

非破壊試験による塩害調査の予防保全へ活用検討（その４）

—塩害に着目した供試体への電磁パルス法による検証—

(株)アミック 正会員 ○高鍋 雅則, 正会員 三輪 秀雄
 国土舘大学 正会員 津野 和宏
 大田区 正会員 後藤 幹尚, 非会員 藤森 竣平

1. はじめに

構造物のライフサイクルコスト縮減を図るためには、正確な点検データと状況判断に基づく予防保全を進める必要がある。そのためには、塩害が懸念される鉄筋コンクリート構造物内部における鉄筋の腐食状況を、近年開発されてきている非破壊試験手法により把握し、構造物性能も把握した上で損傷や変状の評価、ならびに劣化の予測を行い予防保全的な対策に取り組んでいく必要がある。本報告では、塩水散布によって初期段階の鉄筋腐食を生じたコンクリート供試体に、非破壊試験手法のひとつである電磁パルス法を適用した塩害評価の検証結果を報告する。

2. 供試体概要

供試体は写真 1 に示す、 $2000\text{mm}^{\text{L}} \times 150\text{mm}^{\text{W}} \times 200\text{mm}^{\text{H}}$ の梁供試体である。主鉄筋として D13 (SD345) 鉄筋がかぶり 23.5mm の位置に 2 本配筋されている。スタラップは公称直径 2.7mm のアラミド筋を 100mm ピッチで配筋している。これを A~E の 5 体作製しそれぞれに表 1 に示す塩分濃度の食塩水を定期的に 3 ヶ月間散水した。

表 1 供試体に噴霧する塩分濃度

供試体	A	B	C	D	E
塩分濃度(%)	0(水のみ)	26(飽和)	13	5.7	2.8

表 2 評估指標一覽

評価指標名	内容
波形エネルギー: E	受信波形の二乗和
HPF波形エネルギー: E_{HPF}	HPF波形（20kHzHPF）の二乗和
HPF比: E_{HPF}/E	波形エネルギーに対するHPF波形エネルギーの割合
波形継続時間: DT	受信波形の最大振幅に対して10%未満に減衰するまでの時間
第一ピーク周波数: FP	最大ピークに対して一定レベル以上になるピークの中で最も低い周波数のピーク
重心周波数: SC	周波数スペクトルの0-20kHz以下の重心周波数
低周波成分値: SL	周波数スペクトルの0-10kHz以下の積分値
高周波成分値: SH	周波数スペクトルの10-50kHzまでの積分値
低周波成分比: SL/SH	周波数スペクトルの高周波成分値に対する低周波成分値比
相関係数: CF	A供試体の周波数スペクトルの平均値に対する各測定点における周波数スペクトルの相関

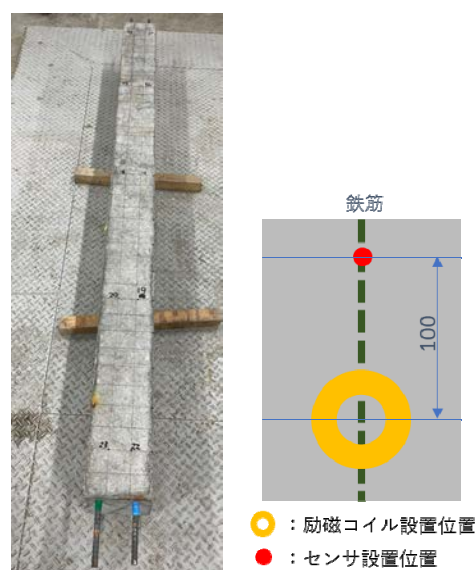


写真1 供試体外観

図1 センサ配置図

3. 電磁パルス法による非破壊試験概要

電磁パルス法とは、励磁コイルにパルス電流を印加することで発生するパルス磁場を利用して非接触で鉄筋自身から弾性波を発生させ、それを AE センサで受信し解析することで鉄筋周辺の状態を評価する手法である¹⁾。測定は、各主筋に対して供試体端部より 400~1600mm 範囲を 100mm ピッチで測定した。測定箇所は図 1 に示すように鉄筋直上とし測定点毎に弾性波波形を採取した。鉄筋 1 本につき 13 波形の採取となる。評価の流れを図 2 に示す。まず採取した時間波形を処理し、HPF 波形や周波数スペクトルを作成、これらの波形特徴を示す 10 の評価指標データを算出した。各評価指標名を表 2 に示す。次に、健全とされる A 供試体における各測定点での評価指標値の平均値とバラツキから評

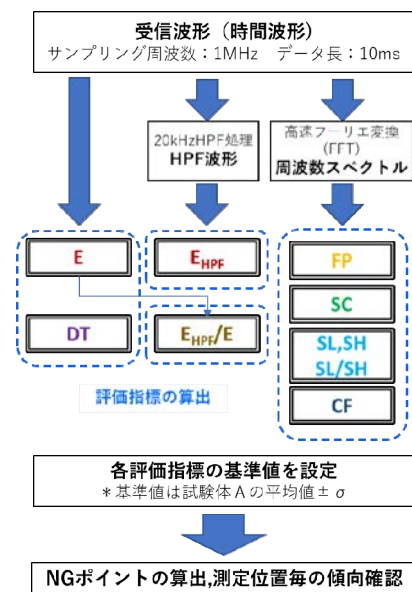


図2 評価の流れ

キーワード 塩害, 非破壊試験, 鉄筋腐食, 電磁パルス法, 維持管理

連絡先 〒230-0051 神奈川県横浜市鶴見区鶴見中央 4-36-1 (株) アミック TEL 045-510-4317

評価基準と評価境界値を決め、評価境界値を外れる値に NG (NotGood) ポイントを付与した²⁾³⁾。一例として図3に波形エネルギーの評価基準値と評価境界値を示すが、各評価指標値が評価境界値を大きく外れるほど NG ポイントを多く付与する。各評価指標で付与された NG ポイントを試験箇所毎で加算し画像化することで各供試体の傾向を評価した。加えて各評価指標値の傾向を比較した。

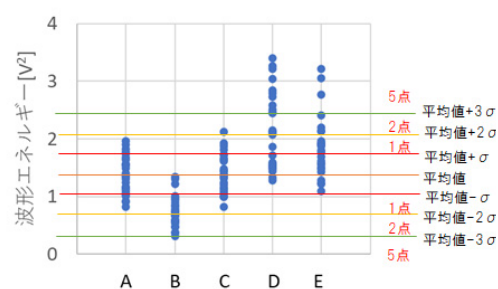


図3 評価基準値と評価境界値
(波形エネルギー)

3. 電磁パルス法による非破壊試験結果

各試験箇所の NG ポイント合計点を基に描画したコンター図を図4に示す。供試体 B の NG ポイントが突出して高く測定点全体が腐食している評価結果となった。併せて実施した供試体の内部鉄筋腐食状況の目視確認では、供試体 B において軽微な腐食が 5 箇所認められた程度であり、電磁パルス法による評価結果が腐食を過大評価する結果であった。また、供試体毎の各評価指標値を図5に示す。10 の評価指標値の内、「波形エネルギー」「HPF 波形エネルギー」「低周波成分値 SL」「高周波成分値 SH」の指標が塩分の濃度に応じて階段状に変化していた。

4. おわりに

今後評価パラメータ毎の重み付けにより腐食発生の評価精度を向上させ、既設構造物の維持管理における低コストで確度の高い評価手法の確立を目指す。

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。

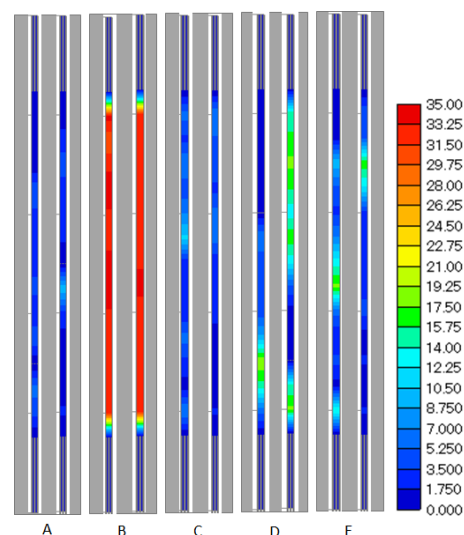


図4 NGポイント集計結果

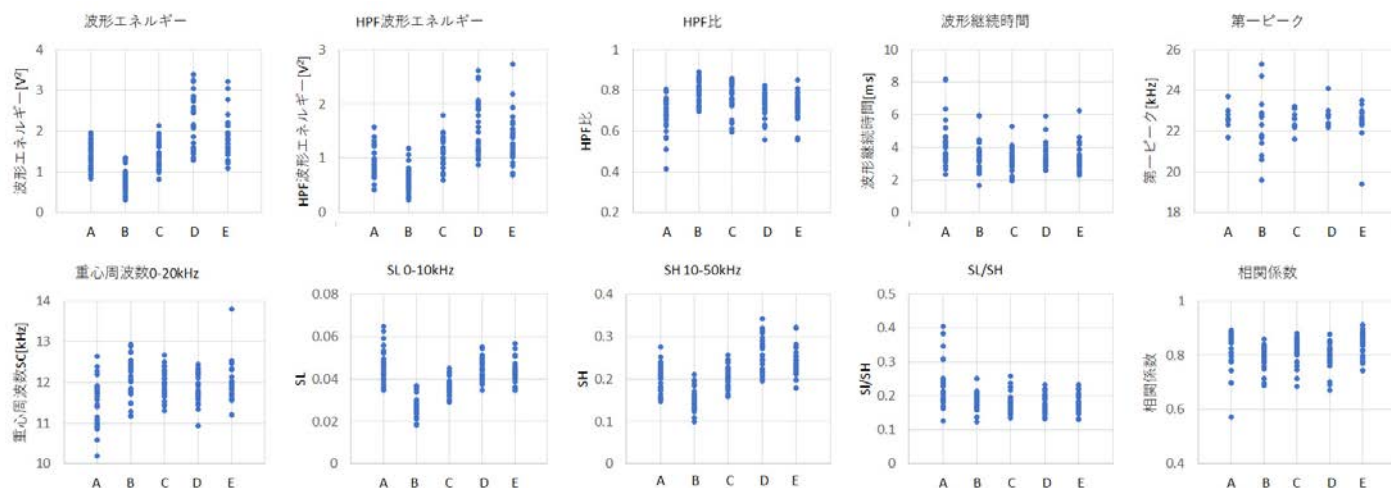


図5 評価指標値

参考文献

- 1) 高鍋雅則, 橋本光男: 鉄筋コンクリート診断のためのパルス電磁力音響法の提案, 非破壊検査, Vol.52 No.11, pp.628~632, 2003.11
- 2) 高鍋雅則, 三輪秀雄, 松浦康博, 加賀敏明, 陰山公明: 電磁パルス法を用いたコンクリート構造物の鉄筋腐食検知の検討, 第7回コンクリート構造物の非破壊検査シンポジウム論文集, pp. 47-52, 2022.8
- 3) 加賀敏明, 三輪秀雄, 高鍋雅則, 和高修三, 長岡康之, 濱崎仁: 電磁パルス法によるあと施工アンカーボルト定着部の定量的非破壊評価, 日本建築学会技術報告集, 第25巻, 第60号, pp.603-308, 2019.