

新潟県中越地震により被災したRC造学校建物の耐震性能と被害に関する研究

T O I K 7 3 1 C 中村健一郎
指導教官 加藤大介教授

1. 研究目的

2004年10月23日に発生した新潟県中越地震では、多くの建物に被害が生じた。これらの被害と建物の耐震性能との関係を把握しておくことは、今後の耐震設計および耐震補強を考える上で重要である。そこで、本研究では、震度が高かった地域におけるRC造学校建物を調査対象として、その地域の耐震化の状況、建設年と被害の関係、耐震診断結果と被害の関係について明らかにする。

2. 調査方法

2.1 調査概要

日本建築学会の被災度区分判定調査の報告書¹⁾、新潟県の施設台帳、新潟県設計協同組合内の耐震判定会の報告書および現地調査や聞き取り調査によって、対象とする建物の被災度区分判定結果、耐震診断結果、耐震補強の未済等のデータを収集し、それらを分析する。

2.2 対象建物

新潟県の施設台帳から、震度6弱以上地域と震度5強地域の一部の概ね300㎡以上のRC造学校建物を選出した。当時の市町村名で示すと、震度7地域(川口町)、震度6強地域(山古志村, 小千谷市, 小国町, 十日町市)、震度6弱地域(長岡市, 栃尾市, 越路町, 川西町, 堀之内町, 広神村, 守門村, 入広瀬村, 大和町)、震度5強地域(小出町, 湯之谷村)の県立と市町村立の小学校、中学校、高等学校である。これに新潟県設計協同組合内の耐震判定会の報告書に記載されている建物も加えて計369棟を対象とする。

3. 調査地域の耐震化の状況

調査地域の耐震化調査結果を表1に示す。対象建物を建設年で1981年の建築基準法改正前後で分ける。さらに、1981年以前建設の建物を耐震診断の未済、耐震補強済の3つに分ける。耐震補強済および1982年以降建設の建物は現行の耐震基準を満たし耐震化されている。耐震化率は震度7地域で88%、6強地域で41%、6弱地域で47%、5強地域で45%、調査全地域で46%であった。震度7地域の川口町では、棟数は少ないが8棟中7棟が耐震化されているため、耐震化率は他の地域と比べ非常に高い。

4. 建設年と被害の関係

調査建物の建設年代と被害の関係を震度地域別に表2

表1 調査地域の耐震化調査結果

	1981年以前建設				1982年以降建設	合計
	未診断	診断済	補強済	小計		
震度7地域	0 (0)	1 (12)	2 (25)	3 (37)	5 (63)	8 (100)
震度6強地域	46 (49)	9 (12)	2 (2)	57 (61)	37 (39)	94 (100)
震度6弱地域	99 (40)	31 (13)	11 (4)	141 (57)	106 (43)	247 (100)
震度5強地域	11 (55)	0 (0)	0 (0)	11 (55)	9 (45)	20 (100)
調査全地域	156 (42)	41 (12)	15 (4)	212 (58)	157 (42)	369 (100)

()内は各地域における合計に対する比率%

表2(a) 調査建物の建設年代と被害の関係(調査全地域)

建設年	上部構造の被災度					基礎構造の被災度				合計
	無被害 軽微	小破	中破	大破	小計	小破	中破	大破	小計	
1981年以前	182 (86)	16 (8)	3 (1)	2 (1)	203 (96)	2 (1)	1 (0)	6 (3)	9 (4)	212 (100)
1982年以降	146 (93)	6 (4)	1 (0.5)	1 (0.5)	154 (98)	0 (0)	1 (1)	2 (1)	3 (2)	157 (100)
全建物	328 (89)	22 (8)	4 (1)	3 (1)	357 (97)	2 (0.5)	2 (0.5)	8 (2)	12 (3)	369 (100)

()内は各年代における合計に対する比率%

表2(b) 調査建物の建設年代と被害の関係(震度7地域)

建設年	上部構造の被災度					基礎構造の被災度				合計
	無被害 軽微	小破	中破	大破	小計	小破	中破	大破	小計	
1981年以前	3 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	3 (100)
1982年以降	3 (60)	1 (20)	0 (0)	0 (0)	4 (80)	0 (0)	1 (20)	0 (0)	1 (20)	5 (100)
全建物	6 (74)	1 (13)	0 (0)	0 (0)	7 (87)	0 (0)	1 (13)	0 (0)	1 (13)	8 (100)

()内は各年代における合計に対する比率%

表2(c) 調査建物の建設年代と被害の関係(震度6強地域)

建設年	上部構造の被災度					基礎構造の被災度				合計
	無被害 軽微	小破	中破	大破	小計	小破	中破	大破	小計	
1981年以前	43 (74)	6 (11)	1 (2)	1 (2)	51 (89)	1 (2)	1 (2)	4 (7)	6 (11)	57 (100)
1982年以降	34 (91)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	36 (97)	0 (0)	0 (0)	1 (3)	1 (3)	37 (100)
全建物	77 (82)	6 (7)	2 (2)	2 (2)	87 (93)	1 (1)	1 (1)	5 (5)	7 (7)	94 (100)

()内は各年代における合計に対する比率%

表2(d) 調査建物の建設年代と被害の関係(震度6弱地域)

建設年	上部構造の被災度					基礎構造の被災度				合計
	無被害 軽微	小破	中破	大破	小計	小破	中破	大破	小計	
1981年以前	129 (91)	7 (5)	1 (1)	1 (1)	138 (98)	1 (1)	0 (0)	2 (1)	3 (2)	141 (100)
1982年以降	101 (95)	4 (4)	0 (0)	0 (0)	105 (99)	0 (0)	0 (0)	1 (1)	1 (1)	106 (100)
全建物	230 (93)	11 (4)	1 (0.5)	1 (0.5)	243 (98)	1 (0.5)	0 (0)	3 (1.5)	4 (2)	247 (100)

()内は各年代における合計に対する比率%

(a)～(d)に示す。上部構造のみ被害を受けた建物と基礎構造に被害を受けた建物は別に示す。表 2(a)の調査全地域において上部構造で小破以上の被害を受けた建物は、1981 年以前建設で 10%、1982 年以降建設で 5%であった。表 2(b)の震度 7 地域では 0%、20%、表 2(c)の震度 6 強地域では 15%、6%、表 2(d)の震度 6 弱地域では 7%、4%であった。基礎構造で小破以上の被害を受けた建物は、調査全地域でそれぞれ 4%、2%であった。棟数の少ない震度 7 地域を除けば、1982 年以降建設の建物の方が上部、基礎構造ともに小破以上の被害の割合が小さいことが分かる。

調査建物のうち耐震性能残存率 R が計算されている 78 棟を対象とする建設年と耐震性能残存率 R の関係を図 1 に示す。小破以上の被害の内訳は、大破 3 棟、中破 7 棟、小破 28 棟であった。このうち大破と中破の各 1 棟は、1982 年以降建設の建物であるが、2 棟とも震度 6 強地域のピロティ建物で 1 階柱の曲げ破壊であった。1982 年以降建設の建物で小破は 7 棟あり、そのうち 1 棟は基礎構造に被害を受けている。

5. 耐震診断結果と被害の関係

調査建物のうち構造耐震指標 I_s の示されている 58 棟を対象とする建設年と構造耐震指標 I_s の関係を震度地域別に図 2(a)～(d)に示す。 $I_{so}=0.63$ は、文部科学省の定める学校建物の診断基準値である $I_{so}=0.70$ に対し、新潟県の地域係数 $Z=0.9$ を適用した値である。

図 2(b)の震度 7 地域は、耐震化率が高いことは前述したが、3 棟中 2 棟が補強済の建物で被害は軽微であった。 I_s 値が基準を下回る残りの 1 棟も被害は軽微であった。図 2(c)の震度 6 強地域では、小破以上の被害が多く見られた。 I_s 値が基準値を上回る建物で小破以上の被害を受けた建物は 3 棟あるが、小破と中破の各 1 棟は基礎構造に被害を受けた建物で、大破 1 棟は前述したピロティ建物である。図 2(d)の震度 6 弱地域は、対象建物は多いが、小破以上の被害は I_s 値が基準値を下回っている建物 3 棟で、小破 2 棟、小破に近い中破 1 棟であった。それ以外の建物は I_s 値に関わらず軽微の被害であった。

6. まとめ

- (1) 耐震化率が他の地域と比べて高かった震度 7 地域では被害が少なかった。
- (2) 建設年と被害の関係は、1981 年以前建設の建物の被害は軽微から大破まであったが、1982 年以降建設の建物の被害は、ピロティ建物の被害を除くと小破に収まった。
- (3) 耐震診断結果と被害の関係は、ピロティ建物と基礎構造に被害を受けた建物を除くと、 I_s 値が 0.63 を上回っている建物の被害は軽微に収まった。

参考文献 1) 日本建築学会：文教施設の耐震性能等に関する調査研究報告書、平成 17 年 3 月

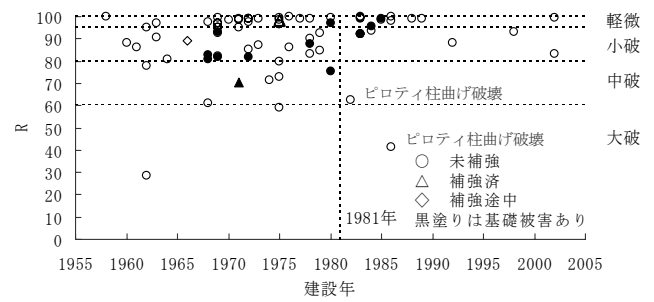


図 1 建設年と耐震性能残存率 R の関係

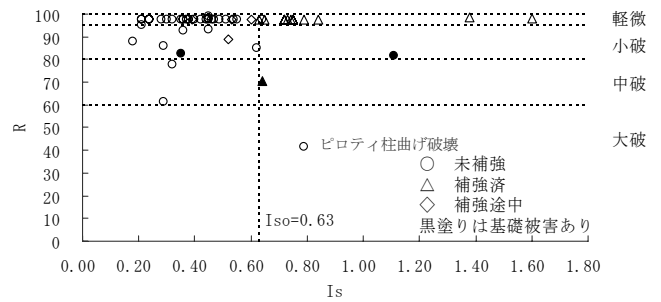


図 2(a) 構造耐震指標 I_s と耐震性能残存率 R の関係(調査全地域)

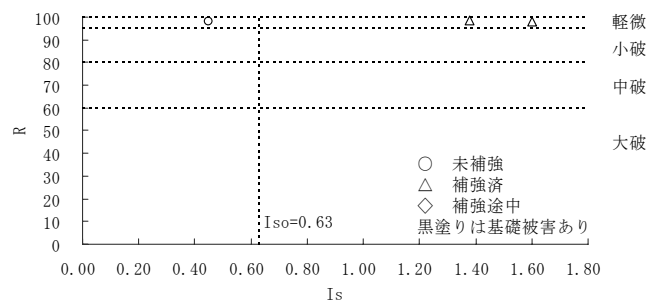


図 2(b) 構造耐震指標 I_s と耐震性能残存率 R の関係(震度 7 地域)

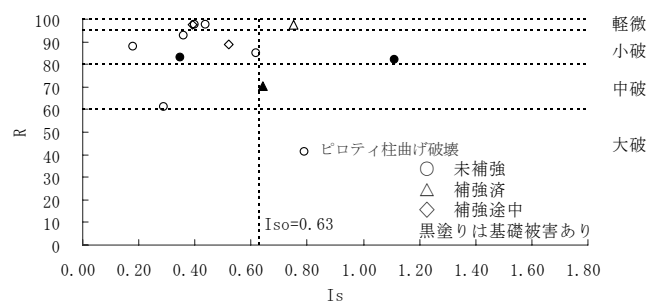


図 2(c) 構造耐震指標 I_s と耐震性能残存率 R の関係(震度 6 強地域)

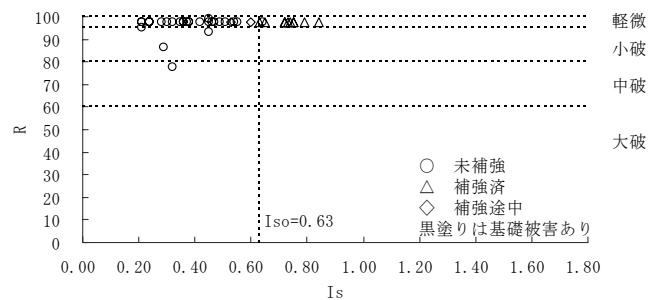


図 2(d) 構造耐震指標 I_s と耐震性能残存率 R の関係(震度 6 弱地域)