

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 20 周波数領域における屋根面応答の分析
Title(English)	Development of Damage Mitigation Technique for Wide-area Suspended Ceiling Systems using E-Defense Part 20 Analysis of Response of Roof in the Frequency Domain
著者(和文)	鈴木理恵, 佐藤大樹, 佐々木智大, 青井淳, 梶原浩一, 田川浩之
Authors(English)	Rie Suzuki, Daiki Sato, Tomohiro Sasaki, Atsushi Aoi, Koichi Kajiwara, Hiroyuki Tagawa
出典(和文)	日本建築学会大会学術講演梗概集, vol. B-2, , pp. 963-964
Citation(English)	, vol. B-2, , pp. 963-964
発行日 / Pub. date	2017, 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 20 周波数領域における屋根面応答の分析

正会員 ○鈴木理恵*1 同 佐藤大樹*2 同 佐々木智大*3
同 青井淳*4 同 梶原浩一*3 同 田川浩之*5

鉄骨造体育館 山形屋根 実大加振実験
コヒーレンス 相関係数 E-ディフェンス

1. はじめに

E-ディフェンス震動台を用いて行われた実大鉄骨造体育館の加振実験より、筆者らは構造躯体および屋根面について分析を行っている。文献 1)では、ランダム波加振より試験体の一次固有振動数の推定を行い、地震動加振による固有振動数の変化とブレース材の損傷や天井脱落との関係性について考察した。また、文献 2)では屋根面に設置された加速度計の時刻歴波形より、相関係数による分析を行った。本報では、山形形状の屋根面について周波数領域の分析を行う。

2. 実験概要

試験体全体写真を図 1 に示す。試験体は山形形状の屋根を有した鉄骨造体育館である。図 2 に屋根面の加速度計の計測位置を示す。加速度計は X, Y, Z の 3 軸加速度計で

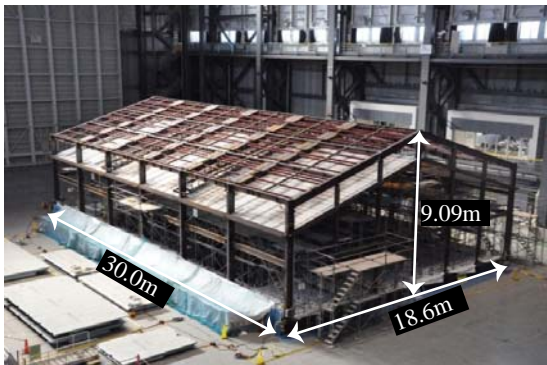


図 1 試験体全体写真

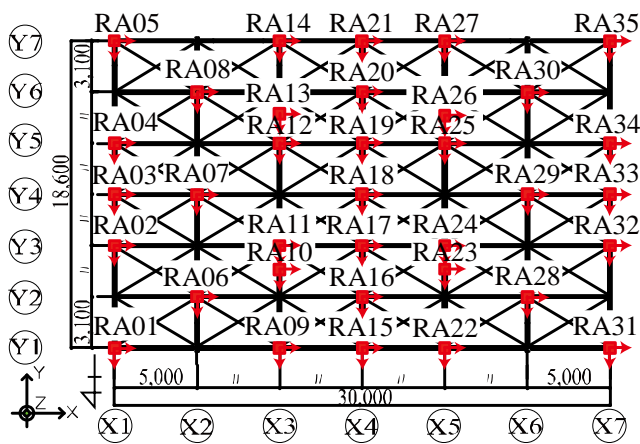


図 2 屋根面加速度計計測位置

あり、屋根面の加速度は水平に設置している。時刻刻みは 0.001 s で計測を行っている。本報では計測値の高周波成分のノイズを取り除くため、波形に 100 Hz のローパスフィルター (Low Pass Filter, LPF) をかけ、はじめの 1 秒間の平均値が 0 になるようオフセットしたものをを用いて検討を行っている。図の X 方向を桁行方向, Y 方向を梁間方向, Z 方向を鉛直方向と呼ぶ。また、実験は試験体に複数回加振を行っているが、本報では地震動加振 K-NET 仙台波の入力レベル 25%, 50%, 80%, 100%加振³⁾時における分析を行う。

3. 山形形状の屋根面の周波数領域の分析

3.1 屋根面のコヒーレンス

周波数領域の分析として、2 つの変動について各周波数成分の線形性を表すコヒーレンス⁴⁾を用いる。屋根面の各加速度計位置において、屋根面中央の RA18 を基準とし、K-NET 仙台波の入力レベル 25%, 50%, 80%, 100%加振時の方向別にコヒーレンスを算出した。本報では例として RA05, RA08, RA19, RA21 のコヒーレンスの結果を図 3 に示す。スムージングバンド幅は 0.50 Hz とする。

3.2 一次固有振動数とコヒーレンスの関係

文献 1)では、地震動加振後に入力したランダム波加振³⁾において入力を震動台加速度、出力を屋根面加速度のパワースペクトル密度から伝達関数を算出し、一次固有振動数の推定を行った¹⁾。各地震動加振後のランダム波における一次固有振動数の値を梁間、桁行、鉛直方向の順に述べると、K-NET 仙台波 25%は 2.44 Hz, 2.87 Hz, 3.05 Hz, K-NET 仙台波 50%は 2.14 Hz, 2.50 Hz, 2.96 Hz, K-NET 仙台波 80%は 1.98 Hz, 1.43 Hz, 2.84 Hz, K-NET 仙台波 100%は 1.83 Hz, 1.19 Hz, 2.75 Hz である (図 3 には縦線で示す)。図 3 のコヒーレンスと一次固有振動数の対応を見ると、一次固有振動数の際のコヒーレンスの値は梁間、桁行方向においては 0.9 以上であり、1 に近い値を示していることが分かる。基準からの距離によるコヒーレンスの違いはあるが、鉛直方向において、柱頭位置にある RA05, RA21 のコヒーレンスの値は低い値を示しているものの、柱頭位置ではない位置においては 0.8 以上の高い値

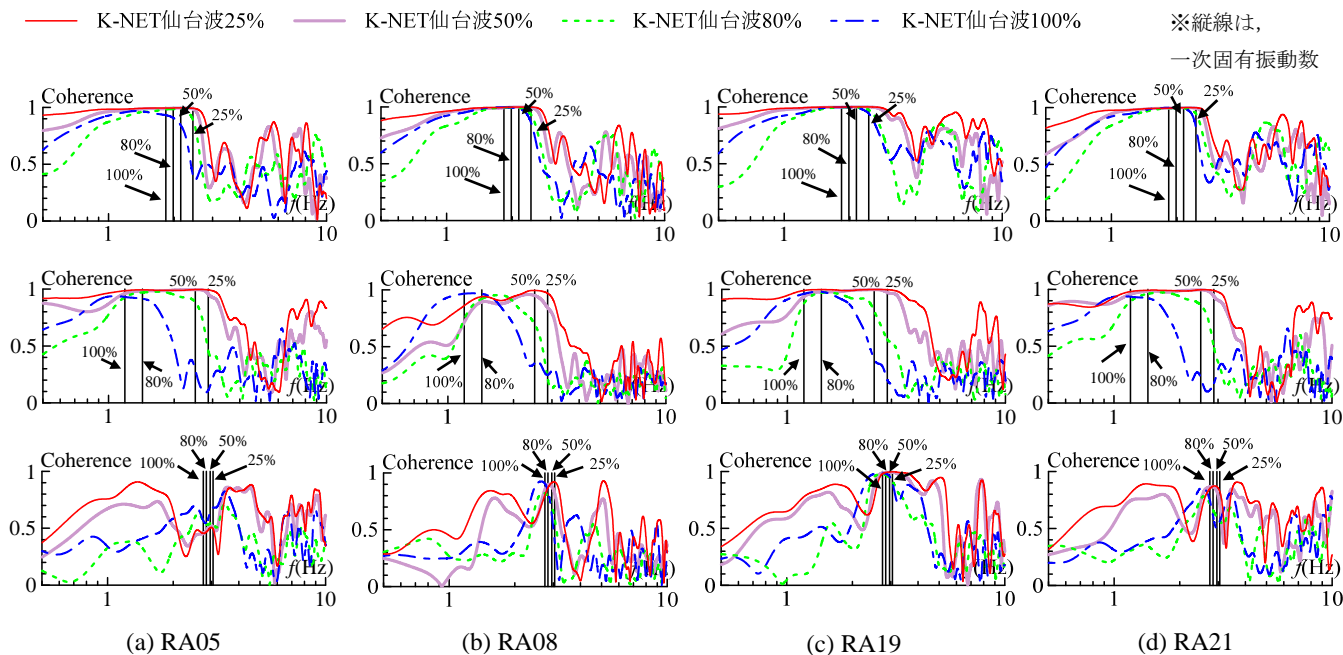


図3 RA18を基準としたコヒーレンスと一次固有振動数の対応（上段：梁間，中段：桁行，下段：鉛直）

となることが分かる。屋根面と柱頭における上下振動の相関は低いが、一次モードの振動数においては、方向や入力レベルが異なってもコヒーレンスの値は高いことが分かる。梁間方向と桁行方向において、一次固有振動数以降のコヒーレンスの変化を見ると、コヒーレンスの値は著しく低下していることが分かる。K-NET 仙台波 25 %、50 % に比べ、K-NET 仙台波 80 %、100 % では高いコヒーレンスの値を示す振動数領域が狭い。K-NET 仙台波 80 %、100 % では文献 2) より、K-NET 仙台波 80 % の加振時に、ブレース材のひずみ計の検討から屋根面の約 69 % のブレース材が塑性化したことを確認している。ブレース材の塑性化により K-NET 仙台波 80 %、100 % では、一次固有振動数の値も低下し、一次固有振動数より高い振動数領域のコヒーレンスの値も著しく低下することから、屋根面はより複雑な挙動になると考えられる。

3.3. 相関係数とコヒーレンスによる屋根面の分析

文献 2) では、屋根面の応答加速度の相関係数により屋根面の特性を把握した。得られた知見としては、屋根ブレース材が塑性化すると相関係数が低下すること、応答が大きい場合に相関係数が低下することが分かった。本報では、どの周波数成分でコヒーレンスが低下しているかの分析を行い、3.2 節から一次固有振動数のコヒーレンスは鉛直方向を除いて高い値を示したが、高い振動数領

域になるとコヒーレンスの値は低下するという知見を得た。これより文献 2) で示した K-NET 仙台波 25 % よりも K-NET 仙台波 100 % において相関係数が低下した要因としては、高振動数の影響であることが分かる。

4. まとめ

E-ディフェンス震動台を用いて行われた実大鉄骨造体育館の加振実験より、山形形状の屋根面について周波数領域での分析を行った。屋根面中央を基準とするコヒーレンスの分析から、一次モードの固有振動数までは高い値を示しており、一次モードでは一体として屋根面は振動すると考えられる。しかし、一次固有振動数より高い振動数領域ではコヒーレンスの値が低下することから、複雑な挙動を引き起こす可能性がある。特にブレース材の塑性化が生じる K-NET 仙台波 80%、100% では、一次固有振動数以降でコヒーレンスの値は著しく低下することが確認された。将来的に天井の設計用外力を考える場合、屋根面の高振動数領域が天井にどのくらい影響を与えるかの検討が重要となる。

参考文献

- 1) 鈴木理恵, 佐藤大樹, 佐々木智大, 青井淳, 梶原浩一, 田川浩之: 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18 実大鉄骨造体育館試験体の振動特性の変化, 日本建築学会大会学術講演梗概集 (九州), pp.855-856, 2016.8
- 2) 鈴木理恵, 佐藤大樹, 佐々木智大, 青井淳, 梶原浩一, 田川浩之: E-ディフェンスを用いた実大鉄骨造体育館加振実験における固有振動数の変化と損傷の分析, 構造工学論文集, Vol.63B, 2017.3
- 3) 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
- 4) 日野幹雄: スペクトル解析, 朝倉書店, 1977.

*1 元東京工業大学大学院生
 *2 東京工業大学
 *3 国立研究開発法人 防災科学技術研究所
 *4 株式会社 竹中工務店 技術研究所
 *5 武庫川女子大学

*1 Former Graduate Student, Tokyo Institute of Technology
 *2 Tokyo Institute of Technology
 *3 National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience
 *4 Research & Development Institute, Takenaka Corporation
 *5 Mukogawa Women's University