

打撃応答を用いた鉄筋腐食の評価方法に関する基礎的研究

防衛大学校 学生会員 ○平井 一寿 遠山和一郎
 防衛大学校 正会員 古屋 信明 山本 佳士 黒田 一郎

1. 研究目的

鉄筋コンクリート（以下 RC 梁）構造物は、これまでの社会形成において様々な形で蓄積されてきたが、これからの課題としてはそれら現存する構造物の維持管理することが重要になってくる。維持管理という視点において構造物の劣化状況を正確に把握することが必要不可欠であり、これまで様々な非破壊検査法が提案されてきた。その方法の一つとしてハンマーや鋼球の打撃による応答（振動加速度、打音等）を活用する手法が、主にコンクリートの浮きおよび剥離、内部空隙などの把握の目的で研究が進められているが、本研究では、鉄筋腐食を有する RC 梁の打撃時の応答特性との関係に着目し、打撃を与えることで鉄筋の腐食状況を把握する簡便な検査方法を提案し、腐食鉄筋を有する RC 梁供試体を用いた実験的検討を行った。

2. 実験概要

本研究に用いた RC 梁供試体の寸法・配筋及び断面に関する諸元を図-1に示す。各供試体に電食による鉄筋腐食を行い、目標とする腐食率（腐食により失う鉄筋重量の腐食前の鉄筋重量に対する比率）を定めた。目標腐食率は 0%（腐食無し）、5%、10%、20%と設定した。各目標腐食率に対する目標腐食率への通電時間は既往の研究より決定した。

打撃方法は、鋼球（直径 30mm、質量 113g）を所定の落下高さ（20mm）から自由落下させた。また、鋼球ハンマーによる打撃も別途行った。支承条件に関しては、スパン 1260mm、スパン 630mm、底面全体を発砲スチロールで支承の 3つの条件（図-2）と

した。各打撃方法において複数回の打撃を行い、打撃時の音響を、梁供試体側面から 300mm 離れた位置に配したマイクロフォンを使用してサンプリング周波数 50kHz にて高速データロガーに集録した。

3. 分析方法

本手法で集録する波形は FFT 解析によってその特性を分析するが、打撃応答であるため無限に連続する波形ではなく、そのため、標本長さが分析結果を左右することが懸念される。そこで、データレコーダに集録した音響波形を、波形の起点から標本長さ約 0.02s および約 0.04s の 2 パターンでそれぞれ FFT 解析を行い（図-3(a)）、標本長さが分析結果に及ぼす影響を検討することとした。

図-3(b)に FFT 解析によって得られた振幅スペクトルの一例を示す。図に示すとおり、振幅スペクトルにはいくつかの卓越周波数が発現することがわかる。振幅スペクトルの最初に発現する卓越周波数を 1 次卓越周波数、そのおよそ 2 倍の周波数帯に現れるものを 2 次卓越周波数とする。1 次、2 次卓越周波数の振幅ピーク値をそれぞれ A_1 、 A_2 とし、その比率を振幅比 $R_A (=A_2/A_1)$ と定義する。この振幅比 R_A は、音響の高周波成分と低周波成分の割合を数値で表現することを試みたものであり、RC 梁供試体の腐食の進行を、この振幅比率 R_A の変化を以て検出することを試行する。

4. 実験結果

はじめに、鋼球による自由落下による打撃の振幅比 R_A と目標腐食率の関係を図-4～図-6に示す。

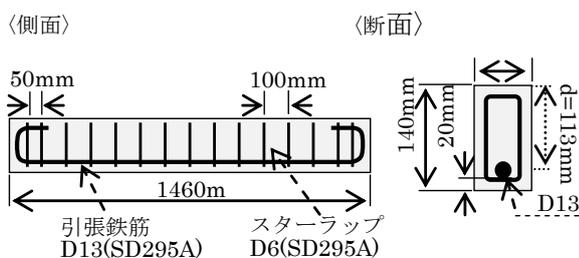


図-1 供試体諸元

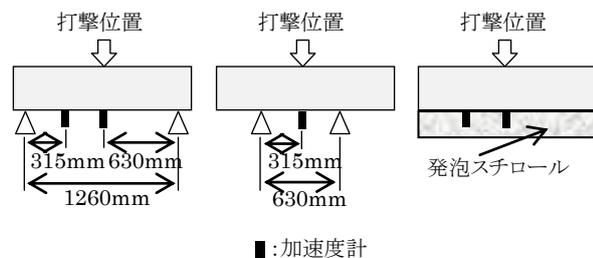


図-2 支承条件

キーワード： 鉄筋腐食、非破壊検査、打撃応答、RC 梁

連絡先： 〒239-8686 横須賀市走水 1-10-20 TEL: 046-841-3810 E-mail: ikuroda@nda.ac.jp

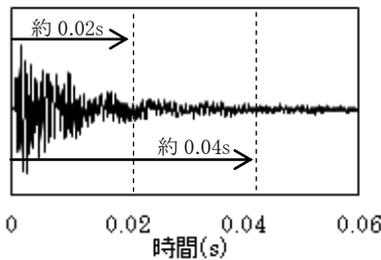


図-3(a) 音響応答履歴と標本長さ

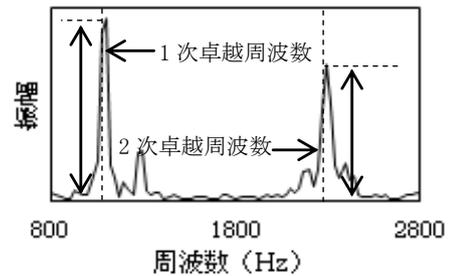


図-3(b) 振幅スペクトル

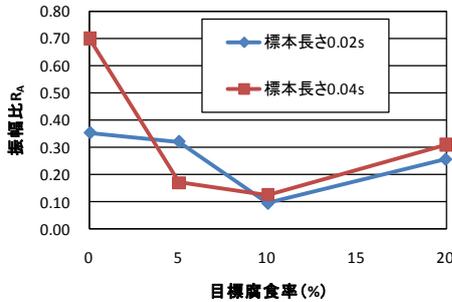


図-4 振幅比 R_A と目標腐食率の関係 (鋼球, スパン 1260mm)

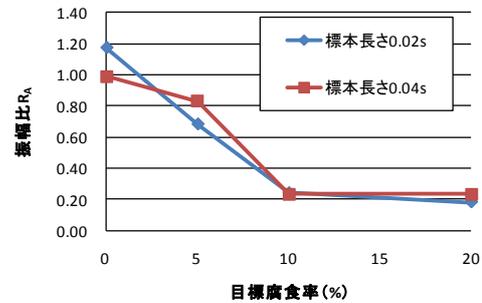


図-5 振幅比 R_A と目標腐食率の関係 (鋼球, スパン 630mm)

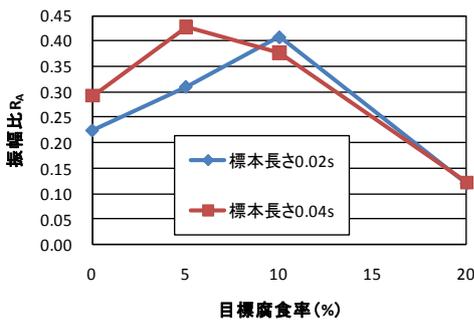


図-6 振幅比 R_A と目標腐食率の関係 (鋼球, 底面全体を発泡スチロールで支承)

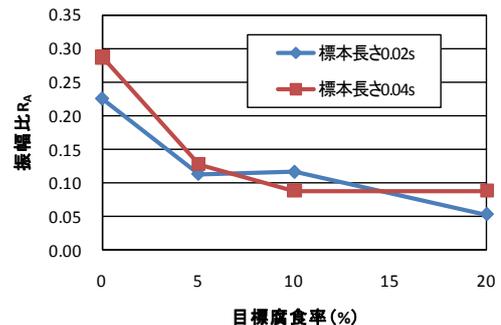


図-7 振幅比 R_A と目標腐食率の関係 (鋼製ハンマー, スパン 1260mm)

各打撃に対する振幅比 R_A に大きな差異はなかった。図-4および図-5から、スパン 1260mm とスパン 630mm の条件では、目標腐食率 10% までは目標腐食率の増加にしたがって振幅比 R_A が小さくなっていることがわかる。しかし、目標腐食率 10% と 20% の比較では、振幅比 R_A に大きな差がないかむしろ目標腐食率 20% の方が振幅比 R_A が大きくなっている。以上の傾向に対して標本長さは影響を及ぼしていないことも明らかである。一方、底面全体を発泡スチロールで支承した図-6では、目標腐食率と振幅比 R_A の間には顕著な関連性は認められない。

次に、図-7に鋼製ハンマーによる打撃の振幅比 R_A と目標腐食率の関係を示す。鋼球の落下による打撃と同様に、鋼製ハンマーによる打撃でも、目標腐食率の増加に伴う振幅比 R_A の低減が認められる。

以上から、単純支持のケース(スパン 1260mm お

よびスパン 630mm)においては、打撃方法の如何にかかわらず、目標腐食率の増加に従って振幅比 R_A の低減が認められるが、10%を超える目標腐食率の判断は振幅比 R_A では困難であると結論できる。また、目標腐食率の増加に伴う振幅比 R_A の変化は、鉄筋の腐食に伴うコンクリート中のひび割れによって、コンクリートの振動減衰特性が変化したことが原因ではないかと推測される。

5. 結論

鋼球の衝突または鋼製ハンマーによる打撃時の音響の集録という簡便な手法によって、目標腐食率 10% までの鉄筋腐食を、提案する振幅比 R_A によって評価できることを示すことができた。また、支承条件や標本長さ等が実験結果に及ぼす影響についても考察を加えた。