

【2-2-8】

中越地震と中越沖地震の双方で被害を受けた RC 学校建築物の耐震性能 (その1 地震動及び被害概要)

著者 1, 小久保 拓哉*¹ 著者 2, 長橋 鉄雄*² 著者 3, 中村 友紀子*³ 著者 4, 加藤 大介*⁴

抄録 本建物は中越地震及び中越沖地震の双方の地震により被災している。その被災度は中越地震で 1,2 階が小破, 中越沖地震では 1,2 階が中破であった。その 1 では建物の性能の紹介と両地震による建物の被害の報告を主とし, その元となるデータとして両地震の性質を示す。その 2 では実被害と耐震診断結果の相違から, 各パラメータを操作し柱の崩壊形の検討を行なう。

Keywords 中越地震, 中越沖地震, 被害報告, 耐震診断, 耐震性能

1. 地震動の概要

新潟県中越地震は 2004 年 10 月 23 日 17 時 56 分に新潟県中越地方の小千谷市の深さ 13km を震源として発生した。地震規模は M6.8 で、最大震度は新潟県川口町で震度 7 を記録した。新潟県中越沖地震は 2007 年 7 月 16 日 10 時 13 分に新潟県上中越沖の深さ 17km を震源として発生した。地震規模は M6.8 で、最大震度は新潟県長岡市小国町, 柏崎市, 刈羽村, 長野県飯綱町で震度 6 強を記録した。

表-1 中越・中越沖地震の最大地動加速度および速度

JMA 小国町法坂	中越地震		中越沖地震	
	EW	NS	EW	NS
最大地動加速度 PGA (gal)	692	395	613	504
最大地動速度 PGV (kine)	64.5	35.0	80.1 (3成分合成)	

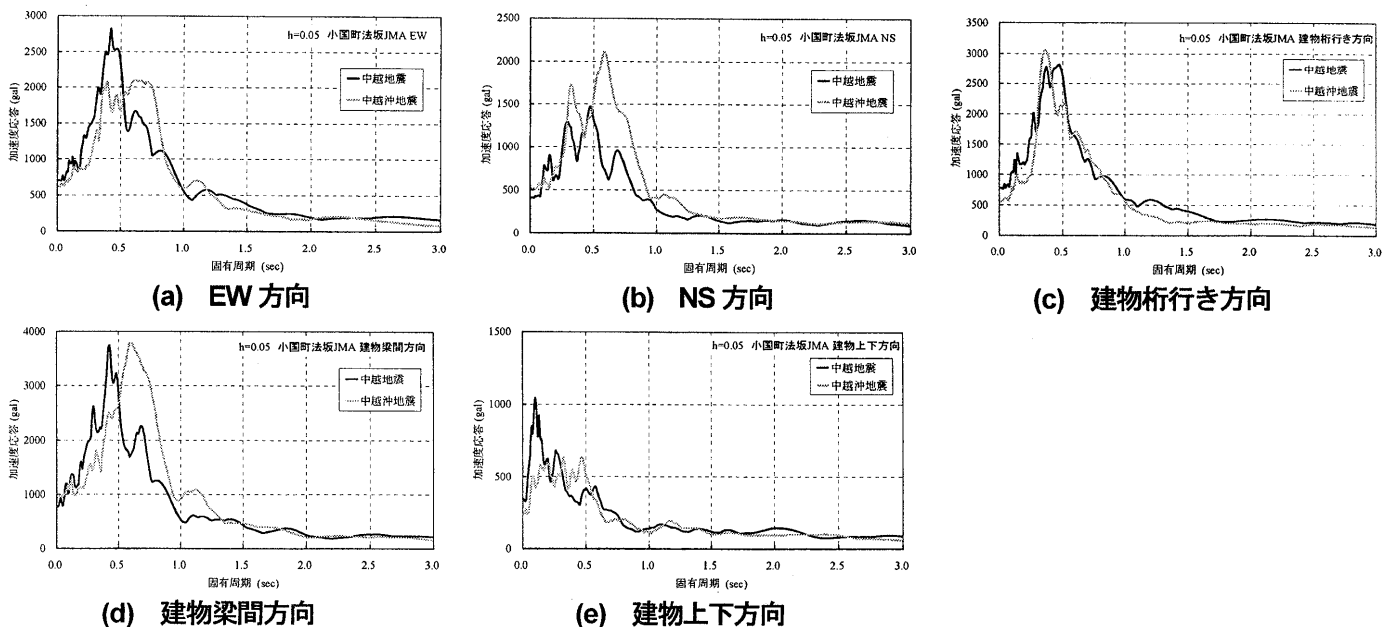


図-1 中越・中越沖地震の加速度応答スペクトル

*1 新潟大学大学院自然科学研究科 修士課程 (正会員)
 *2 新潟大学大学院自然科学研究科 修士課程 (正会員)
 *3 新潟大学工学部建設学科 講師 博士(工学) (正会員)
 *4 新潟大学工学部建設学科 教授 工博 (正会員)

対象建物に最も近い JMA 小国町法坂の地震計は、対象建物の南西方向約 3km に位置し、中越・中越沖地震の双方で震度 6 強を観測した。表-1 に JMA 小国町法坂の地震計が観測した最大地動加速度および最大地動速度を示す。両地震ともに最大地動加速度および速度は EW 方向に卓越している特徴がある。

図-1(a)(b)(c)(d)(e)に EW および NS 方向、さらに EW と NS 方向地震波を合成した建物桁行き・梁間方向、建物上下方向の加速度応答スペクトルを示す。図-1(a)(b)をみると、中越地震では 0.3~0.5 秒の周期が卓越しているのに対し、中越沖地震では 0.5~0.7 秒の周期が卓越している。また、EW 方向の応答加速度は中越地震の方が大き

く、NS 方向の応答加速度は中越沖地震の方が大きいことがわかる。図-1(c)の応答加速度は、中越地震では 0.3~0.5 秒の周期が卓越しているのに対し、中越沖地震では 0.3 秒付近の周期が卓越している。図-1(d)をみると、中越地震では 0.4 秒付近の周期が卓越しているのに対し、中越沖地震では 0.5~0.7 秒の周期が卓越している。また、両地震の最大応答加速度は建物桁行き・梁間方向ともに同程度である。なお、建物の桁行き方向は NS 方向に対して約 30 度傾斜している。図-1(e)の上下方向では、中越地震で 0.1~0.2 秒の周期が卓越しているのに対し、中越沖地震では 0.1~0.5 秒の周期が卓越している。また、応答加速度は中越地震の方が大きいことがわかる。

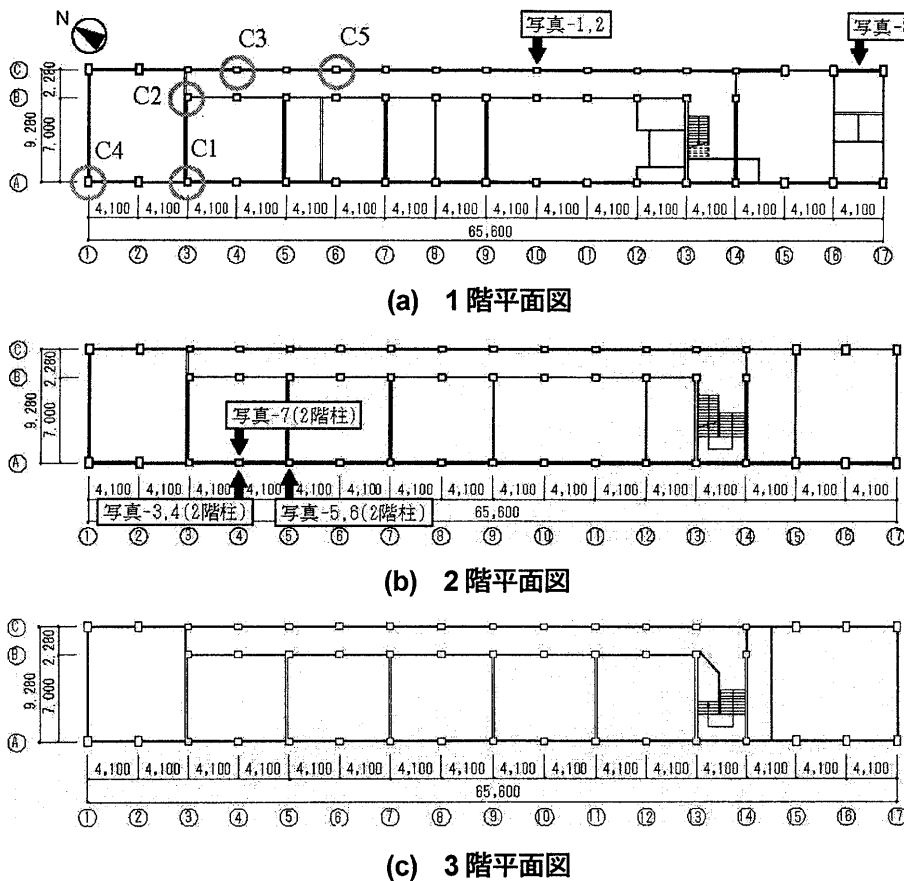


図-2 各階平面図

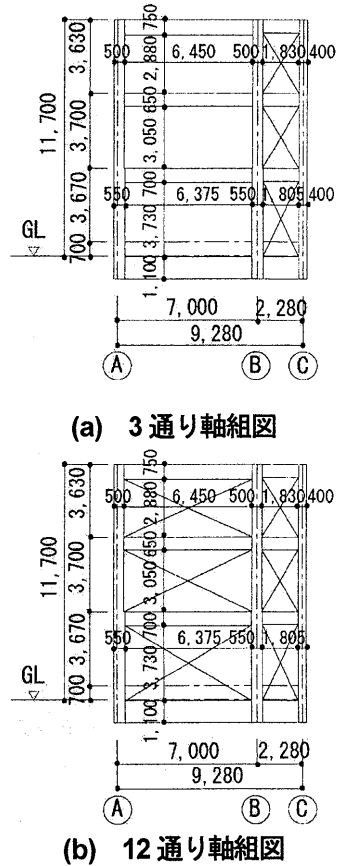


図-3 梁間方向軸組図

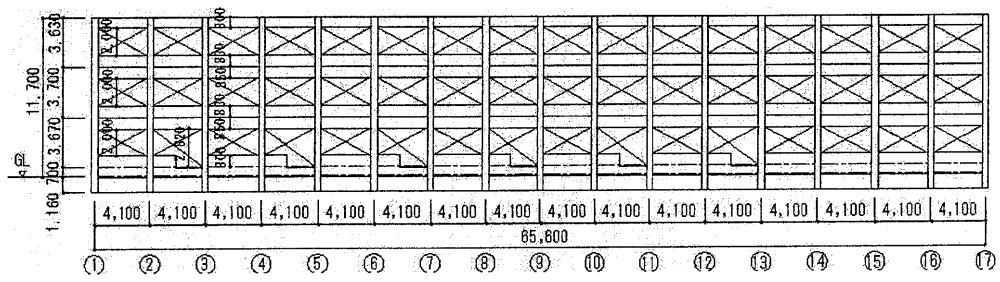


図-4 桁行方向軸組図 (A 通り)

表-2 1階柱の配筋表

階	符号	C1	C2	C3	C4	C5
1	断面					
	Dx×Dy	550×550	550×550	550×400	550×800	550×500
	主筋	8-φ19 σ _y =294 (N/mm ²)	8-φ19 σ _y =294 (N/mm ²)	8-φ19 σ _y =294 (N/mm ²)	10-φ22 σ _y =294 (N/mm ²)	8-φ19 σ _y =294 (N/mm ²)
	帯筋	□-φ9@200 σ _{wy} =294 (N/mm ²)	□-φ9@200 σ _{wy} =294 (N/mm ²)	□-φ9@200 σ _{wy} =294 (N/mm ²)	□-φ9@200 σ _{wy} =294 (N/mm ²)	□-φ9@200 σ _{wy} =294 (N/mm ²)

90°フックであるので診断では@400とする。

表-3 建物の基本データ

階	重量 (kN)		コンクリート強度 (N/mm ²)						
	積載・積雪荷重あり	積載・積雪荷重なし	設計基準強度	診断採用値	コア推定値	コア平均値	測定結果 コア圧縮強度		
3	11015	8896	18	21.4	21.4	21.7	22.2	21.8	21.2
2	7820	6888	18	22.5	25.6	29.7	39.0	26.3	23.7
1	8920	8022	18	22.5	30.6	34.3	40.0	37.0	26.0

* 診断時に採用した積雪量は320cmである。

2. 対象建物の概要

対象建物は新潟県長岡市小国町にあるS小学校教室棟である。本建物は1963年(昭和38年)に建設され、長辺方向16スパン、短辺方向2スパンのRCラーメン構造3階建である。基礎は杭基礎である。各階平面図を図-2(a)(b)(c)に、梁間方向軸組図を図-3(a)(b)、桁行方向軸組図を図-4に示す。柱の断面形状はC1~C5まであり、1階柱の諸元を表-2に示す。配筋調査では帯筋間隔が200mmであったが、90°フックであるため後述する診断の際には400mmを採用している。建物の基本データである重量およびコンクリート強度を表-3に示す。耐震診断では積載・積雪荷重を考慮した重量を用い、その際の積雪量は320cmとしている。

3. 被害概要

本建物は2004年中越地震と2007年中越沖地震の双方で被災している。表-4に被災度区分判定基準¹⁾により求めた結果を示す。中越地震で1, 2階が小破, 中越沖地震では1, 2階が中破であった。中越地震被災後は耐震補強を実施していなかったが、中越沖地震の被災により耐震補強を実施している最中である。図-5に中越地震及び中越沖地震時の1階柱損傷度一覧を示す。中越地震ではほとんどの柱に損傷度IおよびIIの曲げひび割れがみられた。ただし、せん断ひび割れもわずかに観察された。

表-4 中越・中越沖地震の際の被災度区分判定結果

階	中越地震		中越沖地震	
	耐震性能残存率 略算法 R(%)	被災度区分	耐震性能残存率 略算法 R(%)	被災度区分
3	95.8	軽微	95.7	軽微
2	88.4	小破	77.0	中破
1	92.0	小破	63.1	中破

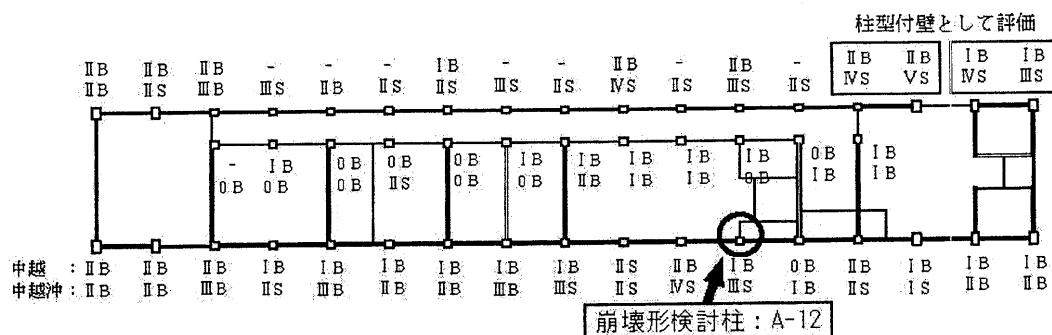


図-5 中越地震および中越沖地震時の1階柱損傷度一覧

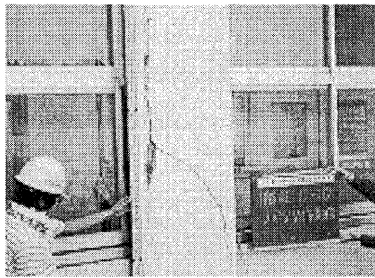


写真-1 1階柱C-10
(はつり前)

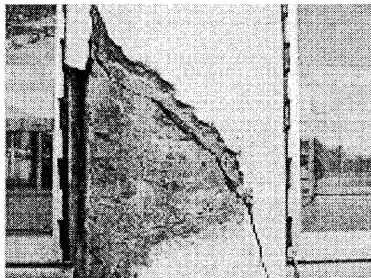


写真-2 1階柱C-10
(はつり後)

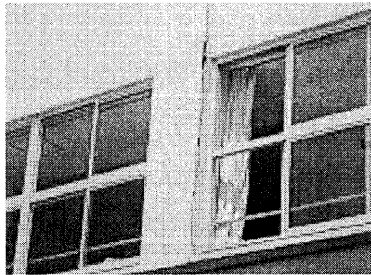


写真-3 2階柱A-4
(はつり前)



写真-4 2階柱A-4
(はつり後)

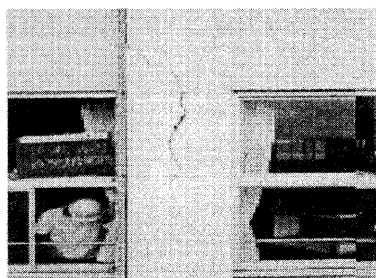


写真-5 2階柱A-5
(はつり前)

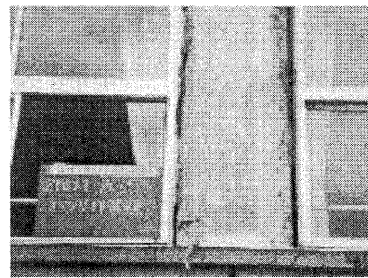


写真-6 2階柱A-5
(はつり後)



写真-7 2階柱A-4
(内観写真)

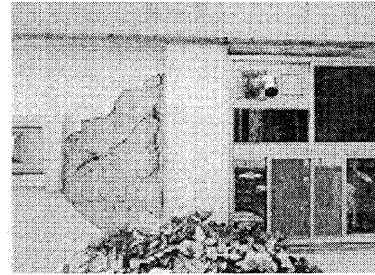


写真-8 1階柱型付壁
C-16~17

本建物は中越沖地震によりさらに大きな被害を受けた。明瞭なせん断破壊が観察された場合(写真-1)は、躯体にもせん断ひび割れが観察された(写真-2)。ただし、仕上げが完全に浮き上がって無損傷にみえる柱(写真-3)をはつったところ、損傷度Ⅳのせん断ひび割れが観察された柱もあった(写真-4)。ひび割れ幅の太い縦ひび割れが多かった(写真-5)が、これらをはつったところせん断ひび割れは観察されない場合が多かった(写真-6)。1階は損傷度Ⅲのせん断破壊柱が3本、Ⅳが2本程度であった。2階は曲げせん断ひび割れが主体であったが、損傷度Ⅲのせん断破壊柱が4本、Ⅳが3本程度であった(写真-7)。また、1階の桁行き方向の有開口壁2枚は損傷度ⅣからⅤであった(写真-8)。

参考文献

- 1) 日本建築防災協会：震災建築物の被災度区分判定基準及び復旧技術指針，2002