

補修後に再劣化した RC はりの耐荷力特性に関する研究

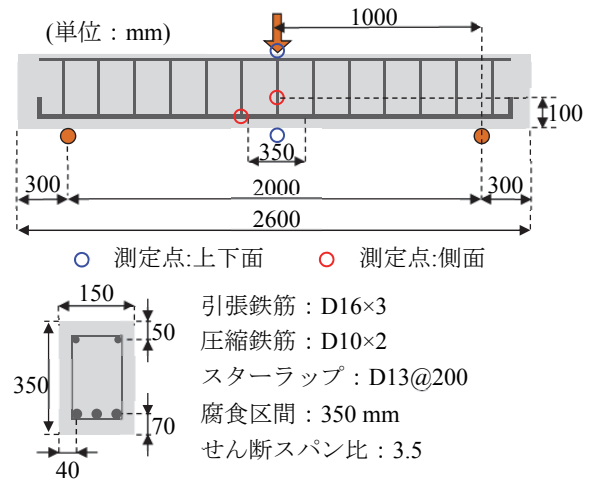
東北大学 学生会員 ○諸橋拓実
東北大学 学生会員 高田 瞬
IHI インフラ建設 正会員 中村定明

東北大学 学生会員 安部誠司
東北大学 正会員 内藤英樹
IHI インフラシステム 正会員 楊 威
東北大学 フェロー 鈴木基行

1. はじめに

我が国の社会基盤構造物は一斉老朽化を迎える段階にあり、これらの構造物の中には補修・補強を行いながら供用が継続されている事例も多い。そして、補修を行った後には、構造物の劣化が再び発生・進展することも考えられるが、再劣化に対する点検手法や構造性能評価に関する研究は少ない¹⁾。

本研究では、RC はり供試体を作製し、電食試験によってコンクリート内部の鉄筋腐食を促進させた。その後、腐食箇所の断面を補修し、再度、鉄筋の腐食促進を継続した。このように再劣化を模擬した供試体の載荷試験によって耐荷力特性を調査するとともに、小型加振器を用いた振動試験を行い、再劣化に対する非破壊検査法の可能性を検討した。



図－1 供試体概略

2. 実験概要

2.1 電食試験

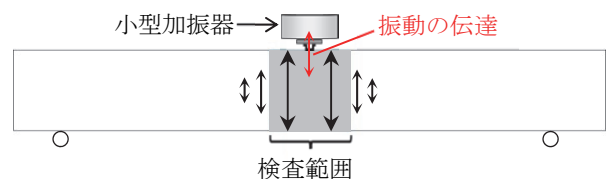
供試体の概略図を図－1 に示す。供試体に用いたコンクリートは圧縮強度 33.9 N/mm^2 、引張強度 2.51 N/mm^2 、密度 2219 kg/m^3 であり、鉄筋はSD345を用いた。また、断面補修のモルタルは圧縮強度 34.9 N/mm^2 である。本研究では、電食試験によりコンクリート内部の引張鉄筋を腐食させた。電食試験は、引張鉄筋のかぶり部分に金網を陰極として埋め込み、直流電流を継続的に流す方法で行った。なお、腐食区間はスパン中央の 350 mm 区間とし、陰極と引張鉄筋の間には $5\% \text{ NaCl}$ 溶液を浸透させるために直径 10 mm の孔を設けた。腐食範囲の引張鉄筋を除く周辺の鉄筋表面にはエポキシ樹脂を塗装した。

はりの耐荷力を比較するため、目標腐食率(鉄筋の平均質量減少率)を 10% および 20% に設定した。健全および、目標腐食率 10% 、 20% の供試体をそれぞれ RC0、RC10、RC20 とする。また、補修供試体 RC10+10 は 10% まで腐食させた後、鉄筋をはつり出して除錆し、補修用無収縮モルタルで断面補修を行った。その後、再度電食試験を行い、腐食率 20% まで引張鉄筋を腐食させた。

はりの耐荷力を比較するため、目標腐食率(鉄筋の平均質量減少率)を 10% および 20% に設定した。健全および、目標腐食率 10% 、 20% の供試体をそれぞれ RC0、RC10、RC20 とする。また、補修供試体 RC10+10 は 10% まで腐食させた後、鉄筋をはつり出して除錆し、補修用無収縮モルタルで断面補修を行った。その後、再度電食試験を行い、腐食率 20% まで引張鉄筋を腐食させた。

2.2 振動試験

振動試験の概略図を図－2 に示す。振動試験は目標腐食率までの一定腐食率ごとに、図－1 に示した供試体中央の上下面および側面 2 か所の計 4 か所で行った。加振方法としては、小型加振器を用いて一定の加速度振幅 1 m/s^2 の調和振動を $500 \sim 6000 \text{ Hz}$ まで、18 秒間で直線的に周波数を上昇させる手法で行った²⁾。加振点付近に加速度センサを貼付けて測定を行い、実験データより共振曲線(周波数－応答加速度関係)を得た。そして、腐食率と共振周波数の関係を整理した。



図－2 振動試験の概略図

2.3 曲げ載荷試験

電食試験終了後に、静的曲げ載荷試験(3点曲げ載荷試験)によって供試体の耐荷力を確認した。はりのスパンは 2000 mm とし、スパン中央に鋼製ブロックを介して鉛直荷重を加えた。変位計は、スパン中央の 2 箇所に設置し測定を行った。載荷は実験時の降伏変位 δ_y を基準として $6\delta_y$ まで行った。

3. 実験結果

載荷試験により得られた荷重－変位関係を図－3 に示す。RC10 供試体は RC0 供試体と同程度の耐荷性状を示したが、RC20 供試体は耐荷力の低下が大きいことが確認できる。また、RC10+10 供試体は、降伏までは RC10 供試体とほぼ同様の挙動を示したが、その後、剛性が低下し $6\delta_y$ では RC20 供試体とほぼ同程度の荷重であった。

振動試験の結果を図－4、図－5 に示す。縦軸の共振周波数比は健全時と腐食時の共振周波数の比を示している。図－4 より上面での振動試験では腐食率の増加とともに共振周波数が緩やかに減少する傾向がみられた。これに対して、図－5 の側面からの振動試験では腐食率が 5 %を超えた後に急激に共振周波数が低下していることが確認できる。側面からの加振は共振時の波長が短いため、ひび割れの影響が大きく表れたと考えられる。このことから、はりの側面から腐食が予想される位置に対して振動試験を行うことで、腐食率が 10 %に達する前に検知できる可能性が示唆された。

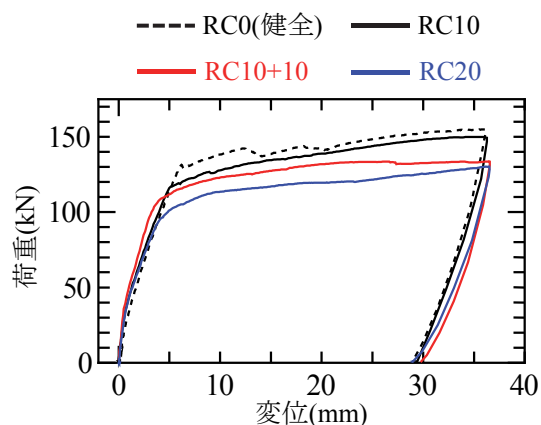
4. まとめ

本研究では、再劣化を模擬した供試体の耐荷力特性を調べるとともに、振動試験により再劣化に対する非破壊検査法の可能性を検討した。載荷試験より、腐食率が 10 %程度の供試体では耐荷力の低下が小さいことが確認された。また、補修後に再劣化した供試体では、断面補修部の一体性は確保されておらず、耐荷性状にもほとんど効果は見られなかった。

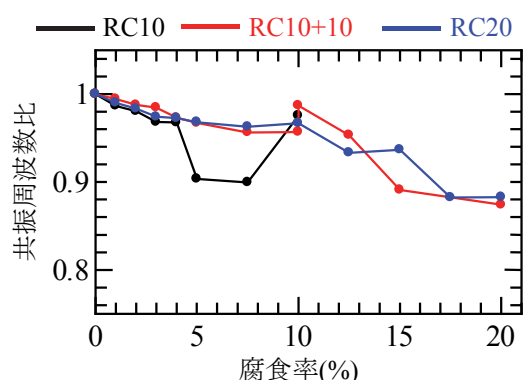
振動試験において、はりの側面から腐食発生が予想される個所に対して振動試験を行うことにより、耐荷力低下が軽微である段階(腐食率が 10 %に達する前の段階)で損傷を検知できる可能性が示唆された。今後、様々な供試体諸元と腐食パターンの組み合わせに対して実験を行い現場試験での試行につなげていく。

参考文献

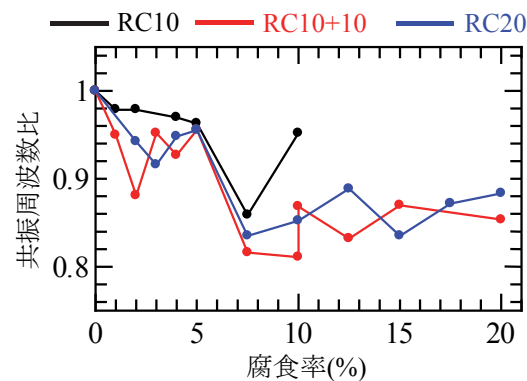
- 1) 安部誠司, 上田博之, 諸橋拓実, 内藤英樹, 鈴木基行: 鋼板および繊維シートによって補強された RC はりの再劣化に対する損傷評価, アップグレード論文報告集, 第 14 巻, pp.433-438, 2014.10
- 2) 内藤英樹, 斉木佑介, 鈴木基行, 岩城一郎, 子田康弘, 加藤潔: 小型加振器を用いた強制加振試験に基づくコンクリート床版の非破壊試験法, 土木学会論文集 E2, Vol.67, No.4, pp.552-534, 2011.10



図－3 荷重－変位関係



図－4 上面の振動試験結果



図－5 側面の振動試験結果