

ASR 供試体による破断鉄筋周辺のひび割れ状況

九州工業大学 学生会員 ○上園 祐太
住友大阪セメント株式会社 正会員 上原 伸郎

九州工業大学 正会員 幸左 賢二
九州工業大学 益田 紘孝

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、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。そこで、ASR による劣化を検討するため、本研究では、反応性骨材を使用した ASR 構造物を模擬した供試体を I (case1～3)、II (case4～6)、III (case7～9) の 3 シリーズに分けて作製し、屋外暴露を実施し、ひび割れ観察、採取コアによる圧縮強度試験、鉄筋亀裂進展量の確認などを行っている。本稿では、約 5 年の屋外暴露の末、帯鉄筋隅角部において鉄筋破断が確認された case7 供試体を対象に、鉄筋破断の有無が外観ひび割れに及ぼす影響について検討を行った。

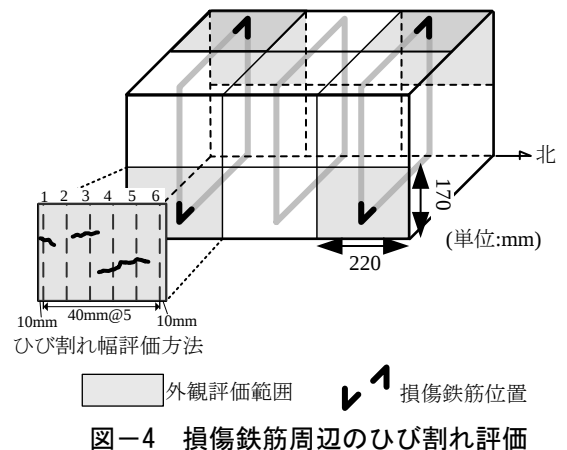
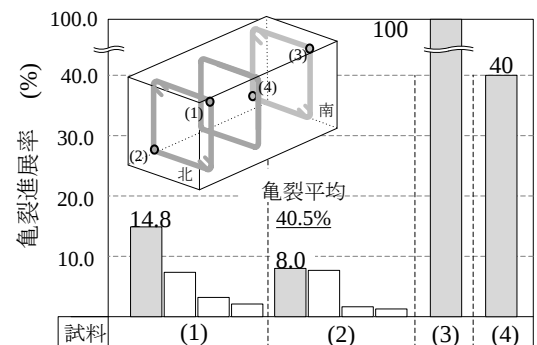
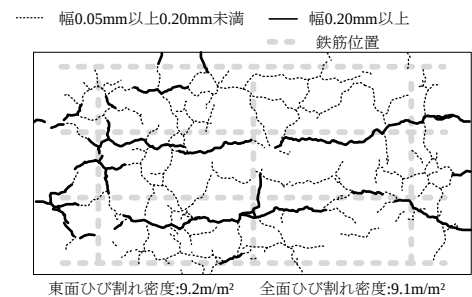
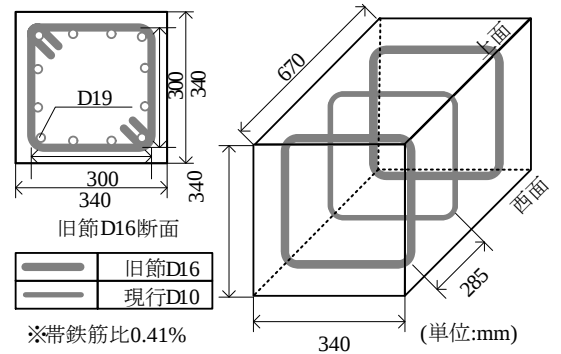
2. 実験概要

図-1 に供試体形状を示す。供試体寸法は、 $340 \times 340 \times 670\text{mm}$ である。供試体は実橋脚梁部の 1/8 スケールとし、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、NaOH を添加した。外観ひび割れ観察箇所は端面と下面を除いた東面、西面、上面とした。鉄筋の観察は、曲げ加工部を 1/2 にカット後、研磨を行い、デジタルマイクロスコープを用いて行った。また、損傷程度の評価は、鉄筋亀裂を鉄筋径で除した値(以下、亀裂進展率)によって行った。

3. 外観ひび割れおよび鉄筋亀裂観察結果

図-2 に外観ひび割れの一例として、供試体の東面を示す。東面の最終ひび割れ密度は 9.2m/m^2 であり、東面、上面、および西面を平均したひび割れ密度は 9.1m/m^2 であった。幅 0.2mm 以上のひび割れが供試体軸方向に卓越しており、これを連結するように微細なひび割れが形成されている。また、幅 0.2mm 以上を示すひび割れの多くは、軸方向鉄筋直上に形成されていることから、配筋条件下における ASR 劣化の特徴を示していると考えられる。

屋外暴露試験後に供試体よりはずり出した鉄筋損傷状況について図-3 に示す。図中には、鉄筋試料採取箇所を併せて示しており、各供試体それぞれで試料(1)～(4)の 4 つの帯鉄筋隅角部で観察を行っている。観察の結果、供試体の帯鉄筋で $8.0 \sim 40\%$ の亀裂進展が観察され、供試体の試料(3)では、破断が確認された。



4. 損傷鉄筋周辺のひび割れ

図-4 に損傷鉄筋周辺のひび割れ評価の方法を示す。損傷鉄筋位置における近傍のコンクリート表面に $220 \times 170\text{mm}$ の評価範囲を外観評価範囲と設定することにした。ひび割れ幅は、図-4 に示すように評価範囲内における 40mm 間隔の側線を跨ぐひび割れの最大幅で評価した。

図-5 に各損傷鉄筋評価範囲におけるひび割れ密度の経時変化を示す。破断が生じていない鉄筋の評価範囲では、ひび割れ密度の増加傾向に大きな差異は確認されず、総じて一様に増加していた。一方で、破断が生じた鉄筋近傍の評価範囲内では、材齢 1300 日から 1845 日の期間にひび割れ密度が急激に大きくなっている。

図-6 にひび割れ幅の経時変化を示す。なお、鉄筋破断近傍で著しいひび割れ密度の増加が始まった時期(1300 日)、実験終了直前(1845 日)で分析を行っている。鉄筋破断の生じていない評価範囲および鉄筋破断近傍の西面の評価範囲では、ひび割れ幅の増加が僅かであった。一方で、鉄筋破断箇所近傍の上面の評価範囲では、著しい幅の増加が確認され、鉄筋破断周辺のひび割れ幅の増加に差異が見られた要因について図-7 に示すように破断鉄筋周辺の外観および内部のひび割れを併せて考察を加える。図-7 中(A)は、切断面で認められた最大幅 2.0mm を示す最も顕著なひび割れであり、著しいひび割れ幅の増加が確認された鉄筋破断の評価範囲の上面の外観ひび割れとつながっていた。また、図-8 のように帯鉄筋破断箇所を貫くように生じていることも確認されたことから、これらのひび割れは、鉄筋破断箇所を貫いたひび割れが広い範囲で連結した損傷であると推察された。

5. まとめ

- 1) 反応性骨材を用いて作製した供試体を長期屋外暴露に供した結果、暴露日数 1845 日、外観ひび割れ密度 9.1m/m^2 の ASR 供試体の帯鉄筋隅角部において鉄筋破断が確認された。
- 2) 破断鉄筋周辺のひび割れ密度は、1300 日から実験終了直前の 1845 日の間に著しく増加していた。一方、破断鉄筋の周辺のひび割れ幅は、外観ひび割れの経時的な観察によって暴露日数 1300 日以降、増加傾向に差異が認められた。幅が増加したひび割れは、鉄筋破断位置を貫いており、鉄筋の拘束力が低下したことによって、拡大したひび割れ損傷であると推定され、鉄筋破断に起因した外観上の特徴的な損傷形態のひとつと考えられた。

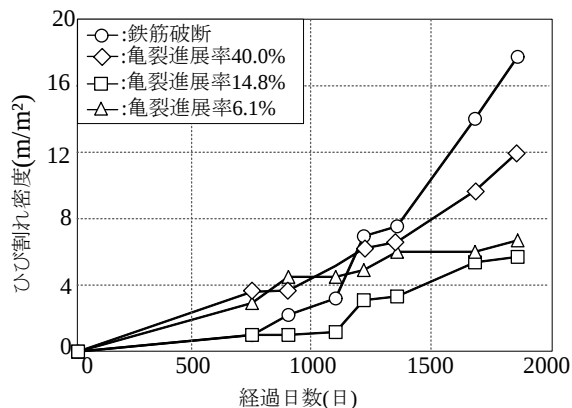


図-5 外観ひび割れ密度の経時変化

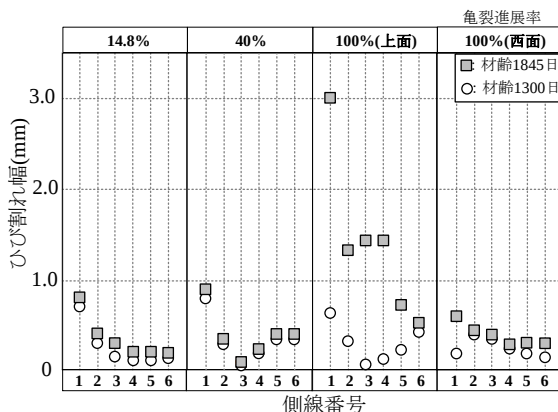


図-6 ひび割れ幅の経時変化

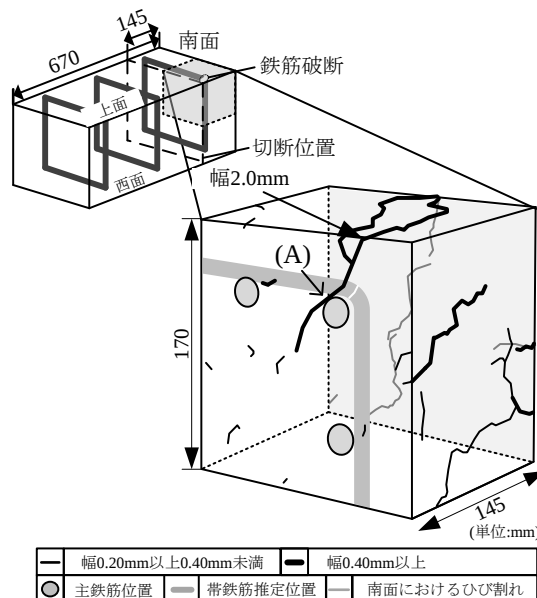


図-7 破断鉄筋周辺のひび割れ状況

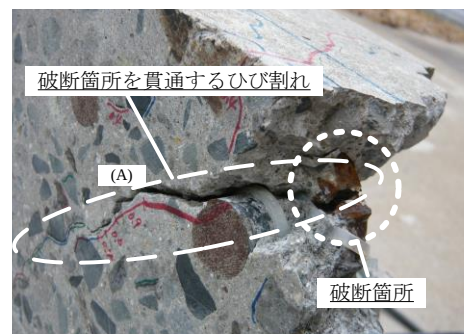


図-8 破断箇所と内部ひび割れの関係