

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

大日本コンサルタント株式会社

正会員 ○中池 竜司

正会員 本田 博幸

正会員 田代 大樹

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、維持管理においては、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は、歩車道を規制し路面を掘削し、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の腐食促進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、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

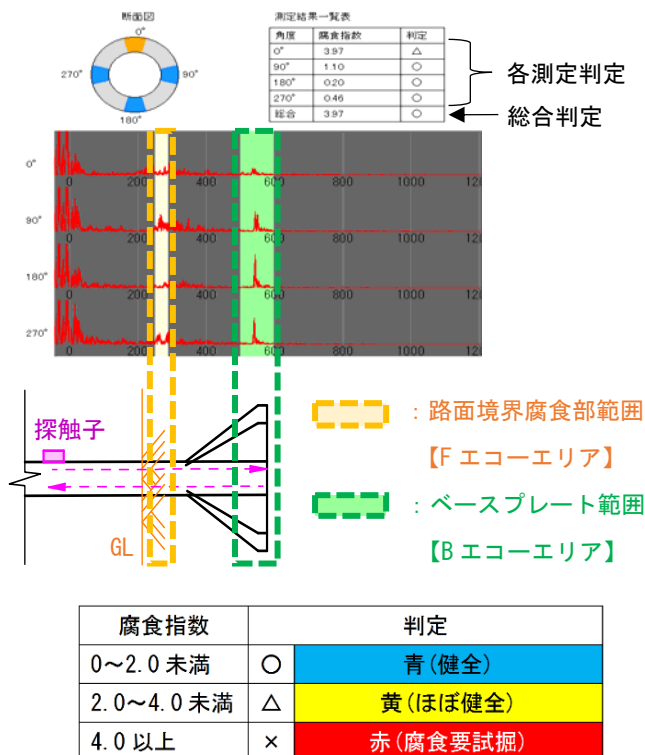
本検証で用いた非破壊検査機器「腐食劣化診断装置コロージョンドクター」(図-1)は、柱基部へ端子を接触させることで、掘削を行わず路面境界部（地中部）の状況を把握でき、掘削作業および歩車道の規制を低減でき省力化を図ることが可能であるとともに、調査に係る時間を短縮することができる。

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」が腐食要試験判定となる（図-2）。



図-1 検証機器及び調査イメージ



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

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、F型柱などの支柱径が大きい附属物（φ300mm以上）に対しては、詳細な測定検証を可能とするため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。表から、「No.2」では整合性が△判定であった。これは、「ほぼ健全（防食機能の劣化）」判定箇所（掘削調査）では、鋼材には大きな減肉まではないものの、表面には不陸があり、その不陸に超音波が反応し腐食指数が大きくなり「要試験判定」になったと推察される。同様の理由により「No.8」では4箇所のうち2箇所では腐食指数が4.0を超えて「要試験判定」であったが、掘削調査では「健全」となった。さらに、本検査箇所では、地際部の鋼管とアスファルトの間に生

表-1 非破壊検査結果及び掘削調査結果比較

対象 No	施設 名	支柱 分離	路面 境界	非破壊調査					総合 判定	残存板厚調査					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	アスファルト	3.69	2.87	1.29	2.07	健全	0	0	0	0	健全	○		
				3.65	2.41	1.25	2.01			0	0	0			0	
2	照明	テーパー型	アスファルト	3.19	-	6.77	-	腐食 要試験	0	-	0.1	-	防食機能 の劣化	△		
				7.68	-	4.49	-			0.1	-	0.2			-	
3	照明	テーパー型	アスファルト	7.45	-	6.47	-	腐食 要試験	0	-	0	-	防食機能 の劣化	△		
				15.88	-	5.54	-			0	-	0			-	
4	照明	テーパー型	アスファルト	4.69	-	3.09	-	腐食 要試験	0.9	-	0.4	-	腐食	○		
				2.69	-	3.36	-			0	-	0.3			-	
5	照明	テーパー型	アスファルト	6.98	-	3.58	-	腐食 要試験	0.2	-	0.1	-	防食機能 の劣化	△		
				5.37	-	5.56	-			0	-	0.1			-	
6	照明	テーパー型	アスファルト	10.35	-	17.06	-	腐食 要試験	0.4	-	0	-	防食機能 の劣化	△		
				4.19	-	2.89	-			0.4	-	0.5			-	
7	照明	テーパー型	アスファルト	5.45	-	18.94	-	腐食 要試験	0	-	0	-	防食機能 の劣化	△		
				4.46	-	1.28	-			0.1	-	0			-	
8	照明	テーパー型	アスファルト	3.06	-	7.20	-	腐食 要試験	0	-	0	-	健全	×		
				3.02	-	4.67	-			0	-	0			-	
9	照明	テーパー型	アスファルト	8.27	-	26.37	-	腐食 要試験	0.2	-	0.4	-	防食機能 の劣化	△		
				7.28	-	34.48	-			0.4	-	0.3			-	
10	照明	テーパー型	コンクリート	1.41	-	3.04	-	健全	0.1	-	0	-	健全	○		
				1.94	-	0.72	-			0	-	0			-	
11	照明	テーパー型	コンクリート	1.11	-	0.72	-	健全	0	-	0	-	健全	○		
				1.20	-	2.54	-			0	-	0			-	
12	照明	テーパー型	コンクリート	1.70	-	1.17	-	健全	0.1	-	0.1	-	健全	○		
				3.40	-	3.90	-			0	-	0.1			-	
13	標識	F型	土砂	0.96	1.07	1.42	2.63	健全	0	0.2	0.1	0	健全	○		
				2.06	0.85	1.72	1.64			0.1	0	0			0	
14	標識	F型	土砂	1.04	0.70	0.69	1.26	健全	0	0.2	0.2	0.1	健全	○		
				1.01	0.91	0.80	1.39			0	0.1	0.2			0.2	
15	標識	F型	土砂	1.27	0.83	0.73	0.85	健全	0	0.1	0	0	健全	○		
				0.58	0.56	0.84	1.17			0	0	0.3			0	
16	標識	逆L型	土砂	1.17	-	0.96	-	健全	0.2	-	0.2	-	防食機能 の劣化	×		
				2.20	-	1.55	-			0.3	-	0.3			-	
17	標識	F型	土砂	2.14	0.62	0.50	1.72	健全	0	0	0	0	健全	○		
				1.17	0.77	0.57	0.41			0	0	0			0	
18	標識	F型	土砂	1.54	1.08	0.54	2.34	健全	0	0	0	0	健全	○		
				0.77	1.31	0.52	1.45			0	0	0			0	
19	照明	テーパー型	土砂	2.67	-	2.36	-	健全	0.6	-	0.6	-	防食機能 の劣化	×		
				3.40	-	0.79	-			0.6	-	0.4			-	

殖している雑草によるノイズが要因で過大評価された（腐食指数が大きくなった）と推察される。また、「No.16」のように、非破壊検査で「健全判定」であり掘削調査で腐食が確認された箇所は、路面境界部が土砂であり、構造物基部の土圧の拘束が本技術の基準である路面境界条件（コンクリート、アスファルト）よりも小さいため、超音波の減衰が小さく腐食指数を過小評価したと考えられる。この傾向については今後の非破壊検査の課題の一つである。

5. 考察

- ・「防食機能の劣化」程度の微小な鋼材の劣化を非破壊検査にて把握できたことなどから、本非破壊検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。
- ・参考文献2)の検証結果を含め26箇所中16箇所では整合が図れたことや6箇所では安全側の判定を得られたことから、非破壊検査の結果は妥当である。ただし、路面境界部の拘束の状況や支障物によるノイズの影響を受けることから、本技術の活用にあたっては路面境界の種類、または雑草などの支障物の状況を確認したうえで活用する必要がある。
- ・路面境界の種類による精度のばらつきについては、多くの知見を集め種類に応じた腐食指数を再設定することで今後活用の幅が広がると考える。

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
- 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