

コンクリートの長距離圧送時に使用するポンプ圧送助剤に関する実験的検討

戸田建設株式会社 正会員 〇土師 康一 正会員 澤村 淳美 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
株式会社北斗工業 非会員 木戸 邦也

1. はじめに

近年、シールド工事の二次覆工コンクリートでは、コンクリートポンプ車の高性能化や平面線形の複雑化に伴い、コンクリートポンプ車を用いた長距離圧送施工の採用事例が増加している．一般的にコンクリートの長距離圧送施工を行う場合、圧送性の改善を目的として、現場添加によりポンプ圧送助剤（以下、圧送助剤とする．）を採用する事例がその大半を占めている．しかし、圧送助剤については、JIS A 6204（コンクリート用化学混和剤）として明確に規格化されていないため、その基本特性を取纏めた事例は少ない．

そこで本論では、圧送助剤として採用実績のある市販の化学混和剤を使用し、助剤添加後のコンクリートの室内試験による性状比較試験の結果について、その詳細を述べる．

2. 試験概要

表-1 に使用材料、表-2 に試験配合について示す．ベース配合については、実際の長距離圧送を想定して単位粉体量を確保し、化学混和剤として高性能 AE 減水剤を使用した、目標スランプ 21cm の普通コンクリート配合とした．今回試験では、20℃室内において、ベース配合の練上がり後に、市販の圧送助剤を後添加し、攪拌した試料について試験を実施した．なお、今回試験では、圧送助剤の使用量を標準添加量とし、比較のため、ベース配合ならびに、ベース配合に JIS A 6204 に規定する流動化剤を添加した配合についても同様の試験を実施した．また、試験項目については、表-3 に示すように、静置試料のスランプ、スランプフローならびに空気量について、添加後、120 分まで 30 分ごとに経時変化を確認したほか、初期の硬化性状を確認するために、20℃室内気中養生における若材齢（注水後、16 時間、18 時間、20 時間）の強度試験、ならびに凝結試験について実施した．

表-1 使用材料

材料	記号	仕様
水	W	上水道水
セメント	C	普通ポルトランドセメント（三社等量混合）〔密度：3.16g/cm ³ 〕
細骨材	S	掛川産山砂〔表乾密度：2.56g/cm ³ 粗粒率：2.69〕
粗骨材	G	青梅産硬質砂岩砕石〔表乾密度：2.65g/cm ³ 実績率：59.2%〕
混和剤	SP	高性能AE減水剤 標準形Ⅰ種
助剤	AD1	圧送助剤① ：オキシカルボン酸塩（粉体）
	AD2	圧送助剤② ：オキシカルボン酸塩およびグリコールエーテル系誘導体（粉体）
	AD3	圧送助剤③ ：ポリカルボン酸エーテル系化合物（液体）
	AD4	流動化剤 標準形Ⅰ種：ポリカルボン酸系化合物（液体）



写真-1 長距離圧送状況

表-2 試験配合

No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m ³)					助剤 (kg/m ³)			
			W	C	S	G	SP	AD1	AD2	AD3	AD4
1	50.0	52.0	175	350	891	851	3.50	0.13	-	-	-
2								-	0.25	-	-
3								-	-	1.05	-
ベース								-	-	-	-
参考								-	-	-	1.05

表-3 試験項目

試験項目	試験方法	適用
スランプ	JIS A 1101	(経時確認) 0,30,60,90,120分
スランプフロー	JIS A 1150	(経時確認) 0,30,60,90,120分
空気量	JIS A 1128	(経時確認) 0,30,60,90,120分
強度試験	JIS A 1108	(若材齢) 16,18,20時間
凝結試験	JIS A 1147	

キーワード 長距離圧送, ポンプ圧送助剤, 経時変化特性, 若材齢強度
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 TEL03-3535-1675

3. 試験結果

3. 1 経時保持性能確認試験

図-1 ならびに図-2 に、スランプならびにスランプフローの助剤投入直後からの経時変化について示す。図-1 より、投入から 60 分間については、概ね投入後のスランプを保持する結果となり、その後、60～120 分でスランプが低下し、ベースコンクリートについては、120 分で目標値の範囲を下回った。また、図-2 に示すように、参考値として併記した流動化剤添加配合のみ添加後のスランプフローが大きく伸びる傾向を示し、添加後 60 分を境にスランプフローが低下する傾向が見られた。今回試験結果より、使用する圧送助剤により、コンクリートの状態や経時保持性は異なるものの、圧送距離 1,000m 程度の長距離圧送では、概ね、荷卸しから筒先までの運搬時間が 60 分程度であることを踏まえると、圧送性確保のファクターとして経時変化特性を捉えれば、圧送助剤を使用することで圧送性は改善できると考える。

3. 2 硬化性状確認試験

図-3 と表-4 に凝結試験結果を、図-4 と表-5 に若材齢における圧縮強度試験結果を示す。図-3 ならびに表-4 に示すように、始発から終結に至る時間については、助剤の添加の有無でほとんど差が見られないものの、助剤を添加し、経時保持性能を向上させた配合については、ベース配合と比較して、始発時間が概ね 30～60 分程度遅延する結果となった。また、図-4 ならびに表-5 より、凝結の遅延に起因して、添加後、16 時間での圧縮強度は、ベース配合と比較して、助剤を添加した配合で低くなるものの、18 時間以降では、助剤添加の影響をほとんど受けていないことがわかる。このことから、二次覆工コンクリートなど圧送後の用途によっては、圧送助剤が脱型時間に影響を及ぼすことがあるため、留意が必要であると考えられる。

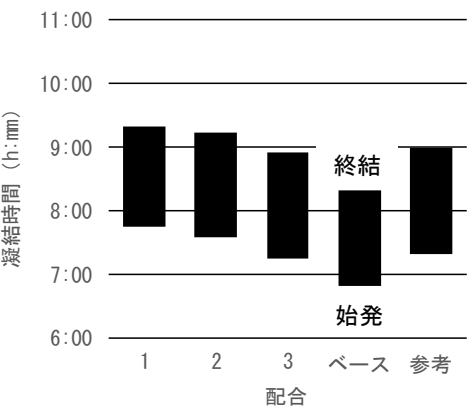


図-3 凝結試験結果

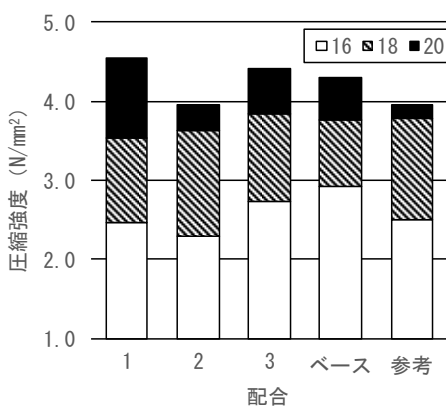


図-4 圧縮強度試験結果

4. まとめ

本検討における試験の結果、下記のことが確認された。

- 1) 圧送助剤の種類によって添加後の性状や経時保持性に差はあるものの、添加により経時保持性の向上が見込めるため、とくに長距離圧送時では使用により圧送性が向上すると考える。
- 2) 圧送助剤の添加により、経時保持性が向上する一方、初期強度の発現が遅延するため、圧送コンクリートの使用用途によっては、添加量や圧送助剤の種類等について、留意が必要である。

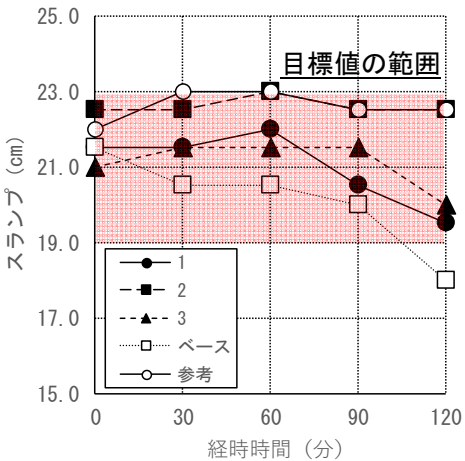


図-1 経時変化 (スランプ)

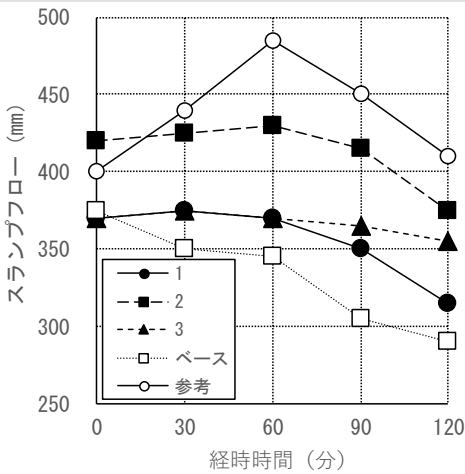


図-2 経時変化 (スランプフロー)

表-4 凝結試験結果

No.	1	2	3	ベース	参考
始発	7:45	7:35	7:15	6:50	7:20
終結	9:20	9:15	8:55	8:20	9:00

表-5 圧縮強度試験結果 (若材齢)

(N/mm²)			
No.	16時間	18時間	20時間
1	2.47	3.54	4.55
2	2.29	3.64	3.96
3	2.73	3.85	4.42
ベース	2.92	3.77	4.29
参考	2.50	3.79	3.95