

ASR 供試体を用いた内部劣化状況評価

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劣化構造物において、ひび割れ性状などの外観劣化現象と、内部の物性値低下状況や鉄筋損傷との関係性を明確にすることは、ASR構造物を外観劣化状況で補修、補強の検討をする上で重要である。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を長期計測し、劣化程度をパラメータとして、コア採取試験・鉄筋亀裂進展量の確認を行い、ASR劣化に伴う外観劣化と内部損傷の関係について検討した。

2. 実験概要

本実験では、2供試体を劣化初期、中期の段階で試験した結果で比較検討を行っており、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取り出した旧節形状鉄筋を使用し、断面は橋脚梁部を模擬した配筋状態としている。ASRを促進させるためコンクリートの等価アルカリ量を 8kg/m^3 に設定し、NaClを添加した。また、鉄筋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を目視で観察し、幅の計測は供試体表面に記した格子の線上に重なるひび割れを計測した。

3. 長期計測結果

図-3に供試体ひび割れ密度の経時変化を示す。ひび割れ密度の算出は、日照条件等のばらつきを考慮して供試体の下面を除く3側面のひび割れ密度の平均値を採用した。なお、密度の算出には主鉄筋方向のひび割れ（幅 0.2mm 以上）を使用した。日数の経過とともにひび割れ密度の進展が確認でき、試験を行った case1（ひび割れ密度 1.78m/m^2 ）と case2（ひび割れ密度 3.98m/m^2 ）のひび割れ性状を比較すると、図-4に示すように case1 ではひび割れが点在する状態であるのに対して、case2 では連続性を持つひび割れが多く、特に主鉄筋軸方向のひび割れが卓越する状態であった。また、case1 では劣化初期状態であるために日照時間が長く、水分供給の多い供試体上面で密度 3.23m/m^2 と、側面1の 1.16m/m^2 と比較して劣化が目立った。case2 では暴露期間が長いために、供試体上面で密度 3.49m/m^2 、側面1で密度 4.70m/m^2 と環境条件の影響が少なく、全体的に劣化が進展していることが確認された。ここから、ASR劣化の進展に伴い、外観のひび割れは全体的に

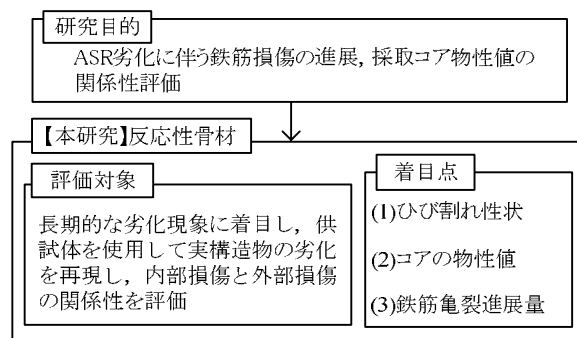


図-1 検討フロー

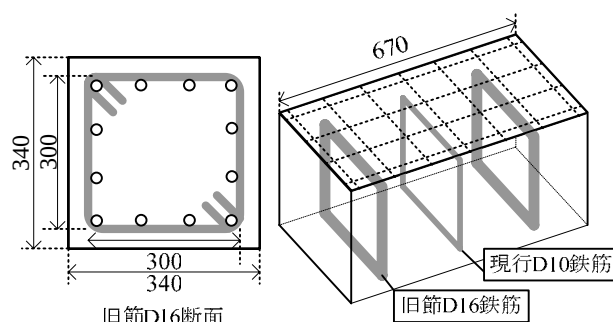


図-2 供試体形状

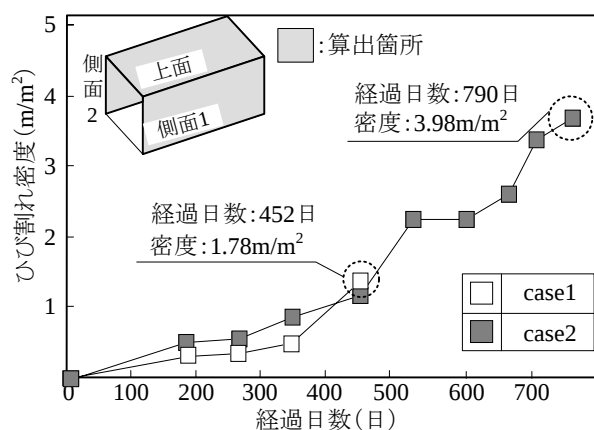


図-3 ひび割れ密度の経時変化

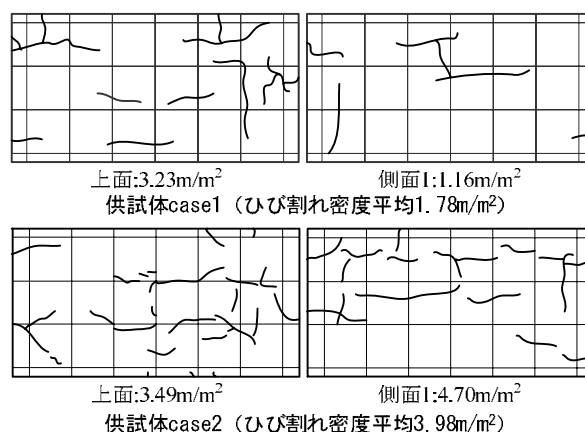


図-4 ひび割れ損傷図 (case1, case2)

生じることが確認され、本実験供試体においては局所的にひび割れが進展する現象は生じなかった。

4. 試験結果

コア採取位置・本数を図-5 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倍で断面観察を行い、供試体から3試料採取した。採取コア試験結果を図-6 に示す。静弾性係数は、case1 で 17.9kN/mm^2 、case2 で 12.1kN/mm^2 となり、経年劣化の進んだ case2 で低下が大きくなった。圧縮強度は、case1 で 42.1N/mm^2 、case2 で 28.7N/mm^2 となり、静弾性係数同様、case2 で低下が大きい。本実験供試体の設計基準強度は 35N/mm^2 となっており、case2 では基準値を下回る強度であることが確認された。

内部に発生したひび割れの観察結果を図-7 に示す。case1 と case2 の軸直角方向コアに発生したひび割れを比較すると、1) モルタル部に生じるマイクロクラックが、case2 では長く連続的につながりを持つ、2) 目視観察可能なひび割れの発生が case2 で顕著となり、骨材間を結ぶように連続している、という特徴が確認された。ここから、外観の劣化進展同様、内部でも経年的にひび割れが進展することが確認され、圧縮強度の低下とひび割れの増加は密接に関係すると考えられる。

図-8 に、供試体からはり出した鉄筋の亀裂深さ/鉄筋径（以下、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、はり出した鉄筋の亀裂進展率が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）と評価した。旧節 D16 鉄筋では初期亀裂の平均 1.13% であるのに対して case1 で最大 4.72% (0 試料 1)、case2 で最大 6.22% (試料 2) の進展後亀裂が確認された。これより、ASR 劣化が進行することで鉄筋損傷及び破断の危険性が増加することが考えられる。

5. まとめ

(1) 劣化程度の異なる case1 (ひび割れ密度 1.78m/m^2) と case2 (ひび割れ密度 3.98m/m^2) で採取コア強度と内部のひび割れの関係を検討した結果、case2 で 28.7N/mm^2 と基準値を下回る強度を確認し、コア内部のひび割れは外観ひび割れと同様に経年的に進展することから、外観ひび割れの増加が圧縮強度の低下を評価する指標になると考えられる。

(2) case1 と case2 の進展後亀裂を比較した結果、最大亀裂が 4.72%、6.22% と ASR 劣化が進行した case2 で亀裂深さが増加したことから、ASR 劣化が進行することで鉄筋損傷及び鉄筋破断の危険性が増加することが考えられる。

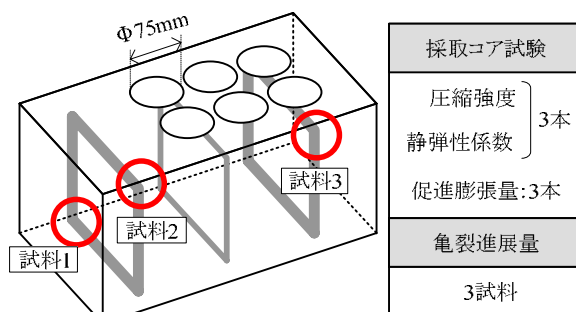


図-5 コア採取、亀裂観察箇所

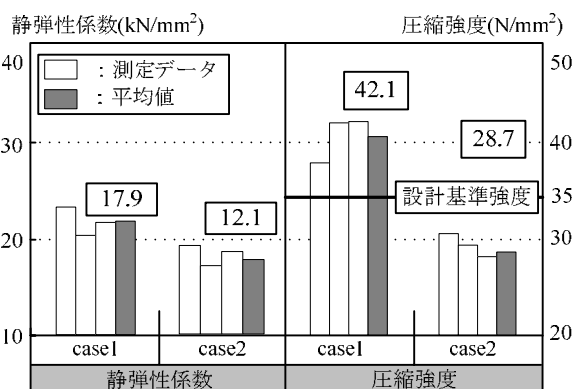


図-6 採取コア強度、静弾性係数

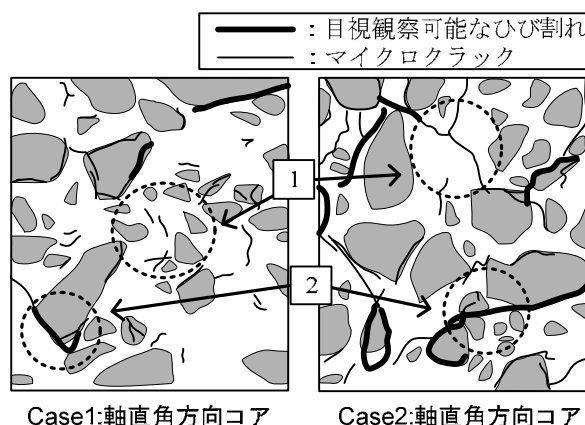


図-7 コア内部ひび割れ発生状況

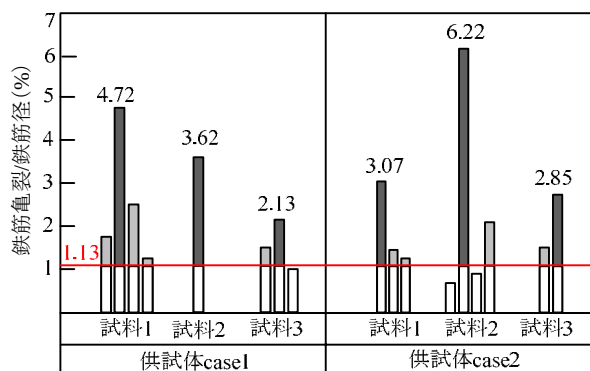


図-8 鉄筋亀裂進展率