

新潟県中越沖地震における RC 造学校建物の被害と耐震性能の関係

Seismic performance and damage of R/C school buildings during
the Niigataken Chuetsu Oki Earthquake

平田圭亮 1, 中村友紀子 2, 加藤大介 3

2007 年 07 月 16 日に新潟県上中越沖が発生した。本報告では、震度 6 強を記録した柏崎市の RC 造学校建物を対象とし、その地域の耐震補強化の状況、竣工年と被害の関係および耐震性能と被害の関係について調査した。調査は、新潟県の施設台帳、応急危険度判定調査表、県と市の各被害報告書および現地調査により行った。その結果、柏崎市の RC 造学校建物の耐震補強化率は低くかったが、躯体にはほとんど被害は見られなかった。

Keywords The Niigataken Chuetsu Oki Earthquake in 2007, R/C school Building, Reconnaissance
2007 年新潟県中越沖地震, RC 造学校建物, 地震調査

1. はじめに

2007 年 07 月 16 日に新潟県上中越沖でマグニチュード 6.6 の地震が発生した。これらの被害を調査し把握することは今後の耐震設計法の構築や耐震補強政策に重要である。本報告では震度 6 強を記録した柏崎市を中心に、震度が高かった地域の RC 造学校建物を対象にし、その地域の耐震補強化の状況、竣工年と被害の関係および耐震性能と被害の関係について調査した。

2. 調査データ

(1) 概要

調査は、新潟県の施設台帳^[2]、応急危険度判定調査表^[3]、新潟県と柏崎市の各被害報告書^[4]、等の各報告書^[5]および現地調査により行った。

(2) 対象建物と主な被害

新潟県教育庁財務課に保存してある施設台帳より、震度 6 強を観測した柏崎市の RC 造学校建物を選出した。施設台帳から概ね 300 m²以上の棟を対象とした。また現地調査により構造的に一体と判断できたものは 300 m²以

下の建物も対象に加えた。それ以外のものは施設台帳から推測により選出し、計 114 棟を対象とした。

今回対象とした計 114 棟には柱や壁に小さなヒビは見られるものの、主な被害報告は建具からの備品の落下、EXPJ や地盤の被害等が大半を占めており、RC 構造躯体に大きく影響を及ぼすほどの被害は見られなかった。

3. 現地調査

現地調査を行った柏崎市の地図を図-1 に示し、図中に震央位置、K-net 柏崎、調査校を記す。また K-net 柏崎で観測された地震波の加速度・速度応答スペクトルを図-2(a)～(b)に示す。

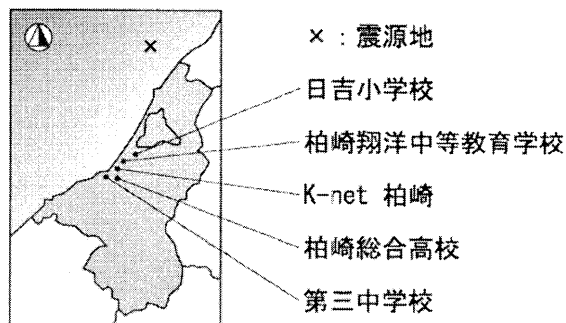


図-1 柏崎市の地図

*1 新潟大学大学院	大学院生 (工)	Graduated student, Niigata Univ.
*2 新潟大学工学部	講師・博士 (工学)	Lecturer, Niigata Univ.
*3 新潟大学工学部	教授・博士 (工学)	Professor, Niigata Univ.

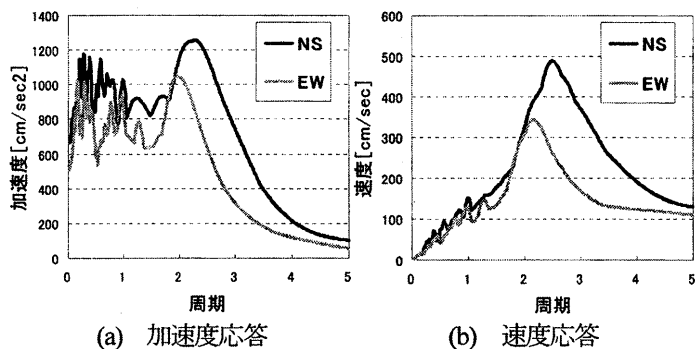


図-2 K-net 柏崎の応答スペクト

(1) 日吉小学校

教室棟（竣工 S60）とランチルーム（竣工 S60）と体育館棟（竣工 S60）が順にならんでいる（写真 3.1-1）。教室棟を基準とすると、ランチルームが 20cm 程度、体育館棟がさらに 8cm 程度浮き上がっている（写真 3.1-2）。そのため体育館は床が抜け落ちる危険があるとのことで避難所閉鎖となった。教室棟に周辺の地盤との高低差あまりみられなかった。

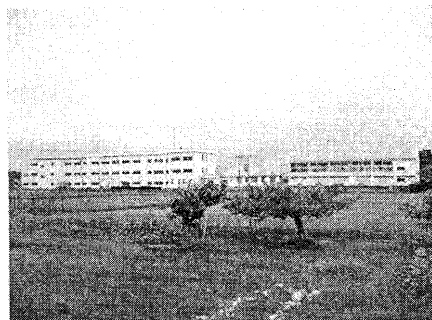


写真 3.1-1
日吉小学校。左から教室棟、ランチルーム、体育館

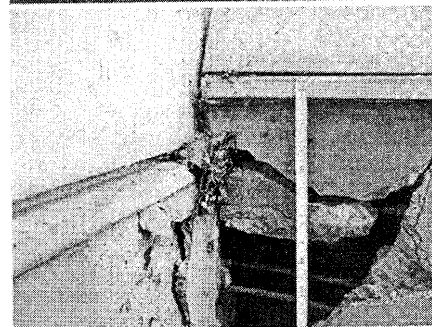


写真 3.1-2
右が体育館、左がランチルームとなっており、体育館側が 8cm 程度浮き上がっている

(2) 第三中学校

RC3 層の普通教室棟（竣工 H02）と RC2 層の特別教室棟（竣工 H02）からなる（写真 3.2-1）。特別教科棟 2 階端の音楽室天井にずれが生じている（写真 3.2-2）。また武道館と体育館の間の EXPJ にはらみが観測された。

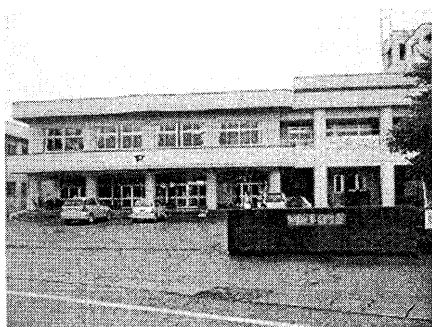


写真 3.2-1
第三中学校正面。写真は特別教室棟。

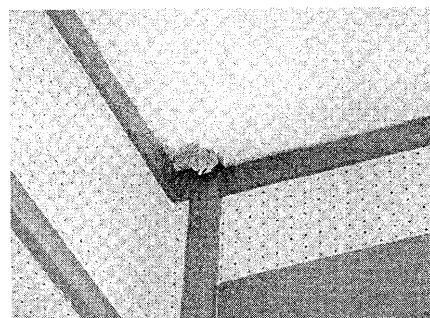


写真 3.2-2
特別教室棟、音楽室の天井の一部が破損、落下。

(3) 柏崎総合高校

耐震補強済み（写真 3.3-1）。玄関床部、水道周辺にヒビ割れ、校舎周辺に地割れが観察された。EXPJ の基礎部分に隙間がなく基礎部のかぶりコンクリートに剥落の被害（写真 3.3-2）、また他の EXPJ にも多数の被害が観察された。

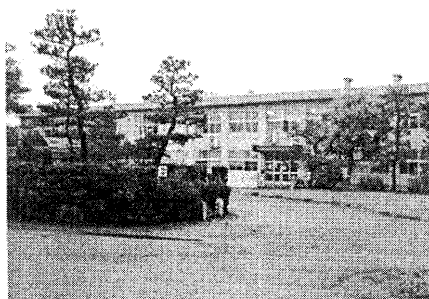


写真 3.3-1
柏崎総合高校正面。RC 造校舎は耐震補強済み

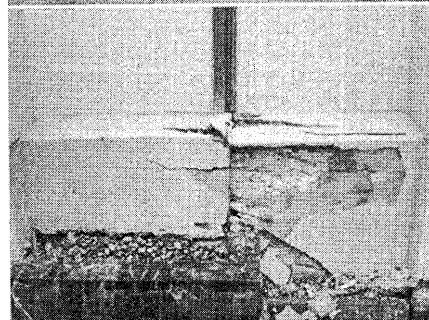


写真 3.3-2
EXPJ の基礎部に隙間無く、基礎部のかぶりコンクリートに被害

(4) 柏崎翔洋中等教育学校

RC2 層の管理・特別教室棟（竣工 H02）と RC3 層の教室棟（竣工 H02）をつなげる中央の階段室棟の 3 部からなり、教室棟は耐震補強済みであった（写真 3.4-1）。各棟間の EXPJ にはらみとひび割れ、また EXPJ 部周辺の地盤に隆起が観測された。特に階段室棟と各棟との境界線が不明瞭であり、境界部により損傷が見られた（写真 3.4-2）。

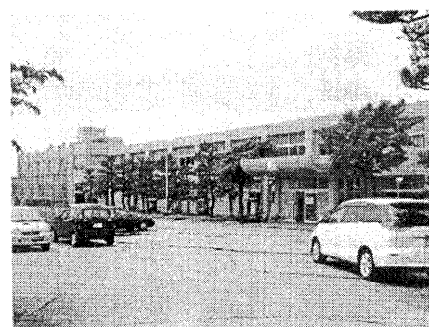


写真 3.4-1
柏崎翔洋中等教育学校正面。RC 造校舎は耐震補強済み。

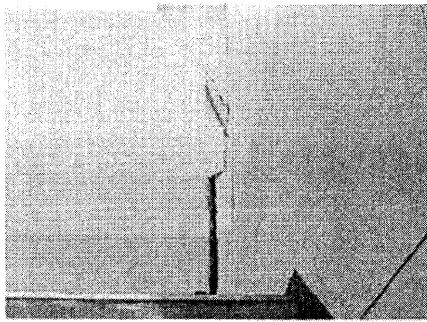


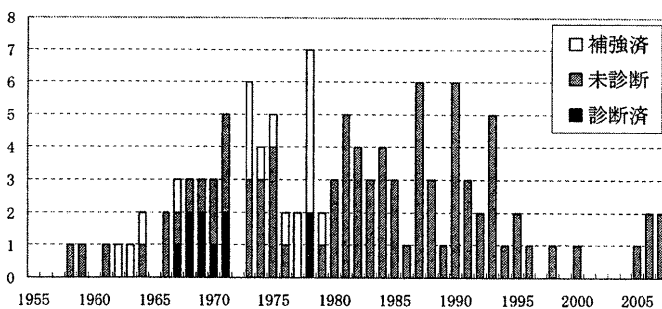
写真 3.4-2
教室棟と階段室
棟の境界部の被
害 (EXPJ ではな
い)

4. 耐震化の状況

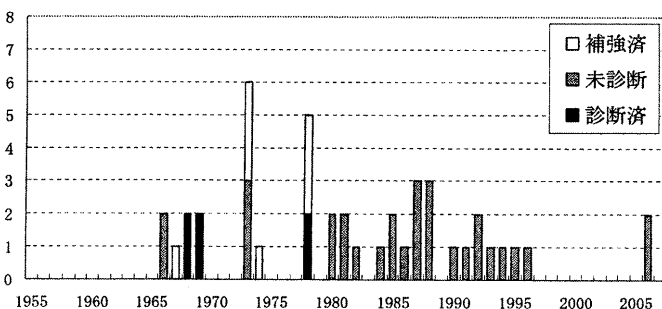
全対象建物の学校種別、耐震化調査結果を表-1 及び図-3(a)~(d)に示す。対象建物は建築基準法が改正された 1981 年で前後に分け、さらに改正以前に竣工した建物は未診断、診断済(未補強)、補強済の 3 つに分けた。また補強済と改正後に竣工した建物は耐震化されているものとした。その結果、耐震化率は、小学校で 59%、中学校で 72%、高校で 54%、全体で 58% であった。特に高校は未診断率が 41% と高く、その棟数も 17 棟と最も多かった。

表-1 耐震化調査結果

		～1981			1982～	計
		診断済	未診断	補強済		
小学校	棟数	9	9	5	21	44
	割合(%)	20%	20%	11%	48%	100%
中学校	棟数	3	5	3	18	29
	割合(%)	10%	17%	10%	62%	100%
高校	棟数	2	17	9	13	41
	割合(%)	5%	41%	22%	32%	100%
全体	棟数	14	34	14	52	114
	割合(%)	12%	30%	12%	46%	100%

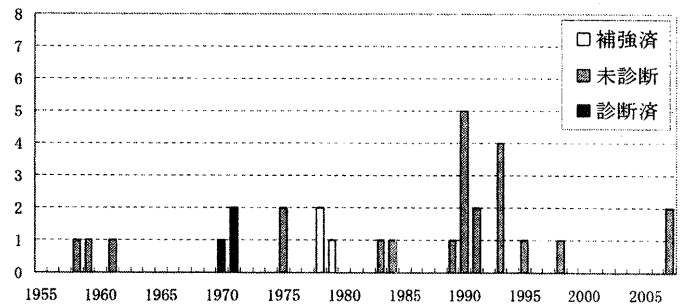


(a) 全体

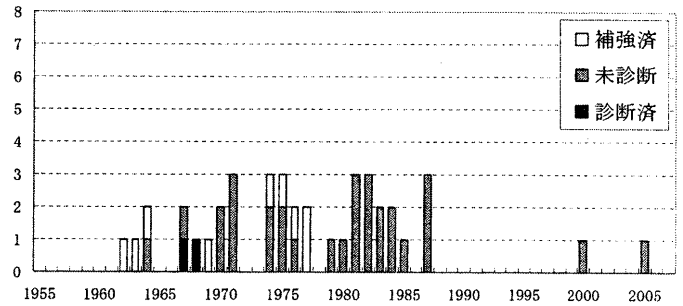


(b) 小学校

図-3 耐震化調査結果



(c) 中学校



(d) 高校

図-3 耐震化調査結果

5. 竣工年と被害の関係

全対象建物を学校種別で分類した竣工年と被害の関係を表-2 および図-4 に示す。対象建物の RC 構造躯体に目立つ被害がなかったため、RC 構造躯体に重大な影響を及ぼすに至らない被害を主に評価することとなる。そこで重大な影響を及ぼすに至らなくとも RC 構造躯体に被害があったものを軽微、RC 構造躯体になんら被害がなかったものを無被害として竣工年との被害の関係を調査した。

竣工年と被害の関係は小学校で 1981 年の建築基準法改正以前に竣工した棟の 48%が軽微となったが改正後に竣工した棟では 24%が軽微となり、中学校では改正前は 45%、改正後は 11%、高校では改正前は 18%、改正後は 8%、全体では改正前は 26%、改正後は 15% がそれぞれ軽微となった。学校種別ごとに棟数に差があるものの小学校、中学校、高校、全体ともに法改正後に比べ法改正以前に竣工した建物に構造躯体に被害を受けたものが多い傾向が見られた。また竣工後 40 年以上経つ建物はすべて軽微の被害が見られた。

表-2 竣工年と被害の関係

		～1981		1982～	
		無被害	軽微	無被害	軽微
小学校	棟数	12	11	16	5
	割合(%)	52%	48%	76%	24%
中学校	棟数	6	5	16	2
	割合(%)	55%	45%	89%	11%
高校	棟数	23	5	12	1
	割合(%)	82%	18%	92%	8%
全体	棟数	46	16	44	8
	割合(%)	74%	26%	85%	15%

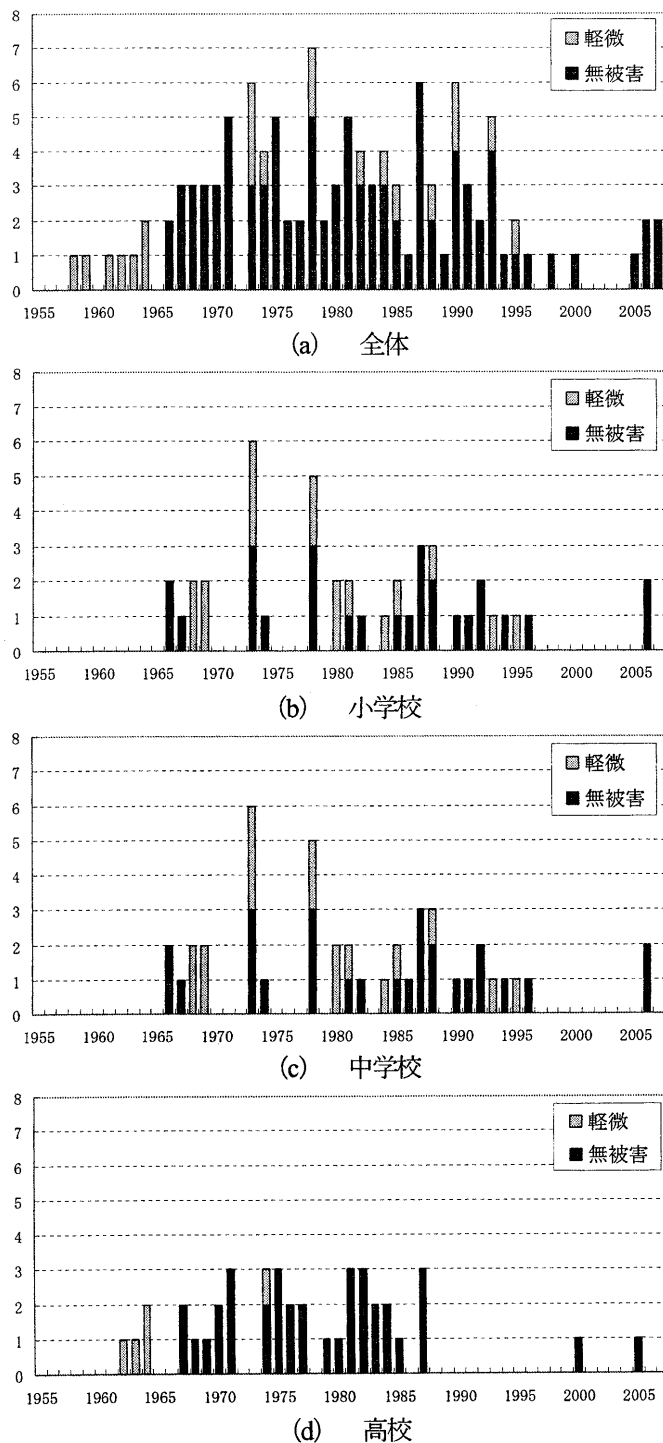


図-4 竣工年と被害の関係

6. 耐震診断の結果と被害の関係

地震時の構造耐震指標 I_s が確認できた 32 棟を対象として、 I_s 値と被害の関係を表-3 及び図-5 に示す。

I_s 値は、施設台帳においては、耐震診断か耐震補強設計がなされている場合はその最小値が記入されている。しかし診断時のとの時差により未記入の場合も多い。そこで本報告では耐震補強設計報告書および耐震診断報告書がある建物はそれを優先し、それ以外の場合は施設台帳の I_s 値を採用した。また補強時の I_s 値が記入されていても実際には補強途中の場合もある。これに関しては

現地調査により補強部材を確認した。被害は 4. と同様に構造躯体への被害があるものを軽微、ないものを無被害とした。

対象建物を文部科学省の定める RC 造学校建物の構造耐震判定指標 $I_{so}=0.7$ に新潟県の地域係数 $Z=0.9$ を乗じた $I_{so}=0.63$ を基準値とし評価したところ、基準値以下では 50% の棟が軽微、基準値以上では 15% の棟が軽微となり、 I_s 値が基準値を下回る建物に構造躯体に被害を受けたものが多い傾向が見られた。

表-3 耐震性能と被害の関係

I_s 値	～0.63		0.64～	
被害	無被害	軽微	無被害	軽微
棟数	6	6	17	3
割合	50%	50%	85%	15%

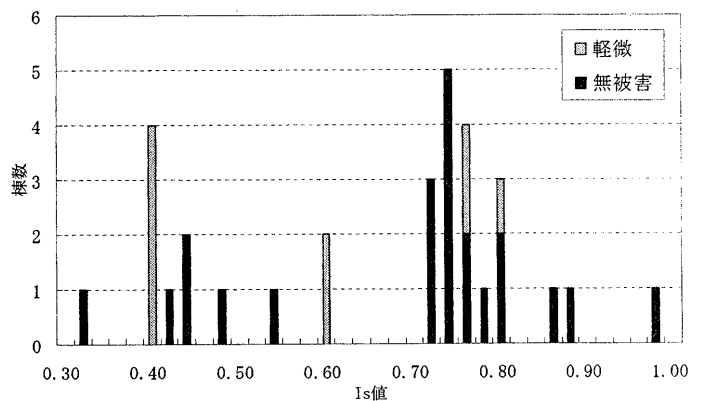


図-5 耐震性能と被害の関係

7. まとめ

- (1) 震度 6 強を観測した柏崎市の RC 造学校建物の耐震化率は低かった。
- (2) 建築基準法改正後に竣工した建物比べ、改正以前に竣工した建物に構造躯体に被害を受けた建物が多い傾向が見られた。
- (3) I_s 値が基準値 $I_{so}=0.63$ を下回る建物に構造躯体に被害を受けた建物が多い傾向が見られた。
- (4) 新潟県中越沖地震による RC 造学校建築への被害は構造上問題となるようなものは見られなかった。

謝辞

本研究の地震動のスペクトルの作成において、防災科研の K-net 強震観測記録を利用させていただきました。ここに、感謝の意を表したいと思います。

参考文献

- [1] 施設台帳 [2] 平成 19 年度新潟県中越沖地震 文教施設応急危険度判定 [3] 被害金額報告書 [4] 新潟県建築設計協同組合 耐震補強設計報告書