

## アルカリ骨材反応により生じるひび割れが力学的特性に及ぼす影響

九州工業大学大学院 学生会員 ○三浦 正嗣  
 阪神高速道路(株) 正会員 久利 良夫

九州工業大学 正会員 幸左 賢二  
 住友大阪セメント(株) 正会員 川島 恭志

### 1. はじめに

アルカリ骨材反応(ASR)を生じた構造物の既往の調査報告によれば、ASRを生じたコンクリートの圧縮強度は長期的に低下し、その低下率は、一般的に設計基準強度に対して2割程度にとどまることが明らかとなっている。しかしながら、ASRによる著しいひび割れが進展しているにも関わらず、圧縮強度の低下率が2割程度にとどまる原因については十分に明らかとなっていない。

本稿では、ASRによって生じるひび割れに着目し、ASRひび割れが圧縮強度に与える影響評価を目的として供試体実験を行った(図-1参照)。

### 2. 実構造物の調査データ分析<sup>1)</sup>

ASR構造物の既往の調査報告例として、図-2に関西地区のASR橋脚87基(供用年数:27~37年)の調査データ分析結果を示す<sup>1)</sup>。図には橋脚外観のひび割れ損傷度(累積ひび割れ密度)と採取コアの圧縮強度の関係を示している。図より、供用年数が約30年以上経過し、累積ひび割れ密度が最大で7m<sup>2</sup>程度生じた劣化が大きい橋脚においても、圧縮強度の低下率は設計基準強度に対して2割程度にとどまることが明らかとなった。

### 3 円柱供試体実験

#### 3.1 実験概要

供試体はφ100×200mmの無筋円柱供試体を用いた。コンクリートは、反応性細骨材(長崎産)を60%、反応性粗骨材(北海道産)を50%の割合で混入し、膨張促進のためにNaCl(Na<sub>2</sub>Oeq=8kg/m<sup>3</sup>)を添加した。

実験条件は、40℃、R.H.95%以上の環境で促進養生を行い、ASRによって膨張が進展していく4材齢(500, 1000, 1500, 2000μ膨張時)でASRひび割れの観察および一軸圧縮試験を各材齢3本ずつ実施した。

ASRひび割れは、供試体の縦カット断面にブラックライト蛍光顔料を混入した樹脂を含浸することによって観察している。

#### 3.2 実験結果

##### (1) 縦カット断面のASRひび割れ観察結果

図-3に代表例として、2000μ膨張時の供試体縦カット断面のひび割れ発生状況を示す。ひび割れの観察は、幅0.3mm以上のひび割れから約0.5mm以下の微細なものまで目視可能なひび割れを対象としている。図より、ASRひび割れは特に反応性粗骨材周辺に多く発生しており、これは各材齢時の供試体においても同様の傾向が確認された。

図-4に各膨張段階におけるASRひび割れ長さの最大値(Max)と平均値(Ave)を示す。

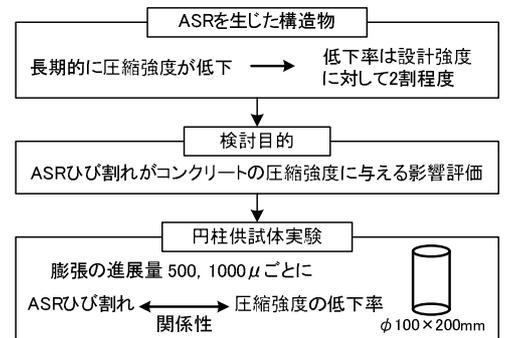


図-1 検討フロー

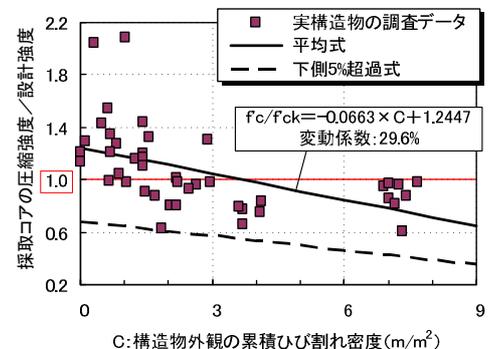


図-2 実構造物の調査データ分析<sup>1)</sup>

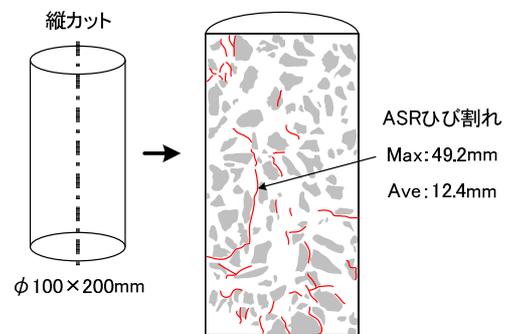


図-3 ASRひび割れの観察(2000μ時)

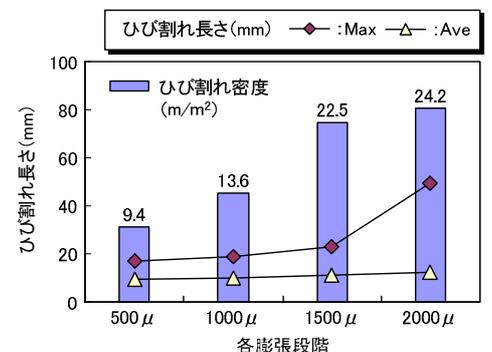


図-4 ASRひび割れの進展

キーワード アルカリ骨材反応, 円柱供試体, ひび割れ, 圧縮試験

連絡先 〒804-8550 福岡県北九州市戸畑区仙水町1-1 九州工業大学 TEL, FAX (093)-884-3123

均値 (Ave), ひび割れ密度の算出結果を示す. 図より, ひび割れ密度は膨張の進展に伴って比例的に増加しているが, ひび割れ長さの平均値はいずれも 10.0mm 程度である. しかし, 膨張量が 2000 $\mu$  になると最大 49.2mm の連続したひび割れも確認され, このことから, ASR による膨張の進展によって微細なひび割れが繋がっていくと推察される.

(2) 破壊線に対する ASR ひび割れの影響

ASR ひび割れが圧縮強度へ及ぼす影響を評価するために, ASR ひび割れ観察後に圧縮試験を行い, 破壊ひび割れの観察を行った. 圧縮試験の載荷条件は最大荷重の 2%低下まで軟化した時点で除荷している.

図-5 (a)に代表例として, 2000 $\mu$  膨張時の破壊ひび割れ発生状況を示す. 図より, 破壊ひび割れは斜め方向のせん断ひび割れが卓越している. よって, このせん断方向の破壊ひび割れを結ぶことで想定破壊線を設定し, 破壊線に重なる圧縮試験前の ASR ひび割れの割合: M (%)を算出して圧縮強度との関係性を検討した (図-5 (b)参照). なお, 破壊線をまたぐ粗骨材が存在する場合は, 粗骨材を迂回してひび割れが連結されるため, このような ASR ひび割れも圧縮強度に影響すると仮定している.

図-6 に破壊線と重なった割合 M (%)と圧縮強度比を示す. 図より, 膨張が進展するにつれて M (%)が増加しており, 破壊線と重なった割合が 26.8% (1500 $\mu$  膨張時), 44.9% (2000 $\mu$  膨張時) の状態で健全供試体に対する圧縮強度比はそれぞれ 0.83, 0.78 となった. 以上より, 破壊線と重なった割合 M (%)が増加するとともに圧縮強度が低下していくことがわかる.

(3) 健全供試体の繰返し圧縮試験

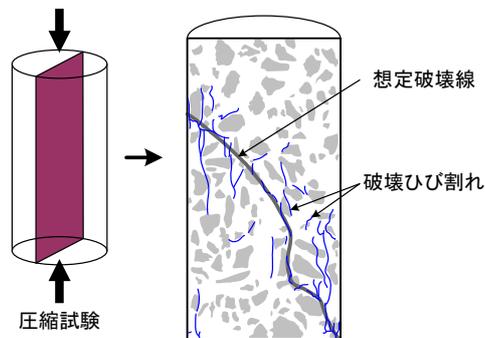
破壊線に重なる割合 M (%)が 100%となるような損傷が著しい状態を模擬し, その時の圧縮強度低下率を把握する目的で, 健全供試体の繰返し圧縮試験を実施した. 図-7 に破壊線と重なった割合 M (%)と圧縮強度比を示す. 図より, 繰返し圧縮試験の回数が増える度に圧縮強度は比例的に低下しており, せん断型の破壊線が繋がった 4 回目の繰返し圧縮試験では標準養生後の圧縮強度に対して 4 割程度の低下率となった. すなわち, 設計基準強度に対する低下率に換算すると 2 割程度である. この要因としては, 破壊線に面する骨材の噛み合いや摩擦によってせん断伝達されるためであり, その影響から低下率が 2 割程度にとどまると考えられる (図-8 参照).

4. まとめ

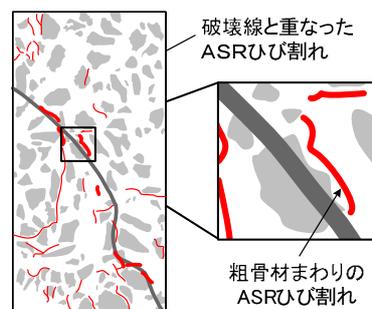
- (1) 圧縮試験後の破壊線に重なる ASR ひび割れの割合が 26.8, 44.9%の状態では, 圧縮強度の低下率は健全供試体に対して 2 割程度となった.
- (2) 破壊線に重なる割合が 100%入っている状態では, 圧縮強度の低下率は設計基準強度に対して 2 割程度となったことから, ASR ひび割れが多数生じたとしても, 低下率は 2 割程度で収束すると考えられる.

参考文献

1) 川島恭志ほか: 実構造物における ASR 損傷度の定量的評価, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, No.1, pp.737-742, 2006



(a) 想定破壊線の設定



(b) 想定破壊線と ASR ひび割れ

図-5 想定破壊線と ASR ひび割れの関係

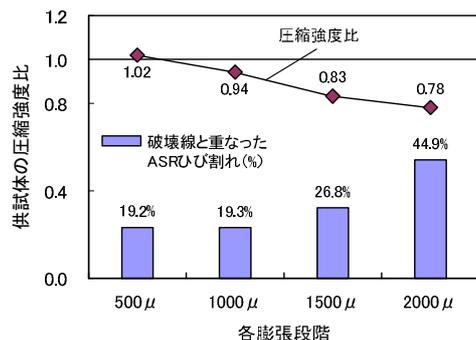


図-6 破壊線に重なる割合と物性低下率

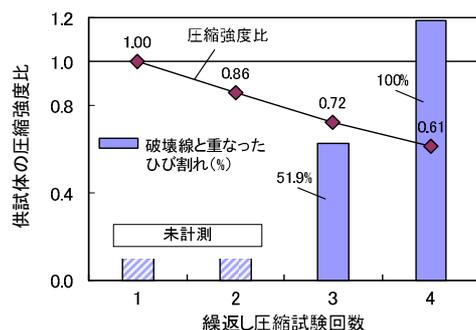


図-7 繰返し圧縮試験の結果

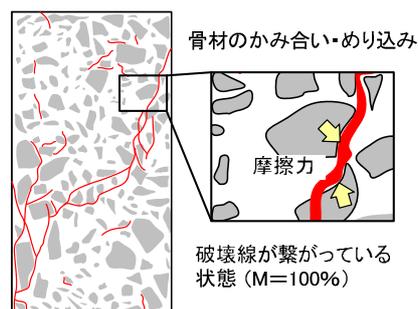


図-8 骨材のかみ合わせの影響