

流動性の保持時間を制御したコンクリートの検討（その2）

ポゾリス ソリューションズ(株) ○正会員 大野 誠彦

戸田建設(株) 正会員 本田 亮

正会員 守屋 健一

正会員 田中 徹

1. はじめに

近年、閉鎖や統廃合する生コンクリート工場は増加傾向にあり、1.5 時間以内に生コンクリートを運搬することが困難な生コンクリート空白地域が拡大している。筆者らは、生コンクリート空白地帯を縮小することを目的に、流動保持剤または超遅延剤を添加する方法を報告している¹⁾。その結果、流動保持剤および超遅延剤のいずれを用いても、スランプ保持性をコントロールすることが可能であることが確認できた。一方で、流動保持剤および超遅延剤を添加することで、ブリーディング、凝結時間および初期強度といった初期硬化性能に影響を及ぼす可能性がある。

本研究では、初期硬化性能への影響が大きいと考えられる環境温度 10℃および 20℃の条件において硬化促進剤による改善効果を検討する。

2. 実験概要

表-1 にコンクリートの配合を、表-2 に使用材料の種類および物理的性質を、表-3 に目標性能を、表-4 に測定項目および測定方法を、表-5 に硬化促進剤を添加した条件を示す。なお、硬化促進剤の添加率は、いずれの条件においても 0.5%/C とした。コンクリートは、容量 60 リットルの二軸形強制練りミキサを用いて、35 リットル分の全材料を投入後 60 秒練り混ぜた。添加剤 1(流動保持剤または超遅延剤)は生コン出荷時に添加することを想定し、練上りから 5 分後に、添加剤 2(硬化促進剤)は現場受入れ後に添加することを想定し、練上りから 35 分後に添加した。また、経時変化の測定は、練上り後所定の測定時間までコンクリートを静置し、練返しを行った後に実施した。

3. 実験結果

表-6 にフレッシュ性状、ブリーディング量および凝結時間の試験結果を示す。

いずれの条件においても、練上り直後、または添加剤を添加後の目標性能を満足することを確認した。硬化促進剤を 0.5%/C 添加することでスランプは 2.0～5.5cm 増大した。

表-1 コンクリートの配合

種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)			
			W	C	S	G
30-15-20N	53.0	48.0	170	321	850	944
30-15-20BB	51.0	48.0	167	327	844	942

表-2 使用材料の種類および物理的性質

材料	記号	種類および物理的性質
水	W	上水道水
セメント(C)	N	普通ポルトランドセメント (密度 3.16g/cm ³)
	BB	高炉セメント B 種 (密度:3.04g/cm ³)
細骨材	S	大井川水系陸砂 (表乾密度:2.59g/cm ³)
粗骨材	G	青梅市産硬質砂岩碎石 (表乾密度:2.66g/cm ³)
混和剤	SP-S	高性能 AE 減水剤 標準形
添加剤 1	Ad-A	流動保持剤 ポリカルボン酸エーテル系化合物
	Ad-B	超遅延剤 変性リグニンスルホン酸化合物と オキシカルボン酸化合物の複合体
添加剤 2	Ad-X	硬化促進剤 カルシウムシリケート水和物 (粉体)

表-3 目標性能

項目	目標性能
目標スランプ	添加剤なし：練上り直後 19.0±1.0cm
	添加剤 1：添加後(5 分後)19.0±1.0cm
	添加剤 2：添加後(35 分後)19.0±1.0cm
目標空気量	練上り直後 4.5±1.0%
目標コンクリート温度	環境温度±2℃

表-4 測定項目および測定方法

測定項目	測定方法
スランプ	JIS A 1101
空気量	JIS A 1128
ブリーディング	JIS A 1123
凝結時間	JIS A 1147
圧縮強度 (材齢 24, 72 時間)	JIS A 1108 養生方法：所定の材齢まで封緘養生
圧縮強度 (材齢 7, 28 日)	JIS A 1108 養生方法：材齢 3 日まで封緘養生、その後標準水中養生

表-5 硬化促進剤を添加した条件

環境温度 (℃)	セメントの種類	添加剤 1	
		種類	添加率 (C×%)
10	N	Ad-A	0.3
10	BB	Ad-B	0.3
20	BB	Ad-B	0.45

キーワード 流動保持剤, 超遅延剤, 硬化促進剤, 経時保持性, ブリーディング, 凝結時間

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-9-1 戸田建設(株) 技術研究所 TEL03-3535-2641

表-6 フレッシュ性状、ブリーディング量および凝結時間

環境 温度 (℃)	セメント の種類	混和剤		添加剤 1		添加剤 2		スランブ (cm)				空気量 (%)	コンクリート 温度 (℃)	ブリーデ ィング量 (cm³/cm²)	凝結時間 (h:mm)	
		種類	添加率 (%/C)	種類	添加率 (%/C)	種類	添加率 (%/C)	練上り 直後	添加剤 1 添加後	30 分後	添加剤 2 添加後				始発	終結
10	N	SP-S	0.8	-	-	-	-	19.5	-	12.0	-	4.9	11	0.11	11:55	16:50
		SP-S	0.75	Ad-A	0.3	-	-	17.0	19.5	17.0	-	5.2	12	0.10	12:15	16:50
		SP-S	0.7	Ad-A	0.3	Ad-X	0.5	16.0	19.0	15.5	19.5	4.9	12	0.03	9:20	14:10
	BB	SP-S	0.7	-	-	-	-	19.0	-	13.0	-	4.5	12	0.11	10:30	17:45
		SP-S	0.55	Ad-B	0.3	-	-	16.5	18.0	17.5	-	4.2	12	0.23	14:00	20:05
		SP-S	0.5	Ad-B	0.3	Ad-X	0.5	13.	15.5	12.5	18.0	3.8	11	0.05	13:15	19:10
20	BB	SP-S	0.75	-	-	-	-	18.5	-	12.0	-	4.4	21	0.09	6:25	10:05
		SP-S	0.65	Ad-B	0.45	-	-	15.5	18.0	17.5	-	4.1	21	0.55	11:05	14:15
		SP-S	0.55	Ad-B	0.45	Ad-X	0.5	12.5	17.0	17.0	19.0	3.8	19	0.10	10:20	13:20

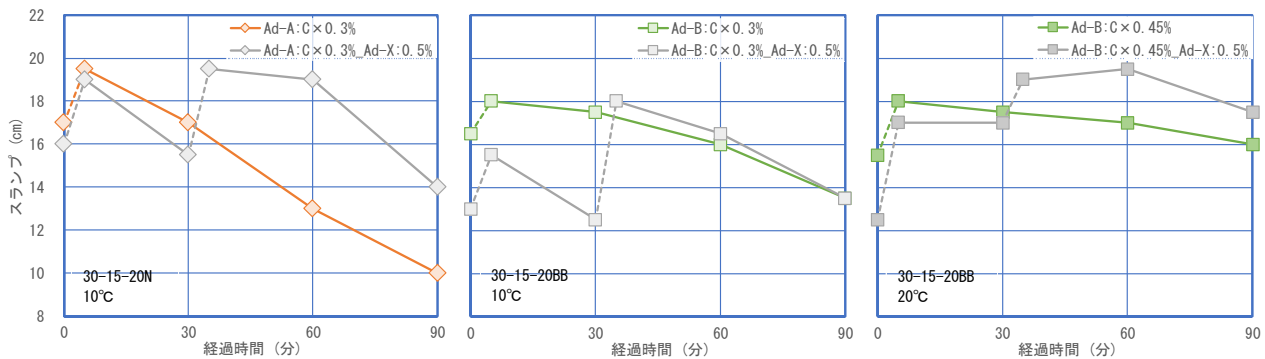


図-1 スランブの経時変化

ただし、各条件のサンプル数が 1 であることや添加前のスランブが異なることから、傾向を得ることはできなかった。

ブリーディング量は、いずれの条件においても硬化促進剤を添加することで減少する傾向を示した。

凝結時間は、いずれの条件においても硬化促進剤を添加することで促進された。10℃環境で N セメントを用い流動保持剤を添加した条件では、約 3 時間促進され、ベースより凝結時間が早くなった。一方で、BB を用い超遅延剤を添加した条件では、約 1 時間促進されたが、ベースと比較すると 1 時間 30 分～3 時間程度遅延する結果となった。

図-1 にスランブの経時変化を示す。スランブは、硬化促進剤を添加した直後に増大し、その後のスランブ保持性は添加しないものと比較して、同等以上の挙動を示した。

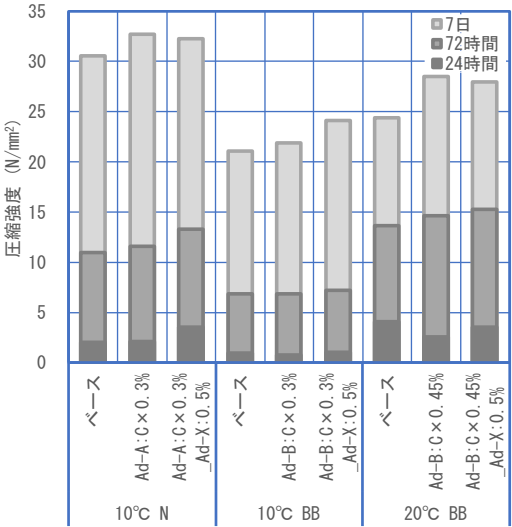


図-2 圧縮強度試験結果

図-2 に圧縮強度試験結果を示す。圧縮強度は、材齢 24 時間ではいずれの条件においても硬化促進剤を添加することで高くなった。ただし、BB を用い超遅延剤を添加した条件では、環境温度によらず約 40% 高くなったが、ベースと比較すると、10℃で 11% 高くなり、20℃で 14% 低くなった。この傾向は、凝結時間の結果と相関があり、今後の検討が必要であると考えられた。材齢 72 時間では、いずれの条件においても硬化促進剤を添加することでベースおよび添加しないものと比較して高くなり、材齢 7 日で同程度となった。

4. まとめ

硬化促進剤は、流動保持剤または超遅延剤と併用することで、スランブ保持性を損なうことなく、初期硬化性能を改善することができると考えられた。

参考文献

1) 本田亮, 守屋健一, 田中徹, 大野誠彦: 流動性の保持時間を制御したコンクリートの検討 (その 1), 土木学会全国大会, 2023.09