

配筋条件が異なる電柱における打音法の適用性に関する検討

福岡大学大学院 学生会員 ○末永 太一 山口大学 正会員 山田 悠二 福岡大学 正会員 樋原 弘貴
中国高圧コンクリート工業 正会員 黒岡浩平 九検 正会員 古賀美智恵

1. はじめに

老朽化した電柱の補修方法として劣化部に樹脂を充填し、その上から繊維シートを被覆する工法（以下、繊維シート被覆工法）がある。一方で、劣化部表面の全体を繊維シートで覆うため表面の損傷状況を視認できず、再劣化に対する点検が困難である。これに対し、打撃により入力した弾性波の応答によって評価する打音点検は、構造物内部の損傷の有無を簡易に調べることができる。これまでに繊維シート被覆工法が適用された電柱に対する点検方法としての有用性が示唆された。しかし、知見が十分であるとは言い難く、電柱の種類の違いの影響等についてさらに検討が必要である。本研究では、配筋条件の異なる電柱の健全時・劣化時・補修時・再劣化時の4つの状態で測定を行い、打音法の適用性について検討を行った。

2. 実験概要

2. 1 打音法による測定方法

写真-1に測定の様子を示す。打撃には $\phi 17\sim 24\text{mm}$ の鋼球ハンマを用いた。測定点を40箇所程度設け、各箇所ですべて3～5回ずつ測定して平均した。集音はマイクロフォンにより0.5～10kHzの範囲で行った。また、評価方法としては、健全状態で測定した音圧の時系列データに対して高速フーリエ変換（FFT）を行って得られた周波数波形を教師データとし、教師データとの周波数波形の形状の違いを局所外れ値因子法により数値化したもの（スコア）を用いた¹⁾。スコアは値が小さいほど教師データと類似の周波数波形である²⁾。

2. 2 試験体概要

供試体は高さ1000mm、内径145mm、外径245mm、厚さ50mmとし、配筋条件を2種類設けた。図-1に供試体の配筋条件を示す。供試体Aは $\phi 9.2\text{mm}$ の鉄筋が4本、 $\phi 7.0\text{mm}$ の鉄筋が12本配置され、供試体Bは $\phi 9.2\text{mm}$ の鉄筋が計16本、等間隔に配置されたものであり、供試体Bの方が鉄筋量が多い。これらは実用されている電柱の配筋条件のうち、使用頻度の多いものから選定した。また、供試体は健全な状態と、電食試験により内部の鉄筋を腐食させた状態（電食後）、電食後に繊維シート被覆工法による補修を行った状態（補修後）、補修後にさらに電食試験を行った状態（再劣化）の4つの状態で行った。電食試験は電柱下部を地面と固定して地面と供試体の界面を防水処理した後、電柱の中空部分に海水を入れ、海水の中に対極となる銅板を差し込み、陽極を電柱内の鉄筋に繋いで外部電源により通電した。

3. 結果および考察

3. 1 試験体の劣化状況

写真-2に再劣化供試体の打音法による測定終了後、各供試体をカットしてひび割れ状況を確認した際の様子を示す。いずれの供試体も内



写真-1 測定の様子

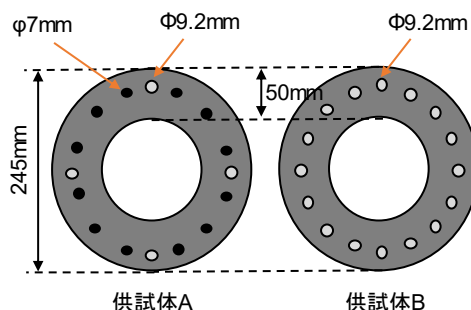


図-1 配筋条件

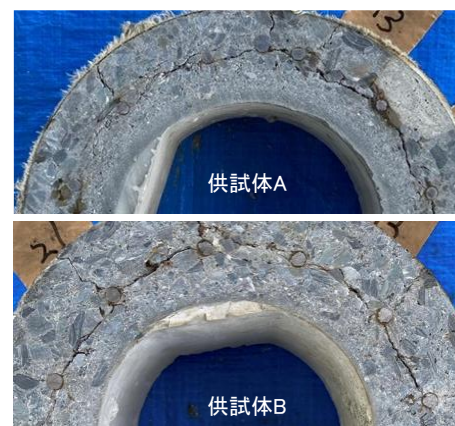


写真-2 断面の様子の一例

キーワード 点検, 局所外れ値因子法, 打音法, コンクリートポール

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈8丁目19番1号 福岡大学 TEL 092-871-6631

部の鉄筋が腐食した結果、円周方向に生じるひび割れや、表面と鉄筋を繋ぐひび割れが生じており、配筋条件に関わらず電柱内部の鉄筋が腐食することで同様のひび割れが生じた。

3. 2 周波数特性による分析

図-2 は FFT によって得られた周波数波形の一例を示す。ここで、各状態における波形の違いを確認しやすくするために、図中の縦軸は、音圧の最大値を 1 としてこれに対する比率で正規化したパワースペクトルで示した。なお、データは特徴的な傾向が見られた $\phi 24\text{mm}$ の鋼球ハンマを用いた場合の結果を示しており、以降も同様である。まず、供試体 A では健全な状態の場合に周波数 1kHz と 2kHz 付近で顕著なピークが確認され、これがこの供試体の固有周期ではないかと推定される。一方、電食後には固有周期と推定されるこれらのピークが確認しにくくなっており、また健全状態では確認されなかった周波数帯にも顕著なピークが確認された。これは、電食後に供試体の至る箇所にひび割れが生じたことで多重反射が生じたためであると考えられる。補修後の場合では、1kHz および 2kHz 付近に顕著なピークが見られると共にその他の周波数帯についても健全状態と概ね類似した周波数帯にピークが確認された。再劣化では、補修後や健全状態と同様に 1kHz および 2kHz 付近に顕著なピークが見られたが、6kHz 以降の高周波帯では健全状態や補修後に比べてピークが現れにくくなった。これは再劣化が生じることで供試体の密実性が失われ、縦波振動に近い振動が生じにくくなったためではないかと考えられる。供試体 B でも、健全時には 2kHz 付近にピークが確認され、これがこの供試体の固有周期であると推定されるが、電食後には確認しにくくなった。電食後～再劣化にかけての周波数の傾向は供試体 A と同様であった。これらから、配筋条件によらず各状態での周波数特性の違いを確認できた。

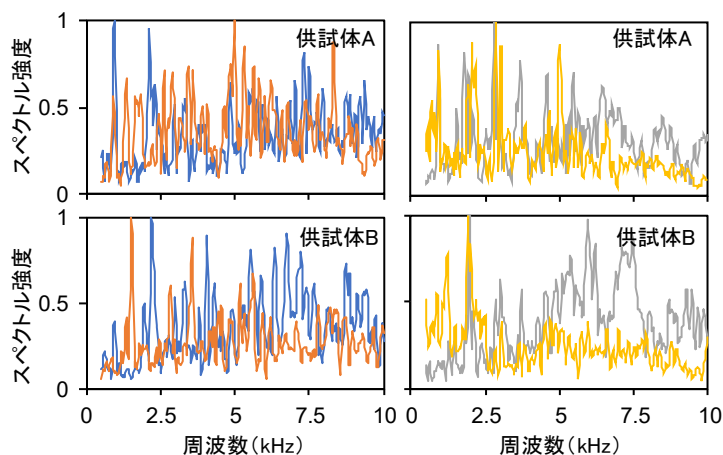


図-2 周波数波形の一例

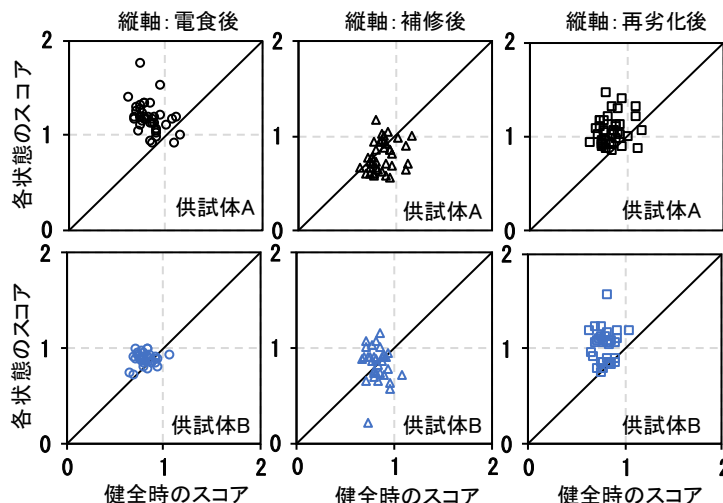


図-3 健全時と各状態のスコアの比較

図-3 には、全測定点における健全状態でのスコアと各状態でのスコアを比較したものを示す。いずれの供試体においても、電食後の方が健全よりも全体的にスコアが高くなり、補修後では概ね健全と同等あるいは低くなった。また再劣化では、全体的に健全よりもスコアが概ね大きくなる傾向にあった。これらのことから、配筋条件に関わらず、健全時のスコアとの比較によって劣化を検出できる可能性が示唆された。

4. まとめ

- 1) 配筋条件に関わらず、電柱の状態によって周波数特性は異なるが、電食後と再劣化と比べて補修後では健全時に似た周波数特性にあった。
- 2) 配筋条件に関わらず、健全時のスコアとの比較によって劣化した電柱を検出できる可能性がある。

参考文献

- 1) 古賀美智恵ら：AI 技術を用いた打音検査による IPH 注入補修工法について、令和 3 年度土木学会西部支部技術発表会講演概要集，pp7-10，2021. 12
- 2) 新保貴広ら：コンクリート床版の打音検査における数値化に関する研究，第 59 回北海道開発技術研究発表会，p3，2016. 2