

神戸大学 学生会員 ○星野 翔太郎
神戸大学 正会員 三木 朋広

1. はじめに

ASR が生じると、コンクリート中のアルカリ成分と骨材中の鉱物との化学反応により、ゲルが形成される。このゲルの吸水膨張により、コンクリートに有害な微細ひび割れが発生することがある。ASR によって生じる微細なひび割れが拡大し、最終的には破壊に至るため、本研究では、ASR によって生じたひび割れが骨材の影響によってコンクリート内部でどのように生じ、また外荷重によってどのように進展していくかを確認するために、内部ひび割れの観察、ならびに圧縮載荷試験を行った。まず、内部ひび割れ観察の結果を元に、ひび割れの 3 次元可視化を行った。また、圧縮載荷試験では、表面に生じた ASR ひび割れが、外荷重によってどのように進展していくかを確認した。

2. 実験概要

2.1 内部ひび割れ観測の概要

本試験では、 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の角柱供試体を使用した。 $100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の断面を 0.3mm ずつ研磨し、研磨面をスキャナーで読み込むことで、コンクリート内部における ASR ひび割れの状態を観測した。正確なひび割れ形状を観測するために、供試体に対してエポキシ樹脂を注入し、ひび割れを固定したうえで研磨した。

2.2 圧縮試験の概要

図-1 に載荷試験状況を示す。圧縮載荷試験では $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 200\text{mm}$ の角柱供試体計 4 体を使用した。このとき、供試体の骨材を外から見える状態にするために表面を研磨した供試体を用いて圧縮載荷試験を行った。圧縮載荷試験では、 2000kN 万能器試験機を用いて繰返し載荷した。

測定項目は載荷荷重、軸方向の変形、および表面ひずみとした。載荷中の供試体端部の水平方向の拘束は、供試体の載荷面と底面にグリースを塗布したテフロンシートを配置することで取り除いた。

3. 内部ひび割れ観測の結果と考察

3.1 ひび割れと骨材の関係

図-2 は試験より得られた研磨面の写真である。上の写真はコンクリート表面からの深さ 3.37mm 、下の写真は深さ 5.38mm の画像である。骨材周辺のひび割れを観測すると、コンクリート表面からの深さによって、骨材の存在がひび割れ進展に影響していることがわかる。

3.2 ひび割れの 3 次元化

研磨面の観測結果より、コンクリート内部のひび割れの 3 次元可視化を行った。まず、骨材とひび割れが密集している箇所をクローズアップし、医療用の 2 次元画像を 3 次元表示するソフトを使って画像を積層化した。図-3 で示しているように、ひび割れは青色、骨材は緑色、セメントペーストは透明化し表示している。また色の濃淡は、コンクリート表面とコンクリート内部の違いを表している。ひび割れの 3 次

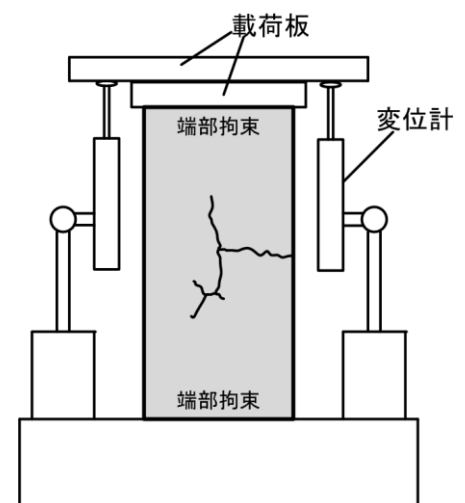


図-1 載荷試験状況



図-2 骨材に沿って生じたひび割れ

元画像を見ると，内部ひび割れを表す薄い青色のひび割れが下方に位置しているのがわかる．つまり，コンクリート内部を可視化することによって，ひび割れが3次的に分布していることがわかる．

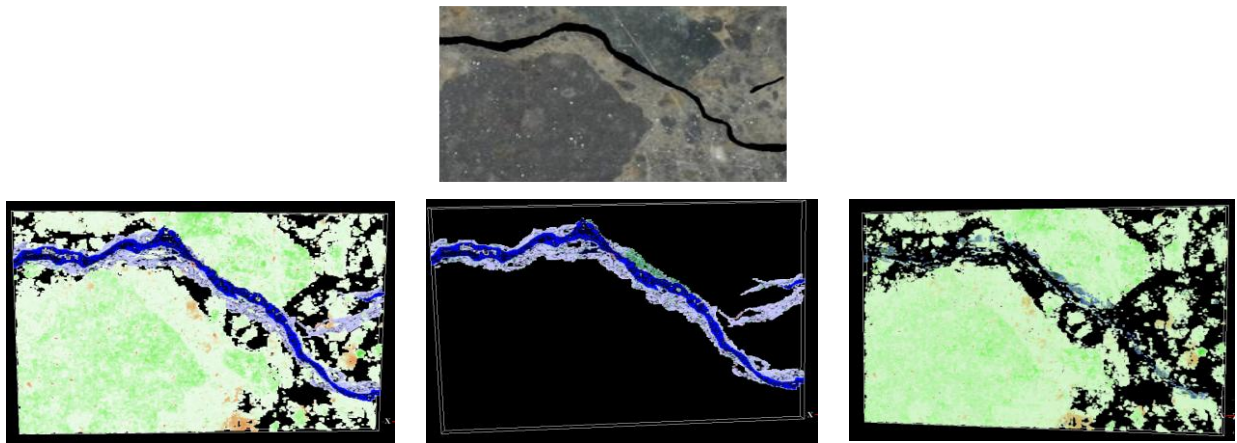


図-3 ひび割れおよび骨材の3次元画像

4. 圧縮荷重試験の結果と考察

圧縮荷重試験から，ASR ひび割れが外荷重によって生じる新たなひび割れにどのように影響するのかを，画像解析を用いて細かく見ていく．図-4 のように供試体の一部を拡大して ASR ひび割れが外荷重によって生じる新たなひび割れを観察していく．図-4 の供試体拡大写真の上部には 0.03mm 程度の微細ひび割れが，下部には 0.1mm 程度のひび割れが生じている．ピーク荷重までの画像解析を行った結果，供試体拡大写真の上部に見られる微細ひび割れを基点として，ひび割れが進展していくことがわかった．また，ASR ひび割れが外荷重によって生じる新たなひび割れも骨材に沿うように進展していくことがわかった．

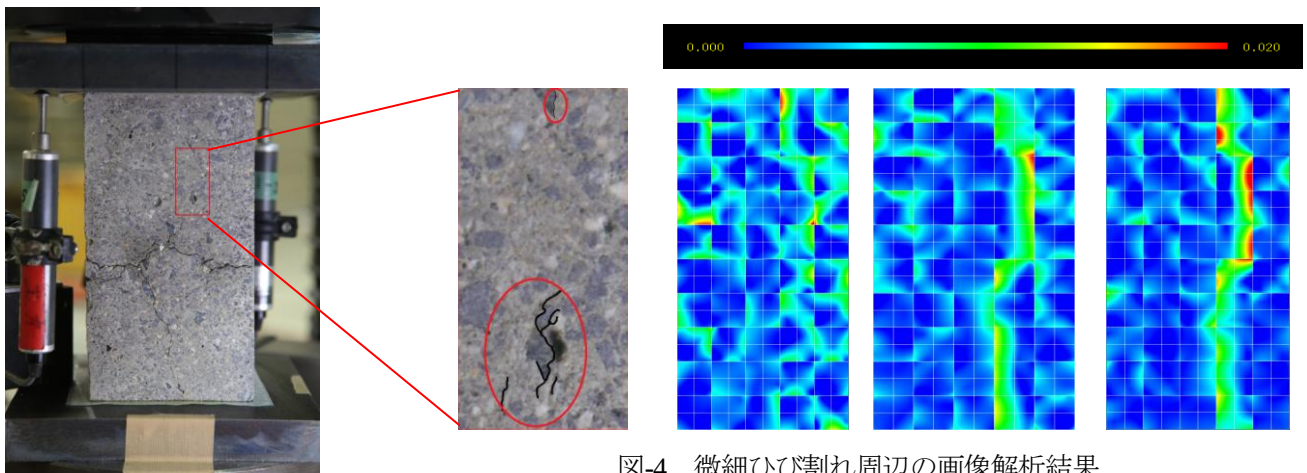


図-4 微細ひび割れ周辺の画像解析結果

5. まとめ

ASR ひび割れの内部観察より，骨材の位置は ASR ひび割れ進展に影響することがわかった．またひび割れを3次元化することで，直感的にひび割れの3次的形状を理解しやすくなった．圧縮荷重試験より，微細ひび割れは，ピーク荷重を迎える前に進展・拡大する．ひび割れ幅の小さいひび割れは，ひび割れ幅が大きい場合よりも早い段階でひび割れ進展・拡大を生じることがわかった．さらに，外荷重によって生じる新たなひび割れ進展も骨材位置に影響して進展していくことがわかった．