

ひび割れと鉄筋腐食を伴う RC ボックスカルバートの実規模載荷実験

(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 原口和靖

1. はじめに

既設コンクリート構造物では、使用環境や構造・外力などによる要因でひび割れが生じているものがあり、これらの健全性を合理的に評価するためには、構造性能の経年変化に着目することが重要となる。塩害等による劣化が進行した場合に生じる鉄筋腐食が耐荷特性に与える影響については、ひび割れないことを前提している場合が多く、これまで部材を対象とした知見しか得られていない[1]。本検討では、実証的なデータを取得することを目的として、ひび割れを有する RC ボックスカルバートの鉄筋腐食が耐荷特性に及ぼす影響を実規模載荷実験により評価した。

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供試体を用いて、地震時に地盤から与えられるせん断変形を想定し、油圧アクチュエーターを用いて変位制御で静的に正負交番漸増載荷を行った(図1)。想定する破壊モードは、曲げ降伏後のせん断破壊である。実験パラメータは、①初期ひび割れの程度(なしと鉄筋降伏の前後)、②鉄筋腐食の有無とした。鉄筋腐食を生じさせるために電食(通電電流量 2400Ah)を実施し、実際に海水の干満作用により鉄筋腐食が生じる可能性のある側壁上端内側などを腐食箇所とした。

3. 実験結果および考察

(1) 電食結果

電食では、鉄筋降伏前のひび割れ(残留ひび割れ幅 0.2mm)であっても、塩水が浸透し、初期ひび割れ部から鉄筋が腐食する状況が観察された(図2a)。しかしながら、鉄筋の平均腐食量が 3~12%の範囲では、初期ひび割れに関わらず、腐食区間の平均腐食量に対する最大腐食量は概ね線形関係が認められた(図2b)。これは、腐食ひび割れがある程度発生して以降では、初期ひび割れの影響は小さくなるためと考えられる。

(2) 載荷結果

主筋の平均腐食量が約 10%までの範囲では、初期ひび割れが鉄筋降伏以前であれば、最大荷重の低下割合は腐食がない場合と比べて数%であった(図3a)。これは、RC ボックスカルバートでは、隅角部付近で鉄筋降伏や斜めひび割れなどの損傷が生じて、荷重が再分配されるためであり、ひび割れ後の鉄筋腐食が構造系の耐荷力に及ぼす影響は小さいことを示している。しかしながら、腐食なし供試体では右側壁下部で斜めひび割れが発生したのに対して、腐食あり供試体では側壁上部の腐食区間でひび割れが進展しており、腐食の発生領域は損傷破壊状況に影響を及ぼす(図3b)。

一方で、鉄筋降伏を超える初期ひび割れの場合には、鉄筋腐食に伴って内部履歴曲線が細くなり、最大荷重よりも変形性能の低下割合が相対的に大きくなる傾向にあり、層間変形角 1/100 における耐荷力は約 80%となった(図4a)。これは、載荷過程において、腐食区間で初期ひび割れ位置のひび割れ幅が大きくなるためであり、残留ひび割れ幅などの局所的な損傷が大きくなった。また、画像計測に基づいて、ひび割れ後に腐食した箇所において、曲げ破壊モードでは主引張ひずみが、せん断破壊モードでは最大せん断ひずみが卓越することなどが確認された(図4b)。

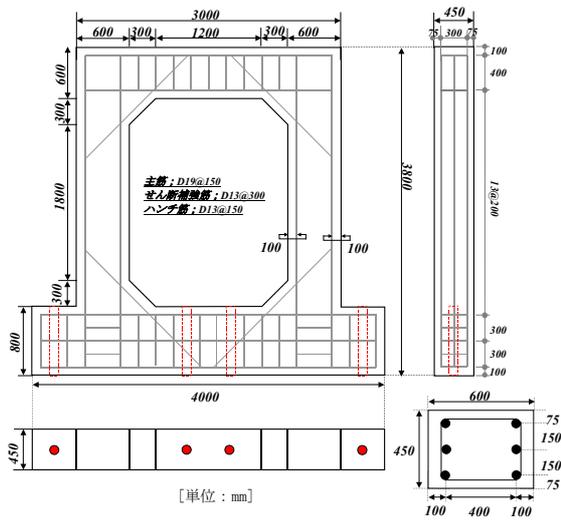
4. おわりに

本実験結果に基づき、鉄筋腐食を考慮した耐荷性能評価におけるひび割れの考慮方法を検討するとともに、数値解析手法の適用性を検証し、RC 地中構造物の構造健全性評価手法の高度化に反映させる。

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。関係各位に謝意を表す次第である。

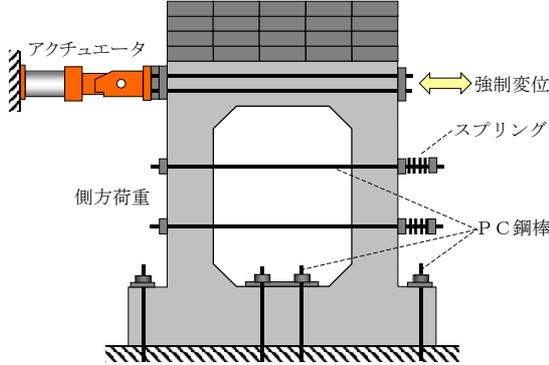
キーワード：鉄筋コンクリート、構造性能、損傷、材料劣化、地中構造物

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



(a) 供試体の寸法と配筋

上載荷重(土被り 3.2m 相当)

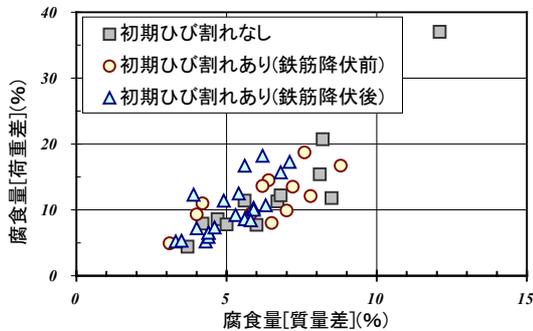


(b) 載荷条件

図1 実験の概要図

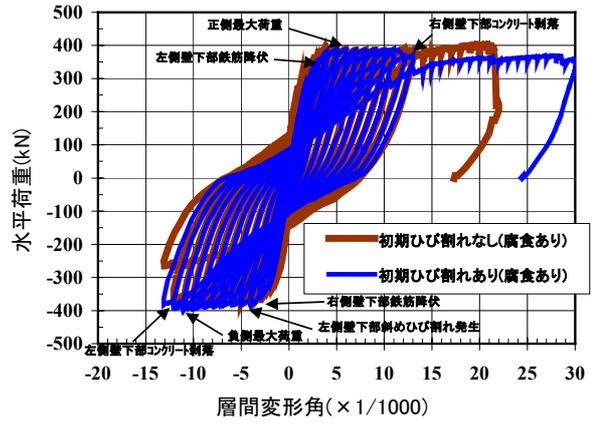


(a) 電食の実施状況(残留ひび割れ幅 0.2mm)

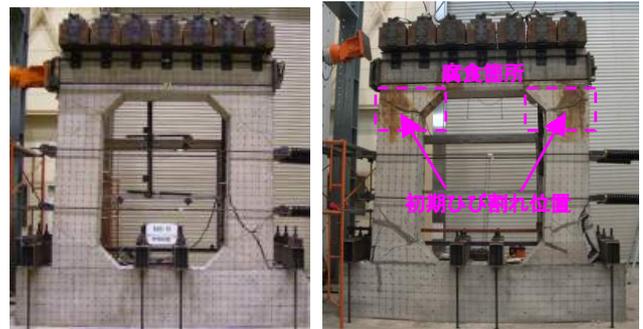


(b) 主筋の腐食量(質量差と荷重差)

図2 主な電食結果



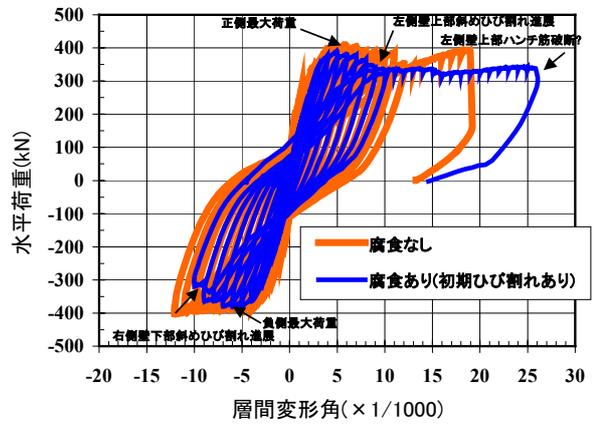
(a) 水平荷重—層間変形角



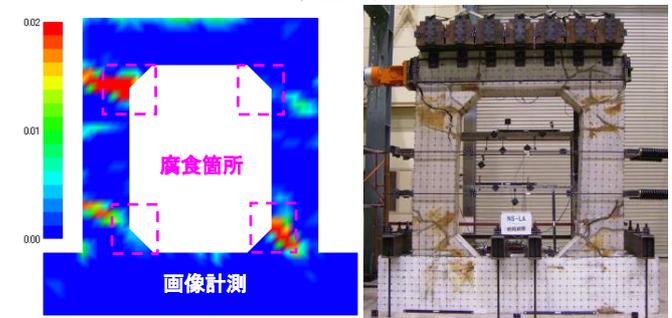
腐食なし供試体 腐食あり供試体(初期ひび割れあり)

(b) 終局時の破壊状況

図3 載荷結果1(初期ひび割れが鉄筋降伏以前)



(a) 水平荷重—層間変形角



最大せん断ひずみ(層間変形角 1/100)

終局時の破壊状況

(b) 損傷破壊状況

図4 載荷結果2(初期ひび割れが鉄筋降伏後)

[参考文献]

[1] 松尾豊史, 松村卓郎, 玉田潤一郎: 鉄筋腐食が生じた鉄筋コンクリート製ボックスカルバートの耐荷性能に関する実証研究, 土木学会論文集E, Vol. 65, No. 3, pp. 404-418, 2009.