

反応性骨材供試体における内部劣化進展度評価

九州工業大学大学院 学生会員 増田隆宏
住友大阪セメント(株) 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ASR膨張が終局に至るまで長期計測した。コア採取試験を実施する時期をパラメータとして、ASR劣化に伴う外観劣化と内部損傷の関係を検討した。

2. 実験概要

図-2に供試体形状を示す。本実験では、供試体3体を劣化初期、中期、終局の段階でコア採取試験を実施した。使用コアは $\phi 75\text{mm}$ で軸直角方向に6本採取し、圧縮強度試験に3本、促進膨張試験に3本、内部ひび割れ観察は供試体表面から150mmの範囲を使用した。供試体寸法は、鉄筋破断を生じた橋脚梁部を1/8スケールで模擬した。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。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、経過452日でcase1はひび割れ密度 1.78m/m^2 、経過790日でcase2はひび割れ密度 3.98m/m^2 、経過1113日でcase3はひび割れ密度 5.39m/m^2 となった。図-4にひび割れ損傷の進展傾向を示す。case1ではひび割れが点在する状態であるのに対して、case2およびcase3では連続性を持つひび割れが多くなり、主鉄筋軸方向のひび割れが卓越する状態であった。また、case2からcase3間では、新規ひび割れの発生はごく僅かであり、幅の小さい既存のひび割れがひび割れ幅を増加させることでひび割れ延長が増加する傾向にあった。

4. 圧縮強度試験結果

図-5に、経年劣化進展に伴う圧縮強度の低下状況を示す。ひび割れ密度 1.78m/m^2 のcase1からひび割れ密度 3.98m/m^2 の

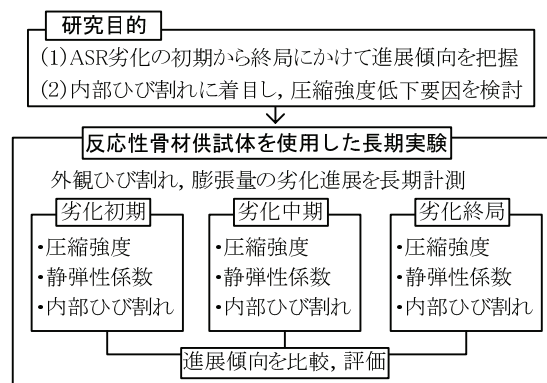


図-1 検討フロー

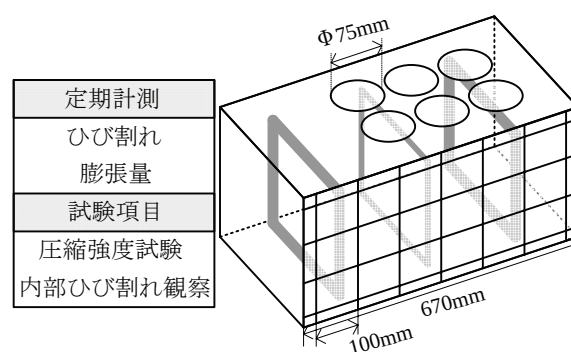


図-2 供試体形状、試験項目

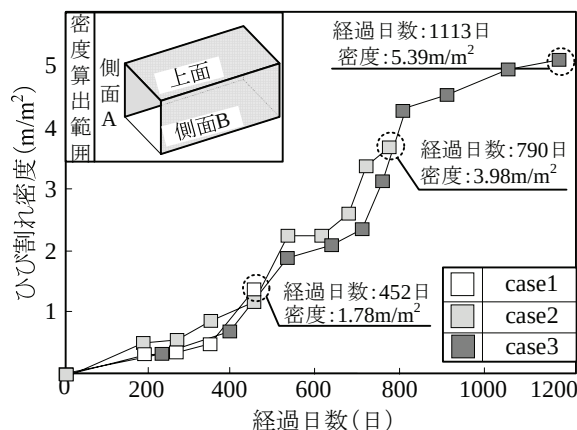


図-3 ひび割れ密度の経時変化

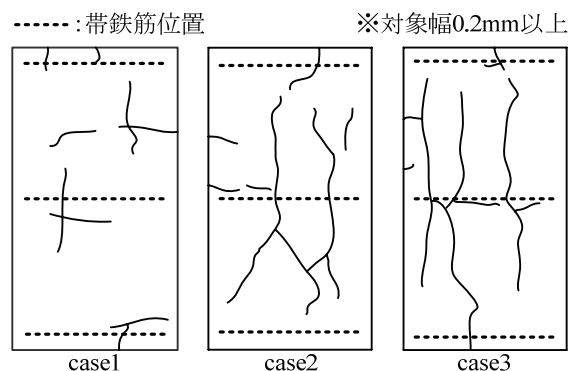


図-4 ひび割れ損傷の進展傾向

case2 へと劣化が進行する過程で、平均 42.1N/mm^2 から平均 29.5N/mm^2 へと大きく強度が低下した。また、case2 から case3 へとひび割れ密度が 1.5 倍程度増加しているにもかかわらず、平均 30.2N/mm^2 と圧縮強度の低下進展は極僅かであった。

5. 内部ひび割れ観察結果

図-6 に内部ひび割れの計測例として、case3 におけるひび割れ分析結果を示す。

灰色に示す位置は粗骨材位置であり、粗骨材周囲およびモルタル間に生じた全ひび割れを分析の対象とした。なお、破線部は蛍光樹脂塗布により観察可能となる微細ひび割れであり、実線は、ひび割れ端部付近と中央部で計測したひび割れ幅の平均値が 0.2mm を超える特徴的なひび割れである。内部ひび割れ密度は 105.9m/m^2 であり、ひび割れは反応性粗骨材周囲や、モルタル部では骨材間を連続するように発生していた。また、供試体表面に当たる図の左側からかぶり内部に向けて進行する幅の広いひび割れは、劣化終局を迎えた段階であっても主鉄筋位置で進展が止まっており、表面に生じる劣化が鉄筋拘束内に与える影響が小さいことが考えられる。

図-7 に、内部ひび割れの経年変化として、case1～case3 の内部ひび割れ密度を示す。まず、case1 から case2 間では、ひび割れ密度が $40.1\text{--}101.7\text{m/m}^2$ と大きく増加した。次いで、case2 から case3 の間では、 $101.7\text{--}105.9\text{m/m}^2$ と顕著な進展は生じておらず、ひび割れ発生が収束する傾向にあった。外観では $3.98\text{--}5.39\text{m/m}^2$ と劣化が進行したのに対して、内部ひび割れ発生の収束時期が早い。その要因として、内部では鉄筋の拘束を受けて、膨張に伴うひび割れ発生が外観より先に収束するために、拘束を受けない表面からかぶり範囲と比較してひび割れ収束の時期に差が生じた事が考えられる。

6. まとめ

- (1) 反応性骨材供試体 3 体を劣化初期、中期、終局の段階で採取コアの強度試験を実施した結果、劣化初期から中期にかけて顕著な強度低下を確認し、その後終局に至ったひび割れ密度 5.39m/m^2 時においても基準強度に対して 2 割程度の下にとどまった。
- (2) 採取コア内部の微細ひび割れの経年変化に着目した結果、劣化中期から終局にかけてひび割れの進展が収束し、外観ひび割れと比較してひび割れ収束の時期が早かった。内部では鉄筋拘束の影響を受けて膨張が抑制されるため、拘束のない表面側よりも早い段階で膨張が収束したと考えられる。
- (3) 外観劣化の進展に対して採取コア圧縮強度の低下が劣化中期以降漸減する 1 要因に、圧縮強度の低下に影響を与える内部ひび割れ発生が、鉄筋拘束の影響から表面側よりも早い段階で収束を迎えることが挙げられる。

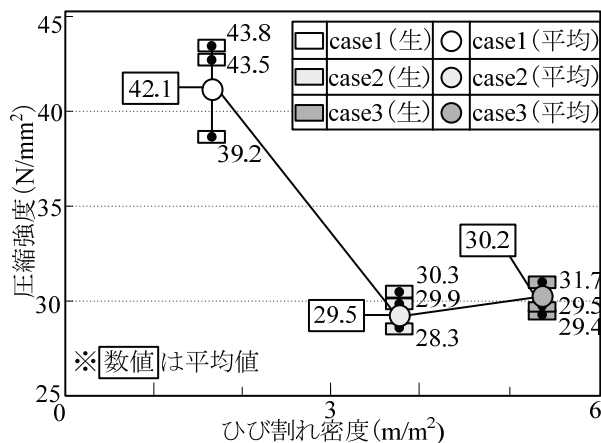


図-5 圧縮強度の経年劣化進展状況

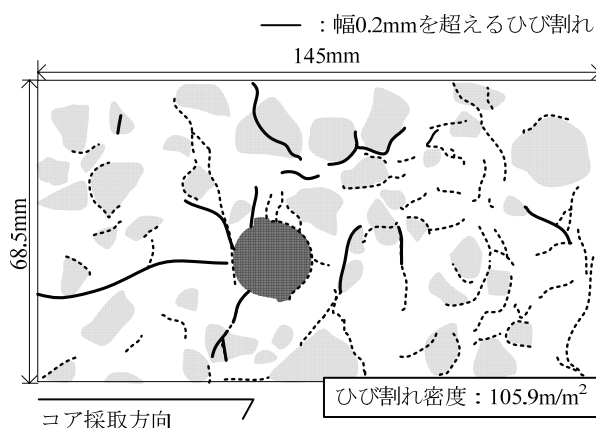


図-6 内部ひび割れ発生状況

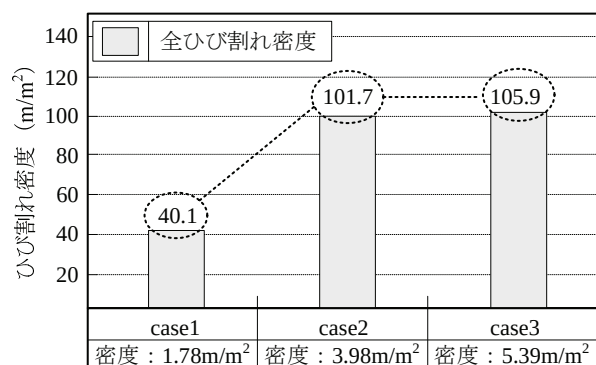


図-7 内部ひび割れ密度進展傾向