

ASR を生じたコンクリートの圧縮強度劣化特性

九州工業大学大学院  
阪神高速道路(株)

正会員 三浦 正嗣  
正会員 久利 良夫

九州工業大学  
住友大阪セメント(株)

正会員 幸左 賢二  
正会員 川島 恭志

1. はじめに

ASR を生じた構造物は、劣化が長期的に進行していくことが問題視されているが、将来の劣化進展を予測する手法は十分に確立されていないのが現状である。そこで、本検討では、ASR を生じたコンクリート強度の劣化予測手法の確立を目的として、1)膨張の進展に伴ってコア圧縮強度が経年的に劣化していく推移、および 2) 外観のひび割れ密度との対応性の検討を行った (図-1 参照)。

2. 実構造物の調査データ分析

2.1 検討対象

検討対象は、関西地区の ASR 橋脚 87 基のうち、損傷度が大きく、データが多くとられている橋脚 21 基を対象とした (表-1 参照)。これらの橋脚は ASR が問題となった昭和 57 年以降より、継続的に ASR に対する調査・診断および対策が実施されている。

2.2 外観のひび割れ密度

図-2 に竣工後 10 年調査時の ASR 橋脚梁部のひび割れ損傷例を示す。ひび割れの点検は、接近目視によって計測されており、図-2 に示すように、主に幅 0.2mm 以上の比較的大きなひび割れを対象として、1~6 年おきに外観変状図が作製されている。本研究では、このような点検時に作製されるひび割れ損傷図を用いて、幅 0.2mm 以上のひび割れに着目して累積ひび割れ密度 (=ひび割れ総延長÷対象面積) の算出を行い、外観の損傷度評価を行った。図-3 に橋脚 21 基の累積ひび割れ密度の経年変化を示す。図-3 より、突出した RC 橋脚 2 基は、竣工直後より急激にひび割れ密度が上昇しており、竣工後 8 年でひび割れ密度が 7m/m<sup>2</sup> まで急激に増加している。

2.3 コア圧縮強度

橋脚内部の劣化性状の点検としては、採取コア (φ75mm, L=2.0 m 程度) の変状観察や一軸圧縮試験が実施されている。コアは、各調査年で図-2 に示すような比較的小さい位置を選定して 2~7 本程採取されているため、本検討では、採取位置における損傷度のばらつきを考慮して複数の試験値の平均値を用いて評価を行った。図-4 に代表例として継続的に追跡調査が実施されている橋脚 6 基のコア圧縮強度比の経年変化を示す。図-4 より、竣工後 10 年程度までは圧縮強度の低下が著しいが、その後は低下勾配が緩やかになり、竣工後 25 年が経過しても設計基準強度に対して 2 割程の低下であった。また、図-4 において、コア圧縮強度の顕

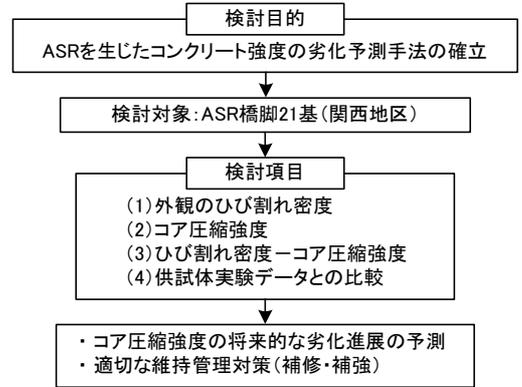


図-1 検討フロー

表-1 検討対象橋脚の概要

	橋脚数	供用年数	f <sub>ck</sub> (N/mm <sup>2</sup> )	補修回数
RC橋脚	7基	27~37年	27	max : 4回 ave : 2.2回
PC梁橋脚	14基		35	
合計	21基			

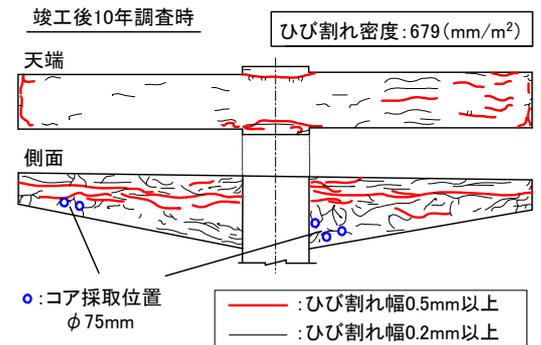


図-2 PC 梁橋脚のひび割れ損傷例

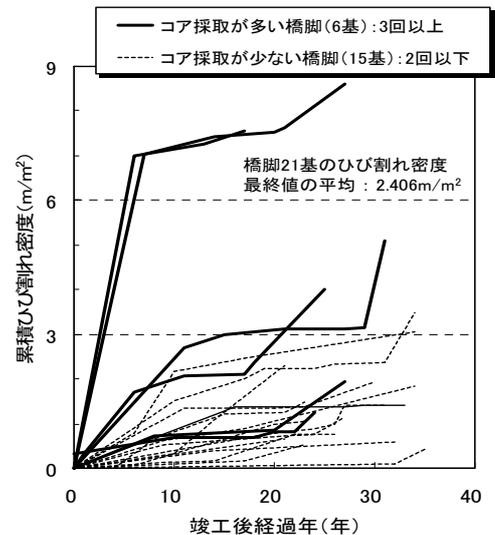


図-3 累積ひび割れ密度の経年変化

キーワード：アルカリ骨材反応，実構造物，圧縮強度，ひび割れ密度

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

著な低下を示すデータが存在するが、この調査年で採取された貫通コアは外観のひび割れ密度が大きい箇所から採取されており、その影響から内部のコンクリート強度も大きく低下したと考えられる。

2.4 ひび割れ密度－コア圧縮強度

累積ひび割れ密度の経年変化（図-3）と、コア圧縮強度の経年変化（図-4）の傾向を比較した場合、膨張初期の変動が著しく、その後の損傷は収束していく傾向にあり、関係性が伺える（図-5参照）。よって、累積ひび割れ密度と圧縮強度の関係性の分析を行った。図-6に橋脚21基の累積ひび割れ密度と圧縮強度比( $f_c/f_{ck}$ )の関係を示す。コア圧縮強度は複数本コアが採取されているため平均値で評価を行っている。図-6より、圧縮強度比は累積ひび割れ密度が大きくなるに従って低下していく傾向が見られ、図-6中には全データを用いて算定した近似直線（平均式）と5%超過式を示し、関係性の評価を行った。平均式より、膨張前のコア圧縮強度は、設計基準強度に対して1.14倍程度の値を示しており、健全な力学的特性を有している。しかし、累積ひび割れ密度が  $3\text{m}^2/\text{m}^2$  以上になると、圧縮強度比は全て1.0以下となっており、累積ひび割れ密度の最大値  $8\text{m}^2/\text{m}^2$  程度で設計基準強度の2割低下程度となる傾向が読み取れる。また、5%超過式より、圧縮強度低下率の信頼性限界を考慮しても、設計基準強度の4割低下程度であった。

2.5 供試体実験データとの比較

ここでは過去の供試体実験のデータを用いて分析を行い、実構造物データと照合して比較を行った（図-7参照）。実験は、反応性のコンクリート供試体（ $300\times 300\times 500\text{mm}$ ）を促進膨張させ、供試体の状態が材令2週、膨張量  $850\mu$ 、 $5000\mu$  となる3水準でコア採取を行い、圧縮試験が実施されている。ここで、供試体のひび割れ密度の算出の際は、当時の実験データからひび割れ幅のデータが確認できなかったため、整合性をとるために幅  $0.2\text{mm}$  以上のひび割れ密度として補正を行っている。ひび割れ密度の補正は、他機関の実験・調査データを参考として、全体のひび割れ密度の約25%となるように補正することとした。図-7より、圧縮強度の初期値は供試体実験の方が大きな値を示しているものの、両平均式の低下勾配はほぼ等しく、また、その下限値は設計基準強度の2割低下と同じである。以上より、ひび割れ密度を用いてコア圧縮強度の低下率を推定できると考えられる。

3. まとめ

- (1)ASRを生じたコアは、竣工後10年程度までは圧縮強度の低下が著しいが、その後は低下勾配が緩やかになり、竣工後25年が経過しても設計基準強度に対して2割程の低下であった。
- (2)ASR橋脚21基の分析から、コアの圧縮強度はひび割れ密度の進展に伴って線形的に低下する傾向にあり、累積ひび割れ密度の最大値  $8\text{m}^2/\text{m}^2$  程度で設計基準強度の2割低下程度となった。

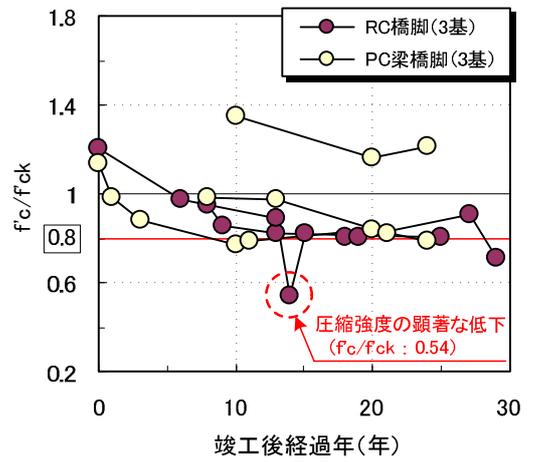


図-4 コア圧縮強度比の経年変化

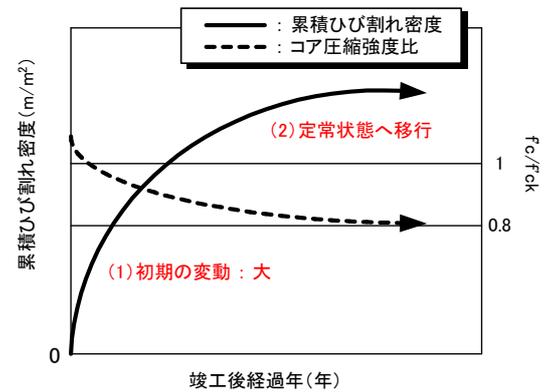


図-5 ひび割れ密度と圧縮強度の関係性

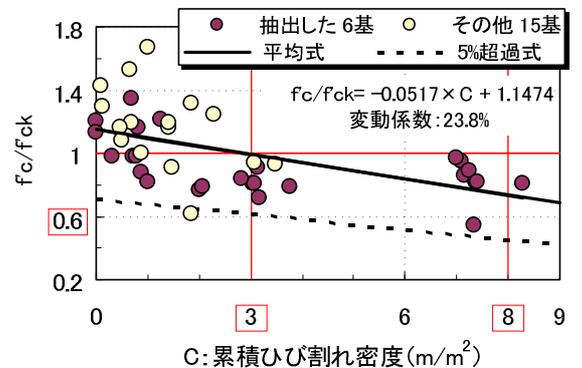


図-6 ひび割れ密度と圧縮強度比の関係（実構造物データ）

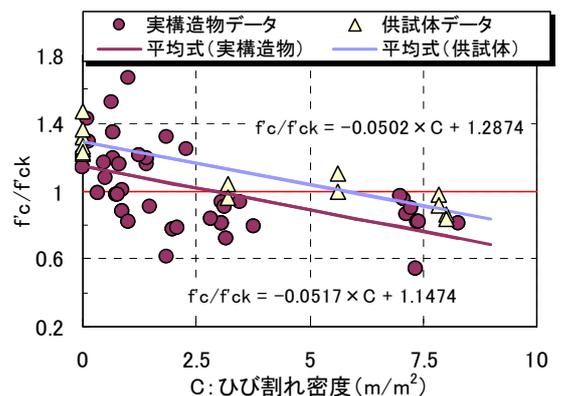


図-7 実構造物と供試体実験の比較