

いぶり 2018年北海道胆振東部地震による建築物等の 被害調査報告

材料研究グループ 上席研究員 槌本 敬大 研究員 秋山 信彦

構造研究グループ 研究員 平出 務 研究員 中島 昌一 交流研究員 早川 翔

目次

- I はじめに
- II 地震の特徴と調査範囲
 - 1) 地震の基本情報
 - 2) 地震動の特徴
 - 3) 建築物被害の調査地
 - 4) 建築物敷地の地盤被害の調査地
- III 胆振地方における建築物の被害
 - 1) むかわ町の被害
 - 2) 厚真町の被害
 - 3) 安平町の被害
- IV 建築物の敷地の地盤被害
 - 1) 里塚地区の調査範囲と地形・地盤に関する情報
 - 2) 里塚地区の地盤被害状況
- V 調査結果のまとめ
 - 1) 建築物被害のまとめ
 - 2) 建築物の敷地の地盤被害のまとめ
- 参考文献
- 謝辞
- おわりに

I はじめに

平成30年9月6日に発生した北海道胆振東部地震により胆振地方を中心に建築物に被害が生じ、札幌市清田区では大規模な住宅等の敷地の地盤被害が生じた。

国土交通省住宅局の要請により、地震動による建築物の被害（土砂災害によるものを除く）に関する情報を収集し、被害の全体像を把握するために、国立研究開発法人建築研究所（以下、「建研」と

いう。）と国土交通省国土技術政策総合研究所（以下、「国総研」という。）、及び地方独立行政法人北海道立総合研究機構 建築研究本部（以下、「道総研」という。）は共同して、胆振地方において建築物の被害調査を行った。また、被害のあった建築物の被害原因の考察に要する情報を収集するための追加的な調査の要否について検討することも二次的な目的とした。

また、札幌市で発生した住宅等の敷地の地盤被害に関して、被害

状況等を把握することを目的とし、同市清田区里塚地区の住宅街の地盤被害を調査した。地盤被害調査全体は北海道開発局、札幌市の協力の下、国総研及び国立研究開発法人 土木研究所と共同で行った。両研究所は、被災実態や被災メカニズム等を中心に調査し、当研究所は住宅等の建築物の被害状況を把握した。本稿は後者の調査結果の概要について報告する。

II 地震の特徴と調査範囲

1) 地震の基本情報

気象庁の発表¹⁾によれば、発生日時、震源、地震の規模は以下のとおりで、震度5強以上を記録した地震観測点は表2.1に、震央付近の各地の震度分布²⁾は図2.1に示す通りである。

発生日時：平成30年9月6日（木）3:07

震源地等：胆振地方中東部（北緯42.69度、東経142.01度³⁾、深さ約37km）（暫定値）

地震の規模：M6.7（暫定値）

発震機構：東北東-西南西方向に圧力軸を持つ逆断層型（速報）

表2.1 震度5強以上を記録した地震観測点

震度	地域
震度7	あつま しかぬま 厚真町鹿沼
震度6強	あびら はやきたほくしん おいわけかしわ おか あつま 安平町（早来北進、追分 柏が丘）、厚真町京町、むかわ町（松風、穂別）
震度6弱	札幌東区元町、新千歳空港、日高地方日高町門別、びらとりちょうふれない 平取町振内
震度5強	札幌北区太平、札幌北区篠路、札幌北区新琴似、札幌白石区北郷、札幌手稲区前田、札幌清田区平岡、苫小牧市旭町、江別市緑町、三笠市幸町、千歳市（北栄、若草、支笏湖温泉）、恵庭市京町、長沼町中央、新ひだか町静内山手町、新冠町北星町、平取町本町、新ひだか町静内御幸町

2) 地震動の特徴

国土交通省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の分析による震度7が観測されたJMA厚真町鹿沼（気象庁）、および震度6強が観測されたK-NET 鶴川（むかわ町松風）で記録された地震波のスペクトルをそれぞれ図2.2、図2.3に示す。また、震度6強が観測された安平町のK-NET 早来、K-NET 追分のスペクトルをそれぞれ図2.4、図2.5に示す。

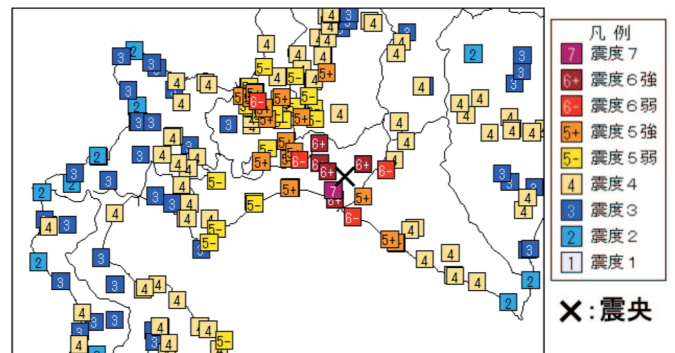


図2.1 震央付近の各地の震度分布²⁾

JMA厚真町鹿沼およびK-NET 鶴川は、建築物に被害を与えると考えられる周期1~2秒の間にそれぞれピークを有し、前者は約500 cm/s、後者は約450 cm/sの擬似速度応答スペクトルを有する。一方、K-NET 早来およびK-NET 追分では、周期1秒未満の短周期成分が中心で、擬似速度応答スペクトルの極大値も300 cm/s前後である。

さらに、JMA厚真町鹿沼およびK-NET 鶴川の擬似速度応答スペクトルの水平方向の最大スペクトルを過去の被害地震のスペクトルと比較して、図2.6に示す。JMA厚真町鹿沼の周期は1995年のJR 鷹取波や2004年のJMA 川口より多少長周期であるが、ピーク値はJR 鷹取波より多少小さいものの、川口の記録を上回っており、これらと同程度の揺れがあったものと考えられる。一方、K-NET 鶴川は2007年の輪島の記録より多少短周期であり、ピーク値も多少小さいものの、似たようなレベルの地震波と見受けられる。

なお、本分析において、気象庁、並びに国立研究開発法人防災科学技術研究所の公開データを活用させて頂いた。

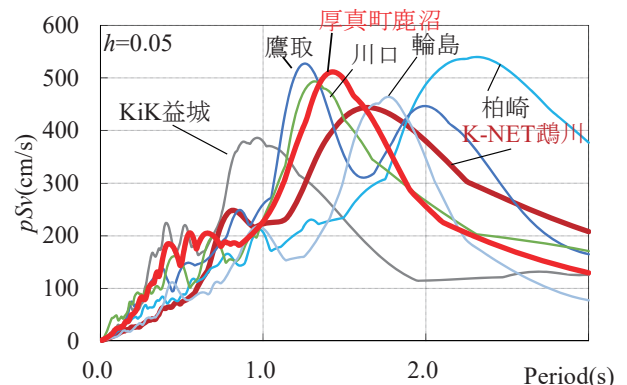


図2.6 過去の被害地震の擬似速度応答スペクトルの比較（水平方向の最大スペクトル）

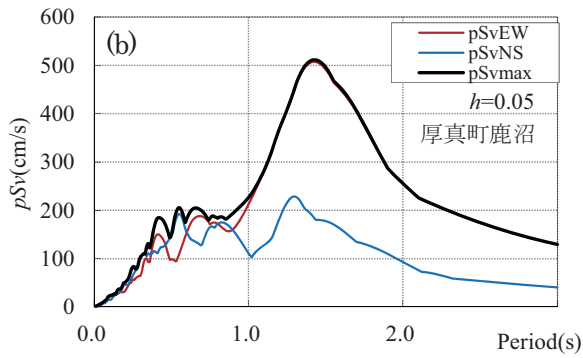
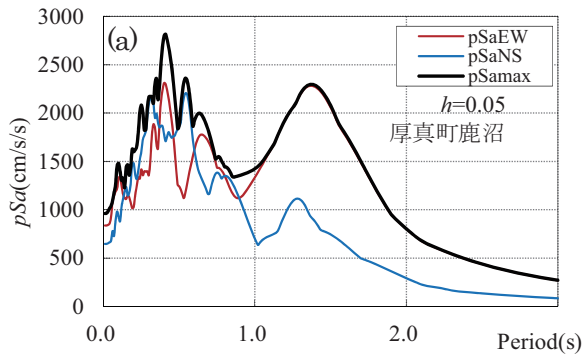


図2.2 厚真町鹿沼（気象庁、震度7）の観測地震波のスペクトル
 (a : 加速度応答スペクトル、b : 擬似速度応答スペクトル)

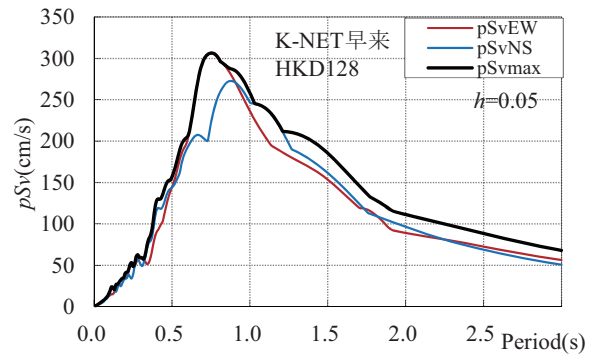
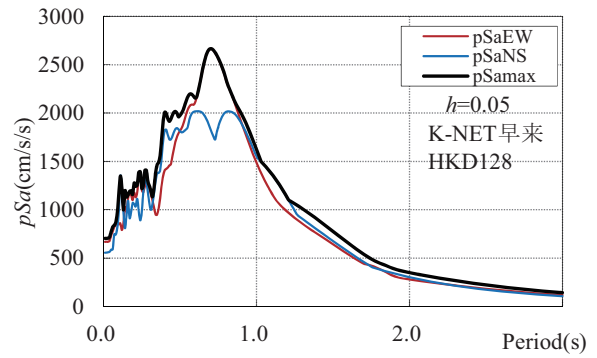


図2.4 K-NET 早来（震度6強）の観測地震波のスペクトル
 (a : 加速度応答スペクトル、b : 擬似速度応答スペクトル)

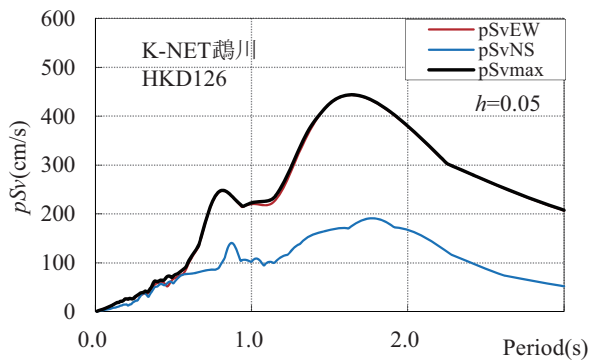
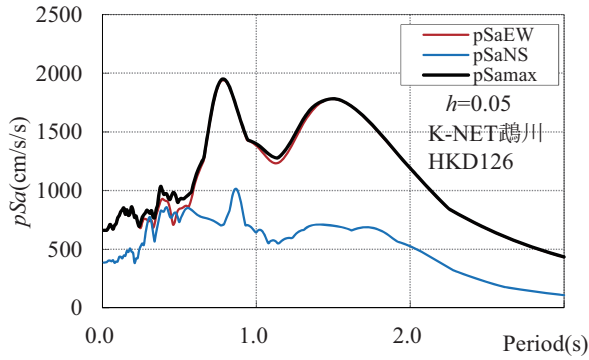


図2.3 K-NET 鶴川（震度6強）の観測地震波のスペクトル
 (a : 加速度応答スペクトル、b : 擬似速度応答スペクトル)

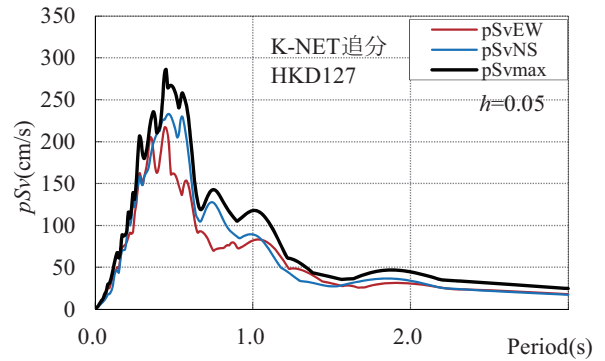
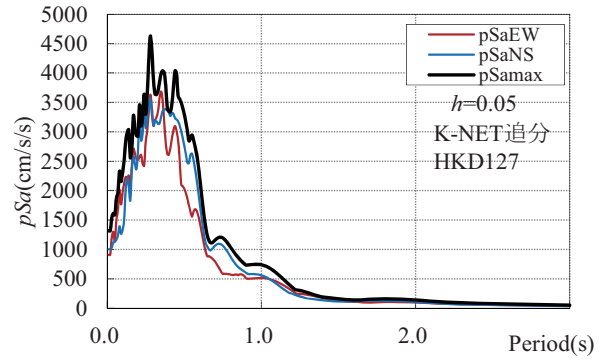


図2.5 K-NET 追分（震度6強）の観測地震波のスペクトル
 (a : 加速度応答スペクトル、b : 擬似速度応答スペクトル)

3) 建築物被害の調査地

木造を中心に建築物の大きな被害が生じているという情報を予め得た北海道勇払郡むかわ町、厚真町、安平町を調査地とした。図 2.7 にこれら 3 町と札幌市、震央との位置関係を示す。むかわ町、厚真町、安平町における調査エリア、及び設置状況を調査した地震観測点をそれぞれ図 2.8, 2.9, 2.10 に示す。なお、厚真町における調査エリアは地震観測点の周囲のみである。

4) 建築物敷地の地盤被害調査地

著しい宅地地盤の被害が発生した札幌市清田区里塚地区（広域的な位置を図 2.11 に示す）は札幌駅の南東約 10 km に位置する住宅街で、1988 年から開発された。調査範囲・経路は後節の図 4.1 に示す里塚 1 条 1~2 丁目にわたるエリア・調査経路である。



図 2.9 厚真町の地震観測点と震央の位置関係（調査エリアは観測点付近、地理院地図を加工）

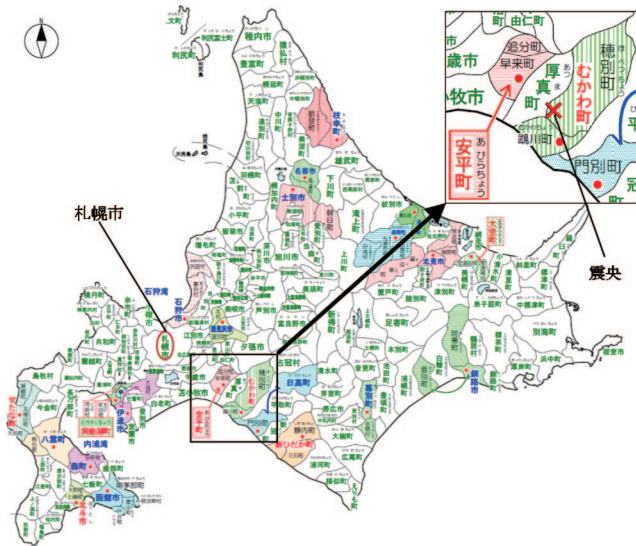


図 2.7 建築物被害の調査地と札幌市、震央との位置関係

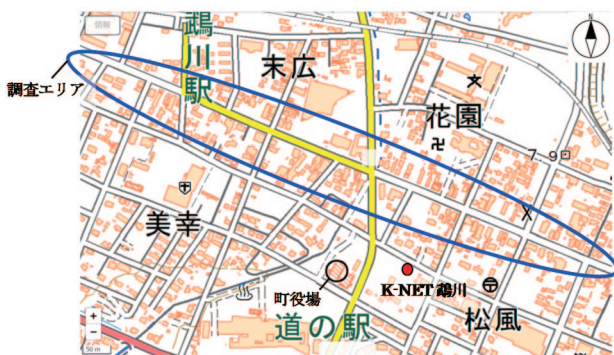


図 2.8 むかわ町の地震観測点と調査エリア（地理院地図を加工）

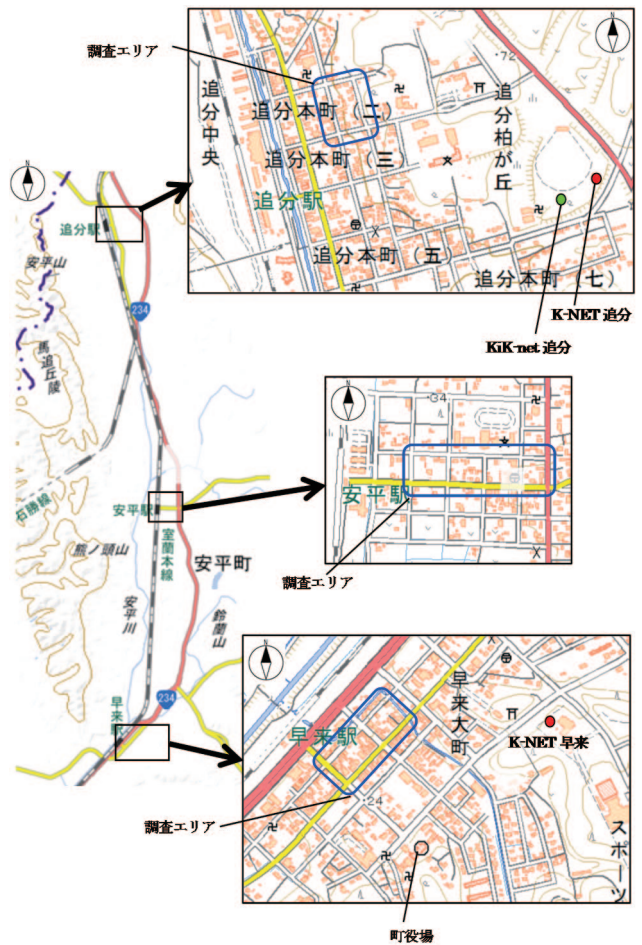


図 2.10 安平町の地震観測点と調査エリア（地理院地図を加工）



図 2.11 里塚地区の位置 (赤丸の箇所) (地理院地図を加工)

III 建築物の被害

1) むかわ町の被害

むかわ町の調査ルート (図中、矢印) を図 3.1.1 に示す。予め報道などから得た情報、道総研から提供された情報、むかわ町役場 (図中、役場) から得た情報に基づいて、K-NET 鶴川の地震計を調査したのち、建築物の倒壊が確認されていた鶴川駅前の通りに直交して東西に延びる旧国道の中央通り約 700m の範囲を中心に被害状況を調査した。調査した建築物は、図中において記号 ①～⑫で示す。これらは総じて比較的古い建築年代の建物であった。町役場庁舎等と地震計の設置状況を写真 3.1.1 と写真 3.1.2 に示す。町役場庁舎 (写真 3.1.1(a)) は鉄筋コンクリート造で、構造躯体は無被害と見受けられたが、エキスパンション・ジョイントのカバーが脱落 (写真 3.1.1(b)) していた。町役場庁舎に隣接するむかわ町産業会館の入り口付近に舗装のひび割れ等の被害 (写真 3.1.1(c)、(d)) が観られたので併せて示す。地震計は建ち並ぶ 2 つの店舗の



図 3.1.1 調査ルートおよび主な調査対象建築物 (地理院地図を加工、●: むかわ町役場、●: 地震計、●: 調査対象建築物)

同一敷地内にある駐車場の北側車道脇の歩道に面した位置に設置されていた。店舗の平屋の建屋は外見上無被害 (写真 3.1.2(c)) と見受けられ、調査時点で営業していた。

次に、損傷の大きかった建築物 (図中、①～⑫) について、建築物概要 (用途は推定)、被災時の築年数と主な被害状況を表 3.1.1 に、損傷の様子を写真 3.1.3～3.1.13 に示す。道総研の調査によれば、これらのうち 11 棟はいずれも築 39～63 年で、全て新耐震基準施行前であった。傾斜の大きかった建築物 ②、③、④、⑨の傾斜角を、下げ振りによって計測した結果、建築物 ②の躯体の 1 階部分は 東側に 1/3 rad、建築物 ③、④の躯体の 1 階部分は西側に 1/8 rad、建築物 ⑨の躯体の 1 階部分は東側に 1/8.2 rad 傾いていた。



(a) 町役場庁舎の全景



(b) カバーが脱落したエキスパンション・ジョイント



(c) 隣接する産業会館の入り口の被害状況



(d) 隣接する産業会館の入り口付近の舗装の被害

写真 3.1.1 むかわ町役場と隣接する産業会館の入り口の被害状況



(a) 地震計の設置状況①



(b) 地震計の設置状況②



(c) 地震計と同一敷地内に建ち、外見上無被害と見られる平屋の店舗

写真 3.1.2 K-NET 鶴川地震計の設置状況とその周辺の様子

表 3.1.1 建築物①～⑫の建築物概要と主な被害状況

建築物	写真番号	建築物の概要		用途等(推定)	応急危険度	被害状況	築年数
		構造種別	階数				
①	3.1.3	木造	2	店舗兼住宅 1階店舗*	危険	1階の倒壊	51
②	3.1.4	木造	2	店舗	危険	1階の傾斜 (東へ1/3 rad)	50
③	3.1.5	木造	2	店舗兼住宅	危険	1階の傾斜 (西へ1/8 rad)	62
④		木造	2	店舗兼住宅			52
⑤	3.1.6	木造	2	店舗兼住宅	危険	1階の倒壊	51
⑥	3.1.7	木造	2	店舗兼住宅	危険	1階の傾斜	41
⑦	3.1.8	木造	2	店舗兼住宅	危険	1階の傾斜	39
⑧	3.1.9	木造	2	店舗兼倉庫	危険	1階の倒壊	43
⑨	3.1.10	木造	3	店舗**	危険	1階の傾斜(東へ1/8.2 rad) +2階の傾斜	58
⑩	3.1.11	木造	2	旅館	危険	煙突の倒壊 (歩道に倒壊痕)	63
⑪	3.1.12	木造	2	事務所(1階)兼住宅	危険	外壁の落下、 煙突の倒壊 (近接建築物に損傷痕)	?
⑫	3.1.13	木造	2	店舗兼住宅***	危険	1階の倒壊	左 42 右 49

*: 腐朽を確認、 **: 腐朽と蟻害を確認、 ***: 虫害を確認。



(a) 外観



(b) 側面



(c) 柱脚の短ほぞ



(d) 一部の構造躯体の腐朽



(e) 開口下部のモルタル下地板の腐朽
写真 3.1.3 建築物①の被害状況



(a) 正面



(b) 側面



(c) 傾斜した柱

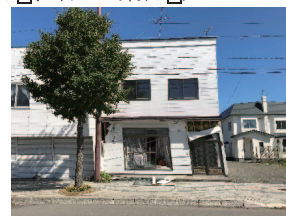
写真 3.1.4 建築物②の被害状況



(a) 正面 (左: 建築物③、右: 建築物④)



(b) 建築物④の側面



(c) 建築物④の傾斜の様子

写真 3.1.5 建築物③、④の被害状況



(a) 正面



(b) 側面



(c) 内部の様子

写真 3.1.6 建築物⑤の被害状況



(a) 外観



(b) ジャッキによる支持 (c) 傾斜した柱
写真 3.1.7 建築物⑥の被害状況



(a) 正面



(b) 傾斜の様子 (c) 2Fのずれ
写真 3.1.8 建築物⑦の被害状況



(a) 正面



(b) 2階が東側へ倒れた正面部分



(c) 西側面



(d) 東側面



(e) 柱脚の短ほぞ



(f) 隣接建築物との衝突部分

写真 3.1.9 建築物⑧の被害状況



(a) 正面



(b) 側面



(c) 側面、壁の崩落



(d) 柱形を構成する4本柱



(e) 4本柱の折損



(f) 柱等の腐朽・蟻害

写真 3.1.10 建築物⑨の被害状況

建築物⑧は、通り側の1階は倒壊しているものの奥側は隣接する別の建築物に寄り掛かる形で、完全な倒壊を免れている(写真3.1.9 (b)、(d)、(f))。建築物⑨は、通りに面した正面の4つの柱形を4本の正角材で形成するという独創的な構法(写真3.1.10 (d))であった。被害状況として、2階部分は1階より大きく傾いており、1、2階の間で柱が折損(写真3.1.10 (e))していた。柱の一部は腐朽し、シロアリに食害されていた(写真3.1.10 (f))。

倒壊した建築物①、③、⑧、⑫のうち、建築物⑤は後ろ側から解体作業が始まっていた。また、建築物⑩の向かい側では、既に土間を残して解体がほぼ完了している建築物も見られた。建築物①と⑧は、柱脚部において、いずれも短ほぞ差しされており、ボルト等の金物を確認できなかった。また、建築物①の構造躯体の一部(写真3.1.3(d))や開口下部のモルタル下地板(写真3.1.3(e))

も腐朽していた。建築物10(写真3.1.11)は、「旧鶴川駅通」という宿泊・人馬継立・郵便などの業務を行う交通補助機関として使用されていた歴史的建造物であった。建築物12は、2棟が連結しており、このうち左側部分には2階の床荷重を支持する鋼材(写真3.1.13(d))が使用されていた。倒壊状況として、前面に倒れて2階と電柱が接触していた。柱脚部には腐朽(写真3.1.13(e))が確認され、横架材の一部には虫害(写真3.1.13(f))が確認された。

以上のほか、調査した通りには前面に開口が多い店舗、又は店舗併用住宅が多く並んでおり、比較的古い建築物では間口に比べて奥行きが深い平面形状を持つ建築物が比較的多く見られ、変形が残っている建築物では概して東西方向に傾斜が残っていた。一方、新旧にかかわらず屋根は金属板葺きであり、平屋のもの(写真3.1.14)や、比較的新しい2階建てのもの(写真3.1.15)は応急危険度判定の結果は“調査済”であり、ほぼ無被害のように見受けられ



(a) 正面



(b) 煙突の倒壊
写真 3.1.11 建築物10の被害状況



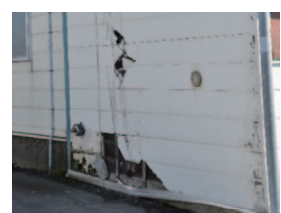
(a) 正面



(b) 側面



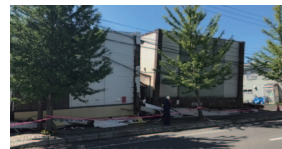
(c) 壁の崩落



(d) 煙突衝突痕の残る近接建築物

写真 3.1.12 建築物11の被害状況

た。また、写真 3.1.16、3.1.17 に示す店舗を併用していない住宅(専用住宅)は、中央通り沿いから奥へ入ったところに多いが、応急危険度判定の結果も“調査済”で無被害のように見えるものが散見された。その他、煙突の崩壊の可能性により応急危険度判定の結果が“危険”の店舗併用住宅(写真 3.1.18)で煙突の撤去工事が始まっていたもの、旧国道である中央通り以外で一部損壊した店舗併用住宅(写真 3.1.19)なども確認された。



(a) 正面



(b) 側面



(c) 側面



(d) 2階床を支持する鋼材



(e) 柱脚部の腐朽



(f) 虫害

写真 3.1.13 建築物12の被害状況



写真 3.1.14 ほぼ無被害のように見受けられる平屋の店舗



写真 3.1.15 ほぼ無被害のように見受けられる比較的新しい2階建ての店舗併用住宅



写真 3.1.16 地震計付近でほぼ無被害のように見受けられる築47年の専用住宅



写真 3.1.17 中央通り沿いでほぼ無被害のように見受けられる専用住宅



写真 3.1.18 煙突の崩壊の可能性により応急危険度判定の結果が‘危険’の店舗併用住宅



写真 3.1.19 旧国道である中央通り以外で一部損壊した店舗併用住宅

2) 厚真町の被害

厚真町では、厚真町鹿沼に建っていた旧小学校の校舎 A 及び建築物 B、寺社建築 C、平屋の住宅 D の調査、並びに気象庁の厚真町鹿沼の気象庁地震計（写真 3.2.1）、厚真町京町の市町村震度計（写真 3.2.16）の確認を行った。また、周辺建築物と地震計の位置関係を、図 3.2.1 及び図 3.2.2 に示す。

今回の地震で唯一の震度 7 を記録した厚真町鹿沼の気象庁地震計（写真 3.2.1）は、旧小学校の校舎 A（写真 3.2.3）の南側に位置しており、校庭をはじめ周辺一帯には南北方向に地割れが多数生じており、地震計に向かって地割れが走っていた（写真 3.2.7）。この地震計は、地表面のセンサ 2 基と地下 100m のセンサで構成され、緊急地震速報などにも活用されている（写真 3.2.2）。

旧小学校の校舎 A は、鉄筋コンクリート（RC）による柱梁フレームが軽量コンクリートブロックによって充填された壁を有する構造（写真 3.2.4(c)）の平屋建てであり、小屋組は木造であったが、平成 16 年に閉校後も何らかの施設として供用されていたようであるが露出していた部分は腐朽していた（写真 3.2.4(d)）。増築したと推測される建築物の西側部分が地割れに伴い引き裂かれていた（写真 3.2.4）。裏側には廊下で接続された体育館（写真 3.2.5）があり、（今回の地震による被害かどうかは不明であるが）控え壁の下見板の脱落（写真 3.2.5(c)）、上部構造の基礎からの水平移動（写真 3.2.5(d)）のほか、残留変形も確認され、接続する渡り廊下の内部では家具等が転倒（写真 3.2.6(a)）し、体育館内部でも装飾品などが散乱していた（写真 3.2.6(b)）。また、地割れにより校舎 A の南側で最大約 10cm の高低差（写真 3.2.7）、校舎 A の北側で約 30 cm（写真 3.2.8）の高低差が生じていた。

建築物 B（写真 3.2.9(a)）は、周辺の建築物より比較的新しく、大きな損傷は確認できなかったが、建築物内部の仕上材の損傷（写真 3.2.9(b)）や、建築物西側の地割れで約 15 cm の高低差（写真 3.2.10(a)）が生じており、建築物 B の基礎の地中部分の一部が地上に露出していた（写真 3.2.10(b)）。なお、建築物 B は調査時点で

避難所として引き続き供用されていた。

寺社建築 C（写真 3.2.11、3.2.12）は、東石の上に載っているのみであったため、東石から外れ上部構造も大きく損傷していた。また、建築物 B や寺社建築 C の周辺の工作物の転倒も確認された（写真 3.2.13、3.2.14）。その他、旧小学校の校舎 A や隣接する体育館の周囲には旧教員住宅と想像される平屋の住宅 D が数棟あったが、それらはほぼ無被害のように見受けられ、空き家を除いて居住者は生活しているように見受けられた（写真 3.2.15）。

厚真町京町の市町村震度計（写真 3.2.16）は、同町役場庁舎（写真 3.2.17）の東方の裏側に設置されていた。この周囲には、住宅（写真 3.2.18）、寺社建築（写真 3.2.19）、店舗又は店舗併用住宅（写真 3.2.20）などがあったが、いずれも外観上無被害であるように見受けられた。組積造の大規模倉庫（写真 3.2.21）の西側外観は無被害に見受けられたが、他面に損傷を受けたとの情報がある。

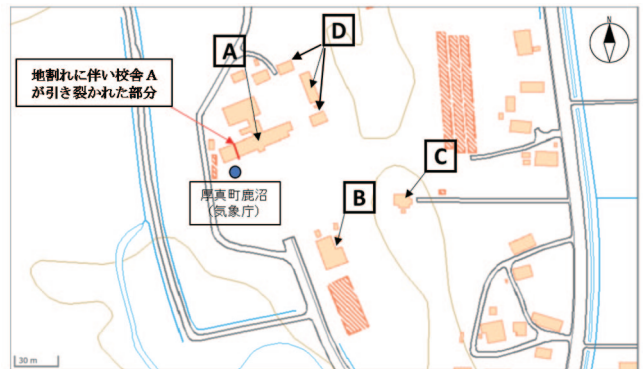


図 3.2.1 校舎 A、建築物 B、寺社建築 C、住宅 D と厚真町鹿沼の地震計の位置関係（地理院地図を加工）



図 3.2.2 厚真町役場と同町京町の市町村震度計等の位置関係（地理院地図を加工）



写真 3.2.1 厚真町鹿沼の気象庁地震計



写真 3.2.2 厚真町鹿沼の地震計の説明



写真 3.2.3 旧小学校の校舎 A 全景



(a) 南側



(b) 北側



(c) 破壊部分の詳細 (底部)



(d) 破壊部分の詳細 (頂部)

写真 3.2.4 旧小学校の校舎 A の地割れに伴う破壊



(a) 東側外観



(b) 北西側外観



(c) 下見板の脱落 (今回の被害かどうかは不明)



(d) 上部構造の基礎からの水平移動

写真 3.2.5 旧小学校の校舎 A に接続する体育館



(a) 渡り廊下内部の家具等の転倒



(b) 体育館内部の装飾品等の散乱

写真 3.2.6 旧小学校の校舎 A に接続する渡り廊下と体育館の内部



写真 3.2.7 旧小学校の校舎 A 南側の地割れ

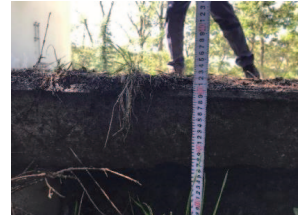


写真 3.2.8 旧小学校の校舎 A の北側の地割れ



(a) 全景 (西側)



(b) 内部仕上材の損傷

写真 3.2.9 建築物 B の状況



(a) 西側の地割れ



(b) 地中部分の一部が露出した基礎

写真 3.2.10 建築物 B 西側の地割れと基礎の状況



写真 3.2.11 寺社建築 C 北側の破壊状況



写真 3.2.12 寺社建築 C 西側の破壊状況



写真 3.2.13 建築物B付近の工作物の破壊状況（上部が東側へ転倒）



写真 3.2.14 寺社建築C付近の工作物の破壊状況



写真 3.2.15 旧小学校の校舎 A や体育館の周囲ではほぼ無被害の平屋の住宅群 D



写真 3.2.16 厚真町京町の市町村震度計



写真 3.2.17 厚真町役場庁舎



写真 3.2.18 外観上無被害に見受けられる住宅



写真 3.2.19 外観上無被害に見受けられる寺社建築



写真 3.2.20 外観上無被害に見受けられる店舗又は店舗併用住宅



写真 3.2.21 外観上無被害に見受けられる組積造による大規模倉庫

3) 安平町の被害

① 地震計の設置状況とその近傍の被害状況

1) K-NET 早来 (HKD128、地下)

図 3.3.1 に地震計の設置場所を示す。K-NET 早来 (北進) (写真 3.3.1, 3.3.2) は周囲より十数メートル高い丘又は造成地 (写真 3.3.3) の上の早来町民センター敷地内に設置されていた。早来町民センター庁舎も避難所として供用されており、特に被害等は見受けられなかった (写真 3.3.4) もの、周辺のアスファルト舗装に今回の地震による被害と見られる亀裂が入っていたり (写真 3.3.5)、外部擁壁の仕上煉瓦が崩れたり (写真 3.3.6) していた。なお、早来町民センターが建つ丘又は造成地の崖下の住宅には被害は見受けられなかった。



図 3.3.1 K-NET 早来の設置場所 (地理院地図を加工)



写真 3.3.1 K-NET 早来 (北進) の設置状況



写真 3.3.2 K-NET 早来 (北進) の設置状況



写真 3.3.3 早来町民センターが建つ丘又は造成地 (矢印:地震計設置箇所)



写真 3.3.4 無被害に見える早来町民センター庁舎



写真 3.3.5 地震計付近の舗装のひび割れ



写真 3.3.6 早来町民センター庁舎南側の擁壁の仕上煉瓦の崩壊

2) K-NET 追分 (HKD127、地上)

図 3.3.2 に地震計の設置場所を示す。K-NET 追分 (柏が丘) (写真 3.3.7, 3.3.8) は柏が丘球場敷地内に設置されていた。同球場の左翼後方場外部分は、周辺地盤や道路より数メートル高くなっており、その際から数メートルの位置に地震計は設置されていた。



図 3.3.2 K-NET 追分、KiK-net 追分の設置場所 (地理院地図を加工)



写真 3.3.7 K-NET 追分 (柏が丘) の設置状況



写真 3.3.8 K-NET 追分 (柏が丘) の設置状況

3) KiK-net 追分 (IBUH01、地下)

図 3.3.2 に示すように KiK-net 追分 (写真 3.3.9, 3.3.10) も柏が丘球場敷地内に設置されていたが、K-NET 追分 (柏が丘) の地震計とは数十メートル離れた同球場の中堅後方場外であり、その後方の地盤より数メートル高くなっていた。



写真 3.3.9 KiK-net 追分の設置状況



写真 3.3.10 KiK-net 追分の表示

② 早来駅周辺の建築物の被害

調査を実施した建築物のうち、被害の比較的大きかった建築物 (図中 13~22、20) はブロック塀の被害) の建築物概要 (用途は推定)、築年数と主な被害状況をまとめたものを表 3.3.1 に、図 3.3.3 に調査対象建物の位置を、損傷の様子を写真 3.3.11~3.3.36 に示す。このうち 7 棟は被災時点で築 38~98 年経過しており、新耐震

基準施行前の建築物であった。なお、建築物 15 は築 24 年とされているが、他の組積造 (14、16) と比べて特に新しいものであるようには見受けられない。

道道 10 号線沿いとその周辺で、外壁煉瓦の木造建築物の被害、比較的古い組積造の被害、店舗併用住宅の被害、外壁モルタルの脱落被害などが確認された。外壁を組積煉瓦とした木造 2 階建ての店舗併用住宅 13 は (写真 3.3.11)、組積煉瓦の一部が崩れ筋かいを含む木造躯体 (写真 3.3.12) が露わになっていた。露出した躯体の一部は腐朽していた (写真 3.3.13)。控え壁のようなものがあったが、破壊されており、脱落寸前であった (写真 3.3.14)。

外壁を組積造とし、床組と小屋組を木造とした比較的古い 2 棟の建築物に大きな被害が確認された。建築物 14 (写真 3.3.15, 3.3.16) は、2 階部分が崩落しており、建築物 15 (写真 3.3.17, 3.3.18) は、前面壁が崩壊していた。これら以外にも、もう 1 棟同様の構法と想像される安平町の文化財 (昭和 9 年完成) に指定されている建築物 16 の倉庫 (写真 3.3.19) があり、壁面に大きなせん断ひび割れ (写真 3.3.20) が入っており、応急危険度判定の結果は“危険”とされているのが確認された。

建築物 17 の木造モルタル 2 階建て店舗併用住宅 (写真 3.3.21) では、外壁ラスモルタルが大きく崩落しているのを確認したが、その柱及び外壁下地板には腐朽と蟻害 (写真 3.3.22) が見受けられ

表 3.3.1 建築物 13~22 の建築物概要と主な被害状況

建築物	写真番号	建築物の概要			応急危険度	被害状況	築年数
		構造種別	階数	用途等 (推定)			
13	3.3.11	木造	2	店舗 (1 階) 兼住宅**	危険	外壁崩落、1 階の傾斜	38
14	3.3.15	組積造	2	店舗	危険	2 階の倒壊	?
15	3.3.17	組積造	2	店舗兼倉庫	危険	外壁崩落	24
16	3.3.19	組積造	2	倉庫	危険	外壁ひび割れ	50
17	3.3.21	木造	2	店舗 (1 階) 兼住宅**		外装材脱落	98
18	3.3.23	木造	2	店舗兼住宅	-	外壁モルタルひび割れ	56
19	3.3.25	木造	2	店舗兼住宅*	危険	外装材脱落・残留変形	43
20	3.3.28	木造	3	住宅	危険	ブロック塀転倒の危険	45
21	3.3.30	木造	2	住宅*	危険	外装材脱落	44
22	3.3.33	木造	2	社寺	無	玄関部分組物ずれ、鐘楼脚部移動	?

* : 腐朽を確認、** : 腐朽と蟻害を確認。

た。1階前面に耐力要素がないように見受けられる木造モルタル2階建て建築物は多数あり（写真 3.3.23、写真 3.3.25）、建築物 18 のように残留変形がなくてもラスモルタルのひび割れの発生している例（写真 3.3.24）や、建築物 19 のように、店舗併用住宅が建ち並ぶ中で1棟だけ躯体や壁下地の激しい腐朽（写真 3.3.26）のために残留変形が生じたことが疑われる例（写真 3.3.27）も確認された。

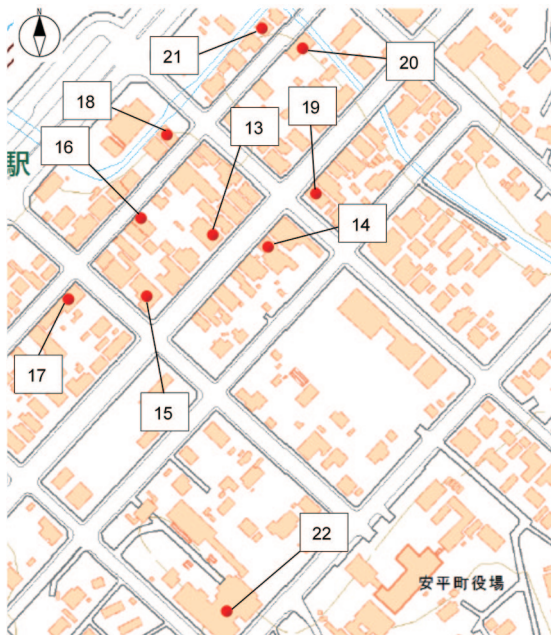


図 3.3.3 安平町早来の調査対象建物（地理院地図を加工）



写真 3.3.11 外壁煉瓦の木造建築物の被害



写真 3.3.12 写真 3.3.11 の外壁



写真 3.3.13 写真 3.3.11 の露出した躯体の腐朽・蟻害



写真 3.3.14 写真 3.3.11 の破損した控え壁のような部分



写真 3.3.15 比較的古い組積造の2層の崩壊



写真 3.3.16 写真 3.3.15 の側面



写真 3.3.17 比較的古い組積造の壁の崩落



写真 3.3.18 写真 3.3.17 の小屋組



写真 3.3.19 文化財指定された比較的古い組積造の倉庫



写真 3.3.20 写真 3.3.19 前面のせん断ひび割れ



写真 3.3.21 外装材の脱落した建築物



写真 3.3.22 写真 3.3.21 の壁面（柱・壁の腐朽）



写真 3.3.23 間口に壁の無い木造モルタル2階建て



写真 3.3.24 写真 3.3.23 の壁面のひび割れ

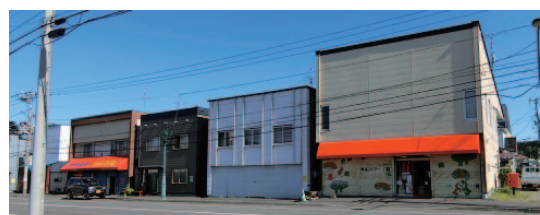


写真 3.3.25 店舗併用住宅が建ち並ぶ通り



写真 3.3.26 写真 3.3.25 右端の柱脚の激しい腐朽



写真 3.3.27 写真 3.3.25 右端の外壁の激しい腐朽と残留変形



写真 3.3.35 鐘楼の脚部の補強



写真 3.3.36 写真 3.3.35 の補強部分



写真 3.3.28 無被害に見受けられる外壁がサイディングの比較的新しい住宅



写真 3.3.29 写真 3.3.28 に附属し、傾斜したブロック塀



写真 3.3.30 応急危険度判定の結果が“危険”のモルタル外壁の専用住宅



写真 3.3.32 写真 3.3.30 の外壁モルタルの剥落とその下地の腐朽



写真 3.3.31 写真 3.3.30 の浴室と思われる部分の立ち上がり基礎部分の脱落



写真 3.3.33 社寺建築の玄関部分の補強



写真 3.3.34 写真 3.3.33 の補強部分

③ 安平駅周辺の建築物の被害

安平駅周辺では、建設年代の比較的古い建築物に外壁の脱落(写真 3.3.37) や残留変形(写真 3.3.38) の被害等が確認された。比較的新しい住宅では、外見上はほとんど被害が無いように見受けられた(写真 3.3.39, 3.3.40)。



写真 3.3.37 外壁の剥落



写真 3.3.38 残留変形が見られる店舗併用住宅



写真 3.3.39 外見上無被害に見受けられる住宅



写真 3.3.40 外見上無被害に見受けられる住宅

④ 追分駅周辺の建築物の被害

追分駅周辺では、建設年代が比較的古いと想像される建築物に外壁の脱落等の被害(写真 3.3.41) が確認されたが、外壁の破片が散乱しておらず、網の養生も以前からあったもののように見受けられたため、今回の地震動による被害ではない可能性が高い。地盤変状(写真 3.3.42) なども確認されたが、比較的新しい住宅(写真 3.3.43, 3.3.44) には被害が無いように見受けられた。



写真 3.3.41 外壁の剥落(今回の地震動による被害ではない可能性が高い)



写真 3.3.42 地盤変状



写真 3.3.43 外見上無被害に見受けられる住宅



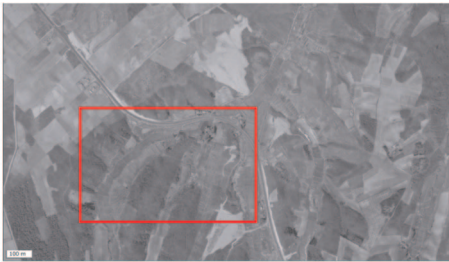
写真 3.3.44 外見上無被害に見受けられる住宅

IV 建築物の敷地の地盤被害

1) 里塚地区の調査範囲と地形・地盤に関する情報

前述の通り、調査範囲は図 4.1 に示す里塚 1 条 1～2 丁目にわたるエリアで、調査経路は同図中の矢印の通りである。図 4.2 に航空写真を、図 4.3 に札幌市清田区里塚地区調査範囲の地形分類図を示す。当該地区内に複数の谷が存在し、それらを埋め立てた開発経過状況が分かる。今回の被害範囲は、旧谷地形を埋め立てた範囲に対応している。

(a)
1961 -
1969 年



(b)
1974 -
1978 年



(c)
1984 -
1987 年



図 4.2 清田区里塚地区の開発経過状況 (国土地理院空中写真・衛星画像より)⁴⁾

2) 里塚地区の地盤被害状況

道路の舗装は所々で破損し、沈下 (写真 4.1) していた。地中から噴出したとみられる水が大きく溜まっている箇所 (写真 4.2) もあった。多くの住宅が基礎から大きく傾き (写真 4.3)、応急危険

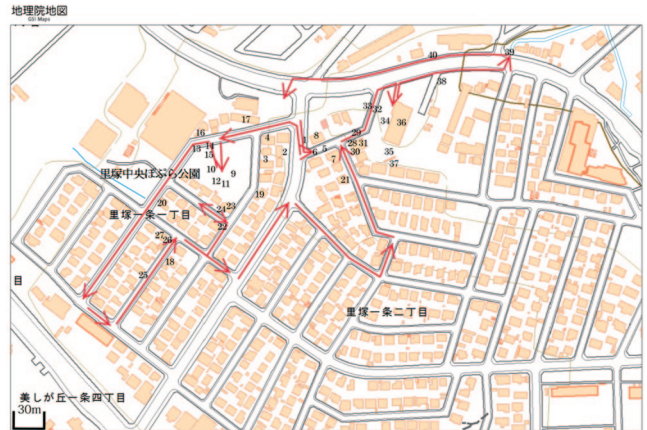
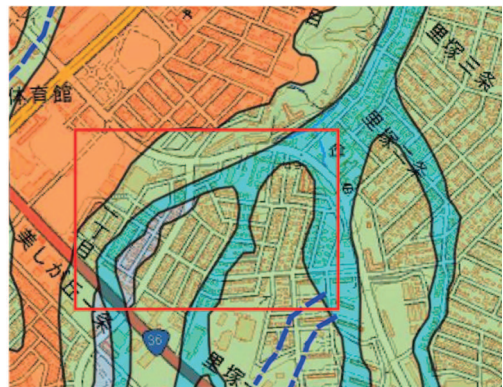


図 4.1 調査範囲 (清田区里塚 1～2 丁目) と経路 (地理院地図を加工、数字は本節の写真番号)



凡例	
	山地・斜面 台地(段丘面)や氾濫平野・谷底平野以外の起伏地をいい、丘陵地・山地斜面及び段丘斜面の一部を含む
	台地(段丘面) 周囲より階段状に高くなった平坦な地形。河岸段丘、海岸段丘など。
	台地(低位段丘面) 氾濫平野・谷底平野より若干高い段丘面
	段丘崖 台地(段丘面) 縁辺の崖
	扇状地 谷の出口から扇状に広がる緩やかな斜面
	氾濫平野・谷底平野 山地、丘陵地あるいは台地(段丘面)を刻む河川の沖積作用が及ぶ平坦地、および河川の沖積作用により形成され、広く開けた平坦地。いわゆる低地。
	谷線 山地や台地(段丘面)を浸食する凹地の地形

図 4.3 清田区里塚地区の地形分類図⁵⁾

度判定の結果は「危険」とされていたが、それらの多くは上部構造には基礎の不同沈下による傾斜以外の被害は視認されなかった (写真 4.4)。

また、路面に 1.5m ほどの大きな段差が生じ (写真 4.5)、窪みに新たな水流が発生している箇所 (写真 4.6) もあり、その周辺の住宅は大量の流出土砂が溜まっていたり (写真 4.7)、地盤が沈下したり (写真 4.8) していた。

付近の住民によれば、地震発生前は平坦であった里塚中央ぽら公園は中央が大きく窪んで (写真 4.9) おり、地面も大きく地割れしていた (写真 4.10)。そこでは札幌市によるボーリング調査が行われていた (写真 4.11)。その結果の概要を説明して頂いたが、

地盤面から70~80cmより下は水分を多く含んだ柔らかい土質であるとのことであった。里塚中央ぼら公園の西側道路の地盤が沈下し、これに面する住宅とは約1.5mの段差(写真4.12)が生じていた。

著しい地盤変状により、基礎は破断したり(写真4.13)、ひび割れが生じたり(写真4.14)していた。一方で、著しい地盤変状の影響は局所的で、地区内ではほぼ最大と思われる建築物全体の傾斜を生じた住宅(写真4.3)の2軒南側では、ほぼ無被害(応急危険度判定の結果は“調査済”)の住宅(写真4.15)も存在した。基礎の被害も限定的で地盤変状により応急危険度判定の結果で“危険”や“要注意”とされた住宅でも基礎コンクリートの被害がないよう見受けられるものも複数(写真4.16, 5.17)存在した。地盤変状の大きさと比較して基礎の被害が少ないことから、この地区のほとんどの住宅で採用されている基礎は鉄筋(有筋)コンクリートによるものであると想像された。また、杭状地盤補強を講じたと思われる住宅が2棟(写真4.18, 4.19)確認されたが、いずれも建築物の傾きはほとんど無いか、軽微(写真4.20)であった。また、地震発生前と比べて、この付近の道路には最大で約2mの段差が生じている箇所もあり、地盤変状の大きさが明らかである。地盤が沈下、流動していることから、建築物の下の地盤の空洞化が懸念され、復旧時には確認が必要と思われる。なお、地盤変状により基礎が沈下し、木造躯体が露出した住宅(写真4.21)の土台が腐朽(写真4.22)している例が確認された。

また、流出した土砂の堆積状況を写真4.23に示す。写真4.23の共同住宅は、写真4.7の共同住宅の北東側に隣接する。前面道路は約1m陥没してマンホールが浮き上がり、建築物の西側で深さ50cm程度土砂が堆積しており、シャッターは変形し、シャッターを通しての建築物内への流入が確認された(写真4.24)。調査時点では土砂が撤去されていた(写真4.25)が、土砂が流出、堆積した直後は、この共同住宅の北東に位置し、路面より約50~70cm地盤が高い運送会社の事業所の敷地と同じ高さまで土砂が堆積していた(写真4.26:寒地土木研究所提供資料から)ようである。その事業所敷地内(写真4.27)では、乗用車のタイヤの全部、トラックのタイヤのほとんどが土砂に埋まっており(写真4.28)、約50~70cmの堆積があったとみられる。土砂は倉庫のシャッターを押し破るように建築物内にも流入し、一部の土砂は東側に隣接する低い敷地へ流出していた(写真4.29)。

以上に示した著しい地盤変状、並びに土砂堆積箇所は帯状に分布しており、地図上に示すと図4.4の通りとなるが、旧河道、旧沢筋と思われる範囲が一致している。また、著しい地盤変状が確認さ

れた範囲(赤線内)では、応急危険度判定の結果が確認できた30棟のうち29棟が“危険”とされ、残りは“要注意”であった。一方、地盤変状が確認された範囲(著しい地盤変状が確認された範囲の周辺)では、応急危険度判定の結果が確認できた46棟のうち“危



写真 4.1 道路舗装の損壊と著しい地盤変状



写真 4.2 地中からの噴出水でできたと思われる水溜まり



写真 4.3 最大傾斜(建築物全体)を有すると見られる住宅



写真 4.4 大きく傾いたものの上部構造に目立った被害が認められない住宅



写真 4.5 道路にできた約1.5mの段差



写真 4.6 新たにできた水流



写真 4.7 流出土砂が数十cm堆積し、前面の路盤が沈下、又は削られた住宅



写真 4.8 地盤が沈下したとみられる住宅



写真 4.9 元々平坦だった里塚中央ぼら公園



写真 4.10 里塚中央ぼら公園の地割れ



写真 4.11 ボーリング作業と調査団



写真 4.12 敷地入口が約 1.5 m 沈下した住宅



写真 4.13 地盤沈下による基礎の被害



写真 4.14 ひび割れの入った基礎



写真 4.15 写真 4.3 の住宅の 2 軒南側でほぼ無被害の住宅



写真 4.16 地盤が沈下しているにもかかわらず、ほぼ無被害に見える基礎



写真 4.17 地盤が隆起・沈降しているにもかかわらず、ほぼ無被害に見える基礎



写真 4.18 杭 (角形) 状地盤補強を講じたと思われる住宅の基礎



写真 4.19 杭 (円形) 状地盤補強を講じたと思われる住宅の基礎



写真 4.20 周囲より建築物全体の傾斜が小さい写真 4.19 の住宅

険”が 16 棟、“要注意”が 13 棟、“調査済”が 17 棟であった。さらに、以上の記述にある写真を地図上に下 1~2 けたの番号で示すと図 4.1 のようになる。



写真 4.21 著しい地盤変状で基礎の沈下、建具の破損等の被害を受けた住宅



写真 4.22 写真 4.21 の住宅の土台の腐朽



写真 4.23 流出した土砂の堆積状況



写真 4.24 シャッターを押し破って建築物内部にも堆積した土砂



写真 4.25 流出土砂撤去後 (矢印は運送会社事業所の敷地)



写真 4.26 流出直後の道路状況 (矢印は同左) (寒地土木研究所調査速報⁶⁾より)



写真 4.27 流出土砂の堆積状況 (約 50~70 cm 堆積)



写真 4.28 車輪の大部分が土砂で埋まった貨物車



写真 4.34 東側の低い敷地へ流出した土砂

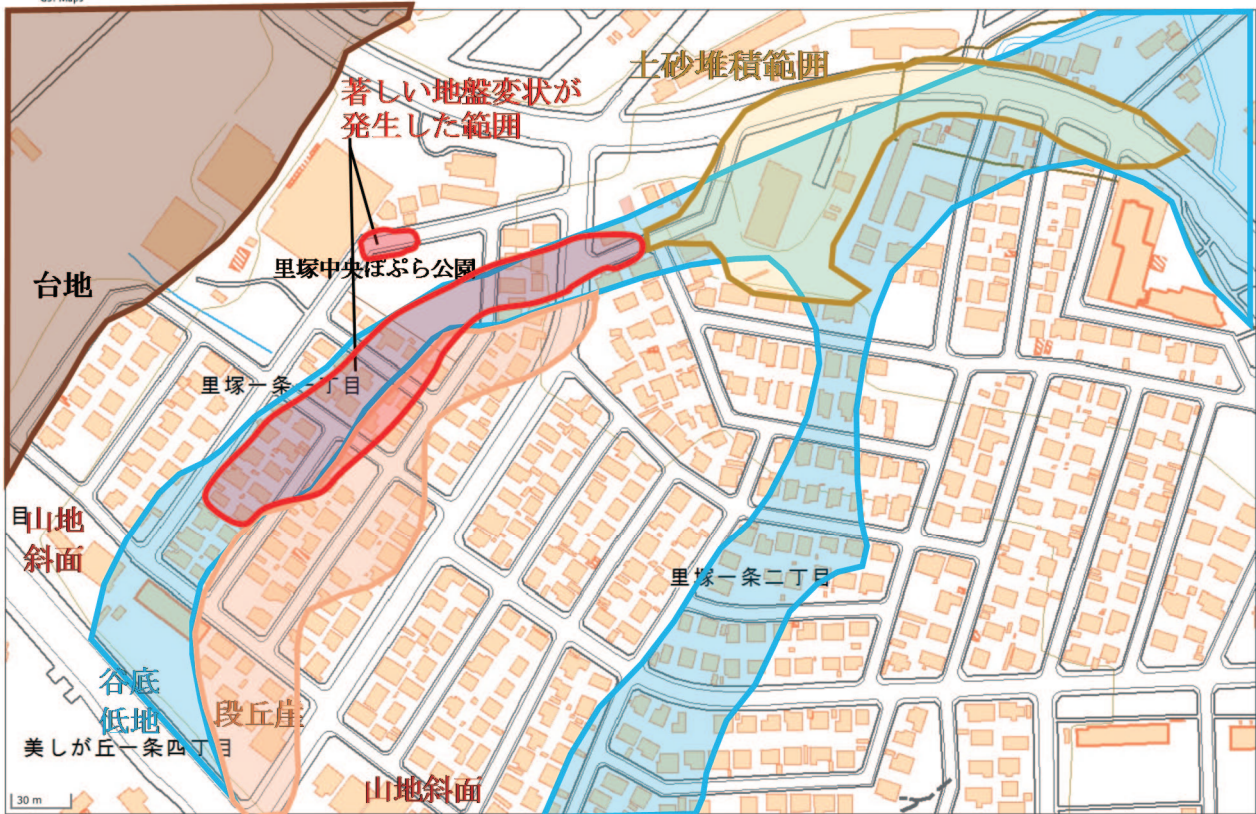


図 4.4 著しい地盤変状・土砂堆積範囲と旧地形の関係

V 調査結果のまとめ

1) 建築物被害のまとめ

- ・震度 7 を記録した厚真町鹿沼の地震計は、大きな地割れが発生した地点にあった。その地割れの延長線上に建つ校舎は大きな被害を受けたが、周囲の平屋の木造建築物は無被害か軽微な被害に留まっている。
- ・建築物の倒壊は、震度 6 強を記録したむかわ町役場付近の比較的古い店舗併用住宅に集中している。倒壊を免れた比較的古い店舗併用住宅でも大きな残留変形が残るなど大きな被害を受けたものが多く確認された。なお、これら以外の木造住宅や RC 造による町役場庁舎は大きな被害は確認されなかった。
- ・震度 6 強を記録した厚真町京町の市町村震度計は町役場庁舎に極めて近い箇所に設置され、その近傍では建築物の被害が確認されなかった。
- ・震度 6 強を記録した安平町早来の地震計は小高い丘又は造成地の端部に設置されていた。同町早来大町の市街地では、外壁を組積造とし、床・小屋組を木造とした比較的古い建築物が層崩壊（階がせん断破壊すること）を含む大きな被害を受けた。比較的

古い店舗併用住宅の外壁の剥落等の被害の例も散見されたが、専用住宅の被害は概して軽微であった。

- ・安平町安平、追分の市街地では、比較的古い建築物が外壁剥落などの被害を受けたが、被災建築物数、及びそれらの被害の程度ともに小さい。市街地から離れていて震度 6 強を記録した同町追分の地震計は小高い丘、又は造成地の端部に設置されていた。
- ・倒壊した建築物の倒壊パターンはほとんどが 1 階の層崩壊（階がせん断破壊すること）で、過去の地震被害で見られたものと比較して異なるパターンは見られなかった。2 階が崩落した例も 1 棟確認できたが、過去の地震被害にでも稀に見られる倒壊パターンであった。

2) 建築物の敷地の地盤被害のまとめ

- ・地盤が沈下し、道路・家屋の変状が発生した領域と、土砂が堆積した領域に大きく分かれる。
- ・道路・家屋の変状が発生した範囲のうち、特に変状が著しい範囲は帯状に分布し、地盤が 1m 以上沈下し、大きな沈下・傾斜を生じている住宅が多く確認された。

- ・道路の陥没・家屋の地盤の変状が発生した範囲と、旧河道、旧沢筋と思われる範囲が一致している。
- ・特に今回道路の陥没・家屋の地盤の変状が発生した範囲は、過去に盛土された谷地形上に位置する。

文献

- 1) 気象庁：「平成 30 年北海道胆振東部地震」について（第 8 報）、<https://www.jma.go.jp/jma/press/1809/13a/201809131030.html>, 2018.9.13.
- 2) 地震調査研究推進本部・地震調査委員会：「平成 30 年北海道胆振東部地震の評価」、https://www.static.jishin.go.jp/resource/monthly/2018/20180906_iburi_2.pdf, 2018.9.11.
- 3) 気象庁：「震度データベース」, <http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>.
- 4) 国土地理院, 地理空間情報ライブラリー電子国土 Web 空中写真・衛星画像, <https://maps.gsi.go.jp/>
- 5) 札幌市清田区の地形復元図（地形分類図）, 国土交通省国土地理院平成 30 年（2018 年）北海道胆振東部地震に関する情報, <http://www.gsi.go.jp/BOUSAI/H30-hokkaidoiburi-east-earthquake-index.html>
- 6) 寒地土木研究所, 平成 30 年北海道胆振東部地震による札幌市清田区里塚地区の被災調査（寒地土研による自主調査）（調査結果速報 Ver.2018.9.9）, <http://jiban.ceri.go.jp/news/180912%20houkoku.pdf>

謝辞

平成 30 年（2018 年）北海道胆振東部地震において各地で観測された地震波の特性の分析には、気象庁、並びに国立研究開発法人防災科学技術研究所の公開データを活用させて頂くとともに、国土交通省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石原直室長にご尽力頂いた。関係各機関、並びに関係者にこの場を借りて謝意を表す。

胆振地方の建築物等被害調査は国土交通省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 荒木康弘主任研究官、地方独立行政法人北海道立総合研究機構建築研究本部建築性能試験センター 渡邊和之安全性能部長及び同センター 千葉隆史主査、並びに同機構建築研究本部北方建築総合研究所 戸松誠研究主幹、及び同研究所 竹内慎一主査と共同で行った。関係者に謝意を表す。さらに被災建築物の築年数等の情報についても北海道立総合研究機構建築研究本部にご提供頂いた。重ねて謝意を表す。

札幌市清田区里塚の宅地地盤の被害調査は国土交通省北海道開発局及び札幌市の協力の下、国土交通省国土技術政策総合研究所道路構造物研究部、同下水道研究部、国立研究開発法人 土木研究所と共同で行った。関係者に謝意を表す。

おわりに

今回の平成 30 年北海道胆振東部地震により犠牲になられた方のご冥福をお祈りするとともに、そのご遺族の方々には心より哀悼の意を表します。また、同地震によって被害を受けられた方々におかれましては、1 日でも早く治癒、復興して通常の生活を取り戻されることを心よりお祈り申し上げます。