

平成 20 年 6 月 14 日岩手・宮城内陸地震による文教施設の被害調査報告

前田匡樹*・中埜良昭**

1. はじめに

1.1 地震の概要

6月14日午前8時43分に岩手県内陸南部を震源とする地震が発生(M7.2)し、岩手県奥州市、宮城県栗原市で震度6強、宮城県大崎市で震度6弱など、岩手、宮城県で強い揺れが観測された。地震の概要を表1に示す。この地震により山間部を中心に地盤崩壊などにより、死者12名、行方不明10名、負傷者357名など人的被害や土木構造物の被害が発生した(6月24日現在¹⁾)。これらの人的被害は、地盤崩壊などが原因で、建築物の被害は震度の割には比較的少なく、建築物の振動被害による人的被害は少ないと報告されている。

表1 地震の概要

発生日時	6月14日午前8時43分	
震央	岩手県内陸南部 39° 01.7'N, 140° 52.8'E	
震源深さ	約8km	
規模	M7.2	
震度	6強	岩手県奥州市、宮城県栗原市
	6弱	宮城県大崎市
震度	5強	岩手県北上市、一関市、金ヶ崎町、平泉町 宮城県加美町、涌谷町、登米市、美里町、名取市、仙台市、利府町 秋田県湯沢市、東成瀬村
		人的被害
住家被害	全壊5棟、半壊7棟、 一部損壊614棟	

(6月24日現在の内閣府のHP¹⁾による)

1.2 強震観測記録

今回の地震による強震記録は防災科研 K-NET および気象庁(JMA)によって公開されており、筆者らが調査を行った地点周辺でも強震記録が得られている。図1に、強震観測点と詳細調査した学校施設の位置を示す。地震の建物応答への影響を検討するため、過去の地震も含めた観測記録の最大加速度(PGA)ー最大速度(PGV)の関係を図2に示す。なお、図中の点線は等価周期である。

K-NET 築館及び K-NET 一関の強震記録は、0.2-0.3秒以下の短周期が卓越する地震動であり、K-NET 古川も周期1秒程度を超える成分は少ない地震動で、PGA および PGV の値も兵庫県南部地震や新潟中越地震と比較すると小さく、建物被害への影響は比較的小さいと思われる。震度6強を観測した自治体震度計の加速度波形は公開されていないが、今回の地震で震度の割に比較的建物被害が少なかったのは、地震動が比較的短周期の卓越するも

のであったことが幸いしたと考えられる。

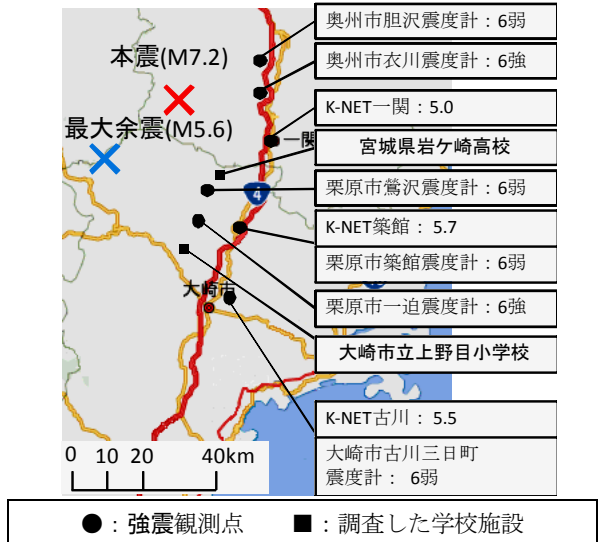


図1 震源と被害調査地点

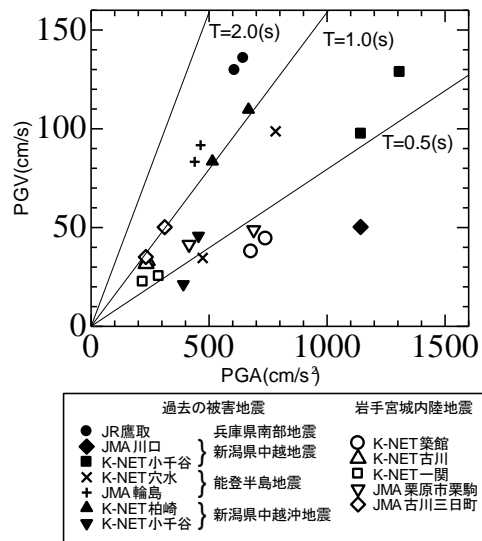


図2 最大加速度(PGA)ー最大速度(PGV)の関係

2. 調査の概要と方法

筆者らは地震発生直後の6月15-16日に、宮城県教育庁および岩手県教育庁の情報に基づいて、比較的大きな被害が発生した学校施設の被害状況を調査した。調査は、6月15日に宮城県内の4校(大崎市立上野目小、栗原市立栗駒中、栗原市立宝来小、県立岩ヶ崎高)を、6月16日には、岩手県奥州市内の7校(水沢小、胆沢愛宕小、若柳中、白鳥小、衣川中、衣川小、古城小)を調査した。

これらの学校施設のうち、構造躯体に比較的大きな被

* 東北大学大学院

** 東京大学生産技術研究所

害が生じた、大崎市立上野目小と県立岩ヶ崎高の建物については、後日、それぞれ1日ずつかけて、部材の損傷状況を詳細に調査した。

3. 学校建築の被害事例

以下では、調査を行った学校建築のうち、比較的大きな被害が生じた建物について被害事例を示す。なお、詳細調査を行った建物の被災度の判定は、(財)日本建築防災協会の「被災度区分判定基準および復旧技術指針」²⁾によった。

3.1 大崎市立上野目(かみのめ)小学校

(1) 建物概要

所在地：大崎市岩出山下一栗字片岸浦9番地

上野目小学校は、山麓に位置しており、1963年および1982年建設の2階建RC造校舎2棟および屋内運動場がある。新耐震設計法により設計された1982年建設の管理教室棟は無被害であるが、1963年の普通教室棟(写真1)と屋内運動場に被害が生じた。

(2) 普通教室棟(RC造2階建、1963年建設)

図3に普通教室棟の柱梁伏図を示す。また、図4に柱断面リストを示す。図中には被災度区分判定²⁾による柱の損傷度を示した。1階では、柱22本のうち、4本に幅10mmを超えるせん断ひび割れが生じ(損傷度Ⅳ・写真2)、3本にも大きなせん断ひび割れが生じた(損傷度Ⅲ・写真3)。1階の南構面(運動場側の柱は、東方向に10mm程度の残留変形が生じている。なお、当該建物の柱断面は、図4のように450mm×450mmとこの規模の建物としては小さく、また、1971(昭和46)年以前の建築基準法により設計されており、帯筋も9φ@200と少ないため、上記のような大きなせん断ひび割れが生じた柱は、せん断耐力、及び、軸力支持能力を失う直前の状態と思われる、余震などで損傷が進行して、軸力が支持できなくなる可能性も考えられる。

2階の被害は、1階と比較して全体的に損傷度は小さく、損傷度Ⅱ以下の柱が半数を占めたが、局所的に損傷度の大きい柱も見受けられ、Y1-X2の柱には幅7mmのせん断ひび割れが生じた。2階も1階同様、南構面において東方向に10mm程度の残留変形を生じている柱が多数見られた。

壁には、面外に変形によると思われるひび割れが、壁下部水平方向に生じたほか、階段の踊り場部分のかぶりコンクリートの剥落や内壁の一部脱落が見られた。

被災度区分判定の結果、1階桁行き方向の残存耐震性能率R=49%、被災度は「大破」となり、「応急措置または応急復旧」が必要と判定され、復旧を行うまで使用禁

止の措置が取られた。

2006年度に行われた耐震診断³⁾(2次診断)の桁行き方向の結果の概要を表2に示す。診断の結果、1,2階とも、柱は靱性指標F=2以上の曲げ柱で靱性型の建物と評価され、Is値が目標値Iso=0.7を上回り耐震補強不要と判断された。しかしながら、実際の柱の破壊モードは、写真に示したようにせん断破壊型であり、診断結果と一致していない。実際の破壊モードに合わせて柱の靱性指標F=1と評価すれば、1階のIs(=C_T・S_D)=0.457であるので、十分には耐震性が高くなかったとも考えられるが、診断と実被害の破壊モードの乖離の原因については、今後の検討が必要と思われる。



写真1 上野目小普通教室棟の全景



写真2 1階 Y0-X6 柱(損傷度Ⅳ)



写真3 1階 Y0-X8 柱(損傷度Ⅲ)

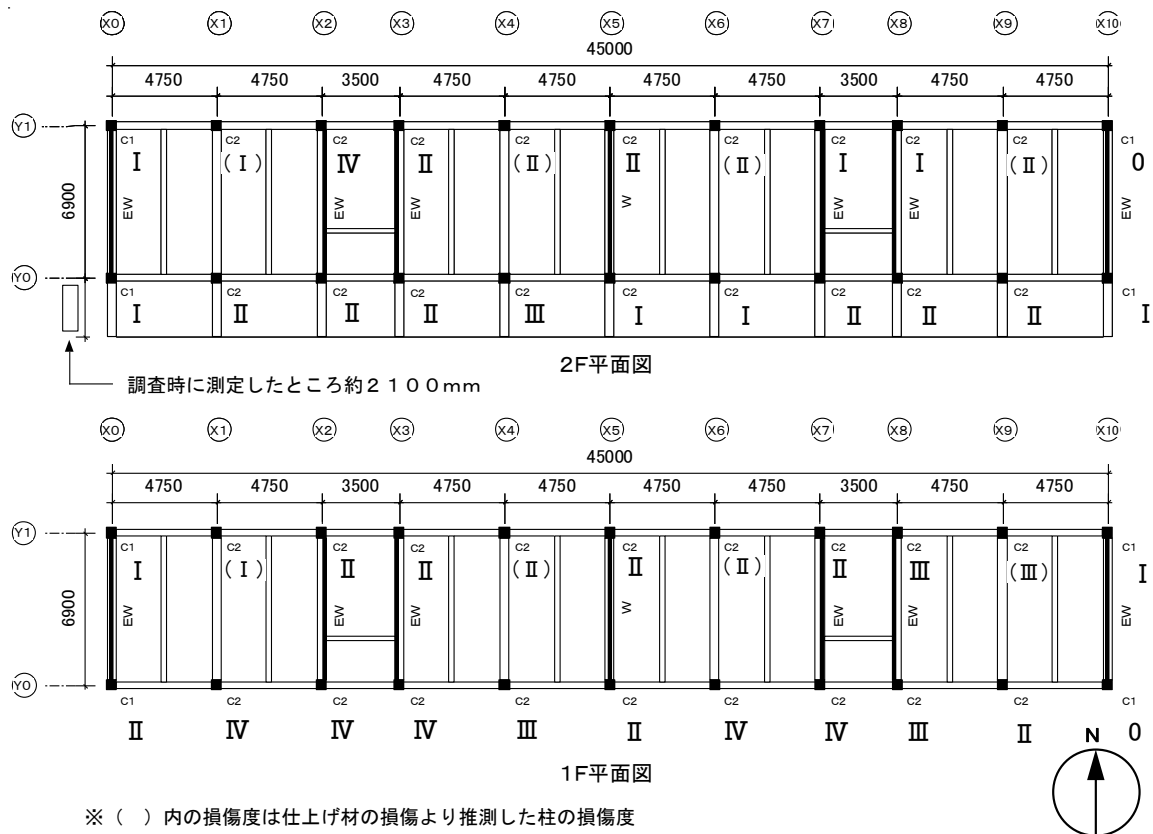


図3 柱梁伏図と柱の損傷度

表2 耐震診断結果

階	C	F	E ₀	S _D	T	I _s	C _{Tu} · S _D
2	0.675	2.59	1.311	0.975	0.979	1.251	0.493
1	0.469	2.25	1.056			1.008	0.457

	C1	C2
2階		
	主筋 4-22φ 4-19φ 帯筋 9φ @200	主筋 8-22φ 帯筋 9φ @200
1階		
	主筋 4-22φ 6-19φ 帯筋 9φ @200	主筋 10-22φ 帯筋 9φ @200

図4 柱断面リスト

(3) 屋内運動場 (写真4)

桁行方向2階のX型ブレース (アングル材) の4構面すべてで、接合部でアングル母材が破断している (写真5)。梁間方向の鉄骨ラーメン、屋根面ブレースには特に損傷は見られない。1階 RC 造部分については、軽微なひび割れは発生しているが、深刻な被害はない。

桁行き方向2階の被災度区分判定の結果は、ブレースの破断により [大破] であるが、その他の部分は損傷が少ないため、ブレースの交換により復旧可能と思われる。



写真4 上野目小学校 屋内運動場の全景



写真5 接合部におけるブレースの破断

3.2 宮城県立岩ヶ崎高校

(1) 建物概要

所在地：宮城県栗原市栗駒中野愛宕下 1-3

岩ヶ崎高校には3階建RC造校舎と平屋建の昇降口棟があるが、3階建校舎3棟について被害調査を行った。これらの校舎は全て昭和57年(1982年)3月竣工の新耐震設計法直前の建物である(写真6)。1階の主な柱の断面は700mm×700mm、主筋20-D25、せん断補強筋4-D13(せん断補強筋比 $p_w=0.7\%$ 程度)と、3階建校舎としては比較的断面が大きく、鉄筋も十分に配筋されているため、柱の強度・変形能力に富む部材となっていると思われる。2004年度に行われた耐震診断³⁾の結果、3棟とも各階・各方向で構造耐震指標 I_s が判定指標値 $I_{so}=0.7$ を上回り、耐震補強の必要はないと判断されている。3棟の桁行き方向の1階の耐震診断結果の概要を表3に示す。



写真6 岩ヶ崎高校校舎の全景

表3 耐震診断結果

階	C	F	E_0	S_D	T	I_s	$C_{Tu} \cdot S_D$
管理教室東棟							
1	0.086 1.026	0.80 1.00	1.026	0.926	0.997	0.947	0.950
管理教室西棟							
1	0.168 0.886	0.80 1.00	0.886	0.950	0.999	0.822	0.823
管理教室西棟							
1	0.153 0.824	0.80 1.00	0.824	0.950	0.990	0.775	0.782

(2) 管理教室東棟の被害

図5に管理教室東棟1階伏図と損傷度を示す。

管理教室東棟の被害は、桁行方向(長手方向)の1階、2階が大きく、1階の柱4本、2階の柱1本に比較的大きなせん断ひび割れ(幅1~2mm程度)が生じた(被災度区分判定による損傷度Ⅲ、写真7)。また、1階放送室の前の壁に大きなせん断ひび割れ(幅2mm以上)が生じ一部コンクリートが圧壊した(損傷度Ⅳ・写真9)ほか、トイレ外壁や、廊下消火栓・配電盤スペースの非構造壁にもせん断ひび割れが発生した(損傷度Ⅲ)。他の柱にも、柱頭・柱脚の曲げひび割れやせん断ひび割れが発生しているが、構造躯体の損傷は比較的軽微であり、せん断補強筋が比較的多く配筋されていることから、耐力・塑性変形能力の低下はあまりないと考えられる。2階の梁端には多数の個所で曲げひび割れや仕上げの軽微な剥離が見られ、梁降伏型のメカニズムを形成しある程度の層間変形を生じた可能性も考えられる。その他、管理教室西棟とのエキスパンション・ジョイント部に建物の振動による衝突でカバーの損傷(写真8)や、境界部分の梁・壁の一部仕上げに損傷が生じている。また一部、躯体コンクリートにジャンカ(写真10)が見られた。被災度区分判定²⁾の結果、1, 2, 3階の残存耐震性能率 R はそれぞれ、80%、84%、94%で、各階とも[小破]判定されるが、3階については、ほぼ[軽微]と考えても問題ない被害程度であった。なお、耐震診断の結果では、1階柱の多くはせん断柱と診断されているが、実際のひび割れ状況を見ると、柱頭・柱脚に曲げひび割れが発生し、残留ひび割れが生じていることから、被災度区分判定では、曲げ柱と判断して残存耐震性能率 R を求めた。



写真7 (左) 柱のせん断ひび割れ (損傷度Ⅲ)

写真8 (右) EXP. Joint カバーの損傷

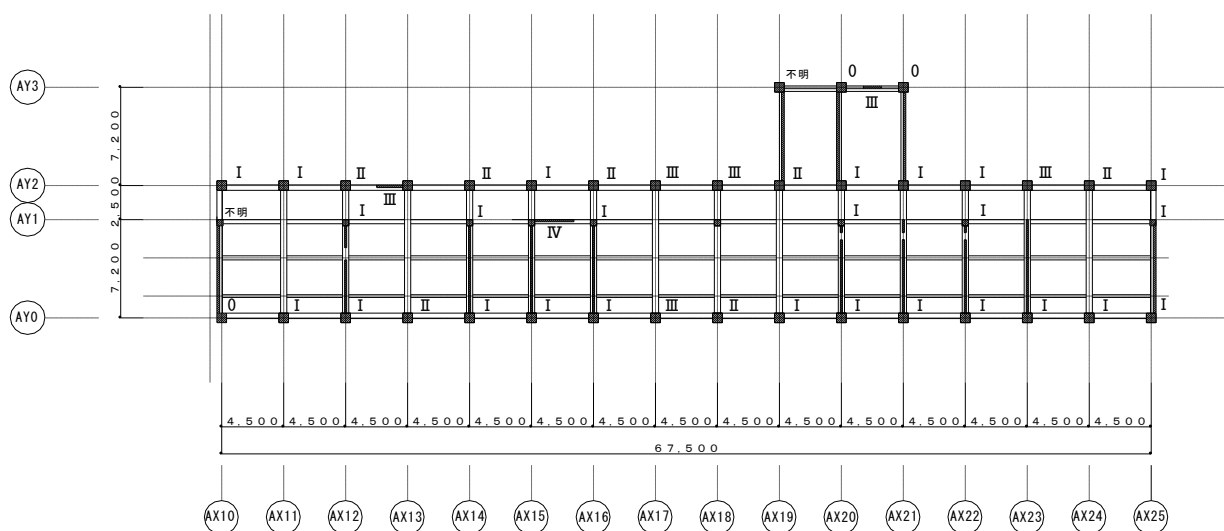


図5 管理教室東棟1階伏図と柱・壁の損傷度



写真9 せん断破壊した壁（損傷度IV）



写真10 曲げ圧壊した柱脚（ジャンカが見られる）

(2) 管理教室西棟の被害

管理教室西棟の被害は、管理教室東棟とほぼ同様な状況で、1階の柱2本に比較的大きなひび割れ（損傷度III）、トイレの非構造壁は1階から3階まで大

きなせん断ひび割れ（損傷度IV）が生じた。

被災度区分判定の結果、1, 2, 3階の残存耐震性能率Rはそれぞれ、82%、87%、93%で、各階とも〔小破〕判定されるが、3階については、ほぼ〔軽微〕と考えても問題ない被害程度であった。

(3) 特別教室棟の被害

特別教室棟の被害状況は、管理教室東棟・西棟と比較すると全体として軽微であり、損傷度IIIの柱は無く、すべて損傷度II以下であった。最も被害が大きいののは2階で、トイレの非構造壁に大きなせん断ひび割れ（損傷度III・写真11）が生じた。

被災度区分判定の結果、1, 2, 3階の残存耐震性能率Rはそれぞれ、95%、91%、97%で、1,3階は〔軽微〕、2階は〔小破〕と判定されるが、2階についても、ほぼ〔軽微〕と考えても問題ない被害程度であった。



写真11 非構造壁のせん断ひび割れ（損傷度III）

3.3 栗原市立栗駒中学校

(1) 建物概要

昭和 48 年建設の校舎棟と昭和 49 年建設の屋内運動場がある。校舎棟は、平成 19 年 12 月から耐震補強工事を実施中で、第 1 期 (H19.12~H20.1) に外付けブレース補強、第 2 期 (H20.3~6) に開口付き RC 造耐震壁補強を行い、第 3 期の耐震補強工事中 (開口付き RC 耐震壁と外付け鉄骨ブレース) であった。屋内運動場は鉄骨造屋根面の耐震補強済みで、被害はなかった。

(2) 校舎棟の被害

校舎棟の全景を写真 12 に示す。上記の RC 補強耐震壁は、9m スパンの教室前後の柱間に出入口開口を設けたタイプで、短スパン化した開口上部の梁は、垂れ壁などによる補強がされておらず、せん断ひび割れが発生した (写真 13)。その他、廊下窓下の有孔レンガ腰壁せん断ひび割れや、教室間のコンクリートブロック壁の一部で、ブロックの破損・落下が生じた。



写真 12 栗駒中学校校舎棟の全景



写真 13 補強壁開口上部の梁のせん断ひび割れ

3.4 栗原市立宝来 (たからぎ) 小学校

(1) 建物概要

宝来小学校には、平成 4 年建設の RC 造 2 階建校舎、屋内運動場 (写真 14) および幼稚園棟がある。校舎棟と幼稚園棟はほぼ無被害である。

(2) 屋内運動場の被害

構造躯体の被害は特に見られないが、妻壁 ALC 版の接合部の鉄筋溶接部がはずれ (写真 15)、ALC 版数枚が落下した。



写真 14 宝来小屋内運動場の全景
(妻壁の ALC 版が脱落し落下)



写真 15 ALC 版接合部 (鉄筋溶接部が外れる)

4. まとめ

本稿では、岩手・宮城内陸地震について、比較的大きな被害を受けた学校施設の被害状況について報告した。

調査に際しては、防災科学技術研究所 K-NET、気象庁地震情報を活用させていただいた。地震災害直後の忙しいなか、被害状況を説明していただいた宮城県教育庁、大崎市教育委員会、栗原市教育委員会および各学校の関係各位に厚く御礼申し上げますとともに、被災住民の方々の生活が一日も早く旧に復することを祈願する。

参考文献

- 1) 首相官邸：平成 20 年 (2008 年) 岩手・宮城内陸地震について、http://www.kantei.go.jp/jp/kikikanri/jisin/iwate_miyagi/0806241900.pdf
- 2) 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，2002.8.
- 3) 日本建築防災協会：既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準 同解説，2001.