

建築仕上げ材 劣化度評価 非接触
振動測定 卓越周波数

1. 研究背景および目的

駅舎などの鉄道関連建物は経年により劣化が進行しており、外装材の飛散、落下事象がごく稀に報告されている。これら事象の未然防止のため建物の劣化度を把握することが求められるが、大面積の外壁を全面触診することは費用面、時間的にも現実的ではなく、外観の目視検査を主体としているのが現状である。そのため、より簡易かつ定量的なデータに基づく正確な評価が得られる手法を見出し、高い検査レベルの実現が求められている。本研究では、既往研究¹⁾にあるモックアップで検証した常時微動を用いた振動測定による劣化度評価手法について、実駅における検証を報告する。併せて外環境条件として日射や外気温が測定値に及ぼす影響も検証した。

2. 測定手法および測定箇所の概要

既往研究¹⁾では、遠方に設置したドップラーレーザーによる外壁材の振動測定から部材の卓越周波数（以下、部材周波数）を把握し、健全な部材に対して劣化した部材の部材周波数が低下することから劣化度評価が可能であることを示している。

本測定手法を用いた実駅計測として、3つの駅舎の外壁材の振動測定を実施した。サンプリング周波数は1kHz、計測時間は20秒間とした。レーザー照射角は壁面に対し

て45度以下とし、列車等による外部振動等の少ない時点の計測を実施した。

1) A 駅 外壁

焼付鋼板パネル W1,300×H1,300 t=1.6（裏打ち材有）

図1にA駅の測定箇所と劣化箇所、図2にパネルの固定ビスの位置と測定点を示す。固定ビスの腐食抜けが発生している劣化部を2枚、健全部を1枚の測定を60m離れた点から実施した。なお、2枚の劣化部の固定ビスは22本のうち半数の11本が腐食・破断していた。

2) B 駅 柱 化粧板

ケイ酸カルシウム板 W750×H1,200 t=6

図3にB駅の測定箇所と劣化箇所、図4にパネルの固定ビスの位置と測定点、割れの発生箇所を示す。2つの柱で5枚ずつ、計10枚の化粧板の計測を40m離れた点から実施した。なお、固定ビス周りでの割れが発生している2枚の化粧板を劣化部として測定した。

3) C 駅 防風壁

押出成型セメント板 W3,000×H900 t=60

図5にC駅の測定箇所を示す。健全な部材を横9枚、縦2枚、計18枚の測定を25m離れた点から実施した。測定点は1枚当たり1点、各材の中心で測定した。併せてサーモスタッドカメラを用いて、部材温度の記録を実施した。



図1 A 駅 測定箇所および劣化箇所

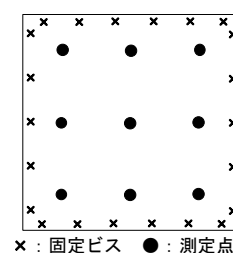


図2 A 駅パネル
固定ビスおよび測定点

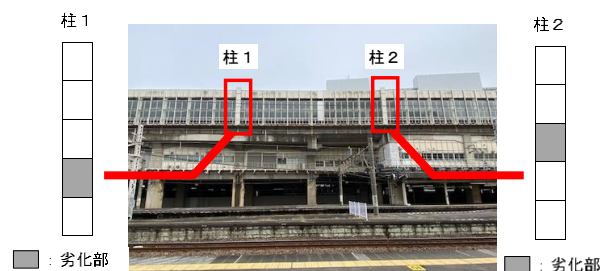


図3 B 駅 測定箇所および劣化箇所

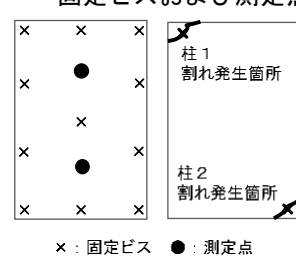


図4 B 駅パネル 固定ビス
測定点・割れ発生箇所



図5 C 駅 測定箇所

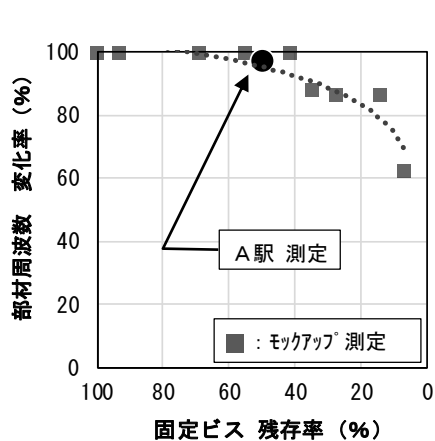


図6 焼付鋼板パネル
卓越周波数変化の推移

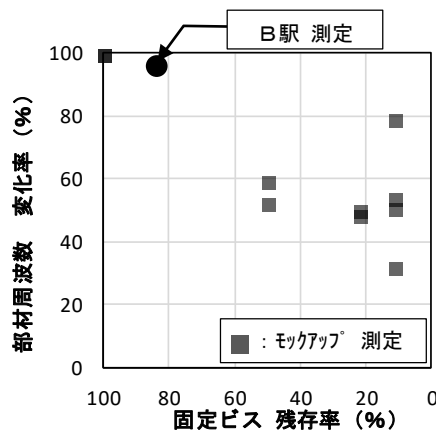


図7 ケイ酸カルシウム板
卓越周波数変化の推移

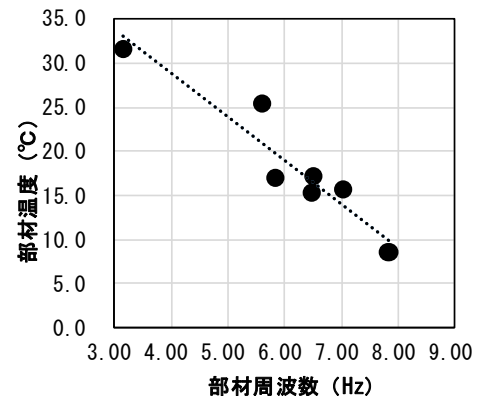


図8 C駅 部材周波数一部材温度

4. 測定結果および考察

4.1 不健全箇所の検出

1) A 駅 外壁

測定から得られた振動特性より、A 駅の測定では固定ビス腐食抜けが発生している劣化部において、振幅の増加および明確な卓越周波数の低下は見られなかった。また、各部材の部材周波数の平均値も、健全部 7.39Hz に対し、劣化部（上部）は 8.69Hz、劣化部（下部）が 7.19Hz となり、劣化と判断される大きな値の減少は見受けられなかった。ここで既往研究¹⁾のモックアップ上での焼付鋼板パネルの固定ビス残存率低下に伴う部材周波数の変化率の推移と、本測定から得られた値を図6に示す。モックアップでは固定ビス残存率 40%以下となったとき、部材周波数が大きく減少していることがわかるが、本計測の固定ビス残存率 50%では大きく値が低下せず、モックアップ上での計測と同程度の卓越周波数の減少であることが確認できた。よって、固定ビスの残存率が 50%未満になればモックアップと同様に実駅でも劣化部と判断することができる可能性が高いと考えられる。

2) B 駅 柱 化粧板

B 駅の測定より得られた卓越周波数は、柱1が健全部平均 9.39Hz、劣化部 10.10Hz、柱2が健全部平均 9.12Hz から劣化部 8.71Hz となり、いずれも A 駅における測定と同様に劣化部と判断されるような大きな値の減少は見受けられなかった。ここで、既往研究¹⁾におけるモックアップ上でのケイ酸カルシウム板の固定ビス残存率低下に伴う卓越周波数の変化率の推移と、本測定から得られた卓越周波数の変化率を図7に示す。モックアップ上では、焼付鋼板パネルと同様に固定ビス残存率 50%以下で部材周波数が大きく減少することが分かっており、ケイ酸カルシウム板についても、固定ビス残存率の減少により大きく卓越周波数が減少することから、劣化部と判断することが

できると考えられる。

しかしながら本測定のように、固定ビス残存率が高いような、軽度の劣化に対しても評価を行うためには、軽度の劣化における測定データをより多く集積することにより、さらに詳細な部材周波数変化の推移を把握することが必要である。

4.2 外部環境の影響（日射・外気温）

1) C 駅 防風壁

C 駅において中間期および冬期で複数回にわたり、同一の健全部で測定を実施した。測定より得られた部材周波数と部材温度の比較を図8に示す。この結果から、部材周波数と部材温度には相関関係が見られ、得られた測定値に対して影響を及ぼしていることが示された。これは下地による部材の固定に対して、部材の温度伸縮による張力を生じたことから部材周波数が変動したと推察される。よって、健全部でのこの相関から外れた値が計測された場合に劣化部と判断することが可能となるのではないかと考えられる。今後の測定データ蓄積は部材周波数と併せて部材温度も管理を行う必要が想定される。

5. まとめ

実駅建物における常時微動を用いた建築仕上げ材の非接触振動測定から以下の知見を得た。

- ・固定ビスが半数以下になれば、モックアップと同様に実駅でも劣化部の検知ができる可能性がある。
- ・部材周波数と部材温度には相関が確認できたが、劣化判断の一助とするには、今後より多くの部材での検討により確認していく必要がある。

【参考文献】

- 1) 原 宏志, 伊藤 喜彦, 八城 雅弘, 鈴木 康一郎, 楠 彩花: 非接触常時微動測定による外壁材劣化度評価手法の研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 2018, pp.621-622, 2018.7

* JR 東日本ビルテック

**東日本旅客鉄道

* JR East Facility Management Co.

** East Japan Railway Company