

地震に強い地域をつくる

35 ガラス格子壁の性能を知る

面格子壁は高い水平耐力を有するが、乾燥収縮や嵌合誤差によって初期剛性が低くなる傾向にある。そこで、格子内にガラスなどを挿入することで、剛性を上昇させることが知られている³⁾。また、格子材とガラスとのめり込みによる耐力負担が大きいため、格子材の間隔や寸法を大きく、かつ高い水平耐力を有する耐力壁とすることが期待できる。そこで、本項では前項の面格子よりも格子間隔を大きくし、強化ガラス(以下、ガラス)を挿入した面格子耐力壁(以下、ガラス格子壁)を提案し、その性能を示す。

a) ガラス格子壁の提案

試験体形状を図1に、使用材料を表1に示す。ガラスを格子枠あたりに1枚ずつ挿入した Type10a 試験体を3体、2枚挿入した Type10b を1体製作した。格子材と受材は 45mm×90mm のスギ材を使用し、取り付け方法は前項と同様に、格子材と受材は相欠き接合で、横入れ可能な形状とした。枠内には、緩衝材(硬質系のプラスチック、[POM:ポリオキシメチレン樹脂])をエポキシ樹脂系接着剤で固定し、ガラス t=10mm を設置した。ガラスはバックアップ材と押縁によって面外への外れを押えた。Type10b 試験体は、2枚のガラスとの間に幅5mm のスギ材を配し、ガラス同士は接触しないようにした。なお、ガラスの隅角部に応力が集中しないように、図2に示すように緩衝材の両端を枠内より 30mm 離して接着した。また、柱が面内方向に弓なりに大きく孕む(図3参照)ことが予想されるため、柱スパン中央に 90mm 角の間柱を設け、横架材は蟻仕口接合とした。横架材の断面欠損部分は、スギ材で埋め木をした。

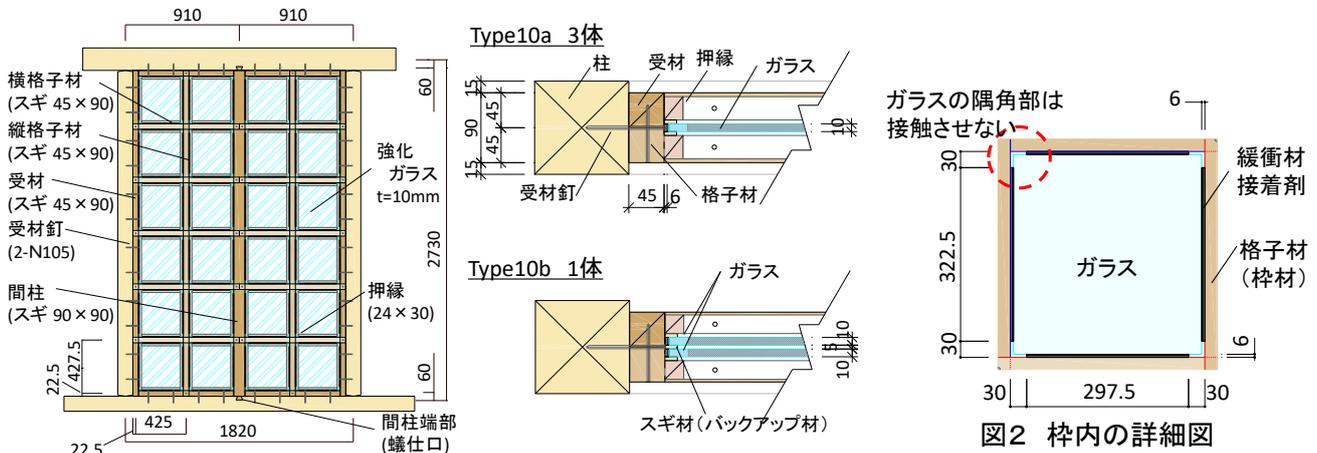


図1 面格子耐力壁(Type10)の形状

表1 使用材料

部材	種類	寸法 [mm]	備考	
格子部材	格子材	スギ 45 × 90		
	受材	スギ 45 × 90		
	間柱	スギ 90 × 90	端部-蟻仕口	
	釘	受材釘	2-N105	軸組-受材間
		格子釘	1-N75	受材-格子材間
ガラス部材	強化ガラス	-	t=10 × 346 × 371	
	緩衝材	POM	t=2	硬質系プラスチック
	接着剤	エポキシ樹脂系	4mm程度塗布	
	バックアップ材	スギ	16 × 5	酢酸ビニル樹脂系接着剤で押縁に固定
	押縁	Type10a	スギ 24 × 30	釘N38で留め付け
Type10b		スギ 24 × 24	釘N38で留め付け	

b) 耐力変形状および壁倍率

各試験体とも概ね同様の破壊性状を示した。図3に示すように、ガラスのめり込みによる抵抗により、柱の中央高さ部分が面内方向にはらむ挙動が生じた。柱の開き量の履歴を図4に示す。加力初期から柱の開きが生じて、それは軸組の水平変形とともに大きくなり、横格子材が引き抜けていった(写真1)。ガラスを枠内に2枚挿入したType10bはType10aに比べてそれらが顕著に表れている。また、軸組の変形が大きくなると、壁板が面外にはらむ挙動も見られた。

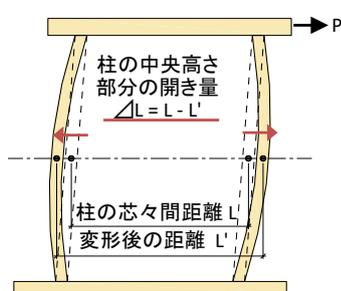


図3 柱の面内方向のはらみ

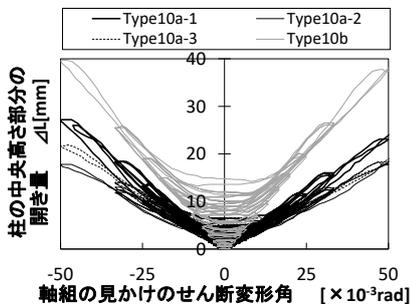


図4 柱の開き量



写真1 横格子材の引き抜け

各試験体の正加力側の包絡曲線(水平荷重—見かけのせん断変形角関係)を図5に、実験結果一覧を表2に示す。各試験体ともに、1/450rad 付近で剛性が低下した。しかし、その後も変形に伴いせん断力が上昇する傾向が見られ、1/10rad の変形を与えても、耐力は低下することはなく、靱性能の高い性能を示していることが確認できた。Type10b は柱および壁板の面内外のはらみ出しによって、ガラスのめり込み抵抗が十分に発揮されなかったために、Type10a の 1.3 倍程度の耐力増加であった値で推移していた。

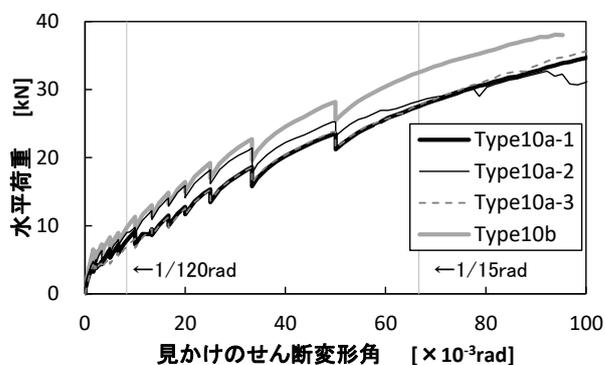


図5 包絡曲線(正加力側)

短期許容せん断基準耐力は $0.2Pu/Ds$ で決定し、低減係数を考慮していないが、壁倍率は Type10a が 2.1、Type10b は 2.3 となった。

表2 ガラス格子壁(Type10)の特性値

枠内のガラス	試験体名称	P_{max} [kN]	K [kN/10 ⁻³ rad]	δy [x 10 ⁻³ rad]	δv [x 10 ⁻³ rad]	短期許容せん断耐力Paの特性値 [kN]				各試験体の壁倍率*2
						P_y	$2/3P_{max}$	$0.2Pu/Ds$	P_{120}	
1枚	Type10a-1	27.5	0.60	26.2	41.4	15.7	18.4	7.4	7.8	2.1
	Type10a-2	28.3	0.74	22.1	34.7	16.4	18.9	8.7	9.0	2.4
	Type10a-3	27.7	0.58	27.4	43.3	15.8	18.5	7.2	6.9	1.9
	平均	27.8	0.6	-	-	16.0	18.6	7.8	7.9	
	標準偏差	0.3	0.1	-	-	0.3	0.2	0.7	0.9	
	変動係数CV	0.01	0.11	-	-	0.02	0.01	0.08	0.11	
	50% 下限値	k	0.471	0.471	-	-	0.471	0.471	0.471	0.471
ばらつき係数	0.99	0.95	-	-	0.99	0.99	0.96	0.95		
基準値	27.69	0.60	-	-	15.82	18.46	7.44	7.51	2.1	
2枚	Type10b	32.5	0.8	22.1	36.9	17.4	21.7	9.4	9.7	2.6

(*1)表中の記号を示す(1/15radまでのデータ群を用いて算出)

P_{max} : 最大せん断力 K: 初期剛性 δy : 降伏変形 δv : 完全弾塑性モデルの降伏点変形

P_y : 降伏せん断力 P_u : 終局せん断力 D_s : 構造特性係数

P_{120} : 見かけのせん断変形角が1/120rad時の耐力

(*2)壁倍率は下式より算出した。

壁倍率 = $P_a \times (1/1.96) \times (1/L) \times \alpha$

P_a : 短期許容せん断耐力(基準値内の網掛け部分は採用した値)[kN]

1.96: 倍率が1を算出する値[kN/m] L: 壁長さ [m] α : 低減係数 ($\alpha = 1$)

参考文献 (下線の文献は本項に関する発表論文等を示す)

- 1) 國分直輝: 伝統的木造建築物の補修・補強を目的とした大壁仕様土塗壁および面格子壁の力学的挙動に関する研究、東京工業大学大学院総合理工学研究科人間環境システム専攻修士論文、2016年2月
- 2) 國分直輝, 横内基, 大橋好光ほか: 歴史的町並みの地震防災対策に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、構造Ⅲ、(2016年8月発表予定)
- 3) 宋昌錫: 木質構造における透光性を有する耐力要素の開発研究、東京大学大学院農学生命科学研究科生物材料科学専攻博士論文、2009年12月