

先端研究基盤共用・プラットフォーム形成事業

「強震応答実験装置を用いた建造物の耐震性能把握手法の確立」
利用成果報告書

平成 27 年 9 月 8 日

防災研究所長 殿

[利用代表者]

氏名 池田 努 (72 才)

職名 代表取締役

所属機関名 日本工機株式会社

所在地 香川県三豊市高瀬町上麻乙 7 6 3

電話 0 8 7 5 - 7 4 - 7 2 4 1

F A X 0 8 7 5 - 7 4 - 7 2 4 0

E-mail アドレス Tsutomu_Ikeda@nihonkohki.co.jp

利用目的	平成 26 年 6 月 23、24 日又平成 26 年 10 月 15 日、16 日の実験により「吊り天井耐震補強部品」の性能は定量的に評価されたが、更なるコスト面の改良と施工性を向上した部品においてその有効性、妥当性を検証する。 その結果、性能が確立されれば吊り天井構造を耐震強化する製品の販売促進に役立てることが出来る。	
利用形態 (該当する項目を■にしてください)	<input type="checkbox"/> トライアルユース	<input checked="" type="checkbox"/> 成果公開利用
利用期間	平成 27 年 9 月 2 日～平成 27 年 9 月 3 日	
試験体仕様 (大きさ・重量)	<p>試験体には吊り天井構造を吊下支持するためのフレーム(構造躯体の模擬)と吊り天井構造を含む(右写真)</p> <p>フレーム寸法: D2300 mm × W2300 mm × H2518 mm</p> <p>天井面 = 1800 mm × 1800 mm</p> <p>総重量 = 2400kg</p>	
加振内容	<p>1995 年兵庫県南部地震・神戸海洋気象台波： (梁間) X 方向単独加振、(桁行方向) Y 方向単独加振及び XYZ 方向同時加振の実施。それぞれについては前回(平成 26 年 10 月 15、16 日)同様振動台の性能範囲並びに試験体が大きく破壊しない範囲で、実地震波の振幅レベルを変化させる。</p> <p>2011 年東北地方太平洋沖地震・K-net 日立波： X 方向、Y 方向単独加振ならびに XYZ 方向同時加振を行う。それぞれについては、前回(平成 26 年 10 月 15、16 日)同様、振動台の性能範囲で実地震波の振幅レベルを変化させる。</p>	

次項に続く

<p>実験結果の概要と実験により得られた成果</p>	<p>前回（平成 26 年 10 月 15、16 日）に行った振動実験において定量的に評価された天井補強具において、コスト、施工性など新たに改良を加えた補強具を作成し、その性能を確認することで改良天井補強具の耐震性能を定量的に再度評価した。</p> <p>前回の試験において試験体の梁間方向（X 方向＝野縁受け方向）と桁行方向（Y 方向＝野縁方向）における吊り天井構造の固有周期などは把握しているため、今回はスweep試験は除き 1995 年兵庫県南部地震時の神戸海洋気象台波と、2011 年東北地方太平洋沖地震時の K-net 日立波を対象に、天井構造が大きく破壊しない範囲で実地震波の振動レベルを変化させた入力波を与えた。また、前回同様今回の改良型部品においても、天井補強具は野縁と野縁受けの交差部に、野縁受けをはさみ込むように固定すると共に、長さを調整することが出来る様にしたブレース材の自由運動を許容するようなピン結合とし、しかも補強具には衝撃力（地震エネルギー）を吸収するような工夫を施した。</p> <p>その結果、前回同様、金具の外れ、ブレースの大きな屈曲や天井脱落の大損傷に至らない機能を有していることが明らかになった。本改良品は大きな地震力を受けても天井板の脱落に至らず、高耐震性を保証できることが明らかになった。</p> <p>振動の一例 2011年東北地方太平洋沖地震・K-net日立波</p> <table border="1" data-bbox="475 929 946 1182"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="3">加速度応答 (gal)</th> <th>変位応答 (mm)</th> </tr> <tr> <th>振動台</th> <th>天井吊元</th> <th>天井面</th> <th>天井面</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>梁間(x)方向</td> <td>1118</td> <td>1264</td> <td>3213</td> <td>34.4</td> </tr> <tr> <td>桁行(y)方向</td> <td>830</td> <td>999</td> <td>2087</td> <td>13.2</td> </tr> <tr> <td>上下(z)方向</td> <td>818</td> <td>1163</td> <td>6410</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="text-align: center;">吊り天井による増幅</p> <p>又、加速度計、変位計による計測の結果</p> <p>①国が定める天井面での水平震度 2,200 ガルに耐えること。（クリアされた）</p> <p>②新基準が定める 60 mm のクリアランスも十分に満たされている。（最大値 34.4 mm）</p>		加速度応答 (gal)			変位応答 (mm)	振動台	天井吊元	天井面	天井面	梁間(x)方向	1118	1264	3213	34.4	桁行(y)方向	830	999	2087	13.2	上下(z)方向	818	1163	6410	
	加速度応答 (gal)			変位応答 (mm)																					
	振動台	天井吊元	天井面	天井面																					
梁間(x)方向	1118	1264	3213	34.4																					
桁行(y)方向	830	999	2087	13.2																					
上下(z)方向	818	1163	6410																						
<p>社会、経済への波及効果の見直し</p>	<p>振動実験の結果、本製品は強い揺れによって作用する力や変位を抑えることができ、天井材を容易かつ確実に補強して耐震性を高めることができる。</p> <p>天井構造の耐震性強化に対する要望が強くなっている今、耐震補強金具は、法制化に伴って新設および改修天井の耐震化に活用されるのはもちろん、耐震化が進んでいない既存天井の耐震補強に役立つことが期待され、社会への波及効果は大きい。</p>																								
<p>発生した発明・著作物など (特許名称・出願番号・出願人、雑誌掲載資料)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・天井補強具 特許取得 ・天井補強具および天井材の補強方法出願中 ・今回の仕様変更箇所出願準備中 																								
<p>その他</p>																									

- 1) 実験終了後、速やかに(原則1ヶ月以内に)提出下さい。
提出先:京大防災研究所 社会防災研究部門・都市空間安全制御分野
(E-mail:ito@zeisei.dpri.kyoto-u.ac.jp)
- 2) 文部科学省への評価報告が求められています。
知的財産権等の成果の追跡調査にもご協力宜しくお願い致します。

吊り天井補強具（改良品）の耐震性能評価のための振動実験

1. はじめに

平成 26 年 6 月 23、24 日及び平成 26 年 10 月 15、16 日の実験では、構造物に吊下支持される天井材を補強する天井補強具（特許登録済）を含めた吊り天井構造の振動実験を実施した。本実験はコスト、施工性の改良を加えた新たな補強具に対して、同様の実験を行い、耐震性能を定量的に評価し、その結果、吊り天井構造を耐震強化する本製品の販売促進に役立つ。

2. 実験方法

2.1. 実験参加者

日本工機株式会社：池田努、宮崎忠晴、橋本秀人

（有）マルキン：安中雄史郎

2.2. 実験内容

吊り天井は、天井のうち、天井面構成部材を構造耐力上主要な部分または支持構造部から吊り下げる構造の天井であり吊りボルト、ハンガーの吊り材、斜め部材（ブレース）の天井材、野縁受け、野縁、クリップの天井下地材と、天井板（ボード）からなる天井面構成部材よりなる。

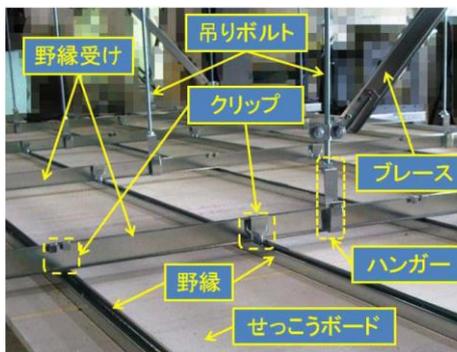


写真1 軽量鉄骨下地在来工法天井

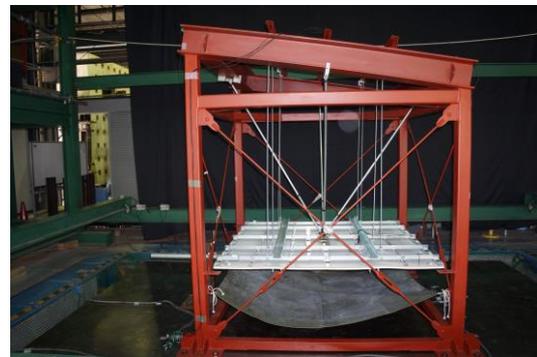


写真2 振動台に設置した試験体

東日本大震災では、吊りボルトの吊り元である上部クランプの外れ、ハンガーの開きなどで天井が脱落した。

そこで振動実験では、こうした事態が生じないような天井補強具を開発し、その試作品を山形架構建築物に取り付け振動実験を行った。（平成 26 年 6 月 23、24 日）（平成 26 年 10 月 15、16 日）今回の振動実験は、過去 2 回の振動実験の結果にもとづき 2011 年東北地方太平洋沖地震時の K-net 日立波、1995 年兵庫県南部地震時の神戸海洋気象台波を対象に実地震波の振動レベルを変化させた入力波を与え、コストダウン化、施工性の改良を加えた新規補強具の試作品が新基準の耐震天井を満たすかどうか、又耐震的な余裕がどの程度あるかを前回の実験結果と比較しながら検証を行った。

2.3. 加振パターン

①1995 年兵庫県南部地震・神戸海洋気象台波：

（梁間方向）X 方向単独加振、（桁行方向）Y 方向単独加振ならびに XYZ 方向同時加振を実施した。振動台の性能範囲で実地震波の振幅レベルを変化させた。

加振パターンについては X 方向単独加振で 3 パターン、Y 方向単独加振で 3 パターンならびに XYZ 方向同時加振で 3 パターンを設定した。

②2011 年東北地方太平洋沖地震・K-net 日立波：

梁間方向（X 方向）単独加振、桁行方向（Y 方向）単独加振ならびに XYZ 方向同時加振を実施した。振動台の性能範囲で実地震波の振幅レベルを変化させ、X 方向、Y 方向、XYZ 方向ともに 3 パターンを設定した。

3. 研究結果

3.1. 加振データ

		実験ケース						
入力波		神戸波			日立波			
		梁方向(X)	桁行(Y)	XYZ		梁方向(X)	桁行(Y)	XYZ
加震 (加速度) (ガル)	80%	654	493	264	50%	799	593	583
	100%	818	617	332	60%	958	711	699
	120%	981	740	397	70%	1,118	830	816

3.2. 実験結果

平成 26 年 10 月 15、16 日の実験と同じ方法、同じ加振パターンで（スweep試験は除く）実験を行った結果、今回コスト面、施工性の改良を加えた耐震補強具においても新基準が定める天井部の水平震度に耐応し、天井が脱落する事態など発生しなかった。

実験では天井補強具の躯体部は構造体（H 形鋼）に取り付けたが、更には支持形材（チャンネル）にも取り付けて同様の実験を行ったが、金具のはずれ、ブレースの大きな屈曲や天井脱落などの損傷には至らなかった。

3.3. 当初計画との比較

当初計画と実績に特に大きな相違は見られず、今回のコスト面、施工性の改良を加えた部品においても高耐震性を有していることが検証できた。

4. まとめ

4.1. 結果のまとめと考察

東日本大地震の吊り天井被害を受け、平成 26 年 4 月 1 日には新規準が施工された。これを受け新たに開発した天井補強具を取り付けた吊り天井構造の振動実験を行った。（平成 26 年 6 月 23、24 日、平成 26 年 10 月 15 日、16 日）その結果新たに開発した天井補強具は高耐震性を有することが実証された。

今回はその天井補強具の躯体取は支持部材（チャンネル）にも取り付けて同様の振動実験を行ったが最大加震を与えても天井が落下することはなかった。これにより躯体取付部がチャンネル材などの支持部材であっても高耐震性を有することができた。

4.2. 今後の課題

今回の改良部品についても大きな地震力を受けても天井板が脱落することはなかった。今後は製品化を行い、吊り天井構造を耐震強化する製品の販売促進に役立てる。