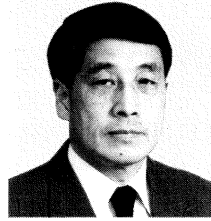


「阪神・淡路大震災とRC造建物の被害」

東京大学大学院工学系研究科教授 小谷俊介



日本でも免震構造が一般の人に普及してきたことは喜ばしい。免震構造の経験が増すにしたがい、どのような構造を免震構造とするのが望ましいかを明確にする必要が生じてきている。「MENSHIN」の巻頭言としては相応しくないかもしれないが、阪神淡路大震災の被害について書かせていただきたい。耐震構造を補完する免震構造への期待を明らかにすることになればと思う。

日本建築学会近畿支部では、被害が大きかった灘区と東灘区の震度Ⅶと判定された区域に限定して鉄筋コンクリート(RC)造建物の全数について被害度を調査した。建築学会会員151名が協力し、1995年8月下旬から9月上旬にかけて、建築年、階数、用途、構造形式、被害程度、配筋状態などの調査項目を、総数3,911棟について外観調査している。私達の研究室からも塩原等助教授を筆頭に、大学院生全員が参加した。調査結果[1]は1996年7月に刊行されている。この調査は極めて貴重な定量的な資料を我々に提供してくれた。

調査地域の特色は、建物用途として集合住宅および戸建て住宅が75.4%を占めること、建設年代は、1981年の建築基準法施行令改正(新耐震設計法)以後が47.5%で、1971年の建築基準法施行令改正(帯筋間隔強化)以前の建築物は17.4%と少ないことである。すなわち、阪神都市圏において新しい建築物が多い住宅地域と言える。建物階数では、2階以下が8.9%、3階建て26.8%、4階建て29.3%、5階建て17.5%、6階以上17.5%で、3～5階建ての中低層建築物が73.6%にもなっている。1階に壁のないピロティ構造(定義が明確ではない)が9.6%を占めている。

被害の程度は無被害、軽微、小破、中破、大破、倒壊の6段階に分けて報告されているが、ここでは使用性が問題ないと思われる小破以下の被害を便宜的に「小破」、構造的な補修・補強を必要とする中破及び大破をまとめて「大破」、倒壊及び調査時に取り壊されていて被害度が不明な建物をまとめて「倒壊」と呼ぶことにする。全調査建物の88.5%が小破、5.9%が大破、5.7%が倒壊となっている。兵庫県南部地震がどの程度の確

率で発生する地震と評価するかは難しいが、大都市の直下を襲った希な地震であることは間違いない。しかも最も被害が多い震度Ⅶの地域で、RC構造の被害がこの程度に少なかったことに驚かされる。耐震構造の先達の努力に敬意を表すばかりである。

被害を1981年新耐震設計法施行前後の建設年代で分けてみると、1981年以前の建物2,035棟では大破7.4%、倒壊8.3%に対して、1981年以降の建物1,859棟では大破3.9%、倒壊2.6%と、耐震性能が大幅に向上している。既に指摘されているように、既存不適格建築物の耐震補強の必要性を如実に示している。しかし、1981年以前の建設でも84.3%は小破以下の被害であったことを忘れてはならない。このように希な地震に対しても小破程度に被害を抑えようとする完全主義的な目標を掲げても、耐震補強を必要とする建物は全体の2割程度である。調査地域建物のほぼ半数が新耐震設計法施行以降に建設されたことが、被害割合を小さくしている。

建物の建設年代を1981年で分けて、高さによる被害の違いを見てみると、表-1及び表-2の通りになる。表には示さなかったが、1971年以前では7階を超える中高層建物が極めて少なかった。

表-1及び表-2に共通していることは、建物高さが5階あるいは6階を超えると、大破あるいは倒壊の割合が大きくなることであり、被害が小破でとどまる建物の割合が少なくなる。注目されるのは、1971年以前に建設された8階建て以上の建物は全て倒壊した点である。今度は表-1と表-2を比較すると、新耐震設計法は低層から中高層までの建物に対して、ほぼ一様に耐震性を向上させていることがわかる。それでも、やはり7階を超える建物の2割以上に補修を必要とする被害が生じている。中高層になると耐震構造を設計・建設するのに高い技術を必要とすることがわかる。この点で、特定行政庁の一部が20mを超えるRC造の耐震安全性の評価を求めている理由が理解できる。そして、中高層建物が耐震構造の代わりに免震構造を使用することが望まれる領域になるのであろう。

また、調査地域では、6階以上の高さの建物が17.5%

しかなく、圧倒的に中低層建物が多かったことが被害割合を低くした。神戸市中央区のように、中高層で新耐震設計法施行以前の事務所建築が多い地域では、被害割合が高くなることが理解できる。

調査地域の全建物と「ピロッチェ構造」の棟数を建物階数別に比較し、ピロッチェ構造で大破・倒壊した棟数を表-3に示す。1階建てにピロッチェ構造があるのは理解できないが、6階建て以上でピロッチェ構造の割合が多くなり、15%程度になっている。3~6階建てピロッチェ構造の2割が大破・倒壊し、7階建て以上では約半数が大破・倒壊している。建設年代別にピロッチェ構造の棟数を調べると、1971年以前では47棟、1971~81年で144棟、1981年以降で186棟と増えている。ピロッチェ構造の被害を年代別に見ると、1981年以前建物の42~44%が大破・倒壊したが、1981年以降では11%に減少している。新耐震設計法によりピロッチェ構造の耐震性能が向上したが、まだ改良の余地があると言えるであろう。

さて最後に、構造形式で被害を見ると、壁式構造の被害割合が極めて低い。壁式構造の調査数518棟のうち、大破以上の被害は1.9%程度にとどまっていた。免震構造を含めて、構造形式の選択が地震被害を抑えるのに重要であることを示している。

文献

- 1) 日本建築学会近畿支部鉄筋コンクリート構造部会：1995年兵庫県南部地震コンクリート系建物被害調査報告書、1996年7月、245pp。

表-1：新耐震設計法（1981年以前の建物の被害）

階数	小破	大破	倒壊	合計
1	20 (90.9)	1 (4.5)	1 (4.5)	22 (100)
2	215 (92.7)	9 (3.9)	8 (3.4)	232 (100)
3	532 (93.0)	17 (3.0)	23 (4.0)	572 (100)
4	524 (85.8)	41 (6.7)	46 (7.5)	611 (100)
5	269 (79.6)	29 (8.6)	40 (11.8)	338 (100)
6	59 (75.6)	10 (12.8)	9 (11.5)	78 (100)
7	49 (58.3)	16 (19.0)	19 (22.6)	84 (100)
8	19 (63.3)	7 (23.3)	4 (13.3)	30 (100)
9	3 (33.3)	4 (44.4)	2 (22.2)	9 (100)
10	20 (48.8)	15 (36.6)	6 (14.6)	41 (100)

()は同じ階数の建物総数に対する割合(%)

表-2：新耐震設計法以降の建物の被害

階数	小破	大破	倒壊	合計
1	8 (100)	0 (0.0)	0 (0.0)	8 (100)
2	85 (98.8)	0 (0.0)	1 (1.2)	86 (100)
3	460 (98.1)	2 (0.4)	7 (1.5)	469 (100)
4	508 (95.7)	9 (1.7)	14 (2.6)	531 (100)
5	333 (97.4)	5 (1.5)	4 (1.2)	342 (100)
6	135 (91.8)	9 (6.1)	3 (2.0)	147 (100)
7	90 (86.5)	12 (11.5)	2 (1.9)	104 (100)
8	44 (75.9)	11 (19.0)	3 (5.2)	58 (100)
9	19 (73.1)	7 (26.9)	0 (0.0)	26 (100)
10	51 (69.9)	18 (24.7)	4 (5.5)	73 (100)

()は同じ階数の建物総数に対する割合(%)

表-3：ピロッチェ構造の棟数と被害

階数	全建物	ピロッチェ構造 (全建物に対する%)	大破・倒壊 (被害の%)
1	30	3 (10.0)	0 (0.0)
2	318	12 (3.8)	0 (0.0)
3	1048	74 (7.1)	12 (16.2)
4	1147	111 (9.7)	26 (23.4)
5	683	63 (9.2)	20 (31.7)
6	225	37 (16.4)	8 (21.6)
7	188	34 (18.1)	17 (50.0)
8	89	20 (22.5)	11 (55.0)
9	36	4 (11.1)	3 (75.0)
10	114	18 (15.8)	5 (27.8)