

軽量鉄骨間仕切り壁の材端固定による面外変位の低減に関する研究

その2 低減効果の評価

軽量鉄骨下地
ランナー

間仕切壁
スタッド

非構造部材
静的加力実験

正会員
同上

○梅野 友里*¹
間山 佳寿美*²

正会員 下氏 亮介*²
同上 小林 俊夫*³

1. はじめに

スタッド端部をビス接合により簡易にランナーへビス留めした比較実験の結果について、その1で報告を行った。その2ではスタッド端部をランナーへビス接合した効果を、回転剛性として評価した時の面外変位への補強効果について報告する。

2. 回転剛性 K の導出

図1に示す、両端補強梁に中央集中加力した場合を例に解析方法を述べる。

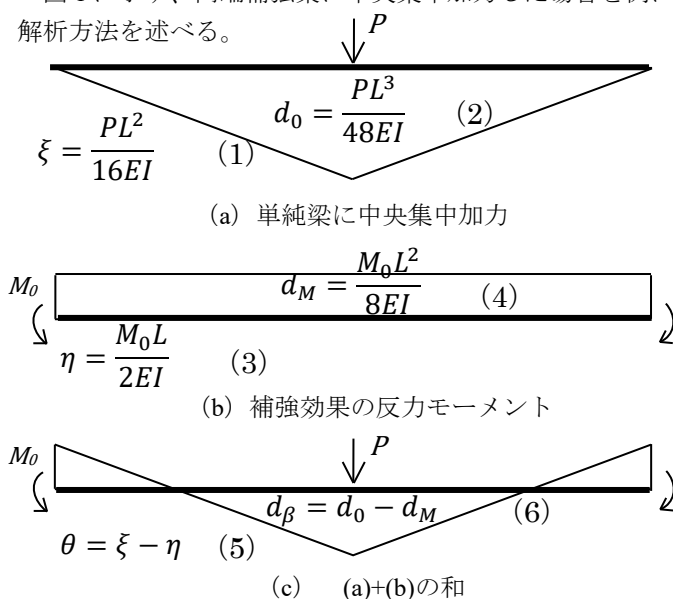


図1 各種条件による端部回転角と中央変位

端部回転剛性 K を表記単純化のため

$$K = \beta \times EI / L \quad (7)$$

と書く。

$$M_0 = K\theta \quad (8)$$

(8) 式より、(5) 式さらに (1)、(3) 式を代入し (7) を用いて M_0 を求めると

$$M_0 = PL \frac{\beta}{8(\beta + 2)} \quad (9)$$

が求まる。補強による中央変位低減効果は (6) 式を参考にすると (4) 式で与えられる。

$$d_M = \frac{PL^2\beta}{64EI(\beta + 2)} \quad (10)$$

スタッド中央の変位に注目すると、(6) で与えられる補強時の変位を d_β とすれば、無補強時の剛性 (K_0) に対する補強時の剛性 (K_β) の比 (ζ) は

$$\begin{aligned} \zeta &= \frac{K_\beta}{K_0} = \frac{d_0}{d_\beta} = \frac{d_0}{d_0 - d_M} = \frac{1}{1 - \frac{d_M}{d_0}} \\ &= \frac{1}{1 - \frac{3\beta}{4(\beta + 2)}} = \frac{4\beta + 8}{\beta + 8} \end{aligned} \quad (11)$$

で与えられる。実験結果から求められる ζ を用いて、 β が求まり (7) 式より K が求まる。

同様の手続きで片側補強の場合、さらに均等分布加力の場合の補強効果を求めることが出来る。

その1にて、実験結果より算出した剛性値を用いて、65形および100形の片側補強・両側補強の補強時剛性比 ζ 、端部補強回転ばね剛性比 β 、端部回転剛性 K を表1に示す。

表1 中央加力実験の分析 (スタッド3本)

試験条件	壁仕様	スタッド材	JIS WS65		JIS WS100	
		スタッド長	4000		5000	
		ボード	無		無	
		荷重条件	中央集中		中央集中	
試験結果	補強場所	片側補強	両側補強	片側補強	両側補強	
	K_β	43.86	46.36	55.83	61.58	
面外剛性比	K_0	41.16		53.48		
	$\zeta = \frac{K_\beta}{K_0}$	$\frac{16(\beta+3)}{7\beta+48}$	$\frac{4(\beta+2)}{\beta+8}$	$\frac{16(\beta+3)}{7\beta+48}$	$\frac{4(\beta+2)}{\beta+8}$	
端部回転剛性比	評価結果	1.0655	1.1262	1.0438	1.1514	
	β	$\frac{48(\zeta-1)}{16-7\zeta}$	$\frac{8(\zeta-1)}{4-\zeta}$	$\frac{48(\zeta-1)}{16-7\zeta}$	$\frac{8(\zeta-1)}{4-\zeta}$	
	平均	0.3683	0.3514	0.2421	0.4253	
端部回転剛性 $K = \beta \times EI / L$	平均	0.3599		0.3337		
		5.0529E+06	4.8214E+06	6.7431E+06	1.1846E+07	
		平均	4.9371E+06	平均	9.2948E+06	

また、65形および100形の片側補強・両側補強に対して、中央集中加力・均等分布加力の補強効果 r を表2(a)(b)に示す。

表2 (a) 中央集中加力・均等分布加力の効果 (65形)

試験条件	壁仕様	スタッド材	JIS WS65			
		スタッド長	4000			
		ボード	無			
		補強場所	中央集中		均等分布	
補強効果	荷重条件	片側補強	両側補強	片側補強	両側補強	
	$r = \frac{d_M}{d_0}$	$\frac{9\beta}{16(\beta+3)}$	$\frac{3\beta}{4(\beta+2)}$	$\frac{3\beta}{5(\beta+3)}$	$\frac{4\beta}{5(\beta+2)}$	
		評価結果	0.0615	0.1121	0.0656	0.1196

表 2 (b) 中央集中加力・均等分布加力の効果 (100 形)

試験条件	壁仕様	JIS WS100			
	スタッド長	5000			
	ボード	無			
	補強場所	中央集中		均等分布	
補強効果	荷重条件	片側補強	両側補強	片側補強	両側補強
	$r = \frac{d_M}{d_0}$	$\frac{9\beta}{16(\beta+3)}$	$\frac{3\beta}{4(\beta+2)}$	$\frac{3\beta}{5(\beta+3)}$	$\frac{4\beta}{5(\beta+2)}$
	評価結果	0.0420	0.1315	0.0448	0.1403

3. 面外変位の低減効果の評価

ビス接合による補強効果を、補強効果による変位量 d_β を補強が無い場合の変位量 d_0 で除した数値で評価し、これを縦軸に、横軸に β としたグラフを図 2 に示す。図 2 に補強がない場合の変位量を 100%とした時の実験結果から得られた中央変位量割合は以下程度となる。

65 形：片側補強 94%、両側補強 89%

100 形：片側補強 96%、両側補強 87%

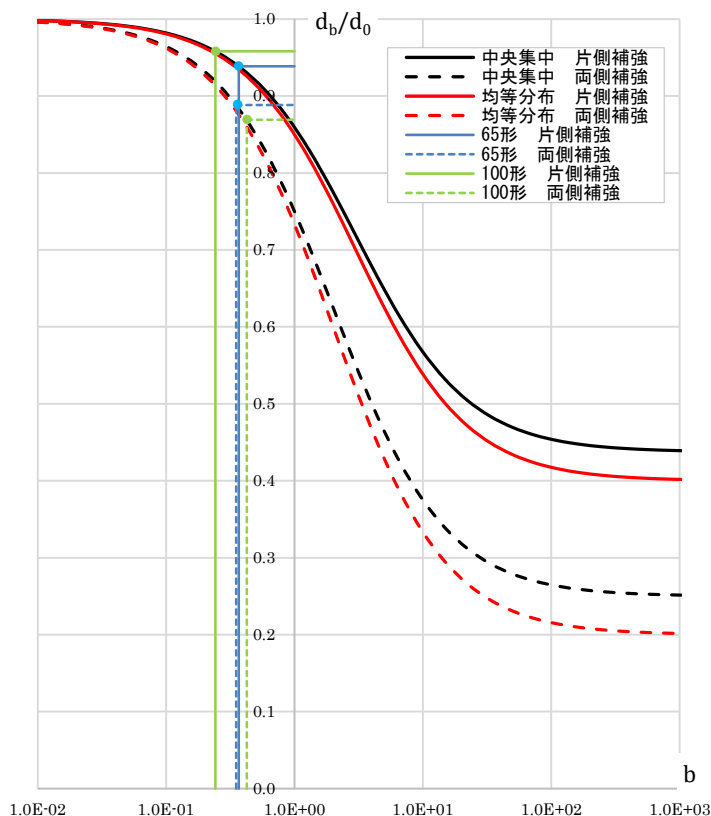


図 2 スタッド端部補強効果 中央変位比

またビス接合による補強効果を、補強効果による変位減少量 d_m を両端固定の変位減少量 $d_{m\infty}$ で除した数値で評価し、これを縦軸に、横軸に β としたグラフを図 3 に示す。図 3 より両端固定の変位減少量を 100%とした時の実験結果から得られた補強効果は、以下程度となる。

65 形：片側補強 10.9%、両側補強 14.9%

100 形：片側補強 7.5%、両側補強 17.5%

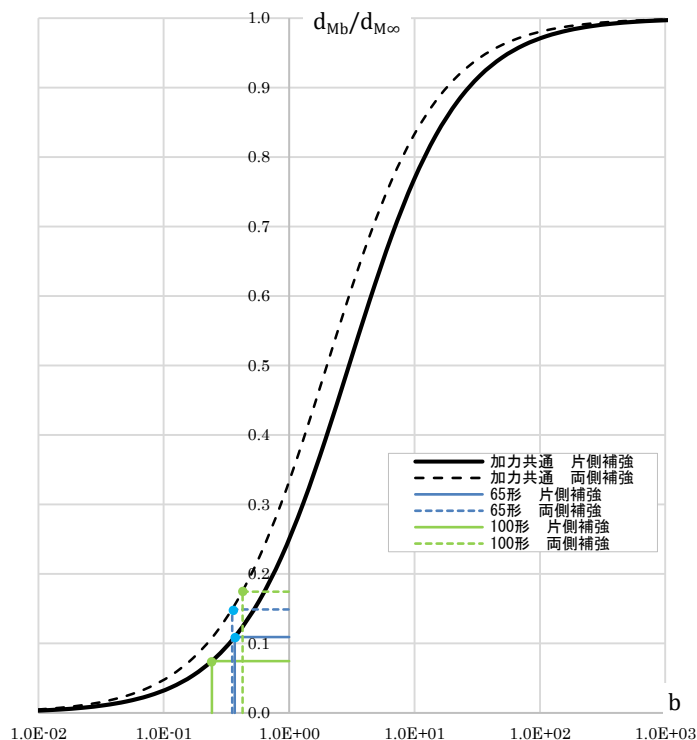


図 3 スタッド端部補強効果 中央変位減少分比

4. スタッドの断面二次モーメント I について

無補強時の実験値をたわみ式 ($PL^3/48EI$) に代入し、ヤング率 (E) を 205000N/mm^2 として、スタッド 1 本あたりの I を算出した。これをスタッドの断面形状より計算した断面二次モーメントの数値と比較した結果を表 4 に示す。

表 3 断面二次モーメントの比較

試験条件	壁仕様	JIS WS65	JIS WS100
	スタッド長	4000	5000
	補強場所	無補強	無補強
実験結果	荷重条件	中央集中	中央集中
	(EI) (**)	$5.4879\text{E}+10$	$1.3928\text{E}+11$
	I (1本分)	$8.9234\text{E}+04$	$2.2648\text{E}+05$
(E = 205000として)		カタログ値: $8.7930\text{E}+04$	カタログ値: $2.2930\text{E}+05$

スタッドの断面積より算出した断面二次モーメントの数値と試験値が近似することを確認した。

5. まとめ

その 1 にて確認した実験値より、回転剛性 K をスタッドの曲げ剛性 (EI/L) に対する比として求めることで、以下の知見を得た。

中央集中加力の実験結果から均等分布加力の補強効果を算出すると JIS65 形の場合、片側補強 6.56%、両側補強 11.96%、JIS100 形の場合、片側補強 4.48%、両側補強 14.03%、程度であった。これ以上の補強効果を求める場合は、簡易にスタッドをランナーにビス留めする方法に替えて何らかの本格的な補強が必要になる事が分かった
 〈参考文献〉 株式会社桐井製作所 HP: カタログデータ一覧 (鋼製下地カタログ ver202108),
https://www.kirii.co.jp/download/dw/catalog/koseishitaji/book/index.html#target/page_no=81, 2022. 04. 04 参照

*1 桐井製作所 修士 (学術)

*2 桐井製作所

*3 桐井製作所 工学博士

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng.

*2 Kirii Construction Materials Co., Ltd

*3 Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.