

離散化極限解析法によるSRC造建物の地震被害の解析 その2

正会員 田中 里子*
同 土井 希祐**
同 片寄 哲務*

SRC造建物 離散化極限解析法 地震被害
弾塑性静解析 弾塑性地震応答解析 平面フレーム

1. 研究目的

兵庫県南部地震において、旧基準により設計された格子形SRC造を中心とした多くのSRC造建物が被害を受けた。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るためにも被害原因の解明が必要である。そこで本研究では前報¹⁾に引き続き、離散化極限解析法によるSRC造建物の地震時挙動の解析を行い、実被害に対応する有効なモデル化を提案することを目的とする。

2. 研究方法

離散化極限解析法²⁾³⁾によるSRC造建物の弾塑性静解析および弾塑性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、塑性関節を一般化した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種を考え、それぞれに降伏曲面が設定されており(図2参照)バネの降伏判定により建物の地震時挙動について検討する。バネ要素の一軸応力歪関係は完全弾塑性とする。静解析はAi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方向加速度記録の15秒間のデータを用いて行う。

解析対象建物は、1972年建設の地上10階格子形SRC造耐震壁付ラーメン構造の集合住宅であり、1階から3階までがSRC造、4階以上がRC造である⁴⁾(図3・図4参照)。兵庫県南部地震において1階柱がせん断破壊し、層崩壊した(図5参照)。

第2次耐震診断⁵⁾による構造耐震指標Is値は、全ての階で構造耐震判定指標Iso=0.60を下回り、SRC造とRC造の境界である3階から中層部で特に低い値となり、実被害とは必ずしも対応していない(図6参照)。

解析は、地震波の主要方向である桁行き方向のフレームについて行った。建物の平面の対称性から平面の半分を取り出し(図4参照)外側フレーム(X1)と内側フレーム(X2)を縮約した平面フレームとして解析を行った(図7参照)。

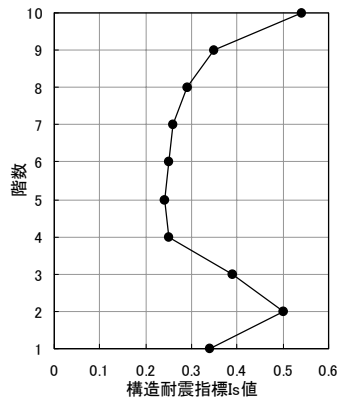


図6 構造耐震指標 Is 値

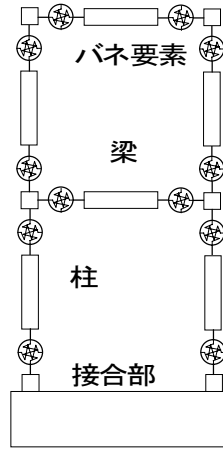
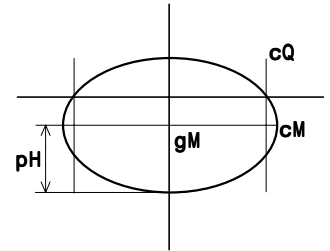


図1 ラーメン架構モデル図



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

図2 バネ要素降伏曲面図

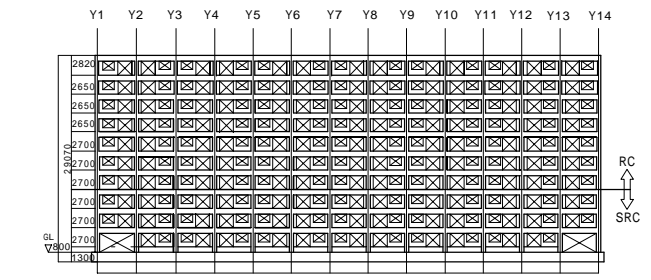


図3 X1 X4 通り軸組図

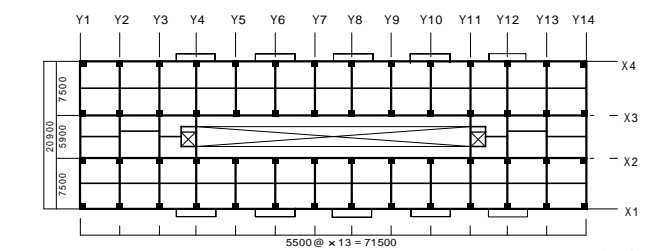


図4 1階伏図

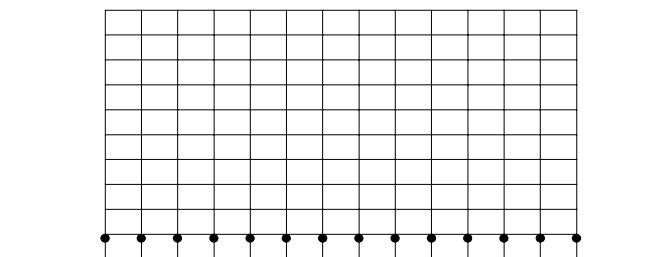


図5 実被害図 ●: 破壊箇所

梁耐力はスラブ有効幅100cmとしたT形断面として算定した。1階柱は柱脚・柱頭で断面が大きく異なるため(図8参照)中央部に節点を設け、できるだけ忠実にモデル化することとした(図7参照)。以上の条件下で、離散化極限解析法による静解析及び地震応答解析を行った。地震応答解析においては、建物が実際に負担しているスラブ・壁の自重、および積載荷重を考慮し、より現実的な解析を行った。

3. 解析結果と考察

・弾塑性静解析

1階柱脚、柱頭へのみ降伏ヒンジが現れ(図9参照)、層間変位角も1階で大きくなっており(図10参照)、実被害である1階層崩壊に対応する結果となった。Y7通り最上部節点の水平変位とフレームに作用する全水平力の関係を図11に示す。

・弾塑性地震応答解析

1階柱脚と8階柱がほぼ同時に降伏した後、ほぼ全階柱に降伏が広がった(図12参照)、3階から上階柱は全て曲げ破壊となるため靱性があるが、Y2~Y4・Y11~Y13通り(コア部分)の1・2階の柱はせん断破壊となるため変形能力が乏しく、最大耐力に達した後、急激に強度を失うと考えられる。よって1階部分が降伏後、急激に強度低下し崩壊したと考えることができ、実被害とある程度対応する結果となった。1階柱脚に降伏が生じた時点での応答変位は中層部で大きかった。最大応答変位は中低層部で1/250に近い値となっていた(図13参照)。

4. まとめ

本研究では1階が層崩壊した建物について、離散化極限解析法による弾塑性静解析および弾塑性地震応答解析を行った。静解析では実被害に対応する1階柱降伏という結果になった。地震応答解析では実被害に対応する1階柱に降伏ヒンジが生じたが、対応しない8階柱にも降伏ヒンジが生じた。しかし上階柱は曲げ破壊をし、1階柱コア部分はせん断破壊をするため、1階が先に崩壊すると考えられ、ある程度実被害に対応する結果となった。

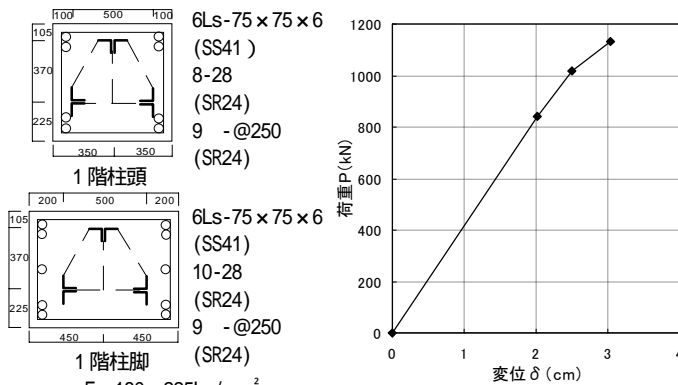


図8 SRC柱断面(図4参照) 図11 静解析における水平変位と水平力の関係

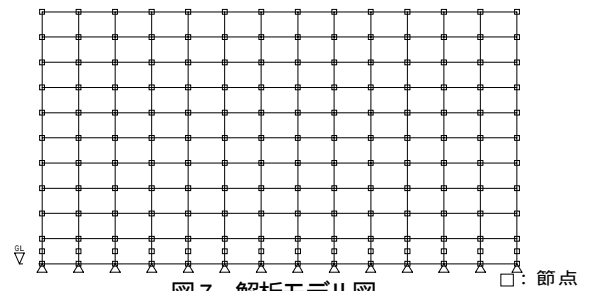


図7 解析モデル図

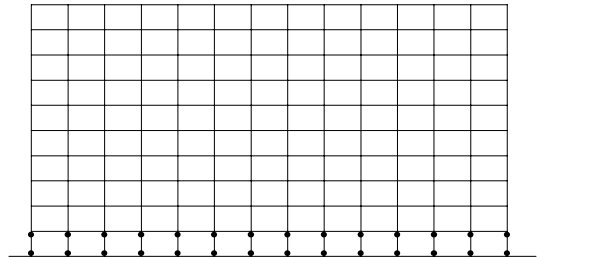


図9 静解析降伏ヒンジ図 ●: 降伏箇所

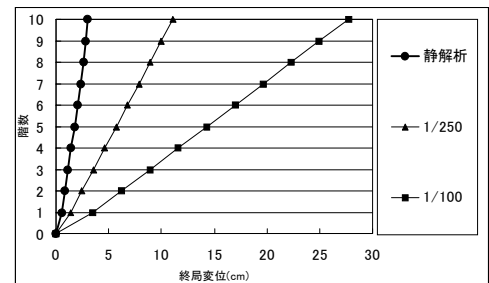
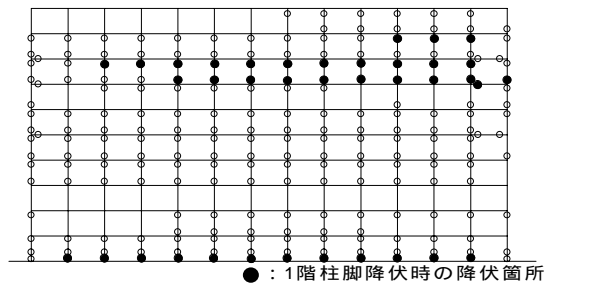


図10 終局変位図



●: 1階柱脚降伏時の降伏箇所 ○: 1階柱脚降伏以後の降伏箇所

図12 地震応答解析降伏ヒンジ図

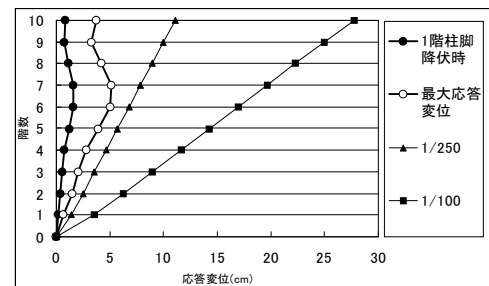


図13 応答変位図

参考文献 1)片寄哲務 土井希祐/離散化極限解析法によるSRC造建物の地震被害の解析 日本建築学会学術講演梗概集 p1073-1074 /2000 2)川井忠彦/離散化極限解析法概論/1991 3)竹内則広他/離散化極限解析プログラミング/1991 4)日本建築学会/阪神・淡路大震災調査報告 建築編 2/1998 5)日本建築防災協会/既存鉄骨鉄筋コンクリート造建物の耐震診断基準・同解説/1983

* 新潟大学大学院自然科学研究科
** 新潟大学工学部建設学科 助教授・工博

* Graduate School of Science and Technology, Niigata Univ.
** Assoc. Prof., Dept. of Arch. and Civil Eng., Niigata Univ., Dr. Eng.