

低層 RC 造事務所建物の地震被害予測に関する研究

(その2)個別建物におけるモデル化の違いが建物応答値に与える影響

正会員 ○杉本浩一*1 同 護 雅史*2
同 福和伸夫*3 同 白瀬陽一*4
同 宮腰淳一*5 同 後藤盛昌*6

地震応答解析 復元力特性 低層 RC 造事務所建物
相互作用効果 静的増分解析 壁耐力分担率

1. はじめに

(その1)で示した耐震診断結果から、対象建物群の規模、用途、竣工時期に着目して、代表建物1棟を抽出し、耐震壁と雑壁が、建物の剛性・耐力へ及ぼす影響を数値解析により明らかにする。また、雑壁や、相互作用効果の考慮の有無による建物応答値の差を比較する。

2. 数値解析対象となる建物概要

名古屋市市中村区に位置する事務所建物を解析対象とする。本建物は、RC造3階建て耐震壁付きラーメン構造で、桁行は48m(6m×8 スパン)、張間は16m(8.4m と 7.6m の2スパン)である。建物概要を表1に、外観を図1に示す。竣工時期はⅡ期に属し、壁の配置は桁行方向、張間方向で明確な差異はなく、雑壁が多く配置されている。図2、図3に各方向の代表的な軸組図を示す。

3. 事務所建物の地震応答解析モデルの作成

地震応答解析は、図4に示す質点系せん断型モデルを用いて行う。各層のせん断ばねの骨格曲線は、立体フレームモデルを用いた静的増分解析により作成する。その際、耐震壁と雑壁が建物の剛性・耐力に及ぼす影響を詳細に検討するために、解析モデルは以下の3つとした。

モデルA・・・フレームのみ考慮モデル

モデルB・・・フレーム+耐震壁考慮モデル

モデルC・・・フレーム+耐震壁+雑壁考慮モデル

またモデルCについては、履歴特性が異なる壁とフレームの骨格曲線を分離したモデル(C1・C2)も作成し、モデル化の違いによる建物応答値の差を比較する。本論では以下の2通りの方法で壁とフレームの骨格曲線を分離する。

①耐震診断結果に記載されている壁耐力分担率を用いて分離する(モデルC1)。壁耐力分担率は、柱と壁の面積比から求められ、これを静的増分解析で算出したモデルCの層せん断力に乗じて、壁とフレームの骨格曲線をそれぞれ作成する。

② $C_T \cdot S_D$ 値と壁耐力分担率の関係から求めた回帰式(図5)を用いて分離する(モデルC2)。回帰式は(その1)で示した対象建物群の中から、全体の傾向と著しく異なる建物(4棟)を除外して作成した。なお、一般にC値と壁耐力分担率には相関があると考えられるが、対象建物群の診断結果にC値が記載されていないため $C_T \cdot S_D$ 値で代用した。

本論では、基礎固定である上記のモデルB、C、C1、C2それぞれに対して、動的相互作用効果(スウェイ・ロッキング)を考慮して応答解析を実施した。スウェイ・ロッキング(SR)ばねは、図4に示す建物周辺の地盤条件より薄層要素



図1 対象建物外観
表1 建物概要

竣工年	1978年	
建築面積	800m ²	
階数	地上3階	地下1階
階高	3.9m	軒高 12.5m
各階平均重量	2F	3F RF
(kN/m ²)	13.3	14.3 15.2
構造形式	耐震壁付ラーメン構造(両方向)	
基礎構造	直接基礎	
最小I _s 値	桁行 0.64(1階)	張間 0.75(1階)

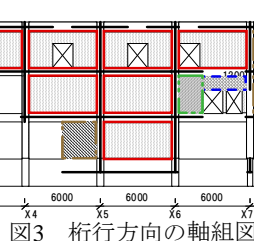
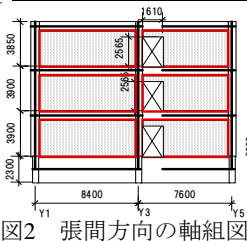
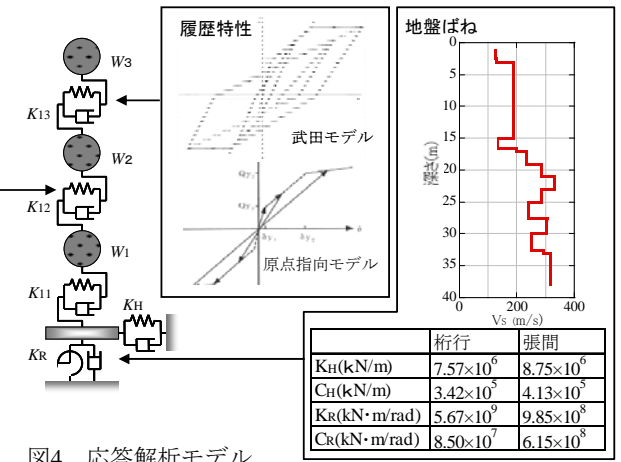
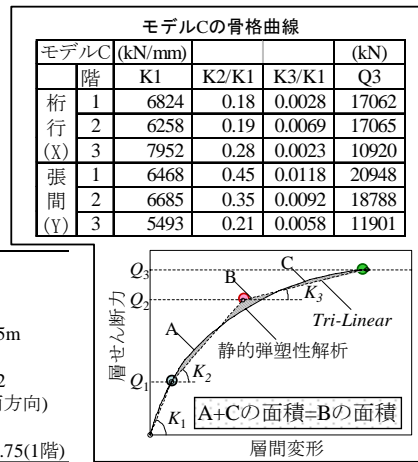


図4 応答解析モデル

Seismic Response Analysis Method for Predicting Damage of Low-Rise RC Office Buildings under Large Earthquake.

SUGIMOTO Koichi, MORI Masafumi, FUKUWA Nobuo,

-(Part2) Influence of Analysis Model on the Earthquake Response of an Individual Building.

SHIRASE Yoichi, MIYAKOSHI Jun'ichi and GOTO Morimasa

法を用いて算定する。剛性はインピーダンスの準静的値(0.1Hz)、減衰定数は連成系1次固有振動数における値を用いた。上部構造の減衰は3%の瞬間剛性比例型とする。履歴特性は、モデルBとモデルCには武田モデルを適用し、モデルC1とモデルC2については、壁架構は原点指向モデル、フレーム架構には武田モデルを適用する。各モデルの基礎固定、及び連成系の1次固有周期を表3に示す。入力地震動は、1995年兵庫県南部地震で観測された、大阪ガス葺合波の強軸方向の最大速度を120cm/sで基準化して用いる。

4. 数値解析結果

4.1 各モデルにおける骨格曲線の比較

モデルA~C間の初期剛性と終局耐力の比を図6に示す。終局耐力は、層間変形角が1/75に達した時点での耐力と仮定した。モデルBに対するモデルCの比から雑壁の影響をみると、終局耐力は凡そ1.1倍であるのに対し、初期剛性は1、2階で1.3倍程度、3階で1.6倍程度になっている。よって、雑壁は終局耐力よりも、初期剛性への寄与が大きいことが分かる。また、モデルAに対するモデルBの比から耐震壁の影響を、表2に示す各階の耐震壁の面積と比較してみると、面積が大きい階ほど初期剛性は高くなる傾向が見られる。一方、終局耐力比をみると、張間方向は上記と同様な傾向を示すが、桁行方向は3階の耐震壁の面積が1、2階に比べて多いにも関わらず、終局耐力比は各階とも2.4倍前後と差は見られない。これは、図2、図3より、張間方向は連層耐震壁が多いが、桁行方向は下階壁抜け柱が多いため、3階の耐震壁は、断面積から推定するほど耐力を保有していないためと考えられる。

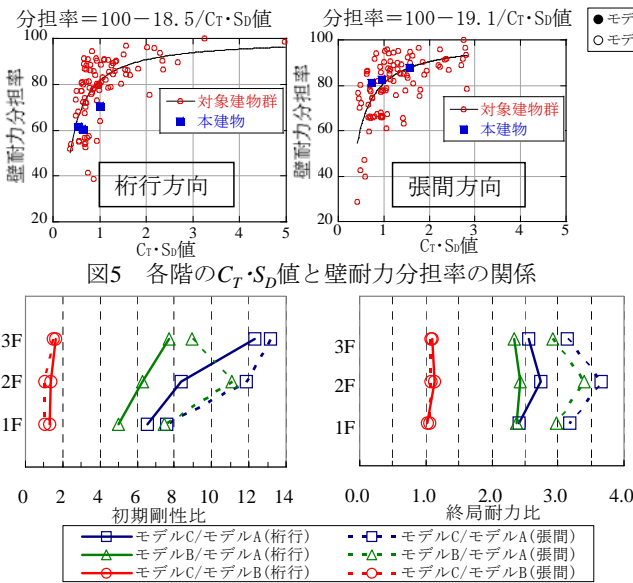


図5 各階の $C_7 \cdot S_d$ 値と壁耐力分担率の関係

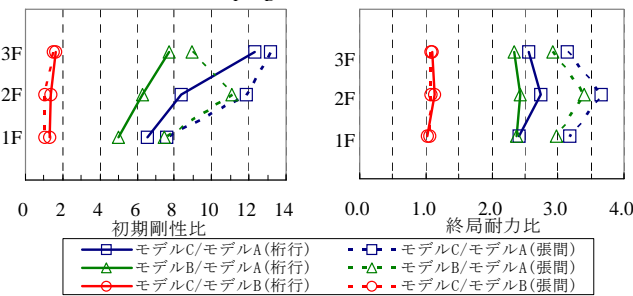


図6 各モデルの初期剛性比と終局耐力比

4.2 モデルの違いが建物応答値に与える影響

各モデルの最大層間変形量を方向別に図7に示す。最大層間変形はいずれのケースも1階で発生している。横軸は基礎固定時の、縦軸はSRモデルの値を示している。まず、モデルBとCを比較すると、概ねモデルBの方が、変形量が多いことが分かる。これは、表3、及び図8に示す入力地震波のトリパタイトスペクトルから、雑壁の有無による周期の違いが変形量の差に現れたためと考えられる。また、復元力特性を分離したモデルC1、C2は、モデルCと比べて変形量が多いことが分かる。これは、壁架構の履歴特性に原点指向モデルを適用することで、履歴ループが小さくなり、エネルギー吸収効果が少なくなるためと考えられる。また、分離方法を変えたモデルC1とモデルC2では、応答値の差は殆んど認められない。

相互作用効果を考慮することにより、張間方向で応答が低減している。これは、基礎の回転成分が卓越することにより、上部構造の変形が抑えられたためと考えられる。逆に、桁行方向は相互作用効果による影響は小さい。

5. まとめ

本論では、代表的な建物を1棟抽出し、耐震壁と雑壁が建物の剛性・耐力に与える影響を示した。また、雑壁の考慮の有無や、復元力特性の、壁とフレームへの分離の有無によって、建物応答値に差が生じることを示した。さらに、動的相互作用効果を考慮することにより、建物応答値が基礎固定時と比較して低減する場合があることを示した。ただし、本論で用いた建物のモデルは、建物の余力や降伏後の耐力低下¹⁾を考慮していないため、今後それらを含めた検討を実施する予定である。

【参考文献】1)白瀬 他：構造系論文集,NO607,pp.63-71,2006.9

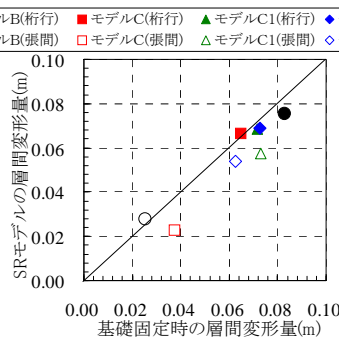


図7 各モデルの最大層間変形量

表2 階数ごとの壁面積

階数	壁断面積 (m ²)	
	耐震壁	雑壁
桁行		
3	6.82	4.75
2	4.67	4.30
1	3.95	1.76
張間		
3	7.00	5.06
2	7.77	4.36
1	6.79	1.96

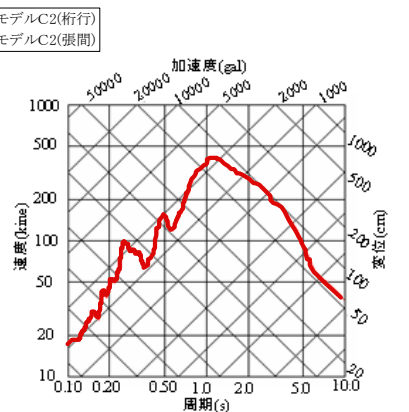


図8 葺合波のトリパタイトグラフ

表3 各モデルの1次固有周期

	基礎固定 (s)		連成系(s)	
	モデルB	モデルC	モデルB	モデルC
桁行	0.219	0.188	0.282	0.260
張間	0.205	0.193	0.299	0.290

*1 名古屋大学大学院環境学研究科・大学院生
 *2 名古屋大学大学院環境学研究科准教授・博士(工学)
 *3 名古屋大学大学院環境学研究科教授・工博
 *4 (株)日建設計 構造設計部門 修士(工学)
 *5 清水建設(株) 技術研究所 博士(工学)
 *6 中電不動産(株)

*1 Graduate Student, Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.
 *2 Assoc.Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.,Dr.Eng.
 *3 Prof., Grad. School of Environmental Studies, Nagoya Univ.,Dr.Eng.
 *4 Structural Engineering Dept, Nikken Sekkei Ltd., M.Eng.
 *5 Institute of Technology, Shimizu Corp., Dr.Eng.
 *6 Chuden Real Estate Co.,Inc.