

B-23

東北地方太平洋沖地震による吊り天井の耐震性の検証と改修方法に関する研究
(その2 吊り天井の被害検証実験)

Research on the Earthquake-proof Verification and the Repair Method of the Suspended Ceiling by the 2011 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake
Part 2 Vibration Tests of the Suspended Ceiling

○高野晋光⁴, 秦一平¹, 柳崎 尚輝², 稲毛康二郎³, 田中俊介⁴

* Akimitu Takano⁴, Ippei Hata¹, Naoki Yanagisaki², Kojiro Inage³, Shunsuke Tanaka⁴

This paper describes about vibration tests of the suspended ceiling that is made as the same model of the ceiling in our college. In addition, the result indicates that the sway of earthquake causes several serious effects; the deformation of the ceiling's frames and the slip of the components.

2-1. はじめに

前報その 1 では、対象建物の吊り天井の被害状況を示し、吊り天井の被害状況と対象建物で観測された地震動の関連性について示した。

本報その 2 では、対象建物の吊り天井を再現した試験体を、対象建物で観測された地震波を入力波とした振動実験を行うことにより、被害の原因や損傷過程を把握する。

2-2. 実験概要

前報その 1 の被害調査において、被害の大きかった対象建物 7 階の一室の全吊り天井配置を Figure2-1 に示す。対象建物内の吊り天井は、Figure2-1 の通り、一室内の天井が小さなユニットに区切られて吊り下げられている特殊な形状になっている。1 ユニット 5,000mm × 1,675mm で天井ふところは 900mm である。また、各ユニットは接続されておらず、それぞれのユニットが独立して振動する構造になっている。

以降に示す振動実験では、Figure2-1 の吊り天井において、特に被害の大きかった天井 8・9 の 2 枚の吊り天井を対象とした。天井 8・9 を再現して作成した試験体を Figure2-3、2-4 に示す。

吊り天井の主な構成部材については、天井材は厚さ 24.5mm のボード、吊りボルトは全ねじボルト W3/8、野縁、野縁受け、クリップ、ハンガーは JIS 規格 25 形の建築用鋼製下地材が使用されている。各吊り天井において、野縁が Y(NS)方向に 6 本、野縁受けが X(EW)方向に 6 本、クリップが 36 個使用されている。

ブレース材は、全ねじボルト W3/8 を使用している箇所と、チャンネル CC-25 を使用している箇所がある。ブレース材の取り付けについては、ブレースの上部は上部取り付け金具が使用され、下部はチャンネルホルダーによって取り付けられた CC-2 に溶接されている。ブレース配置は Figure2-2 に示すとおりとなっている。

各方向に関しては野縁方向を X(EW)方向、野縁受け方向を Y(NS)方向とする。

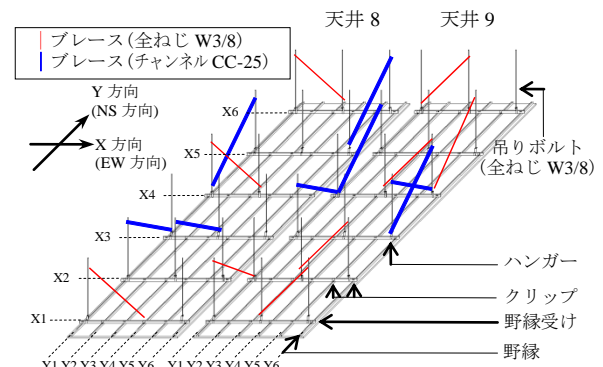


Figure2-2 ブレース配置図(天井 8・9)



Figure2-3 試験体全景



Figure2-4 鋼製下地材

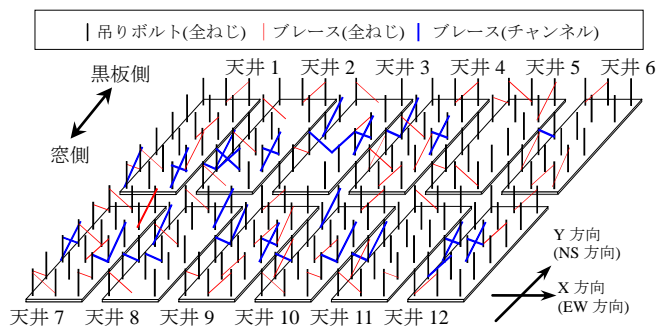


Figure2-1 対象建物ブレース配置図

加振地震動については、試験体として 7 階の吊り天井を再現しているため対象建物 7 階で観測された地震動を加振地震動とする。各方向の加振地震動の最大値を Table2-1 に示す。平成 23 年 3 月 11 日 14 時 47 分に対象建物で観測された地震動は東北地方太平洋沖地震の本震である。

Table2-1 加振地震動最大値

方向	最大加速度 [cm/s ²]	最大速度 [cm/s]	最大変位 [cm]
Y (NS)	600.46	68.30	19.96
X (EW)	446.20	50.36	18.30

2-3. 実験結果

地震波加振後の天井下地の損傷状況は、Table2-2, Figure2-5 ~ 2-8 に示すように、野縁受けの傾きやハンガー、クリップの変形等の損傷が発生した。また、Table2-3 ~ 2-5, Figure2-9 ~ 2-11 に示すように、野縁受け、ハンガー、クリップが滑る現象を確認した。

ブレース配置箇所付近では、吊りボルトが天井の変形に追従しないため、天井下地材の滑りや変形が生じた。

野縁受け及びハンガーの滑り(X方向)は、X方向にブレースの配置されている箇所で大きな滑りが生じた。また、クリップの滑り(Y方向)については、Y方向にブレースの配置されている箇所で大きな滑りが生じた。

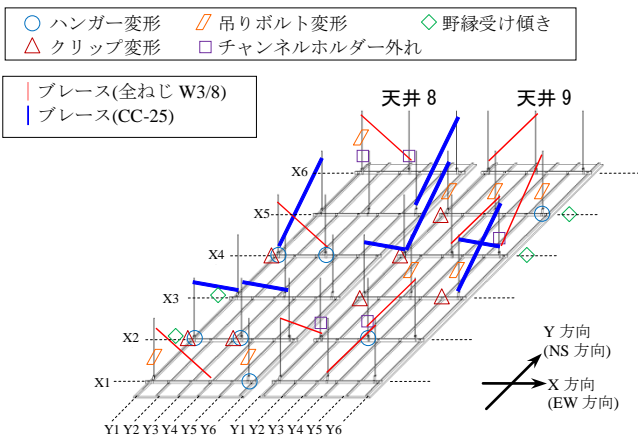


Figure2-5 加振後の天井下地の損傷状況

Table2-2 天井下地の損傷箇所数

損傷数/全数[ヶ所]	天井8	天井9
野縁受け傾き	2/36	2/36
ハンガー変形	5/18	2/18
クリップ変形	3/36	3/36
チャンネルホルダー外れ	2/18	3/18
吊りボルト変形	3/18	5/18
ブレース変形	0	0

Table2-3 野縁受け滑り量(X方向)

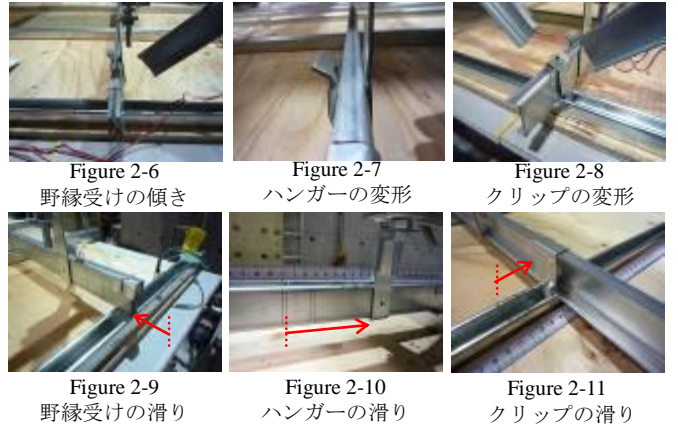
[mm]	天井8	天井9
X6	+40	-30
X5	-1	-2
X4	-33	+7
X3	-2	+1
X2	+1	0
X1	+34	+17

Table2-4 ハンガー滑り量(X方向)

[mm]	天井8			天井9		
	Y1-Y2	Y2-Y3	Y5-Y6	Y1-Y2	Y2-Y3	Y5-Y6
X6	+94	+85	2	-25	-60	-6
X5	+1	0	+2	-4	0	+5
X4	-28	-15		-1	+2	+7
X3	-2	-5	0	0	0	+1
X2	+1	+1	+1	0	0	+2
X1	+45		+26	+1	+11	+13

Table2-5 クリップの滑り量(Y方向)

[mm]	天井8						天井9					
	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6	Y1	Y2	Y3	Y4	Y5	Y6
X6	0	0	0	0	0	+1	0	0	0	0	0	0
X5	+2	+1	0	-3	-10	-15	+30	+35	+39	+50	+41	+35
X4	-15	-12	-10	-6	-1	0	-10	-15	-20	-27	-25	-15
X3	0	+5	+10	+8	+3	+2	+15	+22	+38	+45	+51	+56
X2	-25	-18	-11	-6	-3	0	0	0	0	+1	+2	+2
X1	0	0	0	+3	+6	+10	0	0	0	0	0	0



天井の変位については、各天井 X1・X6・Y2・Y5 方向で計測した時刻歴変位波形から描いた各天井 4 点のリサージュ波形を Figure2-12 に示す。各天井の最大応答値と残留変形については Table2-6 に示す。天井 8 と天井 9 の違いはブレース配置のみであるが、天井 8 は X 方向に、天井 9 は Y 方向に、それぞれ異なる方向に大きな変位が生じた。

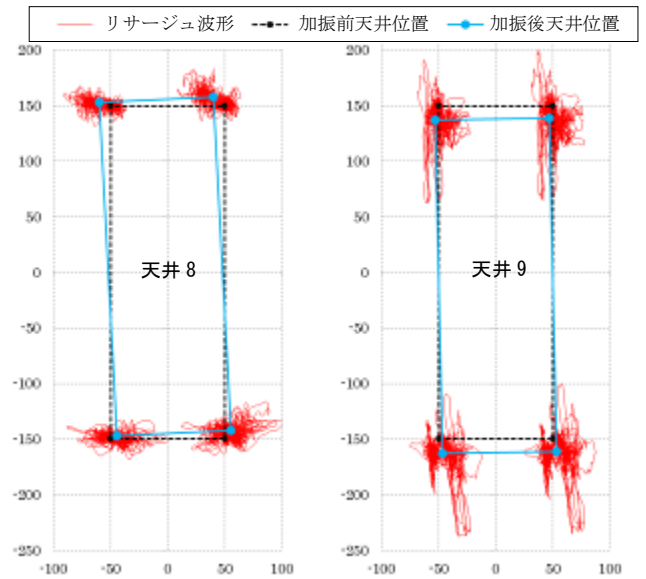


Figure2-12 リサージュ波形 [mm]

Table2-6 最大応答値・残留変形

	天井8				天井9			
	X1	X6	Y2	Y5	X1	X6	Y2	Y5
最大加速度 [cm/s ²]	955	1018	762	1018	1089	982	987	992
最大変位 [mm]	51.3	40.7	18.3	33.7	37.3	27.7	87.5	85.2
残留変形 [mm]	+5.2	-10.7	-2.3	-7.7	+3.6	-3.3	+13.3	+11.5

2-4. まとめ

本報その 2 では、対象建物の吊り天井を再現した振動実験を行うことで、天井下地材の損傷及び、野縁受け、ハンガー、クリップが滑る現象を確認した。また、ブレース配置の違いによって吊り天井が異なる方向に変形し、ブレースの配置された箇所付近では、天井下地材の損傷や滑りが大きくなることを確認した。

次報その 3 では、制震改修方法を提案し、その効果について示す。