

耐震診断結果に基づく中高層 RC 造集合住宅の地震被害率の予測に関する研究

(その 1)名古屋市における典型的な中高層 RC 造集合住宅の地震応答解析モデルの作成

正会員 ○榎原啓太^{*1} 同 白瀬陽一^{*2}
同 福和伸夫^{*3} 同 平松 悠^{*4}
同 宮腰淳一^{*5}

耐震診断 中高層 RC 造集合住宅 建物の余力
静的弾塑性解析 地震応答解析モデル

1. はじめに

筆者らは、1995 年兵庫県南部地震以降、耐震改修促進法が施行され全国各地で耐震診断データベース(DB)が作成されていることを背景として、中低層 RC 造学校建物を対象に耐震診断結果を用いた地震応答解析モデルの作成方法を提案した¹⁾。従来の手法では、建物の地震被害を十分に説明できなかったが、本手法を用いることで兵庫県南部地震での建物被害と対応する結果を得ることができることを示した。本論では、中低層 RC 造学校建物について構築した手法を中高層 RC 造集合住宅建物に適用するとともに、実被害による建物被害との対応について検討する。(その 1)では、名古屋市内の集合住宅の耐震診断 DB を用いて、典型的な中高層 RC 造集合住宅を抽出し、静的弾塑性解析により建物の持つ余力を考慮した復元力特性を設定する。なお、本論では、地震時に被害の生じやすい建物の桁行方向について検討する。

2. 典型的な中高層 RC 造集合住宅の抽出

本論で用いた耐震診断 DB の概要を以下に示す。これは、名古屋市内の公的な集合住宅を対象に平成 8 年から 11 年までに耐震診断が行なわれたものであり、全 245 棟のうち 144 棟が RC 造で、2 次診断の結果が明記されている。144 棟の階数別棟数分布を図 1 に示す。大半が 7 階建てであり、そのうち半数以上が 1972 年~1981 年の間に建設されている。DB の内、7 階建て建物の中から任意に 26 棟を選び詳細な図面調査を行ない、図 2 に示す典型的建物を抽出した。ここで、26 棟の建設時期別分布は図 1 のようになっており、7 階建て建物全棟(96 棟)の建設時期別分布と同様の分布になっている。26 棟のうち構造スリットを有する建物は

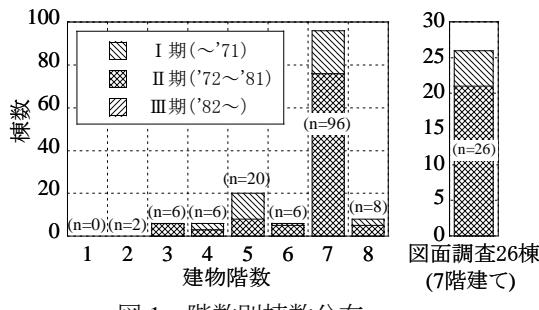


図 1 階数別棟数分布

1 棟のみ存在し、1 階にピロティを有するものは無い。これらから抽出した典型的建物は、図 2 に示すように、桁行 10 スパン×張間 1 スパン、階高は 1 階が 2.8m で 2 階以上は 2.6m、南北構面に開口付き雑壁が存在し、バルコニーと廊下は片持ち形式となっている。

3. 典型的集合住宅の耐震性能

3.1 建物のモデル化

典型的な集合住宅を立体骨組にモデル化し、増分法による静的弾塑性解析から得られた層間変位-層せん断力関係を Tri-Linear 型の復元力特性に近似する。このとき復元力特性は、第 1 折点：各層のいずれかの部材でクラックを発生する点。第 2 折点：各層のいずれかの部材が降伏した層間変位で、静的弾塑性解析結果と地震応答解析用 Tri-Linear モデルの面積が等しくなる層せん断力となる点。第 3 折点：層間変形角が 1/75 となる点。(第 3 折点の層間変形角は、建物の大破のクライテリア(後述)を参考に設定)として近似した。静的弾塑性解析モデルは、袖壁や雑壁の耐力及び、建物の余力を考慮しない一般設計モデル(TypeA)と、建物の実情を反映するために、南構面の袖壁や北構面の雑壁の耐力及び、建物の余力を考慮した余力考慮モデル(TypeB)の 2 種類とする。TypeB では、桁行方向北構面の雑壁を、図 3 のように壁柱・袖壁・腰壁に、南構面の雑壁は壁柱・袖壁に置換し、剛性と耐力を評価

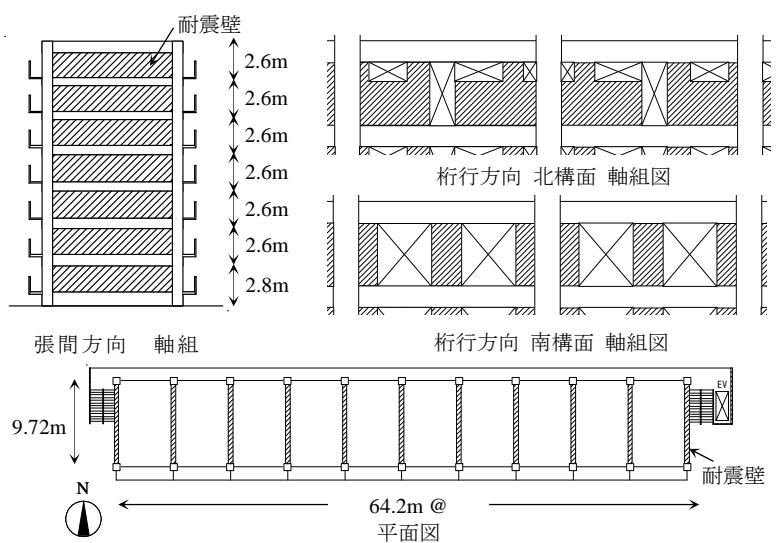


図 2 典型的集合住宅建物

する。また、壁柱と柱の柱頭に雑壁などを考慮した剛域を設けた。荷重分布形は A_i 分布を基本とし、上層部で終局に達しない場合は適宜分布形を変更する。

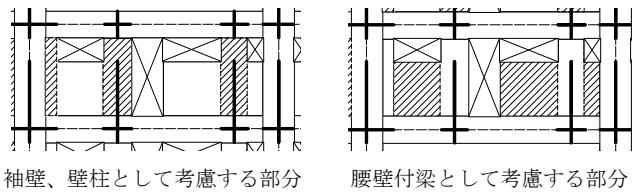


図 3 北構面雑壁のモデル化(—は剛域)

3.2 建物の余力

本論では建物の余力として以下の 4 項目を考慮する。

①設計に用いるコンクリート強度と実際の強度の違い

耐震診断 DB 中の、今回対象とした建物のコンクリート設計基準強度は、大半が $F_c=210(\text{kg}/\text{cm}^2)$ であった。一方、既往の研究²⁾によると、1981 年以前の京阪神地区の公共建物では $F_c=210$ のものはコアコンクリートの圧縮試験により実際には $F_c=300$ 程度あることが明らかにされているため、この値を採用する。

②設計に用いる RC 部材のせん断耐力とその平均的なせん断耐力との違い

$$Q_u = \left\{ \frac{0.053 P t^{0.23} (F_c + 180)}{M/(Q \cdot d) + 0.12} + 2.7 \sqrt{P_w \cdot \sigma_{wy}} \right\} b_e \cdot j \quad (1)$$

表 3 一般設計モデルと余力考慮モデルの比較

	K_1 の比	Q_3 の比	C の比	T の比	ΣW の比
TypeB/TypeA	5.29	2.08	2.15	0.35	0.96

表 4 静的弾塑性解析の結果(一般設計モデル)

	階数	K_2/K_1	K_3/K_1	Q_1/Q_2	Q_2/Q_3
TypeA	7	0.357	0.001	0.461	0.990
	6	0.432	0.005	0.353	0.972
	5	0.398	0.010	0.294	0.955
	4	0.360	0.013	0.271	0.945
	3	0.379	0.022	0.291	0.899
	2	0.351	0.020	0.264	0.896
	1	0.262	0.014	0.298	0.901
	平均(1-6F)	0.364	0.014	0.295	0.928

表 5 静的弾塑性解析の結果(余力考慮モデル)

	階数	K_2/K_1	K_3/K_1	Q_1/Q_2	Q_2/Q_3
TypeB	7	0.275	0.025	0.576	0.824
	6	0.829	0.008	0.416	0.800
	5	0.661	0.011	0.341	0.795
	4	0.703	0.013	0.342	0.797
	3	0.669	0.013	0.323	0.799
	2	0.681	0.013	0.323	0.799
	1	0.661	0.010	0.344	0.799
	平均(1-6F)	0.701	0.011	0.348	0.798

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生

*2 (株)日建設設計 構造設計部門 修士(工学)

*3 名古屋大学大学院環境学研究科教授・工博

*4 清水建設(株) 構造設計部 修士(工学)

*5 清水建設(株) 技術研究所 博士(工学)

一般の設計では、梁の場合(1)式を用いているが、この式は実験結果の平均値ではなく安全側に評価したものと考えられる。そこで、実験結果の平均的な評価となるように(1)式の第 1 項の係数 0.053 を 0.068 とする。柱、壁についても同様の取り扱いとする。

③設計に用いる積載荷重と実際の積載荷重の違い

設計では指針等^{3,4)}に定められた値を用いるが、ここでは実情を反映した積載荷重として表 2 に示す値を用いる。

④直交壁によるせん断耐力の上昇

今回対象とした集合住宅では、桁行方向の柱に直交する壁があるので、直交壁が終局耐力に与える影響を考慮する。既往の研究⁵⁾によると直交壁付き柱のせん断耐力は直交壁がない場合の 1.1~1.3 倍であるとされている。よって直交壁による強度上昇として柱のせん断耐力を 1.2 倍する。

図 5,6 に両モデルの復元力特性を示す。また、表 3 に両モデルの初期剛性 K_1 、終局耐力 Q_3 、終局せん断力係数 C 、固有周期 T 、総重量 ΣW の比を示し、表 4、表 5 にそれぞれの復元力特性の剛性・耐力の比を示す。

4.まとめ

表 3 より、TypeB と TypeA の初期剛性の比は 5.29 倍と大きく、終局せん断力係数の比も 2.08 倍になっている。初期剛性は主に雑壁の影響、終局せん断力係数は主に雑壁及び余力の影響だと考えられ、一般設計モデルでは建物の耐震性能を十分に評価できていないと考えられる。

表 2 積載荷重(N/m²)

用途	指針	本論
住宅		
廊下	600 ³⁾	300
階段室		
屋根	400 ⁴⁾	0

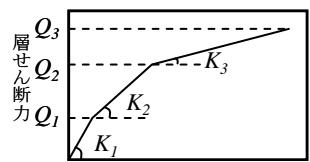


図 4 復元力の凡例

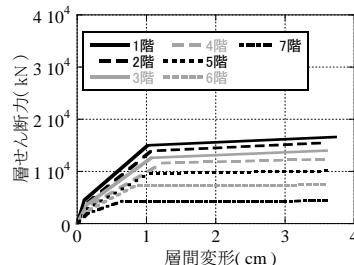


図 5 TypeA 復元力特性

【参考文献】

- 1) 白瀬 他 : 構造系論文集, NO.607, pp.63-71, 2006.9.
- 2) 下平 他 : GBRC, Vol.83, pp.3-10, 1996.7.
- 3) 基準法施行令 85 条, 4) 建設大臣官房官庁営繕部監修 : 建築構造設計基準及び同解説
- 5) 岩城 他 : 学術講演梗概集, 構造 II, pp.567568, 1987.10

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.

*2 Structural Engineering Dept, Nikken Sekkei Ltd., M.Eng.

*3 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ., Dr.Eng.

*4 Structural Engineering Dept, Shimizu Corp., M.Eng.

*5 Institute of Technology, Shimizu Corp., Dr.Eng.