

ASR 劣化したコンクリートの圧縮破壊挙動に関する実験的研究

神戸大学 学生会員 ○宮川 侑大
神戸大学大学院 正会員 三木 朋広

1. はじめに

アルカリシリカ反応(ASR)が生じた構造物の補修・補強など維持管理を適切に行うためには、ASR 劣化した構造物の力学的性能を定量的に評価することが必要となる。その評価手法の確立を目指して、本研究では、ひび割れの状態の定量化を試みる。つまり、ASR ひび割れの幅・方向・密度などを定量的に評価するための指標の作成を目標とする。そのために、表面に見える ASR ひび割れだけではなく、ASR ひび割れの内部の状態も評価するために、内部ひび割れを観測した。さらに、ASR 劣化したコンクリートの力学的性能を破壊面から評価するために圧縮載荷試験を行った。

2. 実験概要

2.1 内部ひび割れ観測の概要

ここでは、100mm×100mm×200mm の角柱供試体 2 体を使用した。100mm×200mm の長方形断面を 2mm ずつ研磨し、研磨面をスキャナーで読み込むことで、ASR ひび割れの内部の状態を観測した。内部の正確なひび割れ形状を観測するために、供試体 1 体に対して樹脂注入を行い、ひび割れを固定したうえで研磨を行った。

2.2 圧縮試験の概要

図-1 に圧縮載荷試験の状況を示す。圧縮試験では 100mm×100mm×200mm の角柱供試体計 9 体を使用した。載荷試験では、変位制御型の 2000kN 万能器試験機を用い、繰返し載荷試験を行った。載荷は以下の 3 つのパターンで実施した。

- ①ポストピーク領域での繰返し載荷（水平方向の拘束あり）
- ②ポストピーク領域での繰返し載荷（水平方向の拘束なし）
- ③プレピーク領域での繰返し載荷（水平方向の拘束あり）

測定項目は載荷荷重、軸方向の変形、および表面ひずみである。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。プレピーク領域での繰返し載荷試験は、荷重 150kN～250kN の間で 100～200 回程度繰返し載荷した。また、コンクリート表面のひずみ分布は、画像解析によって求めた。

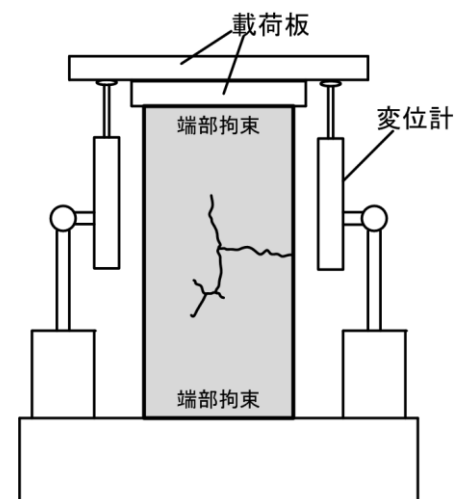


図-1 載荷試験の状況

3. 内部ひび割れ観測の結果と考察

3.1 内部ひび割れの形状

図-2 は研磨面の写真である。研磨面を観測すると、ASR ひび割れは、多くの場合、骨材の周辺に発生し、骨材間を縫うように進展していることがわかる。骨材中にひび割れが貫通している箇所も確認した。

3.2 ひび割れ幅と深さの関係

研磨面の観測結果より、表面のひび割れ幅とひび割れの深さの関係性について検討した。まず、表面の ASR ひび割れをひび割れ幅によって 3 つに分類し、その分類したひび割れ幅ごとにひび割れ長さの合計



図-2 研磨面の写真

キーワード ASR コンクリート、圧縮載荷試験、内部ひび割れ、ひずみ分布

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学院工学研究科市民工学専攻 TEL:078-803-6094

を計算した。次に、内部の ASR ひび割れを観測し、表面におけるひび割れ幅ごとにひび割れ長さの合計を計算した。図-3 はその結果を表面の長さに対する割合として表したものである。

図-3 より、10mm 研磨したとき、ひび割れ幅 0.1mm 未満のひび割れは観測されないことがわかる。つまり、幅が小さいひび割れは、深さが浅く、コンクリートの表層にのみ生じていることがわかる。また、表面におけるひび割れ幅が大きいほど、研磨後のひび割れの残存率が高く、ひび割れ幅と深さの関係性がある程度認められる。

4. 圧縮試験の結果と考察

図-4 にポストピーク領域での繰返し載荷試験（水平方向の拘束なし）より得られた応力-ひずみ関係を示す。これより、供試体によって最大応力が異なることがわかる。また、応力-ひずみ関係において、剛性が変化する付近（13.3N/mm²）では ASR ひび割れの進展、もしくは新たなひび割れの発生などが確認でき、剛性の変化とひび割れには関係があることがわかった。

次に、最大応力が大きい供試体 7 と、最も小さい供試体 9 について画像解析を行い、最大応力が低下した要因を検討した。

図-5 は画像解析によって得られた最大主ひずみ分布図である。

図-5 を見ると、載荷が進むにつれて軸方向の ASR ひび割れが開いていることがわかる。また、供試体 7 と供試体 9 共に 13MPa までは同じようなひずみ分布が確認できる。しかし、供試体 9 はそこからひずみが大きく増加し、供試体 7 より早い段階でピークに達している。このように、ひび割れの開口に違いが生じた要因は、軸方向のひび割れの方法の違いによるものと考えられる。つまり、軸方向の ASR ひび割れの方法が、コンクリートの圧縮強度に影響を与えると考えられる。

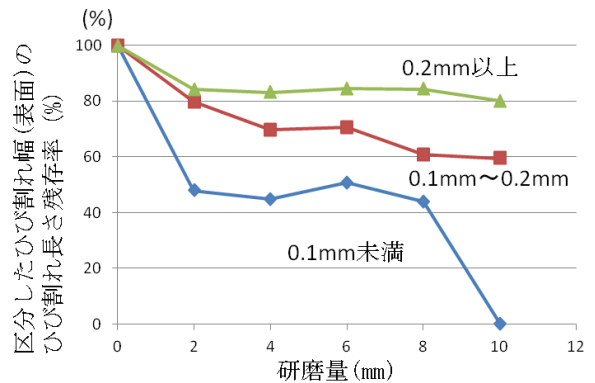


図-3 ひび割れ幅と深さの関係

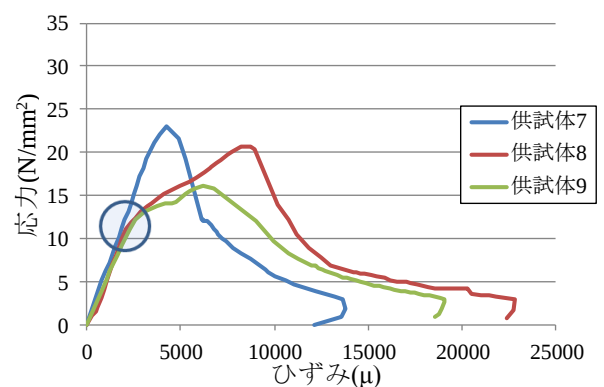


図-4 応力-ひずみ関係（端部拘束無）

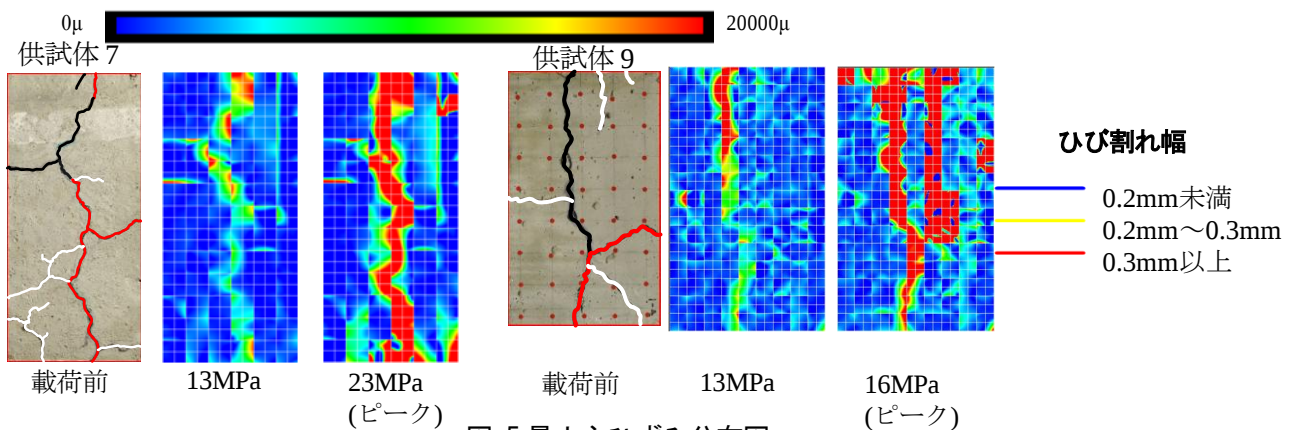


図-5 最小主ひずみ分布図

5. まとめ

ASR ひび割れの内部の状況を観測し、表面の ASR ひび割れの幅と深さの関係性について示した。圧縮試験から、応力-ひずみ関係における剛性の変化点は、ASR ひび割れと関係があることを確認した。さらに、軸方向の ASR ひび割れの方法によって、載荷によるひび割れの開口のしやすさが異なり、圧縮強度に影響を与えることがわかった。

参考文献

- 1) 土木学会：アルカリ骨材反応対策小委員会報告書，2005.8 2) 松谷幸一郎，三木朋広：ASR に起因したひび割れが生じたコンクリートの引張軟化挙動に関する基礎的研究，コンクリート構造物の補修，補強，アップグレード論文集，Vol.11，pp.479-484，2011