

令和6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

鉄筋コンクリート構造物における鉄筋の腐食による劣化はかぶりコンクリートの表面および内部にひび割れを生じさせ、そのひび割れが進展することで剥離・剥落に繋がる。塩害では、加速期に入るとコンクリート表面にひび割れが発生し、すでに内部損傷が進んでいると考えられる。そのため、日常点検のような簡易的な調査からわかるひび割れを用いて鉄筋コンクリートの内部損傷を把握できることが望ましい。また、実構造物に欠かせないスターラップがかぶりコンクリートのひび割れに及ぼす影響に関して検討の余地が残されている。

そこで本研究では、かぶりコンクリートのひび割れ進展挙動に対するスターラップの防錆処理の有無や主鉄筋間隔の影響について実験的に検討した。さらに、鉄筋腐食の劣化過程の1つである潜伏期に着目し、剥離・剥落に対する定量的な評価手法を解析的に検討した。供試体寸法は 350×300×700mm とし、主鉄筋には D13 を各供試体に 2 本、スターラップには D6 を 4 本配筋した。かぶり厚は 30mm、主鉄筋間隔は 50, 100mm、スターラップ間隔は 200mm とした。スターラップの防錆処理として、変性エポキシ樹脂をスプレーで塗布した。また、スターラップ間隔をパラメータとしたひび割れ進展に関する検討や潜伏期を考慮した解析モデルの検討を実施する際、解析ソフト Marc2021.4 を用いた。

まず実験の研究成果として、主鉄筋間におけるコンクリート内部のひずみとスターラップのひずみを図-1 に示す。この図から、コンクリート内部のひずみは主鉄筋の腐食膨張圧によって単調的に増加しているのに対し、スターラップは 200 μ まで引張域のひずみが生じた後に圧縮域に転じていることが確認できる。また、スターラップの防錆処理の有無について比較すると、防錆処理が施されている場合は内部、表面ひずみともに抑制されており、スターラッ

プの防錆処理の有用性を確認した。

次に、かぶりコンクリートのひび割れに対するスターラップの防錆処理の有無やスターラップ間隔の影響に関する FEM による検討結果として、スターラップの腐食も考慮した IP シリーズと防錆処理が施されている BS シリーズにおける主鉄筋間隔 50mm のケースでかぶりコンクリートの表面ひずみを比較したものを図-2 に示す。この図より、IP シリーズは BS シリーズよりも早く表面ひずみが増加し、鉄筋腐食の潜伏期を考慮することでスターラップの腐食によりかぶり表面に腐食膨張圧がより作用するため、表面ひずみが顕著に表れたと考えられる。

次に、各ひび割れ発生時の主鉄筋の腐食率とスターラップ間隔の関係について主鉄筋間隔別にまとめたものを図-3 に示す。主鉄筋間隔が 50mm の場合、BS シリーズでは、スターラップ間隔にかかわらず内部ひび割れ先行型である一方、IP シリーズではスターラップ間隔が狭いほど表面ひずみは早く増加して表

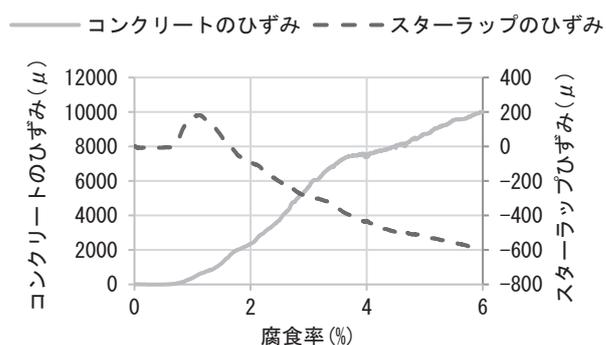


図-1 各ひずみ-腐食率の関係

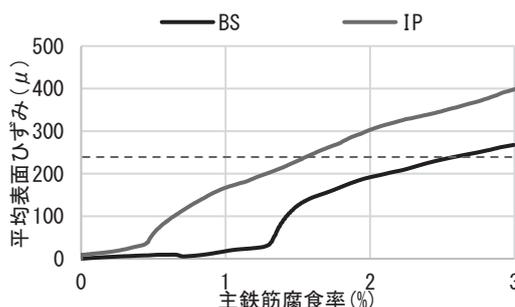
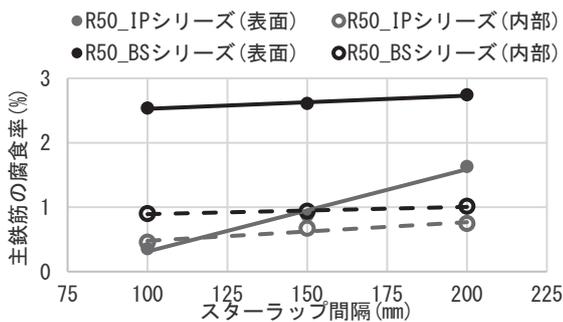
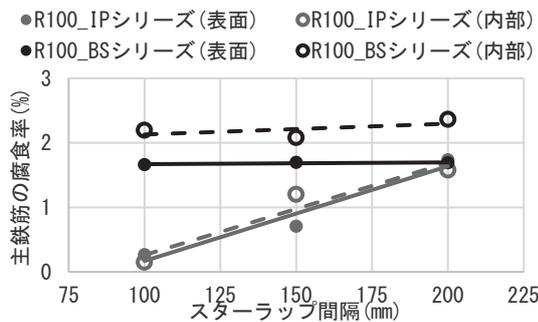


図-2 表面ひずみ-腐食率の関係



(a) 主鉄筋間隔 50mm



(b) 主鉄筋間隔 100mm

図-3 ひび割れ発生時の腐食率

面ひび割れ先行型に切り替わることが分かる。内部ひび割れ発生時の腐食率はスターラップ間隔による変化は少なく、内部ひび割れは主鉄筋の腐食が大きな要因となっていると考えられる。本解析では、主鉄筋とスターラップの腐食による潜伏期を考慮することで表面ひび割れに対する影響を確認し、主鉄筋やスターラップの間隔によってひび割れ性状が異なることも明らかにした。一方で、鉄筋腐食に伴うスターラップのひずみに関しては実験値と解析値で差異が生じているため、今後検討していく必要がある。成果は学会にて一部発表し、今後論文として投稿予定である。末尾一覧参照。

2. 外部資金による研究・実験等

科学研究費のテーマ「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」とした研究成果を以下に記述する。

RB 設置部の耐荷性能は支承を設置するあと施工アンカーボルト定着部のせん断耐荷性能に依存するため、荷重速度とはしあき寸法の影響について実験的かつ解析的に検討した。実験的研究では、荷重速度を 0.005mm/s (静的), 800mm/s (動的) の 2 種類、はしあき寸法として 150mm, 300mm の 2 種類を設

定した。その結果、はしあき 150mm 時のコーン状破壊角度に着目すると、荷重速度にかかわらず設計で想定される 45 度よりも大きくなる結果が得られた。さらに、荷重速度の増加に伴って耐力の増加が見られた一方、せん断方向に加え引抜き方向の荷重も作用した際にせん断耐力が低下する結果となった。

次に FEM を用いた研究成果として、せん断方向の静的荷重下でのあと施工アンカーボルト定着部のせん断耐荷性能を定量的に評価するため、定着部のモデル化や荷重速度による影響を反映した材料のひずみ速度効果を材料試験レベルで検討した。その後、静的・動的荷重下におけるあと施工アンカーボルト定着部のせん断耐力に対するはしあき寸法の影響を本解析と設計耐荷式で評価した。その結果、設計での想定と同様に、はしあきが大きくなるにつれてせん断耐力が増加する傾向や終局時の破壊性状がコーン状破壊からコンクリートの支圧破壊に移行する傾向が本解析でも確認できた。その一方、各へりあき寸法における最大せん断耐力は荷重速度にかかわらず設計値と解析値で差異が生じており、今後更なる検討が必要である。

成果の一部は学会にて発表した。末尾一覧参照。

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) 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 79 回年次学術講演会, 2024.9
- 2) 若原真衣, 宗本理, 鈴木森晶: スターラップを有する RC 構造の腐食ひび割れ進展挙動に関する解析的検討, 令和 6 年度土木学会全国大会第 79 回年次学術講演会, 2024.9
- 3) 若原真衣, 北村大和, 宗本理, 鈴木森晶: かぶりコンクリートのひび割れ性状に対する腐食したスターラップの影響に関する解析的研究, 令和 6 年度土木学会中部支部研究発表会, 2025.3