

スタックラミナパネルを用いた木・鋼ハイブリッド耐震壁の実験的研究

—その3 実大水平加力実験(柱芯間距離による影響)—

正会員	○芥川 豪 ^{*1}	正会員	増山 和憲 ^{*2}	正会員	笹谷 真通 ^{*3}
非会員	逸見 康弘 ^{*4}	正会員	後藤 一真 ^{*3}	正会員	藤原 圭吾 ^{*3}
非会員	奥村 賢史 ^{*4}	正会員	立花 正彦 ^{*6}	正会員	岡田 賢 ^{*2}
正会員	岡部 実 ^{*5}				

鉄骨造 木造 スタックラミナパネル
耐震壁 ハイブリッド構造

1. はじめに

前報その1、2に引き続き、本報では、スタックラミナパネルを用いた木・鋼ハイブリッド耐震壁の柱芯間距離を変化させた場合の実大水平加力実験を行う。

2. 実験計画および試験体形状・寸法

実験計画は表1に示すとおり、実験変数は柱芯間距離:1500mm(SFW:前報による)および3600mm(WFW)の2水準とし、これに木質パネルの有無による性状の違いを把握するために、鉄骨フレームのみの試験体(SF,WF)の2水準とする。鋼材の機械的性質を表2に示す。また木材の機械的性質は木材の素材試験結果(図3)を用いる。

試験体の形状は図1に示すとおり、試験体は実大寸法とした1層1スパンの架構であり、WFWは同一試験体を各3体、WF試験体を各1体とした合計4体製作する。ただし座屈止め材は、WFW試験体は鉄骨柱と梁にそれぞれ2か所ずつ計8箇所、1-M20の中ボルトにて接合する。

3. 実験方法および測定項目

本実験の加力計画を図1に示す。なお実験方法は柱芯間距離1500mmと同様とする。

4. 実験結果および考察

(1) 実験経過 代表的な破壊性状を写真1に示す。最終破壊形式は、せん断破壊(TypeA)および接合金物Iの木質パネルへのめり込みが顕著にあらわれたもの(TypeB)の2種類に分類される。

R=1/150まではSFW試験体と同様の現象が確認され、R=1/100以降より、接合金物Iの木質パネルのラミナ直交面への横圧縮によるめり込みがSFW試験体よりも顕著にあらわれ、同時に梁に設置された座屈止め材が回転し、木材にめり込んでいく現象が確認された。R=1/50より加力側上部接合部付近で、ラミナ材方向のめり込みによる割裂が発生し、変形が大きくなるにつれて加力側上部とその対角の脚部接合部付近ではラミナ材方向および直交方向の割裂が顕著にみられた。終局時は、WFW-1試験体は接合部端部のめり込みが著しくなることで荷重が低下したので実験を終了し、WFW-2およびWRW-3試験体は座屈止め材がめり込みその部分から木質パネルにせん断割裂が入り、終局時は木質パネルのせん断破壊により、

表1 実験計画表

パネル	スパン(m)		部材	材質	降伏点 (N/mm ²)	引張強度 (N/mm ²)	伸び率 (%)
	1.5(木材:1.2m)	3.6(木材:3.3m)					
有	SFWシリーズ(3体)	WFWシリーズ(3体)	柱	SS400	280	432	37
無	SFシリーズ(1体)	WFシリーズ(1体)	梁	SN490	422	540	29

表2 鋼材の機械的性質

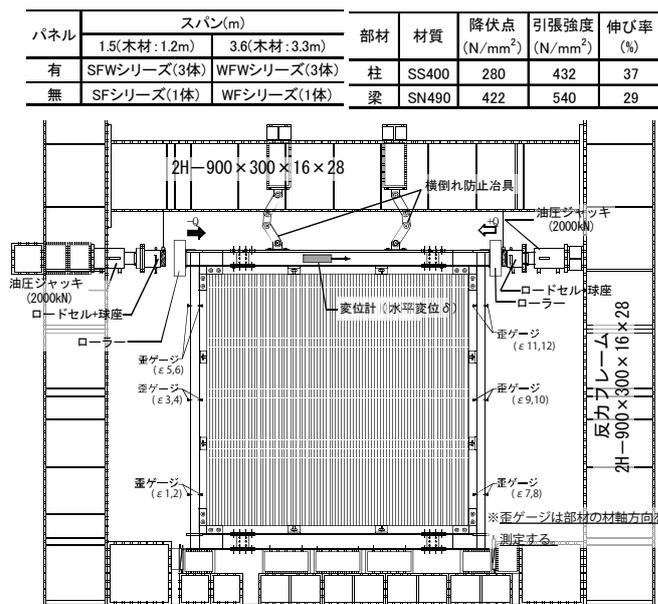


図1 実験計画および試験体図

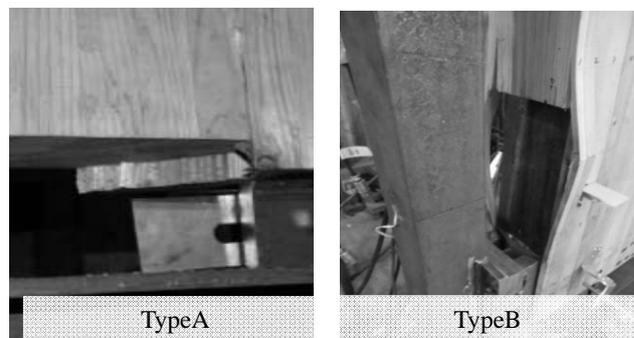


写真1 試験体の破壊状況

実験を終了した。

(2) 履歴性状

各柱芯間距離における試験体の履歴曲線を図2に示す。R=1/200付近より若干逆S字型のループが見られ始め、その後R=1/75より剛性が低下した。R=1/50以降はほぼ荷重の増加はないまま変形が進行し、R=1/20付近で最大耐力(Q_{av}=632.4kN)に達した。WF試験体は最大耐力時までSF試験体と同様の性状を示し、R=1/17に最大耐力(84.6kN)

Experimental study of wood and steel hybrid shear wall using Stuck lamina panel

(3) Experimental study of the efficiency for the column-span

Akutagawa Tsuyoshi, Masuyama Kazuaki, Sasatani Msamichi
Henmi Yasuhiko, Goto Kazuma, Fujiwara Keigo,
Tachibana Masahiko, Okada Satoru, Okabe Minoru

に達した。また木質パネル挿入した結果、最大耐力が7.5倍、初期剛性で13倍上昇した。

<耐震壁の辺長比による影響> WFW試験体の初期剛性および最大耐力は、SFW試験体に対して1.3倍程度上昇する結果となった。これは、WF試験体は鉄骨フレームの柱スパンが大きくなることにより、耐力および剛性がSF試験体よりも小さくなるが、木質パネルを挿入することにより、WFW試験体の木質パネルのせん断力負担割合がSFW試験体よりも増加することから、ハイブリッド耐震壁全体としての耐震性能が上がったものと考えられる。

(3) 構造特性係数 (Ds 値)

構造特性係数(Ds 値)は、表3に示すとおり、実験より得られた履歴曲線より枠組壁工法建築物構造計算指針⁴⁾の評価方法に基づき算出する。なお、SFW-1はR=1/48にて柱脚ダイアフラムの溶接部が破断したため、SFW-1のR=1/50以降の実験結果は評価対象から除外する。各試験体のDs値の平均値は、SFW試験体で0.51、WFW試験体は0.49となり、両シリーズで大きな差は見られなかったが、短期基準せん断耐力は両シリーズ共に終局時まで耐力低下を生じることはなく、SFW試験体は154.2kN、WFW試験体は230.0kN(いずれも平均値)であり、SFW試験体に比べてWFW試験体の方が約1.5倍上昇する結果となった。

(4) 木質パネルと鉄骨フレームのせん断力分担

鉄骨フレーム柱のひずみ測定結果より、鉄骨フレームのせん断力(ΣQs)および木質パネルが負担するせん断力を算出し、WFW試験体のWF試験体の結果との比較を行い、フレーム全体に作用するせん断力Qと、鉄骨柱より算出したQsの差分を木質パネルが負担するせん断力Qwを算出し、得られたQs、Qw及び包絡線を図3にそれぞれ示す。

SFWおよびWFW試験体については、鉄骨フレームに作用するせん断力とSFおよびWF試験体の荷重変形関係はほぼ同様の性状を示した。また試験体の弾性域における木質パネルの負担せん断力と、鉄骨柱の負担せん断力との負担割合は8:1であり、WFW試験体については9:1であった。

- 【参考文献】1) 笹谷、芥川、逸見、奥村、網野、後藤、藤原、岡部、立花：スタックラミナパネルを用いた木・鋼ハイブリッド耐震壁の実験的研究(その1、2)、2014年日本建築学会大会(近畿) 学術講演梗概集
 2) 2007年枠組壁工法建築物構造計算指針: 日本ツーバイフォー建築協会
 3) 木質構造接合部設計マニュアル: 日本建築学会

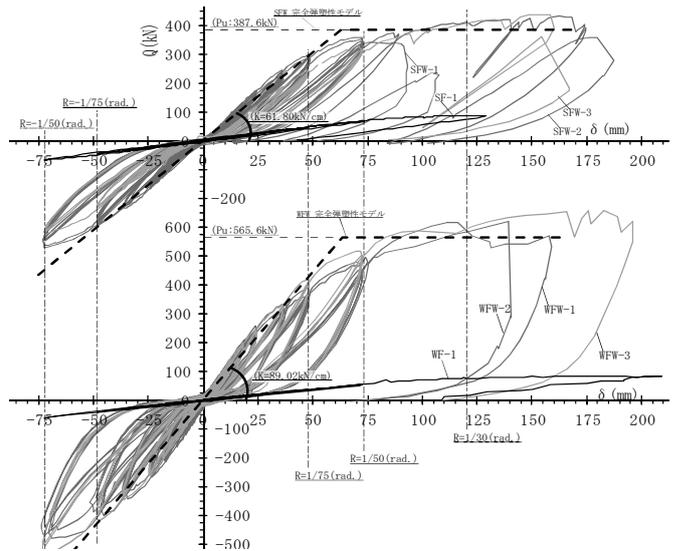


図2 履歴曲線

表3 実験結果及び各特性値

試験体名	降伏耐力 Qy(kN)	降伏変位 δy(mm)	剛性 K(kN/cm)	終局耐力 Qu(kN)	終局変位 δu(mm)	塑性率 μ	Ds値	最大荷重 Qmax(kN)	Q1/120 (kN)	短期基準せん断耐力(Qsk)(kN)	
SF	66.5	68.71	9.68	86.5	127.90	1.43	0.73	89.1	29.99	-	
WF	62.7	82.21	7.64	80.9	202.90	1.91	0.60	84.6	24.50	-	
SFW	-1	202.5	28.53	71.00	331.4	92.43	1.98	0.58	360.4	213.20	-
	-2	261.3	41.46	63.00	384.4	181.00	2.97	0.45	433.0	199.10	170.9
	-3	274.4	53.38	51.40	390.7	155.91	2.05	0.57	439.0	155.80	137.6
平均値	267.9	47.42	61.80	387.6	168.46	2.51	0.51	436.0	177.45	154.2	
標準偏差	9.3	8.43	9.85	4.5	17.74	0.65	0.08	4.2	30.62	23.5	
WFW	-1	285.6	29.86	95.66	532.1	157.90	2.84	0.46	616.7	286.40	230.2
	-2	345.9	40.08	86.31	546.5	138.90	2.19	0.54	621.2	299.70	201.3
	-3	424.0	49.82	85.10	618.3	194.90	2.68	0.48	659.3	297.80	258.2
平均値	351.8	39.92	89.02	565.6	163.90	2.57	0.49	632.4	294.63	230.0	
標準偏差	69.4	9.98	5.78	46.2	28.48	0.34	0.04	23.4	7.19	28.5	

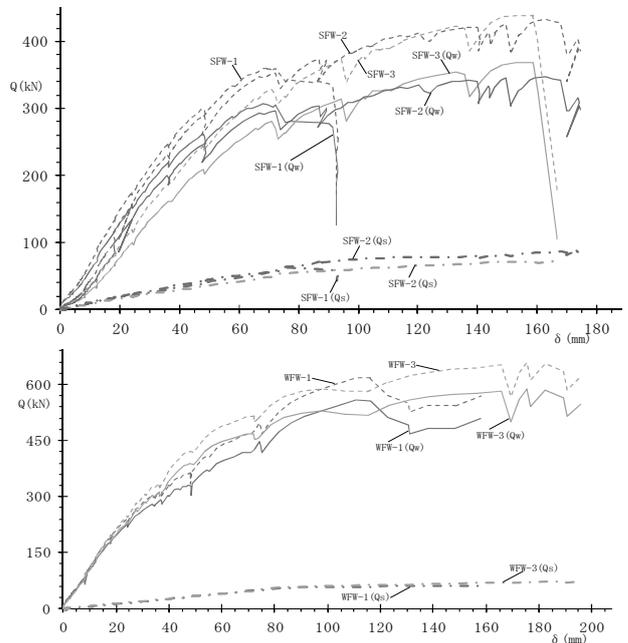


図3 せん断力分担

*1 東京電機大学大学院(現(株)エナ・テサ インコンサルタント)
 *2 東京電機大学大学院
 *3 アラップ
 *4 (株) 平成建設
 *5 ベターリビングつくば研究センター 博士(農学)
 *6 東京電機大学 教授 工博

*1 Graduate School of Tokyo Denki University
 *2 Graduate School of Tokyo Denki University
 *3 ARUP
 *4 Heisei Kensetsu Co.,LTD
 *5 Tsukuba Building Research and Testing Laboratory Center for Better Living, Dr.Agr
 *6 Prof.,Tokyo Denki University,Dr.Eng