

# 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

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関する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。

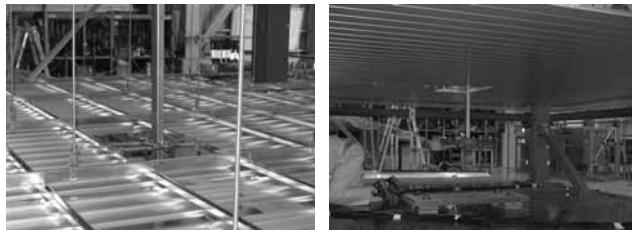


写真2 吊り下げ(支柱)詳細

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 $K_{eq}$	N/mm	147
等価減衰係数 $C_{eq}$	N·s/mm	68.9
等価減衰定数 $h_{eq}$	-	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

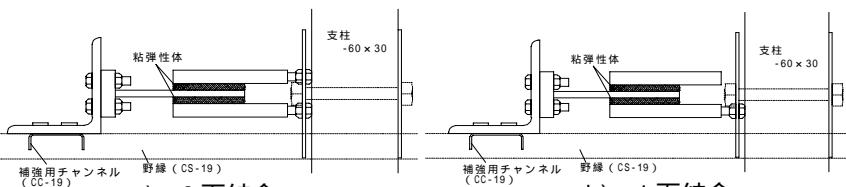


図2 緩衝金具取付詳細

### 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 MATIDA 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。

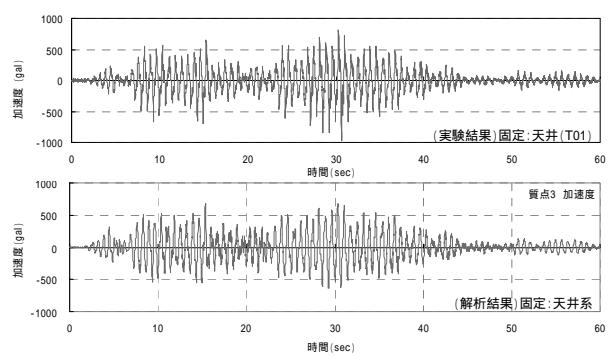


図 7 加速度 ( 時刻歴 ) M3-500 ( 固定 )

\*<sup>1</sup> 桐井製作所

\*<sup>2</sup> 東日本旅客鉄道 東京工事事務所

\*<sup>3</sup> 東日本旅客鉄道 建設工事部 博士 ( 工学 )

\*<sup>4</sup> 東日本旅客鉄道 建設工事部

\*<sup>5</sup> 桐井製作所 工学博士

表 3 解析ケース一覧

	case No.	M1-500	M2-500	M3-500
天井系	入力地震波	MATIDA波 500Gal	MATIDA波 500Gal	MATIDA波 500Gal
	重量 (N)	3,000	3,000	3,000
	バネ定数 (N/mm)	158.0	158.0	158.0
吊り下げ 設備系	減衰定数 (%)	11.0	11.0	11.0
	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
繋ぎ材 ( 結合 )	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
繋ぎ材仕様	減衰定数 (%)	0	0	0
	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

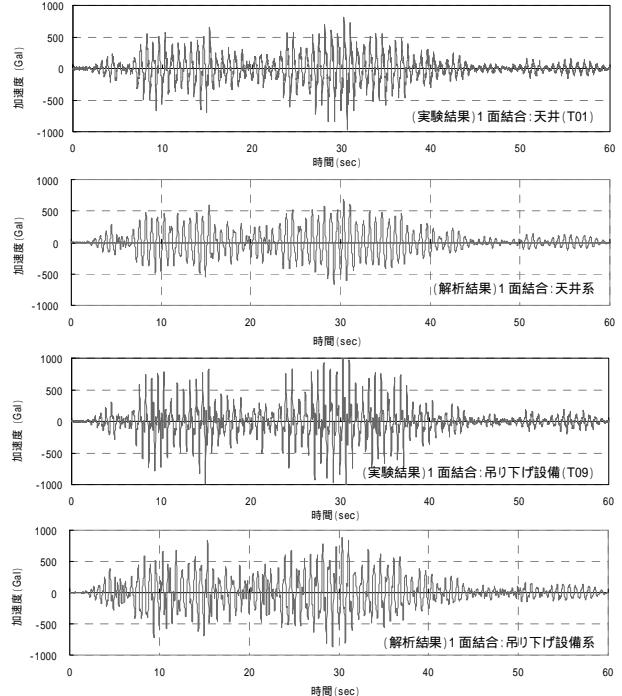


図 5 加速度 ( 時刻歴 ) M1-500 (1 面結合 )

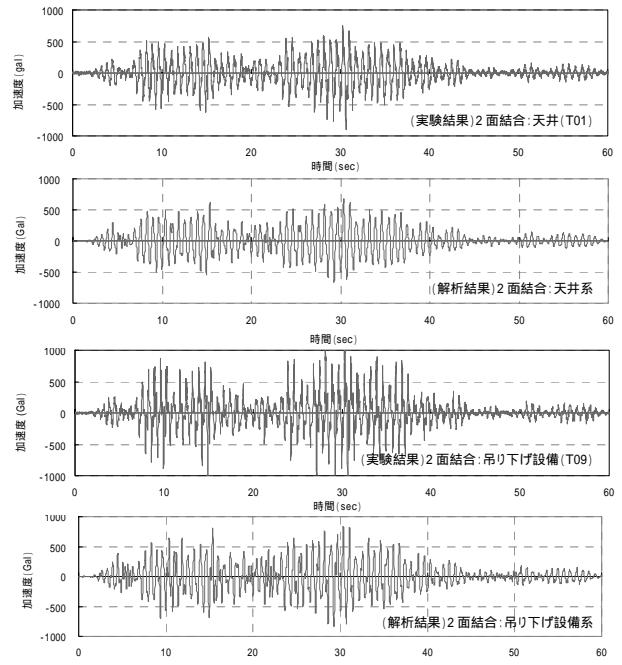


図 6 加速度 ( 時刻歴 ) M2-500 (2 面結合 )

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.