

26. 押出成形板を用いた木造耐力壁の構造特性に関する研究
実験値と解析値の比較による検討

0910920053 森定千秋
指導教員 藤井大地 教授

押出成形板 外断熱工法 荷重変位曲線

1. はじめに

20 世紀に入ってから急速に、二酸化炭素、メタンなどの温室効果が増加しつつあり、これがもたらす地球温暖化は人類の生存基盤を揺るがす問題となっている。

我が国でも、1979 年に省エネ法が制定された。省エネ法の規制の対象の一つである住宅・建築物部門の消費エネルギーは、我が国の最終エネルギー消費の 3 割以上を占めており、過去からの増加が顕著である。そのため、住宅・建築物の省エネルギー対策を抜本的に強化することが必要となっている。

木造住宅における省エネルギー化対策は、充填断熱工法と外張断熱工法の断熱工法が主流であるが、それに代わる新しい工法として在永¹⁾らは木造住宅の外周壁に蓄熱体を有した外断熱工法を提案している。また蓄熱体を柱間に挿入することによって熱を住宅内に蓄え、室内の温度変化を少なくすることができる。それにより木造住宅の問題とされていた冷暖房機器などの使用段階でのエネルギー消費量の増加を最小限に抑え省エネルギー化を目指す。

ところで、本工法を実際に住宅用いる場合、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。そのため 2009 年度から押出成形板を設置した木造構造の耐力実験を行っている。

本論文では、解析手法により、押出成形板を用いた耐力壁の構造特性を把握し、実験値と解析との比較の検証を行う。そのため過去の実験結果から木材のフレームと押出成形板の構造特性を理解し、有限要素法による骨組解析を行うことで応力の傾向を比較、調査する。

2. 2010 年度の実験結果からの考察

2010 年度の実験での試験体 A, B を図 1 に示す。黒線が接着剤を塗布している箇所である。荷重が加わった時の変位を図 2 に示す。

図 2a)での変位から、左右の柱がしなるように変化している。また押出成形板が横ずれを起こしている。これは、荷重によって成形板が柱を押し、また柱が押出成形板を押ししたことで隙間ができることでこのような変形をしたと考えられる。図 2 b)では、押出成形板同士がつか

がり、ロッキングのような変形となっている。これは、接着剤で固着したことで、隙間ができず、柱と押出成形板の接着部は接着剤でつけているため、柱を沿うように成形板も変化し、最終耐力で、土台と柱が剥がれたことで右に倒れるような変形になったと考えられる。

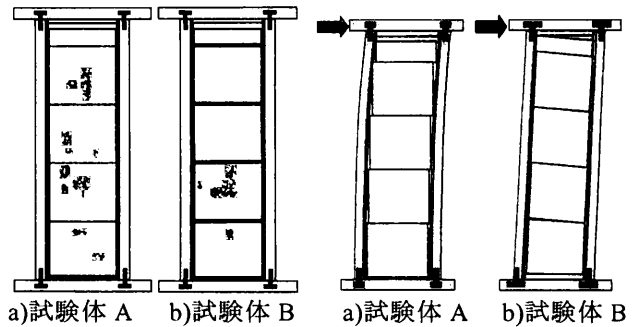


図 1 試験体モデル

図 2 変位図

3. 解析概要

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行う。図 3 に 2012 年度の解析に使用する解析モデル図と試験体を示す。本モデルでは、柱と梁の接合部、柱と土台の接合部、柱と押出成形板の接する部分、押出成形板と押出成形板の接する部分、梁と押出成形板の接する部分にバネ要素を設けている。バネ要素は、摩擦やボンドの接着を考慮するために設置した。図 3 の骨組モデルの解析条件は、節点数 50、要素数 89 とする。

また、押出成形板と柱のヤング係数は、それぞれ 20600 N/mm²、7400 N/mm² とする。

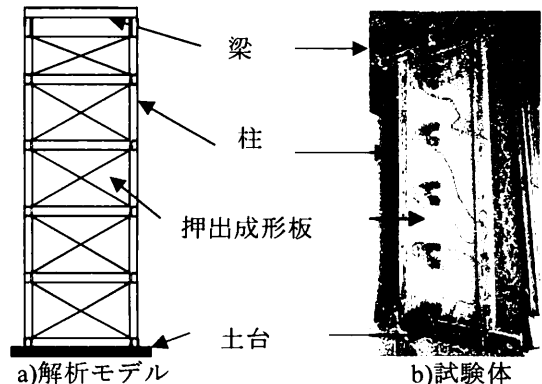


図 3 解析モデル

4. 実験と解析の荷重変位曲線

図 4, 図 5 に実験から得られた試験体 A, 試験体 B の荷重変位曲線と荷重増分解析で得られた荷重変位曲線の重ねたグラフをそれぞれ示す。図 4 から実験結果の荷重変位曲線は約 1.5kN あたりまでは、傾きが急になっている。次に約 3kN の荷重で傾きが変化しているという結果になっていた。図 5 から実験結果の荷重変位曲線は約 2kN あたりまでは傾きが急になっている。次に約 4kN の荷重で傾きが変化しているという結果になっていた。それぞれの実験結果で耐力が低下した理由は、加力によって栈木の固着部分が剥がれ、ボルトで固定した部分が破壊され、柱と押出成形板のずれがかみ合うまで耐力があがらなかったと考えられる。

試験体 A の解析から得られた荷重変位曲線は、約 2.8kN の荷重から傾きが、緩やかになっている。どちらの約 3kN の付近で荷重変位曲線が緩やかに上昇しているため実験と解析が同じような傾向を示していることがわかる。試験体 B の解析から得られた荷重変位曲線は、約 2kN の荷重から傾きが、緩やかになっている。どちらも約 4kN の付近で荷重変位曲線が緩やかに上昇していることがわかる。また、荷重と変位も実験と解析とでは途中までは同じような結果を示すことができたが、栈木の固着部分が剥がれなかったら実験結果と解析結果の荷重変位曲線が途中で離れなかったらと考える。

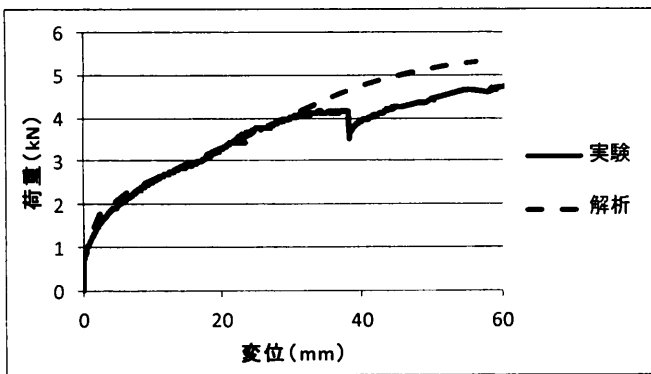


図 4 実験と解析の荷重変位曲線(試験体 A)

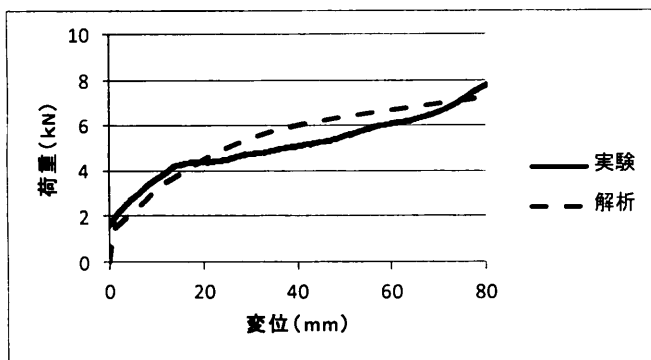


図 5 実験と解析の荷重変位曲線(試験体 B)

5. 解析結果から得られた接着剤の剥がれ方

固着部分の剥がれ方を調べるために試験体 A, 試験体 B それぞれ調べていく。それぞれの結果を図 6 に示す。

図 6a)より押出成形板同士は下層に関しては早い段階で剥がれている。このことから、下層の成形板同士が横ずれするような変形が起こったことがわかる。また、接着剤の剥がれ方としては一部に偏ってしまうのではなく、全体的に剥がれているため全体的に変形が進んだことがわかる。図 6b)より 2 層目と 3 層目の成形板同士せん断バネ要素が早い段階で剥がれた。このことから、荷重が増えていくことにより成形板同士が滑るような変形をおこしていることがわかった。また、剥がれ方が一部に偏ってしまうのではなく全体的に剥がれていった。最終的には、土台と柱が剥がれるということで崩壊した。また、解析での試験体 A, 試験体 B それぞれのバネ要素の破壊状況が調べることができた。

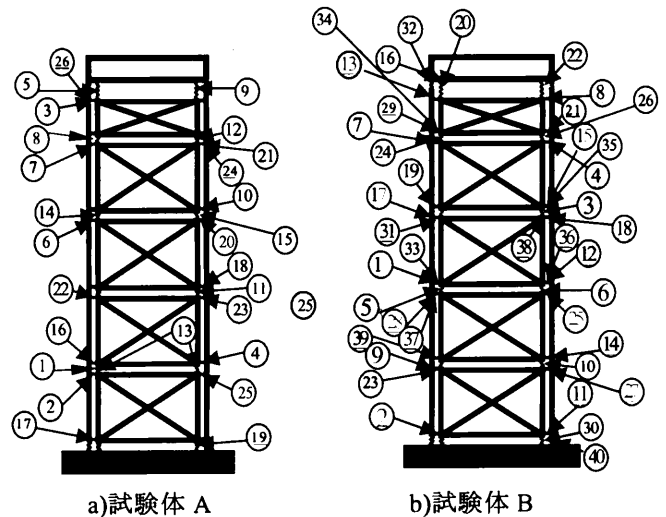


図 6 解析による接着剤の剥がれ方

6. まとめ

本研究では、本工法を木造住宅に用いたときの耐震性を調べるために過去の実験結果から木材のフレームを押出成形板の構造特性を理解し、有限要素による骨組解析を行うことで応力の傾向を比較、調査を行った。

解析では試験体 A, 試験体 B をモデル化して行った。それぞれの荷重と変位の関係を表した荷重変位曲線も実験と似たような結果をえることができた。また、この結果から接着剤の剥がれ方や破壊状況の傾向を示すことができた。

参考文献

- 1) 在永末徳, 星野光貴, 乗政全成「押出成形板を用いた木造壁体の蓄熱性に関する研究(材料施工)」, 日本建築学会中国支部研究報告集, vol33, 108, 2010.3
- 2) 藤井大地, 「Excel で解く構造力学」, 丸善, 2003.8