

新潟県中越地震で被災した RC 造建物の耐震性能残存率の評価 (その 2 : 耐震性能残存率の評価)

新潟県中越地震 RC 造建物 地震応答解析
耐震性能残存率 損傷度

正会員 ○本多 良政*
同 菊池 大**
同 加藤 大介***

1.はじめに

本報告では、文献 2 により建物の耐震性能の評価を行い、実被害との対応を検討する。対象とする建物はその 1 で示した TS 高校 AC 棟とする。

2.耐震性能残存率の算出方法

2.1 耐震性能の評価

建物の耐震性能は文献 2 により評価を行う。すなわち、建物耐震性能を使用限界、修復限界 1、2 及び安全限界の限界値を用いて評価を行う。なお、損傷度と耐震性能の関係は使用限界までの建物の状態を損傷度 I の状態、修復限界 1 までを損傷度 II、修復限界 2 までを損傷度 III、安全限界までを損傷度 IV、それ以上の状態を損傷度 V としている。

耐震性能評価を行う対象は応答解析でグループ化した部材の性能が一樣であると仮定し、各部材群において代表的な部材とする。このとき、せん断壁の部材群は長方形柱とみなし、柱部材として評価を行った。この場合、壁幅が壁筋の間隔より小さくなることから、柱と想定した場合の帯筋によるコアコンクリートの拘束が期待できないと考え、コアコンクリートの圧壊により決まる限界状態を無視した。壁柱についても同様な考えから、コアコンクリートの圧壊により決まる限界状態を無視している。鉄骨ブレースはブレースの周辺 RC 造柱の耐震性能を

鉄骨ブレース構面の耐震性能とした。

2.2 耐震性能残存率の算出

本検討において、耐震性能残存率は応答解析で得られた最大層間変位より建物の残存耐力を算定し、残存耐力と保有水平耐力の比より求めた。残存耐力は、最大応答値より求まる耐震性能低下係数を部材が保有している耐力に乗ずることで算定する。耐震性能低下係数は文献 4 における耐震性能低下係数と損傷度の関係に基づいて、図-1 に示すように最大応答部材角と耐震性能低下係数に連続性を持たせるように設定をした。

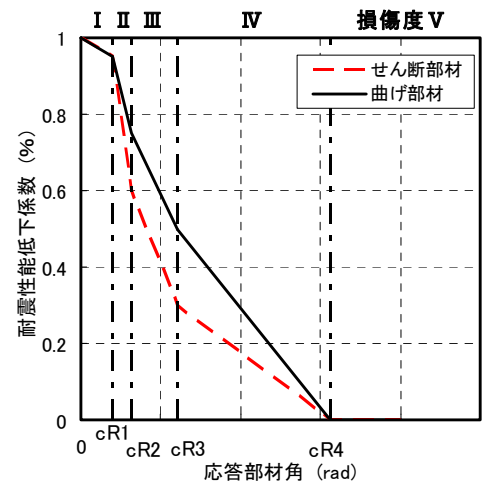


図-1 耐震性能低下係数

3.検討結果

3.1 耐震性能評価

表-1 は AC 棟の応答解析を行った際に鉛直部材を分けた部材群の耐震性能評価結果を示した

表-1 耐震性能評価

階	部材名	使用限界 損傷度 I (rad)		修復限界1 損傷度 II (rad)			修復限界2 損傷度 III (rad)			安全限界 損傷度 IV (rad)		備考				
		cRt1	cRw1	cRc2	cRu2	cRw2	cRc3	cRu3	cRw3	cRm4	cRa4					
1	部材1	0.0015	0.0001	0.0015	0.0053	0.0081	0.0361	0.0053	0.0106	-	0.0721	0.0106	0.0319	0.0122	0.0122	短柱
	部材2	0.0065	0.0024	0.0065	0.0052	0.0088	0.1493	0.0052	0.0103	0.0073	0.2962	0.0073	0.0556	0.0174	0.0174	せん断柱
	部材3	0.0065	0.0023	0.0065	0.0051	0.0092	0.1492	0.0051	0.0102	0.0076	0.2961	0.0076	0.0556	0.0228	0.0556	曲げ柱
	部材4	0.0004	0.0000	0.0004	0.0063	0.0099	0.0056	0.0056	0.0125	-	0.0111	0.0111	0.0504	0.1308	0.0504	せん断壁
	部材5	0.0064	0.0023	0.0064	0.0050	0.0098	0.1492	0.0050	0.0100	0.0081	0.2960	0.0081	0.0555	0.0185	0.0185	鉄骨ブレース
2	部材1	0.0014	0.0001	0.0014	0.0050	0.0099	0.0360	0.0050	0.0100	-	0.0719	0.0100	0.0318	0.0237	0.0237	短柱
	部材2	0.0062	0.0024	0.0062	0.0050	0.0099	0.1483	0.0050	0.0100	0.0108	0.2941	0.0100	0.0552	0.0222	0.0222	せん断柱
	部材3	0.0061	0.0024	0.0061	0.0050	0.0099	0.1481	0.0050	0.0100	0.0121	0.2938	0.0100	0.0552	0.0241	0.0241	曲げ柱
	部材4	0.0004	0.0000	0.0004	0.0063	0.0099	0.0104	0.0063	0.0125	-	0.0208	0.0125	0.0504	0.1939	0.0504	せん断壁
	部材5	0.0061	0.0024	0.0061	0.0050	0.0099	0.1482	0.0050	0.0100	0.0114	0.2939	0.0100	0.0552	0.0232	0.0232	鉄骨ブレース
3	部材1	0.0012	0.0000	0.0012	0.0050	0.0099	0.0357	0.0050	0.0100	-	0.0714	0.0100	0.0316	0.0425	0.0316	短柱
	部材2	0.0052	0.0037	0.0052	0.0050	0.0099	0.1648	0.0050	0.0100	0.0134	0.3259	0.0100	0.0539	0.0303	0.0303	せん断柱
	部材3	0.0054	0.0033	0.0054	0.0050	0.0099	0.1664	0.0050	0.0100	0.0134	0.3295	0.0100	0.0542	0.0306	0.0306	曲げ柱
	部材4	0.0001	0.0000	0.0001	0.0063	0.0099	0.0027	0.0027	0.0125	-	0.0054	0.0054	0.0316	0.2230	0.0316	せん断壁
	部材5	0.0055	0.0033	0.0055	0.0050	0.0099	0.1664	0.0050	0.0100	0.0134	0.3296	0.0100	0.0542	0.0303	0.0303	鉄骨ブレース

cRt1 : 引張主筋が降伏する部材角、cRw1 : せん断ひび割れが発生する部材角

cRc2 : 残留曲げひび割れの最大値が 1mm となる部材角、cRu2 : かぶりコンクリートが圧壊する部材角、cRw2 : 残留せん断ひび割れの最大値が 1mm となる部材角

cRc3 : 残留曲げひび割れの最大値が 2mm となる部材角、cRu3 : コアコンクリートが圧壊する部材角、cRw3 : 残留せん断ひび割れの最大値が 2mm となる部材角

cRm4 : 断面の曲げモーメントが最大曲げ強度の 80% に低下する部材角、cRa4 : 軸力を保持することができなくなる部材角

ものである。各部材群の内容は備考欄に示している。使用限界(損傷度 I)の限界部材角は、せん断ひび割れが発生する部材角と引張主筋が降伏する部材角の小さいほうとしているが、せん断ひび割れが発生する部材角が明確に評価できていないために、主筋が降伏したときとしている。また、修復限界 1(損傷度 II)の限界部材角が降伏時の部材角より小さい場合についても、限界部材角は主筋が降伏したときとした。

3.2 損傷度の判定

図-2 は AC 棟 2 階の部材の荷重-変形関係を示したものである。図中には、最大応答値●を示している。また、3.1 で示した部材の耐震性能を破線で示している。2

階では、短柱、せん断柱および曲げ柱で、降伏強度を超える挙動を示しており、損傷度 III~IV となっていた。実被害において、短柱に損傷度 IV の被害を受けていることから、応答解析により詳細な部材の挙動が把握できたと判断できる。

3.3 耐震性能残存率の算定結果

図-3 は耐震性能残存率の実被害と計算結果を比較したものである。図より計算値は実被害を概ね安全側に評価できているといえる。

文献 2 では、残存曲げひび割れ幅より決まる限界部材角を曲げ変形量だけで評価している。この限界部材角を曲げ変形とせん断変形より評価し、限界部材角が大きくなると、被災後の部材の残存耐力が高くなる。それにより、実被害の状態を精度よく再現でき、耐震性能を精度よく評価することができると思われる。

4. まとめ

新潟県中越地震で被災した TS 高校 AC 棟及び SC 棟の耐震性能と実被害の関係を把握するために検討を行い、以下のことがわかった。

- AC 棟は応答変形が 1/180rad 以下となり、層せん断力が建物の降伏強度に達していなかった。これが、被害が小さかった要因であると考えられる。しかし、短柱や一部の柱では、降伏強度に達しており、実被害と一致していた。
- SC 棟は応答変形が 1/100rad となり、大変形を起こし

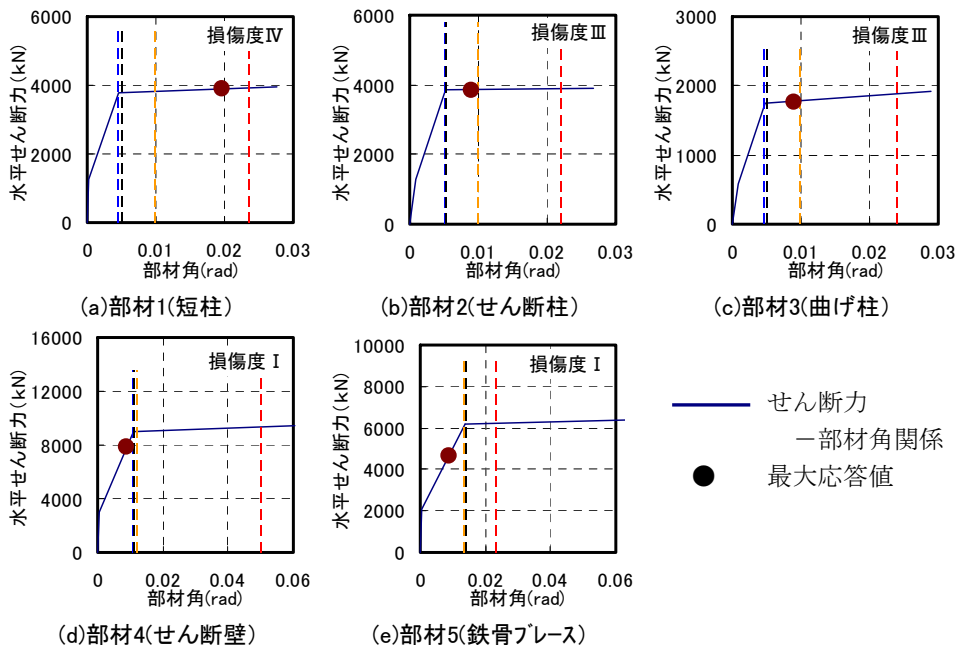


図-2 AC 棟 2 階の水平せん断力-部材角関係

ている層があった。また、この層は建物の降伏強度に達しており、被害がでたことに対応していた。

- 耐震性能残存率は実被害を概ね妥当に評価できていた。耐震性能をより精度よく評価するために、限界部材角の妥当性の検証を行っていくことが必要であると思われる。

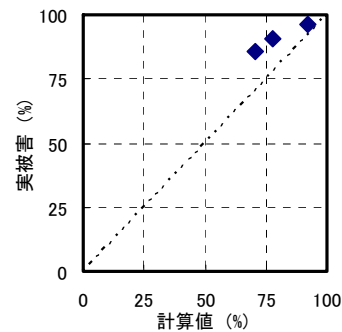


図-3 耐震性能残存率

謝辞

本検討を行う上で、防災科学研究所の K-NET で計測された地震動を利用しました。ここに、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 本多良政、加藤大介：2004 年新潟県中越地震における耐震補強した RC 造建物の補強の効果、構造工学論文集 Vol.52B、2006、3、pp.313-pp.319,319
- 2) 日本建築学会：鉄筋コンクリート造建物の耐震性能評価指針(案)・同解析、2004.1
- 3) 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、2001.9
- 4) 文野雅浩、前田匡樹他：部材の残余耐震性に基づいた震災 RC 造建物の被災度評価法に関する研究、コンクリート工学年次論文集 Vol.22、N0.3、2000、pp.1447-1452

* 新潟大学大学院自然科学研究科 大学院生 修(工)
 ** 名古屋大学大学院環境学研究科 大学院生
 *** 新潟大学工学部建設学科 教授 工博

* Graduate student, Graduate school of Niigata University, M. Eng.
 ** Graduate student, Graduate school of Nagoya University
 *** Professor, Niigata University, Dr. Eng.