

増粘剤併用系高流動コンクリートへの超遅延剤の適用検討

(株)大林組 正会員 ○末宗 利隆 永野 貴麗 宮原 建治
太平洋セメント(株) 正会員 石井 祐輔 石田 征男
ポゾリスソリューションズ(株) 正会員 藤岡 真之
寄神建設(株) 橋川 英司

1. はじめに

過密配筋構造物の増加や国土交通省での「流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン」¹⁾の策定に伴い、充填性向上策や生産性向上策として高流動コンクリートの使用が増加している。特に近年は、経済性の観点やマスコンクリートの温度ひび割れ防止の観点から、増粘剤を使用しセメント量を抑制した併用系、増粘剤系の高流動コンクリートの使用が増えている。

本報では、マスコンクリート構造物を対象とした大量打設に際し、増粘剤を使用した高流動コンクリートに対して超遅延剤の添加(以下、超遅延剤添加・増粘剤併用コン)を検討した結果について報告する。

2. 試験概要

超遅延剤添加・増粘剤併用コンのフレッシュ性状、プロクター貫入抵抗値、曲げ強度、および骨材の微粒分量の遅延効果への影響を確認することを目的として、試験を行った。

使用材料を表-1、ベースコンクリートの配合を表-2 に示す。中庸熟ポルトランドセメントを 400kg/m³ 使用し、増粘剤 90g/m³ 添加を基本とした配合である。

試験項目・試験方法・目標値を表-3、試験配合を表-4 に示す。スランブフローは 65±10cm を目標値とし、必要な高性能 AE 減水剤量を添加した。No.1、2 配合は増粘剤の有無による遅延効果への影響把握、No.3～5 配合は超遅延剤添加・増粘剤併用コンの曲げ強度の把握、No.6～11 配合は貫入抵抗値 0.1N/mm² を管理値とした場合の超遅延剤添加量と遅延時間の把握、No.12～14 配合は超遅延剤添加・増粘剤併用コンにおいて、骨材の微粒分量が増加した場合の遅延時間への影響把握を目的として実施した。なお、No.13、14 配合では、石灰石微粉末を粗骨材に置換して用いることで、骨材の微粒分量増加を再現した。

表-4 試験配合

No.	VMA ^{※1} (kg/m ³)	SP ^{※1} (C×%)	AD1 ^{※1} (C×%)	LSP ^{※1,2} (kg/m ³)	室温 (℃)	摘要
1	0.09	1.85	0.90	0	20	VMA 有無の比較
2	0	1.85	0.90	0	20	
3	0.09	1.70	0.75	0	20	
4	0.09	1.50	0	0	20	一体・打継ぎ・ 打重ね供試体の 曲げ強度の比較
5	0.09	1.50	0	0	20	
6	0.09	1.50	0.40	0	20	
7	0.09	1.85	0.65	0	20	AD1 添加量と 遅延時間の 関係把握 (貫入抵抗値 0.1N/mm ² 、室温 10℃・20℃)
8	0.09	2.10	0.90	0	20	
9	0.09	2.10	0.30	0	10	
10	0.09	2.50	0.55	0	10	微粒分量大小 の比較
11	0.09	2.90	0.80	0	10	
12	0.09	1.80	0.60	0	20	
13	0.09	1.80	0.60	5	20	
14	0.09	1.80	0.60	10	20	

※1 材料記号は表-1 を参照のこと ※2 LSP は粗骨材に置換して使用

表-1 使用材料

種別	記号	産地・主成分等	密度 (g/cm ³)
セメント	C	中庸熟ポルトランドセメント	3.21
水	W	上水道水	1.00
細骨材	S1	千葉県君津市産陸砂	2.58
	S2	大分県津久見市産石灰石砕砂	2.65
粗骨材	G	北海道北斗市産石灰石砕石 2005	2.70
混和剤	VMA	特殊増粘剤(主成分:セルロースエーテル)	—
	SP	高性能 AE 減水剤(主成分:ポリカルボン酸エーテル系化合物)	—
	AD1	超遅延剤(主成分: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)	—
	AD2	助剤(主成分:変性ロジン酸化合物系陰イオン界面活性剤)	—
混和材	LSP	石灰石微粉末(比表面積 5,000cm ² /g)	2.71

表-2 ベースコンクリートの配合

セメントの種類	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³) ^{※1,2}					
			C	W	S1	S2	G	VMA
M	42.0	57.0	400	168	492	492	764	0.09

※1 各使用材料の記号については表-1 を参照のこと
※2 練混方法: G+1/2S+(C+VMA+LSP)+1/2S→30s 空練り→W+SP+AD2→60s 練り→かき落とし→60s 練り→5 分静置→AD1→60s 練り→排出

表-3 試験項目・試験方法・目標値

試験項目	試験方法	目標値
スランブフロー	JIS A 1150「コンクリートのスランブフロー試験方法」	65±10cm
空気量	JIS A 1128「フレッシュコンクリートの空気量の圧力による試験方法-空気室圧力法」	4.5±1.5%
コンクリート温度	JIS A 1156「フレッシュコンクリートの温度測定方法」	—
U 型充填高さ	JSCE F 511「高流動コンクリートの充填試験方法(案)」障害ランク 2	300mm 以上
プロクター貫入抵抗値	JIS A 1147「コンクリートの凝結時間試験方法」	—
曲げ強度	JIS A 1106「コンクリートの曲げ強度試験方法」	—

表-5 フレッシュ性状試験結果

No.	スランブフロー		空気量 (%)	コンクリート温度 (℃)	U 型充填	
	測定値 (cm)	50cm 到達時間 (sec)			高さ (mm)	停止時間 (sec)
1	61.5	6.9	34.1	2.7 ^{※1}	25	—
2	65.0	4.4	31.9	5.8	25	—
3	61.5	4.9	26.5	3.8	24	—
4	61.0	4.4	22.7	4.1	24	—
5	60.5	4.3	22.5	3.4	21	—
6	56.5	8.9	21.5	5.7	22	—
7	59.0	6.5	22.2	4.1	22	—
8	59.5	6.0	25.5	4.7	22	342
9	63.0	7.4	36.8	4.6	14	—
10	59.5	9.2	32.4	4.2	14	—
11	56.5	10.0	25.5	4.2	14	348
12	62.0	5.1	26.2	3.9	21	—
13	57.0	6.2	19.4	5.0	22	—
14	53.0 ^{※2}	9.0	17.4	4.7	22	—

※1 目標値から 0.3% 逸脱 ※2 No.12,13 と SP 使用量を同一にすることを優先したため 2.0cm 逸脱

キーワード 高流動コンクリート、増粘剤、超遅延剤

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 (株)大林組 生産技術本部 技術第一部 TEL03-5769-1322

3. 試験結果および考察

フレッシュ性状試験結果を表-5に示す。表-5に示す通り、一部を除き概ね各目標値を満足した。

増粘剤使用配合と増粘剤不使用配合の材齢と貫入抵抗値の関係を図-1に示す。なお、貫入前にブリーディング水を除去した場合と全く除去しなかった場合の2パターン実施した。図-1に示す通り、いずれのパターンにおいても増粘剤使用有無による明確な違いは確認されず、増粘剤が遅延時間に大きく影響を与えることはないと考えられる。

曲げ強度試験結果を図-2に示す。供試体は100×100mmを底面として高さ400mmを2回に分けて打設した。使用配合は、打重ね供試体の下半分に超遅延剤添加、その他には超遅延剤無添加とした。一体供試体は、下半分の打設後、速やかに上半分を打設し、打継ぎ供試体と打重ね供試体は、下半分の打設からおおよそ24時間後に上半分を打設した。打継ぎ供試体は図-2に示す通り上半分の打設前に打継ぎ処理を行った。打重ね供試体の曲げ強度は、打継ぎ供試体より大きく、一体供試体に近い値であった。

超遅延剤量と貫入抵抗値0.1N/mm²到達時間の関係を図-3に示す。練混ぜ・試験体の静置は20℃環境と10℃環境の2パターン実施した。増粘剤を使用しない一般的なコンクリートと同様、10℃環境の方が、より少ない超遅延剤量で凝結を遅延できる結果であった。

骨材の微粒分量増減に対する遅延時間への影響把握を目的とした、貫入抵抗値の試験結果を図-4に示す。微粒分量が増すと、硬化開始が早まる結果であった。これは超遅延剤の一部が、セメントではなく微粒分に付着し、セメントへの吸着量が少なくなったことによると推察される。なお、本試験においては、石灰石微粉末10kg/m³置換は粗骨材の微粒分量1.2%程度の増加に値し、3時間程度の遅延時間減少であった。

4. おわりに

超遅延剤添加・増粘剤併用コンのフレッシュ性状、硬化性状に関する試験を行った結果、増粘剤が超遅延剤の効果を阻害することはないと言える。また、骨材の微粒分量が増加した場合には遅延効果が若干小さくなるため、実打設においては、必要な超遅延剤量を決定する際に考慮する必要がある。なお、現在、超遅延剤添加・増粘剤併用コンの現場適用を実施しており、問題なく下層コンクリート打設の翌日に上層コンクリートの打重ねができています。

参考文献 1) 流動性を高めたコンクリートの活用検討委員会：流動性を高めた現場打ちコンクリートの活用に関するガイドライン、2017.3

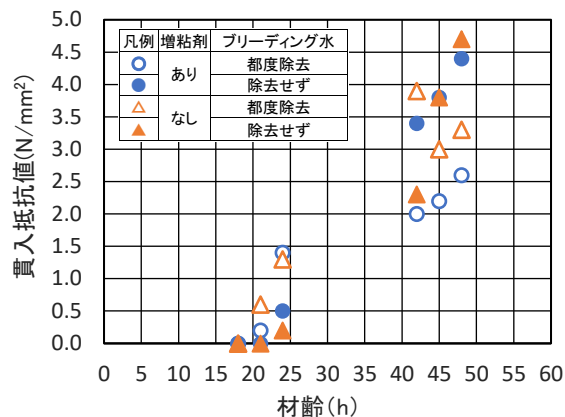


図-1 貫入抵抗値(特殊増粘剤有無比較)

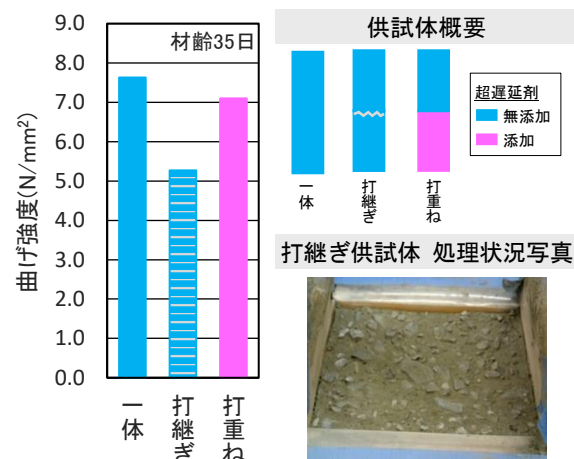


図-2 曲げ強度(一体・打継ぎ・打重ね)

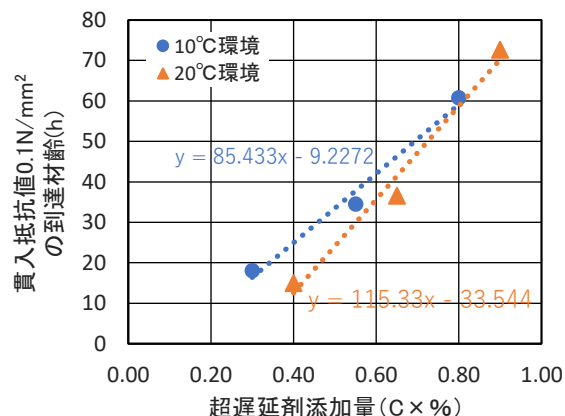


図-3 超遅延剤量と貫入抵抗値0.1N/mm²到達材齢の関係

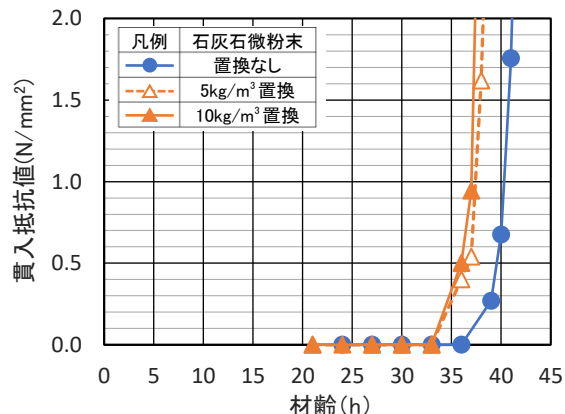


図-4 貫入抵抗値(微粒分量の大小の比較)