

鋼製橋脚腐食基部に対するフェーズドアレイの現場適用性検討

(一財) 首都高速道路技術センター
首都高速道路株式会社
東芝電力検査サービス株式会社

正会員 ○中畝 将太
正会員 石橋 正博
唐沢 博一

正会員 大宮 勲
斎藤 遼

1. はじめに

鋼製橋脚基部には、多くの腐食損傷が報告されている(写真-1)。基部の腐食は、橋脚の耐力力を低下させる恐れがあり、早期に発見する必要があるが、根巻コンクリート内部の腐食はコンクリートをはつって確認しなければならず、協議を含め多大な労力を要する場合が多い。

標識柱のような板厚が薄い鋼材に対する非破壊検査技術¹⁾は既に開発されているが、鋼製橋脚のような板厚が厚い鋼材については非破壊検査技術が確立されていない。そこで、航空機機体や自動車部品など産業分野での検査に使用されているフェーズドアレイを対象として現場適用性について検討した。

2. 装置の概要

検討に用いた探傷装置は、東芝製のMatrixeyeである。本装置は、3次元開口合成法とフェーズドアレイを組み合わせたもので、64chのアレイプローブを電子走査し、64chの全経路波形を収集、画像化領域で再構築(加算処理)する開口合成処理により、解像度一定(全点フォーカス)およびノイズ改善、感度向上された探傷画像が得られる(図-1)。探傷(鋼材の裏面で反射させ腐食部を画像化)により得られた画像(図-2)から腐食深さの最大値、平均値が得られる。

3. 非破壊検査技術の現場適用性の検討

(1) 検討概要

現場検証は、首都高速道路の2地点(以下、A地点、B地点)の鋼製橋脚で実施した。A地点は昭和50年にしゅん功し、板厚は14~30mmである。B地点は昭和51年にしゅん功し、板厚は15~25mmである。測定はA地点26箇所、B地点48箇所で行った。鋼製橋脚根巻コンクリートの標準図を図-3に、現場測定状況を写真-2に示す。

(2) 既設鋼製橋脚の腐食状況

非破壊検査で腐食深さの測定を行った後、橋脚基部の根巻コンクリートを撤去し、ケレンを行った後、3Dレーザースキャナで測定することで、腐食状況を調査した(図-4)。



写真-1 鋼製橋脚の腐食状況

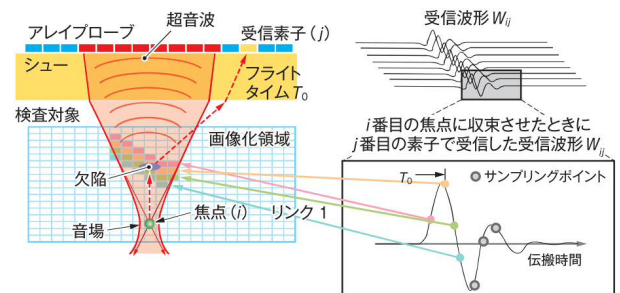
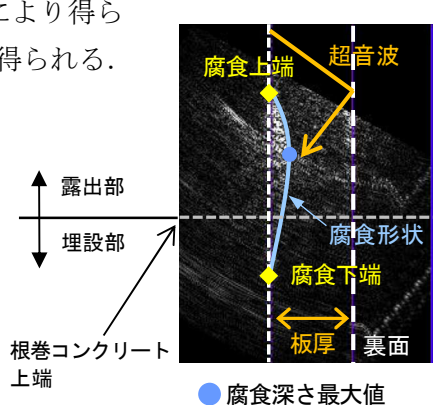
図-1 開口合成フェーズドアレイ処理の概要²⁾

図-2 フェーズドアレイより得られる結果例(板厚方向の断面画像)

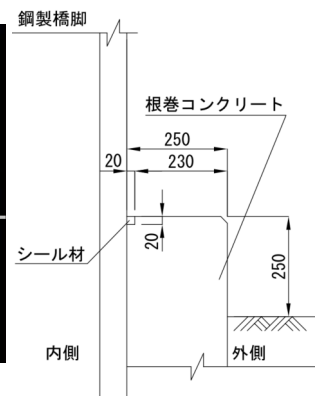


図-3 鋼製橋脚根巻コンクリートの標準図

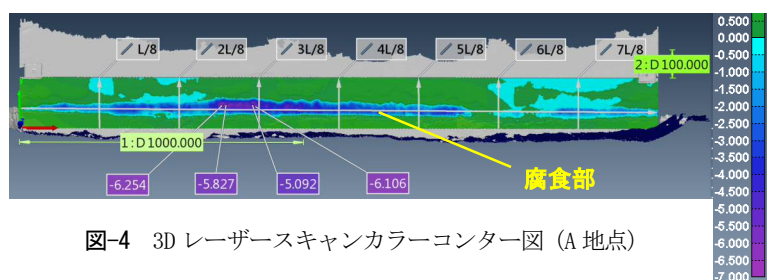


図-4 3Dレーザースキャンカラーコンター図(A地点)

キーワード 鋼製橋脚, 腐食, 非破壊検査

連絡先 〒105-0001 東京都港区虎ノ門 3-10-11 (一財) 首都高速道路技術センター TEL 03-3578-5751

3D レーザースキャナを用いた計測により、以下の結果が得られた。

- ・腐食は露出部と埋設部の境界付近で生じている。
- ・露出部+埋設部の腐食範囲は高さ方向で平均60mm程度、最大で115mm程度であった。
- ・埋設部の腐食範囲は高さ方向で平均40mm程度であり、地際周辺の腐食が顕著であった。
- ・露出部が腐食していなければ埋設部に腐食はほとんど生じていなかった。
- ・最大腐食深さは8mm程度であった。



写真-2 現場測定状況

(3) 現場適用性の検証

フェーズドアレイは、図-2に示す板厚方向の断面画像から腐食深さの最大値が得られる。腐食形状は腐食上端と下端、腐食深さの最大値を結ぶとほぼ三角形となるため、腐食深さの平均値は腐食深さの最大値の1/2とした。

図-5(a)に示すように、フェーズドアレイで得られた腐食深さの最大値と3Dレーザー計測による腐食深さの最大値の差はおよそ±3mmであった。また、図-5(b)に示すように、フェーズドアレイで得られた腐食深さの平均値と3Dレーザー計測による腐食深さの平均値の差はおよそ±2mmであった。

表-1に示すように、誤差の標準偏差は腐食深さの最大値で1.57mm、平均値で0.76mmであり、腐食深さ平均値で比較した方が誤差のばらつきが小さい。

(4) 作業効率および費用

現場測定時間は1面当たり30分程度であり、根巻コンクリートを撤去した後に腐食深さを調査する従来の方法に比べ調査費用は、1/4程度となった。

現場検証は探傷1人、画面操作1人で行ったが、作業が熟練すれば1人での作業が可能と考えられる。

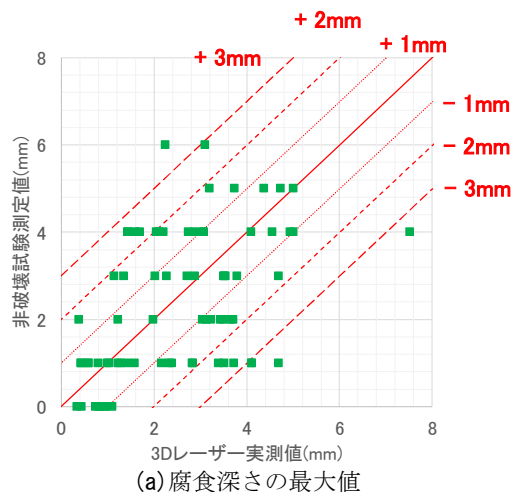
4. まとめ

鋼製橋脚基部の腐食に対するフェーズドアレイの探傷精度は±2～3mm程度であることが確認できた。そのため、はつり調査を実施することなく腐食状況を調査することが可能であると考えられる。また、現場で探傷画像から、最大腐食深さおよび腐食形状を確認することができる。

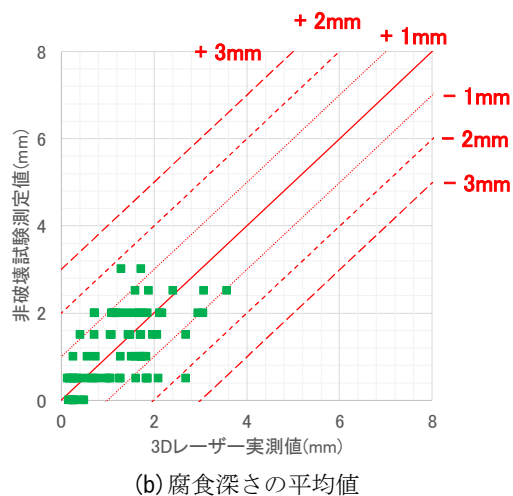
従来は根巻コンクリートを撤去した後に調査を行っていたが、非破壊検査で調査を行うことで、費用は1/4程度に抑えることが可能であり、工事に伴う協議も簡易になる。

今後の課題として、調査費用のコストダウンおよび作業効率化および更なる精度向上が必要と考えている。
参考文献

- 1) 例えば、山東和義ら：金属柱劣化判定システム、配管技術、8、pp.87-93、2010
- 2) 唐沢博一ら：3次元開口合成アレイ検査装置Matrixeye™の橋梁鋼床版検査への適用、東芝レビュー Vol.70 No.9、p.24-28、2015



(a) 腐食深さの最大値



(b) 腐食深さの平均値

図-5 3D レーザー計測による腐食深さ測定値と非破壊検査測定値の比較

表-1 誤差の標準偏差

腐食深さ最大値	腐食深さ平均値
1.57	0.76

(mm)