

富山産河川砂利のアルカリシリカ反応性と ASR 劣化橋梁の発生状況および健全度分布

石川工業高等専門学校 正会員 ○津田 誠 アルスコンサルタンツ 正会員 麻田 正弘
野村昌弘の研究所 正会員 野村 昌弘 金沢大学 理工研究域 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

石川県能登半島最先端に位置する珠洲市では高度成長期に建設された構造物でも他市町と比較し、アルカリシリカ反応（以下、ASR と記す）による劣化橋梁が軽微なものから顕著なものまでバラツキが大きい。当該地区では大きな河川がないことから骨材事情が厳しく、コンクリート用骨材は富山県からの海上輸送や地山から安山岩砕石を採掘して利用してきた経緯がある。

そこで本研究では、当該地方のコンクリート構造物の劣化原因で深刻な ASR に着目し、石川県および富山県にて使用されてきた、コンクリート用骨材のアルカリシリカ反応性を調査するとともに、近年実施された橋梁の詳細点検結果により ASR 劣化橋梁の分布状況や劣化度の特徴を調査し、それらの関連性について検討を行った。

2. 対象構造物および使用骨材の概要

図-1 に示す珠洲市および旧の珠洲郡には、内湾の静穏な海域を利用して船によって輸送された、富山県産の河川産砂利（庄川、神通川など）が使用されていた。このため、珠洲市は同じ能登半島にありながら、石川県能登地方で ASR 劣化の原因となった安山岩砕石を使用していない地区となっていた。

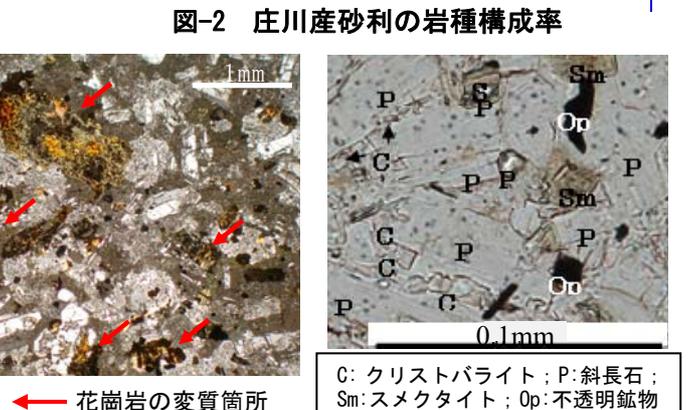
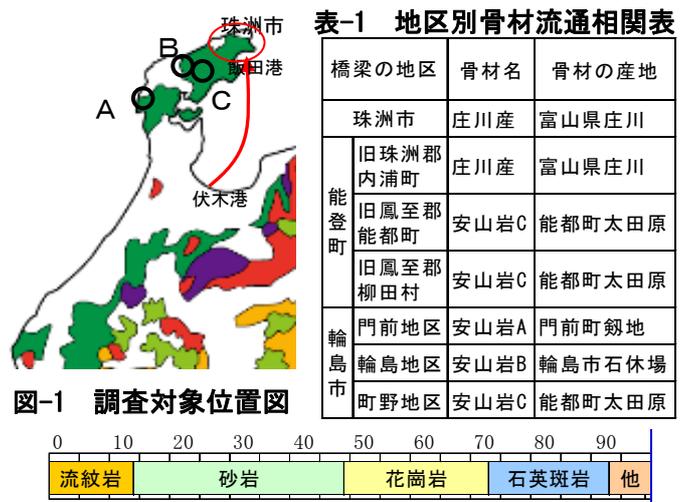
一方、珠洲市および旧珠洲郡以外の奥能登地方では図-1 に示す安山岩 A（門前）、B（石休場）、C（太田原）の 3 種の砕石が主に使用されており、また代表的な ASR 反応性を示す岩種である。奥能登地方では昭和 40 年代後半より、レディーミクストコンクリート工場によるコンクリートの製造が開始され、調査結果より、旧の行政区分ごとに、表-1 のとおり、同一地区にある橋梁にコンクリートを供給していた。

3. 結果および考察

図-2 に庄川産砂利の岩種構成率を示す。石川県能登地方で多く用いられているアルカリシリカ反応性の高い安山岩の構成率は極めて少なく、砂岩や花崗

岩が高い構成率を示した。この岩種構成率は庄川産河川砂利の特徴である。さらに、庄川産砂利を使用した構造物から採取したコアから研磨薄片を作成し、偏光顕微鏡観察（直交ニコル）を行った。この結果、写真-1 に示すとおり、変質している長石を含む花崗岩が見られた。花崗岩中の長石の変質はコンクリート中で生じたかどうかは不明であるが、変質した長石はスメクタイト化により、アルカリが溶出しやすくなる可能性が考えられた。

安山岩砕石の薄片資料を用いた偏光顕微鏡（単ニコル）による観察結果を写真-2 に示す。安山岩砕石 C は、安山岩のみから構成され、斑晶（斑点状の大きな鉱物）として主に斜長石、斜方輝石と単斜輝石を含む両輝石安山岩であった。石基（斑晶と粒間の



キーワード ASR, 安山岩砕石, 劣化橋梁, 塩化物イオン, 健全度, 促進膨張量試験

連絡先 〒929-0392 石川県河北郡津幡町北中条 石川工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL076-288-8165

細かな部分)は、主には斜長石、輝石(単斜輝石または斜方輝石)、クリストバライトの細かな結晶と、それらの粒間を埋める火山ガラスから構成されていた。また、岩石の生成以降現在にいたる期間に輝石の変質などにより生成したスメクタイト(粘土鉱物の一種)が多く含まれていた。

図-3に示す化学法(JIS A 1145)による判定結果、現行のJIS A 1145の基準では庄川産砂利は「無害」と判定され、それら以外の骨材は「無害」もしくは「潜在的有害」であった。さらに、庄川産砂利以外の骨材はモルタルバー法にて有害と判定される可能性がある溶解シリカ量Scが50mmol/lを上回っていた¹⁾。

図-4, 5に示すとおり、JIS A 1146によるモルタルバー法の結果、常願寺川産以外の膨張量は「有害」と判断される膨張率0.1%を僅かに超える値であったのに対し、ASTM C 1260による促進モルタルバー試験の結果では材齢14日時点で「有害」と判定される膨張率0.2%を安山岩AとBは大きく超え、安山岩Cは「有害」となり、庄川産砂利はこの試験においては「不明確」であった。また、比較として高い反応性を示した常願寺川産にフライアッシュ(FA)を混入したケースは膨張量が少なく無害と判断された。

図-6より安山岩Aが供給された輪島市門前地区のASR、擬ASRと判定された橋梁の割合は約半分の橋梁の47%と高い結果に対し、反応性が低い庄川産の骨材が供給された珠洲市では発生率が1割未満と低い結果となり、ASTM C1260による促進モルタルバー試験結果と傾向が一致した。

図-7に示すとおりASR発生率の高い輪島市門前地区とASR発生率の低い珠洲市の健全度の傾向がほぼ同じであった。これは、珠洲市は能登半島の先端に位置しており、海岸に隣接している道路が多く、塩害などの劣化要因が原因の1つと考えられた。

4. まとめ

橋梁のASR発生率および健全度分布を調査した結果、供給された骨材とその地区におけるASR発生率とは高い相関があることが判明した。

参考文献

1) 津田 誠, 麻田正弘, 参納千夏男, 鳥居和之: 富山産河川砂利のアルカリシリカ反応性と外来塩分環境下でのASR劣化構造物の特徴, コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.2, pp.1363-1368, 2015

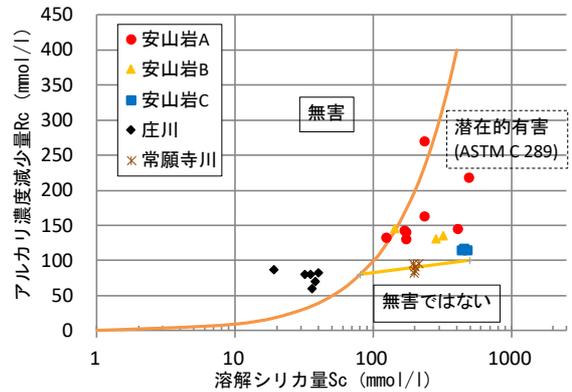


図-3 化学法 (JIS A 1145) による試験結果

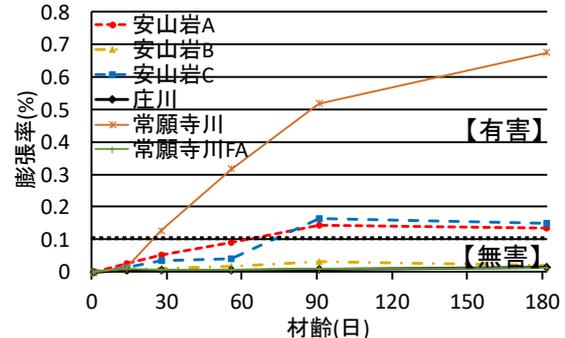


図-4 モルタルバー試験結果 (JIS A 1146)

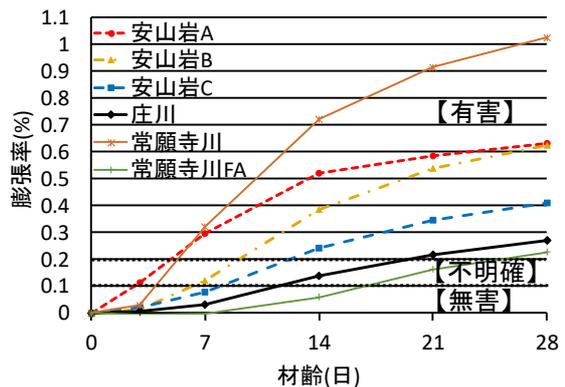


図-5 促進モルタルバー試験結果 (ASTM C1260)

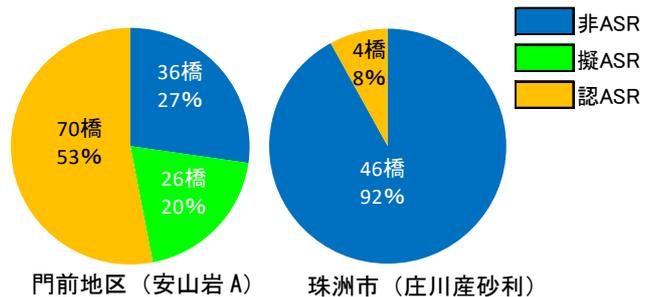


図-6 地区別 ASR 判定橋梁数と発生率

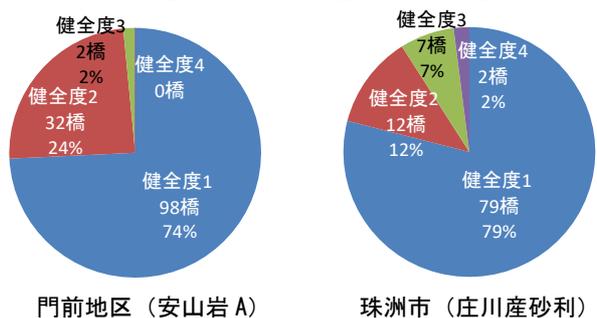


図-7 地区別橋梁健全度分布