

吹付けコンクリートのアルカリ骨材反応抑制対策に関する研究

ハザマ 正会員・福留和人 谷口裕史
電気化学工業 正会員 小菅啓一 石田積 中島康宏

1. はじめに

吹付けコンクリートでは、急結剤を使用するためアルカリ総量は、通常 3.0kg/m^3 以上となる、また、初期強度の観点からセメントの種別も限定される。このことから、土木学会トンネルコンクリート施工指針では、通常のコンクリートで用いられるアルカリ骨材反応抑制対策を適用できないとし、アルカリ骨材反応に関して無害と判断される骨材を用いることと規定している。しかしながら、近年地域によっては、無害な骨材を遠方から輸送しなければならない状況が生じ、骨材のコストアップが問題となってきた。

以上の背景から、本研究では、吹付けコンクリートのアルカリ骨材反応抑制対策の検討を行った。

2. 使用材料および配合

表-1 に使用材料の一覧を示す。アルカリ骨材反応抑制対策として混合セメントの使用による効果を確認することを基本とした。また、アルカリ含有量が低く（従来の急結剤の $1/4$ に低減）、かつ、混合セメント使用時の施工性が確保できるアルカリ骨材反応抑制対策用新急結剤の適用性も検討した。反応性骨材は、粗骨材のみに使用した。

コンクリートの配合は、一般的な吹付けコンクリートの配合（スラブ：8cm、単位結合材量 360kg/m^3 、水結合材比：60%）とした。表-2 に試験ケースを示す。フライアッシュの置換率は、20%とした。

3. 試験項目および試験方法

アルカリ骨材反応の抑制効果の評価は、JCI-AAR-3法、JCI-DD2法、デンマーク法（温度 50°C 、NaCl 飽和溶液）およびカナダ法（ASTM C1260法、温度 80°C 、1N の NaOH 溶液）により行った。試験体は、パネル型枠に吹付けたコンクリートから、コアボーリングおよび切出しにより採取した。また、圧縮強度を確認するために、ピン貫入試験およびコア供試体による圧縮強度試験（材齢 7, 28 日）を行った。コンクリートは、容量 100 リットルの山中式 JET ミキサを用いて練混ぜ、模擬トンネルに於いて、アリバ 280 を用いて吹付けた。

4. 試験結果

（1）吹付け性状：いずれのケースともパネル型枠への付着性は良好であり、また、急結性も良好で、問題なく試験体を作製することができた。このことから、新急結剤を用いることで混合セメントを用いた場合でも良好な

表-1 使用材料

使用材料	種類	仕様
セメント	普通ポルトランドセメント	密度： 3.15g/cm^3
	高炉セメント B 種	密度： 3.04g/cm^3
混和材	フライアッシュ（JIS 種）	密度： 2.25g/cm^3
細骨材	川砂（無害）	密度： 2.61g/cm^3
粗骨材	川砂利（反応性骨材）	モルタル法膨張率 0.573% Rc 値 99mol/l 、Sc 値 252mol/l 、密度： 2.56g/cm^3
急結剤	CA 系	通常急結剤
	CSA 系	新急結剤（アル骨対策用）
混和剤	高性能減水剤	ポリカルボキシル酸系

表-2 試験ケース

No	セメント種類	混和材	急結剤	備考
1	普通ポルトランドセメント	-	従来急結剤	通常配合
2		-	新急結剤	アルカリ量低減
3		フライアッシュ		B 種相当
4	高炉 B 種	-		

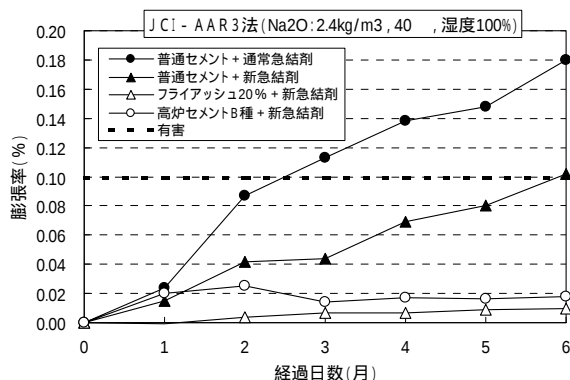


図-1 経過日数と膨張率の関係（JCI-AAR-3法）

キーワード：吹付けコンクリート，アルカリ骨材反応，急結剤，抑制対策，高炉セメント，フライアッシュ

連絡先：ハザマ技術研究所，〒305-0822 茨城県つくば市苅間 515-1 tel: 029-858-8814, fax: 029-858-8819

施工性を確保できることが確認された。

（２）アルカリ骨材反応抑制効果：図-1～図-4にそれぞれ各評価試験方法による試験結果を示す。

抑制対策を講じていない従来の吹付けコンクリートの配合（No. 1）では、いずれの評価試験でも有害とされる膨張量程度以上の膨張を示している。このことから、吹付けコンクリートに反応性骨材を用いた場合、急結剤から供給されるアルカリにより、過大な膨張を生じる可能性があることが確認された。

急結剤のみを新急結剤に変えた配合（No. 2）では、ケースNo. 1に比べて膨張量は低減されているが、無害とされる程度にまでは低減されていない。特に外部からアルカリが供給される条件の評価試験では、有害とされる膨張量を示している。このことから、急結剤のみを新急結剤に変えて総アルカリ量を低減する対策のみでは、アルカリ骨材反応の抑制は困難と言える。

高炉セメントB種、フライアッシュおよび新急結剤を用いた配合（No. 3, 4）では、膨張量は、大幅に低減されており、いずれも無害とされる膨張量以下となっている。フライアッシュを混和した配合では、いずれの試験においても、膨張はほとんど生じておらず、アルカリ骨材反応抑制効果がより高いと言える。

以上から、通常のコンクリートと同様、吹付けコンクリートにおいても混合セメントを用いることによってアルカリ骨材反応を抑制できる可能性は十分高いと言える。

図-5に圧縮強度試験結果を示す。新急結剤を用いることによって混合セメントを用いた場合でも従来配合と同等の初期強度発現性を示している。長期的には、混合セメントの効果によって従来配合より高い強度が得られている。

5. まとめ

（１）吹付けコンクリートに反応性骨材を使用した場合、急結剤から供給されるアルカリにより、過大な膨張を生じる可能性がある。

（２）吹付けコンクリートにおいても、

混合セメントおよび新急結剤を用いることによってアルカリ骨材反応による膨張を抑制することができる。

（３）新たに開発したCSA系の新急結剤を使用することにより、混合セメントを使用した場合にも良好な施工性を確保することができる。

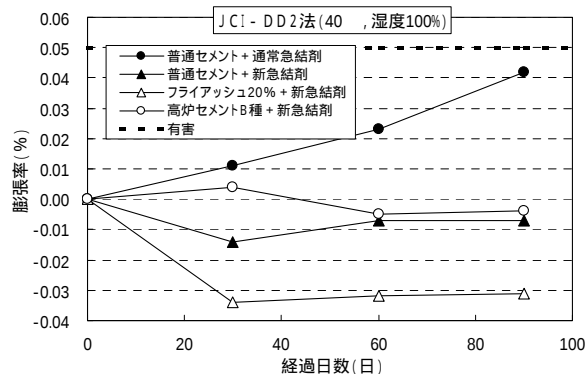


図-2 経過日数と膨張率の関係（JCI-DD2法）

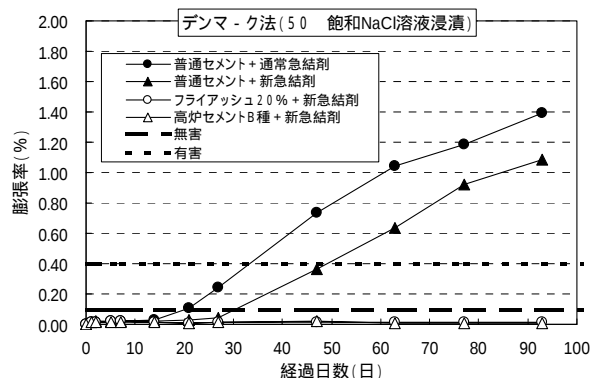


図-3 経過日数と膨張率の関係（デンマーク法）

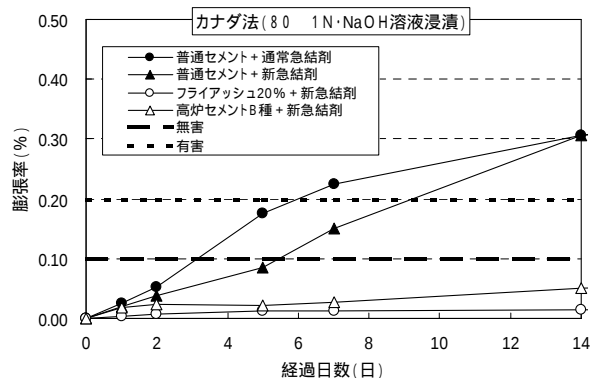


図-4 経過日数と膨張率の関係（カナダ法）

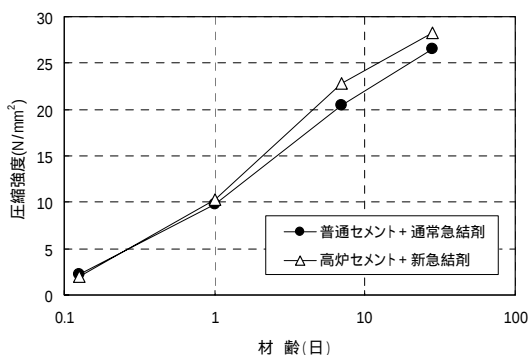


図-5 圧縮強度試験結果

