

## ASR 供試体を用いた劣化現象の相関性評価

九州工業大学 学生会員 ○増田 隆宏  
住友大阪セメント株式会社 正会員 草野 昌夫

九州工業大学 正会員 幸左 賢二  
九州工業大学 正会員 合田 寛基

## 1. はじめに

ASRが著しく進行した構造物で、鉄筋の曲げ加工部や圧接部での亀裂・破断が確認されており、構造物の耐力低下が懸念されている。

構造物内での鉄筋破断の早期発見と、鉄筋損傷を引き起こす要因を選定するため、ASR構造物におけるひび割れ性状等の外観から確認される損傷と鉄筋破断、コア物性値等の内部劣化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

本実験では同条件で作製した3体の供試体を長期計測し、ひび割れ損傷をパラメータとして試験時期を設定した。試験としてコアの圧縮強度・静弾性係数試験と鉄筋亀裂進展量の測定を行った。今回は内部劣化が進行すると考えられるひび割れ密度の段階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。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。ASRを促進させるため、コンクリートの等価アルカリ量が $8\text{kg/m}^3$ になるようNaClを添加した。また、鉄筋の経年変化を考慮し、鉄筋曲げ加工部に熱処理を行った。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 $0.05\text{mm}$ 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. ひび割れ性状

図-3に本実験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、幅 $0.2\text{mm}$ 以上のひび割れを用いて算出を行った。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 $3.23\text{m}^2$ であった。ここで、既往の実構造物データ分析結果<sup>1)</sup>を見ると、ひび割れ密度 $2.0\text{m}^2$ を超える実構造物では圧縮強度が明らかに低下する傾向にあり、ひび割れ密度 $5.0\text{m}^2$ を超えるとさらに損傷が著しくなっていた。このことから、本実験供試体の劣化状況はすでに内部の物性値が低下する領域に至っていると判断した。

## 4. 試験結果

供試体がひび割れ密度 $3.23\text{m}^2$ の段階で、コア採取試験および

キーワード アルカリ骨材反応、ひび割れ密度、鉄筋破断

連絡先

〒804-8550 福岡県北九州戸畑区市仙水町1-1 九州工業大学 TEL 093-884-3123

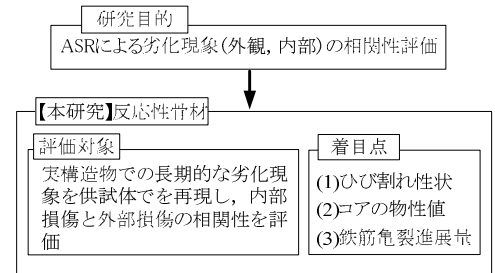


図-1 検討フロー

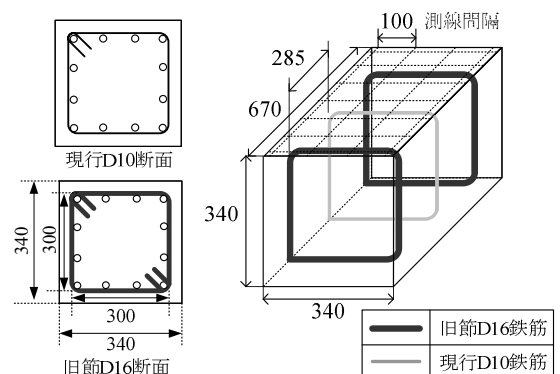


図-2 供試体形状

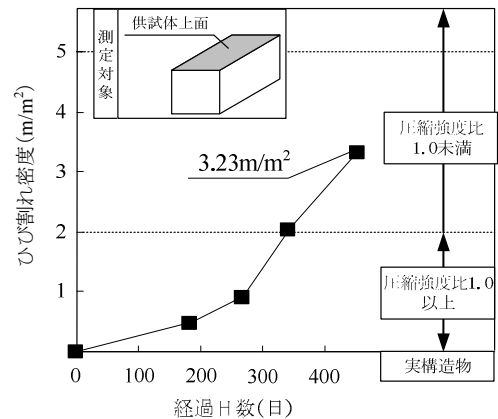


図-3 ひび割れ密度の経時変化

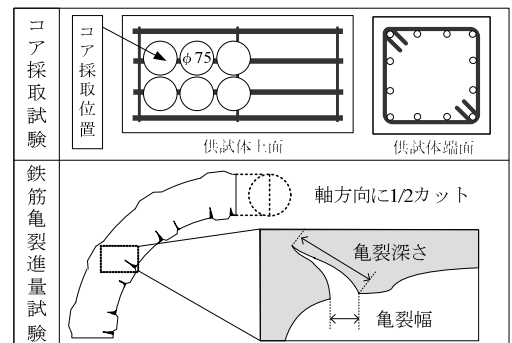


図-4 試験項目

鉄筋亀裂進展率の確認を行った。コア採取位置・本数を図-4に示す。供試体上面から  $\phi 75$  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、鉄筋亀裂進展率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-5に採取コアの損傷状況を示す。蛍光樹脂を用いて微細なひび割れを目視により観察できるようにした結果、コア供試体内部では骨材の割れや、骨材周りに発生した空隙を連結させるひび割れがモルタル部に発生している状況であった。コア供試体の圧縮強度は、平均  $42.1\text{N/mm}^2$  となり、材齢28日での圧縮強度を初期値として比較すると、0.94となった。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、結果を図-6に示す。図に本試験で得られた値を入ると、実構造物の傾向と同様にひび割れ密度  $2.0\text{m/m}^2$  を超える段階で圧縮強度比が1.0を下回っており、本実験供試体が内部劣化の進行した実構造物の状態を再現していると判断できる。

内部劣化が進行する段階での鉄筋損傷を評価するため、図-7に供試体からはり出した鉄筋での鉄筋亀裂進展率を示す。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、その際の最大値は2.0%であった。その値を上回る亀裂を、ASR膨張により進展した亀裂（進展後亀裂）と判断した。最大の亀裂進展率は4.72%（試料1）となり、初期亀裂の最大値を大きく上回る結果が得られた。

写真-1に、試料1の亀裂進展状況を示す。亀裂起点部に着目すると、亀裂が進展途中で方向を変えていることが確認された。これは曲げ加工時に節のめり込みに伴い、直角方向に進展する初期亀裂と、曲げの中心に向かって進展する進展後亀裂との進展方向の違いによると考えられる。このことから、内部劣化が進行する状態ではすでに亀裂の進展が起きる状態であることが考えられる。

## 5. まとめ

- (1) 内部劣化が進行する段階にあると考えられるひび割れ密度  $3.23\text{m/m}^2$  の段階でコア採取試験を行った結果、初期値に対して圧縮強度が0.94と低下することが確認され、実構造物の傾向（ひび割れ密度  $3.09\text{m/m}^2$ 、圧縮強度比0.91）と同様であった。
- (2) 鉄筋亀裂進展率の試験結果から、最大亀裂（4.72%）に着目すると、亀裂の進展に方向差が発生していることから、ひび割れ密度が  $2.0\text{m/m}^2$  を超える段階で、すでに亀裂進展が起きていることが考えられる。

## 参考文献

- 1) 阪神高速道路公団：コンクリート構造物の健全度に関する調査研究業務（その3）報告書，（財）阪神高速道路管理技術センター，1985.3

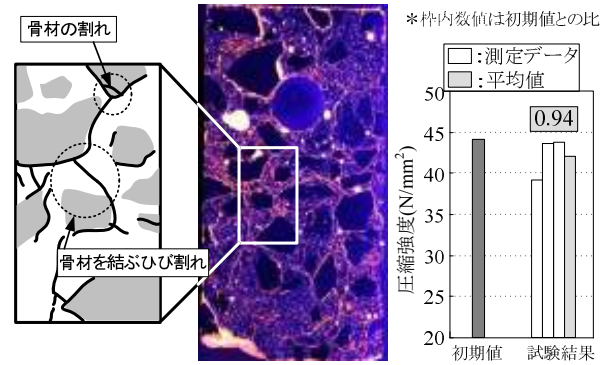


図-5 採取コアの損傷状況

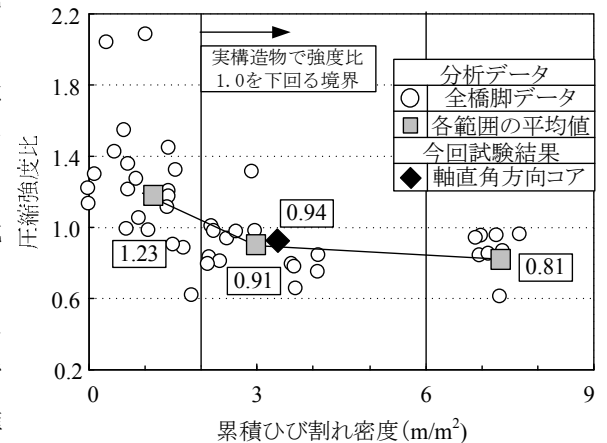


図-6 実構造物との比較

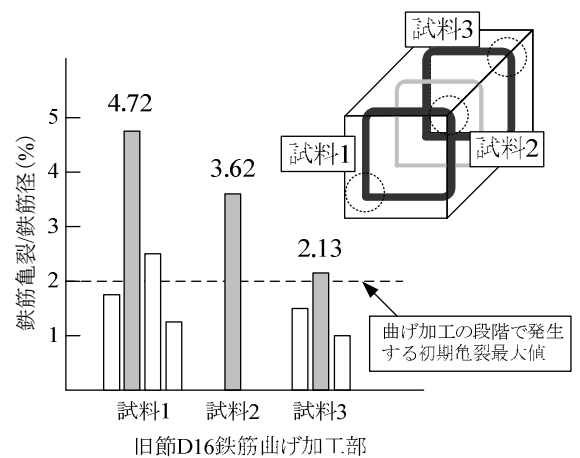


図-7 鉄筋亀裂進展率

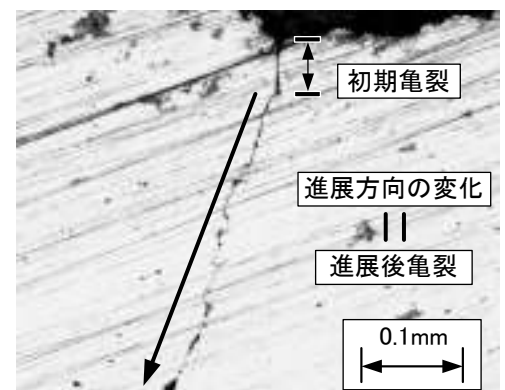


写真-1 最大亀裂写真