

Midply Wall System の構造性能に関する検討(その 2)
構面試験に基づく面材釘のせん断耐力性能の評価

枠組壁工法 Midply Wall System 面材耐力壁
鉛直構面 二面せん断性能 面材釘

正会員 ○岡崎 友也*1 同 麓 英彦*3
同 三宅 辰哉*2 同 岡部 実*4

1. はじめに

Midply Wall System (以下、「MP 耐力壁」) は、たて枠を面材の両側から挟み込むように配置して面材 1 枚あたりの釘接合部のせん断面を 2 面とする面材耐力壁である。MP 耐力壁は、図 1 の部材構成例のように、面材の配置枚数に応じて壁厚が変化する。ここで、配置する面材を 1 枚とする Single MP 耐力壁を「MP-SG」、2 枚とする Double MP 耐力壁を「MP-DB」と称する。面材の厚さを 12mm とすれば、壁厚は「MP-SG」で 88mm、「MP-DB」で 138mm となり、各々 204 材、206 材の長辺寸法と概ね一致する。

MP 耐力壁の面内せん断耐力性能については、平成 23 年度に「MP-SG」及び「MP-DB」に対する壁構面の面内せん断試験を実施し、せん断耐力性能を評価している。さらに、過去には FPInnovations でカナダ仕様の面材や釘による Single MP 耐力壁 (以下、「M53-01」) をはじめとして、様々な仕様の面内せん断試験が実施されている¹⁾。

本検討は、上記 3 種の壁構面 P-Δ の関係及び試験体の仕様にに基づき、面材釘 1 本あたりのせん断性能を評価し、面内せん断耐力との関係性を明らかにするものである。

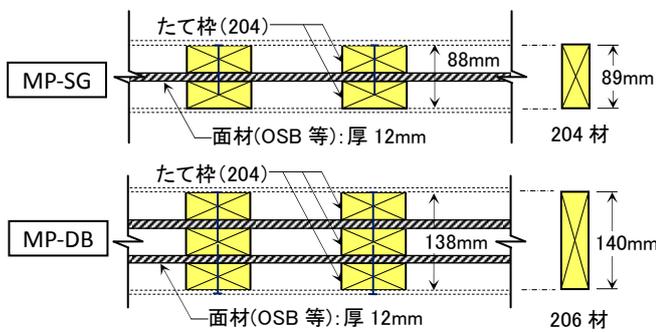


図 1 MP 耐力壁の部材構成例 (断面図)

2. 面内せん断試験の概要

前述の面内せん断試験の試験体諸元を表 1 に示す。

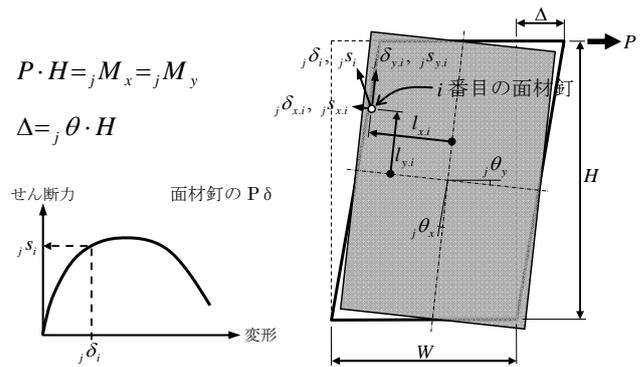
表 1 試験体諸元

試験体名	MP-SG	MP-DB	M53-01
せん断面の数	2 面	4 面	2 面
構面の寸法	1.82m×2.47m		1.22m×2.44m
たて枠の仕様	204, SPF 甲種 2 級 @455mm		Standard-and-better @406mm
面材の仕様	OSB, t=12mm		OSB, t=7/16"
釘の仕様	CN75@100mm d=3.76mm, l=75mm		Power nail@100mm d=3.05mm, l=89mm

3. 釘接合部のせん断耐力性能の評価

3.1 幾何学的重ね合せ手法による評価

1 枚の面材が釘打ちされた大壁について、枠材および面材を剛と仮定すれば、壁に作用する水平力 P、壁の水平変形 Δ、縦枠心・横枠心に対する面材の回転角 $j\theta_x, j\theta_y$ 、i 番目の面材釘の変形 $j\delta_i$ とせん断力 $j_s i$ 、X,Y 方向の面材釘の変形 $j\delta_{x,i}, j\delta_{y,i}$ とせん断力 $j_{s_{x,i}}, j_{s_{y,i}}$ の間には、図 2 に示すような関係が成立する。ただし、面材釘の配列は上下対称かつ左右対称とする。また、これらの関係を増分計算によって追跡することを想定しており、添え字 j は増分計算のステップを表す。したがって、面材釘のせん断力に対する応力変形関係が既知である場合、壁に作用する水平力 P と壁の水平変形 Δ は、面材の回転角について増分計算により求められる。



ここで、面材の回転角及びモーメントは、下式により算定する。

$$jM_x = \sum_i j_{s_{x,i}} \cdot l_{y,i} \quad jM_y = \sum_i j_{s_{y,i}} \cdot l_{x,i}$$

$$j_{s_{x,i}} = j_s i \cdot \frac{j\delta_{x,i}}{j\delta_i} \quad j_{s_{y,i}} = j_s i \cdot \frac{j\delta_{y,i}}{j\delta_i}$$

$$j\delta_{x,i} = l_{y,i} \cdot j\theta_x \quad j\delta_{y,i} = l_{x,i} \cdot j\theta_y \quad j\delta_i = \sqrt{j\delta_{x,i}^2 + j\delta_{y,i}^2}$$

$$j\theta = j\theta_x + j\theta_y \quad j\theta_x, j\theta_y : \text{縦枠心、横枠心に対する面材の回転角}$$

図 2 幾何学的重ね合せ手法による壁構面 P-Δ の算定概要

本検討では、上記の幾何学的重ね合せ手法による面材張り大壁の荷重変形関係が、面内せん断試験による荷重変形履歴の包絡線に一致することを条件として、増分計算により面材釘の応力変形関係を試行錯誤的に推定する。

3.2 「木質構造設計規準」による評価

表 1 の試験体ごとに、「日本建築学会：木質構造設計規準・同解説（以下「AIJ）」、602 曲げ降伏型接合具を用いた接合」に基づき、終局せん断耐力 p_{u0} を式(1)より算定する。

$$p_{u0} = C \cdot F_e \cdot d \cdot l \cdot r_u \dots\dots\dots(1)$$

ここで、 C は接合形式とその破壊形式等（図 3）によって定まる係数、 F_e は主材の支圧強度、 d は釘径、 l は主材の厚さ、 r_u は終局強度比である。

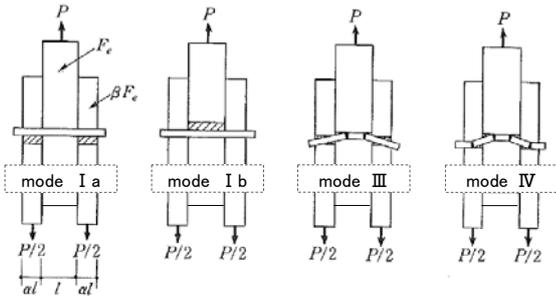


図 3 木材の主材及び側材よりなる 2 面せん断接合の降伏モード

4. せん断耐力性能の評価結果および考察

面材釘のせん断耐力性能の評価結果、構面の $P-\Delta$ 関係、増分計算による $P-\Delta$ 関係の包絡線の再現曲線を図 4 に示す。「MP-DB」に「MP-SG」の面材釘の応力を 2 倍にした応力変形関係をグレー太線で併記した。「M53-01」には「MP-SG」の面材釘の応力変形関係をグレー太線で併記した。

「M53-01」の面材釘のせん断耐力は「MP-SG」の面材釘より小さいが、「MP-SG」の釘径が 3.76mm (CN75) であるのに対し、「M53-01」は 3.05mm (北米仕様) と小さいためであると考えられる。「MP-DB」の面材釘の最大耐力は、「MP-SG」の 2 倍の 90% 程度である他、大変形領域における耐力低下が「MP-SG」より早期に生じている。この原因として、図 1 のように表裏の面材釘を同じ位置に打ち込んでいるために、釘が相互に干渉したことが考えられる。

終局せん断耐力 P_{u0} は、mode I b < mode IV < mode III の関係にある。mode III と IV の P_{u0} は値が近接しており、面材釘の応力変形関係における終局耐力に概ね一致している。mode I b の P_{u0} が mode III 及び IV より小さく、面材釘の応力変形関係と比べて過小評価となった理由として、本計算では OSB の支圧強度を「枠組壁工法建築物 構造設計指針」の掲載値 ($=41(N/mm^2)$)²⁾ としたが、実態としてはさらに大きな支圧強度有していた可能性がある。また、写真 1 に示す「MP-SG」と「MP-DB」の面材と面材釘の破壊状況では、面材にも相応の支圧破壊が生じているが、同時に面材釘には mode III 又は IV に対応する曲げ変形が生じており、mode I b、III、IV による終局せん断耐力が拮抗していたものと考えられる。また、「MP-SG」と「MP-DB」では面材釘を CN75 としており、たて枠への打ち込み長さは

25mm (6.65d) である。これは AIJ, 602.5 に規定される「打ち込み長さ 9d 以上」に抵触しているが、結果として面材釘の終局変形性能は長さ 89mm の面材釘を用いた「M53-01」よりむしろ高く、MP 耐力壁の面材釘として CN75 を用いることに問題はないといえる。



写真 1 MP 耐力壁の面内せん断試験時の破壊状況

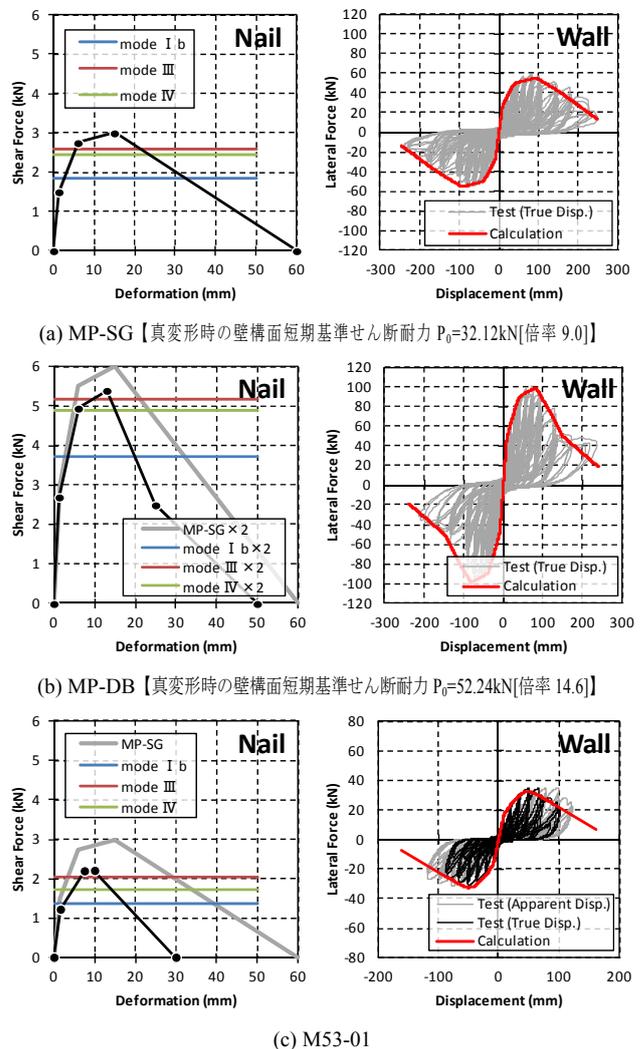


図 4 面材釘のせん断性能 (左) 及び壁構面試験結果とその再現曲線 (右)

参考文献

- 1) Erol V.; Erol K., M.ASCE.; Siegfried S.; Chun N.; Marlen B. and Dan L. : Midply Wood Shear Wall System: Performance in Dynamic Testing, JOURNAL OF STRUCTURAL ENGINEERING, ASCE, July, 2007
- 2) 社団法人ツーバイフォー協会：2007 年 枠組壁工法建築物構造設計指針, P.70 表 3.3.8

*1 日本システム設計 修士 (工学)
 *2 日本システム設計 博士 (工学) 代表取締役
 *3 カナダ林産業審議会 修士 (農学)
 *4 ベターリビング つくば建築試験研究センター・農修 総括試験研究役

*1 Nihon System Sekkei Architects & Engineers, M.Eng.
 *2 Nihon System Sekkei Architects & Engineers, Pres., D.Eng.
 *3 Council of Forest Industries Canada, M.Agr.
 *4 Chief Researcher Tsukuba Building Research and Testing Laboratory Center for Better Living, M.Agr.