

無塩化物型凝結促進剤を用いた高流動コンクリートの特性

日本大学大学院理工学研究科 学生会員 ○岡ノ谷圭亮
日本大学理工学部 正会員 梅村靖弘

1. はじめに

近年、施工実績が増加している高流動コンクリートは、高性能 AE 減水剤や増粘剤ならびに混和材の使用が不可欠であるが、その使用量の増加により凝結遅延を引き起こす場合がある。凝結遅延の改善策として塩化カルシウムを主成分とした凝結促進剤の添加が効果的である。しかし、塩化カルシウム中に含まれる塩素が鉄筋を腐食させる原因となることから、現在、使用ができない状況にある。本研究は、塩化カルシウムの代替となる塩化物を含まない凝結促進剤を提案し、フライアッシュおよび高炉スラグ微粉末を混和した高流動コンクリートへ適用した場合の凝結と圧縮強度及び乾燥収縮に与える影響について検討するとともに、現在、促進剤として主流となっている亜硝酸カルシウムとの比較を行った。

2. 実験概要

2.1 使用材料：使用材料を表-1 に示す。本研究で用いた無塩化物型凝結促進剤(SA)は硫酸アルミニウム(AS)、硝酸バリウム(BA)を混合した薬品である。SA の配合は、AS と BA の添加率の割合を 1:1.5 とした。

2.2 配合条件：セメントをフライアッシュ(FA)、高炉スラグ微粉末(BS)で置換しないブレン配合(PL)と FA で置換した配合をシリーズ 1 とし、BS で置換した配合をシリーズ 2 とした。亜硝酸カルシウム(CN)の添加率は B に対して 0.3%とした。各配合を表-2、表-3 に示す。

2.3 流動性試験：コンクリートの練混ぜ方法は、セメントとフライアッシュ及び、高炉スラグ微粉末、細骨材、増粘剤を 30 秒間空練し、水、高性能 AE 減水剤、AE 剤および SA を入れてモルタルを 60 秒間練混ぜた後、さらに粗骨材を入れて 120 秒間練混ぜた。流動性試験としてスランプフロー試験を JIS A 1150 により行い流動性の経時変化を練混ぜ直後、30、60 分経過ごとに測定した。

2.4 凝結試験：コンクリートの凝結試験は、JIS A 1147 によりプロクター貫入抵抗試験を行った。

2.5 圧縮強度試験：コンクリートの圧縮強度試験は、JIS A 1108 により行った。試験供試体は、材齢 1 日目に脱型後、試験材齢まで標準養生を行った。

3. 実験結果と考察

3.1 流動性試験結果：図-2 に実験シリーズ 1 におけるスランプフロー値の経時変化を示す。図中の値は、凝結促進剤無添加のスランプフロー値を 100%とした場合の各添加率でのスランプフロー値の比率を示す。また、SA の添加率は、AS の添加率をもって表記している。PL の練混ぜ直後では、SA 添加率 0.6% (SA0.6) まで、無添加と比較してスランプ低下はなく、60 分経過後では、SA0.4 まで目標スランプフロー下限値 60cm をほぼ保持できた。一方、FA 置換率 15% (FA15)、FA30 の場合、練混ぜ 60 分経過後では、SA0.6 まで 60 cm を保持できた。また、

表-1 使用材料

材料名	略号	備考
水	W	水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント 密度=3.16g/cm ³ ブレーン値 3270cm ² /g
細骨材	S	陸砂 表乾密度=2.65g/cm ³ F.M.=2.45
粗骨材	G	碎石 表乾密度=2.71g/cm ³ F.M.=6.68
フライアッシュ	FA	密度=2.26g/cm ³ ブレーン値 3990cm ² /g
高炉スラグ微粉末	BS	密度=2.88g/cm ³ ブレーン値 4670cm ² /g
高性能AE減水剤	SP	ポリカルボン酸系(標準形)
増粘剤	VA	セルロース ウェランガム
AE剤	AE	ポリアルギレングリコール誘導体
凝結促進剤	AS	硫酸アルミニウム 一級純薬
	BA	硝酸バリウム 一級純薬
	H	過酸化水素水 0.3%濃度

表-2 コンクリート配合(シリーズ1)

配合名	W/B (%)	単位量 (kg/m ³)					混和剤			凝結促進剤		
		W	B		S	G	SP (×B%)	AE (×B%)	VA (×B%)	AS (×B%)	BA (×B%)	CN (×B%)
			C	FA								
PLS0	38	158	450	0	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
PLS2										0.2	0.3	
PLS4										0.4	0.6	
PLS6										0.6	0.9	
PLS8										0.8	1.2	
PLC3										0	0	
FA15S0	38	158	382.5	67.5	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
FA15S2										0.2	0.3	
FA15S4										0.4	0.6	
FA15S6										0.6	0.9	
FA15S8										0.8	1.2	
FA30S0										38	158	
FA30S2	0.2	0.3										
FA30S4	0.4	0.6										
FA30S6	0.6	0.9										
FA30S8	0.8	1.2										
FA30C3	0	0	0.3									

表-3 コンクリート配合(シリーズ2)

配合名	W/B (%)	単位量(kg/m ³)				混和剤			凝結促進剤			
		W	B		S	G	SP (×B%)	AE (×B%)	VA (×B%)	AS (×B%)	BA (×B%)	CN (×B%)
			C	BS								
BS30S0	38	158	315	135	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
BS30S2										0.2	0.3	
BS30S4										0.4	0.6	
BS30S6										0.6	0.9	
BS30S8										0.8	1.2	
BS50S0	38	158	225	225	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
BS50S2										0.2	0.3	
BS50S4										0.4	0.6	
BS50S6										0.6	0.9	
BS50S8										0.8	1.2	
BS50C3										0	0	0.3
BS70S0	38	158	135	315	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
BS70S2										0.2	0.3	
BS70S4										0.4	0.6	
BS70S6										0.6	0.9	
BS70S8										0.8	1.2	

キーワード 高流動コンクリート 高性能 AE 減水剤 増粘剤 混和剤 凝結促進剤

連絡先 〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-18-14 理工学部土木工学科 TEL/FAX 03-3259-0682

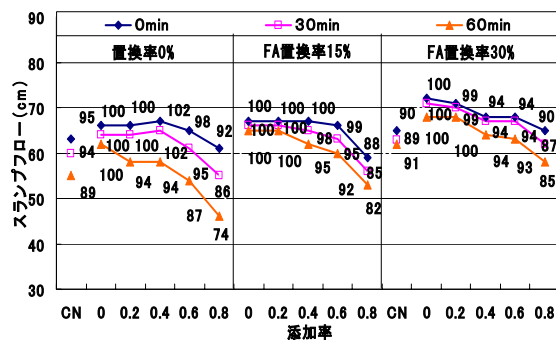


図-2 実験シリーズ1の流動性の経時変化

CN を添加した場合の 60 分経過後のスランプフロー値は PL, FA30 とともに SA0.6 の場合と同等となった。次に、図-3 に実験シリーズ 2 を示す。BS30, BS50 の場合、練混ぜ 60 分後では、SA0.6 まで 60cm を保持できたが、BS70 では、SA0.4 止まりとなった。また、CN を添加した場合は SA0.4~0.6 と同等の値となった。

3.2 凝結試験結果: 図-4 に実験シリーズ 1 の凝結時間を示す。図中に示した値は凝結促進剤無添加の配合の凝結始発時間と終結時間を各々 100% とした場合の各添加率での凝結始発時間と終結時間の比率を示す。実験シリーズ 1 の PL, FA15, FA30 において 60 分経過後で目標スランプフロー値を確保できた SA 添加率における凝結時間は、各々約 40%, 約 40%, 約 30% 短縮した。一方、CN を添加した場合、PL では SA0.4 に対し約 30% の短縮、FA30 では SA0.6 に対し 15% の短縮に止まり、SA と比較して効果は小さかった。次に、図-5 に実験シリーズ 2 の凝結時間を示す。実験シリーズ 2 の BS30, 50, 70 において、60 分経過時で目標スランプフロー値を確保できた SA 添加率における凝結時間は、各々約 35%, 約 40%, 約 25% の短縮となった。一方、CN を添加した場合は、約 25% の短縮となり FA と同様に SA の促進効果が優る結果となった。

3.3 圧縮強度試験: 図-6 に実験シリーズ 1 の各材齢での圧縮強度を示す。図中に示した値は各材齢における凝結促進剤無添加の配合の圧縮強度を 100% とした場合を示す。同様に、図-7 に実験シリーズ 2 を示す。なお、実験シリーズ 2 において材齢 1 日での試験は、脱型が不可能なため実施していない。実験シリーズ 1 では、各材齢において SA を添加した場合の圧縮強度への影響はなかった。一方、CN を添加した場合は、FA を混和した場合の材齢 1 日での発現強度が無添加と比較して大きく低下した。また、BS を混和した場合は、SA 添加により、材齢 1, 3 日における初期材齢での強度が増加し、CN を添加した場合よりその増加率は大きくなった。

4. まとめ

今回提案した新規の無塩化物型凝結促進剤を増粘剤のみまたは高炉スラグやフライアッシュを併用した一般的高流動コンクリートに適用した場合、凝結促進剤無添加のものと同等の流動性を確保しながら、約 30~40% の凝結時間の短縮効果が得られ、比較対照とした亜硝酸カルシウムよりも良い結果が得られた。

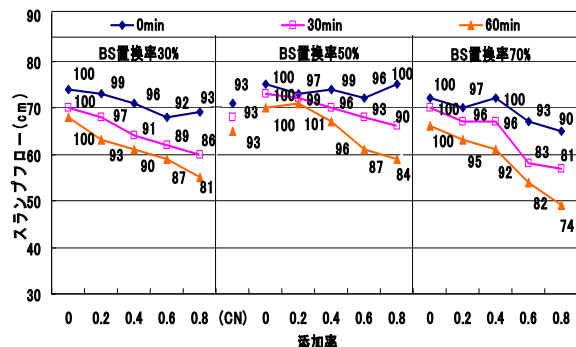


図-3 実験シリーズ2の流動性の経時変化

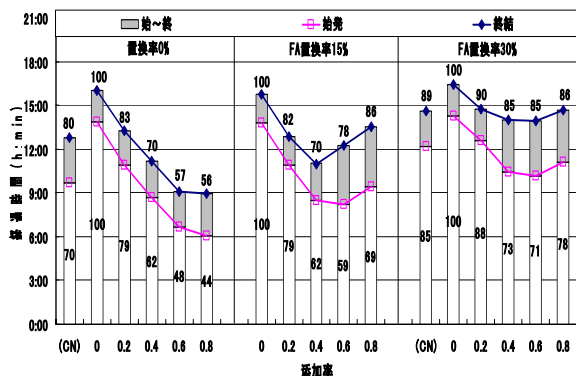


図-4 実験シリーズ1の経過時間

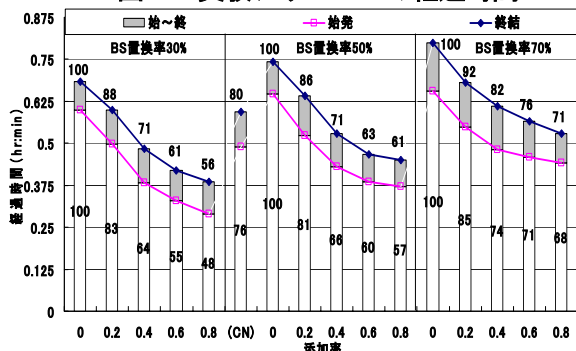


図-5 実験シリーズ2の経過時間

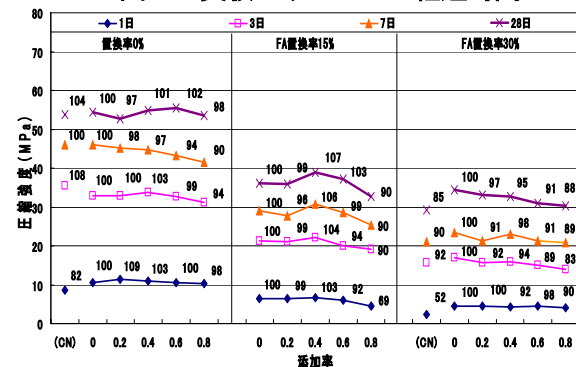


図-6 実験シリーズ1の圧縮強度

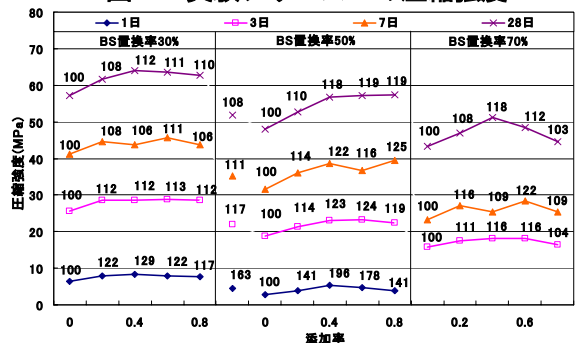


図-7 実験シリーズ2の圧縮強度