

令和5年度 耐震実験センター 活動報告

[報告者] 宗本 理 (工学部 社会基盤学科)

1. 耐震実験センター研究助成による研究

RC梁の腐食度合いがかぶりコンクリートのはく離・はく落危険度に及ぼす影響評価

近年では、RC 構造物の老朽化や経年劣化による被害が数多く、劣化の中でも鉄筋腐食は土木構造物の耐荷性能の低下などを引き起こすため、重要な懸念材料となっている。腐食した RC 構造の耐荷性能に関する研究はこれまで数多くなされている一方で、かぶりコンクリートのはく離・はく落の危険性に対する腐食状況（損傷度）の影響に関する研究はあまり実施されていない。

そこで本研究では、腐食した RC 梁に着目し、かぶりコンクリート部分を対象とした荷重試験を実施することで、はく離・はく落の危険性と損傷度の関連性を明らかにする。具体的には、鉄筋間隔や鉄筋径、かぶり厚の条件を数種類設定し、電食試験により損傷度を変えた RC 梁と人工的な欠陥を有した RC 梁を製作した。その試験体を用いてかぶりコンクリート部分の荷重試験を行い、得られた力学的特性からかぶりコンクリートのはく離・はく落に対する危険性を定量的に把握することを試みる。供試体寸法は $400 \times 400 \times 300\text{mm}$ (図-1) とし、鉄筋軸ひび割れモードを誘発させる条件として鉄筋径 D13 とかぶり厚 30, 50mm を採用した。鉄筋間隔は 50, 100mm の 2 種類とした。また、異なる RC 断面におけるかぶりコンクリートの腐食ひび割れ性状が鉄筋間の付着強度に及ぼす影響を把握するため、解析ソフト Marc2021.4 を用いて、鉄筋間隔やかぶり厚さ、腐食率をパラメータとしたひび割れ進展と付着強度に関する連成 FEA を実施する。

研究成果として、図-2 に示すように鉄筋間隔が広がると付着面積の増加に伴って最大荷重も増加する定性的な傾向や、人工欠陥による付着面積の減少により最大荷重が低下する傾向が実験と解析ともに確認でき、かぶり厚さの影響を除いた付着試験より鉄

筋間の付着面積を評価可能であることを確認した。次に、異なる RC 断面におけるかぶりコンクリートを対象とした連成 FEA では、R を鉄筋間隔、C をかぶり厚さとした R/C の比率ごとに付着面積比率と腐食率の関係性について比較する。その結果、図-3(a) に示すように各かぶり厚さで付着面積比率を比較した場合、鉄筋間の最大主ひずみの平均値は腐食率の増加に伴い全ケースで増加していることも確認しており、内部ひび割れの進行型の R/C ではかぶり厚さにかかわらず内部ひび割れの進行とともに付着面積比率が低下する傾向を確認した。一方で、図-3(b) の鉄筋間隔の違いによる影響を比較すると、付着面積比率は腐食率の増加に伴って全ケースで低下しているが、R/C が大きいケースほど鉄筋間の最大主ひずみの平均値は小さく、内部ひび割れの接続性が鈍化するものと思われる。そのため、R/C が大きく鉄筋間隔が広いケースほど付着面積比率はより大きい値に留まる傾向を示すことが推測される。

成果は論文集への登載を完了し、学会にて発表した (一部予定も含む)。末尾一覽参照。

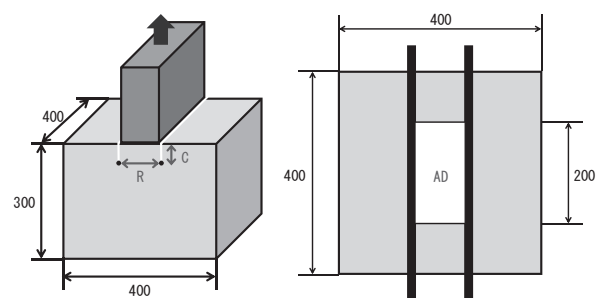


図-1 供試体概要図

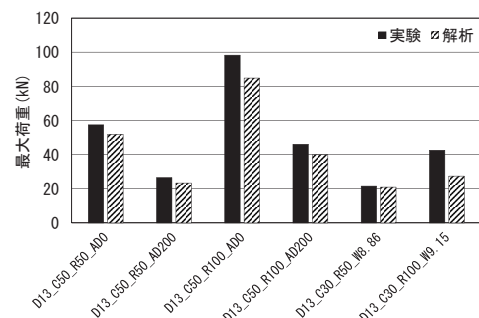


図-2 最大荷重

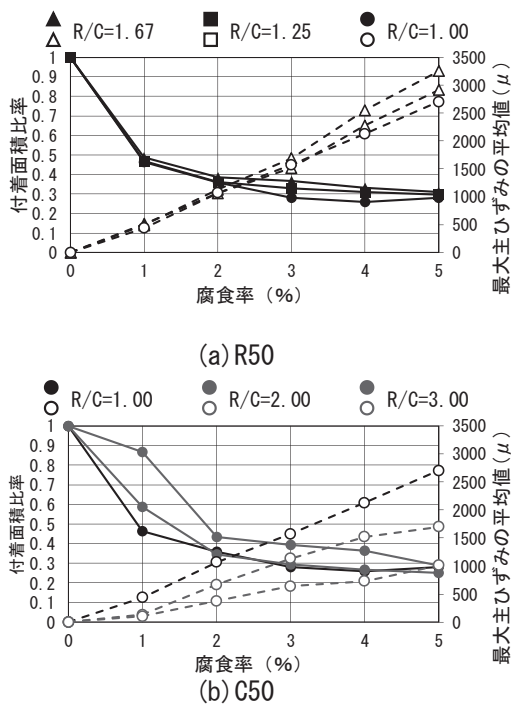


図-3 付着面積比率と腐食率の関係

2. 外部資金による研究・実験等

(1) 科学研究費、(教育・研究特別助成)

「劣化した RB 設置部の定量的耐荷性能評価に向けた材料力学モデルの構築」をテーマとした研究では、以下に記述する2つの研究内容に従事した。

1つ目は、コンクリートの劣化現象の1つである乾燥収縮に着目し、連続体をベースとした FEM による乾燥収縮の再現性に関する検討を行った。その結果、コンクリートの力学特性である弾性係数に対する乾燥収縮の影響に関しては課題が残ったものの、FEM でも熱膨張の原理における熱膨張係数を適切に設定することで、実験と同程度の収縮ひずみを簡易的に評価できる可能性があることを確認した。

2つ目は、上記で検討した乾燥収縮が RB 設置部で使用されるあと施工アンカーボルト定着部のせん断耐荷性能に及ぼす影響について解析的検討を行った。具体的には、最大 90 日の乾燥収縮を想定したボルト定着部に対して数種類のへりあき寸法を設定した上で、健全時と劣化時におけるせん断耐荷力について比較した。その結果、各へりあき寸法におけるボルト定着部の設計せん断耐力に対して乾燥収縮が生じた劣化時のせん断耐荷力は全体的に 10~20%低下する結果となった。さらに、コンクリートの支圧破壊が想定されるケースはコーン状破壊が想定される

ケースに比べてせん断耐荷力に対する乾燥収縮の影響が大きいことを確認した。ボルト定着部の破壊性状に関しては、ボルト径や埋込深さ、材料強度が同一の場合にへりあき寸法が増加することでコンクリートのコーン状破壊から支圧破壊へ変化する実現象と同様の傾向が解析でも得られた。

成果の一部は学会にて発表した（一部予定も含む）。末尾一覧参照。

(2) 受託試験

特になし

3. その他特記事項

特になし

4. 発表論文等 (投稿予定を含む)

- 1) 近藤錬真, 宗本理, 鈴木森晶: 鉄筋間隔が異なる RC 構造を対象としたひび割れ進展挙動と危険度評価に関する解析的研究, 土木構造・材料論文集, 第 39 号, pp.113-121, 2023
- 2) 若原真衣, 近藤錬真, 中村欽汰, 宗本理, 鈴木森晶: かぶりコンクリートの付着耐力に対する鉄筋間の腐食ひび割れの影響に関する基礎的検討, 令和 5 年度土木学会中部支部研究発表会, 2024.3
- 3) 近藤錬真, 宗本理, 若原真衣, 鈴木森晶: 鉄筋間に腐食ひび割れが生じたかぶりコンクリートの耐久性評価に関する解析的研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.46, 2024 (発表予定)
- 4) 町田視瑠, 宗本理, 鈴木森晶: 支圧破壊による影響を考慮した付着型アンカーボルト定着部の基礎的研究, 令和 5 年度土木学会中部支部研究発表会, 2024.3
- 5) 町田視瑠, 宗本理, 鈴木森晶: FEM による乾燥収縮が生じたアンカーボルト定着部のせん断耐荷性能に関する基礎的検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 78 回年次学術講演会, 2024.9 (発表予定)