

鉄筋腐食したRCボックスカルバートの載荷実験シミュレーション

(財)電力中央研究所 正会員 ○松尾豊史 松村卓郎
関西電力(株) 正会員 岩森暁如 玉田潤一郎

1. はじめに

経年劣化した鉄筋コンクリート製(以下、RC)構造物の耐荷力を合理的に評価するためには、材料劣化と構造性能の関係を明確にしていく必要がある[1]。著者らは、電食により鉄筋を腐食させたRCボックスカルバートの実規模載荷実験を実施した[2]。本検討は、有限要素解析における鉄筋腐食に伴う材料劣化モデル化手法の適用性を検証するために、上述の載荷実験に対してシミュレーション解析を行ったものである。

2. 実験概要

実験には、地中に埋設された1連のRCボックスカルバートを対象とした実規模の試験体(幅3m、高さ3.8m)を用いた[3](図-1)。鉄筋腐食を生じさせるために、あらかじめ電食を実施した。載荷実験は、油圧アクチュエーターを用いて変位制御で正負交番に漸増載荷した(図-2)。

解析対象としたのは、せん断補強筋がない試験体とせん断補強筋がある試験体の2体である。電食の結果、せん断補強筋のない試験体の主筋の平均腐食量は11.6%、せん断補強筋のある試験体の主筋とせん断補強筋の平均腐食量はそれぞれ9.4%、22.4%であった。

3. 解析概要

解析手法には、鉄筋コンクリート要素として材料非線形性を考慮した分散ひび割れモデルを適用した。解析コードは、非線形FEMプログラム「WCOMD-SJ」(ver7.7)を用いた[3]。腐食した鉄筋の材料劣化は、平均腐食量に基づいて鉄筋の断面積を低減し、最大腐食量に関連づけて、鉄筋の降伏強度を低減することによりモデル化した(図-3(a))。コンクリートについては、コンクリートと鉄筋の付着劣化についてはコンクリートの引張軟化程度を大きくさせることにより考慮し(図-3(b))、鉄筋腐食に伴って発生するひび割れを考慮するために腐食膨張ひずみを作用させることとした(図-3(c))。

4. 解析結果および考察

せん断補強筋がない試験体の実験結果と解析結果の比較を図-4(a)に示す。実験では、腐食ひび割れが進展して荷重低下したが、急激に荷重低下せず、最大荷重に達した後に、鉄筋腐食していない側壁が最終的な破壊位置となった。解析結果によるひび割れ状況は実験と概ね同様であり、解析の荷重変位関係も実験と概ね良好に対応していた。

せん断補強筋がある試験体の実験結果と解析結果の比較を図-4(b)に示す。実験では、電食箇所の損傷が大きくなり、最大荷重後に腐食部のかぶりコンクリートが剥がれる傾向にあった。解析結果は実験のひび割れ状況と最大荷重までの荷重変位関係を概ね再現しているが、最大荷重後の軟化領域は必ずしも再現できなかった。これは、解析において、腐食部におけるかぶりコンクリートの剥落を適切に表現できていないためと考えられる。腐食部のかぶりコンクリートを載荷前から考慮しなかった解析(腐食部非考慮)では、最大荷重後に軟化した挙動を概ね再現可能であった。

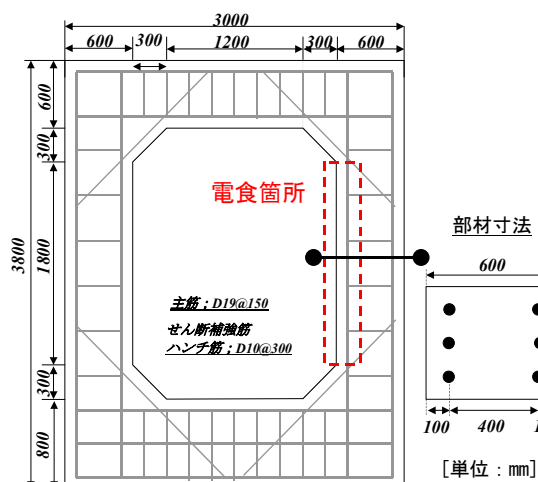
5. まとめ

シミュレーション解析の結果、本検討で用いた材料劣化のモデル化手法は鉄筋腐食したRCボックスカルバートの耐荷性能評価に適用可能であることが確認できた。

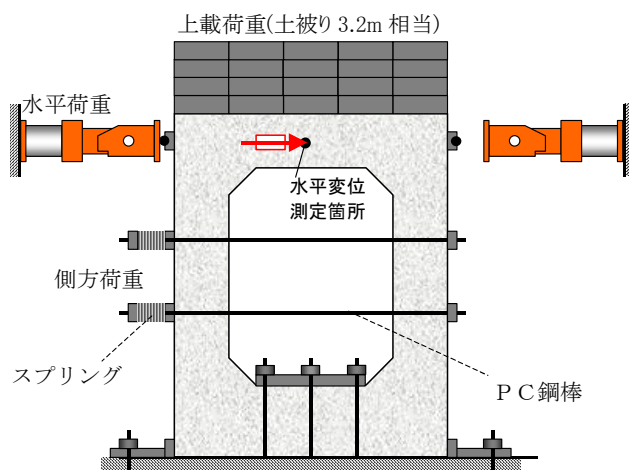
謝辞:本研究は電力9社と日本原子力発電(株)、電源開発(株)、日本原燃(株)による電力共通研究として実施した。また、東京大学の前川宏一教授が開発された解析コードを使用させていただきました。関係各位に謝意を表す次第である。

キーワード: 構造性能, 材料劣化, 有限要素解析, 鉄筋腐食, ボックスカルバート

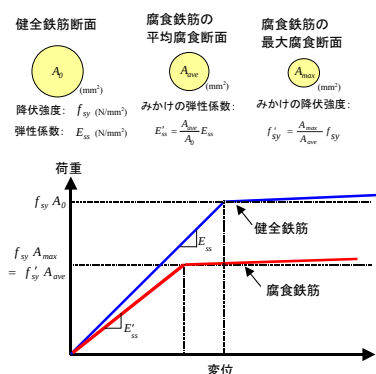
連絡先: 〒270-1194 我孫子市我孫子 1646 (財)電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域 TEL.04-7182-1181



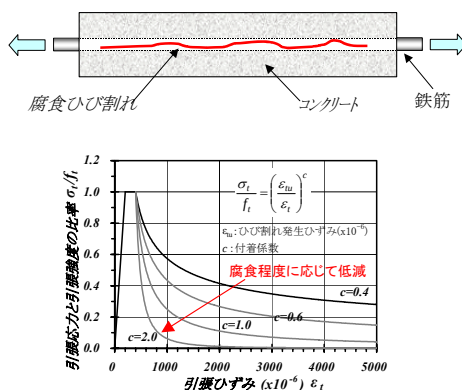
図—1 試験体の寸法と配筋(せん断補強筋あり)



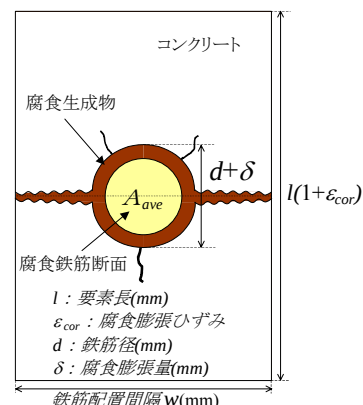
図—2 荷重方法



(a) 腐食鉄筋の力学特性

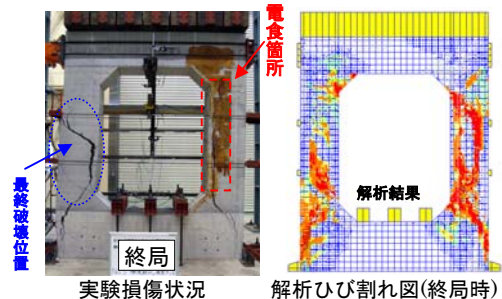
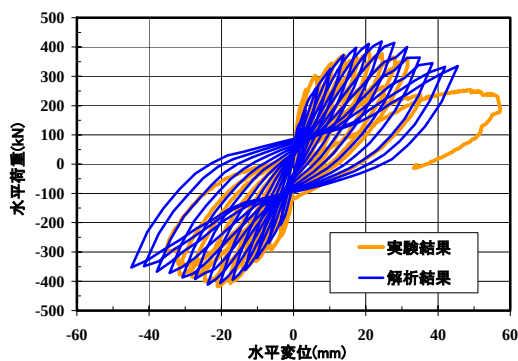


(b) 引張軟化特性

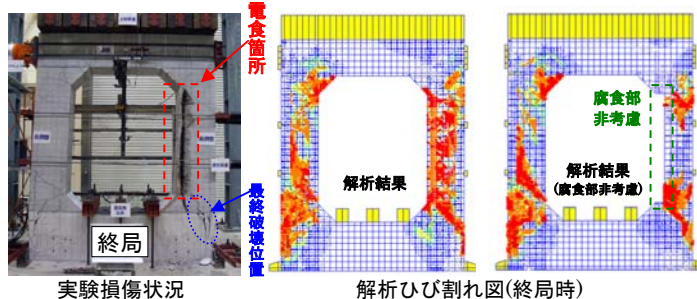
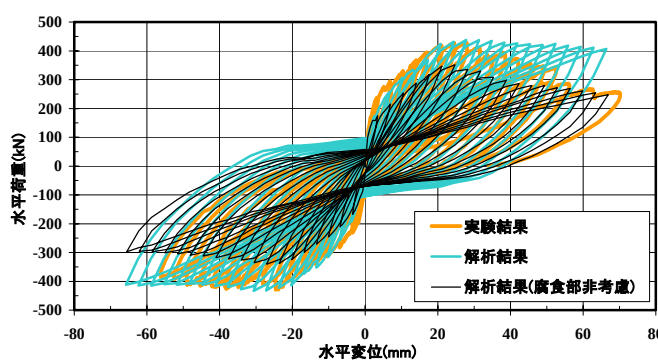


(c) 腐食膨張ひずみ

図—3 解析手法の概要



(a) せん断補強筋がない場合



(b) せん断補強筋がある場合

図—4 実験結果と解析結果の比較

〔参考文献〕

- [1] 土木学会：コンクリート標準示方書〔維持管理編〕, 2008.
- [2] 松尾豊史, 宮川義範, 秋山隆, 岩森暁如：鉄筋腐食した鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの実規模荷重実験, 土木学会第62回年次学術講演会, 5-066, pp. 131-132, 2007.
- [3] 岡村 甫, 前川宏一：鉄筋コンクリートの非線形解析と構成則, 技報堂出版, 1991.