

ASR 診断に基づく劣化損傷状況に及ぼす要因分析

九州大学大学院 正会員 ○山本 大介 九州大学大学院 学生員 川端 雄一郎
九州大学大学院 フェロー 松下 博通 太平洋セメント(株) 正会員 山田 一夫

1. はじめに

九州地方は阿蘇山、雲仙岳、桜島の3火山を有するように、現在も活発な火山活動の下に位置する地域である¹⁾。しかし、平成16年度に国土交通省によって行われたASR劣化に関する全国一斉調査では変状が認められた橋梁総数は29橋である。そこで、本研究は九州地方北中部におけるASR被害実態調査を行った。本稿は、被害実態調査の中でも特徴的なASRによる劣化が認められた事例について詳細検討を行った結果の一部を報告するものである。

2. 調査概要

2.1 目視調査

ひび割れを目視によって確認し、コア採取を行って以下に示すような詳細調査を行った。

2.2 詳細調査

(1) 岩石学的評価

採取したコアから、粗骨材・細骨材に使用されている岩石の岩種を判定した。各岩種の分類割合は、コンクリートコアの切断面に10mm間隔の直線を引き、岩種ごとにこの線と交わる長さを積算、積算長さを積算総延長(約270mm)で除して比率を求めた(線積分法)。また、それらの中でも反応性骨材が認められた場合には、偏光顕微鏡および粉末X線回折により鉱物組成を求めた。

(2) 水溶性アルカリ量

「建設省総合技術開発プロジェクト コンクリートの耐久性向上技術の開発 報告書<第二編>」(総プロ法)に従い、コンクリート中のアルカリ総量の分析を行った。なお、分析はコア試料の長さ方向に対して、ほぼ中央付近で行った。また、総プロ法に記載されているアルカリ量の推定値への補正は行わなかった。

(3) SEM-EDS

反応性骨材周囲に認められた生成物について、電界放射型走査電子顕微鏡を使用して形態観察を行った。

3. 調査結果

(1) M橋の事例

M橋(写真-1)は、昭和49年に架設された単純鋼溶接合成I桁橋である。M橋では、橋脚において亀甲状のひび割れが認められた。粗骨材の岩種割合を表-1に示す。粗骨材には、安山岩質凝灰岩が13%含有しており、実体顕微鏡観察の結果、安山岩質凝灰岩の周囲にゲル状の生成物が認められた。安山岩質凝灰岩の偏光顕微鏡観察結果および粉末X線回折から、ガラス、トリディマイト、クリストバライトが確認された(図-1, 図-2)。さらに、SEM-EDSによりこの生成物を観察すると、ASRゲルであった。また、チャートもASR発生事例の多い岩種であるが、本試料についてはASRの発生は確認されなかった。また、水溶性アルカリ量は

1.77kg/m³であった。総プロ法に従ってアルカリ総量の推定値に換算したところ、2.95kg/m³であることが分かった。

本事例の特徴的な点として、反応性骨材である安山岩質凝灰岩が13%のみ含まれており、アルカリ総量が3.0kg/m³以下ということである。すなわち、アルカリ総量3.0kg/m³以下においても、反応性骨材がペシマム混合率とな

表-1 岩種構成(M橋)

岩種名	割合(%)
砂岩	33
チャート	24
花崗岩	20
安山岩質凝灰岩	13
緑色岩	6
頁岩	4
計	100



写真-1 M橋橋脚におけるひび割れ状況

キーワード ASR, ペシマム, 岩石学的評価, 劣化調査

連絡先 〒819-0395 福岡県福岡市西区元岡744番地ウエスト2号館11階 1103号室 TEL092-802-3387

った場合には、ASR によるひび割れを生じる可能性があるといえる。この ASR 被害事例から、現行の新設構造物に対する ASR 抑制対策である「アルカリ総量規制値 3.0kg/m^3 以下」という対策は非常に有効ではあるが、ペシマム現象を生じるような骨材に対しては抑制が十分でない可能性があると考えられる。

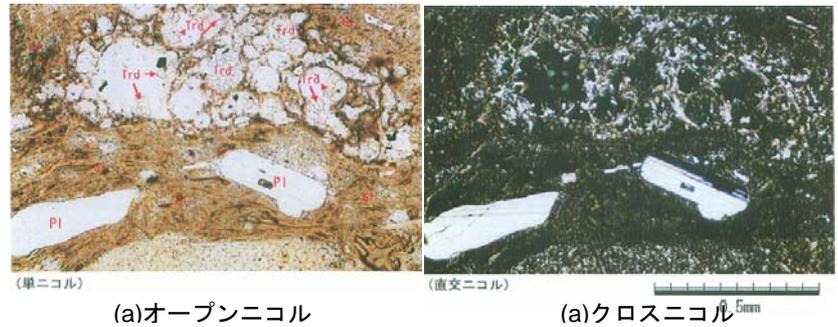


図-1 安山岩質凝灰岩の偏光顕微鏡像

(2)S 擁壁の事例

S 擁壁では、写真-2 に示すようなひび割れ状況が認められた。なお、架設年次等は不明である。S 擁壁は 2 段で構成されており、上段において大きなひび割れや白色物質が滲出している状況が確認された。下段においてひび割れは認められず、健全であると判断された。

コンクリートは上段と下段で若干異なっていた。水溶性アルカリ量は上段において 3.96kg/m^3 、下段において 3.56kg/m^3 であり、アルカリ総量に換算すると $6\text{-}7\text{kg/m}^3$ 程度となる。いずれもアルカリ総量規制値を超えているが、それほど大きな差は認められなかった。粗骨材の岩種構成は、上段では両輝石安山岩が 100% であり、偏光顕微鏡観察および粉末 X 線回折の結果、ガラスと若干のクリストバライトが確認された。さらに、SEM-EDS により両輝石安山岩の周囲には ASR ゲルの生成が認められた(図-3(a))。下段においては、粗骨材の岩種構成は両輝石安山岩 67%、変はんれい岩 33% であった。両輝石安山岩の偏光顕微鏡観察および粉末 X 線回折の結果、ガラスと若干のクリストバライトが確認された。さらに、SEM-EDS により両輝石安山岩の周囲には ASR ゲルの生成が認められた(図-3(b))。以上から、上段と下段のひび割れの違いは、岩種構成の違いによる ASR に起因するものと考えられた。

この劣化事例の特徴として、ともにほぼ同等のアルカリ総量であるが岩種構成が異なること、ASR ゲルの生成は認められたことが挙げられる。このように、岩種構成およびアルカリ総量を評価することが ASR 診断にとって非常に重要である。

しかし、上段と下段ではひび割れ状況は全く異なり、安易にこのようなマイクロな領域の診断結果をマクロなひび割れに対応させることは非常に危険であると考えられる。よって、ひび割れの原因を診断する際には、総合的な診断が必要不可欠である。「ASR ゲルの存在」=「構造物の ASR 劣化」には必ずしも一致しない²⁾。SEM-EDS のような微小領域の評価がマクロなひび割れの原因であることを適切に評価する必要がある。

4. 結論

- 1) 現行の新設構造物に対するアルカリ総量規制値 3.0kg/m^3 以下であっても、ペシマム現象によって ASR 被害が生じる可能性がある。
- 2) 「ASR ゲルの発生」と「構造物の ASR による劣化」が必ずしも一致しない。これらのことを十分に留意して ASR 診断を行う必要がある。

参考文献 1) 松下博通他:骨材のアルカリ反応性判定法に関する問題点, コンクリート工学, Vol.43, No.10, pp.9-17, 2005

2) 川端雄一郎他:既設構造物における ASR 診断手法及び対策時期の判定に関する検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.28, pp.2063-2068, 2006

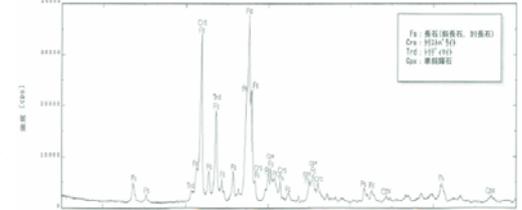


図-2 安山岩質凝灰岩の粉末 X 線回折



写真-2 S 擁壁におけるひび割れ状況

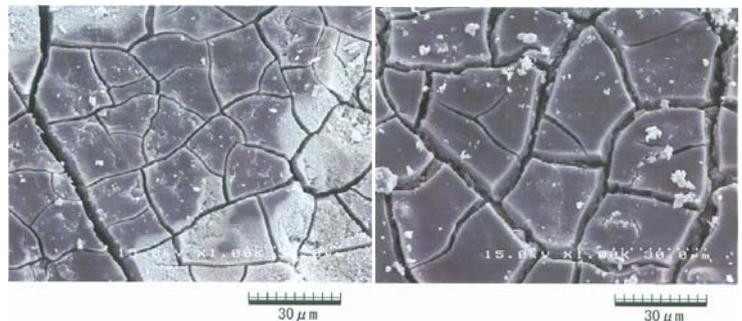


図-3 ASR ゲル観察(SEM-EDS)