

非破壊試験による塩害調査の予防保全への活用検討（その2）
ー超音波法による鉄筋とコンクリートとの界面付着状態推定に関する検討ー

東京都立大学 正会員 ○大野健太郎，国土館大学 正会員 津野和宏
大田区 正会員 後藤幹尚，藤森峻平，リック株式会社 正会員 岩野聡史

1. はじめに

鉄筋コンクリート（RC）において、鉄筋とコンクリートの付着は力学的挙動の成立条件の一つである。しかし、塩害等により鉄筋腐食が大きく進行すると、両者の付着状態は低下し、最終的には耐力低下に繋がる恐れがある。本研究では、複数の RC 梁供試体に異なる濃度の塩化ナトリウム水溶液を定期的に散水することで鉄筋腐食を促し、鉄筋腐食による鉄筋とコンクリート界面の付着状態を超音波法にて推定することを目的に実験・測定を行った。

2. 実験概要

2.1 供試体概要

供試体は 5 体作製し、寸法・形状は図-1 に示すように、長さ 2000mm、高さ 200mm、幅 150mm であり、主筋には D13（設計かぶり 23.5mm）を 2 本用いた。供試体は、3 日間の散水養生後、材齢 28 日まで気中保管し、その後、濃度を 0, 2.9, 5.7, 13, 26%とした塩化ナトリウム水溶液をそれぞれの供試体の底面のみに定期的に 3 カ月間散水した。なお、材齢 28 日のコンクリートの圧縮強度は、43.0N/mm²であった。

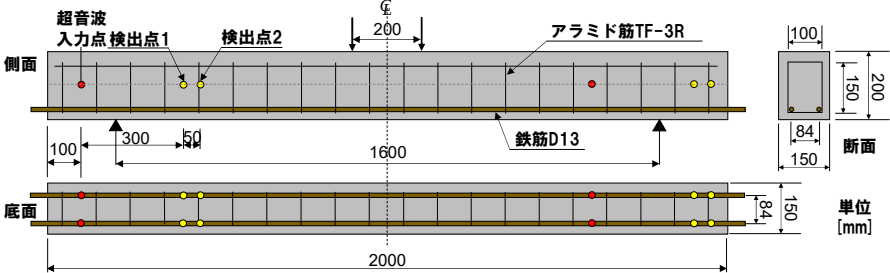


図-1 RC 梁供試体

2.2 超音波法の測定概要

超音波の測定には 60kHz 共振型 AE センサを図-2 に示すように 3 個使用し、入力センサから 300mm 離れた位置に検出点 1、さらに 50mm 離れた位置に検出点 2 を設けた。各検出点で得られた信号は、プリアンプにて 60dB 増幅した。サンプリング時間間隔は実験の都合により、供試体 A および B では 0.1μs、供試体 C, D, E では 0.5 μs で振幅を記録した。このとき、検出点 1 と検出点 2 の到達時間差および検出点間距離 50mm から得られる見かけの速度を評価指標とすると、図-2 に示すように、鉄筋とコンクリートの付着状態が推定可能となる。本研究では、この 3 個の AE センサセットを図-1 の RC 梁左端から 100mm の位置を入力点の起点とし、50mm 間隔で RC 梁右側へ走査し、検出点 2 が RC 梁右端 50mm となる位置まで測定した。なお、超音波の測線は、コンクリートのみの超音波速度を把握する目的で供試体側面の高さ中央部で 1 測線、鉄筋とコンクリートの付着状態を評価する目的で供試体底面の鉄筋上に 2 測線とした。

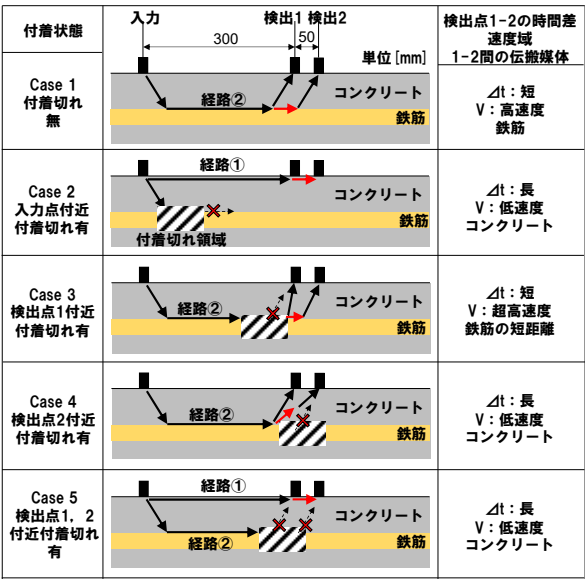


図-2 超音波の伝搬経路模式図と付着評価

3. 実験結果

図-3 に各供試体の超音波速度と付着状態判定結果を示す。また、超音波速度測定後に 4 点曲げ試験を実施し、その後かぶりコンクリートをはつり取り、内部の鉄筋の状態を確認した際の写真を併せて示す。付着状態の色分け判

キーワード コンクリート，鉄筋腐食，付着，超音波法
連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1
東京都立大学 都市環境学部 都市基盤環境学科 TEL042-677-1111

定は、鉄筋の平均的な超音波速度から $\pm 10\%$ （図中破線）を超える場合を付着切れと定義し、その部分を赤色（暖色系）で表現し、鉄筋の平均速度では青色（寒色系）で表現した。

供試体A(0%)では、供試体全体的に鉄筋の平均速度が得られているが、供試体中央部で鉄筋の速度とは異なる速度が得られた。これは、写真からわかるように、鉄筋に貼付したひずみゲージを保護するためのテープによる影響と考えられ、コンクリートと鉄筋が直接接触していないため、図-2中の Case3 および Case4 の状態が生じていると推察される。このことから、本手法では、コンクリートと鉄筋が直接接触してい

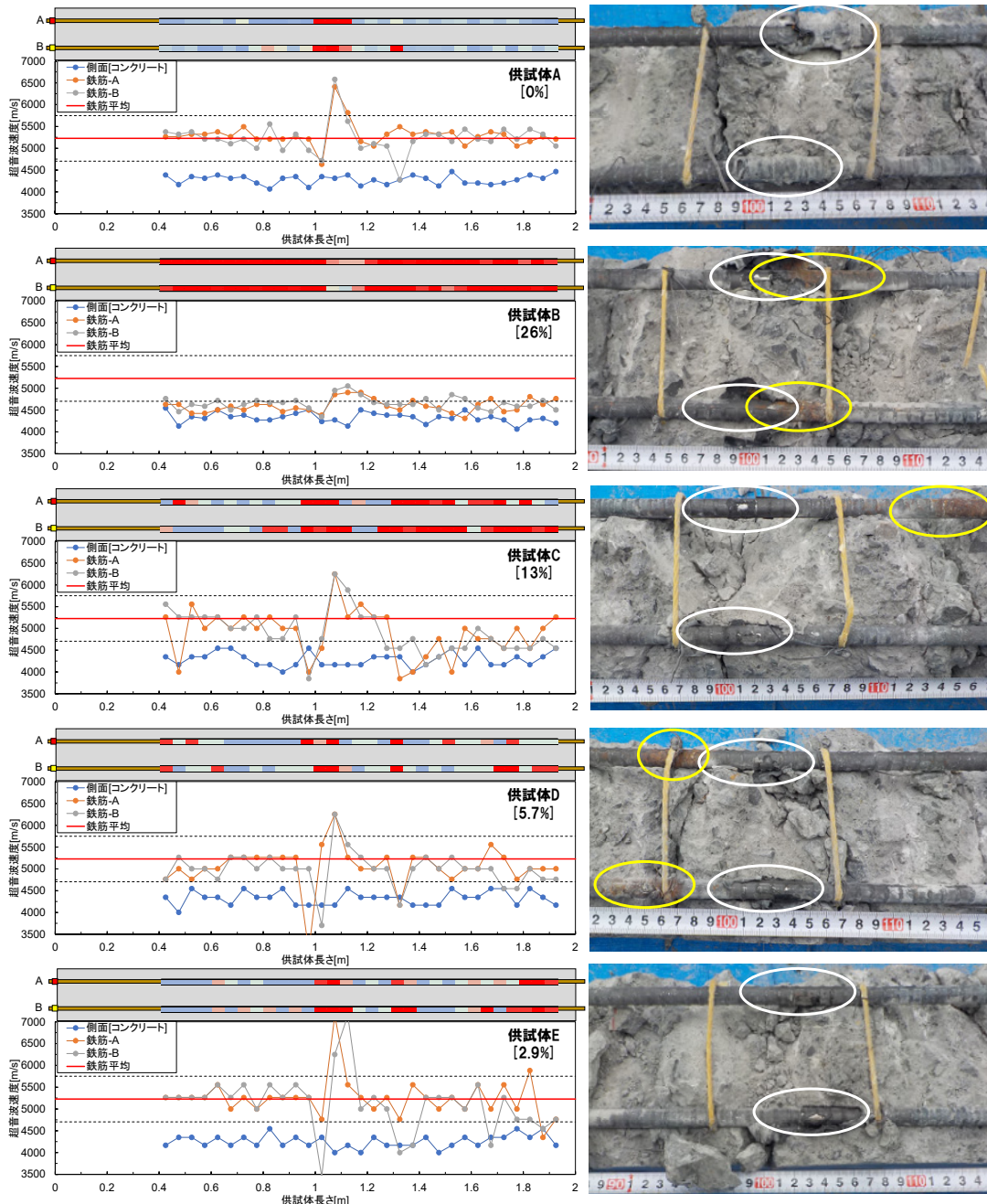


図-3 超音波速度，付着判定結果およびコンクリート中の鉄筋の状態

ない状態が評価可能であることが示唆された。これらの結果は、供試体 C, D, E においても確認された。一方、供試体 B (26%) の結果に着目すると、いずれの鉄筋上の結果においてもコンクリートの超音波速度に近い値を示し、多くの部分で付着切れの判定となった。図-3 ののはつり後の写真より、褐色の錆（黄色の丸線）が確認されているが、これらの錆は鉄筋の断面減少を伴うものではなく、非常に軽微な錆であり、別報¹⁾で示すように曲げ耐力に大きな影響は与えなかった。この時の超音波伝搬経路は、図-2 の Case2 あるいは Case5 の状態であると推察される。

4. まとめ

超音波速度を評価指標としてコンクリートと鉄筋の付着状態を推定した結果、コンクリートと鉄筋が直接接していない場合に付着切れと判断でき、軽微な鉄筋腐食による付着特性の変化も検出可能であると示唆された。

謝辞

本研究は、一般財団法人橋梁調査会の研究開発助成を受けて行われました。ここに深甚の謝意を表します。

参考文献

- 1) 津野和宏ほか，非破壊試験による塩害調査の予防保全への活用検討（その1）－初期の鉄筋腐食が構造に与える影響に関する実験的研究－，令和5年度土木学会全国大会第78回年次学術講演会，V部門，2023.（掲載予定）