

軽量鉄骨下地間仕切り壁の面内方向の耐震性に関する研究

その3 要素実験とユニット実験との相関の検証

軽量鉄骨下地 間仕切り壁 面内方向挙動
層間変位 摩擦力 静的加力

1. はじめに

前稿その2にて、構成部材各部の接触面の部分モデルによる加力実験にて摩擦力の多寡の要因となるパラメータを確認した。

このパラメータを用いて、その1にて確認した各ユニット実験での挙動との関係性と層間変位作用時挙動で確認した回転挙動を生じさせない条件および設計を行い、設計に基づいた実験にて、接触による損傷危険性のない回転挙動をしない仕様の実現性を検証する。

2. ユニット実験と要素実験の整合検証

その1にて実施した慣性力および層間変形ユニット実験から得られた試験体挙動を、その2にて得られた要素実験の結果(表1)を用いてその整合性を検証する。

表1 要素別摩擦耐力一覧

	F1	F2	F3
水平方向	170 N/箇所	12.5 N/箇所	※ N/箇所
鉛直方向	— N/本	10 N/箇所	62.5 N/箇所

※ボードビスの留付け位置L (mm)に基づく荷重値 $F3 = 114 - 0.6 * L$

各ユニット実験のパラメータに要素実験から得られた各部の摩擦力を計算したものを表2にまとめた。

また、整合を検証するにあたって慣性力および層間変位の各ユニット実験での加力荷重と各支持部における反力の状態を図1に示すように想定する。

横すべり挙動に対する抵抗力としては①②それぞれの $FH(N)$ が組み合わさせて作用するものと考える。(図1a)

回転挙動に対する抵抗力としては回転支点を中心とした転倒モーメント M が $\text{①}FH(N) \times \text{壁高さ } h(\text{mm})$ として作用し、反対回りの抵抗モーメント Mr が $FV(N) \times \sum l_i(\text{mm})$ (l_i : 回転支点から各スタッドまでの水平距離) としては作用するものと考える。(図1b)

表2 ユニット実験試験体諸元および

要素別摩擦力計算値一覧

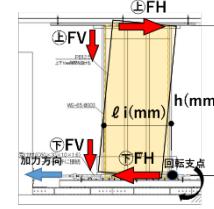
Case	上部クリアラ ンス (mm)	スタッド本数 (本)	ビス位置 L(mm)	接触面 (上端)	接触面 (下端)	ボード幅 (mm)	摩擦力計算値 (N)											
							水平方向 (上端) : ①FH			水平方向 (下端) : ②FH			鉛直方向 (上端) : ①FV			鉛直方向 (下端) : ②FV		
							①FH1	①FH2	①FH3	②FH1	②FH2	②FH3	①FV1	①FV2	①FV3	②FV1	②FV2	②FV3
①-1	10	4	30	2	2	910	-	100	768	680	100	768	-	80	500	-	80	500
①-2	10	7	30	2	2	1820	-	175	1344	1190	175	1344	-	140	875	-	140	875
①-3	10	8	30	2	2	2121	-	200	1536	1360	200	1536	-	160	1000	-	160	1000
①-4	20	7	30	2	2	1820	-	175	1344	1190	175	1344	-	140	875	-	140	875
①-5	10	7	30	0	2	1820	-	175	0	1190	175	1344	-	140	875	-	140	875
①-6	10	7	100	2	2	1820	-	175	756	1190	175	756	-	140	875	-	140	875
②-1	10	4	30	2	2	910	-	100	768	680	100	768	-	80	500	-	80	500
②-2	10	8	30	2	2	2121	-	200	1536	1360	200	1536	-	160	1000	-	160	1000
②-3	0	4	30	2	2	910	680	100	768	680	100	768	-	80	500	-	80	500
②-4	10	4	30	2	2	910	-	100	768	680	100	768	-	80	500	-	80	500
②-5	10	4	30	2	2	910	-	100	768	680	100	768	-	80	500	-	80	500

正会員 ○下氏亮介*1
同上 小村祐太郎*1

正会員 中田紗綾*1
同上 小林俊夫*2



a) 慣性力実験



b) 層間変位実験

図1 摩擦力作用イメージ

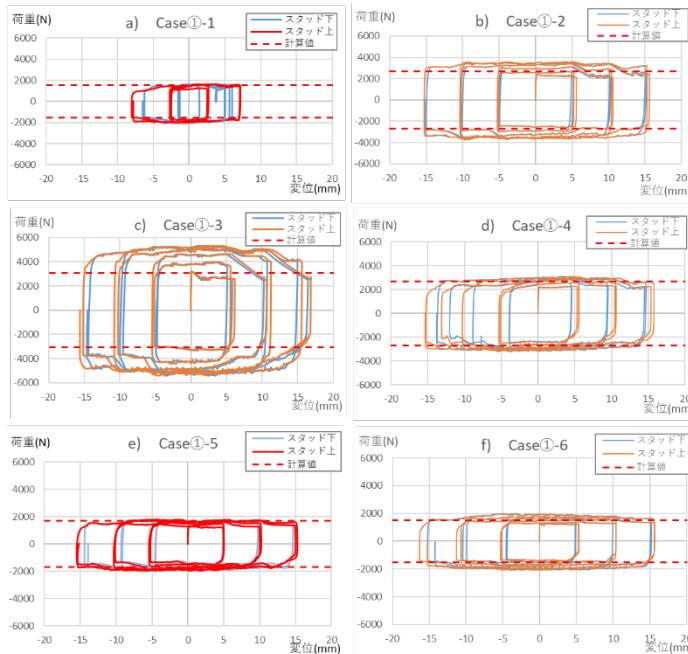


図2 慣性力ユニット実験における摩擦力計算値の比較

・慣性力作用時実験との整合の検証

Case①-1～①-6 の P – δ 曲線に表2の①FH1～①FH3、②FH1～②FH3 のそれぞれの最大値(表内太字)を足した値を重ねたものを図2a～fに示す。

Case①-3を除く、実験において測定した横すべり荷重値と要素試験から求めた水平方向摩擦耐力が概ね合っていることが分かる。

・層間変形作用時実験との整合の検証

Case②-1において、転倒モーメント M と抵抗モーメント Mr を求めると、 $M > Mr$ となっている。

転倒モーメント $M = 768N(\textcircled{1}FH) \times 2010\text{mm}(h) = 1.544\text{kNm}$
抵抗モーメント $Mr = 250N(FV) \times 1820\text{mm}(\sum \ell_i) = 0.455\text{kNm}$

また、転倒モーメントと抵抗モーメントの差分を $h(\text{mm})$ で除した値は、 $1.089\text{kNm}/2010\text{mm} = 542\text{N}$ となり、 $P-\delta$ 曲線（図3）に重ねると、回転時の荷重値と概ね一致している。

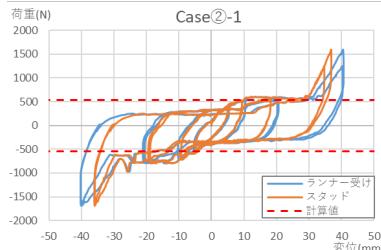


図3 Case②-1 の $P-\delta$ 曲線

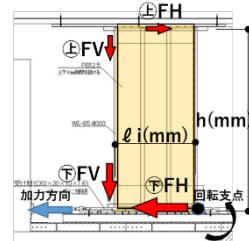


図4 回転を生じない
摩擦耐力状態

慣性力および層間変位のユニット実験の挙動と要素実験から得られた摩擦力の相関より、層間変位作用時に部材同士の接触による損傷の危険性を確認した、回転挙動を生じさせない機構としては、転倒モーメントのつり合いから「水平方向の摩擦耐力： $\textcircled{1}FH \times h < \text{鉛直方向の摩擦耐力} : FV \times \sum \ell_i$ 」とし、壁の回転を生じさせず、「上端部の水平方向摩擦力耐力： $\textcircled{1}FH << \text{下端部の水平方向摩擦力耐力} : \textcircled{3}FH$ 」と設計することで、下部は滑らかに軸体に追従し上部はランナー内を滑る機構と出来ると考える。（図4）

3. 回転挙動を抑制した試験体での層間変位作用時の実験

上端部の水平方向摩擦力： $\textcircled{1}FH$ を減少させ、転倒モーメント M を鉛直方向摩擦力： FV による抵抗モーメント Mr 未満とする機構として、写真1c,dおよび表3のパラメータのように、上端部のランナーに石膏ボードを掛からないようにし、下端部の石膏ボードとビス位置： $L=30\text{mm}$ とする試験体を作成し、想定した挙動を示すか確認する。

3-1 試験体では、転倒モーメント $M = 100N \times 2010\text{mm} = 0.201\text{kNm}$ となり、抵抗モーメント $Mr = 145N \times 1820\text{mm} = 0.264\text{kNm}$ となるため回転が生じず、

3-2 試験体では、転倒モーメント $M = 175N \times 2010\text{mm} = 0.352\text{kNm}$ となり、抵抗モーメント $Mr = 145N \times 6360\text{mm} = 0.922\text{kNm}$ となるため、回転挙動が生じる前に上端部の摩擦が切れることにより横すべり挙動が生じる設計とした。

表3 回転を生じないユニット実験試験体諸元および
要素別摩擦力計算値一覧

Case	上部クリアランス (mm)	スタッド本数 (本)	ビス位置 L (mm)	接触面 (上端)	接触面 (下端)	ボード幅 (mm)	摩擦力計算値 (N)											
							水平方向 (上端部) : ①FH			水平方向 (下端部) : ⑦FH			鉛直方向 (上端) : ②FV					
							①FH1	①FH2	①FH3	⑦FH1	⑦FH2	⑦FH3	②FV1	②FV2	②FV3			
3-1	10	4	30	0	2	910	-	100	0	680	100	768	-	80	0	-	80	500
3-2	10	7	30	0	2	1820	-	175	0	1190	175	1344	-	140	0	-	140	875

*1 桐井製作所

*2 桐井製作所 工学博士

・実験結果

3-1 および 3-2 試験体の $P-\delta$ 曲線を図5に、実験状況を写真1a-dに示す。

3-1 では概ね 100N 程度で横すべり挙動が生じており、スタッド上下の変位差もほぼ生じていないため回転挙動が発生していないことが確認できた。3-2 でも同様に概ね 175N 程度で横すべり挙動が生じていることを確認した。

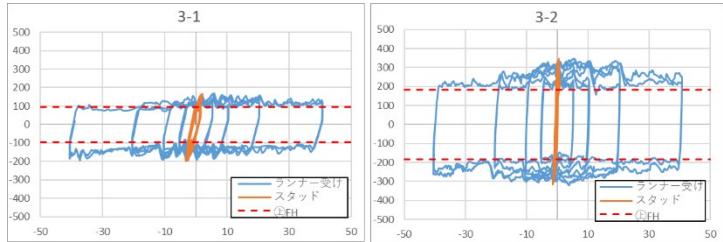


図5 Case3-1, 2 の $P-\delta$ 曲線



写真1 Case3-1, 2 の実験状況

4. まとめ

面内方向の力学的特性について加力実験を行い、以下の知見を得た。

要素実験から得られた各部の摩擦力がユニット実験の測定荷重値とよく合うことが分かった。

これより、ボードビスの留付け位置やボードの掛かりの有無等の要素により、上下端部の水平方向と鉛直方向の摩擦抵抗力を設計することが出来るため、層間変形発生時に回転挙動を生じることなく、上部ランナーの中をスタッドが滑り、軸体の変形と追従する仕様の設計を行い、実験により想定とする挙動を確認できた。

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd.

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