

ASR 供試体を用いた内部損傷の関係性評価

九州工業大学 学生会員 ○増田 隆宏
住友大阪セメント 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が、ASR構造物の補修、補強対象の選定を容易に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い、図-2に供試体形状および試験項目を示す。実構造物からはつり出した旧節形状鉄筋を帯鉄筋とし、断面は橋脚梁部を模擬した配筋とした。また、鉄筋は経年変化を考慮して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、図中の破線のように格子状に記した線上に重なる位置でひび割れの幅を計測した。供試体上面からφ75mmの軸直角方向コアを6本採取し、圧縮強度・静弾性係数試験と促進膨張量試験に3本ずつ使用した。また、鉄筋亀裂は鉄筋曲げ加工部を3箇所採取し、軸方向1/2カットした後、顕微鏡を用いて50~200倍で断面観察を行った。

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/m²) と case2 (ひび割れ密度 3.98m/m²) では、case1 ではひび割れが点在する状態であり、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。

4. 試験結果

採取コア試験結果を図-4 に示す。静弾性係数は、case1 で 17.9kN/mm²、case2 で 12.1kN/mm² 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/mm²、

キーワード アルカリ骨材反応, 圧縮強度低下, 鉄筋破断
連絡先 〒804-8550 福岡県北九州戸畑区市仙水町 1-1

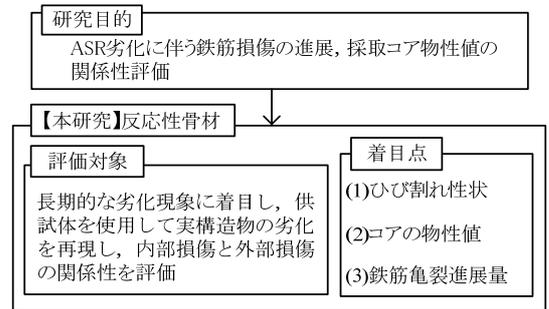


図-1 検討フロー

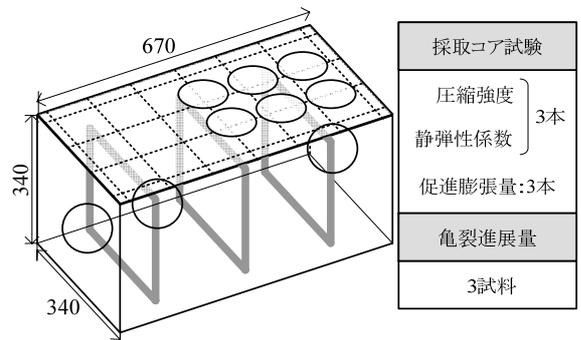


図-2 供試体形状および試験項目

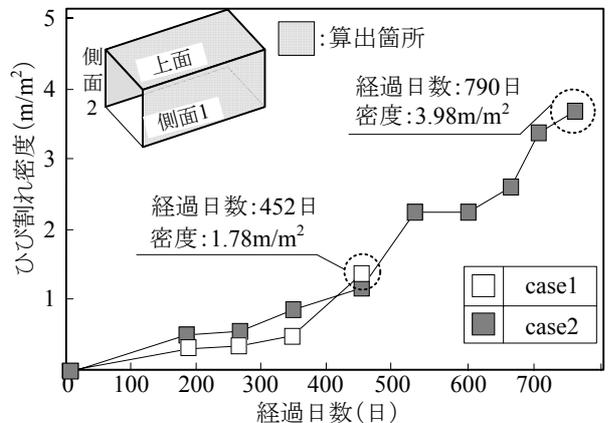


図-3 ひび割れ密度の経時変化

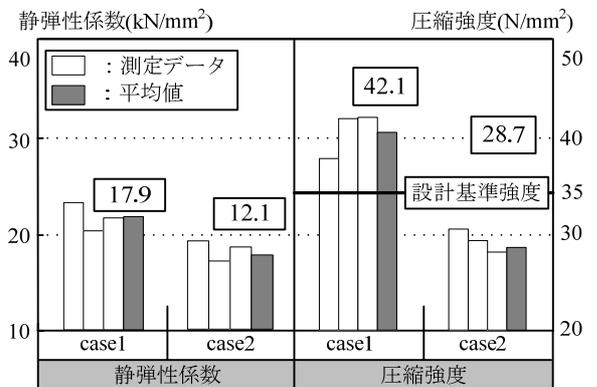


図-4 圧縮強度、静弾性係数試験結果

case2 で 28.7N/mm^2 となり、静弾性係数同様、case2 で低下が大きい。本実験供試体の配合設計強度は 35N/mm^2 としており、case2 では基準値を下回る強度であることが確認された。

経年劣化に伴う圧縮強度の低下状況を図-5 に示す。補強の対象となる劣化を生じた実構造物 21 基から採取された圧縮強度比（試験結果 / 基準強度）の低下状況と比較すると、case1 で基準値を上回る 1.20 であるのに対して、case2 では 0.82 と基準値に対して 2 割程度の低下を生じた。また、低下の傾向としては ASR 劣化を生じた実構造物と同様であった。

図-6 に示すように採取コアをカットし、蛍光樹脂を塗布することでコア内部ひび割れを観察した。分析範囲は採取コア全長 250mm に対して供試体上面から約 120mm の範囲を使用し、3 体ずつ行った。case1 と case2 の軸直角方向コアのひび割れ状況を図-7 に示す。目視観察可能なひび割れは破線囲みに示すように粗骨材周囲で発生し、case1 で 12 個、case2 で 19 個と劣化の進行した case2 で多い。また、骨材間を結ぶように連続しているひび割れは case1 で 5 本、case2 で 13 本と case2 で発生が顕著であった。圧縮強度低下と粗骨材周りに生じるひび割れ量との関係は既往の検討により確認されており、劣化初期に骨材周りで生じたひび割れが起点となり、モルタル間の脆弱部を介して粗骨材同士のひび割れが連続しており、このため case2 では圧縮強度が著しく低下したと考えられる。

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、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 で進展後亀裂平均 2.33%、最大 4.72%（試料 1）、case2 で亀裂平均 2.25%、最大 6.22%（試料 2）となり、平均値では差が生じず、特定の亀裂が進展する傾向であった。また、最大亀裂が case2 で大きいことから ASR 劣化の進行に伴い鉄筋破断の危険性が増加すると考えられる。

5. まとめ

- (1) ASR 劣化を生じた case1（密度 $1.78\text{m}^3/\text{m}^3$ ）と case2（密度 $3.98\text{m}^3/\text{m}^3$ ）では採取コア強度が $42.1\text{--}28.7\text{N/mm}^2$ と低下し、鉄筋損傷では case1 で最大 4.72%、case2 で最大 6.22% の進展後亀裂を確認した。
- (2) 圧縮強度が著しく低下した case2 の採取コア内部に生じたひび割れは、劣化初期に骨材周りで生じたひび割れが起点として、モルタル間の脆弱部を介して粗骨材同士を連続する状態であった。

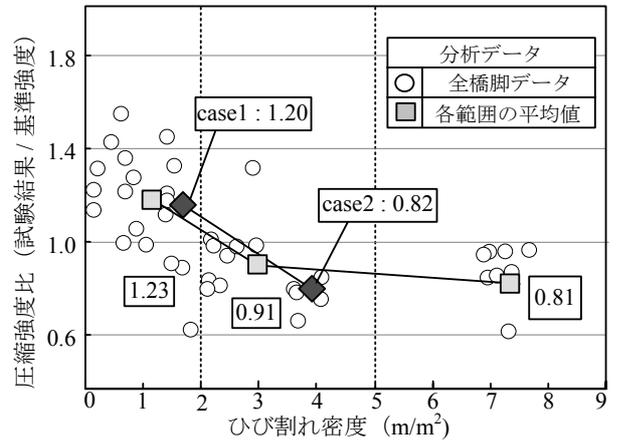


図-5 経年劣化に伴う圧縮強度低下

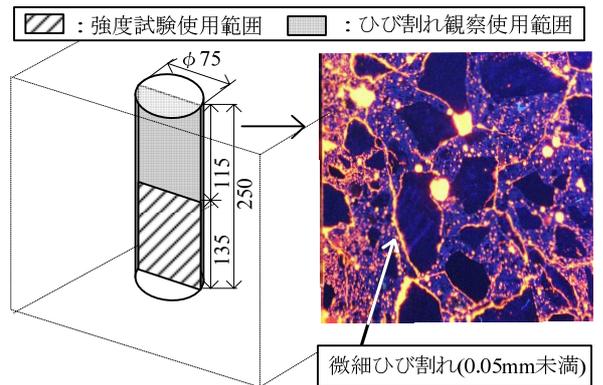


図-6 分析範囲の設定

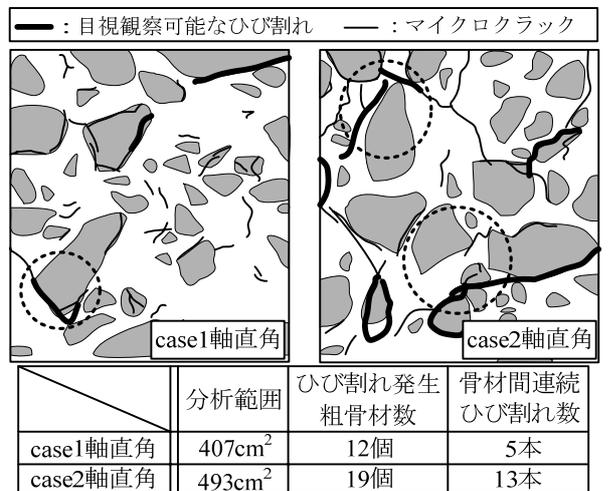


図-7 内部ひび割れ密度比較結果

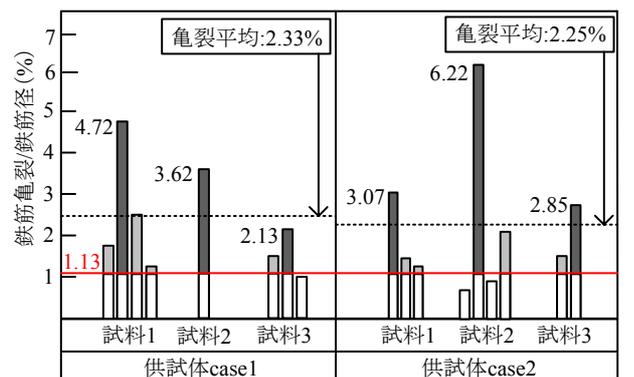


図-8 鉄筋亀裂進展率