

## 常願寺川及び九頭竜川産河川砂利の反応性と分級フライアッシュによる ASR 抑制効果

金沢大学自然科学研究科環境デザイン学専攻 学生会員 ○久司 成利  
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 正会員 山戸 博晃  
 金沢大学自然科学研究科環境デザイン学専攻 学生会員 中島 隆甫  
 金沢大学 理工研究域環境デザイン学系 正会員 鳥居 和之

## 1. はじめに

北陸地方は火山岩を主体とする地層が広く分布しており、河川産骨材にはアルカリシリカ反応 (ASR) の反応性がある安山岩や流紋岩が含まれている。実際、富山県と福井県ではグリーンタフが上流域に存在する常願寺川や九頭竜川産の川砂や川砂利が使われたコンクリート構造物において、ASR による劣化が多数報告されている。一方、JIS A5308 による ASR 抑制対策は、アルカリ総量規制、混合セメントの使用と「無害」と判定された骨材の使用が基本となる。しかし、オパールやクリストバライトを含み、ペシマム現象が顕著となる北陸地方の河川産骨材にはアルカリ総量規制(3kg/m<sup>3</sup>)による抑制には限界がある。従って、この地方の ASR 抑制対策としては混合セメントの使用が最も有効とされている。そこで本研究では、富山県の常願寺川及び福井県の九頭竜川産の河川産砂利について、それらの岩石学的特徴と分級フライアッシュによるモルタルバーの ASR の抑制効果について 2, 3 の考察を行なった。

## 2. 実験概要

## 2. 1 使用材料

本研究では、富山県と福井県それぞれを代表する骨材である、常願寺川産の河川砂利(密度: 2.65g/cm<sup>3</sup>, 吸水率: 1.45%)と九頭竜川産の河川砂利(密度: 2.65g/cm<sup>3</sup>, 吸水率: 1.42%)を使用した。分級フライアッシュ (JIS A6201 規格のⅡ種灰相当品)は、「地産地消」および「環境負荷軽減」の観点から富山県の常願寺川産河川砂利には七尾大田火力発電所産の分級灰(密度: 2.44g/cm<sup>3</sup>, ブレーン値 4870cm<sup>2</sup>/g)を、福井県の九頭竜川産河川砂利には敦賀火力発電所産の分級灰(密度: 2.28g/cm<sup>3</sup>, ブレーン値 4740cm<sup>2</sup>/g)をそれぞれ普通ポルトランドセメント(OPC, 密度: 3.16 g/cm<sup>3</sup>, 等価アルカリ量: 0.55%)に対して 15%内割置換(FA15%と略記)で使用した。

## 2. 2 試験方法

使用骨材のアルカリシリカ反応性、およびフライアッシュによる ASR 抑制効果を調べるために、現行の化学法(JIS A1145)とモルタルバー法(JIS A1146, 温度 40°C, 相対湿度 95%以上で養生)、促進モルタルバー法(ASTM C1260, 温度 80°C の 1N・NaOH 溶液に浸漬)を実施した。その際に、JIS A1146 での評価には、フライアッシュに含有されるアルカリを考慮してモルタルのアルカリ量を 1.2%に調整したのに対して、ASTM C1260 ではアルカリ量の調整は実施していない。

## 3. 実験結果および考察

## 3. 1 骨材のアルカリシリカ反応性の評価

使用骨材の化学法(JIS A1145)による判定結果を図-1 に示す。本判定には JR 東日本の判定基準も挿入してある。JIS A1145 の判定では、常願寺川産は「無害でない」、九頭竜

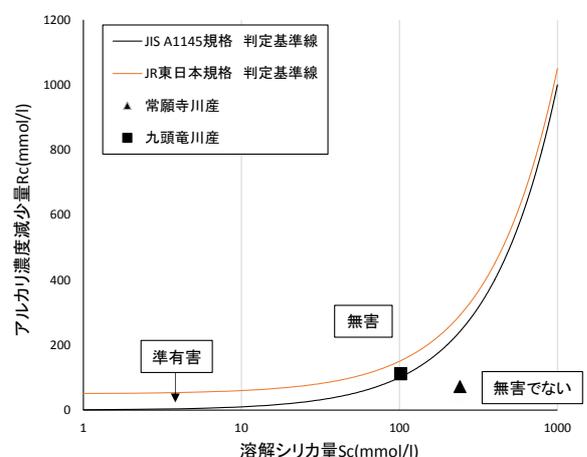


図-1 化学法 (JIS A1145) による判定結果

キーワード: アルカリシリカ反応(ASR), モルタルバー法(JIS A1146), 促進モルタルバー法(ASTM C1260)

連絡先: 金沢大学理工研究学域環境デザイン学系 〒920-1192 金沢市角間町 Tel&Fax 076-264-6365

川産は「無害」と判定されたが、JR 東日本の判定基準によると九頭竜川産は「準有害」と判定された。現行の JIS A1145 の基準では、「無害」と判定された骨材はモルタルバー法(JIS A1146)の試験は必要ないとされている。しかし、北陸地方における実構造物での ASR の発生状況を考慮すると、化学法(JIS A1145)のみの判定では不十分であることが指摘されている。

常願寺川産河川砂利と九頭竜川産河川砂利に対するモルタルバー法(JIS A1146)と促進モルタルバー法( ASTM C1260)の結果を図-2 および図-3 に示す。

ASTM C1260 では、JIS A1146 で「無害」と判定された九頭竜川産河川砂利が「有害」と判定されており、実際のコンクリート構造物での ASR の発生状況を反映した、より適切な判定結果となっている。

### 3. 2 フライアッシュによる ASR 抑制効果の比較検討

常願寺川産河川砂利と九頭竜川産河川砂利の両砂利の岩石学的な相違は、前者は安山岩の含有率が後者よりも大きいことと、前者には極めて反応性が高いオパールが含有されていることにある。ASTM C1260 によるモルタルバーの全体的な膨張挙動はほぼ同様であり、また、ASTM C1260 は早期に膨張が促進されているので、フライアッシュによる ASR 抑制効果を明確にすることができた。一方、JIS A1146 によりほとんど膨張が発生しなかった両砂利以外の河川産骨材に対して、ASTM C1260 では OPC と FA15%における膨張挙動の相違が明確になった。

九頭竜川産の OPC は JIS A1146 において「無害」と判定されたが、ASTM C1260 によると「有害」と判定され、実際のコンクリート構造物での ASR の発生状況とも一致している。また、OPC と FA15%の膨張挙動を比較すると、JIS A1146 と ASTM C1260 の両試験法ともに FA15%による ASR 抑制効果を確認することができる。このことより、ASTM C1260 は JIS A1146 よりも早期に判定が可能となる利点があり、フライアッシュによる ASR 抑制効果の確認にも有効であることが明らかになった。また、極めて反応性が高く、ペシマム混合率を有する常願寺川産河川砂利に対して、フライアッシュによる ASR 抑制効果は顕著であり、完全に ASR を抑制することができた。

### 4. まとめ

- (1) 北陸地方における実構造物での ASR の発生状況を考慮すると、骨材の化学法(JIS A1145)のみの ASR 判定では不十分であった。
- (2) 北陸地方の河川産骨材や碎石の ASR 判定には、促進モルタルバー法( ASTM C1260)が有効であった。
- (3) 促進モルタルバー法( ASTM C1260)はモルタルバー法(JIS A1146)よりも早期に判定が可能となる利点があり、フライアッシュによる ASR 抑制効果の確認にも有効であった。
- (4) きわめて反応性が高く、ペシマム混合率を有する常願寺川産河川砂利に対して、フライアッシュによる ASR 抑制効果が大きく、完全に ASR を抑制することができた。

参考文献 (1) 中島隆甫, 山戸博晃, 久司成利, 広野真一: 北陸地方の代表的骨材に対するフライアッシュと高炉スラグ微粉による ASR 抑制効果の比較検討, コンクリート工学年次論文集, 2014

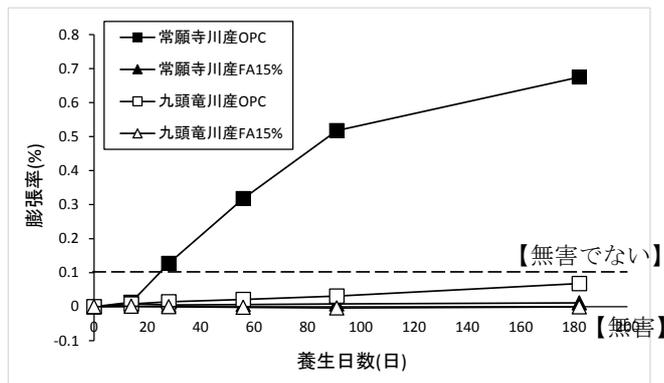


図-2 モルタルバー法(JIS A1146)による判定結果

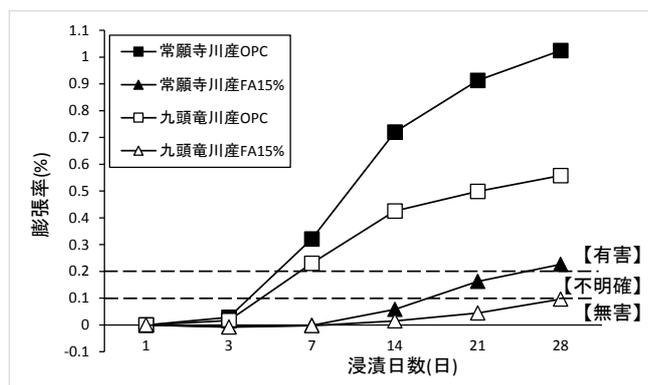


図-3 促進モルタルバー法( ASTM C1260)による判定結果