

模型を使った木造住宅の耐震性能の比較

○青木延幸、平塚義正、長嶋宏弥、藤原賢司
工学系技術支援室 環境安全技術系

はじめに

近年、ワークライフバランスを重視した政策が広まり、民間会社ではできるだけ労働時間を縮減する動きが高まっています。一方、南海トラフを震源とする地震への備えも重要視されています。勤務場所での安全性は様々な活動を通じて浸透しつつあり、建物も既設建物のほとんどが耐震改修され、一定の安全が確保されつつあります。

これらを勘案すると、地震で被災する確率は自宅で被災する確率が高くなりつつあることを意味しています。戸建て住宅で好まれる工法は平成26年度で69.8%が木造軸組工法であると言われていません。（一条工務店HPの数値より）

今回、モデルを使って、木造軸組工法で建てられた建築物で、筋交いが適切に使用された場合と、筋交いが不適切な場合とでの揺れに対する強度の違いを検証分析する。この結果に基づき、構造の違いによる耐震性能の差を知ること。さらにこの研修結果が、自分や家族の安全に過ごすことができる環境を整えることの一助になればと願って計画を立てました。

1. 使用したモデルについて

応用地震計測株式会社 ピノキオぶるる（環境学研究科 減災館から借用）

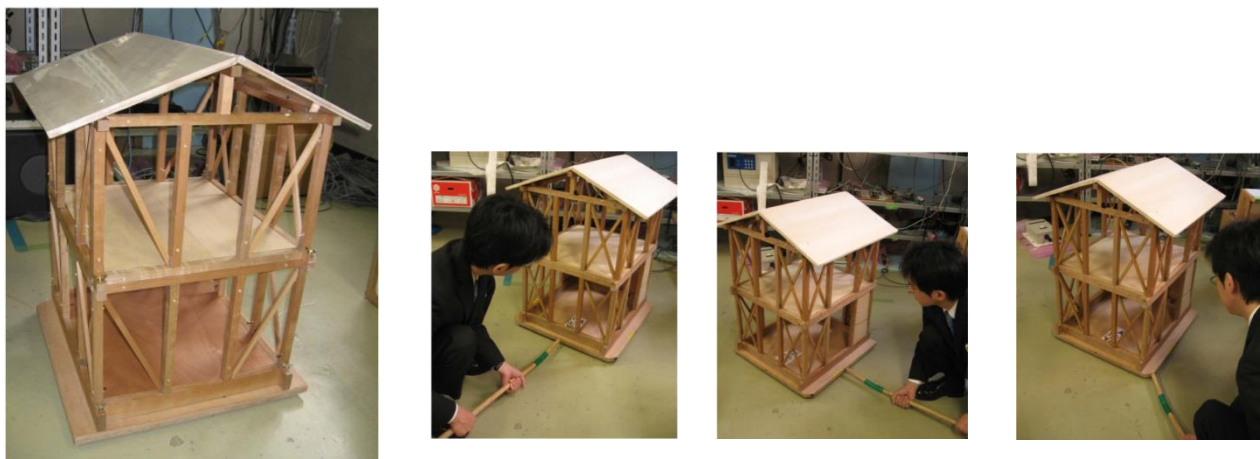


図1（全景及び左から加振の様子（桁行方向、梁間方向、45度方向））

下部は台車となっていて、写真のように付属の器具で加振できるようになっています。写真はピノキオぶるるのカタログのデータを引用しました。

大きさ 60cm（桁行）×66cm（梁間）×88.5cm（高さ）

今回は、試験装置の移動を少なくするため、減災館1階の会議室を利用させて頂きました。タイルカーペット仕上げで加振がうまくできなかったため、モデルの下に板を敷き揺れが伝わりやすくしました。

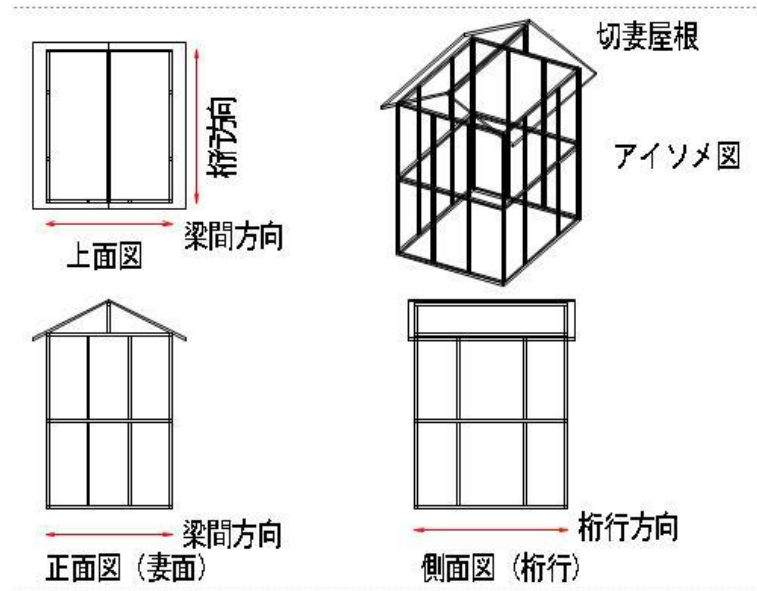


図2 モデル木造軸組工法の概要

研修で用いたモデルは、木造軸組工法の部材のうち構造に必要な最小限のもので構成されているのかを説明したものです。

このモデルは、筋交いが入っていない状態のもので、筋交いとは斜めに入れられる補強部材で、筋交いを適切に配置することにより、構造を強くすることができます。

ご存じの方が多いと思いますが、建物の四隅に通し柱が入っていないモデルですが、関係法令で以下の条文があるため、通し柱が使われていない建物が多くなっています。

引用 「建築基準法施行令 施行令第43条（柱の小径） 第5項 階数が二以上の建築物におけるすみ柱又はこれに準ずる柱は、通し柱としなければならない。ただし、接合部を通し柱と同等以上の耐力を有するように補強した場合においては、この限りでない」

屋根の最上部に入っている部材は棟木（むなぎ）と呼ばれ、上棟式はこの部材が取り付けられたときに棟梁が安全を祈願するために行われます。この部材に平行な部材は桁で、桁行方向、垂直な部材は梁で、梁間方向と呼ばれます。

2. 研修内容及び結果

加振方向 桁行方向

屋根 軽い屋根を前提として筋交いの入れ方を変えてみる。

筋交い 位置変更や取り外しができる筋交い

2階の床は入っているものとしております。そのため、火打ち梁（桁と梁の接合部を斜めにつなぐ部材）は入っています。胴差は2階床面の四方向に入っている部材ですが、ここでは棟木に平行な部材を桁、垂直な部材を梁とします。

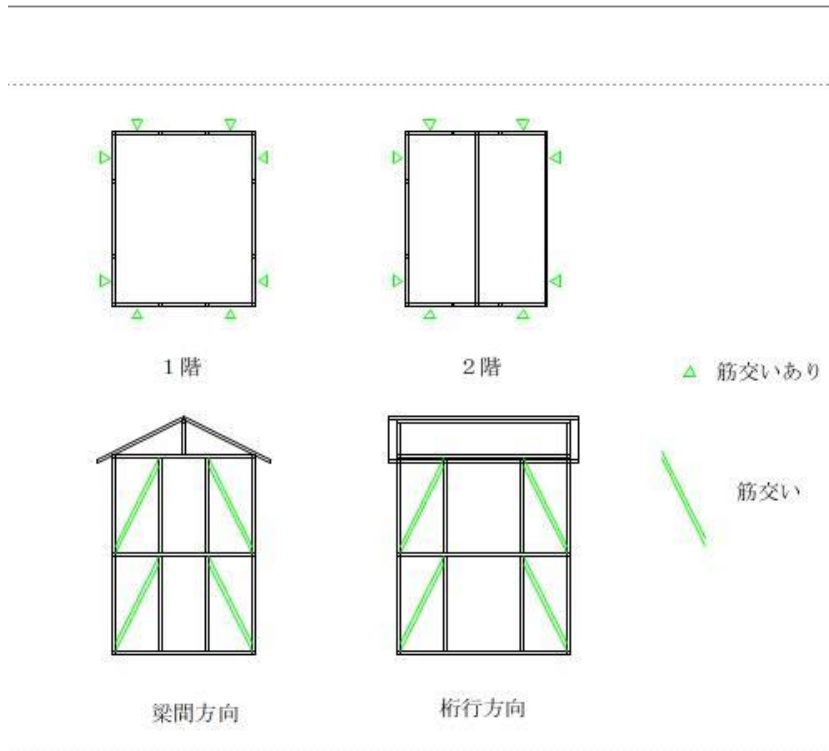


図3 適切な筋交い配置 (今回実験したモデルにおいて)

製図としては不自然ですが、上半分は左から1階上面図、2階上面図としています。

筋交いの無いモデルでの比較

○重い屋根 筋交いなし



写真1 加振前



加振後

○軽い屋根 筋交いなし



写真2 加振前



加振後

補足

重い屋根は真下に倒壊、軽い屋根は倒壊した方向に落下した。

○適切にバランスの良い筋交いあり



写真3 加振前



加振後

○桁行方向の筋交いをクロスにする

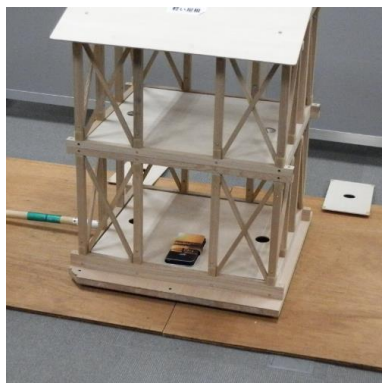


写真4

備考

写真3でも倒壊に至るまで強い加振が必要であった。

一方クロス筋交いでは最も強い補強です。

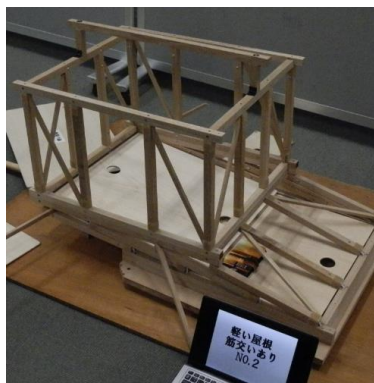
写真3は台車が持ち上がったときに倒壊。

写真4はモデルが板から脱輪しても倒壊しませんでした。

○筋交いの入れ方が不適切な場合



写真 5 加振前



加振後

備考

筋交いの入れ方が不適切で特定の方向の力に対して弱い構造。

○1、2階の2面に筋交いが入っていないモデル

例えば吹き抜けのように1階から2階まで大きな開口をして、筋交いが入らない建物を想定しています。

1、2階の2面（手前、左側）に筋交いが入っていません。

写真ですと、手前と左側が筋交いなしのモデルです。

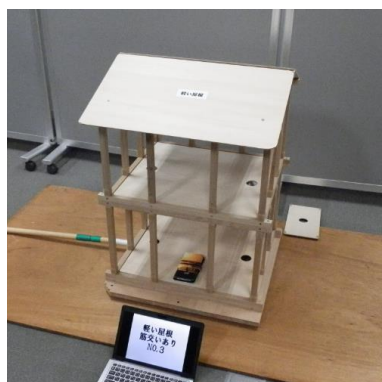
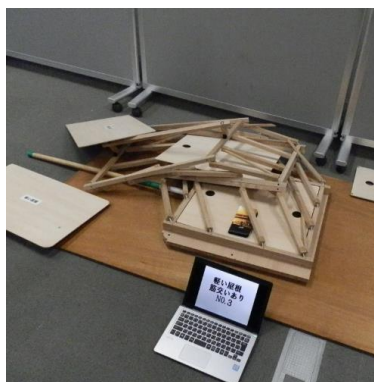


写真 6 加振前



加振後

備考

力に対抗する外壁量が不足していますので、筋交いのない壁が崩壊しねじれるような形で倒壊しました。筋交いの配置が建物に及ぼす影響が分かります。

○ 1 階の 3 面に筋交いなし

例えば、1 階に車庫をもうけた場合で、3 方向に開口がある建物を想定しています。

1 階は写真ですと手前、左側、奥の壁に筋交いなしのモデルです。

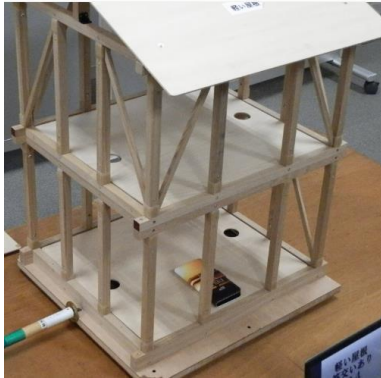
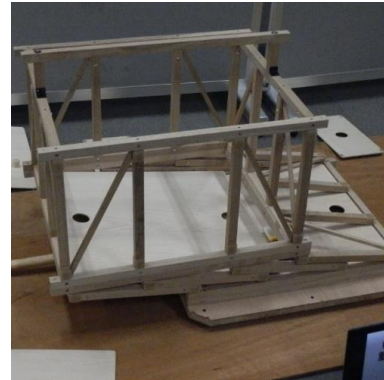


写真 7 加振前



加振後

備考

1 階に力に対抗する外壁が 1 面しか無く、1 階の補強を考えないといけません。

○ 2 階に筋交いが無い

2 階の全ての壁に大きな開口をもうけた場合に相当します。展望室、温室を 2 階に取った建物を想定しています。



写真 8 加振前



加振後

備考

揺れが大きい 2 階に力に対抗する外壁量が無いため 2 階があつという間に崩れました。2 階倒壊時の力がかかっても 1 階は持ちこたえました。日当たりや眺望を望むのであればやはり補強が必要です。

○ 1 階の 2 面に筋交いが無い

1 階の正面と左面に大きな開口、例えば店舗で入り口や商品を見せるガラスがもうけられている建物を想定しています。

1 階の正面と左側に筋交いが無いモデルです。

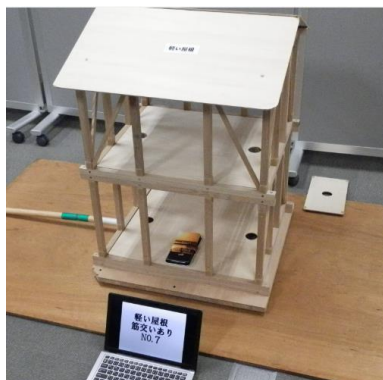
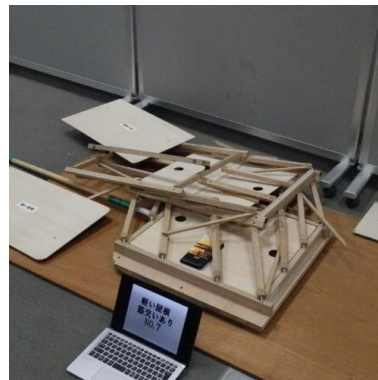


写真 9

加振前



加振後

備考

力に対抗する外壁量が不足している 1 階がねじれるように崩れました。

3. まとめ

加振を加えたモデルから、木造軸組工法では力に対抗する外壁（筋交いの入った壁）耐力壁を適切に入れることにより、強度が増すことを視覚的に捉えることができました。

今回のモデルは外壁だけですので、実際の家屋では内部の耐力壁をも考慮が必要です。

木造住宅には今回の研修で用いた軸組工法と木造枠組壁工法（代表例 2×4 工法（ツーバイフォー工法））が有ります。軸組工法は柱や梁で支えるのに対して、木造枠組壁工法（2×4 など）は面構造である違いがあります。

せっかく入れた筋交いも適切に固定されている必要があります。自分の家が気になる方は、各自治体が行っている耐震診断を受けられることを強くおすすめします。

安全な住宅に住むことが命を守ることに繋がります。今回の研修が皆様にとって少しでも参考になれば幸いに存じます。

4. 謝辞

今回の研修に当たり、研修の機会をいただいたことにお礼申し上げます。研修を実行するに当たり、実験装置、場所を提供して頂いた環境学研究科 減災館の各位に厚くお礼申し上げます。