

# 2008年6月14日岩手宮城内陸地震による建築物の被害調査報告

前田匡樹

東北大学大学院都市・建築学専攻 准教授

中埜良昭

東京大学生産技術研究所 教授

## はじめに

6月14日に岩手県内陸南部を震源とする地震が発生し、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、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<sup>1)</sup>)。

被災地域では、防災科学技術研究所のK-NETや自治体の震度計などにより地震記録が観測されている。筆者らは、地震直後に強震観測点周辺の建物を中心とした建築物の被害を調査し、被害の傾向を分析するとともに、大きな被害が生じた学校建築についても被害調査を行った。

## 1. 調査の概要と方法

地震発生当日の6月14日には、防災科学技術研究所のK-NET、及び、自治体の強震観測点周辺の被害状況の調査を行った(前田)。また、6月15-16日に、学校施設の被害の概要を調査した(中埜:2日間、前田:15日)。

### (1) 強震観測点周辺の被害調査

地震発生直後に気象庁から発表された自治体震度計及びK-NET強震観測点で、震度6強及び6弱が観測された地点について、周辺の建物の被害状況を調査した。調査の対象とした地点を以下に示す。

宮城県：栗原市一迫、栗原市築館(震度計)

K-NET 築館、K-NET 古川

岩手県：奥州市衣川、奥州市胆沢(震度計)

K-NET 一関

被害調査は、震度計または強震計が設置されている地点の建物、及び、その周辺の建物の被害状況を1か所あたり1時間程度で外観調査し、大きな被害が認められる場合には、詳細に調査することとした。

### (2) 学校施設の被害調査

6月15-16日には、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。

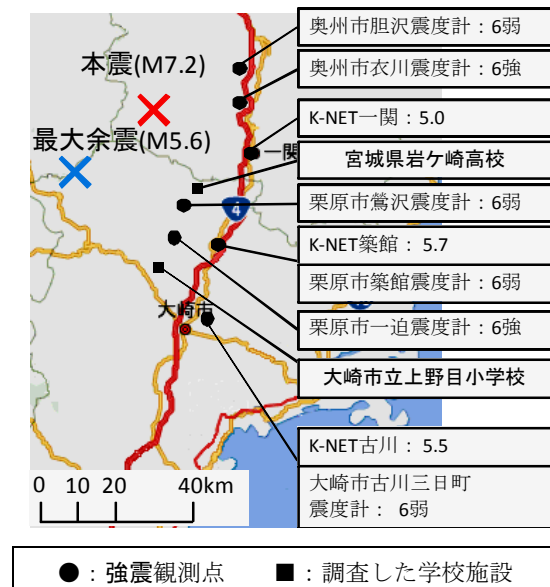


図1 震源と被害調査地点

## 2. 地震と強震観測記録

### 2.1 地震の概要

地震の概要を表1に示す。地震は6月14日午前8時43分に岩手県内陸南部を震源として発生した(M7.2)。この地震により、岩手県奥州市、宮城県栗原市の2か所で震度6強の揺れが観測された。死

者・行方不明者合わせて 22 名などの人的被害が発生したが、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
	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	死者 10 名、行方不明 12 名、重傷 59 名、軽傷 298 名	
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HP<sup>1)</sup>による)

## 2.2 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でも強震記録が得られている。各観測点における観測地震動とその周辺の状況を表 2 に示す。

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)－最大速度(PGV)の関係を図 2 に示す。なお、図中の 3 本の点線は等価周期を表す。また、減衰 5% および 10% で求めた Sa-Sd スペクトルを図 3 に示す。

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。

表 2 観測記録と周辺の状況

観測点	方向	PGA (gal)	PGV (cm/s)	計測震度	観測点と周辺の状況
栗原市一迫 (震度計)		-	-	6強	栗原市一迫総合支所内に設置。
栗原市築館 (震度計)		-	-	6弱	築館中心街の栗原市役所に設置。
栗原市栗駒 (JMA)	NS	415	41.4	5.9	
	EW	689	48.8		
	UD	281	14.9		
K-NET 築館	NS	740	44.4	5.7	築館の中心街から少し離れた低い丘の上の築館中の近くに設置
	EW	678	37.9		
	UD	224	14.0		
K-NET 古川	NS	238	33.2	5.5	
	EW	233	31.7		
	UD	104	16.2		
大崎市古川三日町 (JMA)	NS	232	35.1	5.6	
	EW	312	50.2		
	UD	130	12.7		
奥州市衣川 (震度計)		-	-	6強	奥州市衣川総合支所内に設置。支所の建物は、崖の上であり非構造壁にひび割れ。
奥州市胆沢 (震度計)		-	-	6弱	奥州市胆沢総合支所内に設置。
K-NET 一関	NS	219	22.6	5.0	一関消防署の敷地内に設置。
	EW	287	25.4		
	UD	210	11.8		

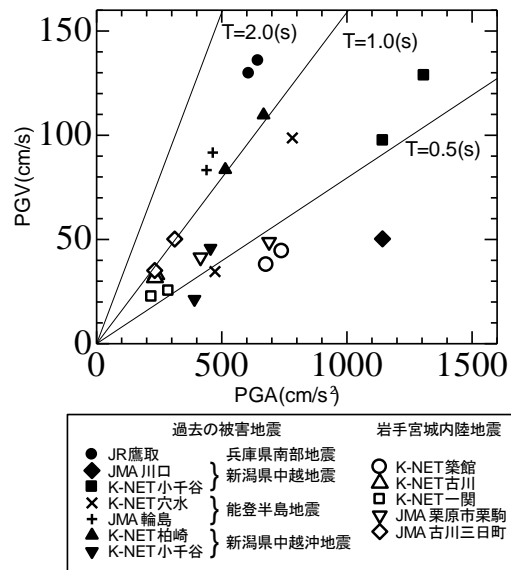
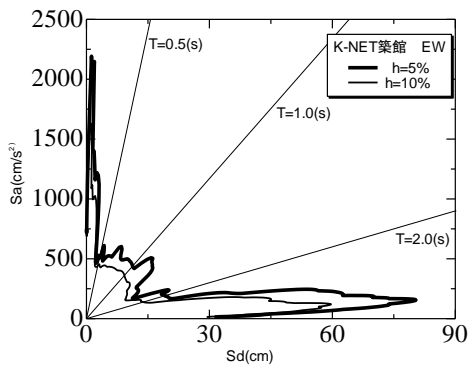
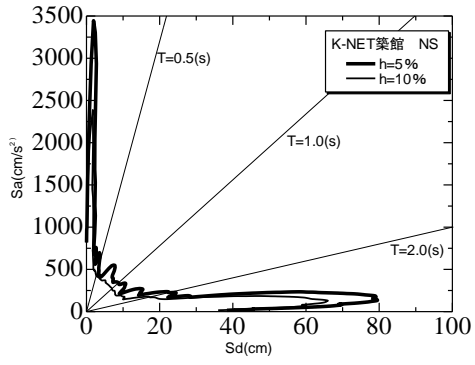
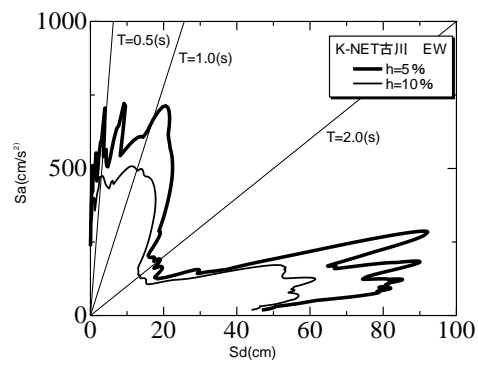
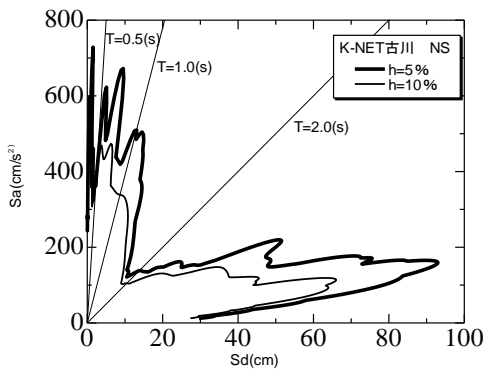


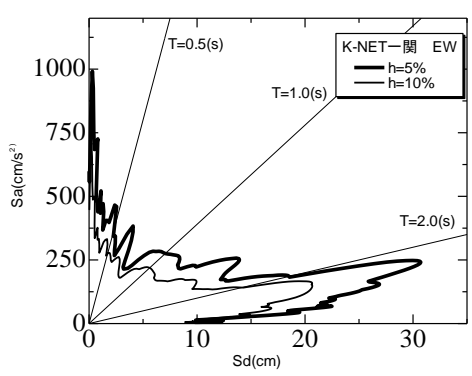
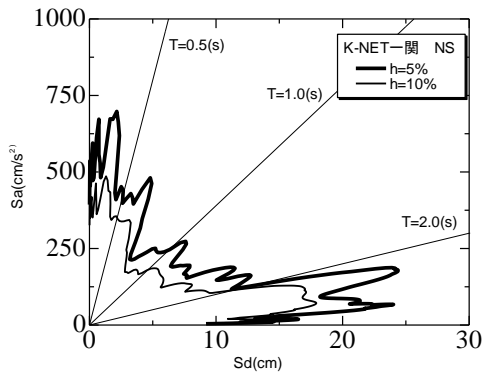
図 2 最大加速度 (PGA)－最大速度 (PGV) の関係



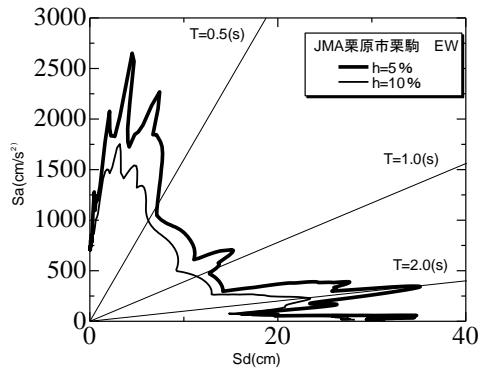
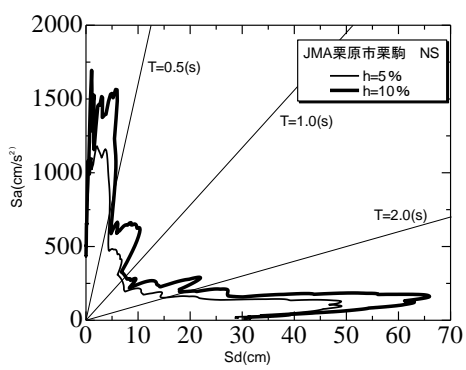
(a) K-NET 築館



(b) K-NET 古川



(c) K-NET 一関



(d) JMA 栗原市栗駒

図3 Sa-Sd 曲線

### 3. 強震観測点周辺の被害状況

以下では、強震観測点（K-NET、自治体震度計）付近の詳細調査を行った地区を中心に、調査地点ごとの被害概要を示す。

#### 3.1 栗原市一迫（自治体震度計：震度6強）

震度計は、栗原市一迫総合支所に設置されている。総合支所の建物には、非構造壁に一部軽微なひび割れが発生した。

周辺では、木造店舗（あやめの里）の屋根瓦のずれや落下（写真1）、住宅のブロック塀の傾斜が1か所見られた（写真2）。



写真1 木造店舗の屋根瓦の被害



写真2 ブロック塀が損傷し大きく傾斜

#### 3.2 栗原市築館（自治体震度計：震度6弱）

震度計は築館町の中心部の栗原市役所内に設置されている。周辺の建築物に外観からは特に被害は見られない。

市役所裏にある築館小学校の校舎（写真3）にも大きな被害はないが、平屋建て渡り廊下（S造）の校舎とのエキスパンション・ジョイント（Exp.J）

に衝突による損傷が生じた（写真4）。屋内運動場の1階のRC造壁に細かい斜めひび割れが発生した。

小学校裏の傾斜地にある墓地で、石灯籠の1個が転倒していたが（写真5）、墓石の転倒はなかった。



写真3 築館小学校校舎



写真4 校舎と渡り廊下の Exp. J の損傷



写真5 転倒した石灯籠（墓石の転倒はない）

#### 3.3 栗原市築館（K-Net 築館：計測震度5.7）

地震計は、小高い丘に設置されており、付近には栗原市立築館中学校や住宅がある。これらの住宅に

は、外観からは特に大きな被害は見られなかった。

築館中学校の校舎（写真 6）の非構造壁に一部ひび割れが生じたが（写真 7）、全体として被害は軽微である。屋内運動場では外壁窓枠が変形し、窓枠下の仕上モルタルの一部が落下していた（写真 8）ことから、地震時にはある程度大きな変形が生じたと思われる。



写真 6 築館中学校校舎の全景



写真 7 校舎の非構造壁のひび割れ



写真 8 屋内運動場の窓枠が変形し、仕上げモルタルが剥落

### 3.4 奥州市衣川（自治体震度計：震度 6 強）

奥州市衣川総合支所内に震度計が設置されている。岩手県内で唯一震度 6 強が観測された地点である。敷地は、周囲の集落より 40m 程高い崖地の先端にあり、地形の影響で崖下より大きな震度が観測された可能性も高いと思われる。

総合支所建物（RC 造 2 階建、比較的古い建物、写真 9）の崖側構面の非構造壁にせん断ひび割れが発生した（写真 10）。

崖下の集落では、屋根瓦のずれは見られたが、大きな被害はない。



写真 9 奥州市衣川総合支所の全景



写真 10 非構造壁に生じた損傷

### 3.5 奥州市胆沢（自治体震度計：震度 6 弱）

奥州市胆沢総合支所（RC 造 3 階建、比較的新しい建物）に震度計が設置されている。

総合支所の建物（写真 11）に特に被害はない。

周辺で外壁モルタル壁が落下した店舗付き住宅

1棟、屋根瓦がずれた建物1棟があったが、全体として建物の被害はほとんど無かった。



写真 11 奥州市胆沢総合支所の全景

### 3.6 一関市 (K-Net 一関：計測震度 5.0)

地震計は、一関消防署の敷地内に設置されている。消防署および、周辺の建物に特に被害は見られない。

## 4. 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」<sup>2)</sup>に基づいて行った。

### 4.1 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 12) 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 4 に普通教室棟の柱梁伏図を示す。図中には被災度区分判定<sup>2)</sup>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 を超える大きなせん断ひび割れが生じ (損傷度Ⅳ・写真 13)、3 本にも大きなせん断ひび割れが生じた (損傷度Ⅲ・写真 14)。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、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、設計図書によると帯筋も 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、余震などで損傷が進行すると、柱がせん断破壊し、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 (写真 15) 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<sup>3)</sup> (2 次診断) の桁行き方向の結果の概要を表 3 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、 $I_s$  値が目標値  $I_{so}=0.7$  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  $I_s(=C_T \cdot S_D)=0.457$  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 12 上野目小普通教室棟の全景



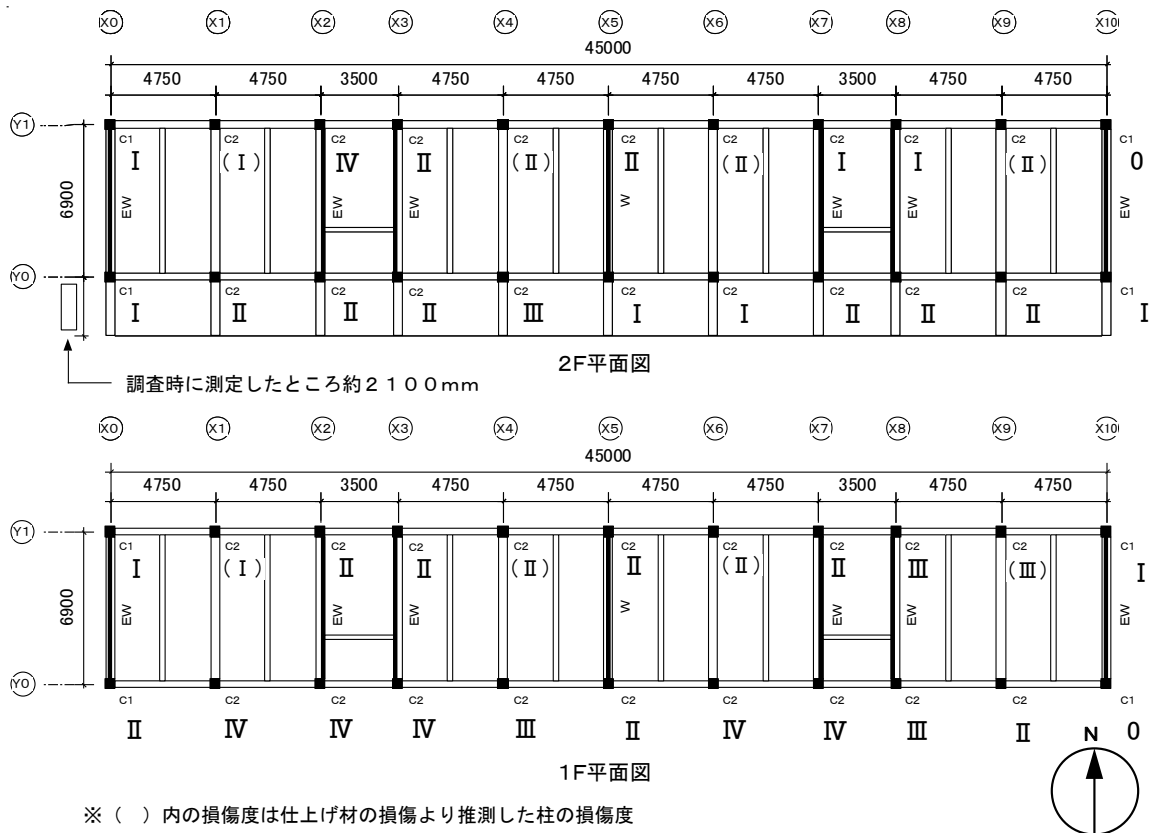
写真 14 1階 Y0-X8 柱(損傷度Ⅲ)



写真 13 1階 Y0-X6 柱(損傷度Ⅳ)



写真 15 階段踊り場部分の損傷



※ ( ) 内の損傷度は仕上げ材の損傷より推測した柱の損傷度

図 4 柱梁伏図と柱の損傷度

表 3 耐震診断結果

階	C	F	E <sub>0</sub>	S <sub>D</sub>	T	Is	C <sub>Tu</sub> ・ S <sub>D</sub>
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

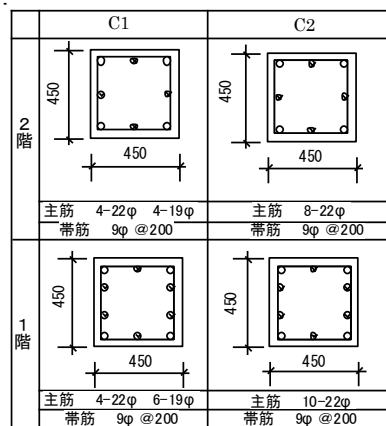


図 5 柱断面リスト

(3) 屋内運動場 (写真 16)

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 17)。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 16 上野目小学校 屋内運動場の全景



写真 17 接合部におけるブレースの破断

4.2 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 18)。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<sup>3)</sup>の結果、3 棟とも各階・各方向で構造耐震指標 Is が判定指標値 Iso=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 4 に示す。

表 4 耐震診断結果

階	C	F	E <sub>0</sub>	S <sub>D</sub>	T	Is	C <sub>Tu</sub> ・ S <sub>D</sub>
管理教室東棟							
1	0.086	0.80	1.026	0.926	0.997	0.947	0.950
	1.026	1.00					
管理教室西棟							
1	0.168	0.80	0.886	0.950	0.999	0.822	0.823
	0.886	1.00					
管理教室西棟							
1	0.153	0.80	0.824	0.950	0.990	0.775	0.782
	0.824	1.00					



### (2) 管理教室東棟の被害

各校舎の1階柱梁伏図を図6～8に示す。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19）。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20）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（写真21）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。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22）や、境界部分の梁・壁の一部仕上げに損傷が生じている。

被災度区分判定<sup>2)</sup>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。

### (3) 管理教室西棟の被害

管理教室西棟の被害状況は、管理教室東棟とほぼ同じような状況で、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。

### (4) 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23）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階については、ほぼ[軽微]と考えても問題ない被害程度であった。



写真 18 岩ヶ崎高校校舎の全景



写真 19 柱のせん断ひび割れ（損傷度Ⅲ）

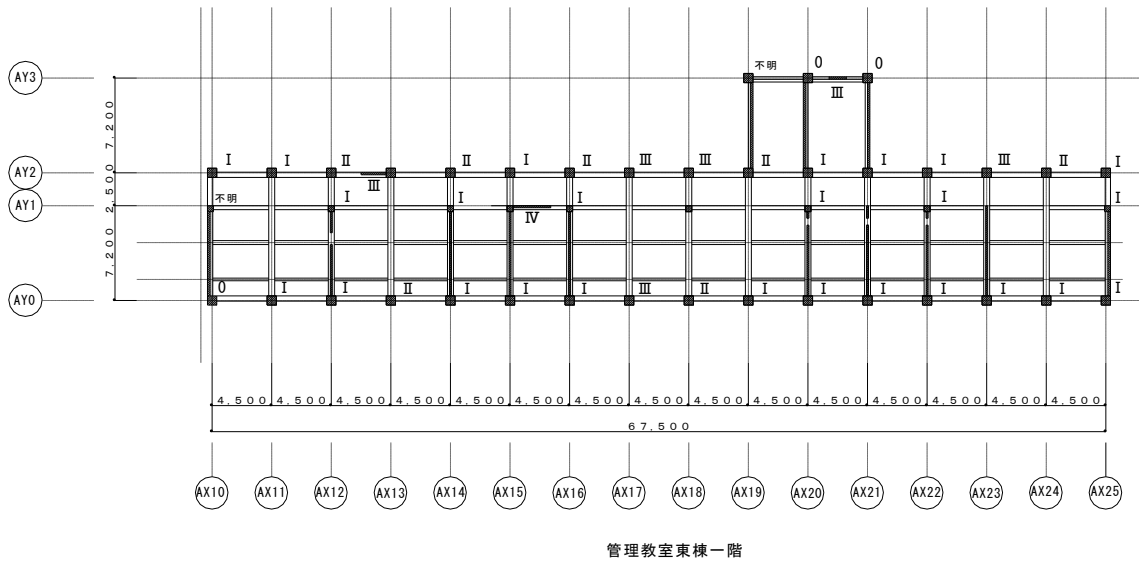


図6 管理教室東棟1階伏図と柱・壁の損傷度

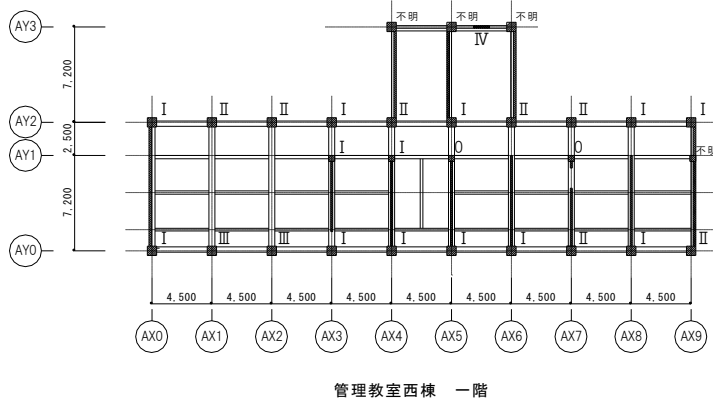


図7 管理教室西棟1階伏図と柱・壁の損傷度

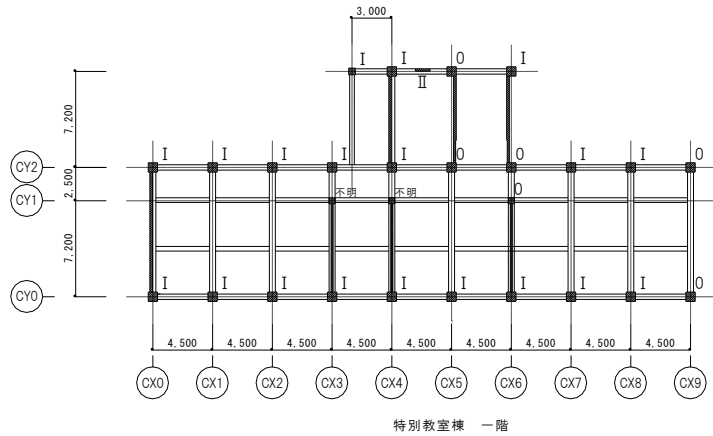


図8 特別教室棟1階伏図と柱・壁の損傷度



写真 20 せん断破壊した壁（損傷度Ⅳ）



写真 21 壁のせん断ひび割れ（損傷度Ⅲ）



写真 22 EXP. Joint カバーの損傷



写真 23 非構造壁のせん断ひび割れ（損傷度Ⅲ）

#### 4.3 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 24 に示す。上記の RC 補強耐震壁は、9m スパンの教室前後の柱際に出入口開口を設けたタイプで（写真 25）、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 26）。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 24 栗駒中学校校舎棟の全景



写真 25 教室の前後に出入口開口を設けた RC 補強耐震壁（開口脇に付け柱あり）



写真 26 補強壁の開口上部の梁のせん断ひび割れ

#### 4.4 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 27）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。



写真 27 宝来小屋内運動場の全景（妻壁の ALC 版が脱落下）

##### (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 28）、ALC 版数枚が落下した。



写真 28 ALC 版接合部（鉄筋溶接部が外れている）

#### 6. まとめ

本稿では、岩手・宮城内陸地震による被害について、K-NET 強震計及び自治体震度計の周辺の調査結果と、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るとともに、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](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.