

[様式第4号の1]

令和5年 3月31日

令和4年度 学生自主研究成果報告書

教 育 本 部 長 様

学生自主研究グループ名	耐力壁研究グループ	
研究課題名	新たな耐力壁の可能性	
研究代表者 (学生)	学籍番号	B23C006
	氏 名	伊藤 大成
指導教員	学 科	建築環境システム学科
	氏 名	板垣 直行

学生自主研究の報告書を別紙のとおり提出します。

新たな耐力壁の可能性

システム技術学部 建築環境システム学科

2年 伊藤 大成

指導教員 システム技術学部 建築環境システム学科

教授 板垣 直行

1. はじめに

建物の耐震を考えた時に、壁は重要な役割を持っており、合板などの耐力面材や筋違を用いた耐力壁が一般的に使用されている。しかし、壁は耐震性以外の機能もあり、またコストや施工性、近年では製造や廃棄における環境負荷を考慮することも求められている。そこで、新たな耐力壁の可能性を広げるために、それらを考慮した新たな耐力壁について提案し、その構造性能を検証した。

2. 耐力壁の事例調査

耐力壁の事例として「木造耐力壁ジャパンカップ 20年の記録」¹⁾において提案された壁について調査した。基本的には総合優勝、トーナメント優勝、耐震部門賞、デザイン部門賞、加工・施工部門賞、環境部門賞、審査員特別賞を獲得した耐力壁を調べ、加えてそれらの賞を多く受賞した制作グループを中心に優れた耐力壁を作るための条件を調査した。

その結果、重要な点として、初期剛性を高くする工夫が挙げられた。貫と筋かいを合わせるか否か、貫などの本数や組み方、引き抜き力に対しどう抵抗するか（ホゾや土台の工夫）、金物をどれほど使うか、といった点で様々な工夫が施されていた。

そのような点を踏まえ、調べた事例の中で木造耐力壁ジャパンカップ第20回総合優勝、デザイン部門賞を獲得した「紬～final～」(図1)を参考に耐力壁を考えることとした。特に参考にした点は、貫と縦の部材により応力を分散させる仕組みである。



図1 「紬～final～」試験体¹⁾

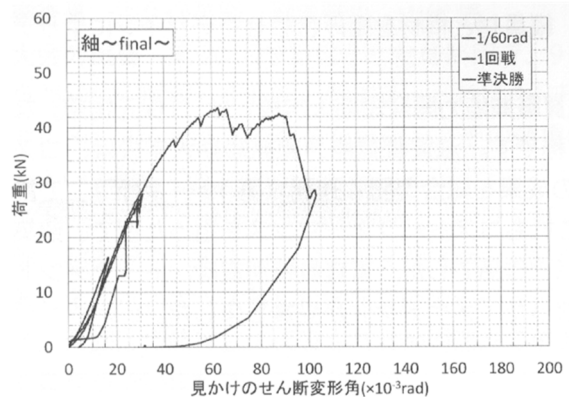


図2 「紬～final～」荷重－変形角関係¹⁾

3. 耐力壁の提案

3.1 耐力壁の仕様

先述の通り、「紬～final～」を参考に木造の開口部に使える耐力壁を考えた。提案の意図としては、木組みにより金物をほとんど使用しない環境に配慮した構造であること、参考にした耐力壁より更に応力を分散させられるように貫の数を上下それぞれ2本ずつにしていることである。また、他の事例では地域の特産の材料を使用しているものもあったため、秋田杉を使用することとした。

試験体としては、縦の部材の数を2本として幅を広く(120mm)としたもの(以下二本格子)と、縦の部材の数を3本として幅を細く(90mm)したもの(以下三本格子)の2種類を製作し、その差を比較した。試験体の詳細は図3、図4の通りである。

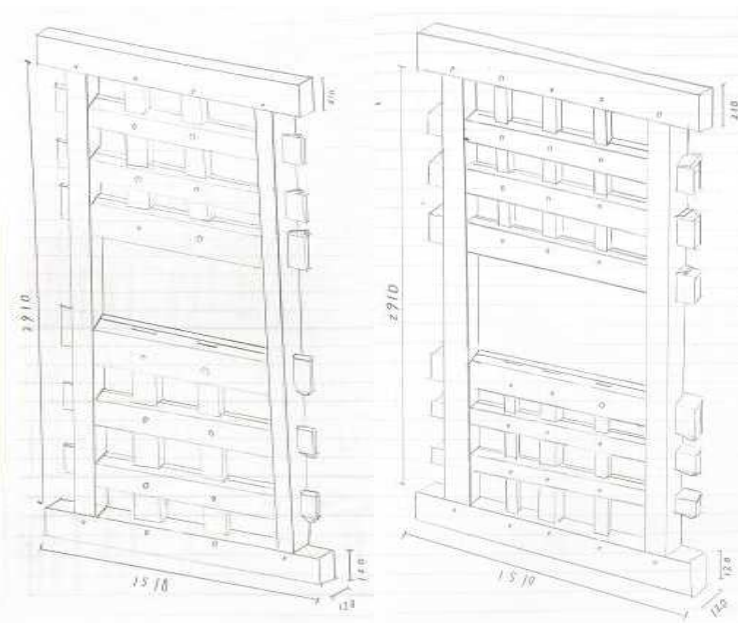


図3 二本格子試験体

図4 三本格子試験体

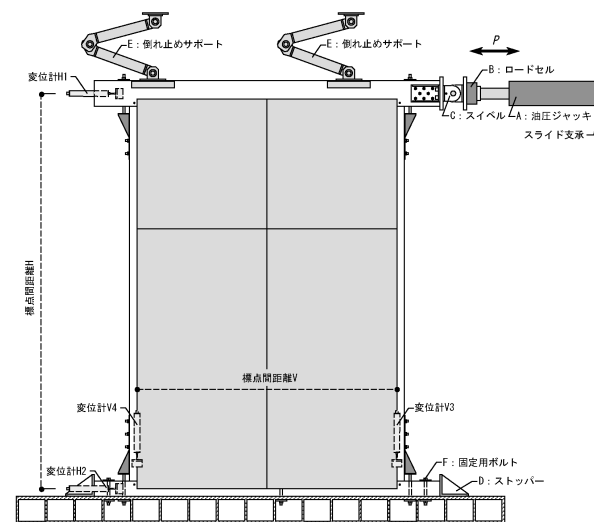


図5 無載荷式面内せん断試験装置²⁾

3.2 試験方法および評価方法

試験方法および評価方法は、(公財)日本住宅・木材技術センターにおける「木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書」²⁾に準じて図5に示す無載荷式の面内せん断試験装置を用いて実施した。

3.3 試験結果

(1) 荷重－変形角関係

試験における荷重－見かけのせん断変形角関係の履歴曲線を図6、図7に示す。

(2) 破壊状況

試験体の破壊の様子を写真1～写真6に示す。二本格子試験体では、層間変形角が0.083radで柱脚部の引寄せ金物を固定するビスの部分で木材がせん断破壊した。三本格子試験体では、層間変形角が0.091radで開口部下の貫部分で柱が折損した。

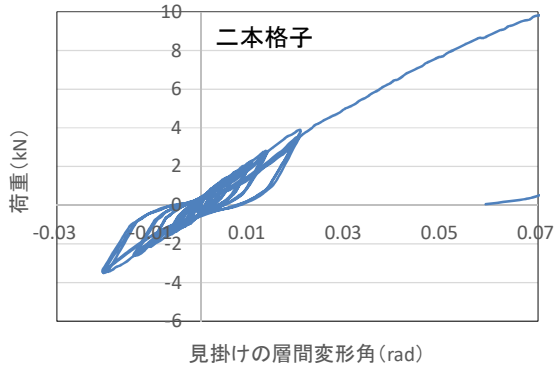


図6 二本格子試験体履歴曲線

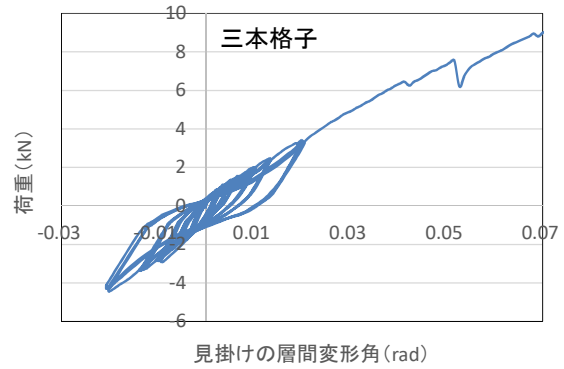


図7 三本格子試験体履歴曲線



写真1 二本格子破壊後全景



写真2 金物ビス部分の抜け



写真3 補強材の浮き上がり



写真4 三本格子破壊後全景

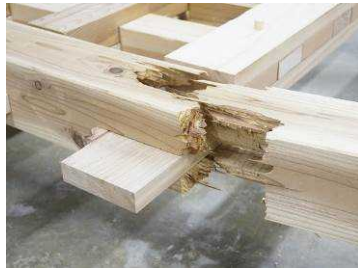


写真5 柱の折損

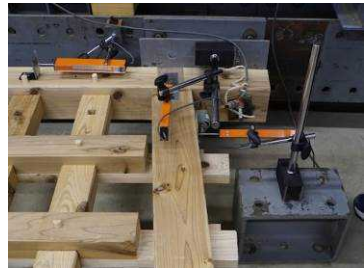


写真6 補強材と柱との隙間

(3) 完全弾塑性モデル及び構造特性値

試験における正加力側の履歴曲線の包絡線を図8に示す。この包絡線を完全弾塑性モデル化して、各構造特性値を求めた。

その際、終局点は層間変形角を $1/15\text{rad}$ とした。また、試験体が各1体であるため、基準せん断耐力を求めるための、降伏耐力 (P_y)、最大耐力の $2/3$ ($2/3P_{\max}$)、特定変形角 ($1/120\text{rad}$) 時の耐力 (P_{120})、終局耐力 (P_u) に 0.2 構造特性値 (D_s) を乗じた値については、 5% 下限値ではなく、そのままの値とした。相当壁倍率の値については、基準せん断耐力を壁倍率 1 となる 1.96kN/m で除して低減係数 α を 1.0 として乗じた値とした。得られた構造特性値を表1に示す。

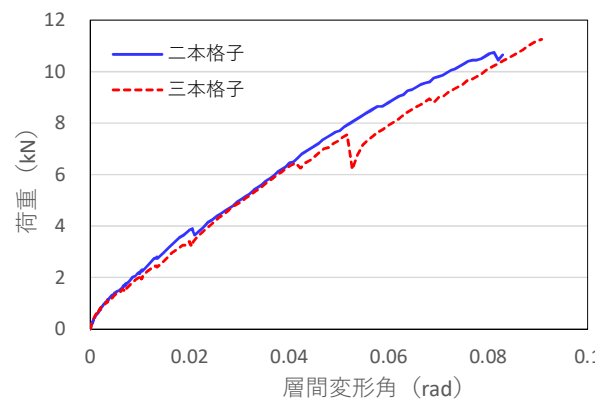


図8 水平荷重—見掛けのせん断変形角包絡線

表1 試験結果による構造特性値一覧

試験体	降伏点		剛性 K (kN/rad)	完全弾塑性降伏点		実測最大点		終局点	
	変形角	荷重		変形角	荷重	変形角	荷重	変形角	荷重
	θ_y (rad)	P_y (kN)		θ_v (rad)	P_u (kN)	θ_{max} (rad)	P_{max} (kN)	θ_u (rad)	(kN)
二本格子	0.040	6.38	160.65	0.064	10.31	0.081	10.75	0.083	8.60
三本格子	0.039	6.24	158.54	0.056	8.89	0.083	10.45	0.083	8.36
平均	0.040	6.31	159.60	0.060	9.60	0.082	10.60	0.083	8.48
標準偏差	0.000	0.10	1.49	0.006	1.01	0.001	0.21	0.000	0.17

試験体	塑性率 μ	構造特性 係数 D_s	P_y (kN)	$2/3P_{max}$ (kN)	P_{120} (kN)	$0.2P_u/D_s$ (kN)	短期基準 せん断耐力 P_0 (kN)	相当壁倍率
二本格子	1.29	0.79	6.38	7.17	1.96	2.60	1.96	1.10
三本格子	1.49	0.71	6.24	6.97	1.76	2.50	1.76	0.99
平均	1.39	0.75	6.31	7.07	1.86	2.55	1.86	1.04
標準偏差	0.14	0.06	0.10	0.14	0.14	0.07	0.14	0.08

3.4 考察

短期基準せん断耐力 P_0 を求めたところ P_{120} が一番低い値となった。これより相当壁倍率は二本格子は1.10、三本格子は0.99となった。二つの試験体の荷重－変形角関係、相当壁倍率に明確な差はないが、二本格子の方が三本格子より若干高い値であった。なお、相当壁倍率は先に述べた算定方法であるため、実際の壁倍率はもっと低い値になると考えられる（おおよそ0.7倍以下）。しかしながら土塗り壁や木摺り壁の壁倍率0.5よりは大きく、開口を有する壁としては耐力要素になり得ると考えられる。

P_{120} の荷重が小さい値、つまり剛性が低いことが要因で壁倍率が小さい値となってしまっている。これは開口部を想定したつくりで部材が入っていない部分が大きく変形したものとみられる。その証拠として、写真5のように柱と窓枠の貫との接合部付近で折損している。このため、格子の違いもあまり構造性能に表れなかったと考えられる。しかしながら、参考とした「紬～final～」においては、開口部を有しつつも図2の通り剛性、耐力とも優れており、開口部を補強することによってさらなる性能の向上が図れると考えられる。

4. まとめ

木組みを用いて環境に配慮した耐力壁を考案し、構造性能を検証した結果、耐力要素になり得る性能が得られた。二本格子と三本格子の性能に明確な差は確認できなかったが、施工性、コスト面では二本格子の方が優位と考えられる。

今後の課題としては、窓枠と柱の接合部付近に集中してしまう力に対し、どのように補強して力を分散させるかを検討する必要がある。

<参考文献>

- 1) 木造耐力壁ジャパンカップ～20年の記録～, NPO木の建築フォーラム, 2022
- 2) 木造の耐力壁及びその倍率性能評価業務方法書, (公財) 日本住宅・木材技術センター