

構造物の ASR 劣化度とコンクリートの水溶性アルカリ量および潜在膨張性との関係

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 ○河尻 留奈
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 小塚 正博
中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株) 正会員 鳥居 和之

1. 目的

コンクリートのアルカリ量は、構造物のアルカリシリカ反応(ASR)発生の有無に影響する重要な要因の一つである。わが国では 1986 年にコンクリートのアルカリ総量規制値として 3.0kg/m^3 が規定されたが、近年、この数値以下の構造物においても ASR による劣化が実際に確認されている。構造物の ASR 劣化度とコンクリートの水溶性アルカリ量の多少との間には一定の関係があると報告されている¹⁾。また、水溶性アルカリ量の測定は建設省の総プロ法にて提案されているが、全国的に測定事例が少なく、実際の構造物の ASR 劣化度とコンクリートの水溶性アルカリ量との関係は明確になっていない。

そこで本研究では、北陸地方の高速道路橋を対象として、構造物の ASR 劣化度とコンクリートの水溶性アルカリ量との関係を調べた。

2. 調査概要

(1) 構造物の概要

調査対象とした構造物は北陸地方の高速道路橋の橋台および橋脚、ボックスカルバート(以下、C-Box)の 23 の構造物である。供用開始が 1972 年から 1983 年の間のため、40 年から 51 年が経過しており、コンクリート用骨材にはそれぞれの地域の川砂利および川砂が使用されている。それらの構造物から採取したコアを用いて、強度試験とともに促進膨張量、水溶性アルカリ量の測定による一連の評価試験を行った。使用したコンクリートは呼び強度が 24N クラス(生コン配合 24-8-25(40) N)であり、普通ポルトランドセメントの単位量が 270kg/m^3 から 300kg/m^3 で、水セメント比が 47%から 59%のものであった。また、建設当時の北陸地方でのセメントのアルカリ量は平均 0.8% (最大 1.0%) であった。

(2) 構造物の目視による外観調査

外観調査は、構造物の目視観察により ASR 劣化度の評価を行った。ASR 劣化度は、I: 健全、(ASR のひび割れが発生していないもの)、II: 軽微(構造物の隅角部などに ASR のひび割れがごく一部発生しているもの)、III: 中程度(ASR のひび割れが構造物の約 1/3 以上の面積で発生しているもの)、IV: 深刻(ASR のひび割れが広範囲に多数発生し、段差やずれも認められるもの)の 4 段階に分類した²⁾。

(3) コンクリートの水溶性アルカリ量の測定

採取したコアの深部を用いてコンクリート中のアルカリ量の分析(水溶性の Na^+ および K^+ イオンの測定値より等価 Na_2O を試算)を行った。アルカリ量分析は、「建設省総合開発プロジェクト、コンクリートの耐久性向上技術の開発(土木構造物に関する研究成果)平成元年 5 月、コンクリート中の水溶性アルカリ金属の分析方法(案)」に従い実施した。

(4) コアによる促進膨張試験(カナダ法)

採取したコアを使用して、1N・NaOH 溶液浸漬法(温度 80°C)による促進膨張試験を行った。直径 55mm のコアの内部からのコア(長さ 150mm 程度)を温度 80°C の 1N・NaOH 溶液に浸漬し、測定基長を 100mm として、コアの膨張量を調べた。潜在膨張性の有無の判定は、ASTM C 1260 に従って浸漬後 14 日時点での膨張率 0.1%を評価基準とした²⁾。

3. 調査結果および考察

構造物の ASR 劣化度と水溶性アルカリ量との関係を図-1 に示す。水溶性アルカリの測定には、セメントの硫酸アルカリ(Na_2SO_4 および K_2SO_4)由来によるものの他に、骨材および化学混和剤からのものが加わるために、すべての ASR 劣化度の分類においてアルカリ総量規制値の 3.0kg/m^3 以上の水溶性アルカリ量のものが確認された。ASR 劣化度 I や II の構造物

キーワード ASR, コア, 水溶性アルカリ量, 潜在膨張性

連絡先 〒920-0025 石川県金沢市駅西本町 3-7-1

中日本ハイウェイ・エンジニアリング名古屋(株)TEL076-264-7872

は、水溶性アルカリ量が 1.0 から 2.0kg/m^3 のものもあった。それに対して、ASR 劣化度 III や IV の構造物は、水溶性アルカリ量がすべて 2.0kg/m^3 以上であった。また、構造物の ASR 劣化度とともにばらつきの範囲が大きくなるが、ASR 劣化度が大きくなると水溶性アルカリ量も大きくなる傾向が認められた。

構造物の ASR 劣化度とコアの促進膨張率との関係を図-2 に示す。ASR 劣化度 I と II のものは比較的緩やかに増加するのに対して、ASR 劣化度 III と IV のものは浸漬直後より急激な膨張挙動を示した。このように、コアの促進膨張試験の結果は、構造物の ASR 劣化度 I および II (緩慢な膨張) と III および IV (急速な膨張) のもので相違し、両者の区別が明確になった。

浸漬 14 日材齢でのコアの促進膨張率と水溶性アルカリ量との関係を図-3 に示す。なお、図中には ASR 劣化度の区別を合わせて記している。両者の間には明確な関係が確認されなかった。また、全体的にばらつきがかなり大きくなっている。コアの NaOH 容積浸漬法では、高濃度のアルカリ溶液の浸透により膨張を促進させるために、元々のコンクリート(主にセメント)由来のアルカリ量との関係が明確ではなくなるものと考えられる。

4. まとめ

本研究では、北陸地方の高速道路橋を対象として、構造物の ASR 劣化度とコンクリートの水溶性アルカリ量との関係を調べた。その結果、ASR 劣化度が高くなると水溶性アルカリ量も大きくなる傾向が認められた。また、コアの促進膨張率と水溶性アルカリ量との間には明確な関係が確認されなかった。コンクリートの水溶性アルカリ量の測定は潜在膨張性を評価するための重要な指標の一つであるが、ばらつきが大きいため、今後はさらにデータを取得して構造物の ASR 劣化診断の精度を高める必要がある。

参考文献

- 1) 野村昌弘, 青山實伸, 平俊勝, 鳥居和之: 北陸地方における道路構造物の ASR による損傷事例とその評価方法, コンクリート工学論文集, Vol.13, No.3, pp.259-268, 2002
- 2) 河尻留奈, 稲葉尚文, 可計皓規, 石川裕一, 鳥居和之: コンクリート構造物から採取したコアのアルカリシリカ反応性と潜在膨張性の評価に関する研究, コンクリート構造物の補修, 補強, アップグレード論文報告集, 第 21 巻, pp.520-525, 2021

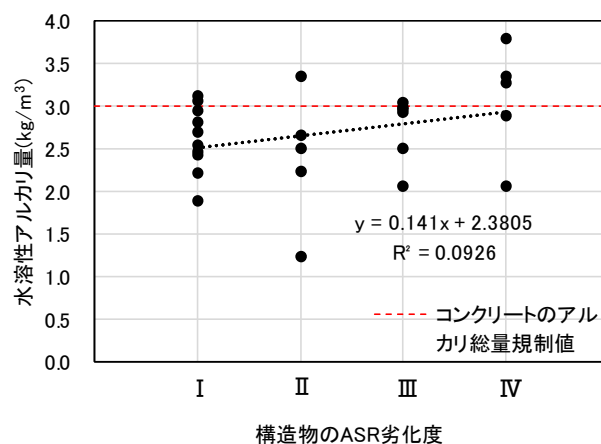


図-1 構造物の ASR 劣化度と水溶性アルカリ量の関係

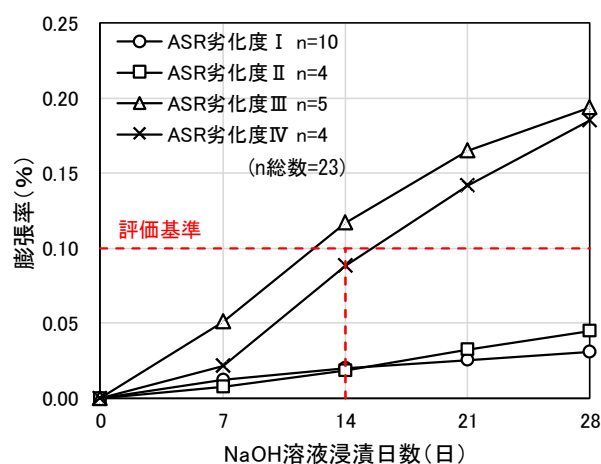


図-2 構造物の ASR 劣化度とコンクリートの潜在膨張率との関係

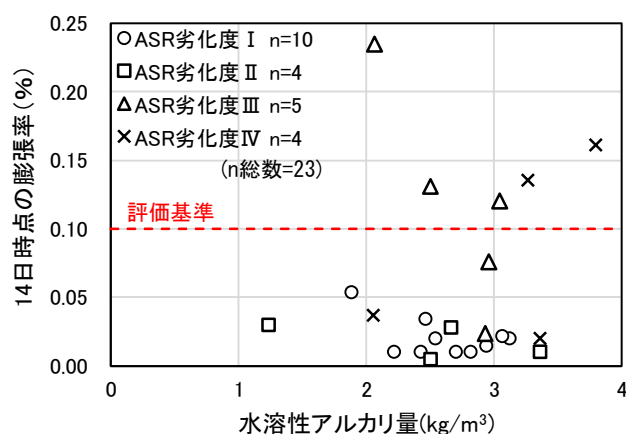


図-3 コンクリートの潜在膨張率と水溶性アルカリ量との関係