

離散化極限解析法による SRC 造建物の地震被害の解析

正会員 片寄 哲務*1
同 土井 希祐*2

1. 研究目的

兵庫県南部地震において多数の SRC 造建物が大きな被害を受け、耐震性に対する社会的信頼度が高かっただけに大きな課題を残した。今後起こりうる地震に対処すべく、本研究では、離散化極限解析法により地震時挙動の解析を行い、解析結果からモデルによる傾向を把握し、実被害に近い解析結果を可能にするモデルの提案を目的とする。

2. 研究方法

離散化極限解析法による SRC 造建物の弾塑性静解析・地震応答解析を行う。離散化極限解析法とは構造体を有限個の剛体ブロックに分割し、完全弾塑性であるバネ要素で連結しモデル化するものである(図 1 参照)。バネは垂直・せん断・曲げの 3 種類を考える。降伏曲面を図 2 に示す。静解析は A_i 分布による水平力を各階に作用させ荷重増分法により行う。地震応答解析は神戸海洋気象台における NS 方向加速度記録を用いて行う。解析モデルとして同一方向のラーメンを並列させて各階を両端ピンの梁で繋いだ連成並列ラーメンによる骨組モデルを用いる(図 3 参照)。解析対象は 1965 年建設の地下 1 階・地上 7 階の格子形 SRC 造耐震壁付ラーメン構造の建物であり、中間階中柱がせん断破壊し大破した(図 4 参照)。

本研究においては、表 1 のように各部材の耐力・剛性を变化させた 7 通りの解析ケースを設定し、表 2 に示すようなパラメータごとに解析を行い、解析結果相互の差違、実被害との比較からモデル化の有効性を検討した。

表 1 各部材の解析パラメータ

解析ケース	cM (I, A) の増減倍率			I, A の増減倍率 耐震壁
	中柱	境界柱	梁	
	0.7(0.63, 0.8)	0.7(0.63, 0.8)	1.0(1.0, 1.0)	1.0
	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	1.0
	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	1.5(1.72, 1.31)	1.0
	0.7(0.63, 0.8)	0.8(0.74, 0.86)	1.0(1.0, 1.0)	1.0
	0.7(0.63, 0.8)	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	1.0
	0.7(0.63, 0.8)	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	0.5
	0.7(0.63, 0.8)	1.0(1.0, 1.0)	1.0(1.0, 1.0)	0.01

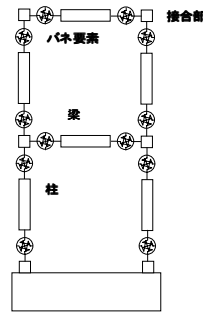


図 1 ラーメン架構モデル図

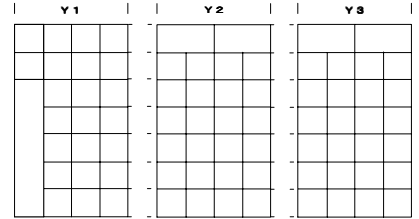


図 4 Y1-Y3 通り実被害図

: せん断ひび割れ
: せん断破壊

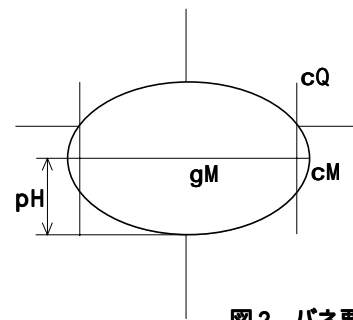


図 2 バネ要素降伏曲面図

注) gM: (柱圧縮耐力 + 引張耐力) / 2
pH: (柱圧縮耐力) - gM
cM: 曲げ耐力
cQ: せん断耐力
単位: (N/cm²)

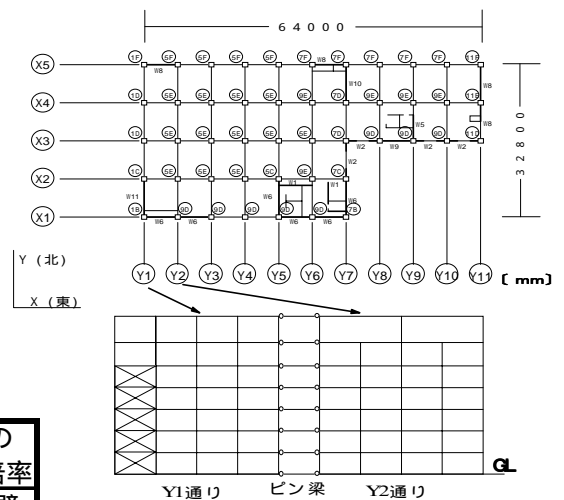


図 3 1 階平面図および連成並列ラーメン解析モデル図

表 2 着目パラメータと対応する解析ケース

着目パラメータ	対応する解析ケース
梁の耐力・剛性	
境界柱の耐力・剛性	
耐震壁の剛性	

注) cM: 曲げ耐力, A: 断面積, I: 断面 2 次モーメント
Analysis of earthquake damage of steel framed reinforced concrete building structure by Rigid Bodies Spring Model

Katayose Norichika and Doi Mareyasu

3. 解析結果

・弾塑性静解析

柱耐力・剛性を低減すると、中間階に降伏ヒンジが現れ、変位も Y1-Y5 通りが大きく 1/250 を越えた(図 5-1, 7-1 参照)。梁を剛強とすると、境界柱降伏が大幅に減少し、Y1-Y3 通りの変位が縮小した。また、境界柱を剛強にすると、フレームの変形が制限されるためか、中柱の降伏ヒンジが見られなくなり(図 7-1, 7-2 参照)、変位も全体的に縮小した(図 5-1, 5-2 参照)。壁剛性低減時の変位は、全体が純フレームに近づくため、全て 1/250 付近に集中した(図 5-2, 5-3 参照)。また、柱部材降伏が減少した(図 7-2, 7-3 参照)。以上からケース 1 は中間階中柱が降伏しており、実被害に近い結果と言える。

・弾塑性地震応答解析

柱耐力・剛性を低減すると、Y1 通り中柱に降伏ヒンジが見られ、変位は全て 1/250 以下であった(図 6-1, 8-1 参照)。梁を剛強にすると境界柱降伏が減少し、変位はいずれも縮小した。境界柱が剛強になると下層部に降伏ヒンジが集中し(図 8-1, 8-2 参照)、変位は Y2-Y4 通りが中間階で 1/250 に達した。(図 6-1, 6-2 参照)。壁剛性を低減した場合、Y1-Y5 通りが 1/250 を越え、耐震壁の有無による変位差がはっきりと現れ(図 6-2, 6-3 参照)、降伏ヒンジは下層部に集中した(図 8-2, 8-3 参照)。いずれのケースも地震波が主要動となる前に不安定となり、実被害に見られる Y2-Y3 通りの中柱降伏は生じなかった。

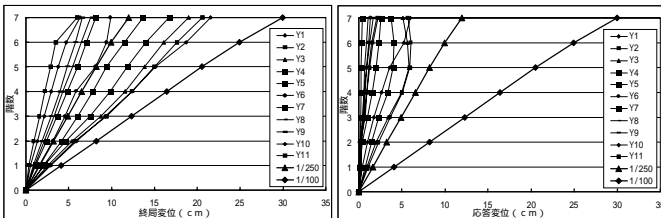


図 5-1 終局変位図

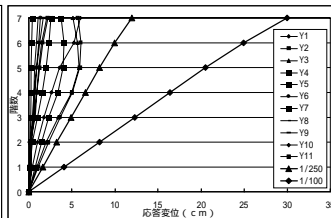


図 6-1 応答変位図

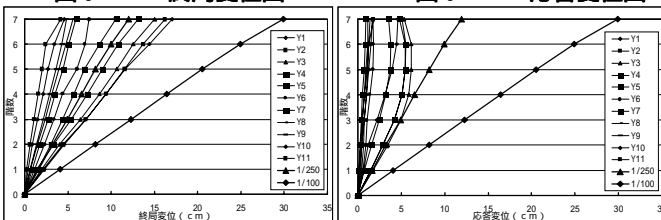


図 5-2 終局変位図

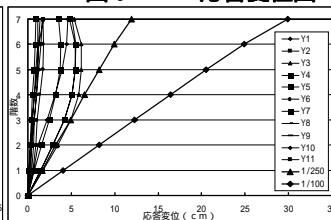
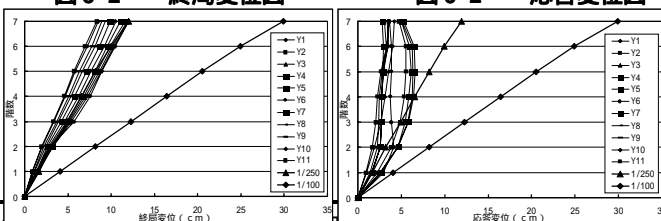


図 6-2 応答変位図



1 新潟大学大学院自然科学研究科

*2 新潟大学工学部建設学科 助教授・工博

図 5-3 終局変位図

図 6-3 応答変位図

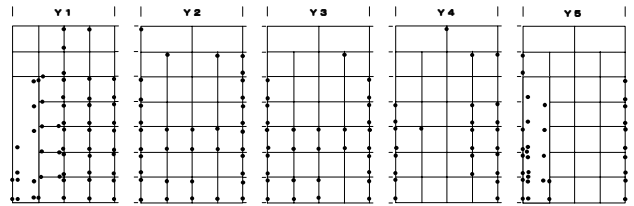


図 7-1 静解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

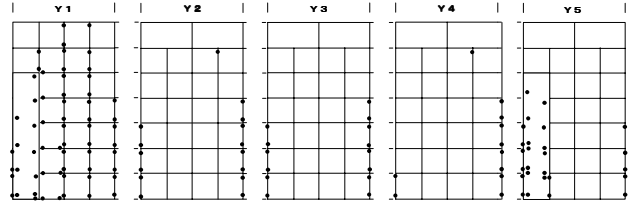


図 7-2 静解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

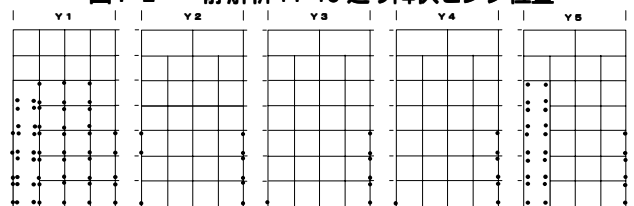


図 7-3 静解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

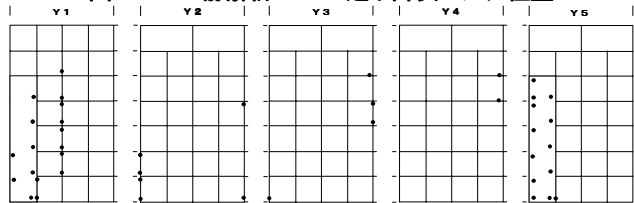


図 8-1 地震応答解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

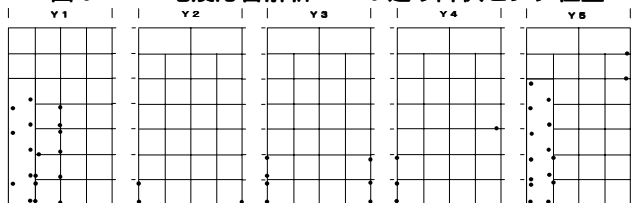


図 8-2 地震応答解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

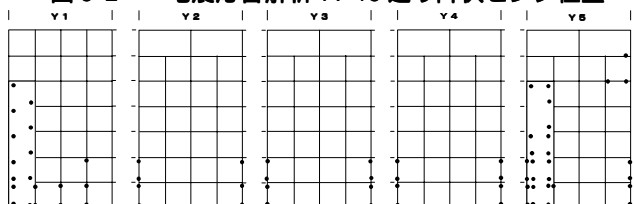


図 8-3 地震応答解析 Y1-Y5 通り降伏ヒンジ位置

4. まとめ

本解析において、梁が剛強であると境界柱降伏が減少、境界柱を剛強にすると梁降伏が減少、耐震壁剛性が低いと下層部に柱降伏が増加するなどの傾向が確認できた。

静解析ではケース 1 が最も実被害に近い結果であった。地震応答解析では解析モデルの改良が必要であ

Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.

Assoc. Prof., Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.

る。

参考文献

[1] 川井忠彦/離散化極限解析法概論/1991

[2] 竹内則雄他/離散化極限解析プログラミング/1991

*1 新潟大学大学院自然科学研究科

Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.

*2 新潟大学工学部建設学科 助教授・工博

Assoc. Prof., Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.