

石川県の反応性骨材の岩石的特徴と ASR 劣化構造物マップ

金沢大学工学部 正会員 山戸 博晃

金沢大学自然科学研究科 正会員 大代 武志

金沢大学自然科学研究科 正会員 鳥居 和之

1. はじめに

石川県の反応性骨材として、能登地方の安山岩砕石と一部地域の川砂、川砂利とがある。一方、実構造物において、能登地方で産出する安山岩砕石を使用したものには、大きなASR劣化が多数発生している。石川県のASR対策検討委員会では、2004年から2年間にわたり全橋梁のASR発生状況を調査した。その結果、1027の調査橋梁の内、約300の橋梁にASRによる劣化の兆候があることを確認し、とくに奥能登地域では橋梁数の48%にASR劣化が発生していた¹⁾。本研究は、石川県内で産出する5種類の安山岩砕石と1種類の川砂利の岩石的特徴とアルカリシリカ反応性について調べたものである。

2. 実験概要

本研究に使用した骨材は、5 種類の安山岩砕石（砕石 A（能登町）、砕石 B（輪島市）、砕石 C（輪島市）、砕石 D（門前町）、砕石 E（門前町））と 1 種類の川砂利 F（白山市）の計 6 種類である。安山岩砕石の化学成分は骨材の粉末試料を使用して蛍光 X 線分析により測定した。また、骨材のアルカリシリカ反応性を化学法（JIS A1145-2001）およびモルタルバー法（JIS A1146-2001）により実施した。使用したセメントは普通ポルトランドセメント（密度： 3.16g/cm^3 、等価アルカリ量：0.68%）である。

3. 実験結果および考察

石川県内の安山岩岩体の分布状況を図-1 に示す。能登半島の北部には安山岩の岩体が帯状に横断しており、この地域に多くの採石場がある。本研究に使用した安山岩の反応性鉱物(クリストパライトおよび火山ガラス)の含有量は、採取地によって大きく相違しており、門前産のものには火山ガラスが多く残存しているのに対して、風化・変質作用を受けた輪島産のものには火山ガラスが少量しか含有されておらず、スメクタイト化(モ

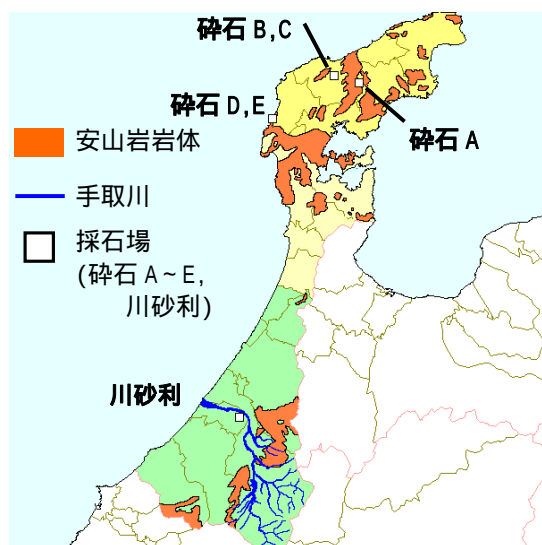


図 - 1 安山岩岩体の分布状況

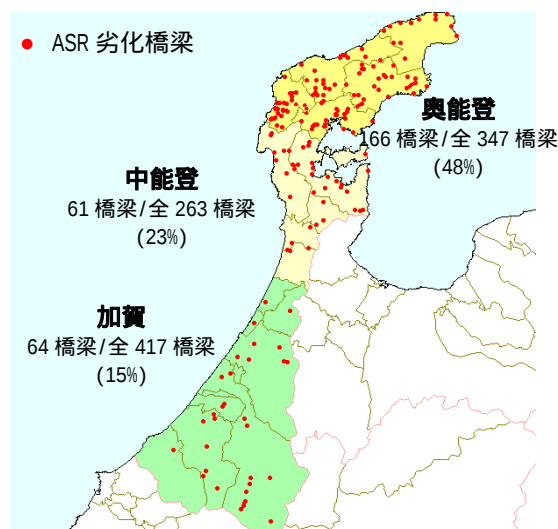


図 - 2 ASR 橋梁の分布状況

キーワード：反応性骨材，アルカリシリカ反応性，モンモリロナイト

連絡先:工学部土木建設工学科 〒920-1192 金沢市角間町 Tel & Fax 076-264-6365

表 - 1 安山岩碎石の化学成分およびモルタルバー法の判定結果

	化学成分(%)							JIS A 1146		ASTM C 1260	
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	膨張量(%)	判定結果	膨張量(%)	判定結果
碎石 A	60.7	20.1	5.9	4.8	3.2	1.8	2.3	0.15	無害でない	0.27	有害
碎石 B	63.1	20.2	5.0	4.6	3.2	1.5	1.4	0.02	無害	0.26	有害
碎石 C	62.2	19.6	4.7	5.5	2.6	0.8	3.4	0.08	無害	0.44	有害
碎石 D	58.4	23.2	5.1	5.9	3.1	2.2	0.9	0.14	無害でない	0.54	有害

ンモリロナイト)が進行しているのが特徴であった。石川県内の ASR 橋梁の分布状況を図-2 に示す。橋梁の規模や ASR 損傷度とは無関係に ASR 劣化橋梁の分布状況だけを見ると、安山岩碎石を使用した奥能登地域には、ASR 劣化橋梁が多く存在していた。奥能登地域の ASR はすべて安山岩碎石によるものであるが、中能登地域や加賀地域での ASR は川砂および川砂利が原因であり、そのため ASR 損傷度も比較的軽微なものが多いのが特徴であった。

能登産の安山岩碎石の化学成分およびモルタルバー法の判定結果を表-1 に示す。安山岩の主要な化学成分は、シリカ分(60%)およびアルミナ分(20%)であり、モンモリロナイトを含有するもの(灰色または褐色)はガラス質のもの(黒色)と比較すると、シリカ分が多くなり、アルミナ分が少なくなるという特徴があった。また、安山岩には 5% 程度のアルカリ分が含有されており、マグネシウム量には採取地による相違が顕著に認められた。モルタルバー法(JIS A 1146)では、碎石 A および D は 0.1% 以上の膨張量が発生し、「無害でない」と判定されたのに対して、スメクタイト化が進んだ碎石 B および C は川砂利と同様に大きな膨張が発生せず、「無害」と判定された。

化学法(JIS A1145)による判定結果を図-3 に示す。すべての安山岩碎石は化学法(JIS A1145)により「無害でない」と判定されるとともに、化学法(ASTM C289)における「潜在的有害」の判定領域にプロットされた。とくに、スメクタイト化が進んだ碎石 C は、モンモリロナイトのアルカリ吸着作用により、アルカリ濃度減少量が大きくなった。能登産の安山岩碎石を使用したコンクリートは 60% から 80% の範囲にベシマム混合率をもつことが確認されており、これは化学法(ASTM C289)における「潜在的有害」に判定される結果とも一致している。それに対して、本研究で使用した手取川産の川砂利は、アルカリ濃度減少量および溶解シリカ量ともに少なく、「無害」と判定された。

4. まとめ 石川県内で産出する反応性骨材の岩石的特徴とアルカリシリカ反応性を調べた結果、安山岩碎石の採取地によって反応性鉱物(クリストバライトおよび火山ガラス)の種類とその含有量が大きく相違していた。すなわち、門前産のものには火山ガラスが多く残存していたが、風化・変質作用を受けた輪島産のものには火山ガラスが少量しか含有されておらず、スメクタイト化(モンモリロナイト)が進行していた。また、化学法の結果より、能登産の安山岩はすべて「潜在的有害」(ASTM C 289)と判定され、これは能登産の安山岩碎石を使用したコンクリートがベシマム混合率をもつこととも一致していた。

参考文献

- 1) 鳥居和之, 樽井敏三, 大代武志, 平野貴宣: 能登半島の ASR 劣化構造物に関する一考察, コンクリート工学年次論文集, Vol. 28, No. 1, pp. 779-784, 2006.

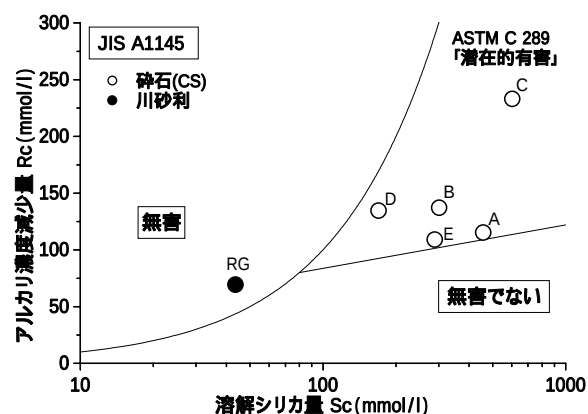


図 - 3 化学法(JIS A 1145)による判定結果