

27. 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
 ー成形板の設置方法に関する検討ー

0910920058 藤井友里絵
 指導教員 藤井大地 教授

押出成形板 有限要素法 静的弾塑性解析 くさび

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、住宅の内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、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年度では柱に取り付けた添え木に押出成形板を接着剤で固着した試験体を用いることで、2009年度の実験よりも初期剛性を得ることができた。

本年度は、成形板同士のずれを減らして初期剛性を上げるとともに、くさびを用いた実験を取り入れる。そこで、本研究ではくさびの強度や設置箇所を変え、比較することで構造体への影響を調べ、解析する。

2. 2010年度の実験結果からの考察

2010年度の実験²⁾では、押出成形板と柱を固着する試験体Aと押出成形板同士を固着する試験体Bを用いて実験を行い、これを図1に示す。結果、試験体AとBどちらの固着方法も木造耐力壁の初期剛性を示す数値は同程度であった。それに対し、試験体Bの押出成形板同士を固着する方法では極めて高い耐力を示した。

また、2011年度では試験体Aの実験と解析の荷重変位曲線を作成した。実験から得られた荷重変位曲線と、解析で得られた荷重変位曲線を重ねたグラフを図2に示す。この図2の実験の荷重変位曲線では、約2kN付近までは傾きが急になっており、3kNの荷重で傾きが緩やかになっているのがわかる。この耐力が低下した理由は、加力して浅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。

この実験での荷重変位曲線に対して、解析での荷重変位曲線では約2.5kNの荷重で傾きが緩やかになっている。どちらも約3kN付近の荷重で荷重変位曲線の傾きが緩やかに上昇している。そのため荷重と変位の傾向が実験と解析の傾向と同じような傾向を示すことがわかった。

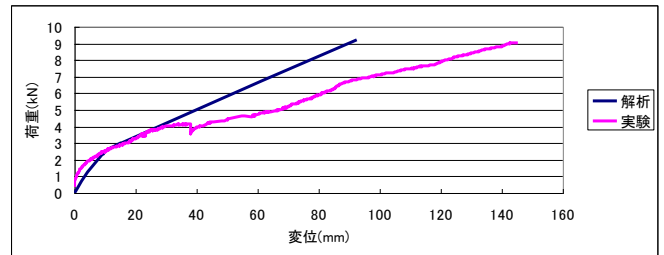


図 2. 実験と解析の荷重変位曲線

3. 2010年度の実験体と試験体B・試験体Cの比較

2010年度の実験と今回の実験の大きな違いは、加力方法がタイロット式から載荷式に変わったことと、くさびの設置である。今回はくさびを、柱と成形板の間に設置した試験体Bと梁と成形板の間に設置した試験体Cを用いて実験を行った。この実験結果と2010年度の実験結果の荷重変位曲線を比較したグラフを図3に示す。試験体Bの耐力が低下した理由は加力途中でくさびを締めていたネジがゆるみ、くさびが機能を果たさなくなったためである。また2010年度の実験体と試験体Cは1.7kNを超えたところで2010年度の実験体の耐力が緩やかになり40mmで多少耐力は落ちたものの、そのまま耐力は上がり最大荷重は9kNに達した。試験体Cは1.7kNを超えても耐力は大きく上昇し最大耐力は5kNまで達した。

これらの結果から、ボンドで接着している2010年度の実験体よりも上からくさびで圧縮固定した試験体Cの方が初期剛性を確保できていたといえる。

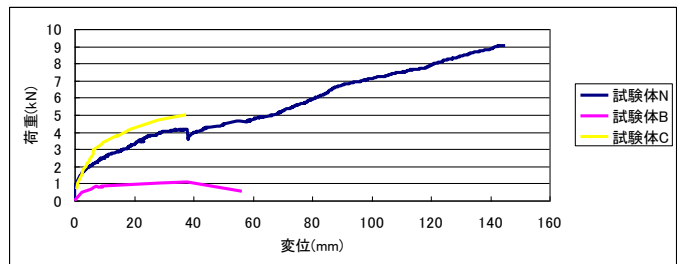


図 3. 実験の荷重変位曲線

4. 解析からの考察

本研究では 2010 年度の実験結果の荷重変位曲線にフィッティングさせた解析データを基準に解析を行った。そしてせん断バネの数を上げていくことで、試験体にどのような影響を与えるのかを検証した。せん断バネの基準の数は 10^2 とし、それに 0.1 倍、10 倍、100 倍と徐々にせん断バネの数を大きくすることで試験体に及ぼす影響を検証した。まず成形板の横滑りを前提とするために、成形板同士のせん断力を小さく設定してせん断バネの数を増加させて行った。0.1 倍と 10 倍と 100 倍と 1000 倍のグラフを比較したものを図 4 に示す。ここから読み取れるのは、せん断バネの値が大きくなるほど初期剛性の立ち上がりが大きくなるのがわかる。しかし変位曲線の増加傾向が同じことから、せん断バネの増加は初期剛性にしか影響を及ぼさないことがわかった。

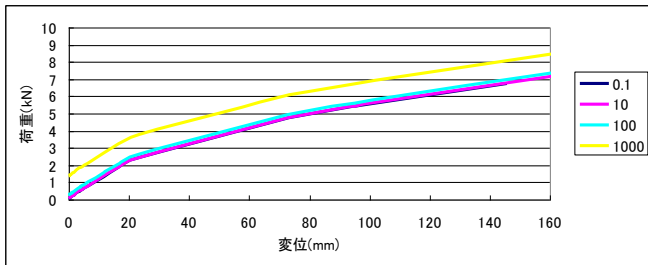


図 4. 荷重変位曲線の比較グラフ

次にくさびの影響を考慮するために成形板同士のせん断力を大きく設定してせん断バネの数を増加させていった。0.1 倍と 10 倍と 100 倍と 1000 倍のグラフを比較したものを図 5 示す。ここから読み取れるのは、せん断バネの値が大きくなるほど初期剛性の立ち上がりが大きくなることである。またせん断バネの数が大きくなるほど耐力も大きくなっていくことがわかる。このことから、クリアランスに設置したくさびによる垂直方向からの圧縮が、耐力の上昇に比例していることがわかった。

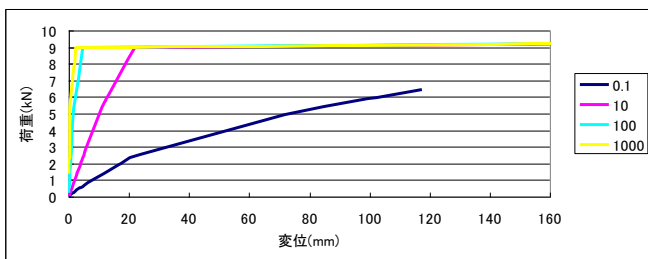
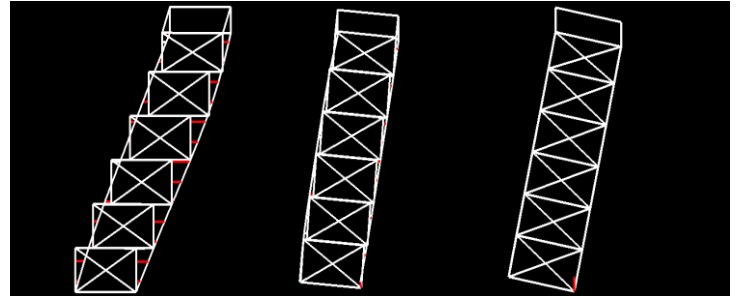


図 5. 荷重変位曲線の比較グラフ

3. くさびの影響

くさびが試験体に及ぼす影響を検討するために、成形板同士のせん断力を大きく設定してせん断バネの数を増加させていったときの変位図を図 6 に示す。ここから読み取れるのは、荷重変位曲線に示した通り、せん断バネの値が大きくなるほど横滑りの変位は小さくなっているのがわかる。また 0.1 倍では成形板は大きく横滑りを

起こしているがそれ以降は、せん断バネの数値が大きくなるにつれて左下の成形板が浮き上がるロッキングがみられる。このことから、せん断バネの数値を大きくすることがくさびの圧縮力を強めることにつながっていることがわかった。

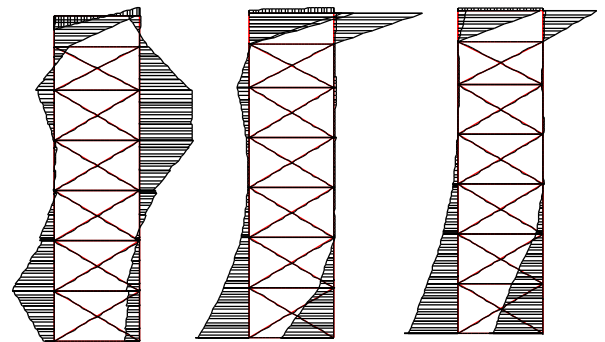


a)0.1 倍 b)500 倍 c)1000 倍

図 6. 変位図

またせん断バネの影響をモーメント図で比較したものを図 7 に示す。

右柱上部の応力が 100 倍あたりでほぼなくなり、左柱上層の応力もなくなっている。それと同時に柱の応力が徐々に下層に移行しているのがわかる。このことから変形過程にも示した通り、くさびの圧縮により横滑りを起こしにくくなることで上層の変形は小さくなり下層の成形板と土台がメインで支えていることがわかった。



a)0.1 倍 b)100 倍 c)1000 倍

図 7. モーメント図

4. まとめ

成形板同士のせん断力を大きく設定し、せん断バネの数値を大きくすることで初期剛性と耐力を上げることができた。すなわち、クリアランスに設置したくさびによる垂直方向からの圧縮が初期剛性と耐力の上昇に比例していることがわかった。また、せん断バネの数値を大きくすることで柱の応力が土台に移行していることから、柱と土台の接合部を強固にすることで壁倍率や強度を保障できることがわかった。

参考文献

- 1) 藤井大地著:「Excel で解く構造力学」, 丸善, 2008.4
- 2) 有田博紀著:「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」2011.3