

耐震補強における効率的な地際部の腐食対策について

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○ 坂下 孝司

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 岸 滋

日本ファブテック株式会社 非会員 細見 直史

1. はじめに

当社では、阪神大震災以降、高架橋への地震対策として鋼板巻補強による耐震補強を実施してきた。このうち、初期に施工した箇所は20年以上が経過し、地表面付近(以下、地際部)での鋼板の腐食が数多く散見されるようになってきた。

地際部の腐食に対して補修工事を実施する場合、腐食状況に応じて修繕優先順位をつけることが必要である。修繕優先順位の指標としては、鋼板板厚減肉量(腐食量)が考えられ、減肉量測定には主にコア抜き機を活用することが多い。

しかし、コア抜き機で減肉量を測定する場合、塗膜・錆の除去や、土壌・アスファルト等の掘削が必要となり、大量の橋脚を測定するには時間や費用の負担が大きくなる。そこで本研究では、掘削や塗膜・錆の除去を伴わず、簡易的に鋼板板厚減肉量を測定可能な機器を用いて、地際部が腐食している橋脚で測定を行い、測定データを解析することで推定精度や測定方法を検証し、有用性の確認を行った。

2. 鋼板巻補強箇所地際部の実態

当社において、阪神大震災以降実施している鋼板巻補強では地際部での腐食が顕著にみられる箇所が散見された。それらは、これまでに実施した外観調査により、特に高架下の舗装箇所の地際部付近に顕著に見られた。(図1)。

地際部腐食箇所の実態を把握するための指標としては、板厚減肉量を測定する必要がある。測定方法としては、コア抜き機により鋼材を削孔して実際の板厚を測定する方法がある。

しかし、コア抜き機による測定ではある測点でしか板厚が分からないことに加え、埋設部の測定には舗装の掘削が必要となるため、調査する橋脚が膨大であれば、現実的とはいえない。本研究においては舗装掘削や削孔を伴わず、大量の橋脚を簡易的に測定できる非破壊検査方法の選定を行い、精度を検証することを目的とする。



図1. 鋼板巻補強箇所の地際部における腐食

3. 非破壊検査機器を使用した板厚減肉量の計測

3-1. 測定機器の選定

測定機器の選定条件として、①塗膜や錆の上から母材を傷つけず測定可能 ②掘削せずに地中部の残存板厚の推定が可能、③測定結果から鋼板劣化度の優劣の決定が可能な3つを挙げて選定を行った。

金属の厚さ測定には、超音波による測定が広く用いられているが、掘削や錆の除去を必要とするため、大量の橋脚を計測することは困難である。そこで電磁誘導現象を利用した計測原理である「バウンダリーチェッカー」が掘削等を行わず測定可能であることからこちらを採用し、計測を行った(表1、図2)。

表1. 計測方法比較表

	計測原理	測定精度	埋設部掘削	塗膜の除去	錆の除去
A	超音波	±0.01mm	× 必要	○ 不要	△ 錆が厚い場合必要
B	超音波	±0.01mm	× 必要	○ 不要	△ 錆が厚い場合必要
C	電磁気	?	○ 不要	○ 不要	○ 不要

バウンダリーチェッカーは、従来の非破壊厚さ測定器では測定できなかった地中部 G. L. -20mm までの厚さを推定するもので、地際部の腐食状況の把握に特化した機器である。鉛直方向の測線に沿ってセンサーを動かすことによって、地上部においては鉛直測線上の板厚減肉量、地中部においては最大減肉量を推定する。ただし、鋼板巻耐震補強橋脚のようなコンクリート橋脚に鋼板を巻いたものにおける使用実績はなく、条件③を満たすか否かを確認する必要があった。

そこで、実際の高架橋橋脚でテスト測定を行い、鋼板厚さの推定精度の確認と橋脚周方向の測定ピッチの決定を行った。

3-2. テスト測定

テスト測定の対象は、舗装状態が異なる高架橋橋脚 2 本(舗装:アスファルト 1 本, 土壌 1 本)とした。推定誤差の確認には、比較対象として赤外線測定機器の「3Dスキャナー」(日本電測機(株)製品)を使用した。3Dスキャナーは、赤外線を用いて物体表面の凹凸に関する高精度な三次元情報を得ることで、腐食がある箇所と無い箇所の凹凸の差を減肉量として算出することができる機器である。テスト測定では、バウンダリーチェッカーの測定を行ったのち、塗装のケレンと舗装掘削を行い、3Dスキャナー測定を行った(写真 1)。

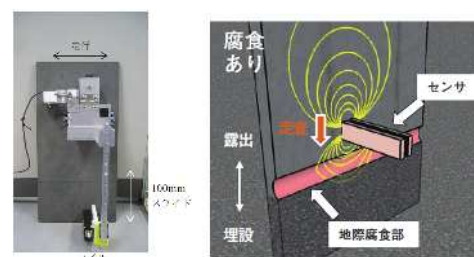


図 2. バウンダリーチェッカー

(左: 測定器, 右: 腐食箇所付近における磁束密度の変化)

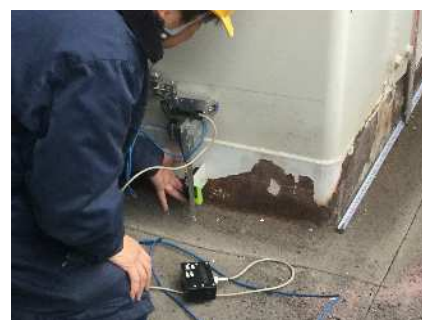


写真 1. テスト測定の様子

4. 測定結果

図 3 に地中部におけるバウンダリーチェッカー減肉量測定結果と3D スキャナーにおける計測結果を示す。3Dスキャナーの減肉量推定結果を正としてバウンダリーチェッカーの推定誤差を計算した場合、全データの 85%が誤差 ± 0.5 mm 以内、96%が誤差 ± 1.0 mm 以内に収まる結果を得た。また、バウンダリーチェッカーの測定誤差の平均値は $+0.1$ mm であり、大きな偏りは見られなかった。

また、橋脚周方向の測線同士の測定ピッチ(間隔)に関して、ピッチが狭いほど推定減肉量の詳細な情報が分かるが、測定にかかる時間は多くなるため、両方のバランスが適切となる測定ピッチを検討する必要がある。そこで様々な測定ピッチによる検出率と測定時間を検討した結果、橋脚周方向の測定ピッチを 25mm(測定時間:約 60 分/1 本)とした場合は 1mm 以上の腐食箇所の検出率は 90%となり、測定ピッチは 25mm が適切であると判断した。

表 2. 橋脚周方向の測定ピッチと腐食箇所の検出率の関係

測定ピッチ (mm)	1mm以上の腐食箇所の 検出数(全31箇所)	検出率 (%)
25	28	90
50	20	65
100	14	45
200	6	19
300	3	10

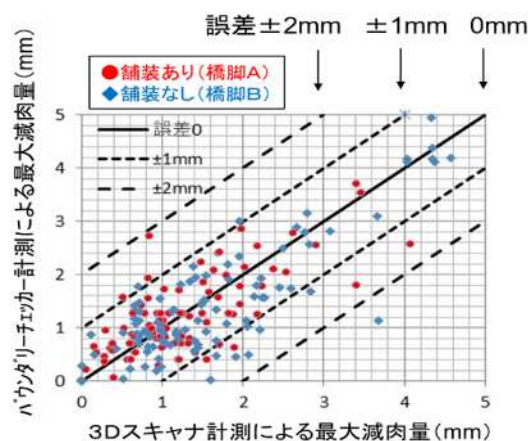


図 3. 地中部の最大減肉量の推定結果

5. まとめと今後の展望

今回、阪神大震災以降の初期に実施した鋼板巻補強の地際部の腐食箇所に対して、板厚減肉量を簡易に計測する手法として、電磁誘導原理を活用するバウンダリーチェッカーによる計測を提案した。今後は測定精度の検証のため数多くの橋脚の測定を行うとともに、修繕優先順位を定め、優先順に基づき地際部の補修を計画的に行っていきたい。