

新規ポンプ圧送助剤を添加したコンクリートの基本特性に関する実験的検討

戸田建設株式会社 正会員 〇澤村 淳美 正会員 土師 康一 正会員 守屋 健一
西松建設株式会社 正会員 椎名 貴快 正会員 高木 雄介
ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ株式会社 非会員 作江 富夫
株式会社北斗工業 非会員 木戸 邦也

1. はじめに

コンクリートポンプ車を用いて長距離圧送施工を行う場合、圧送性の改善を目的としてポンプ圧送助剤（以下、圧送助剤とする.）を現場添加で採用する事例が増えている。圧送助剤として市販されている化学混和剤には、遅延効果を付与することで圧送中の経時によるスランプロスを防ぎ、圧送性を改善しているものがある。また、圧送助剤の添加量は、圧送距離が延びるにつれて増加する傾向がある。延長がL=1,000mを超えるような長距離圧送において、遅延効果のある圧送助剤を使用する場合、その添加量が増えることによりコンクリートの凝結時間が遅延し、初期強度の発現が遅れることが確認されている¹⁾。シールド工事の二次覆工コンクリートのように、コンクリート打込みの翌日に脱型が必要な工種では、初期強度の発現が施工サイクルを確保する上で必要な条件となる。そこで本論では、圧送性と初期強度発現性に着目した圧送助剤の開発過程における試験結果について報告する。

2. 試験概要

本試験で使用したベースコンクリートは、実施工を想定し、生コンクリート工場において実機で練り混ぜたコンクリートとする。また、使用するコンクリート配合の条件として、長距離圧送を踏まえ、0.3mm以下の粉体量（単位セメント量に0.3mm以下の単位細骨材量を加えたもの）が、550kg/m³以上になる配合とした（表-3）。本試験は、現行品である圧送助剤AD1と開発中であるAD2において表-1に示す試験を実施し、効果を確認したものである。なお、圧送助剤の添加は、練り混ぜから現着時間相当である30分後とし、経時120分までフレッシュ性状の確認を行った。

試験項目	試験方法	適用
スランプ	JIS A 1101	経時0,30,60,120分
スランプフロー	JIS A 1150	〃
空気量	JIS A 1128	〃
コンクリート温度	—	〃
強度試験	JIS A 1108	材齢1,7,28日
凝結試験	JIS A 1147	—
ブリーディング	JIS A 1123	—

材料	記号	仕様	密度
水	W	地下水	—
セメント	C	普通ポルトランドセメント	3.16
細骨材	S1	砕砂（石灰岩）栃木県佐野市	2.66
	S2	陸砂（細砂）千葉県香取市	2.60
粗骨材	G	碎石（石灰岩）栃木県佐野市	2.70
混和剤	SP	高性能AE減水剤 標準形Ⅰ種	—
圧送助剤	AD1	オキシカルボン酸塩	—
	AD2	オキシカルボン酸系ポリカルボン酸系化合物	—



プラント NO.	コンクリート 配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)								0.3mm 以下	本報告で使用する試験項目				
				W	C	S1	S2	S3	G1	G2	SP		強度	SL	添加量	凝結	Br
1	30-21-20N	52.5	52.5	170	324	473	189	284	862	—	1.20%	554	○	○	—	—	—
2	33-21-20N	49.8	52.5	175	352	185	535	203	423	423	1.05%	566	○	○	—	—	—
3	33-21-20N	46.7	48.9	175	375	340	170	339	456	457	0.78%	562	○	○	—	—	—
4	30-21-20N	50.0	53.4	175	350	710	236	—	842	—	0.85%	596	○	—	○	○	○

キーワード 長距離圧送施工，ポンプ圧送助剤，初期強度

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設（株）本社土木技術部 TEL050-3818-6107

3. 試験結果

3. 1 圧送性の確認試験

圧送助剤 AD2 を添加したコンクリートにおいて、3 つの生コンクリート工場におけるスランブの経時変化試験の結果を図-1 に示す。圧送助剤の添加によりスランブが 1cm 増加し、その増加量を保ったまま、ベースコンクリートとほぼ同様の傾きで低下していくことがわかる。0.3mm 以下の粉体量が約 550kg/m³ の配合 4m³ に対し 2 パック添加することで、約 30 分スランブの経時保持時間が延びることが確認できた。

また、長距離圧送をする際に、コンクリートの材料分離が生じることで、輸送管の閉塞や、コンクリートの品質低下が懸念される。そのため、圧送助剤の添加量を変化させた場合のブリーディングを測定し、その値が過大にならないことを確認した。その結果を図-2 に示す。ベースコンクリートと圧送助剤を 2 パック添加したコンクリートでは、ほぼ差のない結果となり、パック数の増加に伴いブリーディング量も増加し、ブリーディングが収束するまでにかかる時間も伸びる傾向を示した。

3. 2 初期強度発現性の確認試験

長距離圧送による圧送性を確保するために、遅延効果のある圧送助剤の添加量を増やすことで、スランブの経時保持時間を確保する場合、それに伴い初期強度の発現に遅れが生じる。現在開発中の圧送助剤 AD2 は、圧送性を確保しながら初期強度発現性の改善を目的としており、その効果を確認するため、図-3 に示す凝結試験および図-4 に示す圧縮強度試験を実施した。

凝結試験の結果では、圧送助剤添加の有無により始発から終結までの時間に差がないことが確認できたものの、添加量の増加に伴い始発が遅れる結果となった。しかし、材齢 1 日の圧縮強度試験の結果を比較すると、現行品である AD1 の添加前後の強度比に対して改良品である AD2 の添加前後の強度比は、使用する材料の異なる 4 つの生コンクリート工場全てにおいて上回る結果となった。このことから、AD1 に比べて AD2 の初期強度発現性の改善を確認することができた。

4. まとめ

本研究では、開発中の圧送助剤について、圧送性を確保しながら初期強度発現性が向上することを確認できた。今回使用した生コンクリート工場における試験結果からは同様の傾向が得られたものの、多少のばらつきの発生も確認している。今後、使用実績を増やすことで本圧送助剤を添加することによる効果や傾向をより確かなものにしていきたい。

<参考文献> 1) 土師ら：コンクリートの長距離圧送に使用するポンプ圧送助剤に関する実験的検討，土木学会第 76 回年次学術講演会，VI-870，VI-871，2021. 9

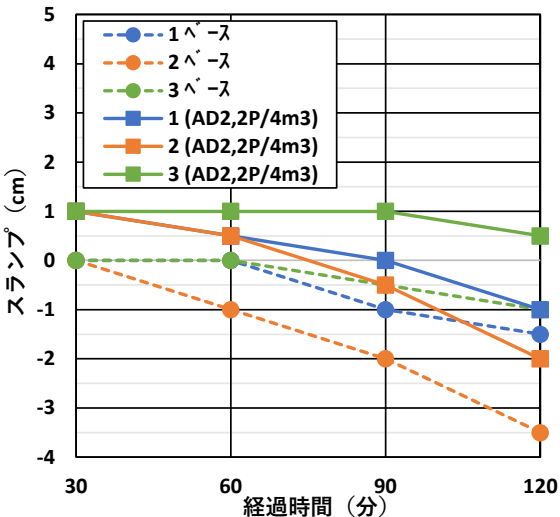


図-1 スランブ試験結果

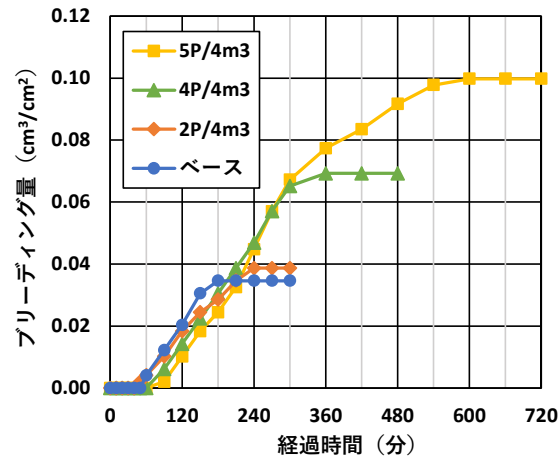


図-2 ブリーディング試験結果

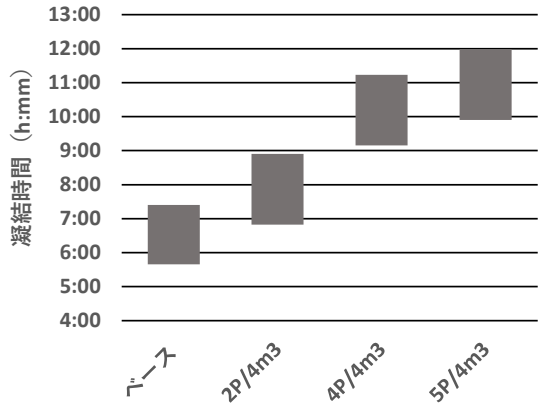


図-3 凝結試験結果

プラント No.	圧送助剤	材齢1日強度		強度比	AD1に対する割合
		添加前	添加後		
1	AD2	3.17	2.89	91%	1.35
2		3.64	3.85	106%	1.50
3		4.42	3.76	85%	1.29
4		5.26	4.26	81%	1.25
4	AD1	3.17	1.78	56%	1.00

図-4 圧縮強度試験結果