

天井の耐震性に関する研究

(その8) グリッドシステム天井の振動台実験

正会員 由利 隆行*1 正会員 小林 俊夫*2
正会員 細岡 正樹*1 正会員 荒井 智一*3

天井、グリッドシステム、耐震性能、振動台実験

1. はじめに

ここ最近の地震では、非構造部材である天井の落下被害が発生し、その安全性に関心が寄せられている。筆者らは、グリッドシステム天井の接合部の補強方法およびブレースの取り付け方法に関する検討を行い、静的水平載荷実験によりその性能を確認している^{文献1, 2}。

この度、市街地再開発事業における超高層事務所ビルにグリッドシステム天井を採用するに際し、その耐震性能を確認するため実大モデルに対する振動台実験を行う機会を得た。構造躯体の設計用地震力に対する代表的床応答加速度で加振することによる天井部材の落下および干渉等について検証を行うこと留まらず、さらに加振レベルを上げて耐震裕度確認実験も実施した。

2. 試験体

写真1に試験体全景を示す。試験体は、振動台のテーブル寸法(4m×4m)の制約により、@640mm×縦6グリッド、@640mm×横8グリッドの天井面積約20m²とした。図1に天井試験体寸法及びセンサー位置を示す。また、同様の制約により、1722.6N(190kgf)分の試験体重量調整用の鉄板を面材上に分散配置した(写真2参照)。これは、グリッドシステム天井の仕上げ材(岩綿吸音板 t=15mm)36m²に相当する重量分であり、天井面積18m²分の地震時の慣性力が1対のブレースに伝わるように考慮した。

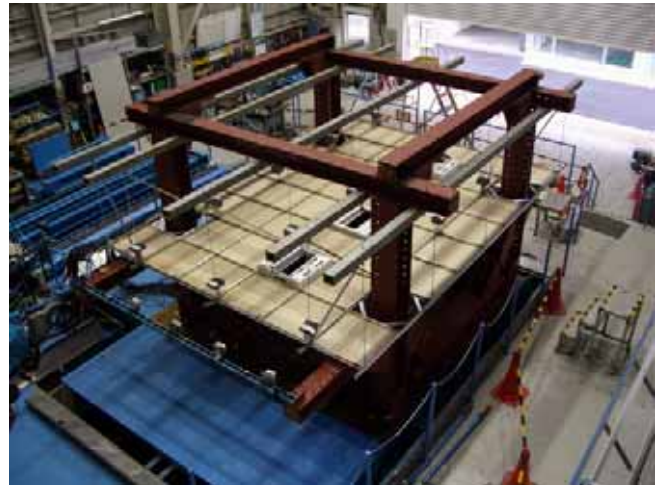


写真1 試験体全景

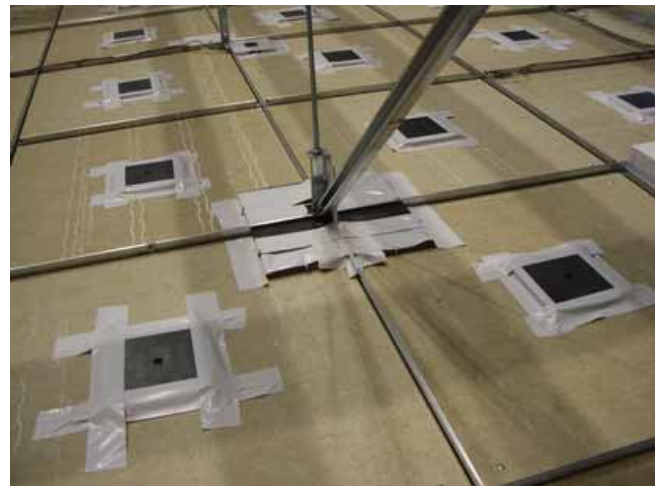


写真2 重量調整用鉄板の配置状況

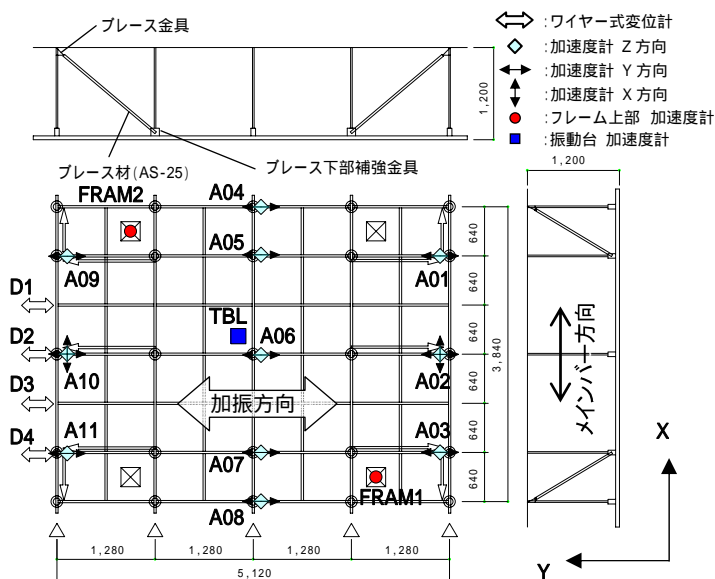


図1 試験体寸法およびセンサー位置

部材構成としては、Tバーはスチール製の見付幅15mm、部材高さ48mm(et4815)とし、ブレース材には、C-25×19×5×1.0(AS-25)を使用した。ブレース下部取付部には補強金具を使用した。

3. 加振計画

入力地震波としては、レベル2相当の設計用地震動に対する当該建物7階床Y方向応答波(一方向加振)およびJMA神戸波のNS波とUD波(二方向同時加振)とし、それぞれ耐震性能確認に影響を与えない範囲で振動台のストローク限界を考慮した0.3Hzローカットフィルター処理波を使用した。加振地震名称および加振加速度(目標値)を表1に示す。

4. 試験結果

本加振に先立ち実施したホワイトノイズ加振では、メインTバー直交方向の1次共振振動数は9.5Hz前後であった。

レベル2相当の耐震設計用地震動に対する当該建物Y方向7階床応答波の加振では、鉄骨フレームに対する応答加速度の増幅は小さく、最大値の平均で4.3m/s²程度であり、天井試験体に変形等の不具合は生じなかった。最大相対変位は平均で1.0~1.3mm程度であった。

JMA神戸波原波の加振では、天井面(A01~A11点)におけるY方向の最大加速度は1.23G前後の応答を示した。図2、3に代表的な応答加速度と応答相対変位の時刻歴を示す。天井への入力加速度が1.0gを上回る値であったが、天井試験体には変形等の不具合の生じず、最大相対変位も5.4mm程度であった。

まとめ

天井の応答加速度1.23Gに対し、天井各部に不具合は認められず、最大相対変位も5.4mm程度であった。

等価水平荷重に換算すると、文献^{1),2)}の静的加力試験結果の荷重 変位関係とよく整合することが確認できた。

<参考文献>

- 1) 「天井の耐震性に関する研究(その1)(その2)(その3)」小林俊夫、由利隆行、荒井智一、日本建築学会大会梗概集、2006年9月
- 2) 「天井の耐震性に関する研究(その7)」野原瑞樹、小林俊夫、荒井智一、日本建築学会大会梗概集、2008年9月

表1 加振地震名称および加振加速度

試験No.	記号	加振地震波名称	加速度(m/s ²)	
			Y方向 メイン直交方向	Z方向 (上下)
1	KOBE	JMA神戸NS波 当該建物7階Y方向応答波	2.633	-
2	TOUHOKU	東北大学NS波 当該建物7階Y方向応答波	2.613	-
3	TAFT	TAFTNS波 当該建物7階Y方向応答波	3.593	-
4	KOBE YZ	JMA神戸波(原波)	8.180	3.420

表2 試験結果(最大応答加速度、相対変位)

測定位置	KOBE Y方向	TOUHOKU Y方向	TAFT Y方向	KOBE YZ		
				Y方向	Z方向	
最大加速度 応答値 (m/s ²)	TBL	3.28	3.66	4.05	8.88	3.53
	FRAM1	3.58	3.78	3.98	9.00	3.23
	FRAM2	3.78	4.58	3.99	16.10	4.11
	平均	3.68	4.18	3.99	12.55	3.67
	A01	3.84	4.32	4.48	11.84	6.12
	A02	3.97	4.44	4.68	13.90	5.86
	A03	4.28	4.29	4.00	11.79	5.89
	A04	-	-	-	-	-
	A05	4.00	4.10	4.60	11.91	4.68
	A06	4.23	4.55	4.19	12.52	7.14
	A07	5.01	4.11	4.05	11.79	5.90
	A08	4.09	4.14	4.32	13.81	18.47
A09	4.22	4.05	4.55	11.24	5.42	
A10	4.12	4.59	4.07	13.07	6.47	
A11	4.01	4.07	4.00	11.10	6.88	
平均	4.18	4.27	4.29	12.30	7.28	
最大相対変位 応答値 (mm)	D1	1.09	1.51	1.51	5.40	/
	D2	0.79	1.03	0.98	3.82	
	D3	0.92	1.13	1.05	5.09	
	D4	1.26	1.48	1.41	4.08	
	平均	1.02	1.29	1.24	4.60	

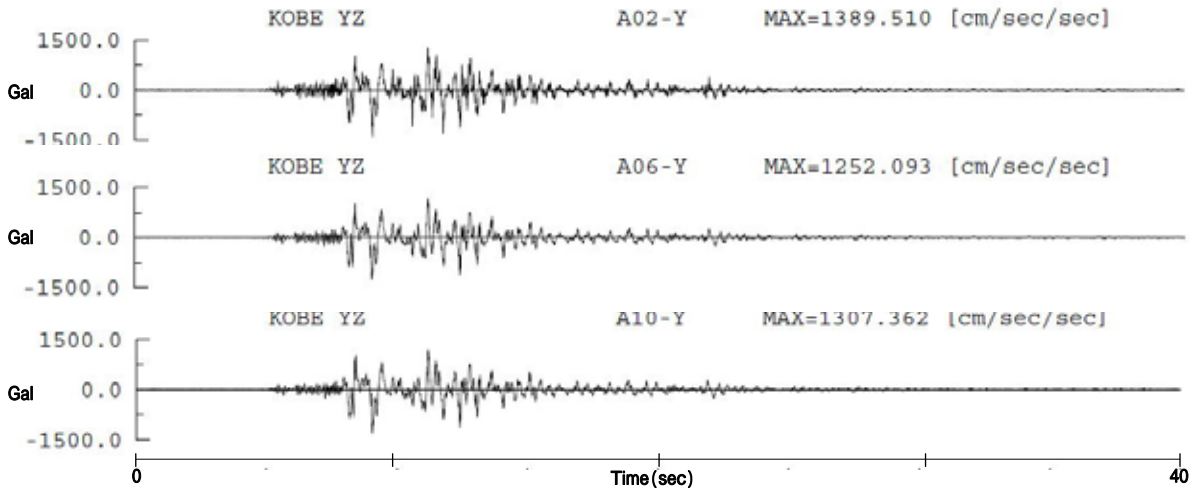


図2 応答加速度時刻歴

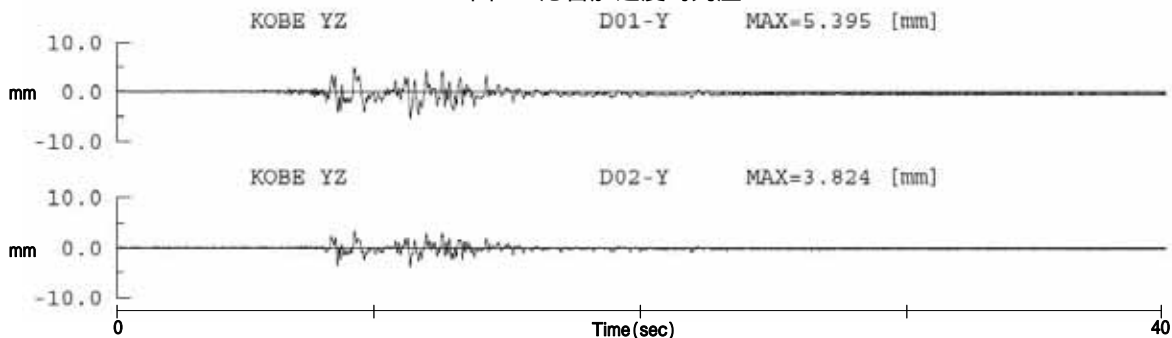


図3 応答相対変位時刻歴

*¹ 桐井製作所
 *² 桐井製作所 工学博士
 *³ 桐井製作所 修士(工学)

Kirii Construction Materials Co., Ltd.
 Kirii Construction Materials Co., Ltd, Dr.Eng.
 Kirii Construction Materials Co., Ltd, M Eng