

亜熱帯島嶼環境下における鋼管柱腐食劣化診断のための非破壊調査技術の活用について

大日本コンサルタント株式会社

 正会員 ○田代 大樹 非会員 田中 大気
 非会員 木村 浩士 正会員 川島 将太

1. はじめに

沖縄県の道路標識柱や照明柱等の道路附属物（以下、附属物）は、過酷な腐食環境下に晒されている。そのため、路面境界部の腐食劣化が進行しやすい環境にあり、台風等の強風時に倒壊する恐れがある。附属物の定期点検では、点検要領¹⁾の調査フローに基づき路面境界部の掘削調査が実施される。しかしながら、掘削作業は規制を必要とする場合もあり、多大な労力を要することから、非破壊検査技術をスクリーニングとして活用した合理的な維持管理手法の確立が期待されている。

著者らは、沖縄県に設置されている附属物を対象に非破壊調査と掘削調査を実施し、結果を比較することで有効性を検証してきている²⁻⁴⁾。本稿では、これまで継続してきた調査に加え、新たな非破壊検査技術の検証結果について報告する。

2. 対象とする非破壊検査技術

本検証は、図-1 に示す「コロージョンドクター⁵⁾（以下、超音波調査）」と図-3 に示す「COLOPAT スキャン⁶⁾（以下、磁気調査）」の2種類の非破壊検査技術を対象とした。両技術ともに柱基部に端子を接触させることで、掘削を行わずに路面境界部の腐食を検知する技術である。

超音波調査は、超音波底面エコー方式を用いて地上部から超音波を入射し、腐食エコー（GL から -40mm~-100mm）部の信号と支柱端部（ベースプレート溶接部等）からの信号の強弱を比較することで、路面境界部の腐食等による変状を図-2 に示す3段階の色別判定にて評価する。路面境界部がコンクリートやアスファルトの施設についてはこれまでに十分実績があり²⁻⁴⁾、精度が高く信頼性のある技術である。

磁気調査は、強力な磁石を用いて支柱内に磁場を発生させ、高感度センサーにより磁場のゆがみを検知して、腐食状況を確認する。GL から 20mm 以上離れた健全な部分で基準となるベースデータを測定し、

柱基部近傍に装置を合わせ、ターゲットデータを測定する。得られたデータから COLOPAT 出力値を算出し減肉を判定する（図-4）。腐食の場合は錆の体積を捉え出力値がプラスとなり、孔食や凹みの場合は出力値がマイナスとなる。本調査は減肉量を推定できるものの、あくまで腐食の度合いの推定であり、推定最大減肉量は 0.5mm 以上の範囲での目安である。



図-1 検証機器及び調査イメージ（超音波調査）

腐食指数		判定
0~2.0 未満	○	青(健全)
2.0~4.0 未満	△	黄(ほぼ健全)
4.0 以上	×	赤(腐食要試験)

$$\text{※腐食指数} = \frac{F \text{ エコー値} : \text{路面境界部の反射波における最大振幅}}{B \text{ エコー値} : \text{ベースプレート部の反射波における最大振幅}}$$

図-2 測定結果の判定指標（超音波調査）

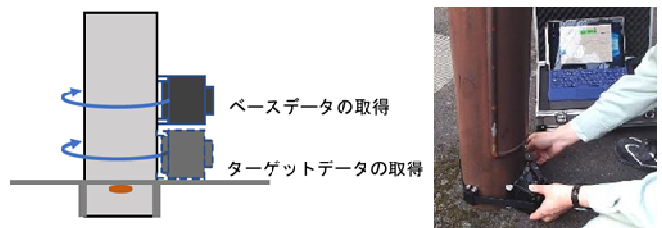


図-3 検証機器及び調査イメージ（磁気調査）

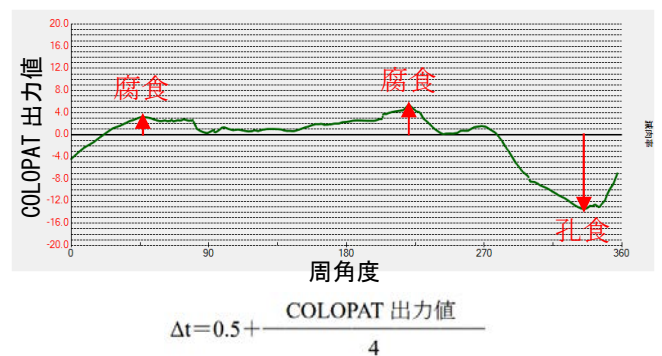


図-4 測定結果の判定指標（磁気調査）

キーワード 道路附属物, 非破壊調査, 腐食劣化, 超音波, 磁気

連絡先 〒900-0015 沖縄県那覇市久茂地 2-2-2 タイムスビル 5F

表-1 各調査結果対比表

No.	施設名	経過 年数	路面境界部 の条件	超音波調査				総合判定	磁気調査			掘削調査(残存板厚計測)					地際部 目視結果
				腐食指数					減肉 有無	減肉位置	減肉量	減肉量				最大 減肉量	
				0度	90度	180度	270度					0度	90度	180度	270度		
1	道路標識	30年	アスファルト	1.58	1.16	1.94	1.58	健全	無	-	0.0mm	未実施	未実施	未実施	未実施	-	腐食無し
2	道路標識	18年	コンクリート	3.27	3.99	4.09	3.06	腐食要試験	有	310°	1.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	腐食有り
3	道路標識	15年	土砂	適用対象外				有	60°, 320°	1.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	腐食(わずか)
4	道路標識	29年	土砂	適用対象外				無	-	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	腐食無し
5	道路照明	28年	土砂	適用対象外				有	0° ~ 180° 270° ~ 360°	2.5mm以上	1.2mm	1.1mm	0.1mm	1.5mm	1.5mm		腐食有り
6	道路照明	27年	土砂	適用対象外				有	225°, 315°	1.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	0.0mm	腐食(わずか)



写真-1 No. 5の減肉箇所

3. 非破壊調査の検証方法

検証は路面境界部の腐食損傷が懸念された6施設（道路標識4本、道路照明2本）を対象とし、非破壊調査後に掘削調査を実施することで、非破壊調査結果を検証した。なお、測定位置は4方向（90度角）とし、掘削調査では腐食程度を定量的に評価するため超音波板厚計を用いて残存板厚を計測し、健全部の板厚と比較し減肉量を把握した。ただし、超音波調査は路面境界部が土砂の場合は適用対象外となるため、「No.3~6」は調査を実施していない。

4. 調査結果及び検証結果

各非破壊検査技術の調査結果と掘削調査結果の比較を表-1に示す。「No.1」は両技術で「健全」の結果が得られたため掘削調査は省略した。掘削調査の残存板厚計測では、「No.5」で最大1.5mmの減肉が生じていた（写真-1）が、それ以外は「健全」であった。

超音波調査結果については、掘削調査で健全であった「No.2」に対して、腐食の可能性が示唆される赤判定であったが、これは地際部に生じたごく軽微な腐食を捉えた可能性がある。

磁気調査結果については、残存板厚調査結果と概ね整合する結果が得られており、減肉量も安全側の判定となっている。健全部で減肉有りの判定となった要因としては、センサーユニット走行面に傷が多

数あったことや、腐食減肉までには至っていないが支柱表面に生じた小さな不陸等を安全側に評価した可能性がある。本調査は、センサーユニットを対象物にバンドで固定し、円周方向に走査するだけで全周のデータ取得が可能であり、素早くスクリーニングすることが可能であった。また、路面境界が土砂などのコンクリートやアスファルト以外の施設においても適用可能であり、ポテンシャルの高い技術であることが確認できた。今後のデータ蓄積によって、推定減肉量の精度向上などが期待される。

5. まとめ

両技術ともに掘削調査による残存板厚計測結果に対して安全側の結果が得られた。両技術ともに改善点は挙げられるものの、活用対象を限定するなどのうえ、スクリーニングとして活用することで掘削作業の省力化が期待できる。今後も引き続き開発者と連携しながらデータを蓄積することで、更なる検出精度の向上や適用範囲の拡大等、合理的な維持管理手法の確立を目指していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省 道路局 国道・技術科:附属物(標識, 照明施設等)点検要領, 平成31年3月
- 2) 中池竜司, 田代大樹, 本田博幸, 伏見義則: 亜熱帯島嶼環境における鋼管柱腐食劣化診断の有効性の継続調査について, 第74回年次学術講演会講演概要集, 2019.9
- 3) 中池竜司, 田代大樹, 本田博幸, 伏見義則: 亜熱帯島嶼環境における鋼管柱腐食劣化診断の追加調査について, 第75回年次学術講演会講演概要集, 2020.9
- 4) 田代大樹, 本田博幸, 中池竜司, 田中大気: 亜熱帯島嶼環境下における鋼管柱腐食劣化診断のための非破壊調査について, 第76回年次学術講演会講演概要集, 2021.9
- 5) http://www.geo5.co.jp/cat_infra/5293
- 6) <https://tokyorigaku.co.jp/colopat>