

27. セメント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

0810920045 有田博紀  
指導教員 藤井大地 教授

押出成形板 有限要素法 弾塑性解析 荷重変位曲線

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。そのため、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。また、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。

ところで、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。

2009 年度の実験では、柱と成形板にすき間があり、すき間が噛み合うまで耐力が上がらず、初期剛性も小さかった。改善策として、2010 年度では柱に固定した添え木に押出成形板を接着剤で固定した試験体を使用したことで、初期剛性をえることができた。

本研究では、解析的手法により、押出成形板を用いた耐力壁の構造特性を把握し、押出成形板の木造骨組への設置方法を提案することにある。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的特性を理解して、有限要素法による骨組解析を行い応力の傾向を比較、調査を行う。

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。赤線が接着剤を塗布している箇所である。荷重が加わったときの変位を図 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 2b) では、押出成形板同士がつながり、ロック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、柱と成形板の接合部は接着剤についているため、柱に沿うように成形板も変化し、最終耐力で、土台と成形板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。

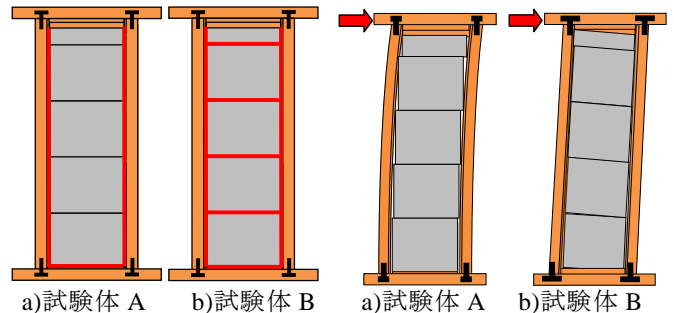


図 1 試験体モデル

図 2 変位図

3. 解析と曲げモーメントの考察

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 2011 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/mm<sup>2</sup>, 7400 N/mm<sup>2</sup> とする。

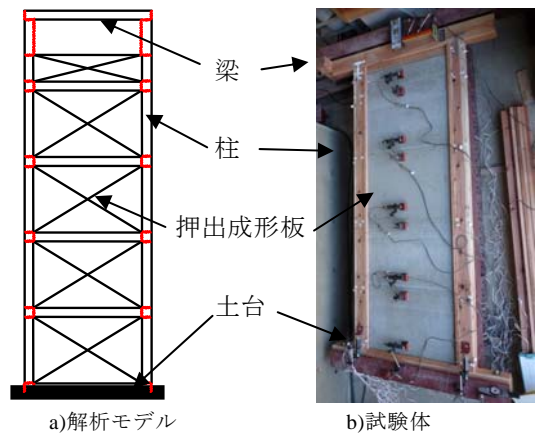


図 3 解析モデル

図 3 に示した解析モデルで、成形板同士の垂直バネの値を変化させることで、固着方法の違いを表現し、実験結果の変位を参考にして解析を行う。解析結果を図 4 に示す。図 5 に実験によりえられた曲げモーメント図を示す。図 4 と図 5 を比較すると、同じ傾向の曲げモーメント図を示すことができた。よって、解析結果を用いて応

力の傾向を考えていく。

図 4a)から、試験体 A の曲げモーメント図は、成形板の三層から五層あたりの左の柱では梁の左端から荷重が加えているため、柱が成形板を押すことで成形板は横に滑る変形をする。柱と成形板は接着剤が塗布してあるので、成形板が柱を引張る力が強くなり右側に曲げ応力があらわれたと考える。右の柱では荷重に伴い成形板の変化が大きくなり、柱を押したことで右方向へ応力がでたと考えられる。成形板の一層から三層あたりの左側の柱では、荷重により、成形板が横に滑りをするので柱と成形板に隙間ができる。その隙間にそって柱の変形は進むが、下層の成形板ではあまり変化がおきない。このことから、成形板が柱を押すために左側に応力があらわれたと考える。

図 4b)の応力図から二層と三層で左向きに応力があらわれている。これは、荷重を加えたときに成形板同士が繋がっている箇所、剥がれようとして成形板が柱を押したことであらわれたと考える。左の柱では、成形板同士が繋がっている箇所、剥がれようとし、成形板が柱を引張ることで左側にあらわれたと考える。

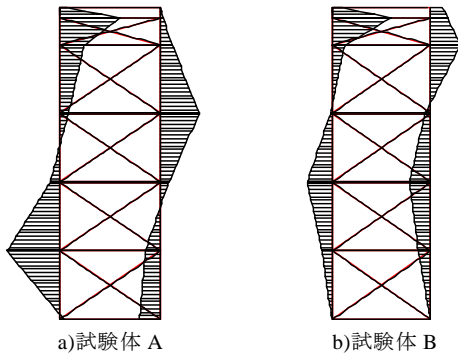


図 4 解析 曲げモーメント図

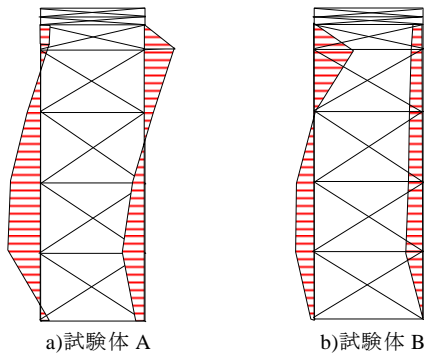


図 5 実験 曲げモーメント図

#### 4. 実験と解析の荷重変位曲線

図 6 に実験から得られた試験体 A の荷重変位曲線と解析で得られた荷重変位曲線の重ねたグラフを示す。図 7 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。そこから崩壊荷重 9KN まで上昇するという結果となっていた。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たためである。

解析から得られた荷重変位曲線は、約 2.5KN の荷重から傾きが、緩やかになっている。どちらも約 3KN の付近で荷重変位曲線が緩やかに上昇を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。また、荷重と変位も実験と解析とでは同じような結果を示すことができた。

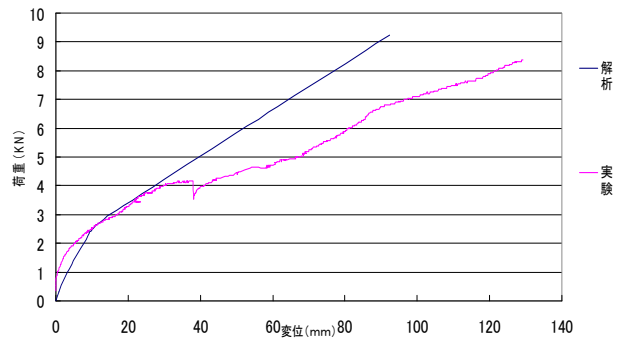


図 6 実験と解析の荷重変位曲線

#### 5. 新しい固着方法の提案

新しい固着方法として、梁と成形板の間に成形板と梁を圧縮する装置を設置して、圧縮させることで成形板同士のつながりが強くなり、またロッキングを防ぐ。押出成形板同士や押出成形板と柱も接着しない方法を提案する。これは、地震時に木枠の中の押出成形板同士が滑ることで振動を吸収し、押出成形板同士の摩擦を利用して、すべりを徐々に軽減させることで減衰効果を持たせようと考えたからである。今回は、実際に模型を作成し振動台を使って、この模型の振動時の現象の確認を行った。

その結果、地震波を与えて揺らすと、それぞれの成形板同士が横すべりの現象を確認することができた。

#### 6. まとめ

2010 年度の実験の変位から、試験体 A、試験体 B で実験結果と同じ傾向の曲げモーメント図を示すことができた。またそれぞれの曲げモーメント図のあらわれかたを把握することができた。試験体 A では、剥がれ方や荷重と変位の関係でも、実験による荷重と変位の関係と似た傾向を示すことができた。

また、新たな固着方法では、模型を作り実験を行うことで成形板同士のすべりの現象を確認することができた。

#### 参考文献

- 1) 藤井大地著：「Excel で解く構造力学」、丸善、2003.8
- 2) 崎丸 紘司 著、「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」平成 22 年度卒業論文
- 3) 宮田 隆一 著、「押出セメント成形板を蓄熱体として利用した外断熱木質構造体の耐震性に関する基礎的実験研究～セメント成形板の固着方法による初期剛性の改善について～」平成 22 年度卒業論文