

鉄筋腐食と載荷による損傷が RC はりの固有振動数に及ぼす影響

愛媛大学大学院 学生会員 ○佐久間 啓蔵 愛媛大学大学院 正会員 大賀 水田生
愛媛大学 正会員 川口 隆 愛媛大学大学院 正会員 全 邦釘

1. 緒言

我が国には高度経済成長期に建設された橋梁が数多く存在し、近年それらが徐々に老朽化している。四方を海に囲まれる我が国において、特に塩害は主な老朽化の要因として挙げられる。また、塩害による劣化に、橋梁が建設された当初には想像し得なかった自動車荷重の質的・量的増大による過積載が加わることで、さらに老朽化は促進されている。しかし現在、これら劣化評価のために行われている点検は、目視や打音などといった定量的とは言い難い方法によるものが主流である。そこで、定量的な劣化評価法を確立するため、構造物の固有振動数に着目した研究が数多くなされているが、その有効性は示されつつあるも具体的な定式化などには及んでいないというのが現状である。そうした状況を踏まえ本研究では、定量的な RC 橋の劣化評価法提案のための基礎として、RC はり供試体を対象に塩害や過積載による損傷をそれぞれ模擬した条件下で衝撃振動試験を行い、RC の劣化と固有振動数の間に生じる傾向を調べた。

2. 研究概要

本研究では、内部鉄筋の腐食による損傷が固有振動数に及ぼす影響を調べるため、健全供試体 2 本 (N-1,N-2)、腐食供試体 2 本 (S-1,S-2) の計 4 本の RC はり供試体を作製し実験を行った。まず、塩害による損傷を模擬するための電食試験によって腐食供試体を段階的に腐食させた。そして、腐食段階ごとに衝撃振動試験による 1 次固有振動数の測定を行った。続いて、過積載による損傷を模擬するための 4 点曲げ試験により、健全供試体と電食試験が終了した腐食供試体にそれぞれ段階的な載荷を行った。ここでも、載荷段階ごとに衝撃振動試験による 1 次固有振動数の測定を行った。そして、得られたデータから腐食や載荷による損傷と固有振動数の変化の間に生じる傾向を調べた。

3. 実験概要

本実験は図 3.1 に示すような RC はり供試体を対象に行った。まず、固有振動数の測定に用いた衝撃振動試験について説明する。供試体に衝撃を与えることで自由振動を起振し、取り付けた加速度センサで加速度応答波形を取得し、高速フーリエ解析によって構成周波数を把握する。その中から 1 次固有振動数を特定した。続いて、塩害による損傷を模擬するために行った電食試験であるが、図 3.2 に示すような状況で計 29 日間の電食を行った。また、この電食期間と電流量から理論的な発錆量を算出し、腐食の度合いを示すパラメータとした。そして、過積載による損傷を模擬した図 3.3 に示す 4 点曲げ試験であるが、次ページの図 3.4 に示すように載荷ステップを 6kN とし、載荷・除荷・固有振動数の計測を供試体が破壊するまで繰り返し行った。

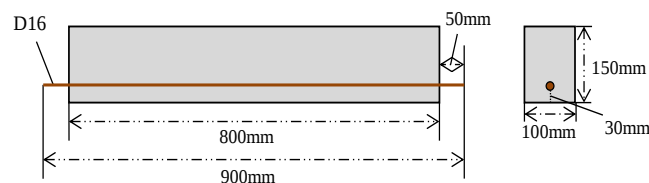


図 3.1 供試体寸法



図 3.2 電食試験状況

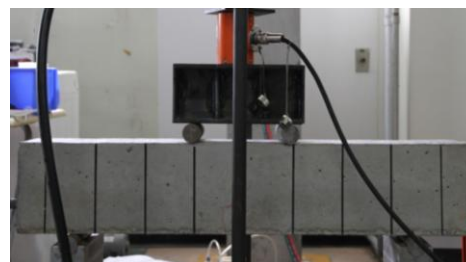


図 3.3 4 点曲げ試験状況

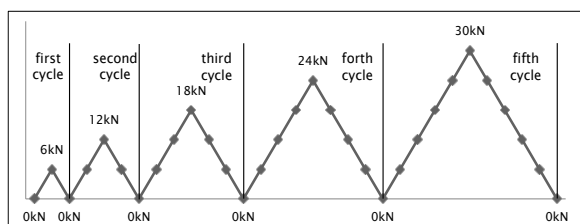


図 3.4 載荷ステップ

4. 固有振動数測定結果

腐食、載荷の各段階で衝撃振動試験により測定した 1 次固有振動数の測定結果を示す。まず、図 4.1 に腐食の進行と固有振動数の変化の関係を示す。腐食の進行に伴い内部鉄筋の体積膨張が起こり、それによる損傷が増加するにつれ固有振動数が低下することを確認した。次に、図 4.2 に健全供試体における載荷荷重の増大と固有振動数の変化の関係を示す。こちらでも載荷荷重の増大に伴い、それによる損傷が増加するにつれて固有振動数が低下することを確認した。続いて、図 4.3 に腐食供試体における載荷荷重の増大と固有振動数の変化の関係を示す。既に腐食による損傷が与えられていた供試体については、健全な供試体に比べ、載荷による損傷の増加に伴う固有振動数の低下率が小さいことを確認した。

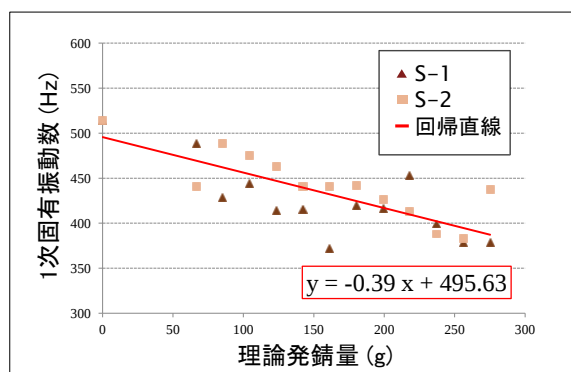


図 4.1 理論発錆量と固有振動数の関係

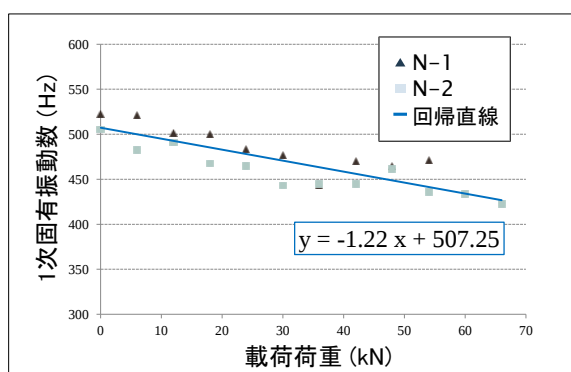


図 4.2 載荷荷重と固有振動数の関係 (健全)

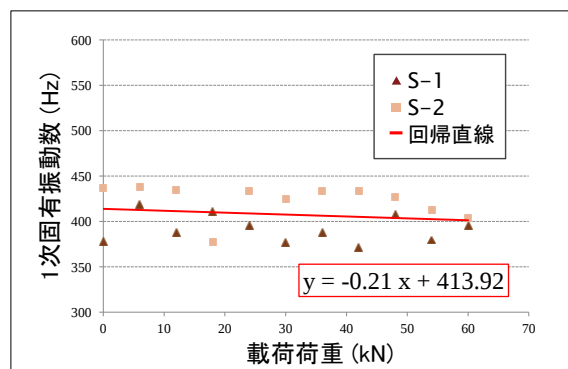


図 4.3 載荷荷重と固有振動数の関係 (腐食)

5. 結論

- (1) 電食試験により段階的に内部鉄筋を腐食させた供試体の固有振動数を測定した結果、鉄筋の理論発錆量の増加に伴い固有振動数が低下することを確認した。これは、内部鉄筋の腐食膨張によりコンクリート内部の微細なひび割れが増加し、RC はり全体としての見かけ上の弾性係数が低下したことによるものと考えられる。
- (2) 4 点曲げ試験により段階的に載荷を行い、固有振動数を測定した結果、載荷荷重の増大に伴い固有振動数が低下することを確認した。これについても、載荷によりコンクリート内部の微細なひび割れが増加し、RC はり全体としての見かけ上の弾性係数が低下したことによるものと考えられる。
- (3) 内部鉄筋の腐食によって既に損傷を与えた供試体に対し、4 点曲げ試験による段階的な載荷を行い、固有振動数を測定した結果、健全な供試体と比較して固有振動数の低下率が小さいことを確認した。これは、損傷による RC はり全体としての見かけ上の弾性係数の低下に限界が存在するためであると考えられる。

今後は腐食度合いの異なった供試体を多数用意し、それらに段階的な載荷を行うことでデータを蓄積し、さらに詳細な傾向を調べる必要がある。

参考文献

- 1) 岩波光保, 横田弘, 秋本孝: 内部鉄筋が腐食した RC はりの力学的性能評価のための非破壊調査手法の適用性, 港湾技研資料, No.978, pp.4-6, 2000.