

ASR 供試体を用いた実構造物内の鉄筋損傷評価

九州工業大学
住友大阪セメント

学生会員 増田隆宏
正会員 草野昌夫

九州工業大学
九州工業大学

正会員 幸左賢二
正会員 合田寛基

1. はじめに

ASR構造物の劣化の中で、鉄筋破断とひび割れ性状などの劣化現象との相関性を評価することが特に重要である。本研究では図-1に示すように反応性骨材を用いて実構造物を模擬した供試体での長期計測を行い、ASR構造物の劣化現象を再現して外観損傷と内部損傷の比較を行った。

2. 実験概要

本実験では3体の供試体で長期暴露により進展した劣化程度をパラメータにして、コア採取による圧縮強度・静弾性係数試験と鉄筋亀裂進展量の確認をすることを計画しており、今回は実構造物における中程度の損傷で試験を行った供試体1体について結果をまとめる。

図-2に供試体形状を示す。ASRによる鉄筋破断が確認されている実構造物からはつり出した旧節形状鉄筋を使用しており、断面寸法は橋脚梁部を1/8にスケールダウンしている。供試体は、ASRを促進させるためコンクリートの等価アルカリ量を 8kg/m^3 に設定し、NaClとして添加した。また、鉄筋には経年変化を考慮するためひずみ時効の促進を行った。ひび割れの計測は、下面を除く供試体表面について目視による観察から 0.05mm 幅以上を対象に行い、幅の計測は供試体表面に格子を記し、線上に重なるひび割れの幅を計測している。

3. 長期計測結果

図-3に供試体のひび割れ密度の経時変化を示す。ひび割れ密度は、劣化の激しかった供試体上面に着目し、ひび割れ幅 0.2mm 以上で主鉄筋方向のひび割れから算出を行った。経過日数に合わせて増加する傾向にあり、経過日数452日の段階で 3.23m^2 であった。実構造物の分析から、ひび割れ密度の経年変化で最終的な進展までの傾向を確認すると、後述の図-7に示すように劣化領域を3段階に設定できることからひび割れ密度 $0\sim 2\text{m}^2$ の範囲を劣化領域3、 $2\sim 5\text{m}^2$ の範囲を劣化領域2、 5m^2 以上を劣化領域1と分類している。そこで、劣化領域3の初期段階に相当する経過日数187日をStep1、劣化領域3と劣化領域2の境界に相当する経過日数323日をStep2、劣化領域2の中程度の損傷に相当する経過日数452日Step3と設定した。

図-4に、供試体上面でのひび割れ損傷の経時変化をStepごとに分けて示す。損傷の軽微な劣化領域3に相当する経過日数187日では、明確な方向性が確認できるひび割れが入っていない。劣

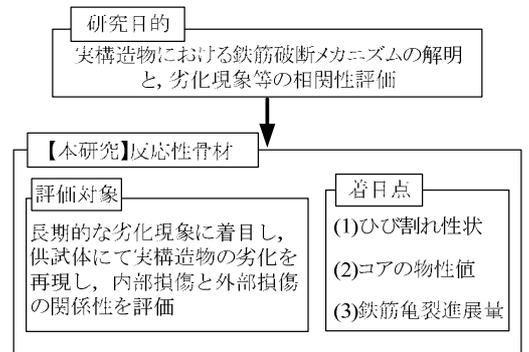


図-1 検討フロー

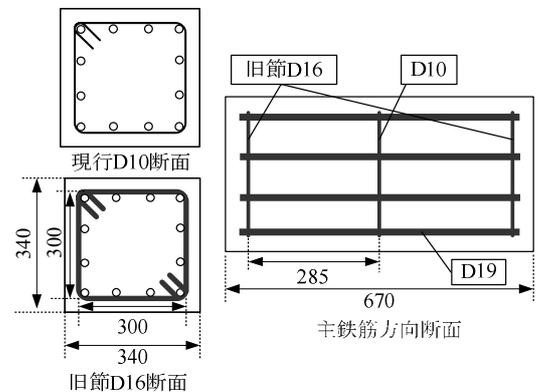


図-2 供試体形状

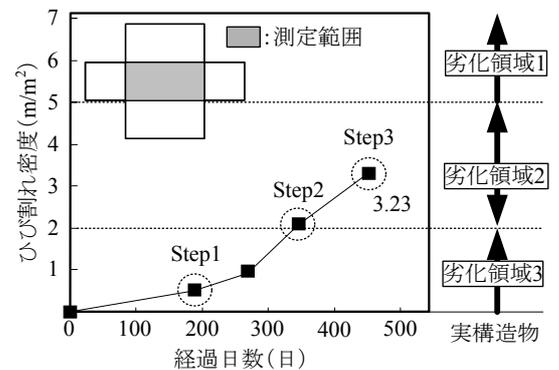


図-3 ひび割れ密度の経時変化

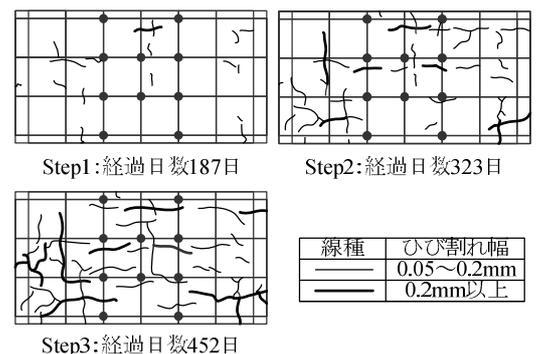


図-4 ひび割れ損傷の経時変化

化領域 3 と 2 の境界に相当する経過日数 323 日では、主鉄筋方向に卓越したひび割れが発生するものの、短いひび割れが点在する状態にある。中程度の損傷を示す劣化領域 2 に相当する経過日数 452 日では、既存のひび割れの延長、幅の拡大が起きる傾向にあることが明瞭となる段階に至っており、短いひび割れが連続性を持つ状態と考えられる。

4. 試験結果

供試体が中程度の損傷 (Step3) の段階で、コア採取試験、鉄筋亀裂進展量の確認を行った。コア採取位置・本数を図-5 に示す。供試体上面からφ75の軸直角方向コアを6本採取しており、圧縮強度・静弾性係数試験と促進膨張量試験に3本ずつ使用している。また、鉄筋亀裂進展量については鉄筋曲げ加工部を軸方向1/2カットし、顕微鏡を用いて50~200倍で断面観察を行った。

図-6 にコア供試体の圧縮強度・静弾性係数試験結果を示す。圧縮強度は、平均 37.3N/mm² となり、材齢 28 日での圧縮強度・静弾性係数試験結果を初期値として比較すると、0.94 となった。また、静弾性係数は 18.9×10⁴N/mm² となり、初期値に対して 0.54 であった。既往の研究において、実構造物のひび割れ密度と採取されたコアの圧縮強度平均値/設計強度 (以下、圧縮強度比) との相関性は確認されており¹⁾、その結果を図-7 に示す。本試験の値を入れると、実構造物での圧縮強度比の低下傾向に対応することが確認できる。

図-8 に、供試体からはつり出した鉄筋の亀裂深さ/鉄筋径 (以下、鉄筋亀裂進展率) の結果を示す。本試験では、曲げ加工時に発生する亀裂 (初期亀裂) を材料試験によって確認しており、はつり出した鉄筋の亀裂進展率はその平均値を超えた場合、ASR 膨張により進展した亀裂 (進展後亀裂) と評価している。旧節 D16 鉄筋では初期亀裂の平均が 1.13% であるのに対して最大で 4.72% (試料 1) の進展後亀裂が確認された。これより、実構造物においても損傷領域 2 の段階で鉄筋の損傷が進展する可能性があることが確認された。

5. まとめ

- (1) 主鉄筋方向に卓越したひび割れの発生が顕著になるひび割れ密度 3.23m²/m² の段階で、初期値に対して圧縮強度が 0.94、静弾性係数が 0.52 と低下することが確認され、低下傾向は実構造物で得られた測定結果と同様であった。
- (2) ASR の損傷が見られる橋脚 21 基の分析から、ひび割れ密度が 2m²/m² を超える損傷領域 2 の段階で、すでに圧縮強度の低下、鉄筋の損傷が進展する可能性があることが、本供試体実験より確認された。

参考文献

1) 三浦ら: ASR を生じた実構造物の長期的な損傷度評価, コンクリート年次論文集, Vol.30, No.1, pp.1023-1028, 2008.7

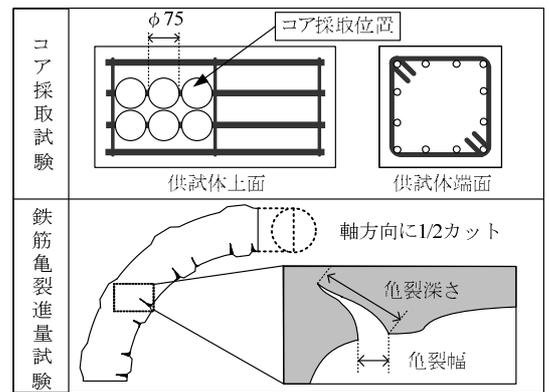


図-5 試験項目

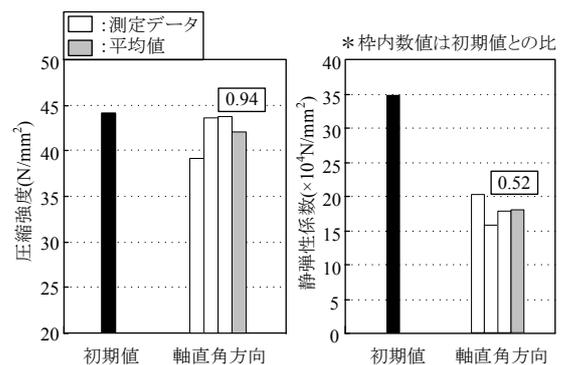


図-6 コア試験結果

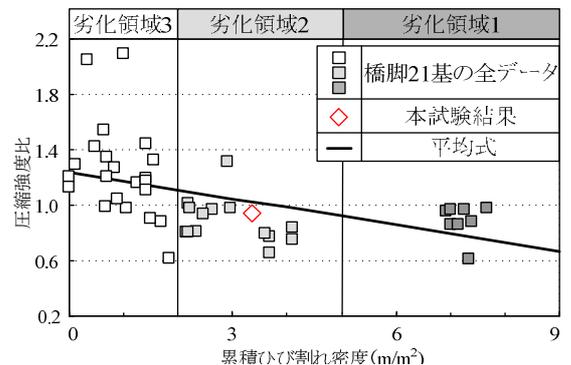


図-7 実構造物との比較

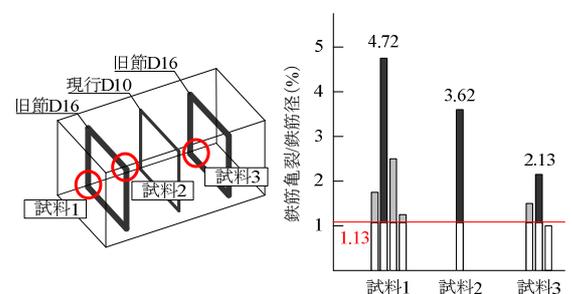


図-8 鉄筋亀裂進展率