

## 実構造物に使用したコンクリート配合に対するアルカリシリカ反応抑制の確認試験

琉球セメント（株）○比屋根方新，神谷和志，上里尚也  
琉球大学 富山潤，須田裕哉，藍檀オメル，佐古翔輝

## 1. はじめに

近年，沖縄県のコンクリート用細骨材として使用されている新川沖産海砂に微晶質石英や隠微晶質石英などの有害鉱物が含まれ，それらが遅延膨張性のアルカリシリカ反応（ASR）を起こす可能性があることが明らかとなっている．国内における現行の試験方法である化学法およびモルタルバー法では，反応性の低い遅延膨張性骨材により生じる ASR の危険性を検出できない可能性があり，新しい試験法の検討が行われている<sup>1)</sup>．また，文献2)では，ASR の新しい促進膨張試験として，RILEM の AAR-4.1「Detection of potential alkali-reactivity-60°C test method for aggregate combinations using concrete prisms」を参考にした検討が行われている．

このような背景の中，沖縄県では，ASR 抑制のために，フライアッシュコンクリートの利用が積極的に進められている．本研究では，沖縄県でフライアッシュコンクリートを使用して実際に建設された2つの橋梁の下部工および上部工の配合を用い，フライアッシュの ASR 抑制効果を文献2)で検討されている促進膨張試験により確認した．なお，現在確認されている海砂に起因した ASR の劣化状況は，軽微でかつ限定的であり，致命的な劣化を引き起こす可能性は低いが，塩害の厳しい沖縄県では，塩害との複合劣化に対する対策が必要である．

## 2. 試験概要

## (1)使用材料および供試体

沖縄県内の細骨材に使用されている海砂は，図1から分かるように，遅延膨張性の ASR を生じる微晶質石英や隠微晶質石英を含む変成岩（砂岩，頁岩，泥岩等）や堆積岩（珪質粘板岩，珪岩，変成砂岩，粘板岩等）が80%以上を占めており，ASR の生じる可能性のある骨材である．本研究では，沖縄県のコンクリート用細骨材として使用されている本部産石灰岩砕砂（非反応性）と新川沖産海砂（反応性）の混合砂（F.M=2.8）を用い，促進膨張試験

用に供試体を作製した．供試体は，コンクリート中のアルカリ総量が  $5.5\text{kg/m}^3$  となるように特級試薬の NaOH 水溶液を，あらかじめ練り混ぜ水に添加して調整した．表1に配合を示す．供試体の寸法は， $75\times 75\times 250\text{mm}$ （約  $3.5\text{kg}$ ）のコンクリートプリズム（CPT）である．また，それぞれの橋梁の下部工および上部工の配合に対して普通ポルトランドセメント使用（NC）とフライアッシュセメント使用（FC）の2水準とした．

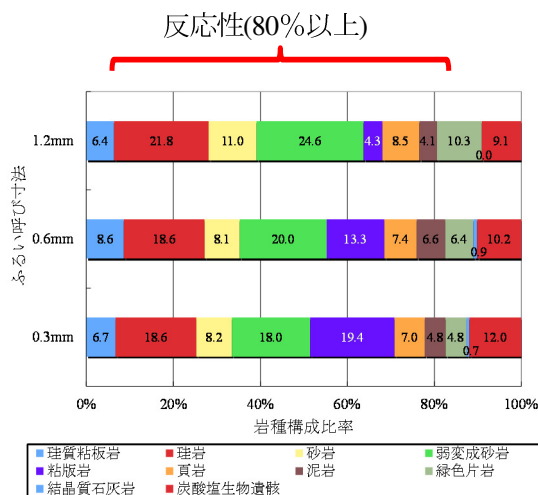


図1 海砂の岩種構成比

## (2)養生方法

本研究では，RILEM AAR-4.1 を元にした方法で行った．供試体は，アルカリ溶脱と乾燥を防ぐために  $1.33\text{mol/l}$  の NaOH 水溶液  $50\text{g}$  を吸水させた不織布 1 枚で供試体を包み，その上からラップフィルムで密封する．供試体を格納した格納容器を養生槽へ静置し，温度  $60^\circ\text{C}$  一定環境で養生を行う．

## (3)測定方法

長さ変化を計測する  $24\pm 2$  時間前に，格納容器を養生槽から取り出し，測定室に静置する．測定の際は，取り出した供試体の余分な水分を取り除き，供試体の質量を測定する．コンタクトゲージ法により測定を行う．

測定材齢は，脱枠時，5，10，15，20，26 週とする．写

キーワード：遅延膨張性，アルカリシリカ反応，コンクリートプリズム，促進膨張試験，実配合

連絡先：〒901-2123 沖縄県浦添市西洲 2-2-2 琉球セメント株式会社 E-mail: hiyane@ryukyusement.co.jp

表 1 配合表

| 試験体名 | 設計基準強度<br>(N/mm <sup>2</sup> )                                                              | W/C(%) | s/a(%) | 単位量(kg/m <sup>3</sup> ) |     |     |      |      |      |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|--------|-------------------------|-----|-----|------|------|------|
|      |                                                                                             |        |        | W                       | C27 | FB  | S1   | S2   | G    |
|      |                                                                                             |        |        |                         |     |     | (砕砂) | (海砂) |      |
| NC-1 | 27                                                                                          | 48.5   | 47.9   | 156                     | 322 | —   | 310  | 562  | 980  |
| FC-1 |                                                                                             |        | 47.5   |                         | —   | 322 | 306  | 552  |      |
| NC-2 | 60                                                                                          | 32     | 36.8   | 160                     | 500 | —   | 251  | 378  | 1129 |
| FC-2 |                                                                                             |        | 35.9   |                         | —   | 500 | 243  | 363  |      |
|      | W/C：水セメント比，s/a：細骨材率，W：水，C：普通ポルトランドセメント（琉球セメント産），<br>FB：フライアッシュセメント B 種(琉球セメント産)，S：細骨材，G：粗骨材 |        |        |                         |     |     |      |      |      |

真 1~4 に測定方法, ラッピング, 格納容器, 養生の様子などを示す。



写真 1 測定の様子



写真 2 ラップ養生



写真 3 格納容器



写真 4 恒温恒湿器

### 3. 試験結果および考察

図 2 は圧縮試験の結果である。FC よりも NC の方が強度は高くなった。これはセメントの一部がフライアッシュに置き換わっているためである。しかし、いずれの供試体も設計基準強度を満足している。図 3 は促進膨張試験の結果を示している。この図から、2 つの橋梁橋台の NC では膨張挙動が表れているのに対し、フライアッシュセメントを用いた場合は、膨張が抑制されているのがわかる。以上の結果より、フライアッシュセメントを用いた配合において、設計基準強度を満足し、遅延膨張性 ASR 抑制に対して十分な効果が得られることが確認できた。したがって、沖縄県で実施したフライアッシュコンクリートの利用は妥当な判断であったといえる。

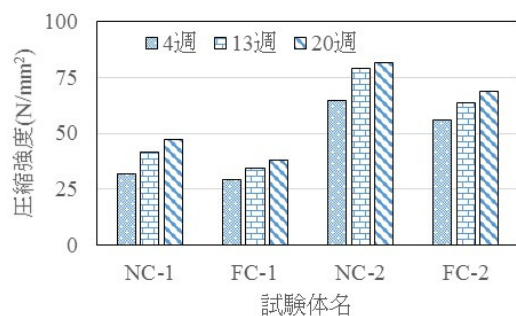


図 2 圧縮強度の結果

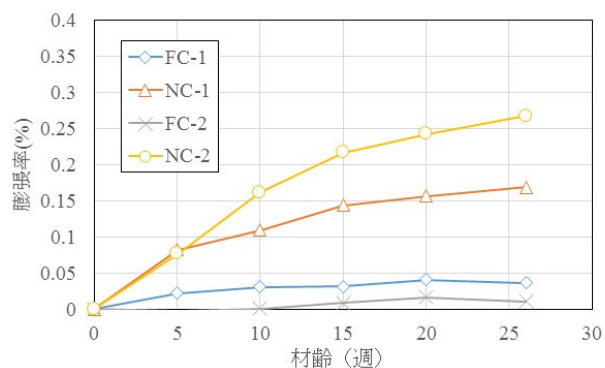


図 2 促進膨張試験の結果

### 4. まとめ

本研究では、フライアッシュコンクリートが利用され建設された 2 つの橋梁の配合に対し、RILEM AAR-4.1 をベースとした CPT 試験を実施し、フライアッシュの ASR 抑制効果の確認を行った。本研究で得られた知見と今後の課題を以下に示す。

- 1) 高アルカリ環境において、フライアッシュを用いない場合に、膨張挙動を示し、フライアッシュを用いた場合は、膨張を抑制可能であることを確認した。
- 2) フライアッシュを用いた場合に、普通ポルトランドセメントよりも強度発現は低い設計基準強度は満足することを確認した。
- 3) 今後もフライアッシュコンクリートが利用され建設された構造物の配合に対する ASR 抑制効果の確認を行う予定である。

### 参考文献

- 1) 富山潤, 知念正昭, 大宜見圭太, 山田義智: 長期暴露したフライアッシュコンクリート試験体を用いた遅延膨張型アルカリ骨材反応に関する研究, コンクリート工学年次論文集, Vol.32, No.1, pp947-952, 2004
- 2) 日本コンクリート工学会: ASR 診断の現状とあるべき姿研究委員会報告書, 2014.7