

天井面構成部材等の耐震性に関する研究

(その1) 天井ユニット試験1

正会員 ○楳田 祐也*¹ 正会員 小林 俊夫*²
正会員 野曾原 瑞樹*¹ 正会員 荒井 智一*³

天井面構成部材 耐震天井 静的水平載荷
天井ユニット試験 在来天井 鋼製天井下地

1. はじめに

既往の研究¹⁾²⁾で筆者らは、天井の耐震性能に関する検討を行いその性能を確認しており、近年の東日本大震災等の地震による天井の破損・脱落等の被害からも、その安全性が更に重要視されている。

天井による被害から、国土交通省では、建築基準法施工令の一部を改正し、同政令に基づく天井脱落対策に関する告示や解説書(以下、技術基準解説書³⁾)・設計例が公表され、新たに天井の試験基準が設けられた。

そこで本研究では、天井の耐震性能に関する更なる知見収集と技術基準解説書に基づく性能確認試験を行った。

本報では、耐震性を考慮した鋼製天井下地(以下、在来天井)の一方方向静的水平載荷試験(以下、天井ユニット試験)を行い、天井全体の許容耐力及び剛性の評価をする為の知見収集について報告する。

2. 試験概要

2.1 試験体の仕様

表1に試験体仕様を示す。図1~2に試験体概要図を示す。試験体は、在来天井(JIS19形・JIS25形)を用い、幅2,000×長さ2,000mm、天井懐H=1,000mmの実物部分天井とした。また、試験体はクリップ等の各接合部及びブレース材で破壊しない材料を選定し、天井面剛性の比較をする為、野縁の組合せ(S・W)と施工ピッチ・加力方向の3種を組合せた計16体とした。

2.2 測定方法

加力側縁の天井面(石膏ボード t9.5)にC型鋼をボルト締めした加力治具を設置し、治具中央を油圧ジャッキで水平加力した。加力レベルはロードセルにより測定し、変位は変位計により測定した。

表1 試験体仕様

試験体NO.	材料仕様	野縁詳細		加力方向
		野縁組合せ ^{※2}	施工ピッチ @ (mm)	
NO.1	【JIS19形】(吊りボルト@900) ・野縁受け: CC-19@900	W	303	野縁
NO.2	・野縁: CS-19(S・W混合時)	S・W	303	
NO.3	CW-19	W	364	
NO.4	・ハンガー: CC-19用ハンガー	S・W	364	
NO.5	・クリップ: CS-19用クリップ(S・W混合時)	W	303	野縁受け
NO.6	CW-19用クリップ	S・W	303	
NO.7	・補強クリップ: Power-Sクリップ(S・W混合時)	W	364	
NO.8	Power-Wクリップ	S・W	364	
NO.9	【JIS25形】(吊りボルト@900) ・野縁受け: CC-25@900	W	303	野縁
NO.10	・野縁: CS-25@ (S・W混合時)	S・W	303	
NO.11	CW-25@	W	364	
NO.12	・ハンガー: CC-25用ハンガー	S・W	364	
NO.13	・クリップ: CS-25用クリップ(S・W混合時)	W	303	野縁受け
NO.14	CW-25用クリップ	S・W	303	
NO.15	・補強クリップ: Power-Sクリップ(S・W混合時)	W	364	
NO.16	Power-Wクリップ	S・W	364	

※1: AS-65=C-65×30×7×t1.0(リップ付きチャンネル)

※2: S=CS-19もしくはCS-25、W=CW-19もしくはCW-25を示す。



写真1 試験体NO.1

写真2 試験体NO.9

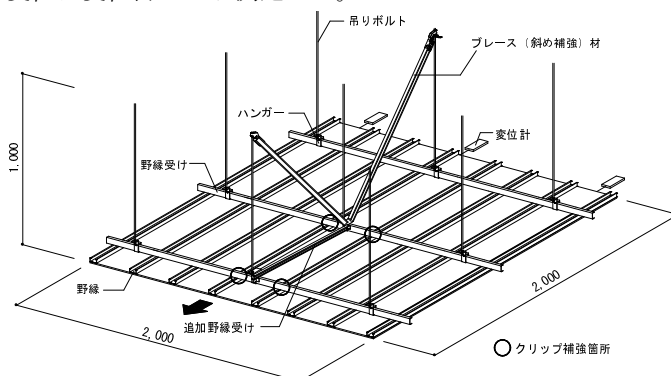


図1 試験体概要図(野縁方向)

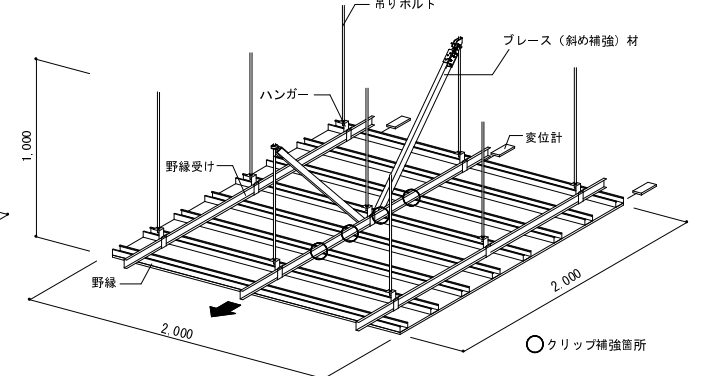


図2 試験体概要図(野縁受け方向)

3. 試験結果

3. 1 荷重－変位曲線

図3～6に（試験体 NO.1～NO.16）の荷重－変位曲線を示す。表2に試験結果一覧を示す。

図3～6より、在来天井は JIS19 形・JIS25 形に関わらず、概ね野縁受けがクリティカルとなることが確認できた。また、野縁の施工ピッチが細かくなると共に最大耐力が増加する傾向が確認できたが、一部の試験体（NO.13～NO.14）ではボードビスの引抜きが発生し、最大耐力が低下する結果となった。

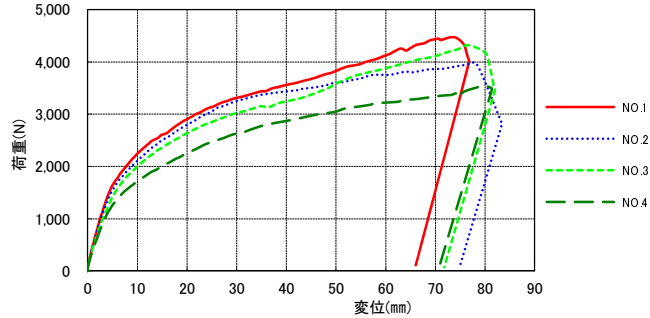


図3 荷重－変位曲線 (NO.1～NO.4)

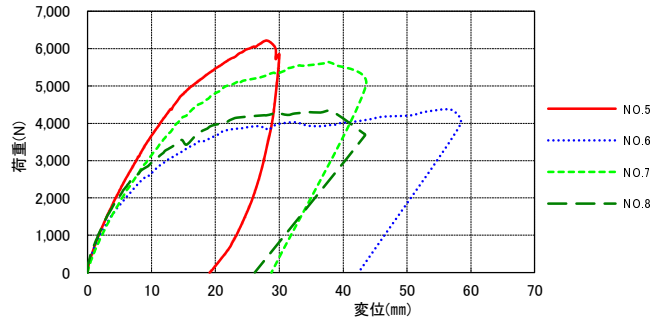


図4 荷重－変位曲線 (NO.5～NO.8)

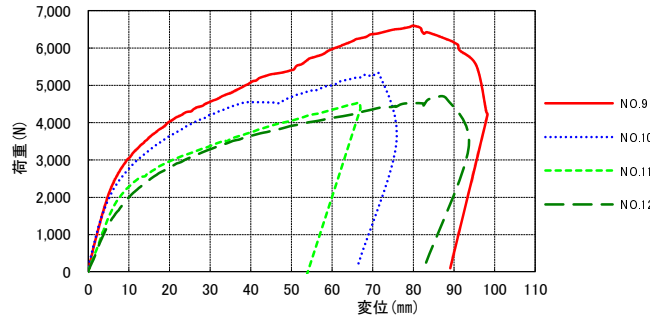


図5 荷重－変位曲線 (NO.9～NO.12)

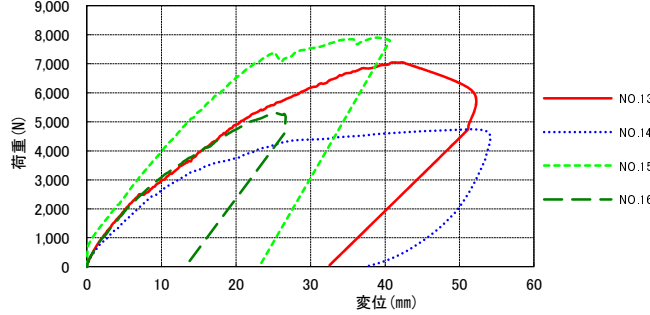


図6 荷重－変位曲線 (NO.13～NO.16)

表2 試験結果一覧

【JIS19形】			【JIS25形】		
試験体 NO.	破壊荷重※1 (N)	終局状況	試験体 NO.	破壊荷重※1 (N)	終局状況
NO.1	4,472	野縁受けの変形	NO.9	6,600	野縁受けの変形
NO.2	3,950	野縁受けの変形	NO.10	5,812	野縁受けの変形
NO.3	4,315	野縁受けの変形	NO.11	4,540	野縁受けの変形
NO.4	3,537	野縁受けの変形	NO.12	4,525	野縁受けの変形
NO.5	6,215	追加野縁受けの変形	NO.13	7,042	ボードビスの引抜き
NO.6	4,357	追加野縁受けの変形	NO.14	4,667	ボードビスの引抜き
NO.7	5,644	追加野縁受けの変形	NO.15	7,840	追加野縁受けの変形
NO.8	4,308	追加野縁受けの変形	NO.16	5,310	追加野縁受けの変形

※1: 荷重が減少した点を破壊荷重として記載。

【部材詳細】野縁受け: CC-19

野縁ピッチLc	303 mm
降伏点 σ_y	205 N/mm ²
塑性断面係数Zp	199.9 mm ³

・弱軸廻りの全塑性モーメントMp
 $M_p = \sigma_y \times Z_p = 40,979.5 \text{ N}\cdot\text{m}$
 ・野縁受け1本当りの損傷耐力Pd
 $P_d = (8 \times M_p) / L_c = 1,082.0 \text{ N}$
 ・野縁受け1本当りの損傷耐力Pa
 $P_a = (2 \times P_d) / 3 = 721.3 \text{ N}$

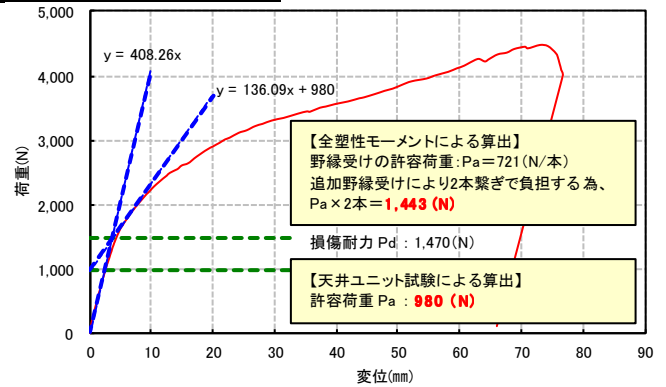


図7 天井面の許容耐力設定

3. 2 許容荷重

図7に技術基準解説書に基づき、試験体 NO.1 を例とした野縁受けの全塑性モーメントにより算出された許容荷重と、ユニット試験結果から算出された許容荷重を示す。

図7より、全塑性モーメントにより算出された許容荷重 1,443 (N) と、ユニット試験により算出された許容荷重 980 (N) では、大幅な差がある事が確認できた。

4. まとめ

本報では、天井ユニット試験の結果より、天井面の剛性向上には適切な部材の組合せが必要であることが確認できた。また、天井の許容荷重設定には、算出方法により、許容荷重に差が出る事が確認できた。

≪参考文献≫

- 1) 小林 俊夫・由利 隆行・荒井 智一：天井の耐震性に関する研究 その1 耐震天井の提案、日本建築学会大会学術講演梗概集、P837-838、2006.9
- 2) 小林 俊夫・由利 隆行・荒井 智一：天井の耐震性に関する研究 その3 在来鋼製下地天井の静的水平加力実験、日本建築学会大会学術講演梗概集、P837-838、2006.9
- 3) 国土交通省国土技術政策総合研究所・独立行政法人建築研究所・一般財団法人新建築士制度普及協会：建築物における天井脱落対策に係る技術基準の解説、2013.10

*1 株式会社桐井製作所

*2 株式会社桐井製作所 工博

*3 株式会社桐井製作所 工修

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd.

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

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