

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

大日本コンサルタント株式会社 正会員 ○田代 大樹 正会員 本田 博幸
 正会員 中池 竜司 非会員 田中 大気

1. はじめに

沖縄県における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るため、路面境界部の腐食劣化が進行しやすく、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いて路面境界部の掘削調査が実施されるが、規制を伴う掘削作業は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、近年開発が進められている路面境界部の非破壊検査技術について、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、これまでと異なる新たな非破壊検査技術を加えた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「腐食診断装置コロージョンドクター⁵⁾（以下、CD）」と図-3に示す「コンクリート埋設材路面境界部の調査測定法⁶⁾（以下、NS技術）」の2種類の非破壊検査技術を対象とした。両技術ともに超音波を利用した技術であり、柱基部に探触子を接触させ、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。また、国土交通省の新技术情報提供システム（NETIS）のテーマ設定型の技術公募にて認定され、今後の活用拡大が期待されている。

CD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。

NS技術は、送信探触子から支柱に超音波を伝搬させ、腐食等から反射した超音波を受信探触子で受信し、波形をモニター表示させる。その状態で、探触

子を上下移動させて、波形の移動形態からノイズ波形と腐食波形を識別することで、腐食の位置や減肉率を推定し、7段階の識別判定で評価する（図-4）。

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5箇所（照明柱4本、標識柱1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、非破壊調査の腐食検出精度を検証した。なお、非破壊調査の測定位



図-1 検証機器及び調査イメージ (CD)

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)

※腐食指数 = F エコー値：路面境界部の反射波における最大振幅
 B エコー値：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 (CD)

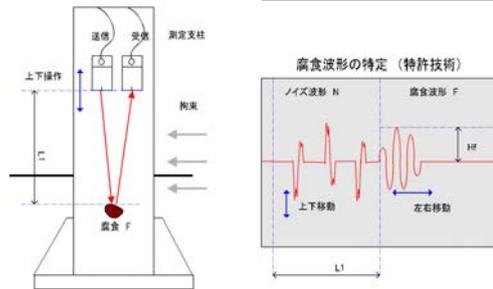
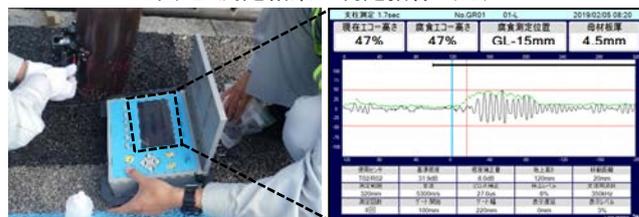


図-3 検証機器と検出原理 (NS 技術)

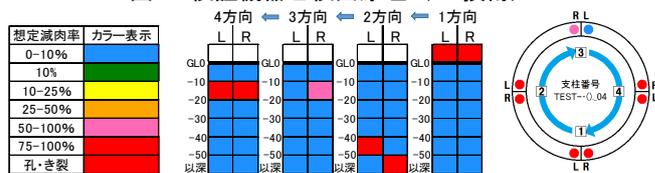


図-4 測定結果の判定例 (NS 技術)

キーワード 道路附属物, 路面境界部, 非破壊調査, 腐食劣化, 超音波

連絡先 〒812-0007 福岡県福岡市博多区東比恵 4-2-10 東比恵ビジネスセンターIII4F

表-1 非破壊調査結果及び掘削調査結果比較

対象 No.	施設名		路面境界	コロージョンドクター				総合判定	NS検査技術				総合判定	残存板厚調査				鋼材の状況
	種別	形式		路面境界部腐食指数					路面境界部減肉率(%)					減肉量(mm)				
				0度 (45度)	90度 (135度)	180度 (225度)	270度 (315度)		0度 (45度)	90度 (135度)	180度 (225度)	270度 (315度)		0度 (45度)	90度 (135度)	180度 (225度)	270度 (315度)	
1	道路照明施設	テーバーポール型	アスファルト	1.72 2.22	3.52 3.98	3.71 3.74	2.16 1.96	ほぼ健全	0-10 —	0-10 —	0-10 —	0-10 —	健全	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	健全
2	道路照明施設	テーバーポール型	アスファルト	1.63 0.95	3.07 0.89	0.77 0.36	0.97 1.56	健全	0-10 —	0-10 —	0-10 —	0-10 —	健全	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	健全
3	道路照明施設	テーバーポール型	アスファルト	0.69 0.95	1.07 2.12	1.56 1.43	1.24 0.71	健全	0-10 —	0-10 —	0-10 —	0-10 —	健全	0.0 0.0	0.0 0.3	0.0 0.0	0.0 0.1	健全
4	道路標識	F型	アスファルト	1.83 0.33	0.22 0.35	0.38 0.54	0.47 0.47	健全	0-10 —	0-10 —	0-10 —	0-10 —	健全	0.0 0.0	0.1 0.1	0.0 0.0	0.0 0.1	健全
5	道路照明施設	テーバーポール型	アスファルト	3.63 7.40	2.67 11.32	3.61 2.15	2.46 8.12	腐食要試験	0-10 —	0-10 —	0-10 —	0-10 —	健全	1.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.0	0.0 0.2	腐食減肉あり

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厚さ計を用いて残存板厚計測を行った。

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の比較結果を表-1に示す。なお、掘削による残存板厚計測の結果、「No.1~4」について減肉は無く「健全」であったが、「No.5」は0度の位置で1mmの減肉(減肉率22%)が生じていた(写真-1)。

CDの調査結果においては、実際には腐食が無く健全であった「No.1」に対して、減肉の可能性が示唆される黄判定と安全側の判定となっているものの、概ね残存板厚調査結果と整合した結果が得られた。CDの機器操作は容易であり、短時間で調査できることから、掘削要否を判断する一次スクリーニング技術として十分に適用可能であると考えられる。ただし、ベースプレートの無い埋め込み式や路面条件が土砂などについては適用できない技術であるため、活用対象が限定されることに留意する必要がある。また、過去の検証²⁾でも確認されているが、地中のリブ直上では干渉ノイズにより判断が困難であるため、測定位置を調整しながら実施する必要がある。

NS技術においては、「No.1~4」で残存板厚調査結果と整合した結果が得られているものの、22%の減肉が生じていた「No.5」に対して、減肉率を「0-10%」と評価しており、危険側の判定となった。その要因としては、技術的には腐食波形を捉えていたものの、エコー高さが低く検出に値する波形と判断しなかったこと(不適切な減衰補正)が要因と推察される。現地にて探触子を移動させながら計測波形の確認と補正の設定作業を実施するため、計測者の経験によって結果にばらつきが生じ易いことや、CDに比べて時間を要することが課題として挙げられる。しかし、土砂などのアスファルト以外の路面

条件下においても適用可能であることや、腐食位置や減肉量を特定可能であるなど、ポテンシャルの高い技術であることから、今後のデータ蓄積によって最適設定値を自動化するなどの改善が期待される。

5. まとめ

NS技術では人為的な減衰補正の設定ミスにより、危険側の評価となる可能性が示唆されたものの、両技術ともに掘削調査による残存板厚計測結果と概ね整合した結果が得られた。両技術ともに改善点は上げられるものの、スクリーニングとしての活用によって掘削作業の省力化が期待できることから、今後も引き続きデータを蓄積し、開発者と連携しながら検出精度の向上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, 平野貴之, 本田博幸, 河合浩二: 亜熱帯島嶼環境である沖縄における鋼管柱腐食劣化診断の有効性について, 第73回年次学術講演会講演概要集, 2018.8
- 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
- 4) 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
- 5) http://www.geo5.co.jp/cat_infra/5293
- 6) <https://ns-inspection.com/>



写真-1 No. 5の減肉箇所