

圧送性改善剤を用いたコンクリートの圧送性に関する検討

福岡大学大学院 学生員 ○竹山 博之・北野 潤一 正会員 橋本 紳一郎
花王（株）正会員 泉 達男・谷所 美明

1. はじめに

近年、施工現場ではコンクリートのポンプ圧送を用いた打ち込みが主流となっており、建築・土木分野を問わず多くの施工現場で一般的に採用されている。コンクリートのポンプ圧送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、配管内で閉塞を引き起こす可能性など課題がある。配管が閉塞を引き起こすことにより、配管の復旧に伴う費用の損失や配管の破裂による事故など多くの問題が報告されている。そのため、コンクリートのポンプ圧送において、閉塞の発生を抑制することは非常に重要である。

圧送性を向上させる手法として、流動化剤などの混和剤が普及しているが、混和剤添加による性状変化が課題として挙げられ、施工性能や耐久性に影響を与えることが懸念される。

そこで、新たに圧送改善剤を開発し、圧送性を向上させる手法について検討を行った。本手法は、圧送対象となるコンクリートの性状を変化させることなく、特に、単位セメント量の少ない貧配合に対して、有効な効果が期待できる。しかしながら、圧送改善剤の効果や適用範囲が明確でないため、本稿では、モルタルによる予備実験を踏まえ、圧送改善剤の適用範囲を設定し、各コンクリートの圧送性について検討した結果を報告する。

2. 圧送改善剤

圧送改善剤は、滑剤成分、分離防止成分、流動保持成分、気泡制御成分の4つの成分から組成されており、圧送改善剤を用いたモルタルによる予備実験で、変形性（チキソトロピー性）の向上および流動保持効果があることを確認した。また、コンクリートに適用した場合、スランプ、空気量に対して、適用前と性状変化がないことを確認した。

3. 実験概要

3.1 使用材料および照査図

本研究の使用材料は表-1に示し、土木学会指針¹⁾で示されている圧送性を確保する荷下ろしスランプと単位セメント量の関係は、図-1に示す。本研究において、圧送改善剤の適用範囲は、所定のスランプに対応する単位セメント量の関係（図-1）から、低領域、中領域、と大きく2つの領域を設定し、圧送改善剤を適用したコンクリートの圧送性について各領域を検討した。

3.2 コンクリートの配合条件

本研究で使用したコンクリートの配合条件は表-2に示す。本研究の配合条件は、図-1の領域に沿って、低

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	S	海砂、表乾密度:2.59g/cm ³
粗骨材	G	碎石、表乾密度:2.75g/cm ³
混和剤	Ad1	AE減水剤(リグニンスルホン酸系)
	Ad2	圧送改善剤

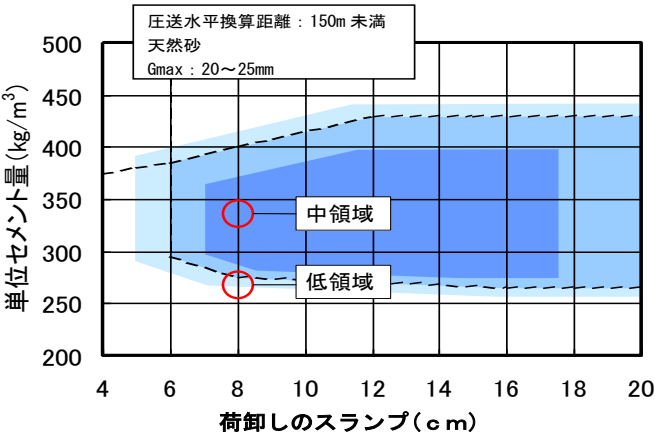


図-1 荷下ろしスランプと単位セメント量の関係

表-2 コンクリート配合条件

配合 No.	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m ³)					
			W	C	S	G	Ad1	Ad2
1	61	43	162	266	789	1111	C×%	-
2							C×%	1.0
3	48	43	162	338	764	1075	C×%	-
4							C×%	1.0

領域は単位セメント量:266kg/m³、中領域は単位セメント量:338kg/m³とし、細骨材率:43%は一定条件とした。また、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、圧送性の違いを評価することとした。

3.3 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(JSCE-5609-2010)に準拠し、スランプ(8.0±1.0cm)と空気量(4.5±1.0%)を満足していることを確認した後、圧送実験を行った。タンピング試験は、参考文献¹⁾に示された試験方法に準拠して行った。尚、本研究ではタンピング回数を48回に変更して実験を行った。

キーワード: 圧送性, 閉塞, スランプ, 単位セメント量

連絡先 〒814-0180 福岡県福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学大学院工学研究科建設工学専攻 TEL 092-871-6631

順調な圧送が予想される中領域では、(1) 練上がり後そのまま圧送(2) 管内でコンクリートを 15 分間の静置を設け、練上がりから 30 分後に圧送する 2 つの圧送手順(以降、圧送手順(1),(2)と称す)を設定し検討を行った。

4. 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は、表-3に示す。配合 No.1 および配合 No.3: 圧送手順(2) は、筒先からコンクリートが排出されておらず、目視確認により閉塞であると判断した。しかしながら、配合 No.2 および配合 No.4: 圧送手順(2) 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。圧送改善剤の適用が、単位セメント量の少ない低領域においては、圧送性を補助する効果を付与し、中領域では、コンクリートの変形性(チキソトロピー性)の低下を抑制していることが圧送実験の結果から推察できる。

配合 No.2 における、圧送時間と管内圧力の関係は、図-2に示す。配合 No.2 は、管内の圧力および圧力の変動は大きい、最大圧力 1.25Mpa に達することなく、不安定ながらも圧送できていることが確認できる。圧送改善剤の滑剤成分、分離防止成分が、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。

全ての圧送実験における、平均管内圧力と変動係数の関係は図-3に示す。順調な圧送が確認された配合 No.3, 配合 No.4: 各圧送手順(1) においても、圧送改善剤の適用により、適用していないものに比べて、平均管内圧力および変動係数は低減されるという結果となった。圧送改善剤の適用により、圧送性が向上するのは、圧送状態が悪い配合に限らず、圧送状態が良好である配合も対象となることが分かった。また、配合 No.3, 配合 No.4: 各圧送手順(2) より、圧送改善剤の流動保持成分が、管内で静置したコンクリートに対して、有効に機能していることを明らかにした。

配合 No.1 (無添加)、配合 No.2 (添加) および配合 No.3 (無添加)、配合 No.4 (添加) におけるタンピング試験結果を図-4、図-5に示す。配合 No.1 に比べて、配合 No.2 はスランブおよびスランブフローの累積変化量が大きくなる傾向を示し、配合 No.3, 配合 No.4 においては、より顕著に表れる結果となった。圧送改善剤の適用により、コンクリートの変形性の向上効果につながることを明らかにした。

5. まとめ

圧送改善剤の成分が、全ての領域で圧送性を向上させていることを確認し、特に、単位セメント量の少ない貧配合に対しては、顕著に圧送を補助する効果を確認した。また、中領域では、時間経過に伴うコンクリートの変形性(チキソトロピー性)の低下を抑制していることを明らかにした。

参考文献

- 1) 土木学会「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(コンクリートライブラリー145号)」、2016年版
- 2) 橋本紳一郎・江本幸雄・伊達重之・橋本親典: 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, Vol34.No.1, pp1186~1191.2012

表-3 性状試験および試験圧送の結果

配合 No.	圧送手順	フレッシュ性状試験結果		圧送改善剤の添加	圧送状態
		実測スランブ(cm)	実測空気量(%)		
1	手順: (1)	9.0	4.7		閉塞
2	手順: (1)	8.5	4.7	○	不安定
3	手順: (1)	9.0	4.7		順調
	手順: (2)				閉塞
4	手順: (1)	8.5	4.1	○	順調
	手順: (2)				不安定

※圧送手順: (1)通常圧送 圧送手順: (2)管内静置15分

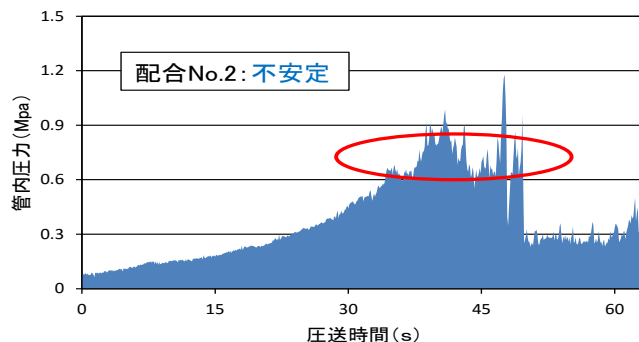


図-2 圧送時間と管内圧力との関係 (配合 No. 2)

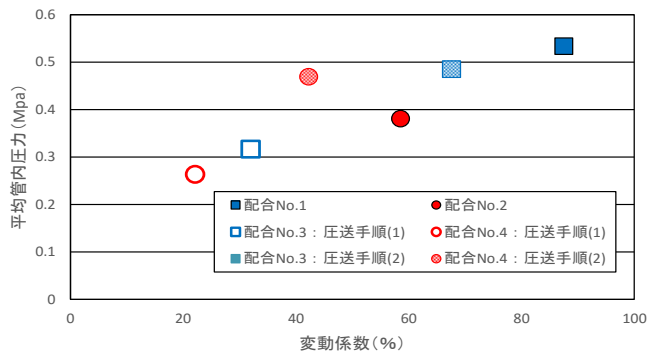


図-3 平均管内圧力と変動係数との関係 (全領域)

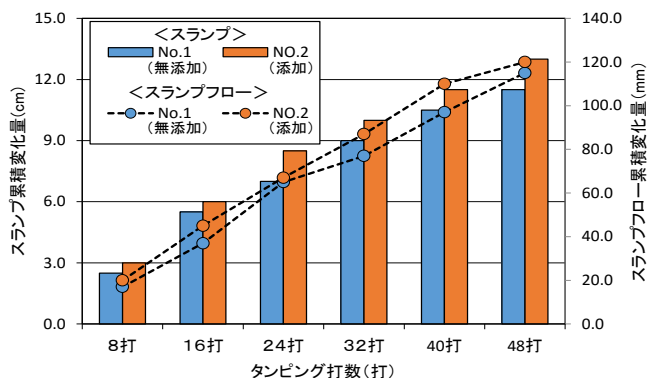


図-4 タンピング試験結果 (低領域)

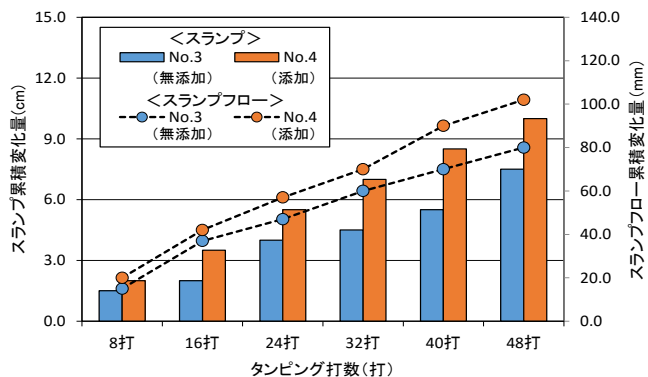


図-5 タンピング試験結果 (中領域)