

B-22

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1 吊り天井の被害状況)

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 1 Situation of Damage of the Suspended Ceiling

○稲毛康二郎³, 秦一平¹, 柳崎 尚輝², 田中俊介⁴, 高野晋光⁴* Kojiro Inage³, Ippei Hata¹, Naoki Yanagisaki², Shunsuke Tanaka⁴, Akimitu Takano⁴

This paper shows the situation of damage of the suspended ceiling in our college. Also shows the relationship between the situation of damage and earthquake motion observed in our college.

1-1. はじめに

吊り天井の破損・脱落等の被害は、平成 13 年芸予地震や平成 15 年十勝沖地震、平成 17 年宮城沖地震などの過去の地震でも発生しているが、平成 23 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震でも多くの吊り天井の被害が発生した。震源から遠く離れた、茨城空港や東京都庁、日本科学未来館、九段会館などの建築物では、構造に被害が無いにもかかわらず吊り天井の破損や落下等の被害が発生した。本学の建物（以下、対象建物）においても、同様の被害が発生した。

そこで、本研究では、対象建物の吊り天井の被害状況について調査し、被害の発生した吊り天井を再現した試験体を用いた振動実験を行うことで被害の原因や損傷過程を把握し、さらに、吊り天井の制震改修方法を提案することを目的としている。

その 1 では、対象建物の吊り天井の被害状況及び対象建物で観測された地震動について示し、被害状況と地震動の関連性について示す。その 2 では、振動台による振動実験概要及び結果について示し、吊り天井の被害の原因や損傷過程を把握する。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。

1-2. 吊り天井の被害状況

対象建物の吊り天井は、5,000mm×1,700mm 程度の小さいユニットの吊り天井がそれぞれ独立して吊り下げられており、ブレースの配置も異なるため、各箇所にも異なった被害が発生した。主な被害として、ハンガーの変形 (Figure1-1)、モニターを吊り下げている部材と吊り天井がぶつかり天井材が破損した被害 (Figure1-2)、吊りボルトから外れかけているブレース上部取り付け部材 (Figure1-3)、各吊り天井の位置のずれ (Figure1-4)、外れた野縁受け (Figure1-5)、ブレース材 (全ねじボルト W3/8) の座屈 (Figure1-6) を確認した。



Figure1-1 ハンガーの変形



Figure1-2 モニターによる破損



Figure1-3 ブレース上部部材の外れ



Figure1-4 天井の残留変形



Figure1-5 ブレースの外れ



Figure1-6 ブレースの座屈

平成 23 年 5 月 2 日に対象建物の吊り天井の被害状況の調査が実施された。その結果、Table1-1 に示すように、全吊り天井 174 ヶ所のうち、全体の約 33%にあたる吊り天井 57 ヶ所において、天井下地の破損が報告された。

Table1-1 吊り天井被害調査結果

	破損天井 [ヶ所]	全天井 [ヶ所]
7階	7	18
5階	15	52
4階	21	52
3階	14	52
合計	57	174

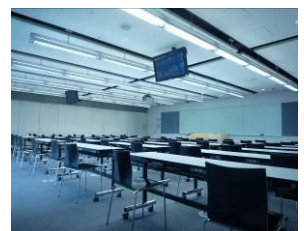


Figure1-7 対象建物吊り天井

1-3. 対象建物で観測された地震動

対象建物では、地震観測を行っており、平成 23 年 3 月 11 日 14 時 47 分に対象建物で東北地方太平洋沖地震の本震が観測された。観測地震動の最大応答値を Table1-2 に、加速度時刻歴波形を Figure1-8, 1-9 に示す。また、観測された地震動の応答スペクトル pSv,10 を Figure1-10 に示す。Figure1-10 より、7 階で観測された地震動の卓越周期は Y(NS)方向では 0.8(s), X(EW)方向では 0.9(s)である。

Table1-2 観測地震動最大値

階	Y(NS)方向			X(EW)方向		
	加速度 [cm/s ²]	速度 [cm/s]	変位 [cm]	加速度 [cm/s ²]	速度 [cm/s]	変位 [cm]
7F	600.46	61.64	10.29	446.20	49.71	9.59
B1F	113.41	16.84	9.90	95.06	13.38	11.81

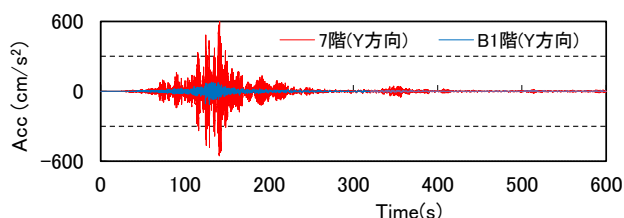


Figure1-8 加速度時刻歴波形 Y(NS)方向

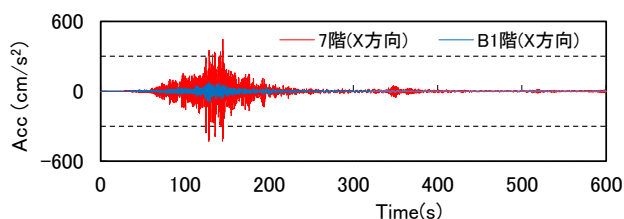


Figure1-9 加速度時刻歴波形 X(EW)方向

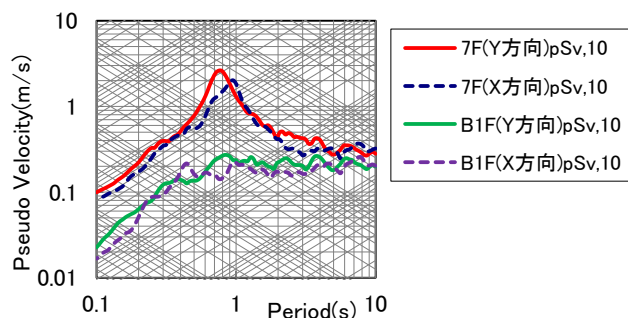


Figure1-10 応答スペクトル pSv,10

1-4. 被害状況と地震動の被害関連性

Figure1-8, 1-9 に示すように、対象建物で観測された東北地方太平洋沖地震の本震の主要動の継続時間が約 200 秒である。そのため、長い継続時間の地震動の影響によって吊り天井が繰り返し揺れることにより、対象建物で発生した天井下地材の変形等の吊り天井の被害が発生した可能性があると考えられる。

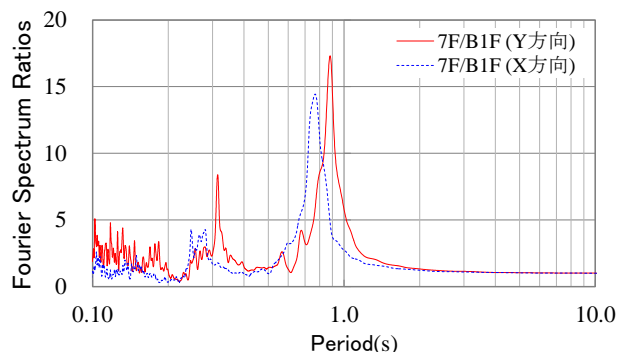


Figure1-11 観測された加速度波形の B1F に対する 7F のフーリエスペクトル比(X方向, Y方向)

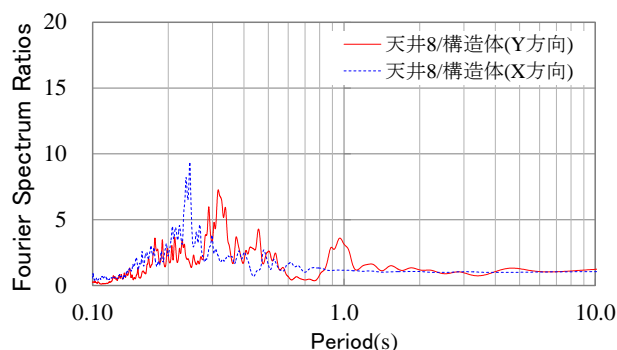


Figure1-12 その 2 で示す振動実験で計測した加速度波形の構造体に対する吊り天井のフーリエスペクトル比(X方向, Y方向)

Figure1-11 に、対象建物 B1F で観測された加速度波形に対する 7F で観測された加速度波形のフーリエスペクトル比を示す。Figure1-11 より、対象建物の 2 次モードの固有周期は X 方向で 0.25(s), Y 方向は 0.30(s)であることがわかる。

Figure1-12 に、次報その 2 で示す対象建物 7F の吊り天井を再現した振動実験において、構造体で計測した加速度波形に対する吊り天井で計測した加速度波形のフーリエスペクトル比を示す。

Figure1-12 に示すように、Figure1-11 で示した対象建物の 2 次モードの固有周期において、吊り天井の応答が X, Y 方向ともに大きく発生していることがわかる。そのため、対象建物で発生した吊り天井の被害は、対象建物の 2 次モードの影響が大きかったことがわかる。

1-5. まとめ

本報その 1 では、対象建物の被害状況を調査し、天井下地材の損傷状況について示した。また、対象建物の吊り天井の被害状況と地震動の関連性について示し、吊り天井の被害は構造物の高次モードの影響が大きいことを示した。

次報その 2 では、観測された地震波を入力波とした振動実験の概要および実験結果を示す。

【参考文献】

- [1] 日本建築学会：2011 年東北地方太平洋沖地震災害調査速報, 2011.7
- [2] 日本建築学会：非構造部材の耐震設計施工指針・同解説および耐震設計施工要領, 2003