

凍結防止剤散布下におけるコンクリート床版の ASR 対策に関する検討

日本大学 学生会員 ○功刀 裕貴
 日本大学 正会員 子田 康弘
 日本大学 正会員 岩城 一郎

1. はじめに

積雪寒冷地域における道路橋のコンクリート床版は、凍結防止剤が散布されることに起因する塩害、凍害、アルカリシリカ反応(ASR)という材料劣化が顕在化している。近年では、骨材の低品質化や反応性骨材の混入に伴う ASR が懸念される

現状にある。そこで本研究では、凍結防止剤散布下におけるコンクリート床版のアルカリシリカ反応(以下、ASR)対策として、フライアッシュや高炉スラグ微粉末をプレキャスト PC 床版に用いた場合(以下、シリーズ I)と、比較的高品質のフライアッシュを PC 床版に用いた場合(以下、シリーズ II)とを想定し、これらの ASR による膨張特性を評価した。

2. 実験概要

表-1 に、コンクリートの配合と ASR 促進試験方法を示す。表より、シリーズ I は、工場製品として使用される材料を用いて、早強セメント単体(以下、HC)、早強セメントにフライアッシュを混和したもの(以下、FA)、早強セメントに高炉スラグ微粉末を混和したもの(以下、BB)により ASR に対するその対策効果を評価した。シリーズ II は、反応性粗骨材を使用し、普通ポルトランドセメントにフライアッシュ II 種(以下、FA II)、および強熱減量を 1.0%以下にした Carbon-free Fly Ash(以下、CfFA)¹⁾を混和したシリーズであり、FA の種類による ASR の対策効果を検討した。水セメント比または水結合材比(W/C, W/B)は、シリーズ I は HC, FA, BB それぞれ 35.8%, 33.9%, 30.8%であり、シリーズ II が 37%である。なお、シリーズ II では、膨張材(EX)を添加した。促進試験方法は、SSW²⁾および AAR-4.1³⁾という 2 種類を採用した。ここで、SSW は 40℃、AAR-4.1 は 60℃の環境で試験を行い、これら試験では ASR を促進させるため水酸化ナトリウム(NaOH)を供試体作製時に添加している。供試体形状は、写真-1 に示したように、SSW では φ100×200mm の円柱供試体を用い、AAR-4.1 では 75×75×250mm の角柱供試体を用いた。測定項目は、所定の促進日数経過後の膨張量であり、写真-2 のようにコンタクトゲージを用いて基長の変化を測定し膨張量を算出した。なお、シリーズ II の実験は、現在も継続中のため、本稿では途中経過を示す。

表-1 コンクリート配合と実験条件

シリーズ	ID	W/C W/B (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)							SP	AE	NaOH	促進方法※							
				W	C	B			S	G				SSW 20% NaCl	AAR-4.1 1.5mol/l NaOH						
						FA	EX	BB													
I	HC	35.8	41	145	405	-	-	-	726	1061	2.321	0.0486	2.4 4.2	○	□						
	FA	33.9			377	94	-	-	691	1009	2.821	0.1712	2.4 4.5	○	□						
	BB	30.8			214	-	-	214	712	1040	2.012	0.2826	2.4 4.4	○	□						
	II	FA II			37	45	160	432	86.4	20	-	713	894	3.77	0.0538	2.4 4.2	○	□			
											-	711	892	5.38	0.1615	2.4 4.2	○	□			
		CfFA									-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-			-	-							-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

※○=円柱, □=角柱

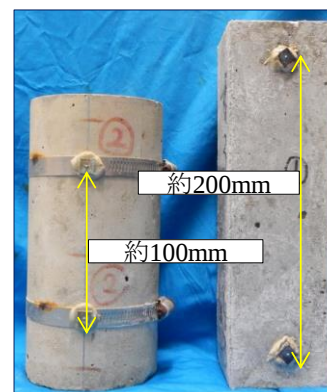


写真-1 供試体概要



写真-2 コンタクトゲージ法

キーワード アルカリシリカ反応, 凍結防止剤, フライアッシュ, 高炉スラグ微粉末, RC 床版

連絡先 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原 1 番地 日本大学工学部土木工学科 TEL 024-956-8721

3. 実験結果と考察

図-1 に、シリーズ I の SSW による結果を示す。図中には供試体間のバラツキ(n=3)も併せて示した。図より、ひずみは、促進開始(材齢 1 日)より、収縮側に増加したが、そのひずみ量は概ね-100 μ から-300 μ であった。これは、FA や BB を混和したことと、低水結合材比の影響で顕著な自己収縮が生じたためと考えられる。その後は、僅かな膨張傾向を示したものの、HC の促進 182 日であっても-51 μ と ASR による膨張が生じているとは言い難い。これに対して、図-2 に、AAR-4.1 の結果を示す。図より、SSW 同様に促進開始から促進 56 日目まではひずみに変化がないか収縮側であったが、これを過ぎると膨張側にひずみが増加する傾向に転じた。促進 182 日に着目すると、FA と BB は概ね 500 μ 以下だったのに対し、HC に関しては 2200 μ の膨張量を示した。これより、AAR-4.1 という SSW よりもコンクリート中のアルカリ(Na^+)量が高い環境において膨張を示したということは、シリーズ I で使用した骨材に遅延膨張性の骨材が混入していた可能性があり、より厳密な評価を行うには岩石学的診断が必要と考えられる。次に、シリーズ II の SSW と AAR-4.1 を、図-3 と図-4 にそれぞれ示す。図より、SSW では促進開始直後から多少収縮側に推移したが、AAR-4.1 では著しい膨張が示された。SSW 試験においては、シリーズ I と同様に、FA を混和したことによる水結合材比の低下により顕著な自己収縮が生じたためと考えられる。一方、AAR-4.1 は、60℃の恒温環境においたことで膨張材が異常膨張を示したことが原因と考えられる。促進 14 日経過後からは、試験方法および FA の種類を問わず、膨張が生じることなく一定に推移している。これより、反応性骨材を用いたコンクリートではあるが FA を混和することで ASR の発生を抑制しているものと解釈され、FA の有効性が確認された。

4. まとめ

凍結防止剤散布下を想定した各種 ASR 試験より、高品質 FA や BB の使用は、厳しい ASR 環境においても抜群の抑制効果を示すため、高耐久 PC 床版への適用が望まれる。なお、試験方法によっては膨張材の温度に依存した異常膨張挙動を示すため留意が必要である。

謝 辞:本研究の一部は、(株)IHI インフラ建設との共同研究の一環として行われた。ここに記して謝意を表します。

【参考文献】

- 1)大谷俊浩・三島剛・佐藤嘉昭・上田賢司(2015):改質フライアッシュコンクリートの実構造物への適用と 8 年経過後の耐久性評価,コンクリート工学年次論文集, Vol.37, No.1, pp.103-107.
- 2)三浦尚他(1993):外部から侵入する塩化ナトリウムがアルカリ骨材反応に及ぼす影響,第 47 回セメント技術大会講演集, pp.432-437
- 3)日本コンクリート工学会(2014):ASR 診断の現状とあるべき姿勢委員会報告書

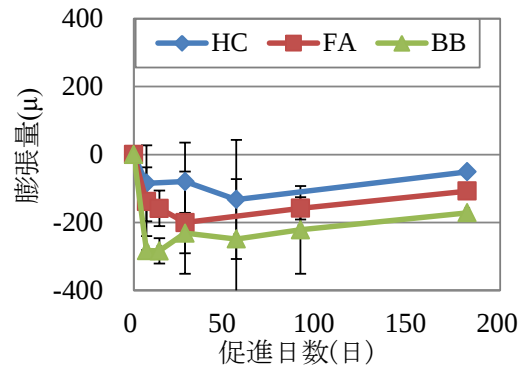


図-1 シリーズ I SSW 試験

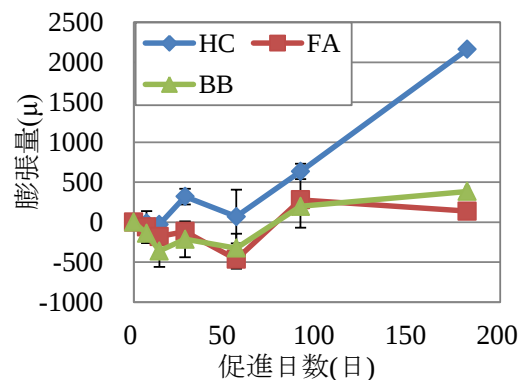


図-2 シリーズ I AAR 試験

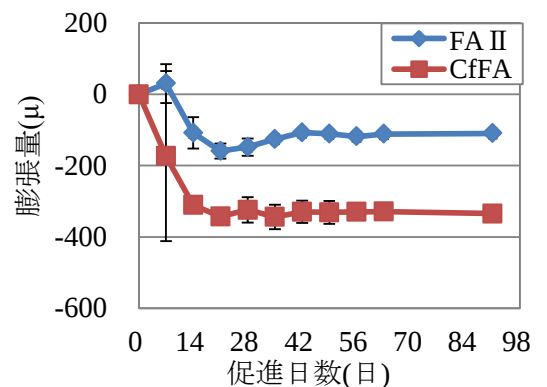


図-3 シリーズ II SSW 試験

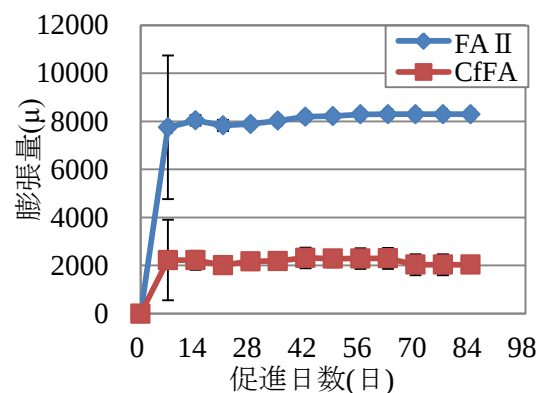


図-4 シリーズ II AAR 試験