

材料及び配合条件が圧送改善剤の圧送改善効果に与える影響

福岡大学 学生会員 ○西泊 雄太・北野 潤一・竹山 博之 正会員 橋本 紳一郎
花王(株) 正会員 谷所 美明・正中 雅文

1. はじめに

近年、コンクリートポンプ工法は、建築・土木工事を問わず殆どの建設工事において採用され、必要不可欠な施工技術となっている。本工法は、工程の短縮および省力化に多大な効果を図れるなどの利点があるが、配合条件や施工環境により、閉塞の発生等が課題として挙げられる。閉塞の発生は、配管の復旧に伴う時間の確保や費用の増大、過度な圧送圧により配管の破裂事故など、多くの問題を引き起こしている。そのため、コンクリートポンプ工法において、閉塞の発生を抑制することは非常に重要である。これらに対して、圧送性や性状変化を担保することを目的として、新たに圧送改善剤を開発した。既往の研究²⁾³⁾では、これら圧送改善剤の添加により、モルタル及びコンクリートの性状を変化させることなく、圧送改善効果を確認した。しかし、材料及び配合条件の違いが圧送改善剤の添加により、圧送改善効果にもたらす影響が明確となっていない。そこで、本研究では材料及び配合条件が圧送改善剤の適用範囲及び圧送改善効果に与える影響について検討した。

2. 実験概要

2.1 使用材料及び配合

本研究の使用材料を表-1に示し、コンクリートの配合を表-2に示す。配合 No.1~No.4 は山砂を使用し、配合 No.5~No.8 は砕砂、配合 No.9, No.10 は海砂を使用した。また、水セメント比および細骨材率は一定条件とした。同一条件の配合に対して、それぞれ圧送改善剤の有無を設定した。なお、コンクリートの練混ぜ時間は全ての配合において、一定の条件で行った。

2.2 単位セメント量の設定

参考文献⁴⁾で示されている天然砂における「圧送性を確保する荷下ろしのスランプと単位セメント量の関係」を図-1に示す。本研究において、圧送改善剤の適用範囲は、配合条件による圧送改善効果の影響を評価するため、図-1より配合 No.1,2 は単位セメント量を、圧送性を確保するために必要な単位セメント量の下限値(圧送が困難とされる領域)を下回る値に設定した。それに対し、配合 No.3,4 は単位セメント量を増加させた条件に設定した。また、配合 No.5,6 および配合 No.7,8 も同様にして、単位セメント量の設定を行った。

2.3 試験方法および概要

コンクリートの圧送性評価試験は、変形性評価試験装置を使用し、フレッシュコンクリートの変形性試験方法(JSCCE-509-2010)に準拠し実験を行った。また圧送実験は、所定のスランプ(8.0±1.0cm)と目標空気量(4.5%±1.0%)を満足していることを確認した後に行った。各圧送状態は参考文献⁵⁾より、写真-1に示す順調・不安定・閉塞の3水準で評価した。タンピング試験は、参考文献⁴⁾に準拠し、タンピ

表-1 使用材料

材料	記号	概要
水	W	地下水
セメント	C	普通ポルトランドセメント, 密度:3.15g/cm ³
細骨材	S1	山砂, 表乾密度:2.56g/cm ³ , 粗粒率:2.81
	S2	砕砂, 表乾密度:2.61g/cm ³ , 粗粒率:2.79
	S3	海砂, 表乾密度:2.59g/cm ³ , 粗粒率:2.81
粗骨材	G	碎石, 表乾密度:2.75g/cm ³ , Gmax:20mm, 実積率:59.4%
混和剤	Ad1	AE減水剤(リグニン系)
	Ad2	消泡剤(ポリアルキレングリコール誘導体)
	Ad3	AE剤(アルキルエーテル系)
	AD	圧送改善剤(4成分)

表-2 コンクリートの配合条件

配合No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)										
			W	C	S1	S2	S3	G	Ad1	Ad2	Ad3	AD	
1	61	43	165	270	781	-	-	1131	C×%	-	C×%	-	
2			170	279	767	-	-	1119	C×%	-	C×%	1.0	
3			172	282	-	778	-	1113	C×%	C×%	-	-	
4			175	287	-	773	-	1107	C×%	C×%	-	1.0	
5			162	266	-	-	789	1111	C×%	-	-	-	
6													1.0
7													-
8													1.0
9													-
10													1.0

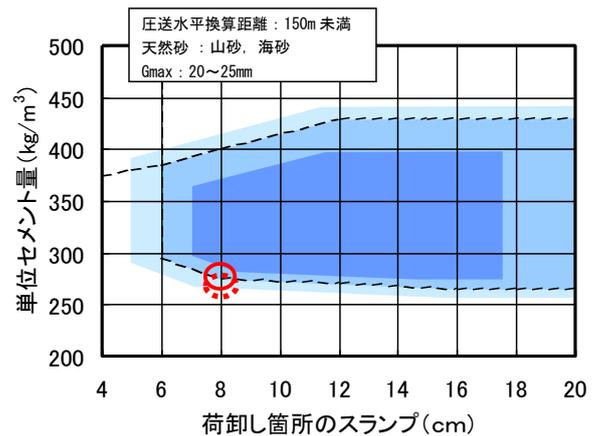


図-1 圧送性を確保するための荷下ろしのスランプと単位セメント量の関係⁴⁾



写真-1 圧送実験における各圧送状態

ング回数を48回まで評価した。

3. 試験結果および考察

変形性評価試験による圧送状態の評価および圧送実験に使用したコンクリートのフレッシュ性状結果を表-3に示す。配合No.2,6では、圧送改善剤を添加したが、筒先からコンクリートが排出されておらず、目視および圧力測定結果より、閉塞であると判断した。配合No.4,8では、不安定ながらも筒先からの排出が見られ、圧送が可能であるという結果であった。これは、配合No.2,6の単位セメント量が、圧送改善剤の効果が十分に機能する範囲より少なかったため、圧送改善効果を得られなかったと推察する。したがって、同じ細骨材を用いた配合条件においても、圧送改善剤の適用条件が異なることが確認できた。

配合No.2,4における圧送時間とポンプ主油圧の関係を図-3,4に示す。配合No.2ではポンプ主油圧が最大圧力に達し閉塞を確認した。それに対し、配合No.4は、圧送初期で管内の圧力および圧力の変動は大きいですが、最大圧力1.25Mpaに達することなく、不安定ながらも圧送可能であることが確認できた。これは、圧送改善剤に含まれる成分が、圧送性の悪い貧配合に対して、有効に効果を発揮したと考えられる。配合No.3,4,7,8及び配合No.9,10の圧送実験における、平均ポンプ主油圧と変動係数の関係を図-5に示す。圧送改善剤の添加により、添加していない配合に比べて、平均ポンプ主油圧およびポンプ主油圧の変動係数は低減されるという結果となった。したがって、異なる細骨材を用いた配合条件においても、圧送改善効果を十分に得られる単位セメント量を確保することで、圧送改善剤の添加により圧送性の向上が確認できた。

タンピング試験結果の例を配合No.3,4を用いて図-6に示す。圧送改善剤の添加により、配合No.3に比べて配合No.4はスランプ及びスランプフロー総変化量が増加し、変形性が向上した。この結果は、平均ポンプ主油圧および変動係数が低減する傾向と相関性が見られ、添加による圧送性の違いを示したと考えられる。なお、砕砂、海砂においても同様の結果が確認できた。

4. まとめ

単位セメント量が少なく、圧送が困難とされている領域において、圧送改善剤を添加することで、圧送改善効果を確認できた。また、材料及び配合条件の違いによって、圧送改善剤の適用範囲が異なることが確認できた。

参考文献

- 1) 土木学会：コンクリートライブラリー135号、コンクリートのポンプ施工指針（2012年版）
- 2) 北野潤一，他：圧送改善剤を用いたコンクリートの圧送性に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39.No.1,pp1225～1230.2017
- 3) 谷所美明，他：科学混和剤によるモルタル特性の改質向上に関する基礎的研究，コンクリート工学年次論文集，Vol.39.No.1.2017
- 4) 土木学会：コンクリートライブラリー145号，施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針（2016年版）
- 5) 橋本紳一郎他：コンクリートポンプ圧送性評価手法の検討，コンクリート工学年次論文集，Vol.34.No.1,pp1186～1191,2012

表-3 性状試験結果及び圧送実験の結果

配合 No.	フレッシュ性状試験結果		圧送改善剤の添加	圧送状態
	実測スランプ(cm)	実測空気量(%)		
1	8.0	4.5	-	閉塞
2	8.5	4.3	○	閉塞
3	8.5	5.0	-	閉塞
4	8.0	5.0	○	不安定
5	7.5	4.5	-	閉塞
6	8.0	4.6	○	閉塞
7	8.5	4.5	-	閉塞
8	8.5	5.0	○	不安定
9	9.0	4.7	-	閉塞
10	8.5	4.7	○	不安定

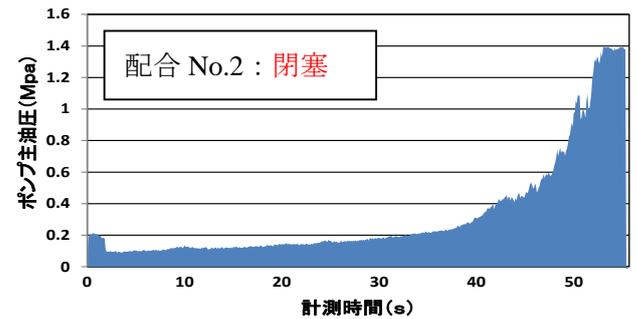


図-3 計測時間とポンプ主油圧の関係

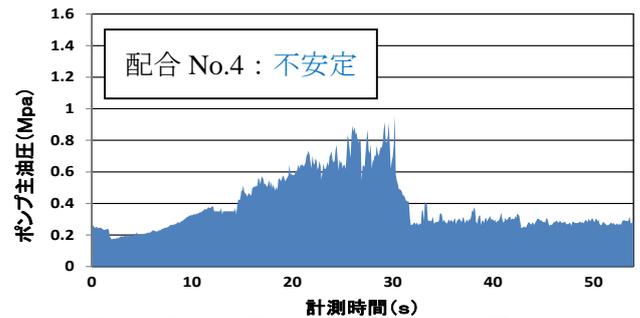


図-4 計測時間とポンプ主油圧の関係

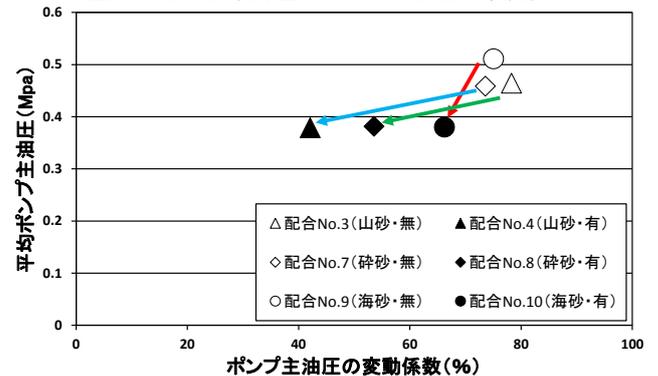


図-5 平均ポンプ主油圧と変動係数の関係

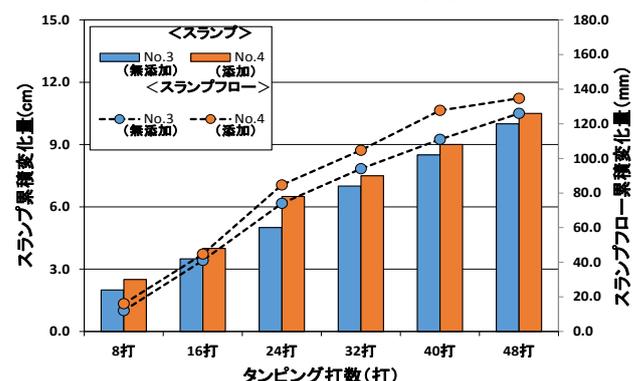


図-6 タンピング試験による結果