

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

大日本コンサルタント株式会社

正会員 ○中池 竜司
正会員 田代 大樹正会員 本田 博幸
伏見 義則

1. はじめに

塩害地域である沖縄では、道路標識柱や照明柱など道路附属物（以下、附属物）の路面境界部の腐食が促進される環境である。これが原因で台風などの強風時に附属物が倒壊する恐れもあり、維持管理では、路面境界部の腐食劣化状況に注視する必要がある。現在、路面境界部の腐食劣化状況調査は、歩車道を規制したうえで路面を掘削し、目視確認及び残存板厚計測にて評価しており、多くの附属物を把握するのに多大な労力を要している。そこで、腐食劣化状況を非破壊調査にてスクリーニングする診断技術が大いに期待されている。さらに路面境界部の腐食促進速度が速い沖縄では、5年に1度の定期点検のみではなく、日常または異常時の緊急調査時においても、短時間で調査が可能な本技術の活用が期待される。本稿では、一昨年度から継続し、過酷な塩害環境を有する亜熱帯島嶼環境である沖縄県に設置されている附属物を対象に異なる非破壊調査を行い、その有効性について検証した。

2. 非破壊調査機器

本検証は図-1に示す「腐食劣化診断装置コロージョンドクター（以下、超音波調査）」及び図-3に示す「磁気センサを用いたポータブル調査装置（以下、磁気調査）」の2種類の非破壊調査機器にて実施した。2種の調査ともに、柱基部へ端子を接触させることで、掘削を行わず路面境界部の状況を把握できる。

超音波調査の測定は、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の有無を把握する。評価は、図-2に示す3段階（青・黄・赤の色別判定）で行う¹⁾。

磁気調査の測定は、極低周波過電流探傷法を用い

て地上部2箇所から磁気を入射し、測定した2点間の信号の強弱を図-4に示す既往の結果（サンプル曲線）に当てはめることで、GLから-60mmまでの範囲における変状の有無を把握する。評価は、測定より得られる鋼材の減肉量にて行う²⁾。

3. 非破壊調査の検証方法

対象附属物（照明柱）に対し、非破壊調査と掘削調査の両方を行い、各々の結果を比較し、非破壊調

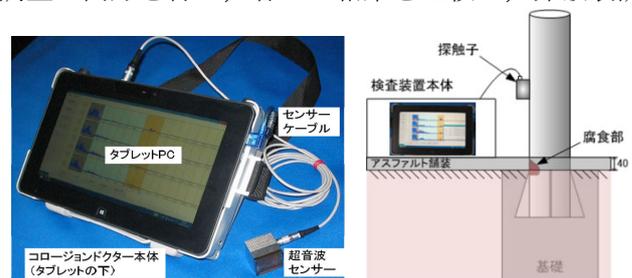


図-1 検証機器及び調査イメージ（超音波調査）

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 測定結果の凡例（超音波調査）

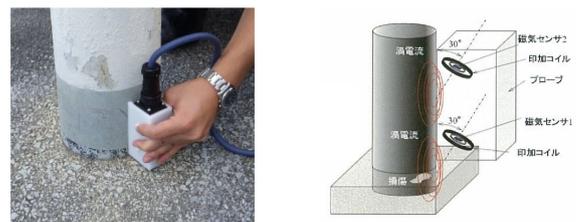


図-3 検証機器及び調査イメージ（磁気調査）

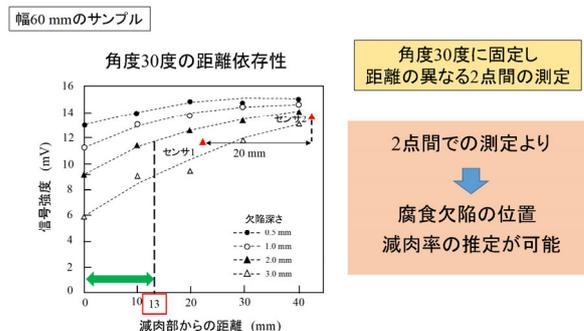


図-4 測定結果の処理イメージ（磁気調査）

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 1-2-3 パレットパーキングビル 3F

査の腐食検出精度を検証するとともに有効性及び課題などを把握する。なお、掘削調査では目視確認に併せ、腐食程度を定量的に評価するため残存板厚計測を行った。また、測定位置は4方向(90度角)調査の測定とした。

4. 調査結果及び検証結果

それぞれの非破壊調査と掘削調査の比較検証結果として、表-1に超音波調査結果及び掘削調査結果、表-2に磁気調査結果及び掘削調査結果を示す。超音波調査の「No.6」では超音波がベースプレートに届く前にリブ部に干渉したことによる伝搬不良が要因の異常値が検出された。これは、調査時には確認ができず、掘削後の調査で判ったもので今後の本調査での課題の一つである。「No.1~5」は整合性が△判定であるものの、危険側の判定[超音波調査で健全、残存板厚調査(目視調査)で腐食]は見受けられなかった。次に磁気調査では、「No.5」を除く5箇所掘削調査による残存板厚計測結果と一致した。「No.5」では、0度方向で磁気調査時に0.7mmの減肉があると推定していたが、残存板厚計測で減肉を確認することは出来なかった。

表-1 超音波調査結果及び掘削調査結果比較

対象NO.	施設名	路面境界	超音波調査				総合判定	残存板厚調査				鋼材の状況	整合性
			路面境界部腐食指数					減肉量(mm)					
			0度	90度	180度	270度		0度	90度	180度	270度		
1	照明	As	18.75	9.82	28.29	25.30	腐食	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	△
2	照明	As	7.43	3.49	3.43	7.80	腐食	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	△
3	照明	As	2.06	2.88	1.92	0.90	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化	△
4	照明	As	0.64	0.36	0.55	0.27	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化	△
5	照明	As	2.39	2.33	3.56	2.06	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	△
6	照明	As	8.66	5.64	2.63	8.20	腐食	0.0	0.0	0.1	0.0	健全	×

表-2 磁気調査結果及び掘削調査結果比較

対象NO.	施設名	路面境界	磁気調査				総合判定	残存板厚調査				鋼材の状況	整合性
			減肉量(mm)					減肉量(mm)					
			0度	90度	180度	270度		0度	90度	180度	270度		
1	照明	As	0.0	0.0	0.0	0.0	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	○
2	照明	As	0.0	0.0	0.0	0.0	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	○
3	照明	As	0.0	0.0	0.0	0.0	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化	○
4	照明	As	0.0	0.0	0.0	0.0	健全	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化	○
5	照明	As	0.7	0.0	0.0	0.0	腐食	0.0	0.0	0.0	0.0	防食機能の劣化(表面不鏽あり)	×
6	照明	As	0.0	0.0	0.0	0.0	健全	0.0	0.0	0.1	0.0	健全	○

5. 考察

[超音波調査]

- ・参考文献1)と同様に「防食機能の劣化」程度の微小な鋼材の劣化を超音波調査にて把握できたことなどから、本超音波調査の結果は基本的に安全側の判定であることが考えられる。

- ・ただし、腐食指数にばらつきがみられるため精度の向上が求められる。
- ・リブとの干渉については、参考文献3)の検証でも確認されているため計測時には測定位置を調整し対応を行っているが、現場では変状であるかりブ干渉等のノイズであるかの判断が困難である場合がある。
- ・以上より、超音波調査技術の今後の課題として2点挙げられる。①防食機能の劣化程度の損傷における検出精度の向上、②変状以外の超音波の反応を自動的にノイズととらえる技術

[磁気調査]

- ・6箇所中5箇所整合性が図れ、磁気調査結果は妥当である。不整合箇所の理由については、鋼管内部の状況を確認することが出来ないため明確に示せないが、磁気調査測定時の人為的なミス(機器の当て方など)や残存板厚計測との測定位置の微妙なズレが挙げられる。

6. まとめ

両技術とも危険側の判定は無いものの残存板厚調査結果との比較では、磁気調査の方がより高い整合性を得ることが確認できた。両技術とも改善点は挙げられるものの、データの蓄積等により腐食検出精度の向上を図ることで、路面境界部の腐食劣化の状況を非破壊調査で把握可能であることが確認できた。本技術にて掘削前にスクリーニングを行うことによって、健全な附属物に対する掘削が不要となるため、省力化が図れるとともに歩車道の規制を低減することが可能である。また、調査に係る時間が従来の掘削調査に比べ大幅に短縮できることから、多くの附属物の路面境界部において腐食が懸念される沖縄では大きな効果が得られると考えられる。

参考文献

- 1) 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
- 2) 石川敏之, 古田均: 高感度磁気非破壊検査による照明柱基部の腐食検出, SIPインフラ新技術地域実装活動報告書, 2019.1
- 3) 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