

論文 / 著書情報
Article / Book Information

論題(和文)	E - ディフェンス実験に基づく大規模空間吊り天井の脱落被害低減技術開発 その19 未対策天井の応答加速度分布と損傷状況の対応
Title(English)	
著者(和文)	青井淳, 佐々木智大, 梶原浩一, 佐藤大樹
Authors(English)	Atsushi Aoi, Tomohiro Sasaki, Koichi Kajiwara, Daiki Sato
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-1, , pp. 857-858
Citation(English)	, vol. B-1, , pp. 857-858
発行日 / Pub. date	2016, 8
権利情報	一般社団法人 日本建築学会

E-ディフェンス実験に基づく大規模空間吊り天井の脱落被害低減技術開発

その 19 未対策天井の応答加速度分布と損傷状況の対応

正会員 ○青井淳^{*1} 同 佐々木智大^{*2} 同 梶原浩一^{*2} 同 佐藤大樹^{*3}

大規模空間 衝突	在来工法天井 実大加振実験	応答加速度分布 E-ディフェンス
-------------	------------------	---------------------

1. はじめに

筆者らは、E-ディフェンスを用いた大規模空間吊り天井の実大加振実験を行い、脱落被害低減技術の開発を進めている。本報では、天井脱落対策が施されていない既存の天井（以下、未対策天井）における天井面の応答加速度分布と、未対策天井の損傷状況との対応関係を分析した結果について報告する。

2. 未対策天井の損傷過程

天井面に設置した加速度計の位置を図 1 に示す。K-NET 仙台波 50% の 1 回目加振時における天井面の加速度時刻歴（図 1 中の CA22）に、加振時映像の観察により確認された天井の損傷過程を重ねたものを図 2 に示す。図 2 の様に、20~35s の 1 度目の地震動のピーク付近においてハンガーの損傷が生じ、70~80s の 2 度目のピーク付近においてクリップの損傷が生じていた。その他の詳細な損傷状況については参考文献 1) を参照されたい。

3. 天井面の応答加速度分布と損傷状況の対応

天井面の面的な応答性状を把握するため、0.001 秒刻みの各時刻において図 1 の計 35 点の各加速度計で計測された値の線形補間を行った。線形補間は、最初に表面（X1, X7 通り）の梁間方向の 5 点間を線形補間した後、Y1~Y7 の各通り桁行方向の各観測点間を線形補間し、最後に桁行方向の補間で得られた Y1~Y7 の各通りの値を梁間方向に線形補間するという手順により行った。線形補間により得られた各時刻における応答加速度分布を基に、20~35s 間および 70~80s 間における最大値をとり、ハンガー、クリップの損傷箇所と併せて分布図化したものを図 3 に示す。なお、加速度の梁間方向は+、-の各方向（図中では下向き、上向き）の最大加速度をそれぞれ分けて図示し、鉛直方向は鉛直上方向の最大加速度（慣性力は鉛直下向き）を示している。

3.1 梁間方向応答加速度と損傷状況の対応

図 3 の(a),(d)の梁間+方向の分布を見ると、図中上半分の南面天井の値が、下半分の北面天井の値よりも全体的に大きな加速度を示していることがわかる。また、(b),(e)の-方向の分布を見ると、逆に北面天井の方が全体的に大きな値を示していることがわかる。加速度の値としては、最大で(b)の X3-Y3 の位置で 90.6m/s^2 と、非常に大き

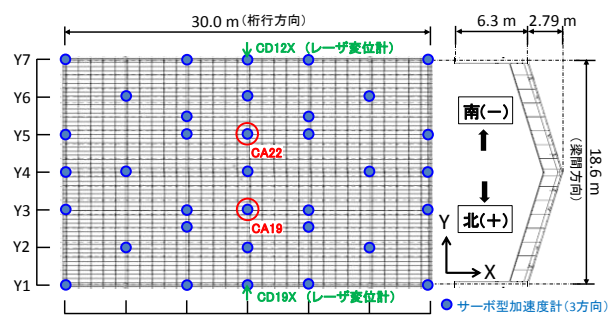


図 1 加速度計・レーザ変位計の計測位置

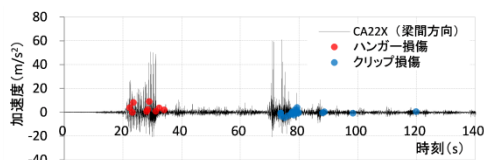


図 2 天井面加速度時刻歴と損傷過程

な加速度が計測されている。これは、天井が端部にて壁を模した鉄骨梁と衝突することにより、衝突した方の天井面で衝撃加速度が計測されたためだと考えられる。

衝突の有無を確認するため、天井面の加速度時刻歴と、レーザ変位計（計測位置は図 1 参照）による天井と壁部の相対変位の時刻歴を重ねて比較したものを図 4 に示す。図 4 より、天井と壁は 2cm 程度の離間と接触を繰り返し、相対変位が 0 になるのとほぼ同時に加速度のピークが大きく立ち上がっている様子が確認できる。また、北面と南面の加速度および変位の時刻歴を比較すると、ピークが交互に表れており、北面と南面で交互に衝突を繰り返しながら振動していることが確認できる。

水平方向加速度による慣性力は衝撃荷重として主に壁に伝達されるため、天井端部における損傷と対応するものと考えられる。加振後の損傷観察結果では、天井端部における損傷は下地の若干の変形程度の軽微な損傷に留まっていた。図 3 に示す様に、各位置で加速度のばらつきが大きいため、観測された梁間方向加速度の最大値 90.6m/s^2 を基に、仮定しうる最大の衝撃荷重を試算する。衝撃加速度は衝突側の天井面にしか伝わっていないことから片面の天井質量のみを考慮する事とし、 90.6m/s^2 に天井面単位質量 13.1kg/m^2 と天井の梁間方向長さ 9.71m を乗じると、幅 1m あたりの衝撃荷重は 11.5kN/m となる。この

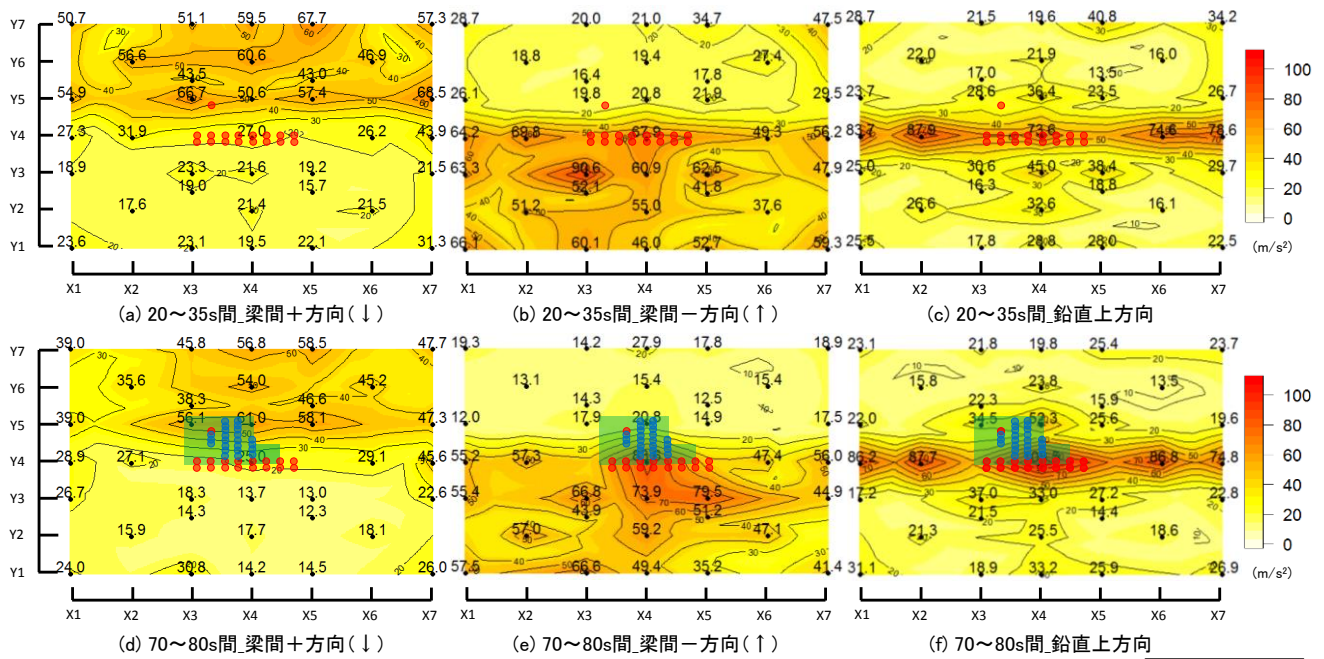


図3 天井面最大応答加速度分布と損傷状況の比較

値に対し、既往の研究の天井の静的面内圧縮実験結果では、未対策天井と同じ天井懐 1.5m、せっこうボード 1 枚張り、野縁受け方向加力において単位幅あたりの損傷荷重 16.1kN/m との結果が示されている²⁾。未対策天井は勾配のある天井であるために単純な比較は出来ないが、K-NET 仙台波 50%の 1 回目加振時において天井に生じた衝撃力は、端部の損傷を引き起こすレベルには至っていなかったものと思われる。

3.2 鉛直方向応答加速度と損傷状況の対応

図 3(c)より、Y4 通りの天井頂部付近において 70~90m/s²の大きな鉛直方向加速度が生じていることがわかる。参考文献 1)において、斜め天井では加振時に天井頂部が持ち上がる様なモーメントが作用することを報告したが、それにより天井頂部が上下に大きく振動した結果だと考えられ、ハンガーの損傷箇所とも対応している。なお、図中のハンガー損傷箇所は、加振時に撮影された映像より確認出来た箇所のみを記しており、加振後の損傷観察では天井頂部の他の箇所においてもハンガーの開き、外れ等の損傷が生じていたことを確認している。そのため、X3~X5 間以外の天井頂部においても、X3~X5 間と同等以上の加速度を計測していることから、この時点でハンガーの損傷が生じていた可能性が高いと推測される。

図 3(f)より、70~80s 間において生じたクリップの損傷箇所およびそれにより生じた天井のたわみ範囲を示しているが、損傷が南面に偏っている。鉛直方向の応答加速度分布は、北面と南面とで概ね対照的な分布となってい

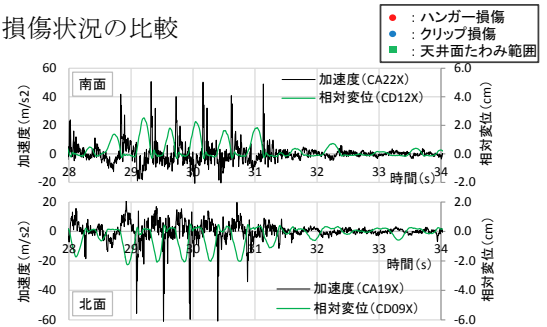


図4 天井面加速度と相対変位時刻歴の対応

るが、クリップ損傷箇所近傍の X4-Y5 位置の値 (52.3m/s²) は、周囲や北面の対称点周辺よりも 15m/s² 以上値が大きくなっている。このことから、損傷が南面に偏ったのは北面と南面の応答の差によるものだったと思われる。

4. まとめ

E-ディフェンスを用いた大規模空間吊り天井の実大加振実験において、未対策天井の K-NET 仙台波 50%の 1 回目加振時における応答加速度分布と損傷状況の対応関係を分析した。その結果、梁間方向では天井と壁の衝突により大きな加速度が生じるが、その衝撃荷重は既往実験で得られた損傷荷重より小さく、天井端部での損傷が軽微であったことと整合していることを確認した。また、鉛直方向では天井頂部において大きな加速度が生じ、その位置がハンガーの損傷箇所と対応していることを確認した。また、クリップの損傷箇所も、鉛直方向応答加速度分布と対応していることを確認した。

参考文献 1) 防災科学技術研究所: 大規模空間吊り天井の脱落被害メカニズム解明のための E-ディフェンス加振実験報告書—大規模空間吊り天井の脱落被害再現実験および耐震吊り天井の耐震余裕度検証実験—, 第 391 号, 2015.2 2) 森田泰弘ほか: 周囲の壁等に慣性力を負担させる水平な在来工法天井の耐震性に関する実験的研究 その 3 静的面内圧縮実験の結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集, 2014.9

*1 株式会社 竹中工務店 技術研究所
*2 国立研究開発法人 防災科学技術研究所
*3 東京工業大学

*1 Research & Development Institute, Takenaka Corporation
*2 National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention
*3 Tokyo Institute of Technology