

31. 木造外断熱工法の耐震性に関する解析的研究

06168076 西浦 誉裕  
指導教員 藤井 大地 教授

外断熱 押出成形板 有限要素法 耐震性

1. はじめに

近年、地球温暖化、原油高騰などの影響により環境問題に関心が高まっている。木造住宅においても、冷暖房等でのエネルギー消費量の増加が問題となっている。このため、様々なエコ住宅が提案されているが、その一解決法として、住宅の外壁に蓄熱性の高い蓄熱体を用いる工法が注目されている。そこで、在永らは、押出成形セメント板を蓄熱体として用いる木造住宅用外断熱工法を開発し、蓄熱性能等の研究を行っている。

ところで、本工法を実際の住宅に用いる場合、押出成形板を設置した壁構造の耐震性、具体的には壁構造の耐力係数を知る必要がある。このため、本研究室では、広島大学の松本と協力し、押出成形板を有する木造壁構造の耐力実験を行った。しかし、耐力実験は、試験体の作成、実験準備等に、多くの費用と労力を費やすため、必要最小限で行うことが望ましい。

そこで、本研究では、押出成形板を用いた加力実験を効率的に行うために、有限要素法による骨組解析と平面要素を用いた有限要素解析を行い、事前の実験計画に役立てるとともに、事後の実験結果と解析結果の比較を行った。

2. 実験

本実験では、試験体 A と試験体 B の 2 体について加力実験を行った。図 1 に試験体 A の詳細図を示す。試験体 B は試験体 A の梁と押出成形板のクリアランス部分に木材をつめたものである。

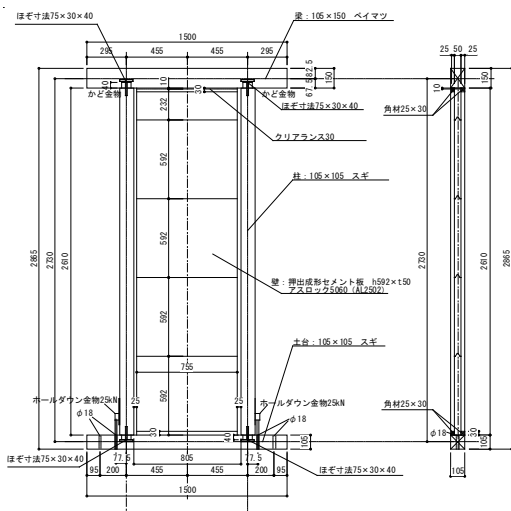


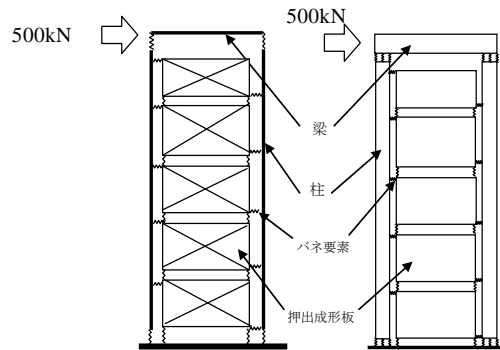
図 1 試験体 A

3. 解析例

3.1 解析モデル

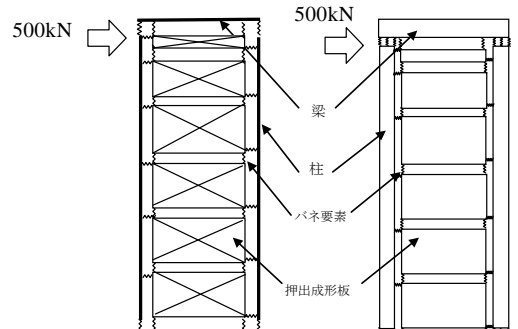
本研究では、図 1 の構造を骨組および連続体（平面要素）にモデル化し、有限要素解析を行った。

図 2 に、試験体 A をモデル化した図を示す。図に示すように、骨組モデルでは、節点数 39、要素数 67、平面要素モデル（連続体モデル）では、平面要素で柱・梁等を分割し、節点数 2942、要素数 2566、ポアソン比 0.3 とした。また、図 3 に、試験体 B をモデル化した図を示す。この場合、骨組モデルでは、節点数 44、要素数 79、平面要素モデルでは、節点数 2946、要素数 2573、ポアソン比 0.3 とした。また、押出成形板と木材のヤング係数は、 $20600\text{N/mm}^2$  と  $7400\text{N/mm}^2$  とした。また、押出成形板は、引張には効かないため、圧縮が生じるとされる部分に、バネ要素を設定した。また、押出成形板は、柱、梁に比べ剛であるため、骨組モデルでは剛な筋交いとし、平面要素モデルでは 1 要素としてモデル化した。



a) 骨組モデル b) 平面要素モデル

図 2 解析モデル A



a) 骨組モデル b) 平面要素モデル

図 3 解析モデル B

### 3.2 実験前の解析

図 4 に、骨組の曲げモーメント図と平面要素の von Mises 応力を示す。両解析結果を応力度で比較すると、骨組モデルでは、押出成形板と柱の接する部分(図 4a)の①、平面要素モデルでは、柱と土台の接合部(図 4b)の②で応力度が最大となった。骨組モデルの応力度は、①で  $0.3391\text{N/mm}^2$ 、②で  $0.000156\text{N/mm}^2$  となり、また、平面要素モデルの応力度は、①で  $0.2844\text{N/mm}^2$ 、②で  $3.526\text{N/mm}^2$  となった。

以上の結果から、ひずみゲージと変位計の設置場所は、図 5 に示す場所とした。

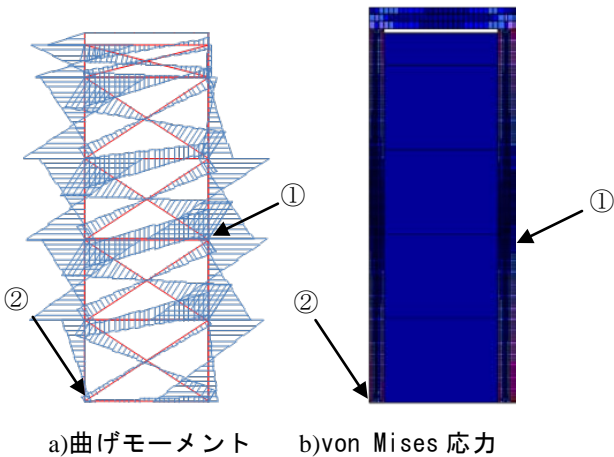


図 4 解析モデル A (実験前)

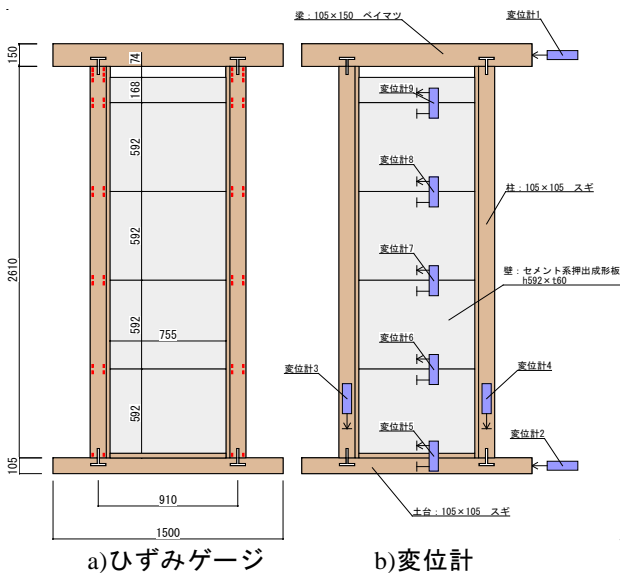


図 5 設置場所

### 3.3 実験結果との比較

図 6 に、試験体 A の実験と解析の最大変位図を示す。実験で求めた最大応力度(赤丸)は、 $5.89 \times 10^4\text{N/mm}^2$  であった。その最大応力度位置における解析値は、骨組モデルでは、 $0.207\text{N/mm}^2$ 、平面要素モデルは、 $4.015\text{N/mm}^2$  となり、実験結果より小さい値となった。

図 7 に試験体 B の実験と解析の最大変位図を示す。実験で求めた最大応力度(赤丸)は、 $1.47 \times 10^4\text{N/mm}^2$  であった。その最大応力度位置における解析値は、骨組モデルでは、 $0.37678\text{N/mm}^2$ 、平面要素モデルでは  $0.3527\text{N/mm}^2$  となり、実験結果より小さい値となった。

ひずみゲージと変位計の設置位置の応力度の検討については、実験において成形板ロッキングが起きたため正確な値が計測できなかった。

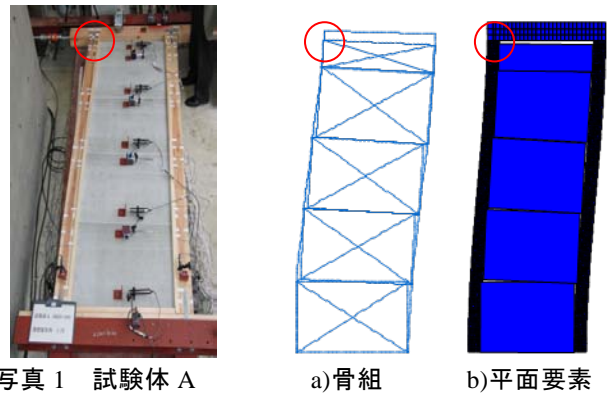


図 6 解析モデル A(実験後)の最大変位

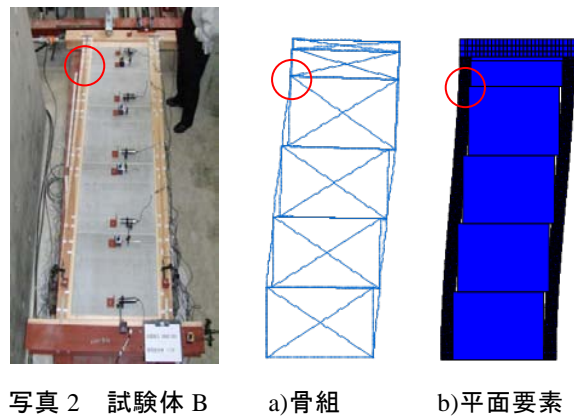


図 7 解析モデル B の最大変位

### 4. まとめ

本研究では、加力実験を効率的に行うために、実験と平行して試験体モデルの有限要素解析を行い、その結果から、ひずみゲージと変位計の設置場所を決めることができた。

また、実験結果と解析結果を比較すると、最大応力度は実験結果より小さい値となった。これは、実験では、試験体 A,B ともに初期の段階で、ほとんど抵抗力がなく変形が進んだためである。今後、この問題を解決しなければ、解析との比較は難しい。

### 参考文献

- 1) 藤井大地著:「Excel で解く構造力学」, 丸善, 2003.8
- 2) 藤井大地著:「建築デザインと最適構造」, 丸善, 2008

