

28. 押出成形板を用いた木造耐力壁の振動特性に関する研究

0910920062 谷口真一
指導教員 藤井大地 教授

押出成形板 外断熱工法 動的解析 ロッキング

1. はじめに

近年、二酸化炭素やメタンなどの温室効果ガスが増加し、これがもたらす地球温暖化は問題となっている。CO₂排出量の削減を図るためには住宅・建築物の省エネルギー対策を強化し、再生可能なエネルギーなどの導入が必要となっている。

住宅における省エネルギー化対策の一つが木造住宅における各種断熱工法の提案である。新しい工法として在永ら¹⁾は木造住宅の外周壁の柱間に押出成形板を用い、その外側に断熱材を設けることで木造住宅における外断熱工法を提案している。

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で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。

押出成形板は蓄熱性も高く、せん断強度も他の製造法によって製造された材料よりも飛躍的に大きい。さらに遮音性や耐熱性が高いのも特徴の一つである。

ところで、本工法を実際に住宅で用いる場合に問題がある。住宅の蓄熱性を上げるためには、壁全体に設置しなければならない。しかし、押出成形板は重量が重く、壁全体に設置すると建物の重量が重くなり、地震時には慣性力が働き危険である。また、押出成形板を設置する際の施工が難しいなどが挙げられます。

本論文では押出成形板を木造の中に用いて振動させることで、柱などに影響があるか把握することを目的としている。そのために静的増分解析のデータを有限要素法による骨組構造の動的解析法²⁾を用いて解析を行い、押出成形板の挙動の調査を行う。また、実験模型を作製し、振動させることで押出成形板の実際の動きの確認を行う。

2. 振動実験の結果と考察

2.1 実験概要

簡易模型を作製し地震等の揺れが起きた場合に押出成形板がどのような挙動を示すか確認する。押出成形板の挙動を確認するために押出成形板同士、押出成形板と柱は接着させない。これにより、押出成形板の挙動が確認しやすくなると考えられる。基本サイズを 1P(910mm)と

して考えるが、実際の住宅は 2P(1820mm)などの壁も存在するため、スパンの違う模型も作製し実験を行う。また、より押出成形板の状況に近づけるために 1P のモルタルを作製し実験を行う 3 パターンの実験を行うことで、スパンの違いや重量の違いによって押出成形板同士や柱にどのような影響が出るのか確認する。図 1 に今回作製した実験模型の寸法を示す。

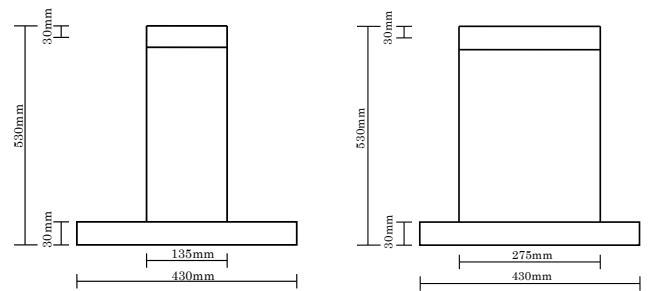


図 1 実験模型の寸法

2.2 実験結果

図 2 に 1P(木材)の挙動を示す。1 層目と 2 層目の部分が大きくロッキングを起こした。また、押出成形板が 5 層目と梁のすき間を埋めるように浮き上がっている。5 層目の押出成形板が梁を押し上げるような動きを起こしているため梁への影響が考えられる。そして、押出成形板が浮き上がることで柱を引き抜こうとする動きをした。ロッキングを起こしたことにより 2 層目からの上の押出成形板は斜めに傾き、柱に寄りかかっているために柱への影響が考えられる。押出成形板と梁のすき間を埋める必要がある。片方の柱のみが押出成形板によって変形しているため左右の柱が同時に大きく変形することはなかった。



図 2 1P(木材)の場合の挙動

図 3 は 2P(木材)の挙動を示す。ロッキングは発生せず、押出成形板が梁を押し上げるような動きをしていない。これは 1P の実験とは明らかに違う動きをしている。し

かし、押出成形板同士が左右に大きくずれるために左右の柱が両側に大きく開くように変形することが確認できた。このことより、柱に大きな影響があることが考えられる。また、振動時の初めは下層の押出成形板だけが動いていたが徐々に上層の押出成形板へと動きが伝わってゆき最終的には全ての押出成形板がゆっくりと左右に動いた。



図 3 2P(木材)の場合の挙動

図 4 は 1P(モルタル)の挙動を示す。1P(木材)の時と同じように 1 層目と 2 層目の部分が大きくロッキングを起こした。また、5 層目の押出成形板が梁とのすき間を埋めようと浮き上がっており、柱を引き抜こうとする動きをした。ロッキングを起こしたことで 2 層目から上の押出成形板は斜めに傾き、柱に寄りかかっている。このことから、梁や柱などの影響が考えられる。以上のことから 1P(木材)のときと同じ結果が得られた。



図 4 1P(モルタル)の場合の挙動

3. 動的解析

3.1 解析モデル

本研究に用いる解析法として、有限要素法による骨組モデルを動的解析法で行う。静的増分解析のデータに地震波を加えたときに押出成形板がどのような挙動をおこすかを調べるために行う。有限要素法による骨組解析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合部、押出成形板同士接合部、押出成形板と梁の接合部、土台と押出成形板の接合部にバネ要素を設置した。

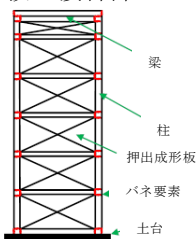


図 5 解析モデル図

図 5 の解析モデルの解析条件は、節点数 108、要素数 181 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。

3.2 動的解析結果

図 6 の骨組モデル(モデル A)について動的解析を行っている。

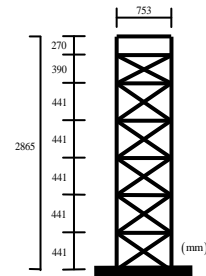


図 6 骨組モデル図(モデル A)

3.2.1 モデル A

図 7 をみてもわかるようにロッキング現象は見られなかった。せん断変形が大きく、柱と押出成形板の垂直バネが切れていることがわかる。

3.2.2 モデル図 B

モデル図 A から柱と押出成形板との垂直バネと押出成形板同士のせん断バネを強くしたものがモデル図 B である。図 8 をみてもわかるように 1 層目の押出成形板の右下でロッキング現象が発生した。押出成形板が一体となり全体でロッキングしていることがわかる。また、せん断変形は見られなかった。

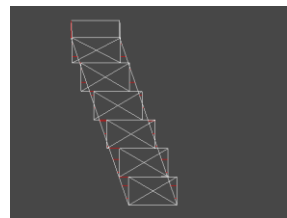


図 7 モデル A

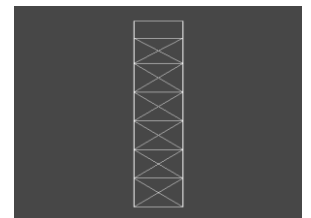


図 8 モデル B

4. 結論

模型実験により重量に関係なくスパンが短いと押出成形板がロッキングを起こしやすいことを示した。

また動的解析により、骨組モデルの柱と押出成形板の垂直バネが切れていることを示した。また、その切れたバネを強くすることでせん断方向の動きを制限し、柱と押出成形板の垂直バネよりせん断バネが弱くなり、ロッキング現象が発生することを示した。押出成形板同士のせん断バネを強くすることで 6 層の押出成形板が一体化することを示した。

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特性に関する研究(材料施工)」, 日本建築学会中国支部研究報告集, vol.33, 108, 2010.3
- 2) 藤井大地, 「Excel で解く 3 次元建築構造解析」, 丸善, 2005.2