

## 4 . 非構造部材

### 4.1 調査概要

#### 4.1.1 調査内容

2008年7月24日(木)午前0時26分頃に北緯39度44分、東経141度38分、深さ108kmでマグニチュード6.8(推定)の地震が発生した。地震発生後より地震被害の報告があり、非構造部材について被害報告が多くあった震源以北の地域を中心に現地調査を実施した。

#### 4.1.2 調査者

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主任研究官 石原 直  
独立行政法人建築研究所建築生産研究グループ研究員 脇山善夫

#### 4.1.3 調査日程

7月25日～7月26日 青森県八戸市、岩手県洋野町、同 軽米町

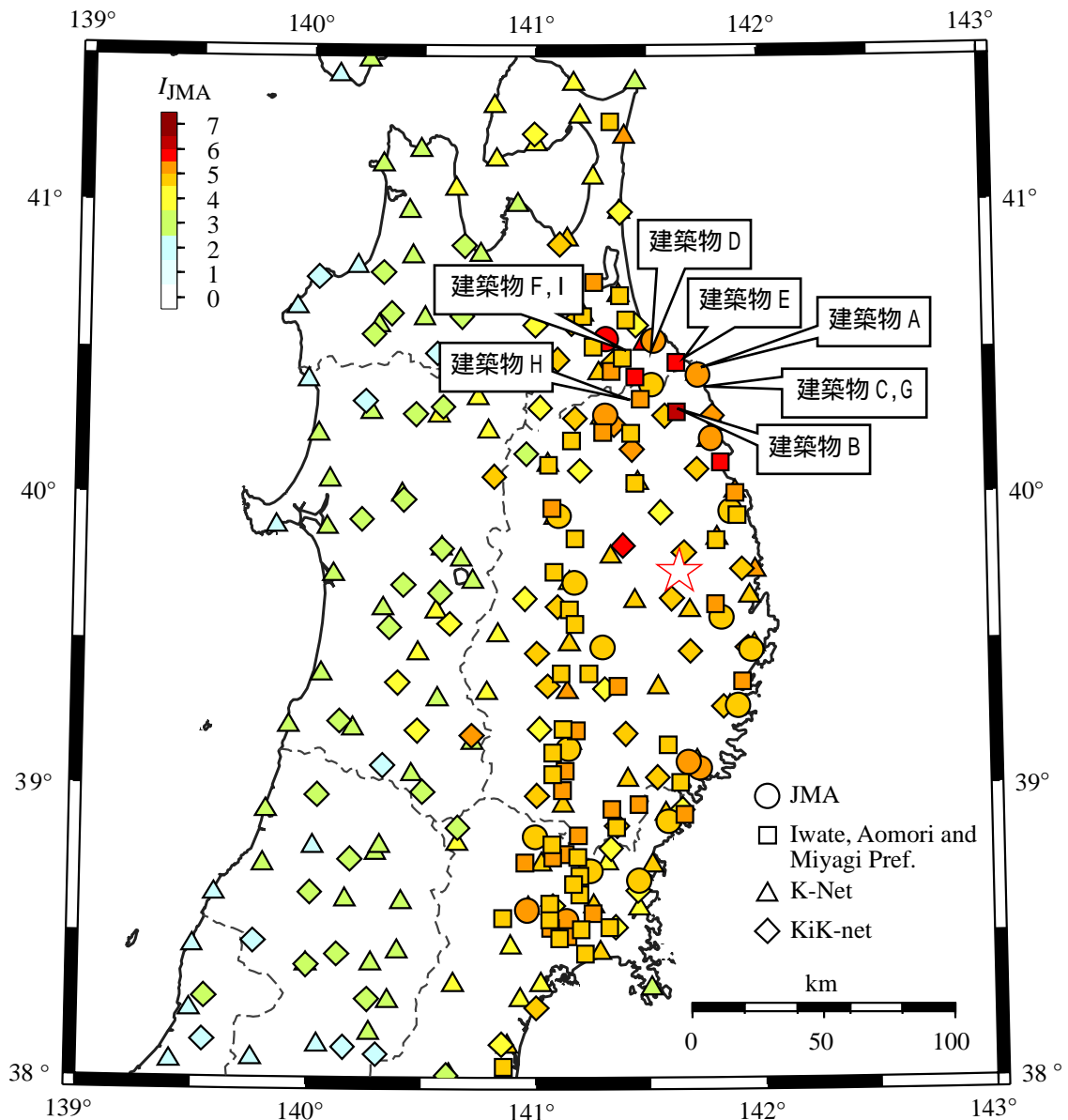


図-4.1 調査対象建物の位置 (図の凡例等は図-3.2の通り)

## 4.2 被害調査結果

本章で用いる建築物の名称は、A建築物～I建築物として記号化しているが、この記号は本章内で独立して定め用いている。

### 4.2.1 運動施設

#### (1) A建築物

- ・昭和52年竣工の学校柔剣道場。S造で山形屋根。内部は実測で張間は13.1m、桁行きは23.6m。窓は各面の上部に設けられており、ガラスは線入りガラス（実測で厚さ6.7mm）である。
- ・引き違い窓2箇所ガラスが破損していた（図-4.3）。地震時には窓は施錠されていたとのこと。現地調査時には破損したガラスは取り外されており、開口はブルーシートで覆われていた。
- ・建物外部に設置されているブレースは手で動かすとよく振動する程度に緩い状態であった。当該ブレース上部で軒天井が部分的に破損していた（図-4.4）。



図-4.2 A建築物外観（赤楕円箇所が損傷箇所）



図-4.3 破損した窓ガラス（学校提供）



図-4.4 破損した軒天井

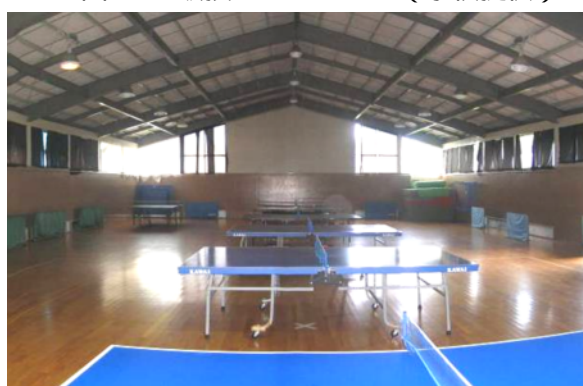


図-4.5 A建築物内観（パノラマ合成）

#### (2) B建築物

- ・竣工年不詳の学校体育館。学校保存の設計図書によると、学校校舎は数年度に分けて建設されている。現地で確認できた昭和56、57年度に整備された建物の設計図書に体育館は昭和58年の工事と記載されていた。
- ・体育館は傾斜地に建っている。体育館の規模は内法の実測で28.8m×39.2m、天井高さは最も高い所で11.3m。舞台はアリーナ北西側にある。
- ・構造はS造。ギャラリーレベルのX型ブレース（L-90×90×10単材、ガセットプレート厚さ9mm、仰角43°、スパン5.6～5.8m）6対はすべて下側で座屈していた。アリーナレベルのX型ブレースは屋外に設けられており、一部に座屈が見られた（図-4.9）。確認した範囲ではブレース接合部やガセットプレートの破断・損傷等は見られなかった。
- ・桁行構面のアルミサッシによる開口は3段構成で、下の1段は引き違い窓、上の2段分ははめこ

ろし窓である（最上段の最も舞台寄りは引き違い窓）。現地調査時には、南西側のサッシ障子の4枚が脱落して3枚が脱落しかけており、窓ガラスが南西側、北東側合わせて9枚破損していた（図-4.10）。

- ・ 舞台裏の外壁でセメント系の外装材が破損・脱落していた（図-4.11）。外装材の下地材は縦方向のチャンネルで支点間距離は長く、外装材をとめつける釘は下地材に残っていた（図-4.12）。



図-4.6 B 建築物外観（東側より）



図-4.7 B 建築物外観（北東側）



図-4.8 B 建築物内観（パノラマ合成）



図-4.9 ブレースの座屈とガラスの破損



図-4.10 ガラスの破損、障子の脱落（南西側）



図-4.11 妻面（舞台裏）の外装材の損傷



図-4.12 外装材損傷箇所

### (3) C 建築物

- ・昭和 48 年竣工の公共体育館。RC 造、ただし屋根は S 造ラチス。屋根形状は HP シェル。
- ・アリーナ部分は南北 39.7m×東西 27.6m、床面からアリーナ中央（HP の頂点）の梁下端までの高さは 15.5m。
- ・舞台がアリーナ東側にある。南、西、北の 3 方向の妻面は開口部である。
- ・北側妻面はほぼ全面が鋼製サッシによる開口であり、開口は幅 26m、高さは最も高い箇所では 8m 弱ある（図-4.15）。計 6 段のサッシは下側から、一段目と二段目は片開き窓、三段目ははめころし窓、四段目はウィンドウオペレーターで操作する突き出し窓（図-4.21）五段目の真ん中は四段目と同様の突き出しで両側ははめころし窓、六段目ははめころし窓となっている。ガラスは鋼製サッシに硬化性パテでとめつけたものである。
- ・西側妻面は、サッシの最も高い箇所が約 5m であること、水平方向の真ん中に壁が入っていること以外は、北側の開口と似たような構成である。
- ・南側妻面は、構造体の RC 造柱に鋼材で接続された外壁とアルミサッシ窓で構成されており、窓ガラスは強化ガラスであった（図-4.16）。
- ・S 造の屋根の部材や北面の鋼製サッシは錆がかなり目立っている。
- ・北面妻面の突き出し窓のガラスが 9 枚割れ、最下段の東端のガラス 1 枚にひびが入っていた（図-4.20）。突き出し窓は地震時に開いたとのことである。西側妻面では、片開き窓のガラスが 1 枚割れ、はめころし窓のガラス 1 枚にひびが入っていた。南側妻面のガラスには被害は見られない（図-4.16）。
- ・屋根の支承のコンクリートが損傷しており、破片がアリーナ床面まで落下して床に傷痕が残っていた（図-4.17～19）。



図-4.13 C 建築物外観（北西より）



図-4.14 C 建築物内観（左側が北側妻面）



図-4.15 北側妻面



図-4.16 南側妻面



図-4.17 屋根支承部の損傷



図-4.18 屋根支承部の損傷



図-4.19 支承部コンクリート破片落下による床の傷痕



図-4.20 北側妻面の窓ガラスの損傷

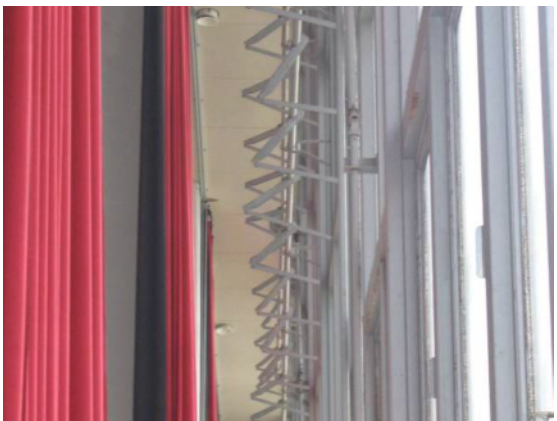


図-4.21 北側妻面のサッシ面を横側から通して見る



図-4.22 南側妻面のサッシ面を横側から通して見る

#### (4) D 建築物

- ・1987年竣工の公共体育館。下部構造は鉄骨鉄筋コンクリート造、屋根構造は形鋼による立体トラス。
- ・天井ははめ込み式の天井。メッシュと天井吸音板がはめ込まれている。
- ・天井吸音板が2枚脱落し、ずれているものが多数みられた。メッシュの脱落も数ヶ所見られた。柱付近でメッシュなどの天井材の変形が見られた。
- ・はめこりし窓のガラス(4.8mm フロート板ガラス)が1枚破損(図-4.24)、非常口の網入りガラスが1枚破損(図-4.25)、屋内の防煙垂れ壁の線入りガラスが1枚破損していた。
- ・1994年三陸はるか沖地震で、正面入り口上部のタイルの脱落、体育館天井板の全面的な脱落などの被害を受けている。



図-4.23 D建築物外観(右側に入口)

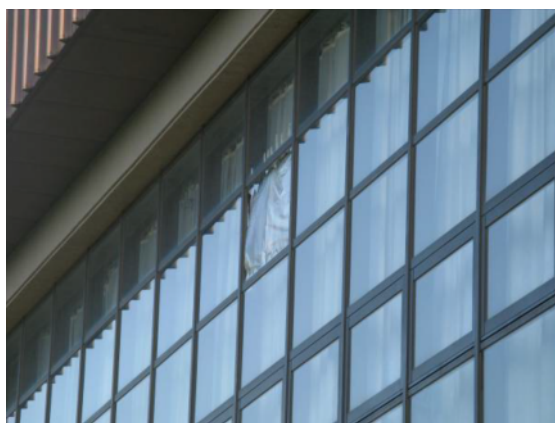


図-4.24 ガラスの破損



図-4.25 非常口の網入りガラスの破損

#### 4.2.2 運動施設以外の公的施設

##### (1) E 建築物

- ・昭和53年竣工の栽培漁業施設。建物内では海水によりアワビの飼育を行っている。
- ・建物はRC造平屋で山形形状の屋根はS造。規模は張間方向29m×桁行方向63.5m。桁行方向中央に2列の鉄骨柱がある(鉄骨柱が基礎まで通っており、足下の箇所は無筋コンクリートとのこと)。S造屋根はスパン両端においてRC柱からの突出部に載せ掛け、ボルトにて固定している状態であり(図-4.29)ピン支持に近い状態と考えられる。屋根面のブレースは桁行き方向の端部と中央部を除いて省略されている部分が多い。
- ・アワビの飼育に陽光が必要であり、屋根葺き材の大半を波板状の網入りガラス(厚さ約6mm、1枚の大きさ約0.9m×2.1m)にしている。

- ・ 10年ほど前に建物の改修を行ったとのこと。
- ・ 屋根葺き材のガラス全510枚の内、地震後に121枚に何らかの損傷が見られたとのこと(図-4.28)。ガラス内の網の錆にともなう微細なひびが以前から確認されていたものもあるとのこと。ガラスの脱落があったものは20枚程度。
- ・ 屋根面ブレースには特段の損傷等は見られない。S造部材の腐食が見られるが、構造耐力には影響しないと思われる。
- ・ 三陸はるか沖地震の際にも同様の被害が出たとのことであるが、今回の被害の方が大きいとのこと。被害のあった箇所のみでの交換となるとその周辺部との取り合いが問題となるため、既存のものと同じようにガラスでやり直すとのこと。



図-4.26 E 建築物外観



図-4.27 E 建築物内観

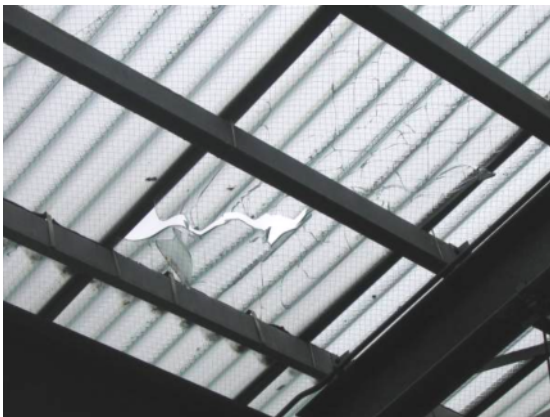


図-4.28 破損したガラス



図-4.29 屋根大梁端部(突出部の鋼板は改修時のもの)

## (2) F 建築物

- ・ 1975年竣工の公会堂。SRC造。ただし屋根はS造。公民館と一体的な建物になっている。ホールを様々な使い方に対応させられるよう、舞台のプロセニウムブリッジ、客席の天井に相当する箇所がともに可動になっている。
- ・ 舞台上部のプロセニウムブリッジと音響反射板は必要に応じて配置するようになっている。
- ・ プロセニウムブリッジは、鋼製の立体的な骨組に、建築用鋼製下地材と天井板などで仕上げたもので、スピーカーが2基組み込まれている。骨組み上部の計12個の滑車を介してワイヤで吊られており、舞台奥では舞台開口部の上部にとばされているRC造の構造体に設置された4本のガイドレールにガイドを介して取り付けられている。下面は曲面をなしており、幅は22.1m程度である。プロセニウムブリッジ下面の高さで舞台面から7~9mの範囲で高さ方向に可動である。現地調査時に小屋裏で目測した所、最も高い位置から1m程度下がっており、骨組み上部の滑車から屋根へ

の吊り位置まで 8m 程度あった。

- ・脱落した部材の観察・実測等によると、プロセニウムブリッジの仕上げの構成は次の通り。鋼製の立体的な骨組みに、吊りボルトを溶接してハンガを取付ける（舞台奥端部ではこれらの箇所に鋼材が用いられている）。曲面の下り方向の下地となるように野縁受けをハンガに取り付け（鋼材に取り付ける箇所は溶接）、ダブルクリップでダブル野縁を野縁受けに取り付ける。厚さ 6.5mm の下地板を頭径 7mm のねじで野縁に止め、更に幅 10cm 厚さ 8mm の板材をステーブルを用いて止めている。ダブル野縁は 30cm 間隔、野縁受けは 120cm 間隔であり、ねじ止めは、下地板の継ぎ目は 1 箇所につき 2 列、そうでない部分は 1 列である。仕上材の外周部には鋼製の見切り材がまわっている。
- ・音響反射板は上下以外に舞台袖方向にも移動できるとのこと。小屋裏から詳細の構成を確認できなかった。
- ・客席上部の天井に相当するものは、一部分が舞台寄りの支点を中心に回転できるようになっている。通常は最も上とめて天井としており、最も下に下げると 2 階席を隠すこともできる。
- ・屋根を支える S 造の梁は客席方向に向かって緩やかに下り、上に凸の曲線状であった。



図-4.30 F 建築物外観



図-4.31 F 建築物ホール内観（パノラマ合成）

- ・今回の地震による被害は、プロセニウムブリッジの仕上材の脱落、客席上部の仕上材の一部破損、客席上部のスプリンクラー配管の破損及びそれに伴う建物内の水損、エントランスホール防煙垂れ壁の部分的な作動などがあった。
- ・プロセニウムブリッジの仕上材が舞台奥側で連続して脱落しており（図-4.33、42）、右側で特に大きく脱落していた（図-4.32、38）。
- ・クリップが多数落下しており、下地板にねじが頭抜けした跡が多く見られた。
- ・プロセニウムブリッジの舞台奥側の見切り材が部分的に脱落していた（重さは 10kg 程度）。
- ・客席上部のスプリンクラーの配管が切れて水が漏れ、警備員等が地震発生後 10 分程度でバルブを閉めて水を止めたとのこと。下方の客席が水で濡れただけでなく、水は舞台奈落の底まで達しているとのこと。このため、水損に伴う二次災害を避けるために、音響反射板も含めて地震後に動作確認をしていない設備が多くあるとのこと。
- ・1994 年北海道東方沖地震（1994 年 10 月 4 日）で舞台に向かって左側のプロセニウムブリッジで仕上げが少し落ち、1994 年三陸はるか沖地震（1994 年 12 月 28 日）で客席上部の天井が部分的に損傷したとのこと。





図-4.32 客席から舞台方向を見る



図-4.33 舞台上部

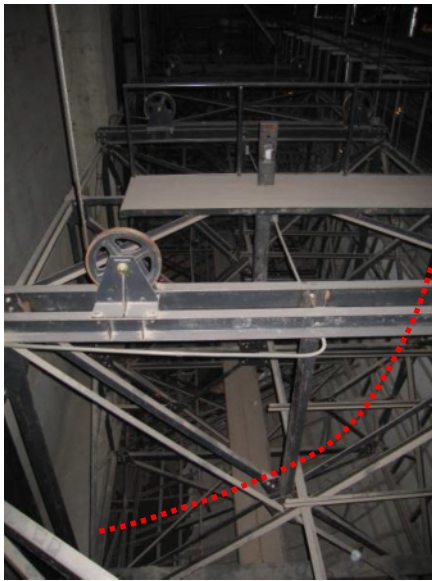


図-4.34 プロセニウムブリッジ上部 (赤点線が断面形状)



図-4.35 同上部の吊り状況



図-4.36 同骨組みとガイドレール取り付け

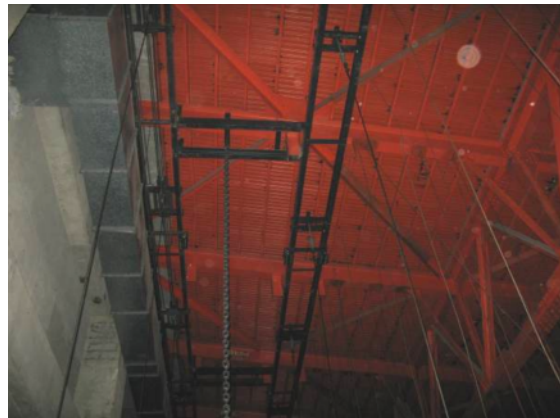


図-4.37 同上部の屋根面



図-4.38 同部の舞台右側の損傷箇所



図-4.39 同部の舞台左側の損傷箇所



図-4.40 上部から曲面状仕上げ部分を見下げ



図-4.41 上部から曲面状仕上げ部分を見下げ



図-4.42 一体で脱落した天井板とダブル野縁



図-4.43 脱落した天井板とダブル野縁



図-4.44 脱落した天井板



図-4.45 脱落したダブル野縁

### (3) G 建築物

- ・ C 建築物の北側にある町役場庁舎。エントランス吹き抜け上部で、渡り廊下の網入りガラスにひびが入り、壁との取り合いで天井が部分的に破損していた。建物内部の吹き抜けの上はガラス屋根になっており、ガラス屋根の支承部の RC 躯体が破損していた。



図-4.46 G 建築物外観

### 4.2.3 その他

#### (1) H 建築物

- ・ 竣工年不詳の自動車販売店。S 造平屋建。
- ・ 道路側の開口はガラススクリーン構法によるものである。道路側の 6 枚のガラスの内、道路側から見て右から 3 枚と左から 1 枚が破損・脱落していた（図-4.48）。ガラスの破片を計測した所、ガラスの厚さは 9.7mm であった。

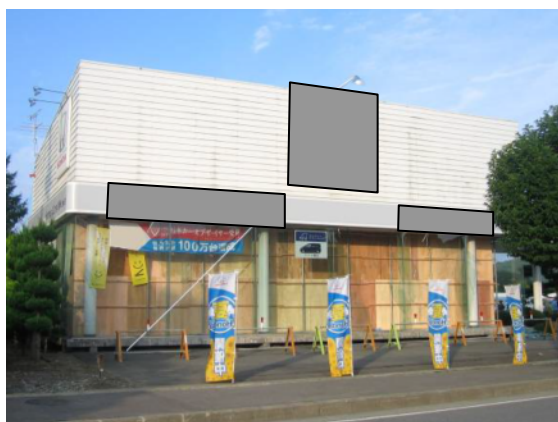


図-4.47 H 建築物外観



図-4.48 被害のあったガラス箇所

#### (2) I 建築物

- ・ F 建築物近くの建材ショールーム。2、3 階のガラスブロックが脱落したとのことであり、現地調査時にはブルーシートが掛けられていた（図-4.49）。脱落した箇所のガラスブロックは平面形状で半円状に設置されていた。同じ建物の反対側で平面形状で 4 分の 1 円状に設置されていたガラスブロックには被害は確認されなかった（図-4.50）。



図-4.49 ガラスブロックが脱落した箇所



図-4.50 脱落箇所と逆側の面

### (3) K-NET 観測点

- ・K-NET 八戸。F 建築物のすぐ裏手にあった。



図-4.51 K-NET 八戸（右側がF 建築物）

- ・K-NET 種市はC 建築物から北に 100m ほど行った病院の敷地内に設置されていた。観測点の向こう側はすぐ海岸線となっている。



図-4.52 K-NET 種市

### 4.3 まとめ

岩手県沿岸北部を震源とする地震による非構造部材の被害調査を、被害報告のあった建物を中心に行った。建物の構造体の被害報告がほとんどない中、非構造部材について、各種ガラス部位、内装仕上材、外装仕上材などの被害を確認した。

今回の地震では、これまでの地震被害と同様の被害を生じるものや、同じ建物の中でも、位置、形態、構工法の違いなどにより、同じ種類の非構造部材で被害程度に違いが生じているものも見られた。非構造部材の耐震対策を検討するにあたっては、非構造部材自体の耐震性を充分検討するとともに、建物内での非構造部材の設置状況やそれに伴う地震時の挙動を考慮することも重要である。

#### 謝辞

今回の地震被害調査に際しては、復旧で忙しい中、それぞれの建物の被害調査について関係各位にご対応を頂きました。ここに記すとともに謝意を表します。

#### 参考文献

- ・1994年三陸はるか沖地震災害調査報告，日本建築学会，1996年10月