

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2 地震応答解析結果)

正会員 ○長橋 鉄雄^{*1}
同 小久保拓哉^{*2}
同 中村友紀子^{*3}
同 加藤 大介^{*4}

中越地震 中越沖地震 RC 学校建築
耐震診断 地震応答解析

1. はじめに

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。本報告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, その元となるデータとして両地震の性質を示す。両地震の性質をより詳細に説明するために, 地震応答解析を行い解析結果について検討する。その 1 では, 地震動及び被害概要と地震応答解析方法について述べたが, その 2 では解析結果を示し両地震の性質を検討する。

2. 地震応答解析

2.1 解析結果

表-1(a)(b)(c)に桁行方向の EW, NS 及び軸方向の地震応答解析結果を示す。表-1(a) (EW 方向) をみると, 1 階の最大層間変形角は中越地震で 1/88rad, 中越沖地震で

1/112rad, 中越・中越沖地震連結で 1/76rad であり, 中越地震により大きな損傷を受ける結果となった。表-1(b) (NS 方向) をみると, 1 階の最大層間変形角は中越地震で 1/335rad, 中越沖地震で 1/181rad, 中越・中越沖地震連結で 1/174rad であり軽微な損傷で済む結果となった。この結果は被災度が中越地震で 1,2 階が小破, 中越沖地震では 1,2 階が中破であったことを比較的よく表している。表-1(c) (軸方向) をみると, 1 階の最大層間変形角は中越地震で 1/92rad, 中越沖地震で 1/148rad, 中越・中越沖地震連結で 1/69rad であり, EW 方向同様, 中越地震により大きな損傷を受ける結果となった。表-2(a)(b)(c)に梁間方向の EW, NS 及び軸方向の地震応答解析結果を示す。表-2 (梁間方向) をみると, 表-1 (桁行方向) と同様の傾向が得られた。表-3 に上下方向解析結果を示す。各階に作用する最大軸力は, 中越よりも中越沖地震の方が

表-1 桁行方向解析結果

(a) EW方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.68	0.80	-1/531	1/453	-0.65	0.72	-1/556	1/503	-0.68	0.80	-1/531	1/453
2	-1.74	3.71	-1/213	1/99	-2.01	2.68	-1/184	1/138	-1.81	4.40	-1/205	1/84
1	-2.24	5.01	-1/198	1/88	-2.87	3.94	-1/155	1/112	-2.36	5.78	-1/188	1/76

(b) NS方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.47	0.44	-1/776	1/827	-0.52	0.55	-1/692	1/664	-0.52	0.56	-1/700	1/642
2	-0.94	0.91	-1/395	1/408	-1.13	1.30	-1/328	1/284	-1.18	1.41	-1/313	1/263
1	-1.29	1.32	-1/344	1/335	-2.01	2.44	-1/221	1/181	-2.13	2.53	-1/209	1/174

(c) 軸方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.65	0.80	-1/557	1/452	-0.69	0.68	-1/524	1/534	-0.65	0.80	-1/557	1/452
2	-1.86	3.55	-1/199	1/104	-2.44	2.34	-1/152	1/158	-1.86	4.66	-1/199	1/79
1	-2.52	4.81	-1/176	1/92	-2.78	2.99	-1/160	1/148	-2.52	6.34	-1/176	1/69

Seismic performance of a R/C school building suffered during the Chuetsu and Chuetsu Oki Earthquake (Part2)

NAGAHASHI Tetsuo, KOKUBO Takuya
NAKAMURA Yukiko, KATO Daisuke

表-2 梁間方向解析結果

(a) EW 方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.21	0.15	-1/1696	1/2343	-0.06	0.06	-1/6298	1/5762	-0.21	0.26	-1/1696	1/1395
2	-1.31	1.24	-1/283	1/298	-0.67	0.81	-1/554	1/455	-1.31	1.40	-1/283	1/263
1	-2.99	3.04	-1/149	1/145	-1.27	1.55	-1/348	1/286	-2.99	4.37	-1/149	1/101

(b) NS 方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.04	0.04	-1/8467	1/8764	-0.04	0.05	-1/8170	1/7212	-0.06	0.06	-1/5757	1/5893
2	-0.27	0.29	-1/1367	1/1277	-0.33	0.49	-1/1110	1/755	-0.68	0.75	-1/548	1/495
1	-0.70	0.75	-1/637	1/593	-0.79	1.01	-1/562	1/436	-1.16	1.38	-1/382	1/320

(c) 軸方向

階	中越地震				中越沖地震				中越・中越沖地震連結			
	最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角		最大層間変位		最大層間変形角	
	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向	負方向	正方向
	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)	(cm)	(cm)	1/R (rad)	1/R (rad)
3	-0.30	0.17	-1/1200	1/2178	-0.18	0.16	-1/2018	1/2333	-0.30	0.26	-1/1200	1/1407
2	-1.44	1.24	-1/257	1/298	-1.25	1.22	-1/297	1/303	-1.44	1.39	-1/257	1/265
1	-3.34	3.01	-1/133	1/147	-2.62	2.66	-1/170	1/166	-3.34	4.21	-1/133	1/105

小さかった。図-1に1階桁行方向の応答水平変形と軸力の関係を示す。図-1をみると、最大変形時に軸力は最大とならないことが確認でき、降伏変位時に最大軸力となることがわかった。正負方向ともひび割れ変位は0.05cm、降伏変位は1.00cm程であった。

2.2 考察

2.1の結果より、S小学校は建物桁行方向のほぼ軸であるNS方向地震動の影響を強く受けていると判断できる。ただし、NS方向の解析結果によると、中越・中越沖地震連結でも1/174radと軽微な損傷となっており十分に説明できていない。建物軸方向についての解析も行なったが、EW方向同様、中越地震で大きな損傷を受ける結果となり実被害とは大きく異なった。このことから、軸方向地震動にEW成分が過剰に含まれていたのではないかと考えられる。今後、建物軸方向地震動の作成方法を検討することで、実被害(被災度区分判定で中破)により近づく解析結果が得られる可能性がある。さらに、中越地震による数多くの余震の他に、JMA小国町法坂の地震計は2005年8月21日にも震度5強の地震を観測しており、この地震動を考慮することでより現実に近い解析結果が期待でき、今後の検討課題である。

3. まとめ

中越地震と中越沖地震の双方で被災したS小学校は、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。このことは地震波の特性から大まかに説明できるが、被害の大きさを十分説明し切れていない。繰り返し被災した建物の挙動を評価することは重要であり、今後の説明が必要である。

表-3 上下方向解析結果

階	中越地震		中越沖地震		中越・中越沖地震連結	
	最大軸力 (kN)		最大軸力 (kN)		最大軸力 (kN)	
	圧縮方向	引張方向	圧縮方向	引張方向	圧縮方向	引張方向
3	-34030	33035	-16766	17214	-34030	33035
2	-59228	58159	-29841	31093	-59228	58159
1	-76290	75873	-38640	41508	-76290	75873

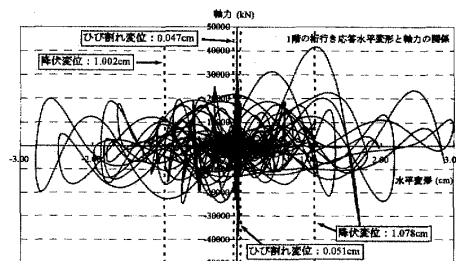


図-1 1階桁行方向の応答水平変形と軸力の関係

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

*1 Graduate student, Niigata Univ.
 *2 Graduate student, Niigata Univ.
 *3 D.Eng., Lec., Dept. of Arch. And Civil Eng., Niigata Univ.
 *4 D.Eng., Prof., Graduate school of Niigata Univ.