

2003年宮城県北部の地震により被災した鹿島台小学校 RC 造校舎の耐震性能と地震動との関係

2003年宮城県北部の地震 鉄筋コンクリート造建物
地震応答解析 地震被害

正会員 ○中村友紀子*

はじめに

2003年7月に発生した宮城県北部の地震の震源から北西約10kmの位置する鹿島台小学校では、RC造校舎に小破の被害が生じた⁽¹⁾。敷地は西側が高く東側へ傾斜しており、丘陵地と平野の境界部分にあたり。平野側に隣接する鹿島台町役場では、計測震度6弱、最大加速度1605cm/secが観測されている。RC造建物と耐震性能と地震動強さとの関係を検討した。

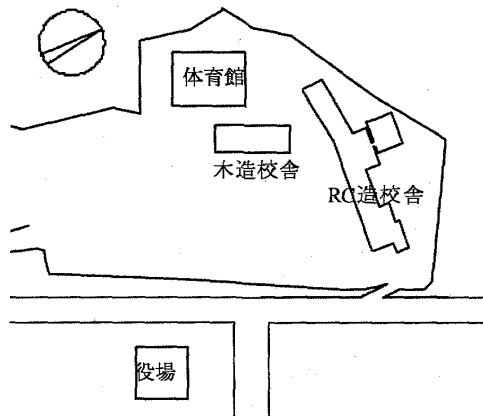


図1 鹿島台小学校建物配置図

被害概要と診断結果

被害を受けた鉄筋コンクリート造新校舎は、図2に示すように Exp. Joint を介して 1969-1970 年建設の東側と 1977/1980 年建設の西側部分に分かれ、共に RC 造 4 階建である。1・2 階廊下北側の柱にせん断ひび割れが生じた。「被災度区分判定基準」⁽²⁾による 1・2 階の柱の損傷度を図2の平面図中に示す。被害を受けた 1-2 階 C 通り柱の断面は、東側 450 x 450 (Hoop:φ@250)、西側で 500 x 600 (Hoop:D13@100) である。また、ジョイント部分の一部は間隔がなく、接合部部分に設置されていたバルコニーの花壇には損傷が生じている。1956 年建設の 2 階建て木造校舎には被害はみられなかった。

表1に RC 造校舎の耐震診断結果を示す。診断は、「2001 年改訂版 耐震診断基準」⁽³⁾に基づいて行った。ここで経年指標 T は 1.0 と仮定している。

学校敷地周辺では、丘陵地と平野部の境界付近に建物被害が集中している。このため地盤振動特性を調査するため余震観測が行われている⁽⁴⁾⁽⁵⁾。

古村ら⁽⁴⁾の余震観測では鹿島台小学校体育館西側と役場では、役場の方が計測震度で1程度大きく、フーリエスペクトル比で、1~12Hzの範囲で2~7倍の増大を起こしている。また、山中ら⁽⁵⁾は、木造校舎脇と RC 造新校舎基礎上で観測を行い、スペクトル比は周期 0.3 秒付近で卓越し、RC 造校舎基礎上が 7~8 倍程度となっており、このため RC 造校舎の付近の地盤の方がゆれやすくなっていることを指摘している。従って RC 造校舎にも少なくとも役場と同等程度の地震動が入力されていると考えられる。ここでは役場で観測された地震動を用いて解析を行った。

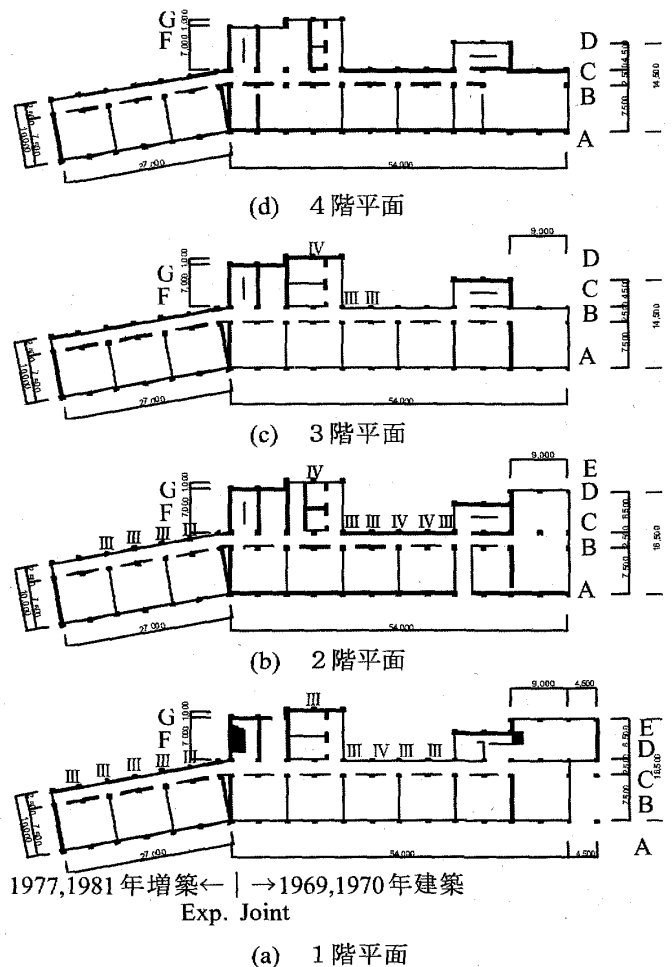


図2 RC造校舎の平面図及び鉛直部材の損傷度

Seismic Performance of Kashimadai Primary School Buildings Damaged by Northern Miyagi Pref. Earthquake, 2003

NAKAMURA Yukiko

地震応答解析

役場で観測された地震動の加速度時刻歴を図3に、応答スペクトルを図4に示す。また、一質点系についての必要耐力スペクトルすなわち最大応答変形を目標とする塑性率未満に収める必要ベースシア係数を図5に示す。ここで、復元力特性はTakedaモデルを用い、ひび割れ点は降伏点の0.3倍、初期剛性は降伏点剛性の3倍、降伏後剛性は0.01倍、除荷時剛性低下率は0.4、減衰は剛性比例型で減衰定数 $h=0.05$ とした。目標最大応答塑性率は2.4とした。

建物の周期は、文献(6)を参考に被害の生じた桁行き方向について1スパン取り出して、「キ」字型へのモデル化により求めた。この1次固有周期(東側0.38秒、西側0.30秒)付近では、必要耐力(ベースシア係数)は、目標塑性率2で0.2-0.6、塑性率1で0.5-0.9となっている。耐震診断による1・2階での I_s 値($F=1.0$ のとき)が、東側で0.39、0.47、西側で0.54、0.54だったことを考えると概ね妥当な値であると考えられる。

表1 耐震診断結果 (a) RC校舎東側

方向	階	C	F	E_0	S_D	T	I_s	$C_{Tu} \cdot S_D$
桁行	4	1.38	1.0	0.86	0.77	1.0	0.66	0.665
	3	0.89	1.0	0.63	0.77	1.0	0.49	0.488
	2	0.61	1.0	0.51	0.77	1.0	0.39	0.394
	1	0.61	1.0	0.61	0.77	1.0	0.47	0.496

(b) RC校舎西側

方向	階	C	F	E_0	S_D	T	I_s	$C_{Tu} \cdot S_D$
桁行	4	1.44	2.0	1.80	0.95	1.0	1.71	0.854
	3	0.31	2.0	1.33	0.95	1.0	1.27	0.413
		0.61	2.9				(1.24)*	
	2	0.30	1.0	0.85	0.95	1.0	0.81	0.386
		0.49	2.0				(0.54)**	
1	1	0.27	1.0	0.81	0.95	1.0	0.77	0.364
		0.38	2.0				(0.54)**	

* : (5)式による I_s 値, ** : $F=1.0$ のとき(5)式による I_s 値

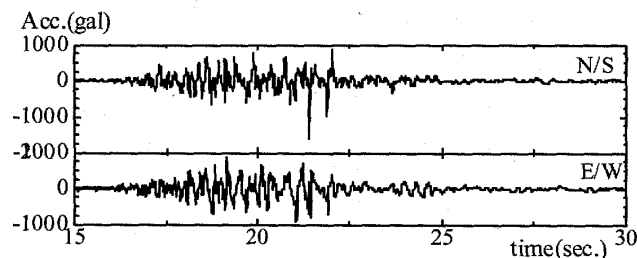


図3 加速度時刻歴

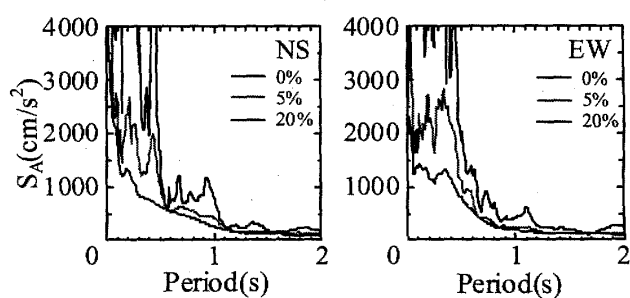


図4 地震応答スペクトル

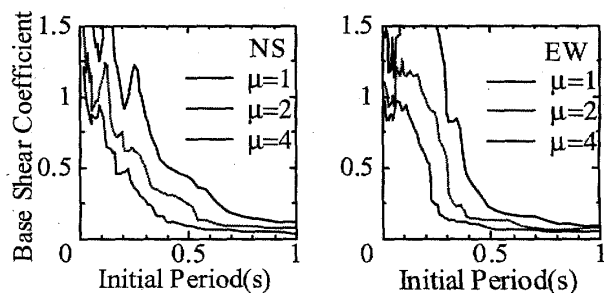


図5 必要耐力スペクトル

まとめ

2003年7月に発生した宮城県北部の地震で被災した鹿島台小学校鉄筋コンクリート造校舎の耐震性能と隣接する鹿島台町役場で得られた記録を用いて被害との比較をした。概ね対応しているといえる。

謝辞：強震記録は、東北大地震・噴火予知研究観測センター大都市圏強震動ネットワークにより提供されたものを使用させて頂きました。

参考文献

- 1) 日本建築学会：学校建物などの被害-鹿島台小学校-、2003年7月26日宮城県北部の地震の地震災害調査報告、pp.206-209、2004.3
- 2) 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、2001.9
- 3) 日本建築防災協会：2001年改訂版 既存鉄筋コンクリート造建築物の耐震診断基準・同解説、2001.10
- 4) 古村 他：2003年7月26日宮城県北部の地震の余震観測と宮城県鹿島台町の地盤振動特性、日本地震学会2003年度秋季大会講演予稿集
- 5) 山中 他：宮城県北部地震の地盤構造と地盤増幅特性について、2003年7月26日宮城県北部地震シンポジウム-地震から6ヶ月-震源域の地盤調査・地震災害調査で何が解明されたか、pp.35-40、2004.1
- 6) 境：過大な地震力を受ける建物の応答と破壊力の指標、第28回地盤振動シンポジウム、pp.97-108、2000

* 新潟大学工学部 講師 博士(工)

* Lecturer, Niigata Univ., Dr. Eng.