

E-ディフェンス実験に基づく大規模空間吊り天井の脱落被害低減技術開発

その4 2.2G 耐震天井の設計

正会員 ○梅野友里*1 同 荒井智一*1 同 佐々木智大*2 同 青井淳*2 同 田川浩之*2
同 梶原浩一*2 同 金井貴浩*3 同 高岡昌史*4 同 岩下裕樹*5

吊り天井 耐震天井 斜め部材
2.2G クリップ E-ディフェンス

1. はじめに

本報ではその1～その3に引き続き、E-ディフェンスを用いた大規模空間吊り天井の加振実験に使用する2.2G耐震天井の試験体設計の概要を示す。

2. 試験体設計の概要

耐震1.1G天井と同様に、屋根面と天井面が平行となる勾配約3/10の片流れの天井を対象とした(写真1参照)。この天井の設計に当たり、設計水平震度は技術基準¹⁾で定められている値の中でも最大の2.2とした。写真にて示す通り、天井の吊り元となる母屋材はC形鋼(C-100×50×20)とし、背側に工場溶接にて接合したアングルピースにW3/8吊りボルトを設置した。また、斜め部材上端が取り付けられる吊りボルトは天井用とは別に支持構造部としたH形鋼(H100×100×6×8)に追加設置した。

母屋に設置した吊り元と鉛直方向の天井面との距離(吊り長さ)は1500mmとした。斜め部材(ブレース)については、勾配方向の棟側と軒側で長さが異なるため、長い側のブレースについて座屈耐力の照査を行った。

ブレース耐力算定用の吊り長さは1750mm、水平投影距離は1250mmである(図1参照)。

2.2G耐震天井の仕様を表1に示す。

表1 吊り天井の仕様(耐震2.2G天井)

項目	仕様
設計水平震度	2.2
天井面積	251.1 m ² (9m×29.7m) ※見付面積: 279.2 m ²
吊りボルト	3/8"吊りボルト
吊り長さ	1500mm
吊り間隔	860mm×1000mm
野縁受け	[-40×20×1.6 @1000mm]
ハンガー	ビス付き耐風圧フリーハンガー
野縁	(0.8)25形Wバー (W野縁)
クリップ	耐風圧Wクリップ([-40用])
クリップ補強	補強ピース+ビス止め※1
ブレース	C-50×25×10×1.6
クリアランス	60mm以上
仕上げ材	石こうボード9.5mm+岩綿吸音板9mm ボードビスφ3.5mm 中央部:@200mm(周辺部:@150mm)
天井単位質量	16kg/m ²

※1 ブレース近傍のみ

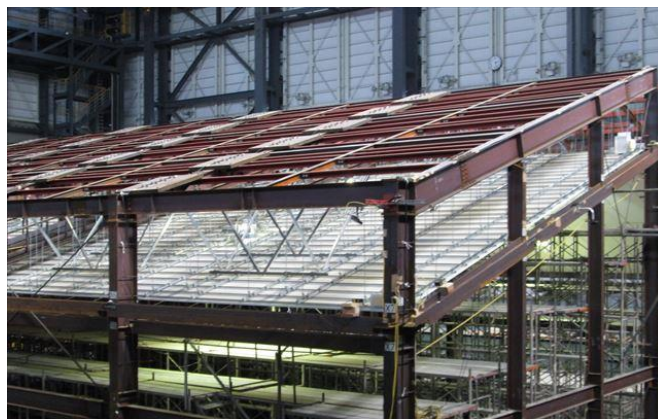
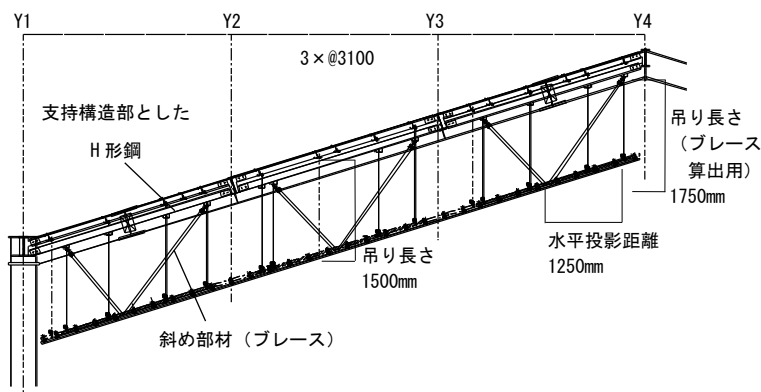


写真1 耐震2.2G天井



写真2 吊り元および吊り元土台



Development of Damage Mitigation Technique for Wide-area Suspended Ceiling Systems using E-Defense Part 4 Design of Seismically Designed Suspended Ceiling with Design Force of 2.2G

Yuri Umeno, Tomokazu Arai, Tomohiro Sasaki, Atsushi Aoi, Hiroyuki Tagawa, Koichi Kajiwara, Takahiro Kanai, Masashi Takaoka, Yuki Iwashita

図1 試験体断面図

表2 部材一覧

項目	形状	断面性能		断面係数		
		断面積 mm ²	断面2次モーメント Ix mm ⁴	Iy mm ⁴	Zx mm ³	Zy mm ³
吊りボルト	3/8”吊りボルト(3分)	49.1	191.8	191.8	-	-
野縁受け	[-40×20×1.6	119.6	28949.0	4643.0	1447.0	325.6
ダブル野縁	(0.8)25形Wバー	86.4	6709.1	35170.0	392.3	1406.8
ブレース(斜め部)材	C-50×25×10×1.6	175.2	9382.0	30468.0	519.2	1218.7
野縁受け繋ぎ材	[-40×20×1.6	119.6	28949.0	4643.0	1447.0	325.6

表2に使用部材の断面性能一覧を示す。設計水平震度2.2という大きな設計外力に耐えられ、かつ実現場での天井裏の制約なども考慮し、座屈耐力の高いブレース材C-50×25×10×1.6を用いて組数を減らすよう配慮した。なお、C-50×25×10×1.6は一般には流通していない部材であり、本プロジェクトに合わせ設計・製造した。また、ブレースからの水平力で、野縁受け、野縁が変形しないようこれらの部材もJIS規格品よりも断面の大きい部材を使用した。ハンガーおよびクリップには、耐風圧天井などに使用され、勾配天井に対応できるビス付き耐風圧フリーハンガー、耐風圧クリップを用いた。更にブレース近傍のクリップは補強ピース+ビス止めにより水平力を伝達できるように補強した。ブレース上部には、施工性を考慮した開閉式の閉鎖型金具を使用した。

天井仕上げは他の天井と同じ仕様とした。ただし、天井下地材にはより高強度な部材を配置したため、天井面構成部材の単位面積当たりの質量は16kgである。天井周囲のクリアランスは60mmとした。

3. ブレース設置組数と部材強度

平成26年4月より施行される技術基準のうち、仕様ルートに従って算出の上、設置位置のバランスを考慮し、図2に示すように、Y1~Y4通り、X1~X3通りの範囲で野梁間方向、桁行方向とも10組(V字)のブレースを設置した。X3~X5通り、X5~X7通りも同様に計30組(負担面積=9㎡/組)のブレースを設置した。

ブレース1組の負担する水平力は応答加速度2.2Gとすると3107Nであり、梁間方向のブレース1本にかかる軸方向の荷重は2844Nとなる。部材の要素試験の状況を図3に、加振時に各部材にかかる荷重を表2に示す。

表3 各部材にかかる荷重

部材名称	部材にかかる荷重(N)	方向	最大荷重(N)	安全率
ブレース(斜め部)材 C-50×25×10×1.6	2844	材軸方向	4122.7	1.4
耐風圧Wクリップ (補強ピース+ビス止め)	776.8	水平方向	4171	5.6
斜め部材上部取付金具	2844	材軸方向	9455.3	3.3
斜め部材下部取付金具	776.8	水平方向	2656	3.4

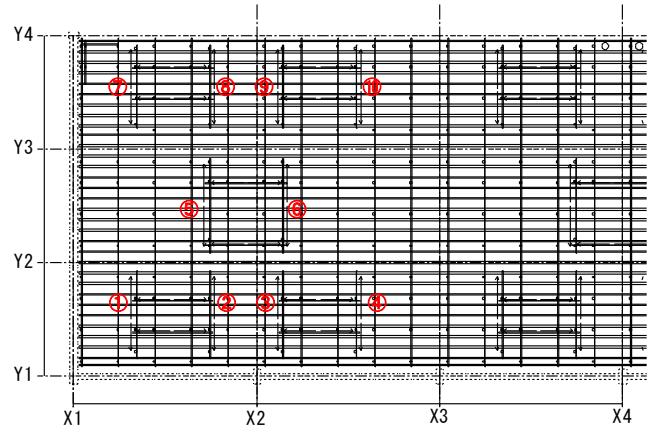
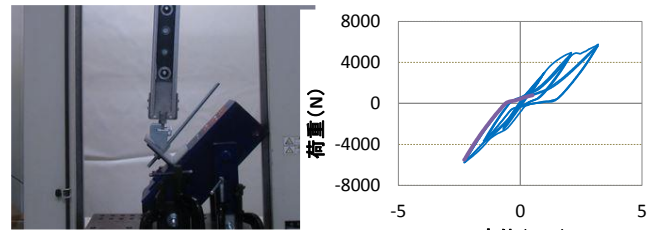
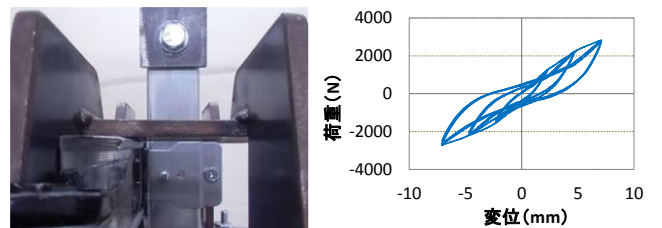


図2 ブレース配置



a) ブレース上部金具



b) 耐風圧クリップ

図3 部材の要素試験状況

4. まとめ

天井裏設備の回避、施工手間の減少など実施工を想定しJIS規格品以上の高強度部材を用い、ブレース1ヶ所当たりの耐力を向上させた耐震天井の設計について報告した。

参考文献

- 国土交通省国土技術政策総合研究所：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 桐井製作所
*2 (独)防災科学技術研究所
*3 三洋工業
*4 オクジュエー
*5 八潮建材工業

*1 Kirii Construction Materials Co., Ltd
*2 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention.
*3 Sanyo Industries, Ltd
*4 Okuju Corporation
*5 Yashio Kenzaikogyo Co., Ltd