

## 6. RM 構造の構造設計手法の比較に関する研究

02168099 翠 宏晃  
指導教官 藤井 大地

RM 造 骨組置換法 有限要素法  
剛域

### 1. はじめに

近年、戸建住宅では様々な住み方のニーズにより新しい構造が考案されており、その中で 1984 年には、日米の共同開発による鉄筋コンクリート組積造（以下、「RM 造」）が開発された<sup>1)2)</sup>。これは鉄筋コンクリート造の耐震性・耐火性等と、組積造の耐久性等を持ち合わせた構造である。しかし、現段階では RM 構造における構造設計手法というものはまだ確立されておらず、設計者がその状況ごとに適切なモデル化および解析を行う必要がある。

現在、主に使われている解析方法は、構面内の壁ばりと耐力壁を等価な骨組に置換する骨組置換法と構面を面材としてそのまま解析する有限要素法の 2 つが主流となっている。一般には、面材のまま直接解析を行う有限要素法を採用する方が良いが、解析コストが高くつくことや、面材設計用の体系が完備されていないため、骨組置換法が一般によく用いられている。しかし、骨組置換法の解析では、耐力壁の長さが中間階で変わる架構の場合、解の精度を確保することが困難となることがある。

そこで本研究では、ExcelVBA による解析プログラム<sup>3)4)</sup>を開発し、この 2 種類の解析方法を比較し、RM 構造における構造設計手法としてどちらが有効であるかを検討する。

以下本論文第 2 章では解析法の種類・理論について、第 3 章では実際に例題を解いて、両解析法の比較検討を行う。第 4 章には以上のまとめを述べる。

## 2. RM 造の解析方法と種類

### 2.1 有限要素法 (FEM)

RM 構造における有限要素法は、耐力壁や壁ばりを板要素として分割し、応力算定を行う。応力の精度を確保するために、有限要素分割はその建築物の開口部の寸法を考慮し、また各柱・梁は 4 分割以上になるように設定する。基礎部分は固定境界とする。開口部についてはヤング係数を極端に小さくすることで非常に弱い部材として扱う。

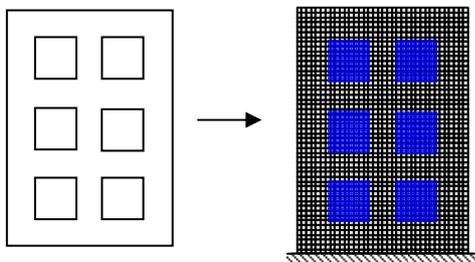


図 1 有限要素法モデル

有限要素解析で求められる応力値は、各要素で求められる。したがって骨組置換法の応力値と比較する場合は、それぞれ

の部材の縁要素の応力の平均値を梁の縁応力とする。また柱については内側の大きい数値を応力値とする。なお、本解析の要素の応力値は、要素の中心の値であるため実際の縁応力の値より僅かに小さくなっている。

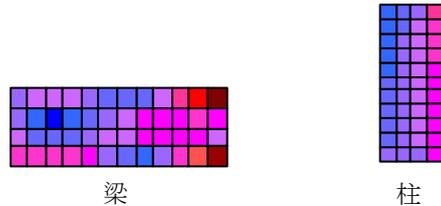


図 2 有限要素法の応力分布図

### 2.2 骨組置換法

RM 構造における骨組置換法では、まず建築物を線材から構成される骨組として解析するので、耐力壁や壁ばりと言った部材の材軸を、その部材の全断面積を有効としたときの図心間を結ぶ線によって定める。また、この時、等価な剛域の評価を行う必要がある。剛域とは線材に置換された骨組の接合部で実際には柱や梁等の厚みがあり断面 2 次モーメントが非常に大きくなる範囲のことである(図 3 参照)。

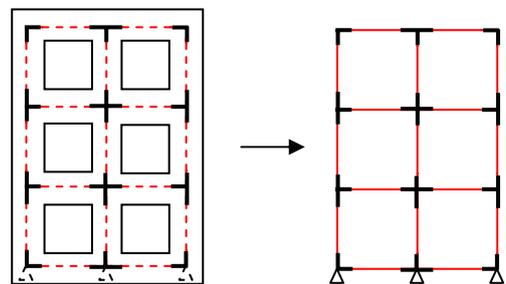


図 3 剛域を考慮した骨組モデル

## 3. 解析法の比較

### 3.1 比較例題

以下の解析モデルに対して、有限要素法と骨組置換法による解析を行い、応力を比較する。

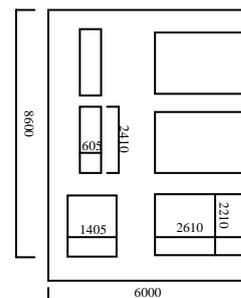


図 4 RM 造モデル

- ・ RM 組積体 寸法：390×190×190  
ヤング係数： $E_m=18.3 \times 10^3 \text{ N/mm}^2$
- ・ 荷重条件 屋根：5.20(kN/m<sup>2</sup>)  
床：5.60(kN/m<sup>2</sup>)  
壁・壁ばり：4.90(kN/m<sup>2</sup>)
- ・ 規模 床面積：1～3階 81.2m<sup>2</sup>  
階数：地上3階  
軒高：8.65m

荷重は長期荷重と短期荷重(水平力)の2種類とし、鉛直荷重は台形型の分布荷重とする。また、右端の柱については別の構面の部材とし、この構面の荷重は負担しないものとする。

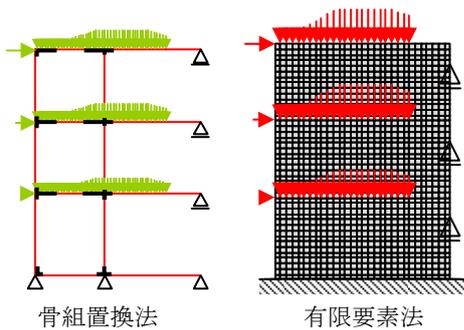


図5 解析モデル

### 3.2 解析結果

図6は骨組置換法の曲げモーメント図と有限要素法の von-Mises の応力分布図を表している。有限要素法の応力分布については、青は応力が小さく赤になっていくほど大きくなる。表1は、各部材の最大応力を示す。なお、比率は、有限要素法の応力値を骨組置換法の応力値で割ったものである。図7はそれぞれの解析法で求められた応力で特に数値の異なる部材を○で示している。

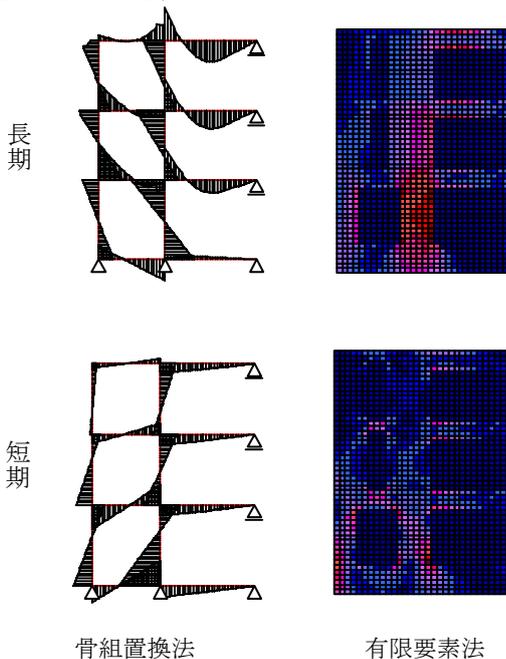


図6 解析結果

表1 解析法別の応力の比較

部材	階	位置	最大応力					
			長期			短期		
			骨組置換	FEM	比率	骨組置換	FEM	比率
柱	1	左	3.554	2.642	0.743	187.694	63.355	0.338
		中央	9.708	6.833	0.704	173.273	126.865	0.732
	2	左	2.311	1.405	0.608	69.316	45.810	0.661
		中央	5.190	2.812	0.542	53.204	44.095	0.829
	3	左	2.246	1.363	0.607	22.027	12.939	0.587
		中央	2.875	3.211	1.117	43.146	32.905	0.763
梁	1	左	0.758	0.577	0.761	107.169	64.950	0.606
		右	7.270	4.462	0.614	110.897	81.470	0.735
	2	左	2.404	0.930	0.387	130.620	45.345	0.347
		右	9.851	1.854	0.188	111.823	78.965	0.706
	3	左	2.339	0.568	0.243	65.234	17.655	0.271
		右	10.826	4.957	0.458	92.180	61.055	0.662

(N/mm<sup>2</sup>)

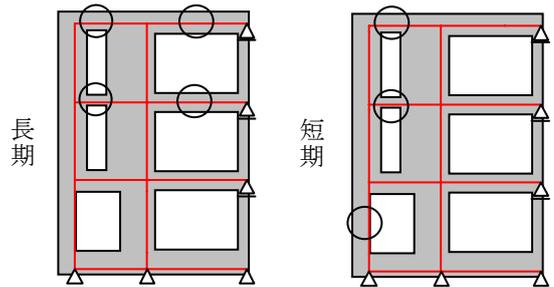


図7 解析法での相違点

### 3.3 考察

それぞれの梁・柱の最大応力を算出し、比較してみたところ、大きく異なる箇所がいくつか見られた。これは、骨組置換法で置換する際、中間階での耐力壁の長さの変化に対して剛域の評価や架構のモデル化が困難となり、適切に行われていないためであると考えられる。

### 4. まとめ

本研究では、RM 構造の解析方法として、直接解析の有限要素法と置換解析の骨組置換法の2種類の解析法を比較し有効性の検討を行った。その結果、全体的に有限要素法の応力値の方が小さくなり、特に上層の梁では、その違いが顕著になることがわかった。

### 参考文献

- 1) 鉄筋コンクリート組積造 (RM 造) 建築物の構造設計指針・同解説、社団法人 建築研究振興協会
- 2) 鉄筋コンクリート組積造 (RM 造) 工事標準仕様書・同解説、社団法人 建築研究振興協会
- 3) 藤井 大地 Excel で解く構造力学 丸善株式会社
- 4) 野中 哲也・藤井 大地・藤谷 信義 パソコンで解く骨組の静的・動的・弾塑性解析 丸善株式会社