

# 金属パネル天井の耐震性に関する研究

(その 14) 吊り下げ設備と天井との連成効果

正会員 荒井 智一\*1 正会員 渡辺 恵介\*2  
 正会員 大迫 勝彦\*3 正会員 吉田 宏一\*4  
 正会員 大庭 章\*4 正会員 小林 俊夫\*5  
 正会員 荻原 健二\*1

キーワード：振動台実験、吊り下げ設備、天井、粘弾性体

## 1. はじめに

本報(その 14)では、天井面に連成された吊り下げ設備が地震時に天井に与える影響についての基礎的データを収集することを目的とし、本報(その 12、13)で行った W03 と同様の試験体に、吊り下げ設備を模擬した支柱を連成させ加振試験を行ったので報告する。

また、加振試験結果のトレースを目的として、地震応答解析を行った。

## 2. 加振試験概要

試験体全景を写真 1 に、吊り下げ設備の詳細を写真 2 に、試験体概要図を図 1 にそれぞれ示す。天井面(5m×5m)の中央部に吊り下げ設備(下端部のおもり 50kgf)の支柱(-60×30)を通し、天井と支柱との連成方法(固定:1種類、緩衝金具:2種類)をパラメータとして、本報(その 12、13)で使用した、(MATIDA 波 500Gal)および(BCJL2 波 500Gal)により加振した。試験一覧を表 1 に示す。固定の方法は本報(その 11)と同様とした。緩衝金具の取付詳細を図 2 に、材料特性を表 2 に示す。

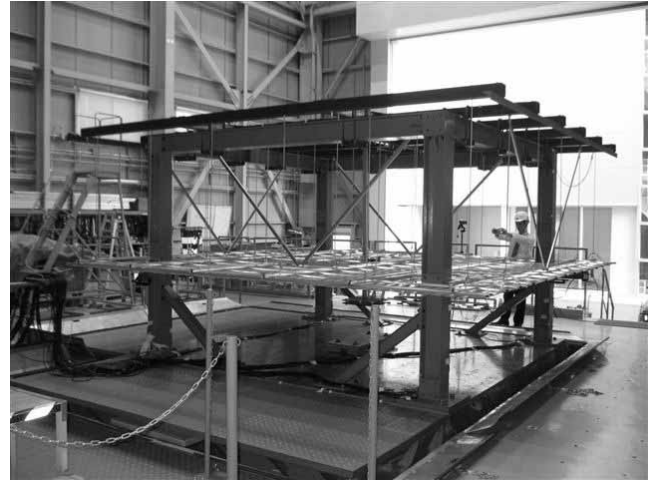


写真 1 試験体全景

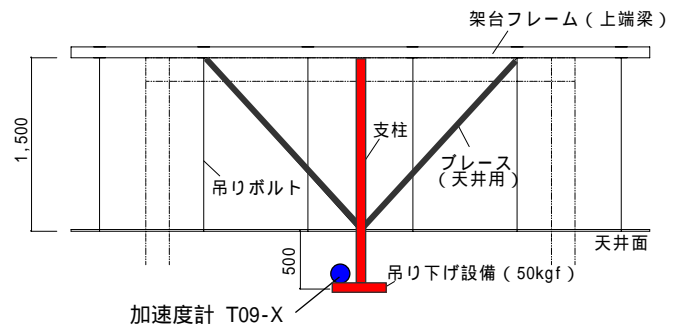


図 1 試験体概要図(側面図)



写真 2 吊り下げ(支柱)詳細

表 1 試験および試験結果(応答加速度比)一覧

試験No.	連成方法	加振波形	方向	目標加振レベル	F01-X (Gal)	T01-X (Gal)	T02-X (Gal)	T04-X (Gal)	T05-X (Gal)	天井平均 (Gal)	天井/フレーム 応答加速度比	T09-X (Gal)
W11	粘弾性体 2面結合	MATIDA波	X	500Gal	567.9	905.7	767.3	733.4	777.9	796.1	1.40	1180.0
		BCJ Level2	X	500Gal	667.0	1328.6	1165.3	1149.7	1213.9	1214.4	1.82	2553.4
W12	粘弾性体 1面結合	MATIDA波	X	500Gal	552.6	974.9	851.7	791.0	841.1	864.7	1.56	1176.2
		BCJ Level2	X	500Gal	693.6	1206.0	1097.3	1062.2	1091.4	1114.2	1.61	1959.0
W13	固定	MATIDA波	X	500Gal	578.5	870.6	712.8	631.2	665.7	720.0	1.24	1065.4
		BCJ Level2	X	500Gal	656.2	1619.1	1502.9	1464.9	1520.8	1527.0	2.33	2340.6

表 2 粘弾性体の材料特性

項目	単位	測定結果
等価剛性 Keq	N/mm	147
等価減衰係数 Ceq	N·s/mm	68.9
等価減衰定数 heq	-	0.295

測定条件：振動数比 0.2Hz、ひずみ振幅 50%、温度 20℃  
2面結合

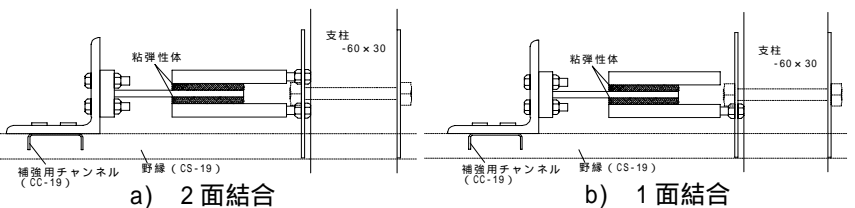


図 2 緩衝金具取付詳細

### 3. 試験結果

天井 / フレームの応答加速度比は、(MATIDA 波 500Gal) に比べ (BCJ L2 波 500Gal) の方が大きな値となった。天井面よりも吊り下げ設備 T09-X が大きく応答し、MATIDA 波では差が生じなかったが、BCJ L2 波では、粘弾性体 1 面結合 (W12) の応答が他に比べて小さかった。(表 1 参照)

ホワイトノイズ加振での伝達関数を図 3 に示す。吊り下げ設備の卓越する振動数は 5Hz 程度と考えられ、天井面は連成方法によって差が生じた。特に粘弾性体 1 面結合 (W12) では、天井と吊り下げ設備との相互の影響が少なかった。

### 4. 解析モデル

吊り下げ設備を天井に固定または粘弾性体を介して結合した場合を想定し、図 4 に示す解析モデルとした。表 3 に解析ケース一覧を示す。入力地震波は目標レベル 500Gal 加振時の MATDIA 波・BCJL2 波入力時の架台フレーム X 方向中央部の応答加速度とする。

### 5. 解析結果

図 5~7 に実験結果の応答加速度および解析結果を示す (解析ケース M3-500 は繋ぎ材仕様が固定のため、天井系のみを表記)。概ね実験結果をトレースできているが、解析結果の方が若干小さな値となっている。減衰定数等の値を設定するためのデータの蓄積が今後の課題となる。

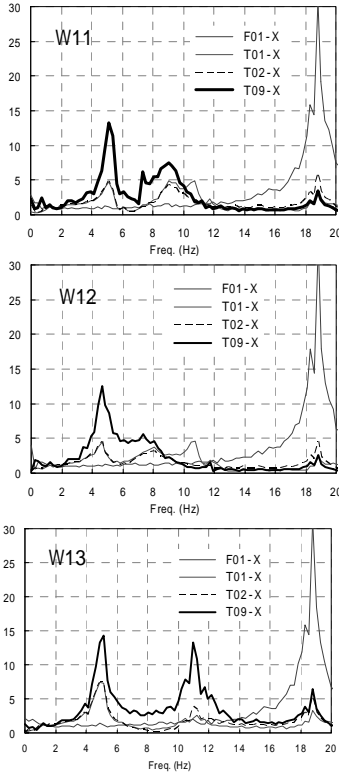


図 3 伝達関数

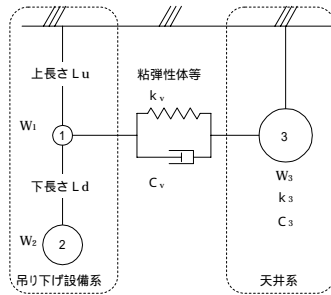


図 4 解析モデル

表 3 解析ケース一覧

入力地震波	case No.	M1-500	M2-500	M3-500
		MATIDA波 500Gal	MATIDA波 500Gal	MATIDA波 500Gal
天井系	重量 (N)	3,000	3,000	3,000
	バネ定数 (N/mm)	158.0	158.0	158.0
	減衰定数 (%)	11.0	11.0	11.0
吊り下げ 設備系	重量 (N)	500.0	500.0	500.0
	断面二次モーメント (mm <sup>4</sup> )	168,000	168,000	168,000
	ヤング係数 (N/mm <sup>2</sup> )	205,000	205,000	205,000
	上長さLu (mm)	1,500	1,500	1,500
	下長さLd (mm)	500	500	500
	減衰定数 (%)	0	0	0
繋ぎ材 (結合)	剛性 (N/mm)	73.5	147	10,197
	減衰係数 (N·s/mm)	34.5	68.9	0
	繋ぎ材仕様	1面接合	2面接合	固定

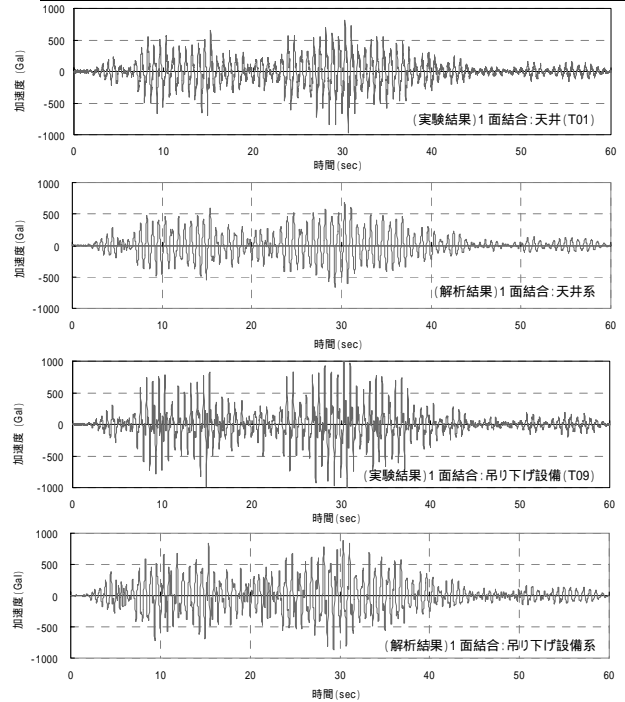


図 5 加速度 (時刻歴) M1-500 (1面結合)

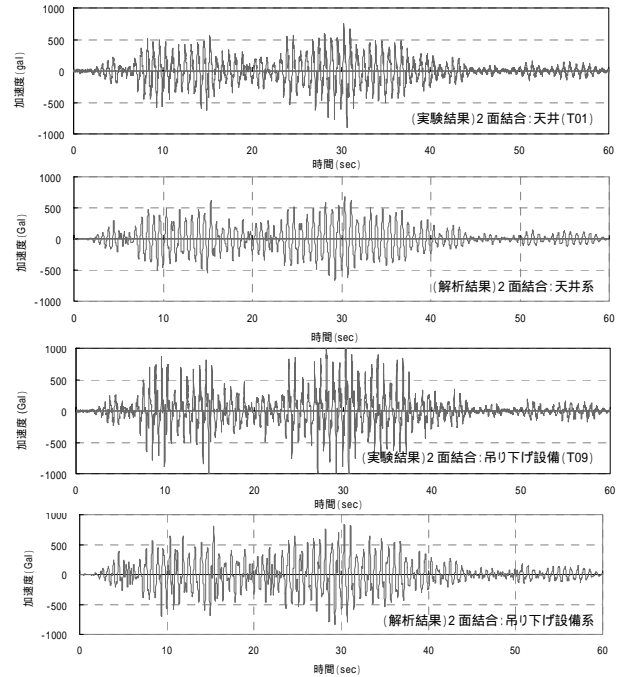


図 6 加速度 (時刻歴) M2-500 (2面結合)

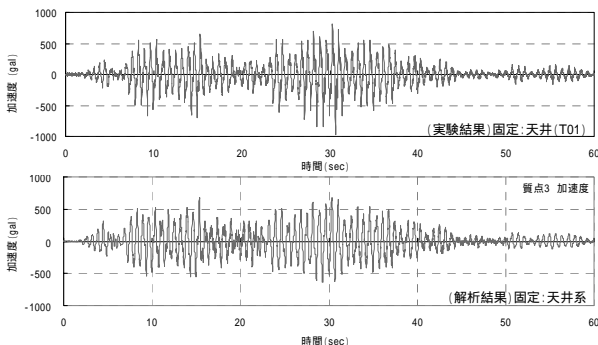


図 7 加速度 (時刻歴) M3-500 (固定)

\*1 桐井製作所  
 \*2 東日本旅客鉄道 東京工事事務所  
 \*3 東日本旅客鉄道 建設工事事務所 博士 (工学)  
 \*4 東日本旅客鉄道 建設工事事務所  
 \*5 桐井製作所 工学博士

Kirii Construction Materials Co., Ltd.  
 Tokyo Construction Office, East Japan Railway Company  
 Construction Dept, East Japan Railway Company, Dr.Eng.  
 Construction Dept, East Japan Railway Company  
 Kirii Construction Materials Co., Ltd., Dr.Eng.