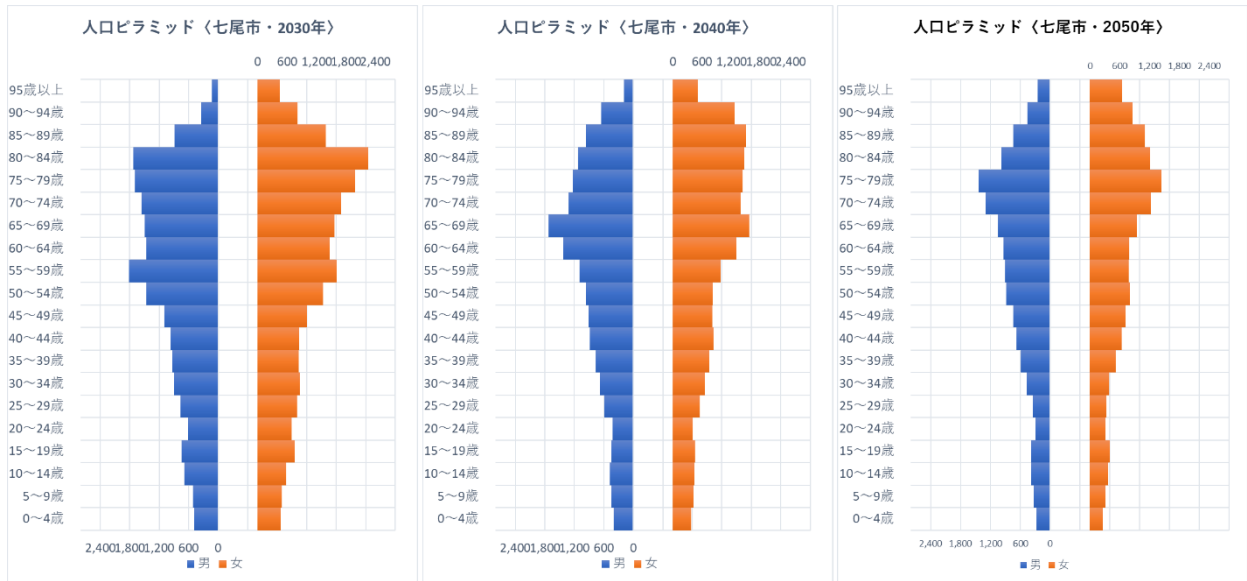


図 7.1.1-15 将来人口の推移（七尾市）

人口が半分以下になると推計される市町は、輪島市、珠洲市、穴水町、能登町、志賀町の奥能登地域の市町である。このうち珠洲市の人口ピラミッドの推移を見てみると（図 7.1.1-16）、人口減少の程度が比較的大きいように見える。2030年の時点で高齢化率が高くなっており、また高齢者人口がピークアウトした後にあっても、若年人口等の増加は見込まれず、2050年にはさらに全体の人口が減少する推計となっている。

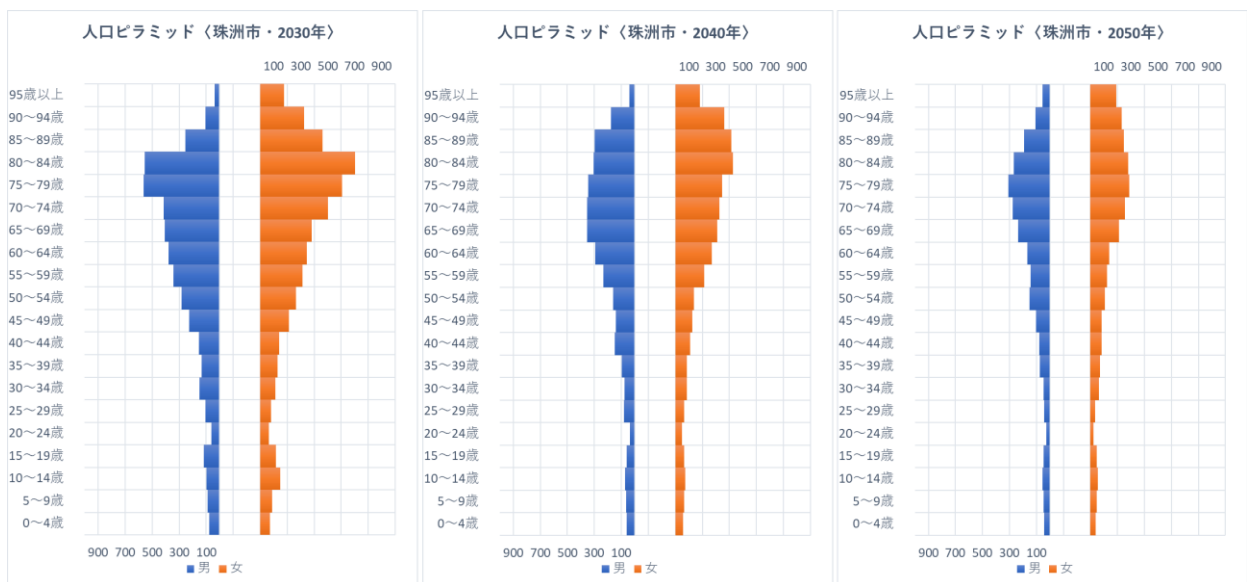


図 7.1.1-16 将来人口の推移（珠洲市）

以上を踏まえると、能登半島地震による被災地においては、人口・世帯および住宅に関する被災前の状況を踏まえるとともに、被災後の状況、とりわけ今後の住民意向を十分に把握したうえで、将来的な住宅需要も見据えつつ、住まいの復興に向けた方策を検討していくべき状況にあると言える。

7.1.2 被災自治体の建築技師数

災害救助法が適用された新潟県、富山県、石川県及び福井県の47自治体における、令和5年4月1日現在の建築技師数を集計したものが表7.1.2-1である。また、自治体属性（市・町村の別及び市の人口規模の別）別に建築技師数を集計したものが表7.1.2-2である。人口規模は「住民基本台帳に基づく人口、人口動態及び世帯数調査（2023年）」による令和5年1月1日現在のものである。

建築技師数は全体では「0人」が最も多く12自治体を占める。以下、「3～4人」（9自治体）、「1～2人」（8自治体）、「5～9人」と「20人以上」（各7自治体）となる。被災自治体の1/4程度は建築技師がおらず、また6割以上は建築技師数5人未満である。自治体属性と建築技師数の関係をみると、町村では「0人」が多い。市では、人口規模が3万人未満では「1～2人」又は「3～4人」、3万人以上5万人未満でも「1～2人」が最も多いが、「5～9人」まで幅広く分布する。5万人以上10万人未満になると「5～9人」が最も多くなり、10万人以上では「10人以上」となる。令和6年能登半島地震の被災市町村の6割以上（30/47自治体）が人口規模5万人未満であるが、これらの小規模自治体では建築技師がいない、又は、非常に少ない状況であることが示される。なお、被災市街地復興特別措置法第21条に規定する住宅被災市町村として9市町（表7.1.2-1の※印付き）が指定されたが、4町は建築技師が0人であり、特に被害規模の大きかった輪島市や珠洲市でも各4人となっている。

表 7.1.2-1 災害救助法が適用された自治体における建築技師数 ^{7.1.2-1}

新潟県 (13市1町)		富山県 (9市3町1村)		石川県 (10市7町)		福井県 (3市)	
新潟市 ※	83	富山市	50	金沢市	69	福井市	48
長岡市	28	高岡市	21	七尾市 ※	6	あわら市	4
三条市	8	氷見市 ※	2	小松市	15	坂井市	7
柏崎市	13	滑川市	4	輪島市 ※	4		
加茂市	2	黒部市	2	珠洲市 ※	4		
見附市	1	砺波市	0	加賀市	15		
燕市	7	小矢部市	2	羽咋市	2		
糸魚川市	3	南砺市	0	かほく市	2		
妙高市	6	射水市	4	白山市	10		
五泉市	3	舟橋村	0	能美市	5		
上越市	29	上市町	3	津幡町	1		
佐渡市	8	立山町	4	内灘町 ※	0		
南魚沼市	0	朝日町	0	志賀町 ※	0		
出雲崎町	0			宝達志水町	0		
				中能登町	0		
				穴水町 ※	0		
				能登町 ※	0		

注) 単位は人。※印の自治体は、被災市街地復興特別措置法第21条に規定する住宅被災市町村

表 7.1.2-2 自治体属性別の建築技師数

自治体属性	0人	1～2人	3～4人	5～9人	10～19人	20人以上	合計
町村	8 (80)		2 (20)				10
市 ～3万人未満	1 (14)	3 (43)	3 (43)				7
市 3～5万人	2 (15)	5 (38)	3 (3)	3 (23)			13
市 5～10万人	1 (13)		1 (13)	4 (50)	2 (25)		8
市 10～20万人					2 (50)	2 (50)	4
市 20万人以上						5 (100)	5
合計	12 (26)	8 (17)	9 (19)	7 (15)	4 (9)	7 (15)	47

注) ()内の数値は、各自体属性の合計に占める割合 (%)

参考文献

7.1.2-1) 「令和5年 地方公共団体定員管理調査結果」(令和6年3月、総務省自治行政局公務員部給与能率推進室)

7.2. インフラ被害の復旧と避難者の推移

7.2.1 電力、上水道、都市ガスの回復状況

(1) 電力の回復状況

令和6年能登半島地震に伴う停電戸数の推移を図7.2.1-1に示す。停電戸数は、1月1日21時時点で約33,300戸であったのが、1週間後の1月8日12時時点では約18,000戸となり、1ヶ月後の2月1日12時時点では約2,300戸となった。2ヶ月後の3月1日12時時点では停電戸数は約570戸になり、3月15日までに「お客さま設備の健全性の確認ができていない場合等を除き、復旧」とされている。

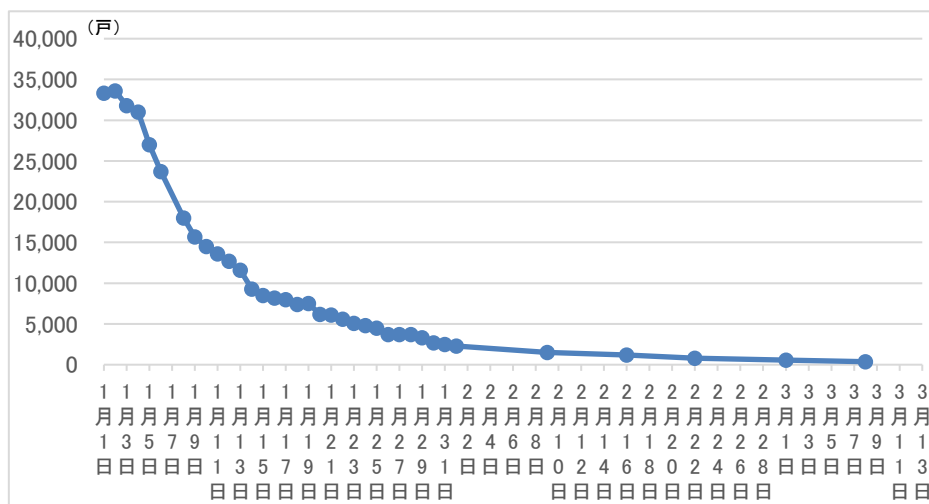


図 7.2.1-1 停電戸数の推移 7.2.1-1

(2) 上水道の回復状況

令和6年能登半島地震に伴う断水戸数の推移を図7.2.1-2に示す。断水戸数は、1月3日14時30分時点で110,801戸以上であった。1ヶ月後の2月1日14時時点では40,890戸となり、2ヶ月後の3月1日14時時点では18,880戸となった。5月28日14時時点で2,030戸となり、5月31日時点において、早期復旧が困難な地区を除いて、断水解消とされている。

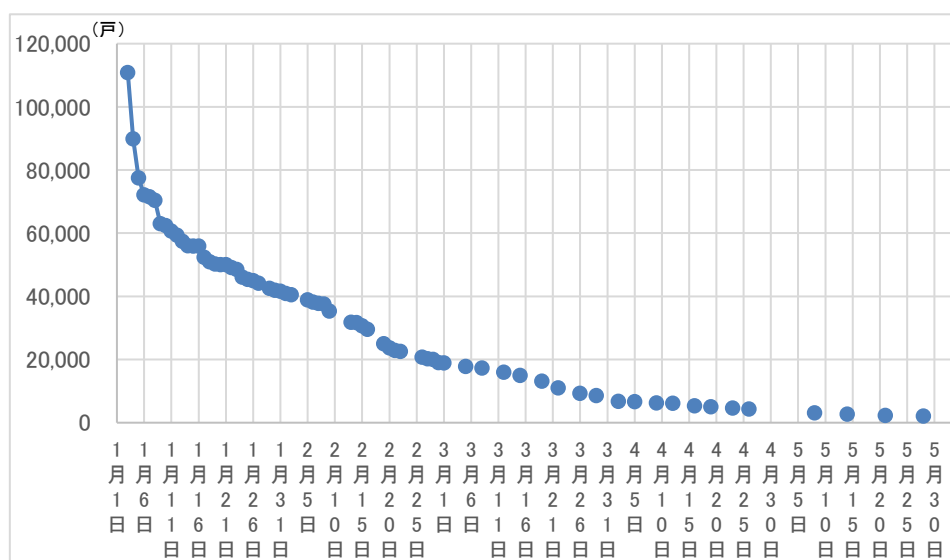


図 7.2.1-2 断水戸数の推移 7.2.1-2

注) 1月3日は110,801戸以上とあるのを110,801戸として、1月4日は89,795戸以上となるのを89,795戸として作成。

(3) 都市ガスの回復状況

都市ガスについては、導管被害により 148 戸の供給支障が生じたが、1 月 4 日中に全て供給を再開した 7.2.1-3。

参考文献

7.2.1-1) 北陸電力公表資料「停電状況および電力設備の被害状況」

https://www.rikuden.co.jp/nw_press/saigai.html

7.2.1-2) 厚生労働省公表資料「石川県能登地方を震源とする地震による被害状況等について」及び国土交通省公表資料「令和 6 年能登半島地震における被害と対応について」

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_37198.html

https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240401_3.html

7.2.1-3) 「令和 6 年能登半島地震の対応状況等について (2024 年 3 月 11 日経済産業省産業保安グループガス安全室)」

https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/gas_anzen/pdf/030_04_00.pdf

7.2.2 避難者数

(1) 石川県の避難所開設数と避難者数

石川県における避難所開設数と避難者数を図 7.2.2-1 と 7.2.2-2 に示す。1 次避難所については、内訳を能登北部、能登南部、加賀に分けて示す。県の被害報告を基にしており、広域避難所は 1 次避難所に含めて集計した 7.2.2-1。

これによると、県内の 1 次避難所は、1 月 4 日朝に最大の避難者数 34,173 人に達し、1 月初めの避難所開設数は最大 400 カ所を超えた。なお、加賀地方では一時的に 1.4 万人を超える避難者がいたが、急激に減少している。1 月 8 日に石川総合スポーツセンターメインアリーナが 1.5 次避難所として開設された。翌 9 日には、環境の整ったホテル・旅館等への 2 次避難施設へ移動するための受付窓口が開設され、最大 5,275 人 (2 月 16 日) が 2 次避難所に避難した。

8 月末までに順次 1 次避難所は閉鎖され、9 月 5 日時点で、珠洲市、輪島市、志賀町、七尾市の 4 市町において開設されており、広域避難所を合わせて 33 カ所、避難者数 371 人に、また、1.5 次避難所は 1 カ所 12 人、2 次避難所は 41 カ所 213 人となっている。

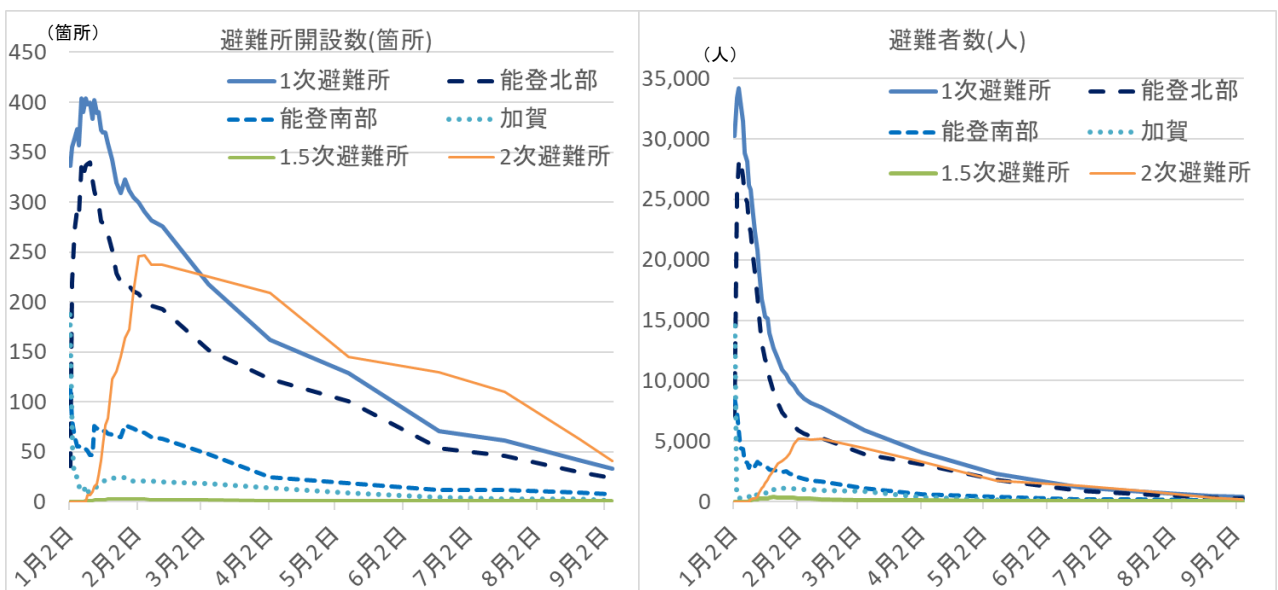


図 7.2.2-1 石川県における避難所開設数 7.2.2-1

図 7.2.2-2 石川県における避難者数 7.2.2-1

(2) 富山県の避難所開設数と避難者数

富山県の1次避難所は最大で417カ所開設された。津波警報の影響もあり、避難者は一時的に約15,000人に達した。その後、高岡市、氷見市、射水市などを中心に避難所開設が継続され、1月3日の朝には43カ所490人となり、1月26日にすべて閉鎖された。7.2.2-2

(3) 新潟県の避難所開設数と避難者数

新潟県の1次避難所についても、当日夜にかけての津波避難のために、各市町村が把握している最大数は、開設912カ所、避難者数38,025人にのぼる。その後、新潟市を中心に避難所開設が継続され、1月3日の午後には9カ所32人となり、4月にはすべて閉鎖された。7.2.2-3

参考文献

7.2.2-1) 「被害報告」資料（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/202401jishin-taisakuhonbu.html#higai>

7.2.2-2) 「災害対策本部会議」資料及び「復旧・復興本部員会議」資料（富山県 HP）

<https://www.pref.toyama.jp/documents/38084/dai4kaisaigaitaisaku.pdf>

<https://www.pref.toyama.jp/documents/39844/dai3kaifukkyuufukkou.pdf>

7.2.2-3) 「災害対策本部会議」資料及び「令和6年能登半島地震を踏まえた防災対策検討会」資料（新潟県 HP）

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/kikitaisaku/240101notojishin-higai-to40.html>

https://www.pref.niigata.lg.jp/uploaded/life/691138_2087596_misc.pdf

7.3 応急仮設住宅の供与

住宅被災者のうち、自らの資力では住宅を確保することができない者に対して、災害救助法第4条第1項の規定に基づき、応急的な住まいが供与されている。災害発生後に緊急に建設して供与する「建設型応急住宅」、民間賃貸住宅を借り上げて供与する「賃貸型応急住宅」が中心であるが、公営住宅等の空室の提供なども行われている。

応急仮設住宅の供与の対象者は、①住宅が全壊、全焼又は流失し、居住する住宅がない者、②半壊（「中規模半壊」、「大規模半壊」を含む。）であっても、住宅として再利用できず、やむを得ず解体を行う者となる。ただし、被害の特に大きかった石川県では、③二次災害等により住宅が被害を受けるおそれがある、ライフライン（水道、電気、ガス、道路等）が途絶している、地滑り等により避難指示等を受けているなど、長期にわたり自らの住宅に居住できないと市町長が認める者、④住宅の応急修理制度を利用する者のうち、修理に要する期間が1か月を超えると見込まれる者（半壊以上の被害を受け、他の住まいの確保が困難な者に限る。）なども対象とされている。

7.3.1 建設型応急住宅の供与

災害救助法が適用された被災4県のうち石川県内において建設型応急住宅が供与されている。

応急仮設住宅の供与期間は、建設型応急住宅の場合は完成した日から原則2年以内（災害時に借家・公営住宅に居住していた者は完成した日から1年以内。応急修理制度を併用する場合は発災日から原則6か月以内）であるが、恒久的な住まいの確保などの個々の事情を勘案し、適宜、供与期間の延長等の判断が行われる可能性がある。

(1) 建設型応急住宅のタイプ

建設型応急住宅は県により建設されるが、被災者及び市町の意向を踏まえたうえで、各市町の用地の状況、応急仮設住宅の供給能力、優先度等を勘案し、①従来型（プレハブ・トレーラーハウス等）、②木造・まちづくり型、③木造・ふるさと回帰型の3種類が供給されている（写真 7.3.1）。



従来型・プレハブ（内灘町内）



従来型・トレーラーハウス（志賀町内）



木造・まちづくり型（輪島市内）



木造・ふるさと回帰型（穴水町内）

写真 7.3.1 建設型応急住宅のタイプ

①従来型は、提供期間終了後は撤去することを原則とし、学校のグラウンドや公園等の公有地に杭を木杭とした長屋型のプレハブ、トレーラーハウス等の移動式の応急仮設住宅を整備するものである。②と③はいずれも、提供期間終了後は市町営住宅（単独住宅）として長期的に活用することを見据えて、RC 基礎の木造応急仮設住宅として建設するものである。両者の違いは、②まちづくり型は、里山里海景観に配慮した新たなまちを整備することを目的に、市街地や市街地近郊のまとまった空地等に長屋型で一定戸数の団地として建設する方式である。これに対し、③ふるさと回帰型は、賃貸型応急住宅等で生活する被災者がふるさとに回帰することを目的とし、被災前の集落内の空地等に戸建風で建設する方式である。土地は市町への寄付が基本であり、土地選定や土地所有者との合意のため、入居までに時間を要する一方、将来にわたり被災前の集落等に住み続けることができるメリットがある。

(2) 進捗状況

令和 6 年 8 月 27 日現在の市町別の建設型応急住宅の進捗状況は表 7.3.1-1 に示すとおりである。

能登地域を中心に 4 市 6 町で合計 6,772 戸（181 団地）の建設に着手しており、うち 5,925 戸（151 団地）が完成し、被災者に供与されている。自治体別には、輪島市と珠洲市での建設戸数が突出して多く、輪島市 2,897 戸（52 団地）、珠洲市 1,608 戸（49 団地）である。以下、七尾市 575 戸（16 団地）、能登町 571 戸（18 団地）、穴水町 532 戸（20 団地）、志賀町 393 戸（11 団地）と続く。

タイプ別の着工戸数は、従来型が 5,150 戸（138 団地）で約 76%と 3/4 以上を占める。まちづくり型は 1,589 戸（36 団地）、約 23%であり、うち 1,102 戸が輪島市で着工されている。ふるさと回帰型は令和 6 年 8 月 27 日現在、33 戸（4 団地）で、穴水町の 6 戸が完成している。

こうした建設着手戸数及び竣工戸数の推移をみると、図 7.3.1-1 に示すとおり、令和 6 年 1 月 12 日より着工が始まり、1 月 31 日に最初の 18 戸が完成し、現在に至っている。

表 7.3.1-1 建設型応急住宅の進捗状況（令和 6 年 8 月 27 日現在） 7.3.1-1

	着工								竣工							
	従来型		まちづくり型		ふるさと回帰型		合計		従来型		まちづくり型		ふるさと回帰型		合計	
	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地	戸数	団地
七尾市	575	16					575	16	526	14					526	14
輪島市	1,795	35	1,102	17			2,897	52	1,795	35	956	14			2,751	49
珠洲市	1,317	35	288	13	3	1	1,608	49	975	26	176	8	0	0	1,151	34
羽咋市	67	2					67	2	67	2					67	2
内灘町	75	5			20	1	95	6	75	5			0	0	75	5
宝達志水町					4	1	4	1					0	0	0	0
志賀町	216	6	177	5			393	11	216	6	16	1			232	7
中能登町	30	3					30	3	20	2					20	2
穴水町	504	18	22	1	6	1	532	20	504	18	22	1	6	1	532	20
能登町	571	18					571	18	571	18					571	18
合計	5,150	138	1,589	36	33	4	6,772	181	4,749	126	1,170	24	6	1	5,925	151

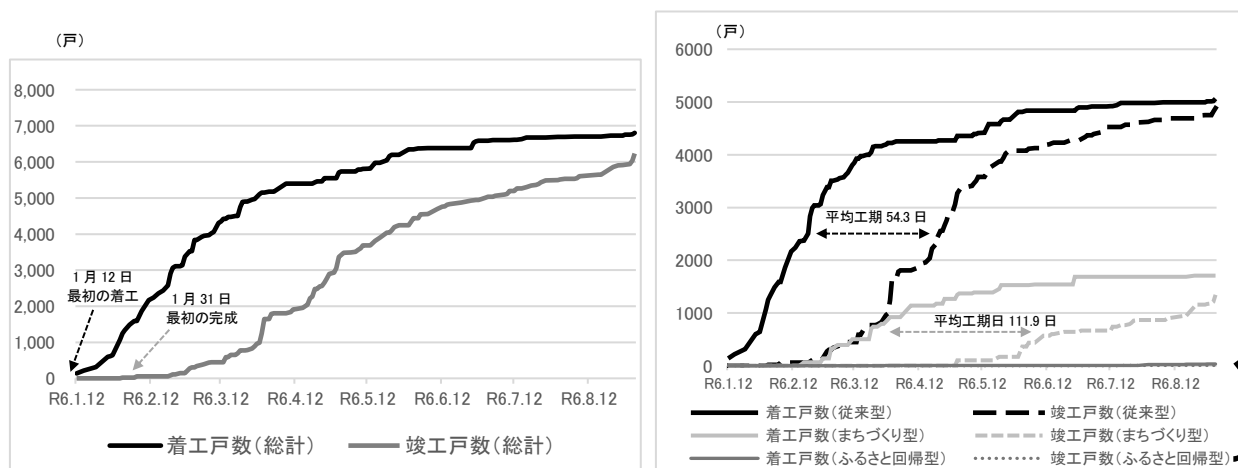


図 7.3.1-1 建設着手戸数及び竣工戸数の推移 7.3.1-1 図 7.3.1-2 タイプ別の着手・竣工戸数の推移 7.3.1-1

また、図 7.3.1-2 は、タイプ別の建設着手戸数及び竣工戸数の推移を示したものである。従来型は 1 月 12 日に最初の着工が行われ、3 月前半にかけて着工数が大幅に増加し、5 月前半に大半が完成している。まちづくり型は 2 月 17 日に最初の着工があり、5 月前半にかけて着工数が緩やかに増加している。ふるさと回帰型の最初の着工は 3 月 27 日である。なお、各タイプの平均工期は、従来型が最も短く 54.3 日であり、まちづくり型は 111.9 日で従来型の約 2 倍となる。ふるさと回帰型は（1 団地の実績ではあるが）112.0 日でまちづくり型とほぼ同じである。

このように、各タイプの建設段階をみると、第一段階として、公有地に①従来型で迅速な供給が行われ、第二段階として、まちづくりや集落再生の観点からみた適地に②木造・まちづくり型、③木造・ふるさと回帰型が供給されるのが一般的といえる。このため、表 7.3.1-1 において完成率が低かった自治体は、第二段階として供給される、②木造・まちづくり型、③木造・ふるさと回帰型の割合が相対的に高い自治体を中心であるといえる。

(3) 生産体制

建設型応急住宅は、表 7.3.1-2 に示すとおり、県と各関係団体との「災害時における応急仮設住宅の建設に関する基本協定」に基づき供給されている。(一社)プレハブ建築協会は、早期の建設型応急住宅の提供に向けて全 47 都道府県と応急仮設住宅建設協定を締結しており、石川県とは平成 7 年 3 月 24 日に協定を締結していた。これに加えて、被災直後の 1 月 4 日に (一社) 日本ムービングハウス協会と協定が締結され、その後も順次各団体が石川県と協定を結び、2 月末までに様々な団体 (以下「協定団体」という。) が各タイプの応急仮設住宅を供給する体制が整備された。

表 7.3.1-2 石川県と各建築関係団体との
応急仮設住宅の建設に関する基本協定 7.3.1-2

団体名	締結日
(一社)プレハブ建築協会(プレ協)	平成 7 年 3 月 24 日
(一社)日本ムービングハウス協会(MH)	令和 6 年 1 月 4 日
(一社)日本 RV・トレーラーハウス(TH)	令和 6 年 1 月 18 日
(一社)石川県木造住宅協会(木住協)	令和 6 年 1 月 18 日
(一社)全国木造建設事業協会(全木協)	令和 6 年 1 月 18 日
(一社)日本ログハウス協会(LH)	令和 6 年 2 月 16 日
(一社)石川県建団連(建団連)	令和 6 年 2 月 16 日
(一社)日本モバイル建築協会(M 建協)	令和 6 年 2 月 29 日
(一社)日本木造住宅産業協会	令和 6 年 2 月 29 日

(4) 住戸の仕様及び団地計画

建設型応急住宅のタイプは様々であるが、住戸の仕様にはタイプ別に差異はない。いずれのタイプも、住戸規模は世帯人数に応じて 20 m² (1~2 人用)、30 m² (2~4 人用)、40 m² (4 人以上) で、温熱環境の寒冷地仕様 (断熱材、窓は断熱サッシ等) やバリアフリー (玄関前スロープを設置、部屋間の段差解消・手すり設置) 等に配慮されている。

また、団地計画に関しては、20 戸以上 50 戸未満の団地には、40 m²程度の談話室を 1 ヶ所、50 戸以上の団地には、90 m²程度の集会所を 1 ヶ所設置することが基本とされている。

参考文献

7.3.1-1) 「応急仮設住宅の進捗状況 (令和 6 年 8 月 27 日現在)」(石川県 HP)

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/saigai/r6oukyuukasetsujuutaku.html>

7.3.1-2) 「民間との災害応援協定の締結状況 (令和 6 年 4 月 1 日現在)」(石川県 HP 資料)

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/bousai/documents/20240401kyouteitiran.pdf>

7.3.2 賃貸型応急住宅の供与

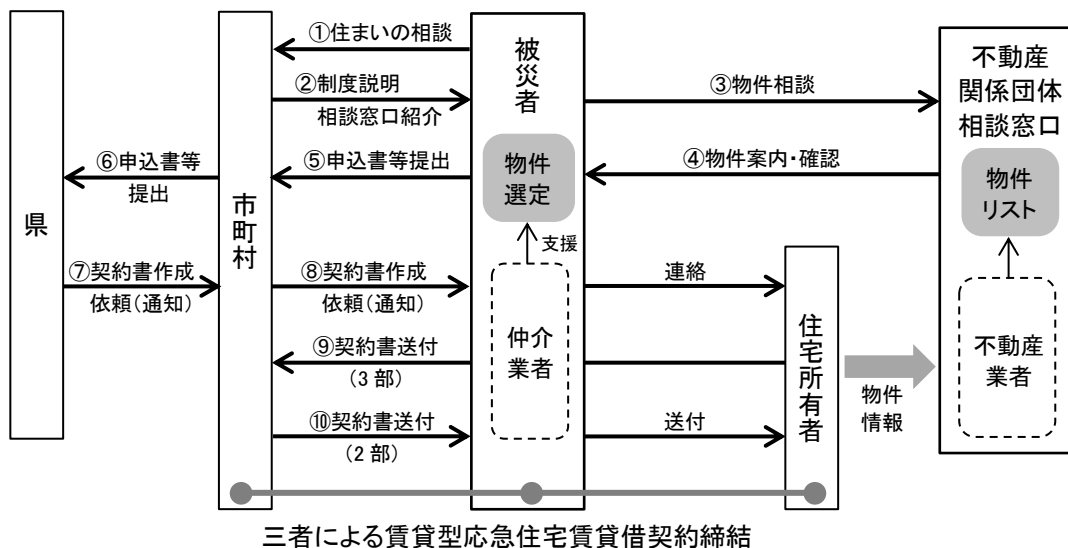
(1) 賃貸型応急住宅の制度概要

民間賃貸住宅を借り上げて応急仮設住宅として供与する事業を進めるため、国土交通省では発災直後から 1 月 2 日にかけて不動産 (賃貸) 関係団体に協力要請を行い、災害救助法が適用された被災 4 県のうち、新潟県、富山県、石川県で賃貸型応急住宅の供与が行われている (石川県及び富山県では 1 月 5 日より、新潟県では 1 月 17 日より受付開始)。また、国土交通省では、1 月 9 日より賃貸型応急住宅の供与に係る問合せ先等を省 HP において提供している。

賃貸型応急住宅の供与の手順は図 7.3.2 に示すとおりである。市町村を通じて紹介された不動産団体相談窓口等で物件の案内を受けるなどして、被災者が自ら物件を選定して市町村に申し込み、県か

らの契約書作成依頼の通知後に市町村（借主）・貸主及び被災者（入居者）の三者による契約を締結するのが基本形となる。なお、被災者が不動産事業者等を通じて貸主と二者契約を締結して入居後に賃貸型応急住宅制度の申し込み手続きを行い、市町村を含めた三者契約に切り替えることも可能である。

なお、今般の令和6年能登半島地震の被災県で採用されている契約方式は、市町村が借主となっている点が特徴であり、県が借主となっていた東日本大震災（岩手県・宮城県・福島県）や熊本地震（熊本県）の場合とは制度運用が異なっている。



三者による賃貸型応急住宅賃貸借契約締結

図 7.3.2 賃貸型応急住宅の供与の手順 7.3.2-1

注) 新潟県、富山県、石川県のHP情報（参考文献7.3.2-1）から共通的な制度として整理したものである。

(2) 対象住宅の条件

賃貸型応急住宅の対象となる住宅の条件は、①1ヶ月あたり家賃額が所定の金額以下であるもの（所定額を超過するものは認められず、超過分を個人負担することも不可）、②貸主から同意を得ているもの、③不動産事業者（仲介業者）が斡旋したもの、④耐震性が確保されているもの（原則昭和56年6月1日以降に建設されたもの）とされている。このうち、①の対象住宅の家賃額は、各県が地域の実情（実勢家賃）等を踏まえて定めるものとなっているため、各県の家賃上限額を比較したものが表7.3.2-1である。家賃上限額は入居世帯の世帯人数に応じて設定されるとともに、新潟県では新潟市で、石川県では金沢市・野々市市でそれぞれ県内の他地域よりも高い上限額が設定されている。また、石川県では、6名以上の大家族世帯の場合は2戸の賃貸型応急住宅に入居可能とされている。

表 7.3.2-1 賃貸型応急住宅の制度対象の家賃上限額 7.3.2-1

世帯人数	新潟県		富山県	石川県	
	新潟市	左記以外 県内	県内	金沢市・ 野々市市	左記以外 県内
1名	6.5万円	6万円	4.5万円	6万円	6万円
2名			6万円	8万円	
3~4名	8.5万円	8万円	7万円	10万円	8万円
5名以上	13万円	10万円	8.5万円	12万円	11万円

(3) 入居決定戸数

賃貸型応急住宅の供与実績に関して、石川県内における入居決定戸数の推移を示したものが表 7.3.2-2 である。入居決定戸数は受付開始から 2 ヶ月後の 3 月 5 日時点で 1,925 戸であり、その後着実に増加し、直近の 8 月 20 日時点では 4,327 戸となっている。

表 7.3.2-2 石川県内における賃貸型応急住宅の入居決定戸数の推移 7.3.2-2

時点(令和 6 年)	3 月 5 日	4 月 11 日	5 月 23 日	6 月 20 日	7 月 16 日	8 月 20 日
入居決定戸数(戸)	1,925	3,011	3,769	4,047	4,182	4,327

参考文献

- 7.3.2-1) 「令和 6 年能登半島地震により被災された方に民間賃貸住宅を借上げて提供します」
(新潟県 HP) <https://www.pref.niigata.lg.jp/site/jutaku/chintaigata.html>
「令和 6 年能登半島地震により被災された方への賃貸型応急住宅の一時提供について」
(富山県 HP)
https://www.pref.toyama.jp/1507/kurashi/seikatsu/sumai/tinntaigataoukyuu_notohanntou.html
「賃貸型応急住宅の供与について (みなし仮設住宅)」
(石川県 HP) <https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/chintaigata.html>
- 7.3.2-2) 「令和 6 年能登半島地震における被害と対応 (まとめ) (令和 6 年 3 月～8 月)」
(国土交通省 HP) https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240101.html

7.3.3 公営住宅等の提供

一時的な住まいとして、公営住宅、UR 賃貸住宅、国家公務員宿舎の空室の提供も行われている。

(1) 公営住宅の提供

公営住宅の確保戸数及び入居決定戸数の推移は表 7.3.3 のとおりである。国土交通省では、令和 6 年 1 月 4 日に都道府県・政令市に公営住宅の空室提供の協力要請を行い、翌 1 月 5 日には 8 自治体において約 380 戸の提供可能戸数を確認し、1 月 10 日には即入居が可能な状態の住戸を全都道府県において約 6,500 戸が確保された。直近の 8 月 20 日時点の確保戸数は全都道府県において約 9,500 戸であり、このうち入居決定戸数は約 990 戸である。石川県内での入居決定戸数は 507 戸であり、全入居決定戸数の 51%と過半数を占める。なお、石川県内から近隣県に転居する場合の提供可能戸数として、新潟県内に約 1,000 戸、富山県内に 1,500 戸、福井県内に 1,200 戸が確保されている。

表 7.3.3 公営住宅の確保戸数及び入居決定戸数の推移 7.3.3-1

時点	確保	入居決定	時点	確保	入居決定
1 月 5 日	380 (8 自治体)		2 月 2 日	9,000 (全都道府県)	540
1 月 6 日	600 (19 自治体)		3 月 5 日	9,300 (全都道府県)	720 (354)
1 月 7 日	630 (30 自治体)		4 月 11 日	9,300 (全都道府県)	860 (417)
1 月 8 日	1,200 (約 40 自治体)		5 月 23 日	9,400 (全都道府県)	900 (448)
1 月 9 日	1,600 (約 60 自治体)		6 月 20 日	9,500 (全都道府県)	940 (476)
1 月 10 日	6,500 (全都道府県)		7 月 16 日	9,500 (全都道府県)	970 (494)
1 月 20 日	8,300 (全都道府県)	300	8 月 20 日	9,500 (全都道府県)	990 (507)

注) () 内の数値は、石川県内での入居決定戸数。なお、石川県内での入居決定戸数以外の戸数はすべて約の戸数である。

(2) UR 賃貸住宅の提供

都市再生機構（UR）では、高齢者の生活相談等を行う「生活支援アドバイザー」を配置した UR 賃貸住宅 300 戸の提供を行っている 7.3.3-2)。提供される住宅の所在地（戸数内訳）は、東京都 30 戸、千葉県 10 戸、埼玉県 20 戸、愛知県 50 戸、大阪府 110 戸、京都府 10 戸、奈良県 40 戸、兵庫県 20 戸、福岡県 10 戸となっている。

(3) 国家公務員宿舎の提供

国家公務員宿舎も、令和 6 年 8 月 20 日時点で、石川県内において 139 戸が確保されている 7.3.3-1)。

参考文献

- 7.3.3-1) 「令和 6 年能登半島地震における被害と対応について」及び「能登半島地震における被害と対応（まとめ）」(国土交通省 HP)
https://www.mlit.go.jp/saigai/saigai_240101.html
- 7.3.3-2) 「令和 6 年能登半島地震による被災者への「生活支援アドバイザー」を配置した UR 賃貸住宅の提供について(令和 6 年 1 月 16 日(令和 6 年 6 月 24 日更新))」(都市再生機構 HP)
https://www.ur-net.go.jp/emg/saigai/v8klms0000007f1u-att/ur2024_press_0624_noto.pdf

7.4 住宅復旧に向けた取り組み

令和 6 年能登半島地震における住まいの復興に際しては、被害の程度や応急仮設住宅の供給や被災住宅の応急修理、住宅再建のための給付・融資制度、災害公営住宅の供給等の各種支援制度が用意されている。支援制度は、その目的や用途、支援を行う主体等が様々であり、住まいの復興に向けては、被災世帯ごとに、住宅の被害の程度や再建の意向等を踏まえた上で支援制度を選択・利用していくことが望ましい。本節では、その概要と現在までの動きについて述べる。主な支援制度については表 7.4.1 のとおりである。

表 7.4.1 住宅復興に向けた主な支援制度

制度名	支援の目的	支援の種類	制度の対象 住家の被害の程度						
			全壊	大規模半壊	中規模半壊	半壊	準半壊	一部損壊	液状化宅地等
公費解体	解体・撤去	給付	○	○	○	○	-	-	-
公費解体(費用償還制度)	解体・撤去	給付	○	○	○	○	-	-	-
被災者生活再建支援金	建設・購入、補修、賃借	給付	○	○	○	○	△※1	-	-
生活福祉資金貸付	補修	貸付	○	○	○	○	○	○	-
母子父子寡婦福祉資金	建設・購入、補修、移転	貸付	○	○	○	○	○	○	-
地域福祉推進支援臨時特例給付金	建設・購入	給付	○	○	○	○	-	-	-
	賃借	給付	○	○	○	○	-	-	-
災害復興住宅融資	建設・購入	貸付 (住宅金融 支援機構)	○	○	○	○	-	-	-
	建設・購入 <高齢者向け返済特例>		○	○	○	○	-	-	-
	補修 補修 <高齢者向け返済特例>		○	○	○	○	○	○	-
自宅再建利子助成事業給付金	建設・購入	給付	○	○	○	○	-	-	-
被災者住宅応急修理制度	応急修理	給付	○	○	○	○	○	-	-
被災宅地等復旧支援事業	宅地等の復旧	給付	-	-	-	-	-	-	○
住宅耐震化促進事業	耐震改修	給付	○	○	○	○	○	○	-

※1: 支援の対象に含まれるかは市町村により異なる。

7.4.1 被災住宅の解体に対する支援

被災住宅の解体に関する支援制度として次がある。

(1) 公費解体

災害発生時に被災した家屋等の解体・撤去は、原則として、所有者の責任によって行うこととなる。しかし、災害による被害が甚大である場合、生活環境保全上の支障の除去、二次災害の防止及び被災者の生活再建支援を図り、被災地の迅速な復旧を図るための措置として、市町村が所有者に代わって家屋等の解体・撤去を行う、いわゆる公費解体がある。また、所有者が費用を負担して解体・撤去をした場合に、遡って費用を償還する費用償還制度もある。なお、制度の趣旨から、応急修理制度との併用は不可である。

一般の能登半島地震は特定非常災害に指定されていることから、り災証明書または被災証明書により、全壊、大規模半壊、中規模半壊、半壊と判定された建物が対象となっている。石川県における被災建物の公費解体の状況は、申請 28,200 棟、着手棟数 10,149 棟、完了棟数 3,396 棟となっている（令和 6 年 8 月 31 日現在）^{7.4.1-2}。

参考文献

7.4.1-1) 「公費解体・撤去マニュアル（第 5 版）」（令和 6 年 6 月）環境省環境再生・資源循環局災害廃棄物対策室

http://kouikishori.env.go.jp/archive/r06_shinsai/efforts/

7.4.1-2) 「市町別公費解体の状況（令和 6 年 8 月末）について」（令和 6 年 8 月 31 日現在）（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/haitai/kouhikaitai.html>

7.4.2 住まいの自力再建に対する支援

7.4.2.1 共通的な支援制度

持家の購入・建設、被災住宅の補修、民間賃貸住宅への入居など、住まいの自力再建に対する共通的な支援制度として次がある。

(1) 被災者生活再建支援制度（建設・購入、補修、賃借）

自然災害によりその生活基盤に著しい被害を受けた者に対し、住民の生活の安定と被災地の速やかな復興に資することを目的として、被災者生活再建支援金を支給するもの。支給される額は、住宅の被害の程度、世帯の人数、住宅の再建方法等により異なる。

対象は、居住する住宅が全壊、大規模半壊、中規模半壊の被害を受けた世帯が支援（基礎支援金+加算支援金）であり、能登半島地震においては、石川県、富山県、新潟県の 3 県 64 市町村で制度の適用がある。これに加え、県、市町が上乘せする形で、より手厚い支援を行っている。具体的には、石川県と富山県は独自に、住宅が半壊の被害を受けた世帯を対象として支援を行っている。また、石川県では 10 市町（七尾市、小松市、加賀市、羽咋市、かほく市、津幡町、内灘町、宝達志水町、中能登町、穴水町）、富山県では 2 市（氷見市、射水市）が独自に追加の支援を行っている。

(2) 生活福祉資金貸付（住宅補修費・災害援護費）

災害により被害を受けた低所得世帯・高齢者世帯・障がい者世帯等に対し、住宅の補修や災害を受けたことにより臨時に必要な経費について、資金の貸付を支援する制度。住宅の補修のほか、新住居への転居費用等についても支援の対象となる。

(3) 母子父子寡婦福祉資金（災害時特例措置：住宅資金・転宅資金）

母子・父子世帯等に対して、災害により被害を受けた住宅の建設・購入、補修や、新規住宅への移転等に必要な経費の貸付を行うものである。

(4) 地域福祉推進支援臨時特例給付金（住宅再建・民賃入居）

石川県の能登地域 6 市町（七尾市、輪島市、珠洲市、志賀町、穴水町、能登町）については、住宅が半壊以上の被害を受けた高齢者のいる世帯や障害者のいる世帯等に対し、当該市町内での住宅再建等を支援するため、住宅の建設や購入、家財等の購入等のための支援制度が設けられている。

参考文献

7.4.2-1) 「被災者生活再建支援法の概要」（内閣府 HP）

<https://www.bousai.go.jp/taisaku/seikatsusaiken/shiensya.html>

7.4.2-2) 「被災者生活再建支援制度に係る支援額一覧（法適用後の市町村）」（新潟県 HP）

<https://www.pref.niigata.lg.jp/site/bosai/ното-seikatusaikennsien-zenkentekiyo.html>

7.4.2-3) 「令和 6 年能登半島地震による被災者支援パッケージ」（富山県 HP）

https://www.pref.toyama.jp/1900/bousaianzen/ното_jishin_shien.html

7.4.2-4) 「令和 6 年(2024 年)能登半島地震における被災者生活再建支援金について」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/hisaisyasaikenshienkin.html>

7.4.2-5) 「支援金の支給額」（氷見市 HP）

<https://www.city.himi.toyama.jp/material/files/group/15/kaiseishikyugaku.pdf>

7.4.2-6) 「被災者生活再建支援金のご案内」（射水市 HP）

<https://www.city.imizu.toyama.jp/event-topics/svTopiDtl.aspx?servno=28014>

7.4.2-7) 「生活福祉資金貸付制度・臨時特例つなぎ資金貸付制度について」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kousei/seikatsufukushi/seikatsufukushi.html>

7.4.2-8) 「ひとり親支援制度に係る災害特例等について」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kosodate/hitorioya/hitorioya.html>

7.4.2-9) 「令和 6 年(2024 年)能登半島地震に係る石川県地域福祉推進支援臨時特例給付金について」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/aratanakyuuuhukin.html>

7.4.2.2 持家の購入・建設や被災住宅の補修に対する支援制度

持家の購入・建設や被災住宅の補修に対しては、7.4.2.1 のほか、次の支援制度がある。

(1) 共通的な支援制度

持家の購入・建設、被災住宅の補修、民間賃貸住宅への入居など、住まいの自力再建に対する共通的な支援制度として次がある。

(1)-1 住宅金融支援機構の災害住宅融資

住宅金融支援機構が行う、災害により被災した方が住宅を建設または購入するための資金や被災した住宅の補修する資金に対する低利融資である。対象は罹災証明により全壊、大規模半壊、中規模半壊、半壊と判定された住家であり、融資を受けようとする者が 60 歳以上であれば、高齢者向け返済特例の適用も可能である。

(1)-2 自宅再建利子助成事業給付金

県内で居住するために住宅を建設・購入、又は補修するために金融機関等から融資を受けた場合、借入額に係る利子の支払額の全部又は一部について助成をする制度である。対象は住宅被害（半壊以上の被害、住宅の敷地に被害が生じ、やむを得ず解体した等）を受けた、一定の世帯年収等の条件を満たす者である。

(2) 補修に対する支援

補修に対しては、(1)に示した支援制度に加えて、次の支援制度がある。

(2)-1 被災者住宅応急修理制度

準半壊以上の被害が発生した世帯を対象として、被災した住宅の応急的な修理について、市町村が必要最小限度の修理を行う制度である。能登半島地震においては、石川県の 17 市町、富山県の 13 市町村、新潟県の 14 市町、福井県の 3 市の 4 県 47 市町村において利用が可能な支援制度である。このうち新潟県では、県独自に建物の被害の程度に応じた追加支援制度を設けている。

(2)-2 住宅・建築物安全ストック形成事業（住宅・建築物耐震改修事業）

住宅・建築物の耐震性等の向上に資する取組みに対する支援制度であり、耐震診断および耐震改修工事に対する補助が支給される。被災して所要の耐震性を失った住宅・建築物も支援の対象となるが、県・市町により、上限額や建替え工事を補助の対象とするかどうか等の条件は異なる。

(2)-3 その他の支援

その他の支援として、相談窓口の設置や、リフォーム事業者等の情報提供がある。

(3) 液状化被害を受けた宅地の復旧・液状化対策や住宅の傾斜修復等への支援

能登半島地震では石川・福井・富山・新潟の計 32 市町村で 2,000 か所以上の液状化被害が観測されており、宅地の変形、住宅の沈下・傾斜、埋設管の破損等が生じている。また、地盤が水平方向に大きく変位する側方流動も発生した地域もあり、道路や下水道といったインフラの原状復帰に合わせた宅地の復旧や、土地境界線のずれに伴う変更手続きが必要な事例が見受けられる。

液状化被害を受けた宅地の復旧・液状化対策や住宅の修復に対しては、(1)、(2) に示した支援制度に加えて、次の支援制度がある。

(3)-1 被災宅地等復旧支援事業、宅地液状化等復旧支援事業、液状化被災宅地等復旧支援事業

県・市町により設けられた制度であり、所有者等の実施する被災した擁壁・地盤等の原形復旧工事、地盤改良工事等を補助対象としている。

(3)-2 宅地耐震化推進事業（宅地液状化防止事業）

大地震時等における宅地の被害を防止するため、宅地等の安全性把握のための調査及び防止対策を推進する事業であり、再度の液状化災害の発生を抑制するため、道路・下水道等の公共施設と隣接宅地等との一体的な液状化対策を支援対象としている。

(3)-3 住宅・建築物安全ストック形成事業（住宅・建築物耐震改修事業）

液状化被害により、所要の耐震性を失った住宅・建築物が支援の対象となり、耐震改修工事を行うために必要となる傾斜修復も支援対象となりうる。市町の被災状況に応じて、本事業と市町の独自事業を組み合わせた支援も行われており、例えば氷見市では、耐震改修の条件において、住宅の基礎補強のみならず、沈下・傾斜対策工事を行った場合も対象に含まれる。一方、穴水町で耐震改修や建替えに加えて住宅の傾斜修復工事（ジャッキアップ工事）に対して補助金を交付している。

(3)-4 その他

液状化による被害を受けた建物・宅地の安全性確保を図るためには、建物の耐震化のみならず、地盤の改良を一体的に行うことも必要となり、場合によっては、土地区画整理事業等の面的整備も検討することが考えられる。市町においては、その被災状況を踏まえ、関係する事業の適切な連携による被災エリア一体となった総合的な取り組みも視野に、宅地・住宅の安全の確保に向けた検討が進められている。

参考文献

7.4.2-10) 「融資・金融商品のご案内」（住宅金融支援機構 HP）

<https://www.jhf.go.jp/loan/index.html>

7.4.2-11) 「自宅再建利子助成事業給付金」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/saigai/r6rishijosei.html>

7.4.2-12) 「富山県自宅再建利子助成事業」（富山県 HP）

<https://www.pref.toyama.jp/1507/kurashi/seikatsu/sumai/kj00001921/rishijojsei.html>

7.4.2-13) 「新潟市災害被災者住宅復興資金貸付金利子補給事業」（新潟市 HP）

<https://www.city.niigata.lg.jp/kurashi/jyutaku/kenchiku/juutakusoudan/2024notorishi.html>

7.4.2-14) 「被災住宅の応急修理について」（新潟県 HP）

<https://www.pref.niigata.lg.jp/sec/bosaikikaku/20240109oukyuusyuuuri.html>

7.4.2-15) 「住宅の応急修理（日常生活に必要な最小限度の部分の修理）について」（富山県 HP）

<https://www.pref.toyama.jp/1200/bousaianzen/saigai/20240103.html>

7.4.2-16) 「住宅の緊急の修理」制度について」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/saigai/r6kinkyuusyuuuri.html>

7.4.2-17) 「被災宅地等復旧支援事業」（石川県 HP）

<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/saigai/r6hisaitakuti.html>

7.4.2-18) 「宅地液状化等復旧支援事業」（富山県 HP）

<https://www.pref.toyama.jp/1507/bousaianzen/bousai/jishin/takuchiekijoka/takuchiekijoka001.html>

7.4.2-19) 「液状化被災宅地等復旧支援事業」（新潟市 HP）

https://www.city.niigata.lg.jp/shisei/tokei/kaihatsuseibi/ekijoka_takuchi/machisuiekijoka_seido.html

7.4.2-20) 「石川県住宅耐震化促進事業（被災住宅向けの耐震化補助）」（石川県 HP）

https://www.pref.ishikawa.lg.jp/kenju/taishinportal/taishin_hojo.html

7.4.2-21) 「被災住宅の耐震化支援制度」（富山県 HP）

7.4.3 災害公営住宅の供給に向けた動き

災害公営住宅は、自力では住宅を再建・確保することが困難な世帯を対象として整備される。この供給にあたっては、可能な限り過不足のない戸数を供給することが求められることから、被災した住民の住まいの再建意向を適切に把握した上で、供給戸数の検討、用地の選定・確保、設計・施工等を進めていく必要がある。

また、公営住宅ストックの新たな建設に際しては、公営住宅等長寿命化計画等における既存住宅ストックの位置づけや将来における住宅需要の見通しを踏まえ、公営住宅ストックの中長期的なマネジメントの視点も確保することが望ましい。被災自治体の復興まちづくりや既存市街地・集落等との関係性についても配慮する必要があり、都市計画マスタープラン、立地適正化計画といった関連計画との整合性についても検討することが望まれる。

これらの円滑な実施を支援するため、国土交通省住宅局では直轄調査「住まい・集落等の復旧に係る検討業務」を実施しており、国総研及び建研は、この直轄調査業務において技術指導の形で参画している。なお、復興まちづくりについては、国土交通省都市局が直轄調査を実施しており、住宅局の直轄調査と連携している。

各市町においては、災害公営住宅の供給について参考とするための意向調査等が進められており、主な調査項目は以下のとおりである。

- ・世帯の基本属性 : 世帯主の年齢、性別、世帯構成、就業状況 等
- ・従前状況・被災状況 : 被災前の住宅の所在地や、建物の構造、建て方、延床面積、階数、住宅の所有の関係（持家、借家など）、住宅の被害の程度 等
- ・現在の住居 : 現在の住所、住まいの種類 等
- ・今後の住まいの再建意向 : 希望する場所、住宅タイプ、入居予定人数、立地 等

意向調査にあたっては、調査項目の検討、調査票の設計において技術的助言を行うとともに、7.4.1や7.4.2で示した支援制度をわかりやすく取りまとめて、参考資料として添付している。これにより、市町による住民意向の把握を支援するとともに、被災者が住まいの再建方法等を具体的に検討することを支援している。

このほかにも、直轄調査においては、以下等の支援を幅広に行っている。

- ・過去の災害公営住宅の整備事例に係る情報提供・事例紹介（災害公営住宅整備と一体的に実施する他の事業との組み合わせ事例等を含む）
- ・災害公営住宅用地を選定する際の考え方の整理
- ・想定される用地における災害公営住宅整備のボリュームスタディ
- ・災害公営住宅の供給に係る事業収支や家賃額のシミュレーション
- ・集落移転に係る手法の検討およびスタディ
- ・市街地における面的整備と連携した形での災害公営住宅供給可能性の検討
- ・住まいの再建に向けた、復興まちづくりに関する検討等と連携した形での検討

なお、災害公営住宅の供給に向けた動きの先行的な例としては、たとえば氷見市において42戸（2

つの敷地にそれぞれ 21 戸) の災害公営住宅を供給することが予定されている 7.4.3-1)。

参考文献

7.4.3-1) 「氷見市記者会見資料「令和 6 年 9 月氷見市議会定例会 補正予算(案)の概要について」
(氷見市 HP)

https://www.city.himi.toyama.jp/material/files/group/1/newsrelease20240903_dessatu.pdf

7.5 まとめ

本章では、令和 6 年 8 月末時点(一部データは 9 月当初時点)における、住まいの再建や地域の復興に関するデータを整理し、住まいの再建等に係る検討動向を速報として紹介した。以下にまとめを示す。

- ① 被災した地域は、高齢化や人口減少、世帯減少のスピードが全国平均よりも速い自治体が多く、過去の大規模災害における被災自治体よりも、人口減少および世帯減少がさらに進行している。特に被害の大きい奥能登の自治体では、高齢単独世帯や高齢夫婦のみ世帯の比率が全国平均よりも高く、2050 年人口が 2020 年人口の 5 割未満となることが予想されていたが、今回の地震でこの傾向がさらに加速化することが懸念される。
- ② 被災自治体の住宅ストックの大半は木造・戸建て住宅であり、高齢者世帯の居住する住宅延べ面積は 150 m² 以上の大規模住宅が占める割合が高い。建築時期は築 30 年の比較的古い住宅が多く、被害の特に大きい奥能登の自治体では 1980 年以前の住宅の割合が 5 割を超えていた。空き家率も高い自治体が多く、特に売却用や賃貸用ではない「その他の空き家」の割合が高い。一方で、賃貸用の空き家の割合は全国平均よりも低く、応急仮設住宅の整備に際して、被災自治体内での賃貸型応急住宅の供給は難しい状況にあったことが推察される。
- ③ 被災自治体の住まいの復興を担う建築技師についてみると、被災市町村の 6 割以上が人口規模 5 万人未満の小規模自治体であり、建築技師がいない、又は、非常に少ない状況である。
- ④ 今般の地震では、電力、上水道等の被害もあった。被害地域全域での電力の復旧には約 2 ヶ月、上水道の復旧には(早期復旧が困難な地区を除いて)約 5 ヶ月を要した。
- ⑤ 石川県内の 1 次避難所は、1 月 4 日朝に最大の避難者数約 3.4 万人を超え、1 月初めの避難所開設数は最大 400 カ所を超えた。発災から約 8 ヶ月が経過した 9 月 5 日時点でも、約 600 人が避難所暮らしを余儀なくされている。
- ⑥ 応急仮設住宅については、石川県内において建設型応急住宅が供与された。8 月 27 日現在で能登地域を中心に 4 市 6 町で合計 6,772 戸(181 団地)の建設に着手しており、うち 5,925 戸(151 団地)が完成し、被災者に供与されている。第一段階として、公有地に従来型(プレハブ等)で迅速な供給が行われ、第二段階として、まちづくりや集落再生の観点からみた適地に恒久住宅としての利用を想定した木造型(まちづくり型、ふるさと回帰型)の供給が行われている。一方、賃貸型応急住宅は、新潟県、富山県、石川県で供与されている。石川県内の入居決定戸数は 8 月 20 日時点で 4,327 戸である。
- ⑦ 住宅の復旧・再建に向けて、過去の大規模災害の場合と同様、被災住宅の応急修理、公費解体制度、住宅再建のための給付・融資制度、災害公営住宅の供給等の各種支援制度が用意されている。住まいの自力再建(建設・購入、補修、賃借)に対して支援金を支給する被災者生活再建支援制

度については、石川県、富山県、新潟県の3県64市町村で制度の適用があるが、石川県や富山県では、共通的な支給額に県や一部の市町が上乘せする形での独自の支援を行っている。

- ⑧ 自力では住宅を再建・確保することが困難な世帯を対象とした災害公営住宅の整備に向けた検討も進められており、住宅局直轄調査において国総研及び建研が技術的支援を行っている。各市町においては、災害公営住宅の必要戸数の算定などの参考とするための意向調査が進められており、また、意向調査と平行して、建設用地の検討や候補用地における災害公営住宅整備のボリュームスタディ等が行われている。

なお、応急的な住まいの供与は今後も進められ、また、災害公営住宅をはじめとする住まいの再建に係る検討は今後本格化していくことから、応急的な住まいに関する詳細な分析結果や、直轄調査で実施した意向調査、災害公営住宅等の供給計画・整備手法等の検討成果については改めて報告する予定である。

第8章 おわりに

令和6年1月1日夕方、石川県能登地方でマグニチュード7.6、最大震度7の地震が発生した。国総研と建研は、住宅・建築・都市計画技術に関する公的研究機関としての社会的使命を果たすべく、建築物の被害調査活動等に地震発生直後より迅速に取り組んだ。本報告書は、両研究所の現地派遣による被害調査等の結果を、速報として取りまとめたものである。以下に各章ごとの内容をまとめる。

第1章では「はじめに」として、地震発生の後、国総研と建研が連携して被害状況とその要因分析を行う検討体制として「国土技術政策総合研究所建築物災害応援対策連絡会」と「建築研究所応援対策本部会議（令和6年能登半島地震）」をそれぞれ設置するとともに、国土交通省住宅局や石川県からの要請に基づく現地派遣やその調査結果のWeb公開等を行ってきた経緯をまとめた。

第2章では「調査研究の概要」として、建築物の被害調査や住まいの復興に向けた職員の主な現地派遣の状況等を一覧表としてまとめた。また、調査結果や被害の原因分析の取りまとめにあたり外部有識者の意見を反映するために「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」を合同で設置したことなどを記載した。

第3章では「被害一般」として、主として本報告書の取りまとめを行った時点での公式発表資料に基づき、令和6年能登半島地震等の概況、災害関連法の適用状況、人的被害状況、建築・住宅等に係る被害状況、火災発生状況、被災建築物応急危険度判定の状況、エレベーターの閉じ込め発生状況についてまとめた。

第4章では「地震、地震動及び津波」として、地震諸元や震度分布、強震観測記録と過去に観測された代表的な強震記録との比較、弾塑性応答解析を用いた強震観測記録の特徴のほか、輪島市における余震観測の概要と分析結果をまとめた。得られた調査・分析結果は以下のとおりである。

- ・ 本震では、防災科学技術研究所のK-NET 富来観測点と石川県自治体震度計の輪島市門前町走出観測点で震度7が記録された。また、能登地方の広い範囲で震度6強以上の地震動が多数観測された。
- ・ K-NET 輪島、気象庁輪島、K-NET 穴水、KiK-net 珠洲、K-NET 正院は、中低層建築物が大きな振動被害を受けやすいと考えられる周期1秒から2秒の範囲で大きなSa-Sd曲線を示した。
- ・ 震度6強以上の地震波について、鉄筋コンクリート造建築物を模擬した弾塑性変位応答スペクトル解析を行ったところ、降伏時周期1秒の構造でK-NET 穴水で観測された地震動に対する変位応答が、平成30年（2018年）北海道胆振東部地震の際にK-NET むかわ町松風で観測された地震動に対する変位応答の約1.1倍となったことなどから、能登半島地方の揺れが過去の被害地震の揺れを超えるものもあったと考えられる。
- ・ 同じ地震において1km程度しか離れていない、近接した2つの地震計で観測された地震波を用いてそれぞれ計算した変位応答は大きく異なっていた。これは近距離であっても地盤条件が異なっていることに起因すると考えられる。
- ・ 主な被災地の地震動の特性と建築物の地震入力及び地震応答を調査するため、令和6年(2024年)4

月 10 日から 5 月 8 日の期間に輪島市内の 7 カ所の余震観測を実施した。

- ・ 余震観測を実施した輪島市中心地（低地側）では 1Hz 前後の地震動が卓越するため、K-NET 輪島観測点と比べて最大速度振幅や計測震度相当値が相対的に大きくなった。特に気象庁輪島に近接する観測点では、その傾向が顕著であった。
- ・ 本震において、K-NET 輪島は周期 0.1 秒付近で最大応答加速度を示すのに対し、気象庁輪島は周期 1.2 秒付近で最大応答加速度を示した。余震観測記録を用いた応答スペクトルによる分析においても、K-NET 輪島に近い観測地点の記録は短周期側で最大応答加速度を示すのに対し、気象庁輪島に近い観測地点では、同じ地震による K-NET 輪島よりも長い周期帯で最大応答加速度を示した。

第 5 章では「地震動等による建築物等の被害」として、地震動による木造建築物、鉄筋コンクリート造等建築物、基礎・地盤、鉄骨造建築物、非構造部材の被害のほか、津波による建築物被害などに関する調査結果をまとめた。まだ速報段階ではあるが各調査結果を以下にまとめる。

1) 木造建築物の被害状況

(建築学会の悉皆調査結果の分析)

- ・ 悉皆調査結果について、集計対象の建築物 5,392 棟を構造別に見ると、木造建築物の 4,909 棟中 714 棟 (14.5%)、鉄骨造建築物の 222 棟中 2 棟 (0.9%)、鉄筋コンクリート造建築物の 126 棟中 2 棟 (1.6%)、混構造建築物の 74 棟中 13 棟 (17.6%)、その他・不明の 61 棟中 5 棟 (8.2%) が倒壊・崩壊となっており、木造建築物の倒壊・崩壊の割合が最も高かった。また、集計対象の建築物 5,392 棟を建設年代別に見ると、新耐震基準以前の建築物の 3,607 棟中 682 棟 (18.9%)、新耐震基準以降 2000 年改正以前の建築物の 1,053 棟中 50 棟 (4.7%)、2000 年改正以降の建築物の 732 棟中 4 棟 (0.5%) が倒壊・崩壊となっており、新耐震基準以前の建築物の倒壊・崩壊の割合が最も高かった。

(建築学会の悉皆調査結果のうち、木造建築物に関する分析)

- ・ 木造建築物の年代ごとの被害状況については、新耐震基準導入以前の木造建築物の倒壊・崩壊は 19.4%、新耐震基準導入以降では、2000 年の接合部等の基準の明確化以前の木造建築物の倒壊・崩壊は 5.4%、2000 年以降の木造建築物の倒壊・崩壊は 0.7% (608 棟のうち 4 棟) であった。これらは、平成 28 年 (2016 年) 熊本地震の際に益城町において実施した悉皆調査の結果と同様の傾向を示している。
- ・ 屋根材が瓦である木造建築物と瓦以外の木造建築物の被害状況については、2000 年以降の木造建築物のうち倒壊・崩壊したものはそれぞれ 405 棟中 4 棟 (1.0%)、203 棟中 0 棟 (0.0%) であった。
- ・ 地盤の変状の有無による木造建築物の被害状況や液状化の有無による木造建築物の被害状況については、いずれの建築年代においても大きな差は確認されなかった。
- ・ 2000 年以降の木造建築物で倒壊・崩壊した 4 棟のうち、図面を収集できた 2 棟について分析したところ、いずれも壁の釣り合いの良い配置の規定を満足しておらず、かつ 1 棟は壁量規定を満足していないことが確認された。なお、図面を収集できなかった 2 棟のうちの 1 棟については、関係者から、築 100 年程度の住宅を 2000 年以降に移築したものであり、壁が非常に少なかったとの情報が得られたことから、壁量規定を満足していなかったことが考えられる。残りの 1 棟については、現時点では明確な被害要因が確認できなかった。

- 調査対象地域は平成 19 年（2007 年）能登半島地震や 2023 年 5 月に能登地方で発生した地震により被害を受けた地域と重複している。今回データによる比較検証はできなかったものの、これらの地震被害を受けて除却等された建築物があったことにより、令和 6 年能登半島地震において地震被害を受けた建築物が相対的に少なくなっている地域もあるものと考えられる。

（耐震改修を行った建築物の被害状況に関する調査）

- 建築学会の悉皆調査の対象のうち、地方公共団体の補助を受けて耐震改修を行った木造建築物について、国総研及び建研が実施した調査により、被害レベルが確認された旧耐震基準の木造建築物 38 棟のうち、無被害が 13 棟（34%）、軽微から中破までが 22 棟（58%）、大破が 3 棟（8%）であり、倒壊・崩壊した建築物は確認されなかった。今後、補強の程度を確認する必要があるが、耐震改修を行っていない旧耐震基準の木造建築物の被害割合と比べ、耐震改修により被害が軽減されたと考えられる。

（被害調査地域内の木造建築物の被害の状況）

- 各調査地区の木造建築物の被害の状況について、過去の地震被害と同様に建築年代が古い木造建築物が倒壊又は大破していた。特に輪島市河井町、同鳳至町、同門前町門前、同道下、珠洲市正院町正院、同宝立町鶴飼、穴水町中心市街地（大町）の被害が多く、かつ甚大であった。いずれも比較的古い木造建築物が多く存在する地域であった。
- 津波被害地域の木造建築物について、建築年代が古い木造建築物が地震で大きく損傷し、津波の波力によってさらに被害が拡大したと考えられる。

2) 鉄筋コンクリート造等建築物の被害状況

- 1981 年以降に施工された建築物及び耐震改修された建築物において、上部構造の構造部材に顕著な損傷は確認されなかったが、基礎の損傷に起因すると思われる杭基礎の大破相当の傾斜被害が確認された（計 4 棟：建築物 B-1、B-5、C-1、その他 1 棟）。杭基礎の被害に起因する傾斜被害は過去の大地震でも確認されている。また基礎構造の損傷程度と比較して、上部構造の損傷程度は小さいことも特徴の 1 つである。
- 杭基礎の一次設計及び杭体の終局強度に基づく検討が行われていた建築物 F では、基礎の被害に起因する傾斜被害は確認されなかったが、杭基礎の一次設計が行われていた建築物では基礎の大破相当の傾斜被害が確認された。建研においては、杭基礎構造建築物の地震後の継続使用性を確保するための検討を行い、杭の脆性破壊を防止して建築物の継続使用性を確保するための設計手法の提案や、既存杭の補修補強の提案をしており、今後、建築物の設計情報等から継続使用性を確保する設計方法の検証等を行う必要がある。
- 1981 年以前に施工された建築物において、上部構造の被害については、過去の大地震で確認された被害形態のうち、柱のせん断破壊や柱はり接合部の破壊、方立壁等の非構造壁の破壊が確認されているが、その他の顕著な被害は確認されていない。また、基礎の損傷に起因すると思われる転倒被害（計 1 棟：建築物 AA）及び大破相当の傾斜被害（計 9 棟：建築物 AB、AC-1、AD、AE-1、AE-2、AG、AI-1、AJ、AN-2）が確認されている。建築物 AA は杭基礎の耐震設計がなされていない RC 造建築物ではあるものの、その転倒被害は初めて確認された事例であり、その要因についての詳細な検討が必要である。またそれ以外の建築物の傾斜被害については、杭基礎の損傷等によるものと推測されるが、原因特定のためには杭基礎部の掘り出し調査等が必要である。また基礎構造の損傷程度と比較して、上部構造の損傷程度は小さいことも特徴の 1 つである。

- ・ 杭基礎建築物について、杭基礎の掘り出し調査により杭頭部の損傷状況が直接確認されている（建築物 A-1、D-1、D-2、D-3、E、P、AL-1、AL-2）。特に上部構造物が耐震補強された建築物（建築物 A-1）における既存部の基礎の杭体の損傷軽減の方法について、今後詳細に検討する必要がある。
- ・ 航空レーザ計測結果に基づいて地盤変位の大きいエリアについて重点的に調査を行い、計測結果と同様の地盤変状が確認された。また、当該エリアにおいて地盤変状に起因する建築物被害も確認された。航空レーザ計測による建築物の崩壊評価結果と実建築物被害の関係について分析し、一定の整合性が確認された。より整合性を高めるための改善策について今後検討を行う必要がある。

3) 基礎・地盤の被害状況

- ・ 金沢市田上新町の造成宅地では、外周道路の外側で斜面崩壊が確認され、斜面の下方に向かって住宅が大きく移動していた。斜面崩壊エリアは、机上調査より、切土地であることが確認された。現地調査では、外周道路の下部地盤は灰色の粘土質地盤であるように、外周道路の外側に建つ住宅の下部地盤は茶色の砂質地盤であるように、それぞれ見受けられた。
- ・ 内灘町・かほく市では、過去の液状化発生地域として知られている微地形区分である砂丘と干拓地の境界部と同じような地形に位置する県道 8 号沿い全長約 7km の広い範囲に渡って、液状化による地盤変状と住宅等への大きな被害が生じた。
- ・ 輪島市では、地上 7 階建ての鉄筋コンクリート造建築物（A 建物）が転倒した。基礎の東側は 3m 以上沈下していた。この大きな沈下の要因は、現時点では明らかでないが、今後の詳細な調査や分析が必要である。
- ・ 輪島市の B 建物では、建物全体が北側及び東側にそれぞれ 3°以上（6/100 程度）傾斜した。建物の北東隅における地表に対するめり込み量は 180cm 程度であった。建物の沈下・傾斜によって、1 階の床面が地盤とともに盛り上がっていた。
- ・ 輪島市では、顕著な傾斜が認められた A 建物・B 建物以外の中低層の鉄筋コンクリート造建築物の数棟において、上部構造に目立った損傷は見られないものの、建物全体の傾斜が認められた。
- ・ 穴水町の施設において、沈下により基礎の被災度区分が中破と判定された建築物（S 棟）の杭の掘り出しに伴う調査を実施した。杭の位置によって杭体の水平ひび割れの有無、縦方向のひび割れの程度に違いが見られた。
- ・ 今後、本調査結果等を踏まえて、建築物基礎・地盤の被災メカニズムと被災要因の検討を行う必要があると考えられる。

4) 鉄骨造建築物の被害状況

（一般の鉄骨造建築物）

- ・ 調査した一般の鉄骨造建築物のうち、倒壊、崩壊した建築物は 3 棟であった。このうち、2 階及び 3 階建ての 2 棟は、1 階が層崩壊した。3 階建ての 1 棟は、2 階と 3 階が崩壊していた。また、倒壊していないものの、大きな残留変形が生じていた建築物は 6 棟程度あった。これらの建築物では、柱に H 形鋼又は日の字断面を用いたものが多かった。
- ・ 構造部材の被害として、引張ブレースで、ブレース端部の接合部のボルト破断、ブレース材の座屈やたわみ等が観察された。また、露出柱脚で、アンカーボルトの伸びや破断、コンクリートの

破壊、柱脚の移動などが観察された。その他、日の字断面柱の柱溶接部で亀裂の被害が観察された。また、構造的に明確な損傷が見られないものの、外壁等の非構造部材が広範囲に脱落する建築物の被害が観察された。

- ・ 調査したこれらの鉄骨造建築物では、錆なども多く見られ、外観上もかなり古い建設年代と思われるものが多かった。これらの構造形式として、日の字断面柱を用いているものや H 形鋼柱を用いているものが比較的多く、このような構造形式は、一般的に旧耐震基準の年代（1981 年以前）の建築物に多いと考えられる。なお、上記の倒壊、崩壊した 3 棟の建築物は、空中写真等の調査から、1975 年以前に建設されていた建築物と判断され、旧耐震基準の建築物と考えられる。

(公共施設、教育施設等)

- ・ 鉄筋コンクリート造架構で屋根が鉄骨構造の屋内運動場において、鉄筋コンクリート造架構部分と鉄骨屋根の接続部分で、コンクリートのひび割れ、破壊、コンクリート片の脱落及びアンカーボルトの抜け出し、伸び変形等の被害が確認された。これらの接続部分としては、鉄筋コンクリート造架構の梁又は柱と鉄骨屋根が接続している接合部（支承部）や妻壁の鉄筋コンクリート造柱の側面に鉄骨屋根が接続している部分であった。これらの建築物では耐震改修が行われており、これまでの地震でみられた新耐震基準以降の建築物の被害と同様の被害が確認されたが、倒壊・崩壊したものは確認されなかった。
- ・ 山形鋼や CT 形鋼を用いたブレース構造の屋内運動場において、これらのブレースに、最大で 1%～1.8%程度の残留たわみが観察された。また、平鋼ブレースを用いた屋内運動場においても、残留たわみが確認された。さらに、露出柱脚のコンクリート部分の破壊が観察された。
- ・ 屋内運動場において、鉄骨屋根面の水平ブレースにおける破断やたわみが確認された。
- ・ 柱に H 形鋼を用いた鉄骨ブレース構造の学校校舎において、山形鋼ブレースを 2 丁合わせとしたブレース材で座屈の被害が観察された。

5) 非構造部材の被害状況

(吊り天井)

- ・ 大規模空間の場合について、現地調査した中で特定天井の規模条件（高さ 6m 超かつ面積 200 m² 超）に該当する 45 件の天井のうち、被害が確認されたものは 9 件であった。このうち、吊り天井（特定天井）は 7 件、吊り天井でないものは 2 件であった。被害の内容として、天井板の損傷、垂れ下がりや落下、立ち上がり箇所の上上げ板の損傷・脱落、鋼製下地材の外れ等が確認された。吊り天井でない天井の被害として、改修により支持構造部に天井面構成部材を直接支持させる措置を講じ特定天井の適用外となった天井における被害、構造体との取り合い部における天井面材の損傷が確認された。
- ・ 天井の被害が確認されなかった 36 件のうち、吊り天井が配置されていなかったものが 29 件（過去の改修で撤去されていた 2 件を含む）、斜め部材の追加等により耐震対策した天井が 1 件、過去の改修により特定天井の適用外となった天井が 2 件、改修履歴が確認できなかったものが 4 件であった。
- ・ その他の吊り天井の被害状況として、事務所や教育施設の武道場等におけるボード、パネルの部分的な脱落が確認された。

(内壁・内装)

- ・ 高所の壁や高い壁高さの間仕切壁の被害として、主に大規模空間を有する教育施設や運動施設の

屋内運動場の妻壁、特にプロセニウムアーチ周辺等の内壁・内装において、高所のボードの下地材からの剥離・脱落や浮き、鋼製下地材の変形に伴う面外へのはらみ出し等が確認された。

- ・ 天井との取り合い部を有する間仕切壁の被害として、教育施設の鉄骨造建築物の校舎や事務所における各室の間仕切壁、屋内運動場のギャラリー一部分の内壁で、天井との取り合い部に関わる被害が多く確認された。壁勝ちの取り合い部における天井面高さでの壁下地材の局所変形や壁のボードの損傷・脱落、天井勝ち取り合い部における壁が全面的な転倒や移動、壁ボードの剥離等が確認された。
- ・ その他の内壁・内装被害として、押出成形セメント板（ECP）による外壁の内側に取り付けられたせっこうボードの脱落が見られた。

（外壁）

- ・ 外壁に関して、構法別に被害状況を確認した。ALC パネルによる外壁の被害としては、これまでの地震と同じく、ALC 縦壁挿入筋構法による外壁の被害が多く確認された。そのほかに、ECP による外壁の被害、湿式構法による外壁の被害などが確認された。

（ガラス開口部）

- ・ 今回の地震で見られたガラスの被害の多くは、過去の地震で見られたような面ガラスの破損や窓サッシの脱落被害であった。孔を開けたガラスを点支持で支持構造部と連結する DPG 構法によるガラスの被害については、震度が比較的小さい地域で、周辺に構造体や非構造部材の被害の確認が少ない中で生じているものが複数確認された。地震時の構造体の揺れにより面ガラスに生じた応答が設計時の想定を超えたことが要因と考えられ構造体から作用する外力による影響を踏まえて、地震被害の発生について検討することが必要と考えられる。今後の地震により破損、脱落が想定され、落下による人身への影響が甚大となるものが想定されるものについては、ガラスの脱落防止を含めた対策の検討や、脱落を生じない部材への交換等も選択肢に入れて地震対策を検討する必要がある。

（その他）

- ・ その他の非構造部材の被害として、Exp.J 近傍、エレベーター、防火戸の被害が確認された。

6) 津波による建築物、地震による瓦屋根の各被害状況

（津波による建築物の被害）

- ・ 津波シミュレーションで比較的大きな津波が襲来した可能性があると言われていた上越市では、海の家被害や住宅の浸水被害は見られたが、津波による住宅の構造躯体への被害は見られなかった。
- ・ 能登半島では珠洲市宝立町鶴飼、珠洲市飯田町、珠洲市三崎町寺家及び鳳珠郡能登町白丸で多くの建築物の津波被害を確認した。これらの調査範囲では、津波の被害形態として建築物の移動・流失、外壁及び開口部の損傷（漂流物の衝突）、隅柱の流失、周囲の地盤の洗掘等が確認できた。津波の痕跡高さを調査すると、珠洲市宝立町鶴飼では約 3 m、鳳珠郡能登町白丸では 3m 以上の高さに及ぶものであった。確認した範囲では、流失した建築物の土台に金物は見られなかった。
- ・ 津波による被害は堤防や消波ブロック等の流れの抵抗になるものがなく、海に面している立地で多く確認された。逆に、これらが整備されている区域では津波による被害が軽減されていた。
- ・ 調査範囲での津波被害分布は調査エリアによらず構造躯体の被害は海岸線からの距離とともに減少する傾向であった。ただし、流失事例の多くは木造倉庫等（非住家）の可能性はある。

- ・ 調査建築物の外壁等に認められた浸水の痕跡から、流速、フルード数、水深係数を推定した。推定した水深係数は平成 23 年国土交通省告示第 1318 号で規定される値よりも小さく、現行規定を上回るものではなかった。
- ・ 被害形態に基づく推定によって、漂流物による堰き止めを仮定した時の浸水深が浸水の痕跡と整合することを確認した。また、推定された流速と比較することで、漂流物による衝撃荷重よりも受圧面積が増加したことによる水圧の影響の方が大きい可能性が示唆された。鉄骨造建築物では開口に漂流物が堆積することで開口が閉塞し大きな波力を受ける可能性があることから、津波避難タワーの設計においてこうした点にも留意する必要がある。

(地震による瓦屋根の被害)

- ・ 令和 5 年 5 月の瓦屋根の地震被害調査と同様に、ガイドライン工法で施工されたと見られる住宅の瓦屋根を調査した。震度 6 強の地震を 2 回経験した後であっても、ガイドライン工法で施工されたと見られる屋根瓦に被害は確認されなかった。
- ・ 能登地方では古くから平部の瓦を緊結線などで全数留付ける工法が採用されていたことから、上部構造が倒壊した住宅であっても、その多くの屋根で平部の瓦が脱落していないことを確認した。
- ・ 今回調査した範囲では、比較的古いと見られる瓦屋根であっても、平部の瓦に通常の釘より大きな引き抜き抵抗力が期待できるスクリー形状又はリング形状の軸部を有する釘で全数緊結されている事例を確認した。

第 6 章では「火災による被害」として、輪島市河井町で発生した市街地火災について現地調査の結果を整理した。主な結論は以下のとおりである。

- ・ 焼失区域の面積は約 50,800m²、区域内に含まれる建物の数は約 300 棟と推定される。ただし、最終的な被害規模については、焼損面積（焼失区域面積とは異なる）及び焼損棟数が消防により確定される。
- ・ 焼け止まりの最も大きな要因は離隔距離であったと考えられるが、一部、離隔距離が小さい場合でも焼け止まりが確認された。消火活動の効果があつた可能性があるが、本調査では確認できていない。
- ・ 火の粉の消し炭は概ね焼失区域の北側で確認された。火災発生期間中は、比較的緩やかな南寄りの風が吹いていたものと推測される。
- ・ 本火災の延焼の速さは 20～40m/h 程度で、弱風時の市街地火災（地震火災）である 1995 年阪神淡路大震災における市街地火災と同程度、強風時の市街地火災である 2016 年糸魚川市火災よりは遅かったと推測される。

第 7 章では「住宅再建・地域復興への動向」として、住まいの再建や地域の復興に関するデータを整理し、住まいの再建等に係る検討動向を速報として紹介した。令和 6 年 8 月末時点（一部データは 9 月当初時点）のまとめは以下のとおりである。

- ・ 被災した地域は、高齢化や人口減少、世帯減少のスピードが全国平均よりも速い自治体が多く、過去の大規模災害における被災自治体よりも、人口減少及び世帯減少がさらに進行している。特に被害の大きい奥能登の自治体では、高齢単独世帯や高齢夫婦のみ世帯の比率が全国平均よりも高く、2050 年人口が 2020 年人口の 5 割未満となることが予想されていたが、今回の地震でこの傾向がさらに加速化することが懸念される。

- ・ 被災自治体の住宅ストックの大半は木造・戸建て住宅であり、高齢者世帯の居住する住宅延べ面積は150㎡以上の大規模住宅が占める割合が高い。建築時期は築30年の比較的古い住宅が多く、被害の特に大きい奥能登の自治体では1980年以前の住宅の割合が5割を超えていた。空き家率も高い自治体が多く、特に売却用や賃貸用ではない「その他の空き家」の割合が高い。一方で、賃貸用の空き家の割合は全国平均よりも低く、応急仮設住宅の整備に際して、被災自治体内での賃貸型応急住宅の供給は難しい状況にあったことが推察される。
- ・ 被災自治体の住まいの復興を担う建築技師についてみると、被災市町村の6割以上が人口規模5万人未満の小規模自治体であり、建築技師がいない、又は、非常に少ない状況である。
- ・ 今般の地震では、電力、上水道等の被害もあった。被害地域全域での電力の復旧には約2ヶ月、上水道の復旧には（早期復旧が困難な地区を除いて）約5ヶ月を要した。
- ・ 石川県内の1次避難所は、1月4日朝に最大の避難者数約3.4万人を超え、1月初めの避難所開設数は最大400カ所を超えた。発災から約8ヶ月が経過した9月5日時点でも、約600人が避難所暮らしを余儀なくされている。
- ・ 応急仮設住宅については、石川県内において建設型応急住宅が供与された。8月27日現在で能登地域を中心に4市6町で合計6,772戸（181団地）の建設に着手しており、うち5,925戸（151団地）が完成し、被災者に供与されている。第一段階として、公有地に従来型（プレハブ等）で迅速な供給が行われ、第二段階として、まちづくりや集落再生の観点からみた適地に恒久住宅としての利用を想定した木造型（まちづくり型、ふるさと回帰型）の供給が行われている。一方、賃貸型応急住宅は、新潟県、富山県、石川県で供与されている。石川県内の入居決定戸数は8月20日時点で4,327戸である。
- ・ 住宅の復旧・再建に向けて、過去の大規模災害の場合と同様、被災住宅の応急修理、公費解体制度、住宅再建のための給付・融資制度、災害公営住宅の供給等の各種支援制度が用意されている。住まいの自力再建（建設・購入、補修、賃借）に対して支援金を支給する被災者生活再建支援制度については、石川県、富山県、新潟県の3県64市町村で制度の適用があるが、石川県や富山県では、共通的な支給額に県や一部の市町が上乗せする形での独自の支援を行っている。
- ・ 自力では住宅を再建・確保することが困難な世帯を対象とした災害公営住宅の整備に向けた検討も進められており、住宅局直轄調査において国総研及び建研が技術的支援を行っている。各市町においては、災害公営住宅の必要戸数の算定などの参考とするための意向調査が進められており、また、意向調査と平行して、建設用地の検討や候補用地における災害公営住宅整備のボリュームスタディ等が行われている。

以上の調査分析等の結果は本報告書の発行時点までのものであり、今後もさらに必要な調査や検討を継続していく予定である。したがって、今後の調査や検討に伴って本報告の内容に一部修正が加えられる可能性がある。

上述のとおり、国総研と建研は「令和6年能登半島地震における建築物構造被害の原因分析を行う委員会」を設置し、被害要因分析等にあたり外部有識者の意見も反映するよう努めてきた。この委員会では建築構造の専門家、建築設計や建築審査の実務者を委員とし、構造被害の原因分析を行うことを目的としている。同委員会は国総研に設置されている「建築構造基準委員会」との合同開催の形式で、2月14日、6月17日、10月17日の3回開催され、とりまとめがなされているが、その根幹には本報告書の内容が活用されている。なお、国土交通省は、同委員会における分析の取りまとめを踏

まえて、建築基準のあり方を含め、建築物における耐震性の確保・向上方策について検討を行うこととしている。国総研と建研は、国土交通省による検討を技術的に支援するとともに、引き続き関連する調査研究活動に積極的に取り組んでいく所存である。

最後に、本地震で亡くなられた方々とそのご遺族に対し、深く哀悼の意を表しますとともに、被災された方々に心から御見舞いを申し上げます。また、被災地の困難な状況にもかかわらず、調査にご協力頂いた方々や関係機関各位に厚く御礼申し上げます。

謝辞

本報告書の作成にあたっては、以下の通り、多くの方々からのご協力を頂きました。ここに記して、深甚なる感謝の意を表します。

建築物所有者、管理者及び居住者の方々並びに地方公共団体や国等の行政機関には、調査の主旨をご理解頂き、現地調査へのご対応を頂くとともに被害分析に必要となる情報の提供などのご協力を頂きました。木造建築物の被害調査に際しては、石川県林業試験場に特別なお配慮を頂きました。

現地調査の実施にあたり、（一社）日本建築学会、（一財）日本建築防災協会、（一社）建築基礎・地盤技術高度化推進協議会をはじめとする関係機関のご協力を頂きました。

5.2 節の木造建築物の被害においては、日本建築学会北陸支部災害連絡部会が実施した輪島市・珠洲市・鳳珠郡穴水町の一部地区における悉皆調査結果を利用させていただきました。

位置表示や図の作成などにおいては、地理院地図、Google Map などの各プログラムを利用させていただきました。

政府機関、地方公共団体、関係団体等による各種公表資料及び調査データの他、国立研究開発法人防災科学技術研究所が運用している K-NET、KiK-net、及び気象庁、（公財）鉄道総合技術研究所による強震観測データを利用させていただきました。

国土技術政策総合研究所資料
TECHNICAL NOTE of N I L I M
No.1296 October 2024
建築研究資料

Building Research Data
No.212 October 2024

編集・発行 ©国土技術政策総合研究所
 ©国立研究開発法人建築研究所

本資料の転載・複写の問い合わせは

国土技術政策総合研究所企画部研究評価・推進課
〒305-0804 茨城県つくば市旭1番地 電話 029-864-2675
国立研究開発法人建築研究所企画部企画調査課
〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地 電話(029) 864-2151 (代)