

33. 押出成形板を用いた木造耐震壁の剛性評価に関する解析的研究

0710920094 崎丸紘司
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、地球温暖化などに伴い環境問題に関心が高まっている。木造住宅は、RC 造住宅に比べ、蓄熱性が低い。ため、冷暖房等でのエネルギー消費が大きく、環境問題の観点から見て好ましくない。その対策の一つに、住宅の外壁に蓄熱性の高い蓄熱体を用いる工法がある。

セメント押出成形板は、蓄熱性・せん断強度が大きく、遮音性や耐熱性も高いのが特徴である。そこで、在永らは、セメント押出成形板を蓄熱体とした木造住宅用外断熱工法を開発し、研究を行っている。

また、本工法を実際に住宅で用いる場合、押出成形板を設置した壁構造の耐震性、耐力を知る必要がある。このため、本研究室では、広島大学の松本と協力し、押出成形板を設置した木造壁構造の耐力実験を行っている。昨年度の実験では、初期剛性の確保が問題となった。そこで、今年度の実験では、接着剤で成型板を固定した二つの試験体を使用する。

本研究では、押出成形板を用いた加力実験を行うにあたり、有限要素法による骨組解析を行い、接着剤の効果を調べるとともに、実験での変形などを予測し、実験に役立てるとともに、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、B の 2 体について加力実験を行った。試験体 A は柱と成型板の接合部を接着剤を用いて固定したもので、試験体 B は試験体 A の接着剤を用いた固定箇所に加えて押出成形板同士も接着剤を用いて固定したものである。また、試験体 A、B ともに成型板の上部と梁の間にできた隙間は木材を用いて埋めた。

試験体 A と試験体 B のモデル図を図 1 に示す。なお、赤で示した場所が接着剤で固定した場所である。

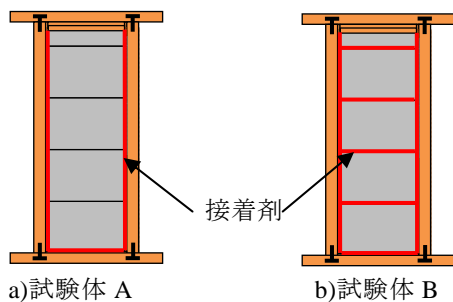


図 1 試験体モデル

3. 解析

本研究に用いる解析法として、有限要素法による骨組解析を用いる。

図 2a)に実際の実験で使用する試験体の写真を示す。また、図 2b)に解析に使用する解析モデル図を示す。本モデルでは、柱と梁の接合部、柱と土台の接合部、柱と木材が接する部分、柱と押出成形板の接する部分、押出成形板と押出成形板が接する部分、木材と木材の接する部分にバネ要素を設けている。バネ要素は、接着剤での固定などを考慮するために設置した。図 2b)の骨組モデルの解析条件は、節点数 62、要素数 115 とする。また、押出成形板と木材のヤング係数は、それぞれ、 20600 N/mm^2 、 7400 N/mm^2 とする。荷重は梁の左端から水平方向に 1 kN を加える。

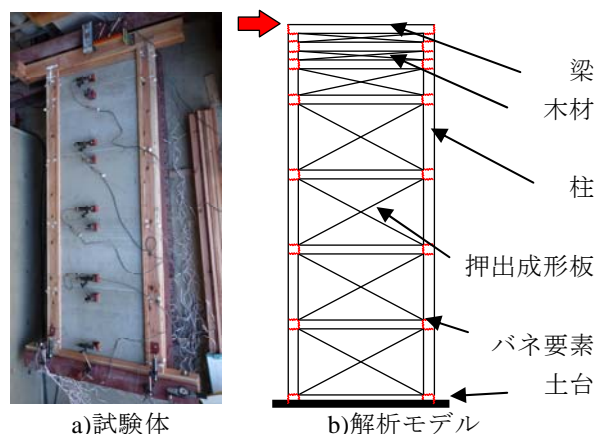
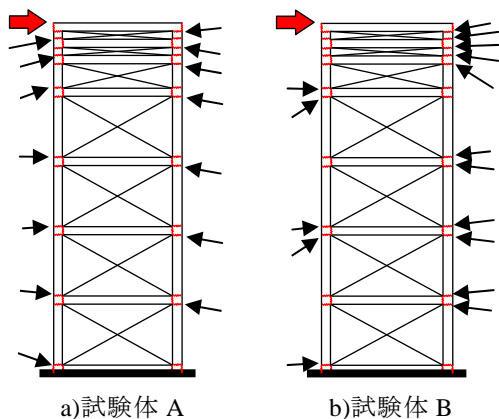


図 2 解析モデル図

図 2 に示した解析モデルの成型板と成型板の接合部のバネ要素の強さ k_s を $k_s = 1 \sim 10^{10} \text{ N/mm}$ まで変化させる事によって、成型板同士を接着剤で固定した場合と固定していない場合を仮定し解析を行った。その結果から、今回の解析では $k_s = 1 \text{ N/mm}$ のときを成型板同士の接着剤での固定がない試験体 A の解析モデル、 $k_s = 10^{10} \text{ N/mm}$ のときを成型板同士を接着剤で固定された試験体 B の解析モデルとした。

試験体 A と試験体 B の解析モデルの解析の結果から柱と成型板の接合部に設置した各バネ要素の伸縮を調べ、引っ張られているバネ要素の k_s を 0 N/mm にし、抵抗力

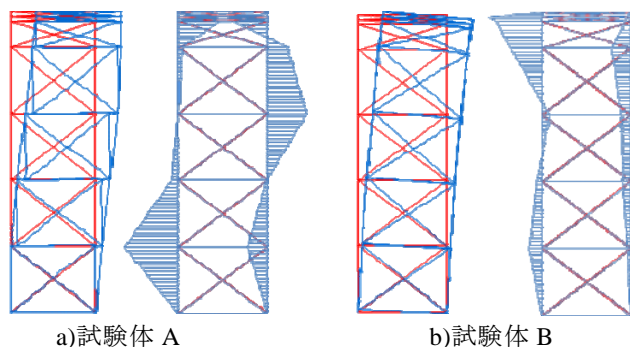
をなくし再度解析をおこない、柱と成型板の接合部の接着剤の固定が剥がれたことを再現した。引っ張りになったバネ要素の位置を図 3 の矢印で示す。



a)試験体 A b)試験体 B
図 3 引っ張りが起きたバネ要素

3. 比較

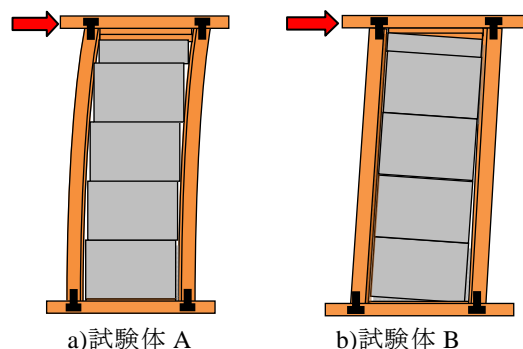
解析結果を図 4 に示す。最大変位は試験体 A が 6.593mm、試験体 B が 0.2549mm となった。最大曲げモーメントは試験体 A が 457kNm、試験体 B が 18.62kNm となった。変位も曲げモーメントも数値をみると、試験体 B の方が小さいことがわかる。また、変位図から試験体 A は柱が S 字カーブを描くように曲がり、成型板が横にずれ、せん断変形を起こすと考えられた。試験体 B は柱があまり曲がらず倒れるようになり、成型板の横へのずれはなく左下が浮いたようになり、成型板がロッキング変形を起こすと考えられる。また、試験体 A と試験体 B の柱に発生する曲げモーメントを比較すると試験体 A より試験体 B の方が曲げモーメントが発生しにくいと考えられる。



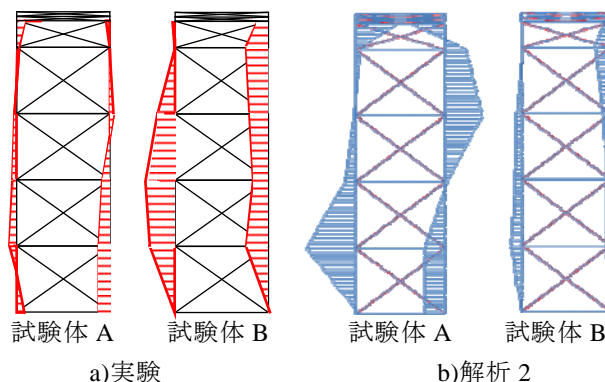
a)試験体 A b)試験体 B
図 4 変位図と曲げモーメント図 (解析 1)

実験の最終変形を図 5、荷重が 1.02859kN の時の曲げモーメント図を図 6a)に示す。実際の実験では、試験体 A はせん断変形に近い変形を起こし、試験体 B は成型板がロッキングを起こしたような形となり、解析と一致した。また、荷重と変位の関係から最終耐力は試験体 B の方が大きかった。しかし、初期剛性は試験体 A の方が大きかった。曲げモーメントは、試験体 A よりも試験体 B の方が大きく、解析とは異なる結果となった。ここで、解析

と実験の曲げモーメント傾向を比べると、試験体 A は柱と土台の接合部の曲げモーメントに違いがあったので、実験結果から柱と土台の曲げに対する抵抗力が大きかったと考え、柱と土台の接合部の曲げバネを強く設定し解析した。すると、図 6b)左の様な結果になり実験結果の傾向に近づいた。試験体 B は、左の柱の上部の曲げモーメントに違いがあった。検証すると、柱と成型板の接合部のバネ要素の強さが成型板同士の接合部のバネ要素の強さよりかなり小さいものとなっていたことが原因だと考えられた。そこで、柱と成型板の接合部のバネ要素を強くして解析していくと、図 6b)右の様になり実験の傾向に近づいた。



a)試験体 A b)試験体 B
図 5 最終変形図 (実験)



a)実験 b)解析 2
図 6 曲げモーメント図

4. まとめ

本研究では、接着剤での固定をバネ要素に置き換えて解析を行い、変形の仕方と曲げモーメント分布を求めたが、実験結果と比べるといずれも近いものとなった。実験と解析で違いがでた部分の原因の検証を行い、新たに解析を行うと、実験に近い曲げモーメント分布を出すことができた。また、解析を行った結果、接着剤で固定することで変形と曲げモーメントが小さくなる変化が起こるため接着剤で固定することでの効果はあると考えられる。しかし、今回の実験では試験体 B の方が変位、曲げモーメントが大きくなるという違いがでた。今回の実験だけではこの原因を判断するのは難しいため、今後何度か同じ実験を行うことが必要だと考えられる。

参考文献

1) 藤井大地著:「Excel で解く構造力学」, 丸善, 2003.8