

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

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 平野 貴之 正会員 本田 博幸
 株式会社ジオファイブ 非会員 河合 浩二

1. はじめに

道路標識柱や照明柱など道路附属物（以下、附属物）において、塩害地域である沖縄では、路面境界部の腐食が原因で台風などの強風時に倒壊する恐れがあるため、路面境界部の腐食劣化は特に注視すべきポイントである。現在、路面境界部については歩車道を規制し路面を掘削したうえで、目視確認及び残存板厚計測にて評価を行っており、多くの附属物の状態を把握するには多大な労力を要する。そこで、路面境界部の腐食劣化状況を非破壊検査にて把握できるスクリーニング診断技術が大いに期待されている。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、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、短時間で調査が実施可能な本技術の活用が期待される。本稿では、過酷な塩害環境という特徴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非破壊検査を行い、その有効性について検証した。

2. 非破壊検査機器

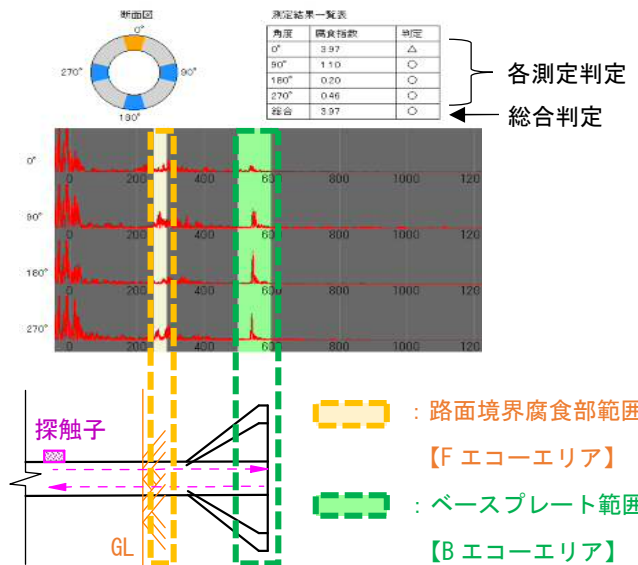
本検証で用いた非破壊検査機器「腐食劣化診断装置コロージョンドクター」(図-1)は、柱基部へ端子を接触させることで、掘削を行わず路面境界部（地中部）の状況を把握でき、掘削作業および歩車道の規制を低減でき省力化を図ることが可能であるとともに、調査に係る時間を短縮することができる。

測定は、超音波底面エコー方式（F/B 判定原理）を使って地上部から超音波（SH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。一般的なF型標識柱及び逆L型標識柱の径（最大270mm程度）の場合、4方向（90度角）を基本の測定位置としている。

評価は、3段階（青・黄・赤の色別判定）で行い、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）が「0～2.0 未満：青」が健全、「2.0～4.0 未満：黄」がほぼ健全、「4.0 以上：赤」が腐食要試掘判定となる（図-2）。



図-1 検証機器及び調査イメージ



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(腐食要試掘)

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

図-2 測定結果の凡例

キーワード：道路附属物, 非破壊検査, 腐食劣化, 超音波

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

3. 非破壊検査の検証方法

対象附属物（標識柱及び照明柱）に対し、非破壊検査と掘削調査の両方を行い、各々の結果を比較し、非破壊検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、測定位置については基準である4方向（90度角）に加え、詳細な測定検証を可能とするために4方向を追加し、8方向（45度角）検査の測定とした。

4. 調査結果及び検証結果

表-1に調査結果及び検証結果を示す。掘削調査で得られた板厚減肉量が比較的大きい「No.2」では、測定箇所8箇所のうち6箇所で非破壊検査の腐食指数が4.0以上となることから、「腐食要試掘判定」となり、掘削調査結果との整合が確認できた。ただし、超音波エコーの比率で示した腐食指数については、減肉量との相関性はないため、2箇所で「ほぼ健全」を示している。

同様に「No.5」では8箇所全てで腐食指数が4.0を超えており、「要試掘判定」となり掘削調査による残存板厚計測結果と一致した。ただし、「No.6」は図-3に示すとおり、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、非破壊検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非破壊検査での課題の一つである。以上から、6箇所の調査箇所中6箇所で整合が図れ、本非破壊検査結果は妥当であり、今後データを蓄積することで実業務での使用が可能であるものと判断できる。

5. 考察

- ・7箇所中6箇所では整合が図れ、非破壊検査結果は妥当である。ただし、計測の際には超音波の反射波を確認し、リブとの干渉が懸念されるなど特異データを観測した場合は、測定位置を少しずらすなどの対応が必要である。
- ・本検証では、「4方向では確認できなかった大きな腐食」が無かったことから、4方向での測定で問題ないと考えられる。ただし、歩道橋橋脚などの鋼管径が大きい構造物に適用する場合などは、必要に応じて部分的に測定方向を追加し、より詳細なデータを得ることが望ましいと考える。
- ・本技術はベースプレートでの超音波の反射波を測定するため、ベースプレートが無い埋め込み式構造物（警戒標識や規制標識などの小規模標識に多い）には適用困難である。

6. まとめ

検証の結果、路面境界部の腐食劣化の状況を非破壊検査にて把握することが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調査方法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) 河合浩二, 鎌田孝行: 道路附属物における路面境界部腐食劣化の非破壊診断技術の現状と課題, アスファルト合材誌, 2017.7

表-1 非破壊検査結果及び掘削調査結果比較

対象No.	施設内容	支柱分類	設置年	路面境界部	非破壊検査				総合判定	掘削調査(残存板厚計測)				実際の状況	整合性
					路面境界部腐食指数					減肉量(mm)					
					0度	45度	90度	135度		0度	45度	90度	135度		
					180度	225度	270度	315度		180度	225度	270度	315度		
1	標識	F型	2002	土	0.63	0.29	0.69	1.97	健全	0.2	0.2	0.2	0.1	健全	○
					2.58	0.57	1.41	1.72		0.1	0.1	0.1	0.1		
2	標識	逆L型	2002	土	4.90	6.74	4.66	5.55	腐食要試掘	2.7	1.7	1.6	0.4	腐食あり	○
					4.02	3.70	3.49	5.55	要試掘	0.7	0.6	0.1	2.0	あり	
3	標識	逆L型	1992	アスファルト	0.40	0.50	0.86	1.08	健全	0.1	0	0	0	健全	○
					1.13	1.15	0.74	1.18		0	0	0	0		
4	照明	テーパー型	1995	土	1.02	0.70	0.26	0.45	健全	0	0	0	0	健全	○
					0.49	0.77	0.32	0.35		0	0	0	0		
5	照明	テーパー型	1993	土	11.88	6.31	6.07	10.24	腐食要試掘	2.3	1.2	1.2	0.8	腐食あり	○
					8.16	11.31	9.38	11.28	要試掘	1.0	1.3	1.9	2.2	あり	
6	照明	テーパー型	1996	土	4.51	2.90	3.14	1.25	腐食要試掘	0.3	0.2	0.1	0.1	健全	△
					1.66	0.82	2.57	0.95	要試掘	0.1	0	0	0.1		
7	照明	テーパー型	1996	アスファルト	1.26	0.92	3.20	1.39	健全	0.3	0.3	0	0	健全	○
					1.28	0.88	0.84	1.34		0	0	0	0.1		



図-3 超音波の伝搬不良の原因