

コンクリート埋込部が腐食した鋼製標識柱の非破壊検査

東北大学 学生会員 ○横手 加奈
 東北大学 正会員 内藤 英樹
 東北大学 フェロー会員 鈴木 基行

1. はじめに

道路標識の鋼製支柱がコンクリート基礎との境界部近傍や埋込部で局部腐食する損傷事例が報告されており、道路標識が折損した例もある。このような局部腐食はコンクリート基礎の内部にまで及ぶなど、目視が困難な箇所に発生しており、しかも道路標識の数は膨大であることから、簡便な検査手法の開発が急務となっている。これに対し、これまで H 型鋼や鋼板のコンクリート接合部に生じた鋼材腐食に対する非破壊検査法の構築が取り組まれている¹⁾。本研究では、標識柱を模擬した供試体を作製し、電食によってコンクリート基礎内部の鋼材腐食を段階的に促進させ、2つの非破壊試験（強制加振試験と超音波試験）の適用性を検討した。

2. 実験概要

(1) 供試体

路側式標識を模擬した供試体の概略図を図-1に示す。腐食区間がフーチング上面からの深さがそれぞれ 50 mm と 100 mm である HK50 と HK100 の 2つの供試体を作製した。鋼管の断面寸法は 60.5 mm × 3.2 mm（外径 × 鋼管厚さ）であり、コンクリート基礎から張り出した支柱の高さは 2400 mm である。鋼管は STK400 を使用し、基礎の底面まで埋め込んだ。コンクリート基礎は、幅 500 mm、奥行 500 mm、高さ 350 mm である。鋼管の材料特性は、降伏強度 396 N/mm²、引張強さ 442 N/mm² である。コンクリートの材料特性は、圧縮強度 30.5 N/mm²、静弾性係数 24200 N/mm²、動弾性係数 31400 N/mm²、密度 2280 kg/m³ である。

(2) 電食試験

本研究では、コンクリート内部の鋼管に面して金網を埋め込み、塩水を供給して直流電流を流した¹⁾。HK50 と HK100 供試体の鋼管の腐食深さは、それぞれ基礎上面から 50 mm と 100 mm とし、この区間の鋼管全面を腐食させた。腐食率は積算電流量で管理し、本研究に先立って行われた予備供試体の実験による知見から、腐食率 80% 相当の積算電流量となるまで電食試験を継続した。

(3) 非破壊試験

図-2に示すように、小型加振器を用いてコンクリート基礎の側面を加振し、加振点近傍に貼付した加速度ピックアップによって基礎の共振曲線（周波数-応答加速度関係）を得た¹⁾。強制加振試験では、加振器の加速度振幅 1.0 m/s² を基本とし、5分間で 1000~5000 Hz まで周波数を連続的に上昇させた。また、図-2に示すように支柱基部を中心にして 24 kHz の受振子と発振子を基礎上面に設置し、コンクリート基礎上面の見掛けの超音波伝播速度を測定した。探触子間距離は 200 mm である。上記の強制加振試験と超音波試験は、コンクリート基礎の NS 方向と EW 方向のそれぞれに対して所定の積算電流量ごとに行った。

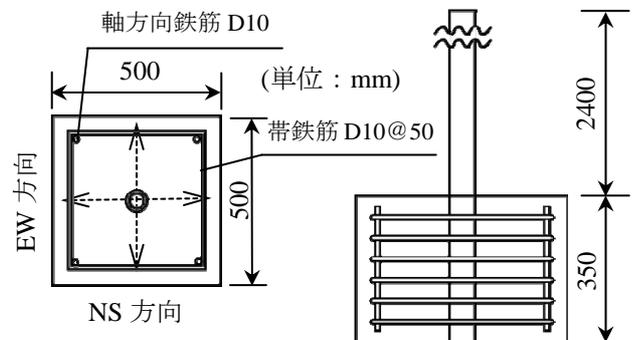


図-1 供試体の概略図

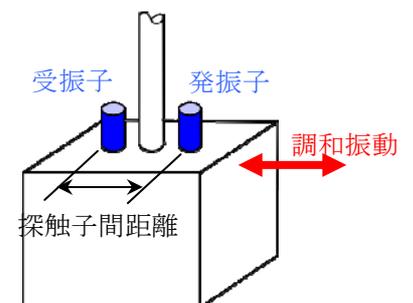


図-2 振動試験と超音波試験の概略

キーワード：合成構造，道路付属物，非破壊検査，振動，超音波

連絡先：〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉 6-6-06 TEL：022-795-7449 FAX：022-795-7448

3. 実験結果

(1) 電食試験

電食試験後には、供試体を解体して鋼管を取り出し、クエン酸二アンモニウムで錆を除去した上で質量を測定した。写真-1に示すように、いずれの鋼管も基礎内部の腐食区間において孔が空いていた。実際の腐食率は、HK50が46.5%，HK100が38.5%であり、目標腐食率の半分程度であった。



写真-1 供試体解体後に観察された基礎内部の鋼管の腐食状況 (HK100)

(2) 非破壊試験

コンクリートのテストピースの物性とコンクリート基礎の断面寸法より求められた基礎の1次固有振動数(縦振動)は3710 Hzであり、共振曲線の測定値のうち近傍にある3200 Hz近辺のピークに着目して、実験データを整理した。その結果、図-3に示すように、腐食率の増加に伴ってわずかに固有振動数の低下傾向が見られた。しかし、その低下率は最大で10%程度であった。また、この低下傾向は腐食区間が大きいほど顕著であった。

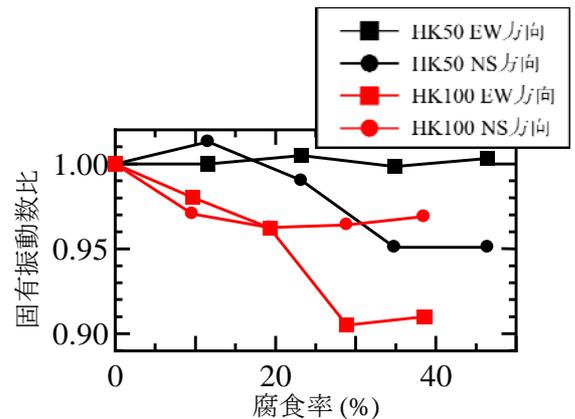


図-3 腐食率と固有振動数の関係

腐食率と超音波伝播速度との関係を図-4に示す。HK100・NS方向では、腐食率9.6%において伝搬速度が健全時の7割程度まで急激に低下した。腐食による鋼とコンクリートの付着の損失やひび割れ発生により、超音波の伝搬経路が大きく変化したものと推察される。なお、複数回の測定のうち半数以下ではあったが、HK100・EW方向の腐食率38.5%でも、伝搬速度が健全時の7割程度の値を示す場合があった。これは、腐食率28.9%以降では付着が損失する過程にあり、測定値が不安定になったためであると考えられる。一方、腐食深さ50mmの供試体では、超音波伝搬速度に大きな低下は見られなかった。

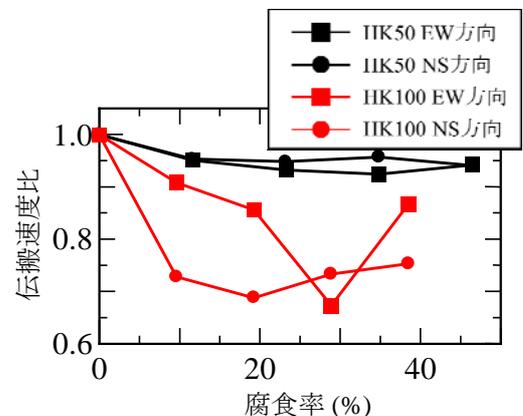


図-4 腐食率と超音波伝搬速度の関係

4. まとめ

道路標識柱基部における腐食に対する非破壊検査手法の構築のために、鋼材腐食と振動特性の関係を整理した。

- 1) 振動試験では、腐食の進展に伴って固有振動数の低下が見られ、その傾向は腐食深さが大きいものでより顕著だった。
- 2) 超音波試験では、100 mmの供試体において局部腐食の進展に伴って基礎上面・支柱周辺の伝搬速度に低下傾向が見出せた。一方、腐食深さ50 mmの場合には、有用性は示されなかった。

これらの実験結果から、非破壊検査への適用について、埋め込み深さ100 mmまで腐食している道路標識柱は超音波試験から腐食を検出できる可能性が示唆された。

参考文献：

- 1) 岩岸現，柏宏樹，内藤英樹，鈴木基行：鋼コンクリート接合部に生じた鋼材腐食量の推定に関する基礎的検討，コンクリート工学年次論文集，Vol. 34，No. 2，pp. 1060-1073，2012.