

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

日大・理工(学部) ○神谷貴紘 日大・理工 梅村 靖弘
日大・理工 露木尚光

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剤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。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が、塩化カルシウム中の塩素が鉄筋を腐食させる原因となることから、現在、使用できない状況にある。本研究は、塩化物を含まない凝結促進剤を提案し、フライアッシュ、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に与える影響を検討し、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の添加率の割合を質量比で1:1.5とした。

2.2 配合条件：セメント(C)をフライアッシュ(FA)、高炉スラグ微粉末(BS)で置換しないプレーン配合(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)の添加率は結合材量(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、CとFA及び、BS、細骨材(S)、増粘剤(VA)を30秒間空練し、予め高性能AE減水剤(SP)、AE剤(AE)およびSAを添加した水を加えてモルタルを60秒間練混ぜた後、さらに粗骨材(G)を入れて120秒間練混ぜた。流動性試験としてスランブフロー試験を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-1に実験シリーズ1におけるスラン

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 プレーン値 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 プレーン値 3990cm ² /g
高炉スラグ微粉末	BS	密度=2.88g/cm ³ プレーン値 4670cm ² /g
高性能AE減水剤	SP	ホリカルボン酸系(標準形)
増粘剤	VA	セルロース V2 ウェランガム
AE剤	AE	ポリアルキ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%)	
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	0.3									
FA1S0	38	158	382.5	67.5	844	871	2	0.025	0.075	0	0	0
FA1S2										0.2	0.3	
FA1S4										0.4	0.6	
FA1S6										0.6	0.9	
FA1S8										0.8	1.2	
FA30S0	0	0	0									
FA30S2	0.2	0.3	0									
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%)	
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	0	0	0									
BS50S2	0.2	0.3										
BS50S4	0.4	0.6										
BS50S6	0.6	0.9										
BS50S8	0.8	1.2										
BS60C3	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	

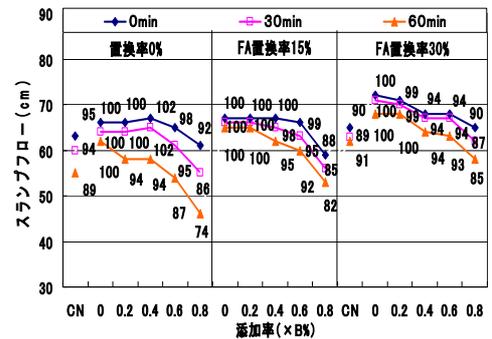


図-1 実験シリーズ1の流動性の経時変化

Properties of Self-Compacting Concrete using Setting Retarder without Chloride Compound

Takahiro KAMIYA, Yasuhiro UMEMURA, Naomitsu TSUYUKI

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、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-2 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 の場合は SA0.4~0.6 の間の値と同等となった。

3.2 凝結試験結果: 図-3 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 では約 30%の短縮、FA30 では 15%の短縮に止まり、SA と比較して効果は少なかった。次に、図-4 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、BS50 では約 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-5 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-6 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 を混和した場合では、SA の添加により、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の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象とした亜硝酸カルシウムよりも良い結果が得られた。

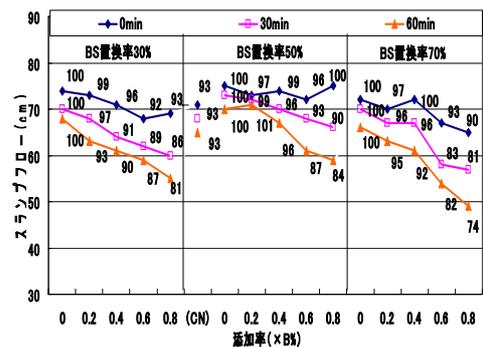


図-2 実験シリーズ 2 の流動性の経時変化

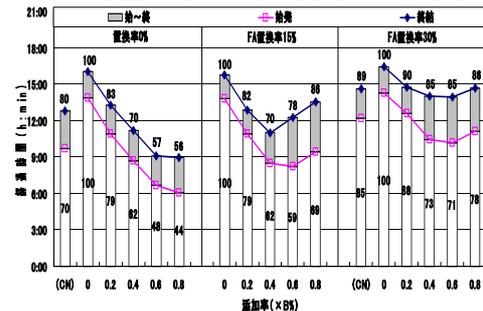


図-3 実験シリーズ 1 の経過時間

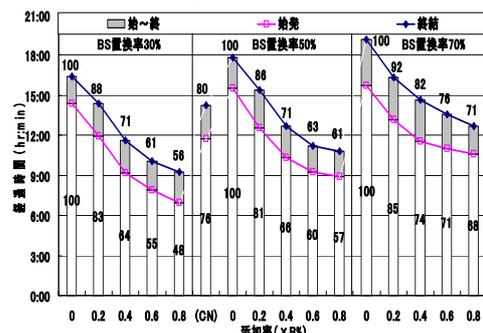


図-4 実験シリーズ 2 の経過時間

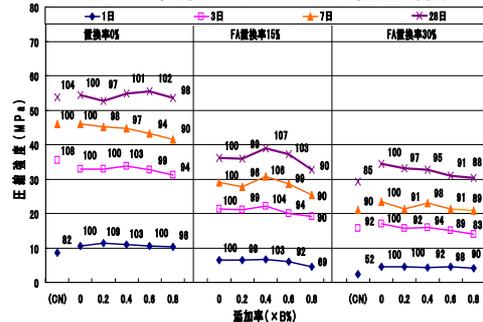


図-5 実験シリーズ 1 の圧縮強度

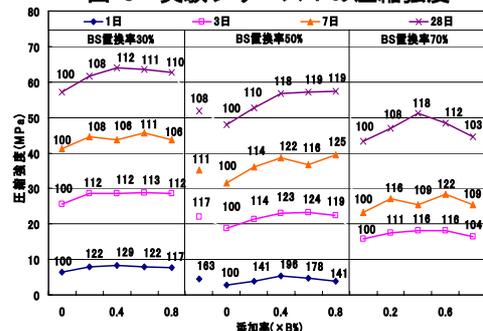


図-6 実験シリーズ 2 の圧縮強度