

両面単層張り高耐力間仕切り壁の面外挙動に関する研究

キーワード：耐火間仕切り壁、曲げ変形、
面外変形、節点間縮み量

正会員 ○下氏 亮介 正会員 小林 俊夫
同 濱崎 源記 同 荒井 智一

1. はじめに

近年、壁高さが高い大空間を構成する際にも軽量鉄骨壁下地材が多く用いられるようになり、また耐火基準の観点から1時間耐火などの基準を満たすために、せっこうボードを2層張りするものも多く見られるが、比較的質量の大きいせっこうボードを上下運搬し取り付け作業を行うため、その施工に要する作業量は非常に大きいものとなっている。

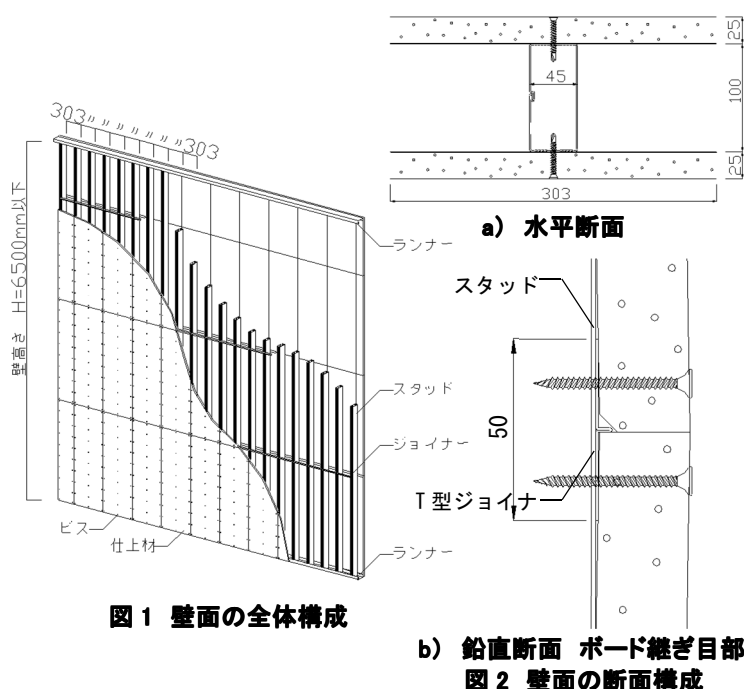
また、足場を用いた上下作業になることもあるため、労働安全管理上のリスクにもなっている。

本研究では、軽量鉄骨壁下地にせっこうボード両面単張りにて1時間耐火の耐火認定を有する仕様にて、壁高さが6mを超える壁面を構成した際に慣性力などの面外方向の外力に対し、どれ程の曲げ耐力を有しているか実験にて確認した結果について報告する。

2. 対象間仕切り壁の概要

壁面の全体構成を図1に、断面構成を図2abに示す。

スタッドは板厚が1.2mmでサイズが45mm×100mmの閉鎖型断面の部材であり、面材は板厚が25mmの強化せっこうボードとなっている。面材の長辺方向が壁面の高さ方向になるようにドリルビスで200mmピッチ以下で留め付けたものである。また、壁面の高さ方向の面材の継ぎ目には、耐火性能上重要な板厚0.6mm、幅50mmの鋼製T型ジョイナーを面材と一緒にドリルビスで留めつけたものになっている。



3. 実験概要

(1) 目地部分モデル2点加力曲げ実験

実験は壁高さ方向の面材の継ぎ目をモデル化し、支点間距離を1000mmにて、より低荷重で曲げ変形が確認できるようにスタッドと同じ板厚1.2mmのコ形断面の部材にて置換し、中央から両側に150mmずつ離れたところを加力点として、面材に圧縮力が作用する方向と引張力が作用する方向の曲げ挙動について確認した。試験状況を図3に、試験体の断面図を図4に示す。

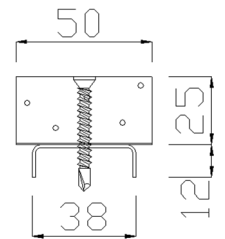
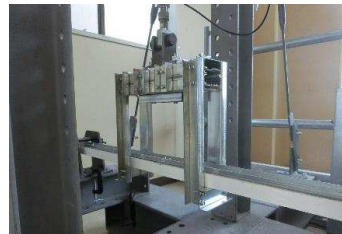


図3 目地モデル実験状況 図4 目地モデル試験体断面図

(2) 実大モデル中央集中加力実験

実験は壁高さ6.5mを想定し、中央集中加力により面外方向への曲げ変形挙動を確認するため、壁面を水平になるように試験架台に設置し、油圧シリンダーを用いて鉛直下向きに加力した。なお、面材の目地を支持スパン中央を起点に設けるように試験体を作成した。

試験体図を図5に、試験体諸元を表1に示す。

試験体のパラメータとしては、スタッドの降伏点と面材のヤング率としており、Case1-1は一般用鋼材とヤング率が高い面材を組み合わせたもの。Case1-2は一般用鋼材とヤング率が低い面材、Case1-3は高強度一般用鋼材とヤング率が低い面材、Case1-4は高強度一般用鋼材とヤング率が高い面材となっている。図6abにスタッドおよびボードの材料試験の結果を示す。

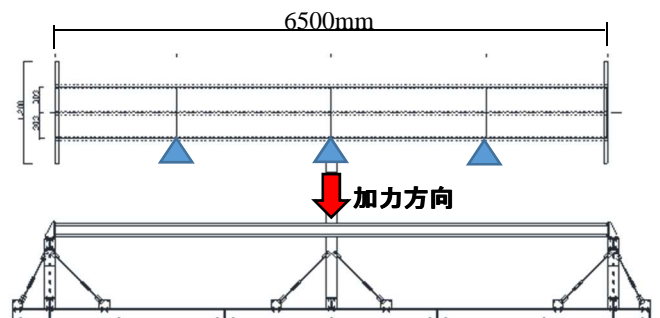


図5 実大モデル試験体図

▲：目地位置

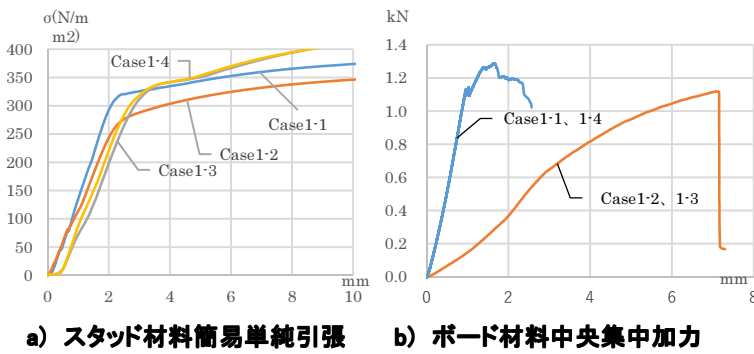


図6 材料試験結果
表1 試験体諸元

	スタッド				せっこうボード		
	鋼種	板厚 (mm)	降伏点 (N/mm ²)	ヤング率 (N/mm ²)	種別	板厚 (mm)	ヤング率 (N/mm ²)
Case1-1	SGCC	1.2	320	205000	強化 せっこう ボード GB-F	25	2320
Case1-2			280				545
Case1-3	SGC400	340	545				
Case1-4		340	2320				

4. 実験結果

(1) 目地部分モデル2点加力曲げ実験

P-δ 曲線を図7に、終局時の状況を図8abに示す。

ボード圧縮側は最大荷重が約0.7kN、引張側は約0.3kNとなった。剛性は引張側目地無しでは圧縮側とほぼ重なっているものの、目地があるものは明らかに低い挙動を示した。

既往の研究⁹⁾と同様に図4で示した断面形状にて、合成梁の曲げ剛性を算出し、ビス効率（以下結合率）αを圧縮・引張それぞれの曲線に近似させるように設定すると、圧縮結合率α_c=0.4、引張結合率α_t=0.04が得られた。

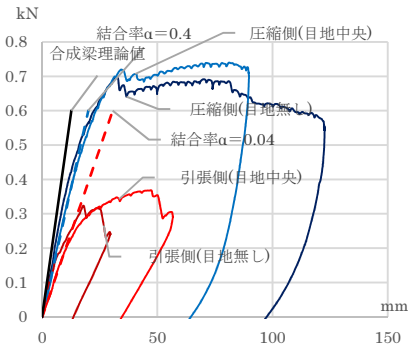


図7 P-δ曲線

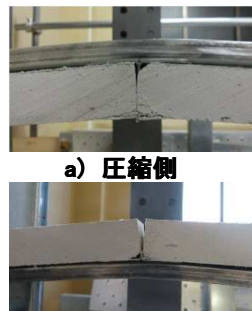


図8 終局時状況
a) 圧縮側
b) 引張側

(2) 実大部分モデル中央集中加力実験

M-δ 曲線を図9に、Case1-1の実験状況を図10a-fに示す。

既往の研究の通り、面材の曲げ剛性（ヤング率）が等しいCase1-1と1-4、Case1-2と1-3で同様の挙動を示した。

目地部分モデル実験から得られたα_c、α_tを用いて算出した合成梁の曲げ剛性EI_a (=112.3kN・m²)、EI_b (=95.7kN・m²)を比較するとそれぞれに良く合っていることが分かる。

終局曲げモーメントは、ボードのヤング率とスタッドの降伏点の高い組合せから順に Case1-4<1-1<1-3<1-2 という結果であった。

全体の曲げ応力に対するスタッドの負担分R_{st}としてEI_a、EI_bとスタッド単体の曲げ剛性EI_{st} (=90.67 kN・m²)との比率とする。これにそれぞれの降伏点を用いた全塑性モーメントを乗じて終局曲げモーメント理論値M-limを算出した。

(株)桐井製作所

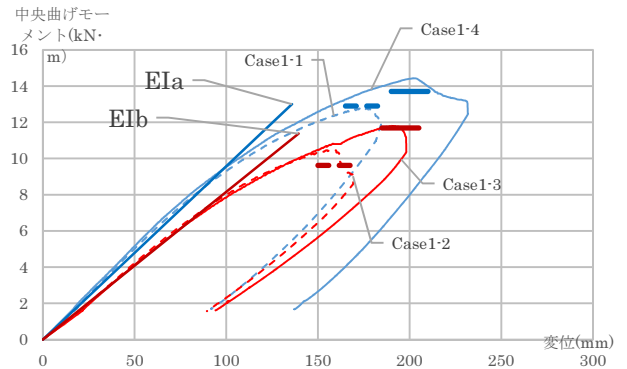


図9 実大モデル試験結果

例としてCase1-1のM-limを算出すると、

$$R_{st} = EI_{st}/EI_a = 90.67/112.3 = 0.807$$

$$M\text{-lim} = 320 \text{ (N/mm}^2\text{)} \times Z_p / 0.807 \times 3 \text{ (本)} \\ = 12.90 \text{ kN}\cdot\text{m} \text{ となる。}$$

ここで塑性断面係数Z_p=10851mm³とする。

各試験体に対応するM-limを図9に短い水平線にて示し、実験値と理論値の数値比較を表2に示す。全てのケースにおいて差異が10%以内となり、概ね一致する結果となった。

また、ランナーとスタッドの節点に着目すると、加力前後においてランナーとスタッドの空き寸法に変化を確認した。端部1では、1mm→9mm程度、端部2では、10mm→13mm程度スタッド位置が動いていることが分かった。

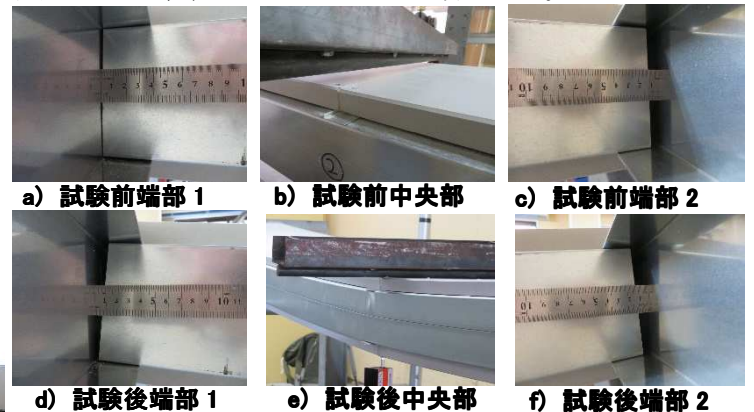


図10 実大モデル試験状況
表2 終局曲げモーメント一覧

	EI _a , EI _b (kN・m ²)	R _{st}	降伏点 (N/mm ²)	塑性断面係数 (mm ³)	M-lim (kN・m)		対比
					理論値	実験値	
Case1-1	112.3	0.807	320	10851	12.90	12.78	-0.93%
Case1-2	95.7	0.947	280		9.62	10.50	9.07%
Case1-3	95.7	0.947	340		11.69	11.80	0.96%
Case1-4	112.3	0.807	340		13.71	14.44	5.32%

5. まとめ

実験結果から以下の項目について確認した。

- ①単張り工法においてボード引張側と圧縮側の曲げ剛性の差が大きい、部分曲げ実験にて評価した結合率を用いることで全体曲げ剛性を算出できる。
- ②スタッドの全塑性モーメントを用いて実大実験の終局曲げモーメントをおおよそ算出することができる。
- ③曲げ変形によりスタッド端部の空き寸法が増加する。

【参考文献】

- 1) 相原正史他、鋼製下地を用いた壁の曲げ剛性に関する基礎的研究、本建築学会大会学術講演梗概集、pp.1551-1552、2009.8
- 2) 田中ほか、軽量鉄骨下地間仕切壁の面外静的加力実験、日本建築学会技術報告集、Vol.18、No.39、pp575-578、2012.6

Kirii Construction Materials Co., Ltd.