

石川県の反応性骨材と ASR 劣化構造物の特徴

金沢大学大学院 自然科学研究科 学生員 ○平野 貴宣
富山県 富山土木センター 正会員 大代 武志
金沢大学大学院 自然科学研究科 正会員 鳥居 和之

1. まえがき

石川県にはアルカリシリカ反応（ASR）による劣化を受けた構造物が多く存在する．2004 年度，石川県では ASR 対策検討委員会を立ち上げ，能登有料道路以外の石川県の橋梁の ASR 発生状況を調べた．その結果，1027 橋梁の内，約 300 のものに ASR による劣化の兆候があることを確認した．とくに，奥能登地域では橋梁数の 48% が ASR による劣化の兆候が認められた．本研究は，石川県の ASR 劣化構造物の発生状況をコンクリートに使用された安山岩碎石の岩石・鉱物学的特徴や構造物から採取したコアの力学的性質より検討したものである¹⁾．

2. 調査概要

当該地域における ASR 発生に関する調査を設計図書などから机上調査を行うとともに，現地調査による確認を実施した．また，岩石・鉱物学的調査では能登地域の代表的な安山岩の偏光顕微鏡観察および X 線回折を行った．さらに，ASR 劣化橋梁からコア（直径 55 mm，長さ 30cm）を構造物の各部位から 3 本ずつ採取し，コンクリートの力学的性質（圧縮強度，弾性係数，超音波パルス速度など），残存膨張性，ASR ゲルの生成状況などを調べた．

3. 実験結果および考察

3.1 ASR 劣化構造物の発生地域と反応性骨材の分布状況

石川県における ASR が発生した橋梁の分布状況を図-1 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，石川県の奥能登地域に ASR 劣化橋梁が多く存在していることがわかる．奥能登で発生している ASR はすべて安山岩碎石によるものであることが明らかになっている．一方，中能登地域や加賀地域でも ASR が発生している．これらの地域の ASR は川砂や川砂利が原因であり，ASR 損傷度も比較的軽微なものが多く，石川県の岩体の分布状況を図-2 に示す．能登半島の北部には安山岩の岩体が帯状に分布しており，岩体は安山岩質溶岩・火砕岩と石英安山岩質溶結火砕岩とに区別される．代表的な産地（門前町と輪島市）から採取した岩石（両輝石安山岩）の X 線回折図を図-3 に示す．安山岩碎石には反応性鉱物としてクリストバライトと火山ガラスが含まれていた．門前町産と輪島市産では火山ガラスの残存量に大きな相違があり，門前町産は火山ガラスが多く残存しているのに対して，輪島市産は火

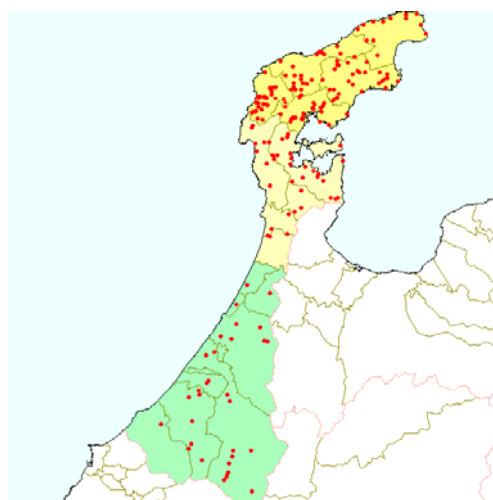


図-1 石川県における ASR 劣化橋梁の分布

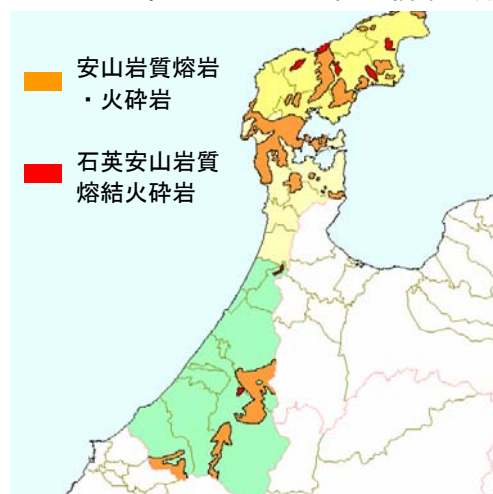


図-2 石川県における岩体の分布

キーワード ASR，鉄筋破断，岩石鉱物学的調査，アルカリシリカ反応性試験

連絡先 〒920-1192 石川県金沢市角間町 金沢大学工学部土木建設工学科 TEL076-264-6373

山ガラスが変質しており、スメクタイト化（モンモリロナイト）が進行していた。

3.2 骨材のアルカリシリカ反応性

骨材の化学法とモルタルバー法の判定結果を図-4に示す。この結果は石川県全域で実施した最初の調査をまとめたものであり、石川県を奥能登、中能登および加賀の3地域に区分している。奥能登地域のもは約60%がいずれかの試験で「無害でない」と判定されており、それらはすべて安山岩砕石であった。ここで問題となるのは、骨材の化学法とモルタルバー法の判定結果が一致しない場合（IおよびIV）が比較的多く存在することである。Iのケース（化学法で「無害」と判定され、モルタルバー法にて「無害でない」と判定）は川砂や川砂利中の安山岩粒子または流紋岩粒子混入のペシマム現象から、IVのケース（化学法で「無害でない」と判定され、モルタルバー法にて「無害」と判定）は前述したように安山岩砕石のスメクタイト化との関係から、それぞれ説明が可能である。

3.3 構造物のASR劣化度とコアの力学的性質

コンクリートの圧縮強度と静弾性係数/圧縮強度比の関係を図-5に示す。この図において健全なコンクリートを示す曲線から外れて、プロットが原点に近づくにつれてASRによる損傷度が大きいものと判断される。このグラフから、20年以上が経過したコアの強度は設計基準強度（21 または 24 N/mm²）を大きく下回るものがあり、ASRが発生した構造物からのコアは圧縮強度がかなり低下しているのが明らかである。また、鉄筋破断が発生した箇所から採取したコアは通常のコアと比較して圧縮強度および弾性係数ともに大きく低下しているのが特徴である。

4. まとめ

(1) 骨材のアルカリシリカ反応性試験では、奥能登のもの50%以上が「無害でない」という結果を示すのに対し、中能登や加賀ではほとんどのものが「無害」と判定された。

(2) 鉄筋破断が発生した箇所から採取したコアは通常のコアと比較して圧縮強度および弾性係数ともに大きく低下し、設計基準強度を下回っていた。

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.28，2006.6

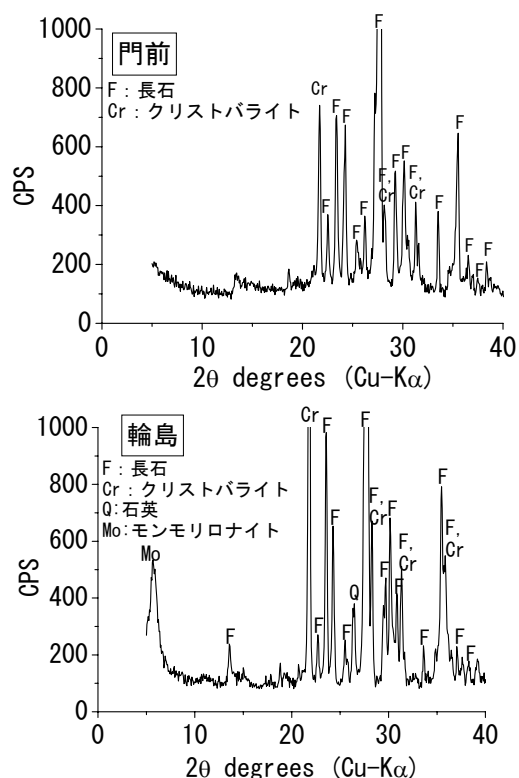


図-3 安山岩（輪島市産と門前町産）のX線回折図

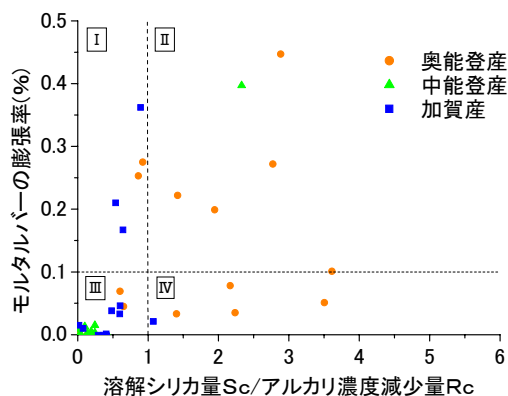


図-4 モルタルバー法の膨張率と化学法の溶解シリカ量/アルカリ濃度減少量との関係

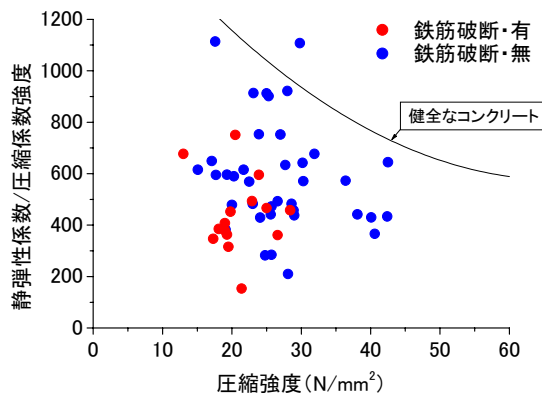


図-5 ASR劣化構造物から採取したコアの圧縮強度と静弾性係数/圧縮強度との関係