

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特性評価

- 地震により発生したひび割れの影響に関する実験的検討 -

キーワード：鉄筋コンクリート，地中構造物，ひび割れ損傷，載荷実験
経年劣化

報告書番号：N12013

背景

当所では、鉄筋コンクリート製（RC）地中構造物が高経年化した場合を想定して、構造健全性評価に関する研究を進めている^{[1]-[3]}。これまでの研究では、主として経年劣化による構造性能の変化に着目した検討を行ってきた。一方、より現実的な評価を行うためには、供用期間中に地震作用による外力要因などで生じるひび割れの影響を考慮する必要があるが、実規模構造物に関する知見はほとんど得られていない。

目的

地震で発生したひび割れに起因する鉄筋腐食が RC ボックスカルバートの耐荷特性に及ぼす影響を評価し、耐荷性能評価におけるひび割れの考慮方法を提案する。

主な成果

実規模の RC ボックスカルバート供試体（図 1）を用いた載荷実験を実施した。初期ひび割れを導入するとともに、電食により側壁内側などの鉄筋に腐食を生じさせた後（図 2）、変位制御で静的に正負交番載荷を行った。実験パラメータは、初期ひび割れの程度（なしと残留ひび割れ幅の大小）、鉄筋腐食の有無とした。試験体数は 6 体である。

（1）ひび割れ後の鉄筋腐食が耐荷特性に及ぼす影響

主筋の平均腐食量が約 10% までの範囲では、初期ひび割れの程度にかかわらず、最大荷重の低下割合は腐食がない場合と比べて数% であることが確認された（図 3）。これは、RC ボックスカルバートでは、初期ひび割れが発生しても荷重が再分配されるためである。しかしながら、鉄筋降伏を超える程度の初期ひび割れ（最大残留ひび割れ幅約 0.4mm 以上）では、鉄筋腐食に伴う局所的な材料劣化が顕著になる傾向にあり、照査用限界値である層間変形角 1/100 における耐荷力は最小で約 80% となった（図 4）。

（2）ひび割れを考慮した鉄筋腐食に伴う耐荷性能評価

既報で提案した残存耐荷性能評価法^[1]を今回の実験結果に適用した結果、ひび割れに起因する鉄筋腐食に対しても適用可能であることが確認された。ただし、鉄筋降伏が生じるひび割れ程度の場合には、変形性能の低下を考慮して、安全側に残存率を 0.8 倍にするなどの修正が必要である。

今後の展開

本実験結果に基づき、数値解析手法の適用性を検証し、経年劣化した RC 地中構造物の詳細な耐荷性能評価手法を構築する。

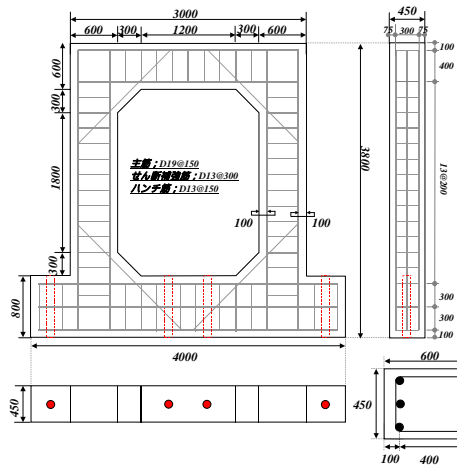
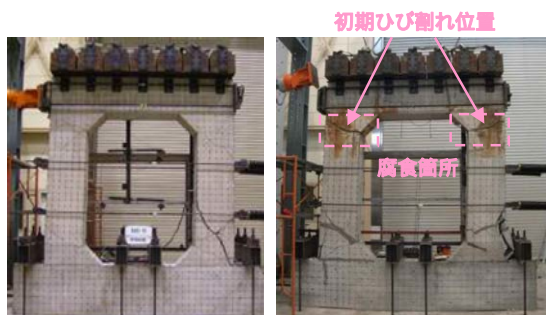
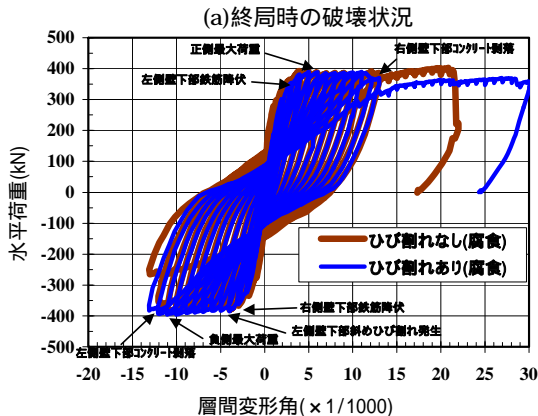


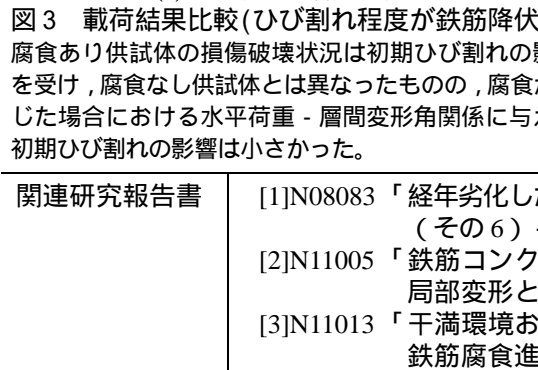
図1 実規模供試体の寸法と配筋
 実験対象は、地中に埋設されたRCボックスカルバートを想定した。供試体は、せん断補強筋がある場合に曲げ破壊モード、せん断補強筋がない場合にせん断破壊モードでそれぞれ終局状態に達するように設計した。



腐食なし供試体 腐食あり供試体(ひび割れあり)



(a) 終局時の破壊状況



(b) 水平荷重 - 層間変形角

図3 載荷結果比較(ひび割れ程度が鉄筋降伏前)
 腐食あり供試体の損傷破壊状況は初期ひび割れの影響を受け、腐食なし供試体とは異なったものの、腐食が生じた場合における水平荷重 - 層間変形角関係に与える初期ひび割れの影響は小さかった。

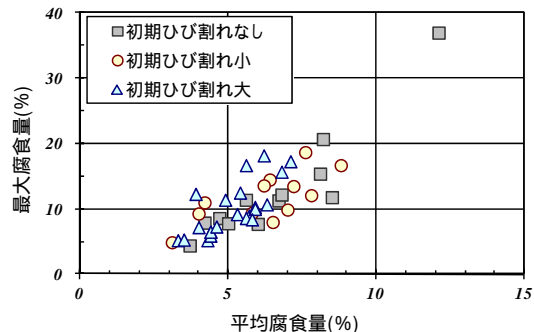
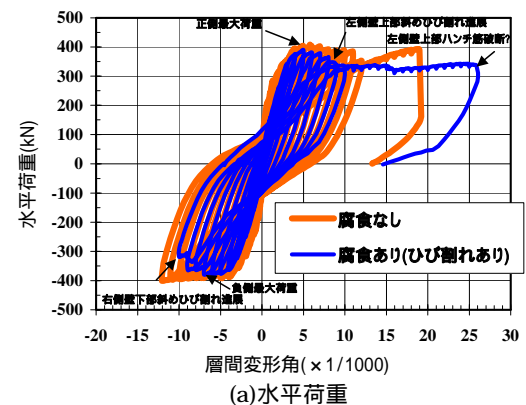
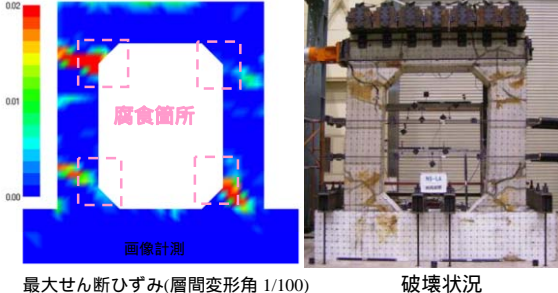


図2 主筋腐食量の測定結果

電食時の通電電流量は2400Ahとした。腐食量を測定した結果、平均値に相当する質量差の腐食量よりも最大値に相当する荷重差の腐食量の方が大きくなる傾向にあるが、初期ひび割れの影響は大きくなかった。



(a) 水平荷重



(b) 損傷破壊状況

図4 載荷結果比較(ひび割れ程度が鉄筋降伏後)
 鉄筋腐食が生じた初期ひび割れを有する供試体は、隅角部の内側での全主筋の平均腐食量は4.1%、最大腐食量18.2%であり、腐食がない場合に比べて、水平荷重 - 層間変形角関係の履歴面積が低減する傾向にあった。画像計測の結果、初期ひび割れ位置で鉄筋腐食することにより、ひび割れが進展することなどが明らかとなった。

関連研究報告書	[1]N08083 「経年劣化した鉄筋コンクリート製地中構造物の構造的な性能評価に関する検討(その6) - 鉄筋腐食を考慮した照査用限界値推定法の提案 - 」(2009.7) [2]N11005 「鉄筋コンクリート製地中構造物の地震による損傷の評価(その1) - 局所変形と部材性能の関係 - 」(2011.11) [3]N11013 「干満環境および土中環境におけるひび割れを有するコンクリート中の鉄筋腐食進行評価」(2012.2)
研究担当者	松尾 豊史(地球工学研究所 構造工学領域)
問い合わせ先	電力中央研究所 地球工学研究所 研究管理担当スタッフ Tel. 04-7182-1181(代) E-mail: cerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp