

天井に生じる慣性力を負担する壁に関する研究

(その3) 垂直施工した鋼製下地壁の水平加力試験

鋼製下地 壁支持 水平加力試験
天井

1. はじめに

前報に引き続き、本報では天井に生じる慣性力を負担する壁（以下、負担壁）を垂直に設置し、壁幅を大きくしてより実状に近づけた試験体に対して水平加力を実施した結果を報告する。

2. 実験概要

(1) 試験体

試験体は幅約2400mm、高さ4000mmの鋼製下地壁であり、天井懷寸法は1300mmを想定した。試験パラメータはスタッド寸法（JIS90形、65形）および仕上材高さ（石膏ボード全高張り：4000mm、天井高張り：2700mm）であり、試験体数は4体である。（その1）で報告したランナー強度試験の結果を考慮し、スタッドと上部ランナーのクリアランスは15mm、仕上材は両面張りで統一した。表1に試験体一覧を、図1に試験体図を示す。

(2) 加力方法

天井施工位置を想定した高さ2700mmの位置にジャッキを2本設置し、外形19mmの角形鋼管を介し変位制御で水平方向に加力した。また、加力梁の重量をキャンセルするためにカウンターウェイトを設置した。加力フレームを図2に示す。

加力は片振幅繰返し加力とした。天井懷寸法の1300mmを基準とし、天井懷寸法の1.0%、1.5%、3.0%でそれぞれ2回繰返し加力を行った。なお、加力中に荷重低下した場合は繰返しを行わず、そのまま押し切り加力に切り替えた。

(3) 計測項目

試験体の水平荷重をジャッキに取り付けたロードセルにて計測した。また、LGS壁の下部から1000mm、2000mm、2700mm（加力高さ）、4000mm位置の水平変形を加力フレームに設置したレーザー変位計で計測した。

3. 実験結果

図3、4に加力高さ位置における荷重-変形関係を示す。

正会員 ○引田 真規子 ^{*1}	正会員 田上 淳 ^{*1}
同上 金子 貴司 ^{*1}	同上 梅野 友里 ^{*2}
同上 植原 均 ^{*1}	同上 下氏 亮介 ^{*2}
同上 穂山 靖司 ^{*1}	同上 小林 俊夫 ^{*2}

(1) Case3-1（スタッド JIS90形、仕上材高さ 4000mm）

図3のa点に達したところでスタッドの加力高さ位置で局部座屈し（写真1）、荷重が低下した。加力終了後にボードを撤去すると、8本のスタッド全てがほぼ同じ高さで局部座屈していた（写真2）。

(2) Case3-2（スタッド JIS90形、仕上材高さ 2700mm）

図3のb点でスタッド上端が回転し始め、c点で全てのスタッド上端が90度回転した（写真3）。さらに加力を続けると、d点でスタッドが加力高さ位置で局部座屈するまで荷重が上昇した。

(3) Case3-3（スタッド JIS65形、仕上材高さ 4000mm）

図4のe点では、Case3-1のa点と同様に、スタッドが加力高さ位置で局部座屈したため荷重が低下した。

(4) Case3-4（スタッド JIS65形、仕上材高さ 2700mm）

図4のf点では、Case3-2のb点と同様にスタッドが回転し始めた。g点では8本全てのスタッド上端が回転したが、回転角度は90度に達しておらず、h点で全てのスタッド上端が完全に90度回転した。

(5) 考察

表2に各繰返しサイクルにおける単位壁幅（1m）あたりの剛性と、1%振幅2サイクル目に対する剛性比率を、表3に最大荷重値と損傷状況を示す。

1%振幅1サイクル目は2サイクル目よりも剛性が低いが、最初の加力サイクルであり試験体の部材同士が馴染んでいないためと考える。JIS90形は65形に比べ、初期サイクルの剛性は2倍近く高いが、繰返しによる剛性低下が大きいことがわかる。

仕上材全高張りに対し、天井高張りの剛性はJIS90形・65形ともに7割程度、最大荷重は5割以下であった。また、全高張りケースでは、最大荷重がスタッドの曲げ降伏荷重を上回っており、仕上材によるスタッドの捩れ拘束効果が負担壁の剛性・耐力に大きく寄与していると言える。

表1 試験体一覧

Case	幅 (mm)	高さ (mm)	スタッド	仕上材高 (mm)	スタッドピッチ (mm)	仕上材	スペーサーピッチ (mm)	クリアランス (mm)	ランナー補強	スタッド降伏耐力 (kN)※	ランナー降伏耐力 (kN)※
3-1	2421	4000	JIS90	4000	303	PB12.5 両面張り	600	15	無	9.25	5.81
3-2				2700							
3-3			JIS65	4000							
3-4				2700						6.13	

※各部材の最大耐力が生じる際の水平荷重を表している。素材の降伏耐力は規格値を使用。

（スタッドは両端ピンで捩れがないと仮定した場合の曲げ耐力、ランナーは片側フランジに全せん断力が集中すると仮定して算出。）

(その2)で報告した簡易試験において、全高張りケースではランナーからスタッドが外れ終局に至ったが、本件では同現象は見られず、スタッドが局部座屈して終局となった。これは、試験体設置状況およびスペーサー配置の違いが一因であると考えられる。また、Case3-1~3ではランナー降伏が想定された水平荷重を超えて目立った損傷は認められなかった。ランナー耐力については、今後詳細な検討が必要である。

表3には、最大荷重点と原点を結んだ単位壁幅あたりの割線剛性より求めた振幅1.5%時の荷重を示す。仮に単位重量200N/m²の天井で換算すると、Case3-1では11.5mの奥行きの天井の水平加速度1Gにあたる慣性力に相当する

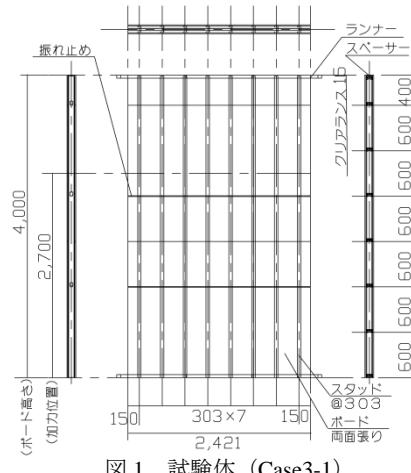


図1 試験体 (Case3-1)

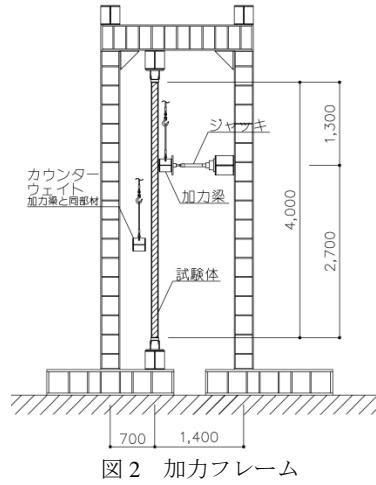


図2 加力フレーム

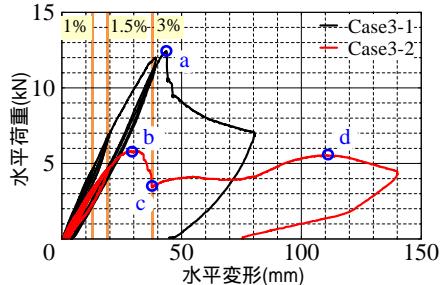


図3 荷重-変形関係 (JIS90形)

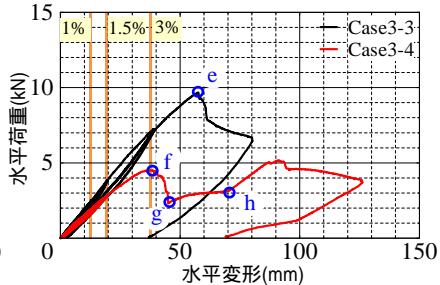


図4 荷重-変形関係 (JIS65形)

表2 各ケースの単位壁幅(1m)あたりの剛性比較

Case	3-1		3-2		3-3		3-4	
	振幅	cycle	剛性 (kN/mm/m)	比率	剛性 (kN/mm/m)	比率	剛性 (kN/mm/m)	比率
1%	1	0.150	0.94		0.107	0.91	0.080	0.94
	2	0.159	1		0.119	1	0.086	1
1.5%	1	0.152	0.96		0.108	0.91	0.084	0.99
	2	0.154	0.97		0.113	0.95	0.085	1.00
3%	1	0.131	0.82	-	-	-	0.079	0.93
	2	0.135	0.85	-	-	-	0.081	0.94

表3 最大荷重と損傷状況

Case	最大荷重 (kN)	最大荷重時の変形 (mm)	最大荷重／スタッド降伏荷重	1.5%振幅における単位壁幅あたりの荷重(kN/m)	支持可能な天井奥行 (m)*	最大荷重時の損傷状況
3-1	12.45	43.52	1.36	2.30	11.5	スタッドの局部座屈
3-2	5.84	28.99	0.63	1.62	8.1	スタッド上端の曲げ捩れ座屈
3-3	9.68	57.55	1.58	1.35	6.8	スタッドの局部座屈
3-4	4.51	37.48	0.74	0.97	4.8	スタッド上端の曲げ捩れ座屈

*天井重量を200N/m²、天井水平加速度1Gを想定

*1 鹿島建設株式会社

*2 桐井製作所

荷重となり、限られた規模の居室であれば壁支持天井が採用できる可能性がある。

4. まとめ

天井に生じる慣性力を負担する周囲壁の支持耐力算定に資するため、鋼製下地壁の水平加力試験を行った。これにより、仕上材の捩れ拘束効果により最大荷重がスタッド降伏荷重を大きく上回ると考えられ、効果的な設計を行うには仕上材耐力の適正評価が重要であることが明らかとなった。また、JIS90形は65形に比べ初期剛性は高いが、繰返しによる剛性低下が大きくなることが確認された。

[参考文献] (その1)にまとめて示す。

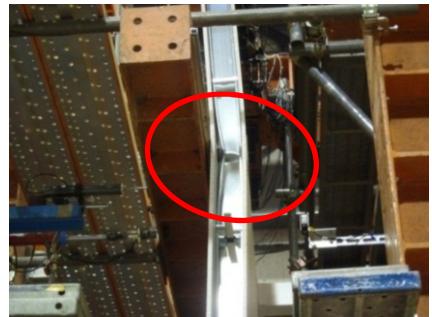


写真1 スタッドの加力高さ位置における局部座屈 (Case3-1)



写真2 仕上材撤去後の状況 (Case3-1)

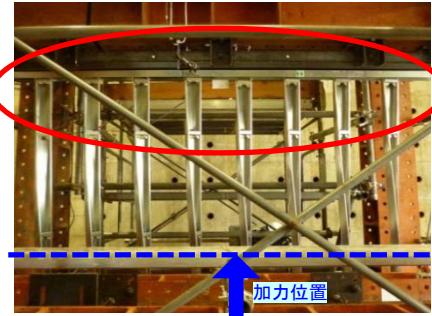


写真3 スタッド上端の曲げ捩れ座屈 (Case3-2)