

高い剛性・耐力・靱性を有する木造軸組工法耐力壁の開発 その2. 耐力壁種類ごとの特性評価

正 ○河尻 出¹ 正 逢坂達男²
 " 岡部 実³ " 荒木康弘⁴
 " 河合直人⁵

24mm 合板大壁耐力壁 Midply wall system MPW 挿入耐力壁
 タイロッド法

1. はじめに

本報では、前報で紹介した実験結果に基づいて、耐力壁種類ごとに取りまとめた特性と、高耐力であるために必要な検討項目について報告する。

2. 耐力壁種類ごとの特性

以下に示す A~C の 3 種類について特性を取りまとめる。特性は、保有水平耐力計算での利用も考慮し、許容耐力だけでなく、バイリニア特性としても設定する。但しここでの構造特性係数は、履歴にくびれを持つ形状であっても定義式 $D_s = 1/\sqrt{2\mu - 1}$ から求まる値のままとしている。

試験体種のバイリニア特性は、統一的に扱う試験体ごとに求めたバイリニア特性に基づき次の手順で設定する。

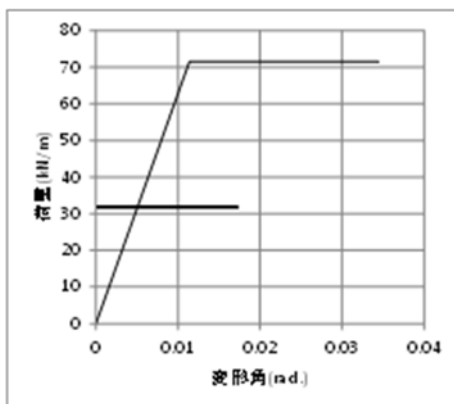
- ① 終局荷重に低減係数 α を乗じた値の 50% 下限値とを終局耐力とする
- ② 終局耐力を剛性の平均値で除して降伏変形とする
- ③ 降伏変形に塑性率 μ の下限値を乗じて終局変形とする

設計用耐力を設定する際、壁倍率認定に倣った低減係数 α を設定した。主要な耐力要素である構造用合板の耐候性等を考慮し、①外壁に用いるもの 0.95 及び内部に用いるもの 1.00、また大壁については②現場打ちが想定される釘本数の多さから 0.90、その他 1.00、③それ以外の要因による値 1.00、をそれぞれ設定し組み合わせた。

2.1. 24mm 構造用合板張り床勝ち大壁耐力壁 (A)

耐力壁 A の特性を図 1 に示す。

低減係数 $\alpha = ①0.95 \times ②0.90 = 0.85$



短期耐力：31.8kN/m
 終局耐力：71.4kN/m
 降伏変形角：1/90.9rad.
 終局変形角：1/29.4rad.
 構造特性係数：0.445

図 1 耐力壁 A の特性

試験体には高さ3仕様、めり込み金物の有無2仕様のバリエーションを設定したが、図2に示すように荷重—変形関係が類似しており、設計に利用する際の簡便さを重視し統一的に取り扱った。

但し、高さが最も低いA-H30W20-6は柱の割裂が早期に生じ荷重低下しているため、評価からは除外している。

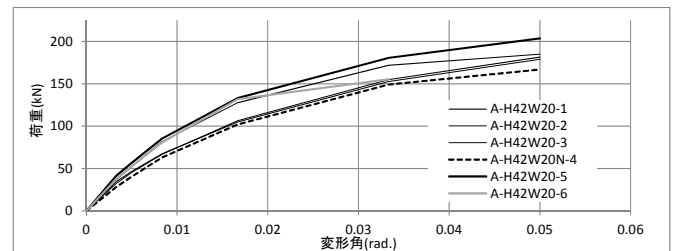
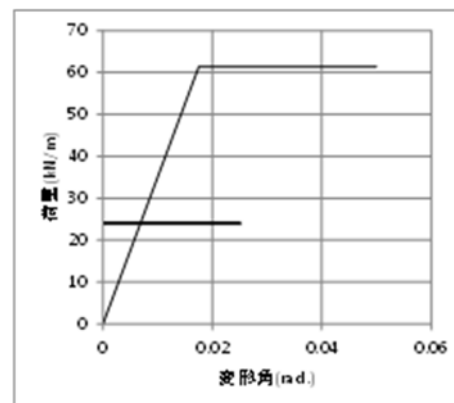


図 2 耐力壁 A の各変形時荷重

2.2. Midply wall system*パネル (以下 MPW) を軸組内に挿入した耐力壁 (B)

耐力壁 B の特性を図 3 に示す。

低減係数 $\alpha = ①0.95 \times ②1.00 = 0.95$



短期耐力：24.0kN/m
 終局耐力：61.3kN/m
 降伏変形角：1/58.8rad.
 終局変形角：1/20.0rad.
 構造特性係数：0.461

図 3 耐力壁 B の特性

試験体には高さ2仕様、長さ3仕様、めり込み金物の有無2仕様のバリエーションを設定したが、図4に示すように単位長さ当たりの荷重—変形関係にバリエーションによる傾向が見られず統一的に取り扱った。

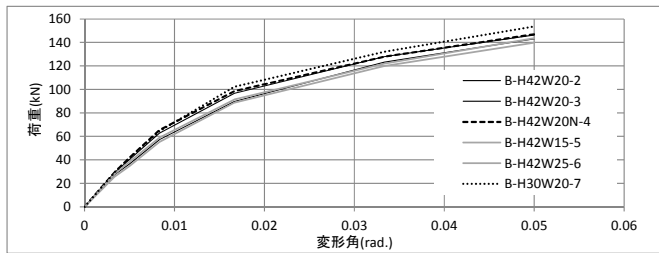


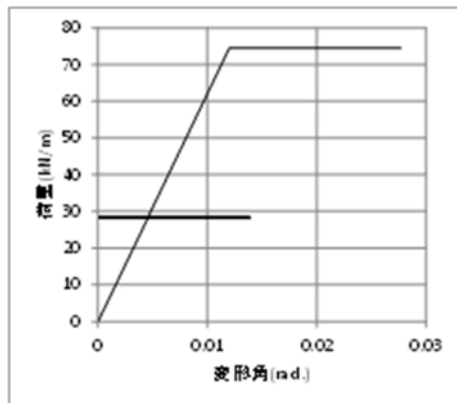
図 4 耐力壁 B の各変形時荷重

2.3. B 仕様に 12mm 構造用合板 CN65 くぎ 50mm 間隔の大壁仕様を併用した耐力壁 (C)

大壁の仕様が耐力壁 A とは異なるため定性的な比較となるが、耐力壁 B の剛性が低く、耐力壁 C では大壁の性能が支配的に推移しているものと考えられる。図 5 に示すバイリニア特性で考えると、短期耐力時変形は $\gamma = 0.00458\text{rad.}$ で、同じ変形時の耐力壁 B の荷重は $P = 16.0\text{kN}$ である。耐力壁 B の短期耐力 24.0kN のうち 1/3 が発揮されていない。

耐力壁 C の特性を図 5 に示す。

低減係数 $\alpha = ①0.95 \times ②0.90 = 0.85$



短期耐力：
28.4kN/m
終局耐力：
74.5kN/m
降伏変形角：
1/83.3rad.
終局変形角：
1/37.0rad.
構造特性係数：
0.527

図 5 耐力壁 C の特性

3. まとめ (高耐力であるために必要な検討項目)

本事業において、小規模建物に用いられる一般的な耐力壁の耐力を大きく上回る耐力壁を開発できた。

一方で面材張り耐力壁は高耐力になると、許容応力度計算では検定しない部分についての検討が必要になる。

① 面材のせん断強度(基準許容応力度×3)が、耐力壁の降伏荷重に対し余裕を持っていること¹⁾。

本実験ではカラマツ合板を用いることによって面材のせん断破壊を回避できたが、せん断強さ 201kN を、実験上の最大荷重が上回るもの(203kN)があった。

② 柱に伴う面材の浮上がりによって土台の割裂けを生じ

る場合がある¹⁾。対策として、柱の浮上がり防止策を十分剛性の高いものとする必要があるが、接合部が引張りについて高耐力であっても柱脚の回転まで拘束してしまうと柱の折損を招く。

本実験ではタイロッド式載荷を採用したが、柱頭の加力桁へのめり込みによる柱脚の浮上がりが大きく、土台の割裂は完全には防げなかった。柱脚固定度に起因する折損は生じていない。

- ③ 面材に生じるせん断応力度が強度に近い値となる場合には、せん断座屈を生じないよう厚い面材以外では適切に間柱を配置する²⁾。本実験では耐力壁 A では間柱なし、耐力壁 B では 500mm 以下の間隔で間柱設置とし、面材のせん断座屈は観察されていない。
- ④ 終局時の柱の座屈強度は、柱頭から柱脚にかけて軸力が変化する場合の応力低減に加え、圧縮側の固定度が上昇することによって座屈長さが短くなっているらしいこと。本実験では両端ピンで一様な軸力分布を仮定した場合の 7~8 倍程度の強度を示した。
- ⑤ 田の字に割付けた面材が、大変形時に十字交点で面外の固定度が小さいと座屈を生じるため、合板の継目には十分な耐力を有する間柱等を配置すること。但し、当該部分に変形なくなると、面材の面外曲げ剛性が大きければ釘の引抜けが、釘の保持力が大きければ耐力壁面外方向の受け材の割裂が、生じると考えられる。耐力壁の変形に応じて対角隅部から順次釘が引抜けていくことが、静的には最も荷重低下が緩慢で、その余地を設けることが有効であると思われる。動的な破壊性状についても今後確認していきたい。

謝辞

本報告は、林野庁の平成 27 年度「地域の特性に応じた木質部材・工法の開発・普及支援事業」の一環として、一般社団法人日本木造住宅産業協会内に設置された委員会にて検討された内容からのものである。事業関係者及び御協力頂いた方々に謝意を表します。

参考文献

- 1) 青木謙治、杉本健一、神谷文夫：厚物構造用合板を用いた高強度耐力壁の開発、日本建築学会技術報告集 第 20 巻 第 44 号、111-114、2014 年
 - 2) 村上雅英、安曇良治、大下嘉剛：釘打ちされた面材大壁のせん断座屈とせん断破壊の相関の解明に関する実験研究、日本建築学会構造系論文集 第 80 巻 第 716 号、1569-1578、2015 年 10 月
- * : Midply Wall System はカナダ FPInnovations が知的所有権を保持したまま公開している技術。

1 (株)日本システム設計、
2 住友林業株式会社
3 (一財) ベターリビングつくば建築試験研究センター、博士 (農学)
4 国立研究開発法人建築研究所、博士 (工学)
5 工学院大学建築学部教授、工学博士

1 Nihon system sekkei Architects & Engineers
2 Sumitmo Forestry CO., Ltd.
3 Center for Better Living Tsukuba building research and testing laboratory, Dr. Agr.
4 National Research and Development Agency Building Research Institute, Dr. Eng.
5 KOGAKUIN University, Architecture, Professor, Dr. Eng.