圧送を伴うコンクリートの筒先での品質確保に関する一考察

前田建設工業株式会社　正会員　○今井　嵩弓
非会員　宮澤　友基
正会員　太田　健司
正会員　南　浩輔

1. はじめに

近年のコンクリート工事において主流になっているポンプ車によるコンクリートの打込みでは，配管は可能な限り短く高低差を小さくすることが構造物の品質確保の上で望ましい．しかしながら，小断面トンネルや躯体高の高い構造物のように構造上の制約がある場合は厳しい圧送条件で施工せざるを得ず，配管閉塞に伴う事故や材料分離やスランプロスといったフレッシュコンクリートの品質が低下するリスクを有している．

このような場合，流動化剤を現場添加するケースが存在するが，流動化剤は比較的短時間で流動性が低下しスランプロスが生じるという問題があった．

本研究では，流動化剤の代替として一般的な混和剤を活用し，スランプロスの抑制や生産性の向上・適用範囲の拡大を図ることを目的として，混和剤を現場添加したコンクリートの圧送実験を実施した．圧送前後で採取した試料に対して各種フレッシュ性状評価試験を実施し，混和剤の現場添加による効果を検証する．

2. 実験概要

2.1 ポンプ圧送の試験条件とコンクリートの配合

本実験においては，JIS 認定生コン工場でコンクリートを製造し，アジテータ車でポンプ車まで運搬した後に混和剤の現場添加を行う．ポンプ車に接続する配管は吐出口からテーパー管 7B(175A)→6B(150A) ・6B→5B(125A), 9.5m の 5B 配管, テーパー管 5B→4B(100A), 63.5m の 4B 配管の順(水平換算距離 97.6m)に接続した．

コンクリートの使用材料および配合を**表－1** および**表－2** に示す．配合は単位セメント量が 294kg/m^3 の 27-8-20N の JIS 認証コンクリートであり，4m^3 アジテータ車への混和剤添加によりスランプが 15±2.5cm, 空気量 4.5±1.5%になるように管理した．なお，コンクリートは 1 台目の圧送速度を 30m^3/h，2 台目を 40m^3/h の 2 条件で計 8m^3 を圧送した．

2.2 コンクリートのフレッシュ性状評価試験

コンクリートのフレッシュ性状評価には一般的な受入検査の試験項目に加え，JSCE-F701『ボックス形容器を用いた加振時のコンクリートの間隙通過性試験方法(案)』，JSCE-F502『加圧ブリーディング試験方法(案)』および ZKT-210『フレッシュコンクリートの単位水量の迅速推定試験方法(高周波加熱法)』を実施し，タンピング試験は施工性能指針に準拠して試験を行った．

試験は荷卸し時の混和剤添加前(以下，添加前と称す), 混和剤添加後(以下，添加後と称す)および圧送後の筒先(以下，筒先)で採取した試料に対して実施した．

表－1 使用材料

記号	材料種別	仕様
N	普通ポルトランドセメント	密度3.16g/cm^3，比表面積3600cm^2/g
W	水	上水道水
G	粗骨材	石灰砕石2005，表乾密度2.73g/cm^3，栃木県佐野市産
S1	細骨材	陸砂，表乾密度2.58g/cm^3，茨城県潮来市産
S2		砕砂，表乾密度2.67g/cm^3，栃木県佐野市産
Ad1	AE減水剤	変性リグニンスルホン酸系+オキシカルボン酸系複合体
Ad2	高性能減水剤【現場添加】	ポリカルボン酸エーテル系

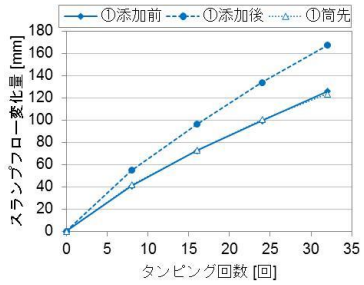
表－2 示方配合

配合名	*W/B* (%)	*s/a* (%)	*W* (kg)	*C* (kg)	*S*1 (kg)	*S*2 (kg)	*G* (kg)
27-8-20N	53.5	44.3	157	294	562	251	1049

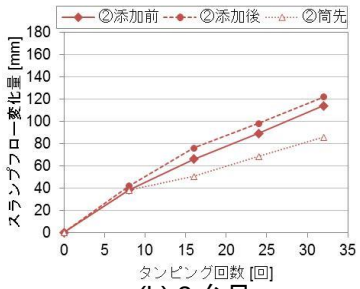
表－3 受入検査結果

台数	呼称	空気量 (%)	単位水量 (kg/m^3)	スランプ (cm)	スランプフロー (mm)	CT (℃)	室温 (℃)
1台目 圧送速度 30 m^2/h	添加前	3.9	164.32	8.5	222×220	13.0	12.9
	添加後	5.5	167.48	17.5	288×295	13.1	12.9
	筒先	4.8	—	12	243×243	9.1	11.4
2台目 圧送速度 40 m^2/h	添加前	3.7	161.16	7	217×217	12.1	10.5
	添加後	4.8	167.48	14	275×265	12.7	10.5
	筒先	4.4	—	8.5	227×222	12.1	10.9

キーワード　ポンプ圧送，フレッシュコンクリート，混和剤，加圧ブリーディング，タンピング，間隙通過性
連絡先　〒179-8914　東京都練馬区旭町 1-39-16　前田建設工業株式会社 技術研究所　TEL 03-3977-2241

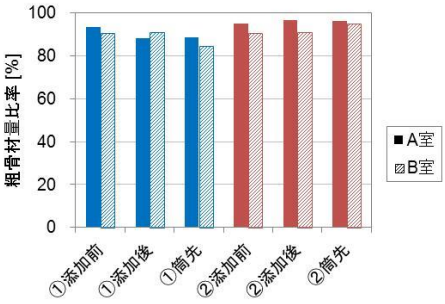


(a) 1 台目

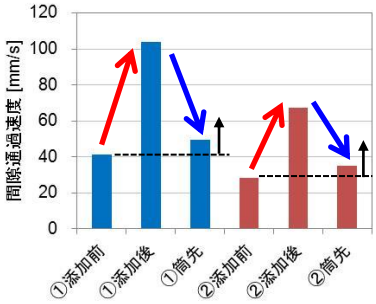


(b) 2 台目

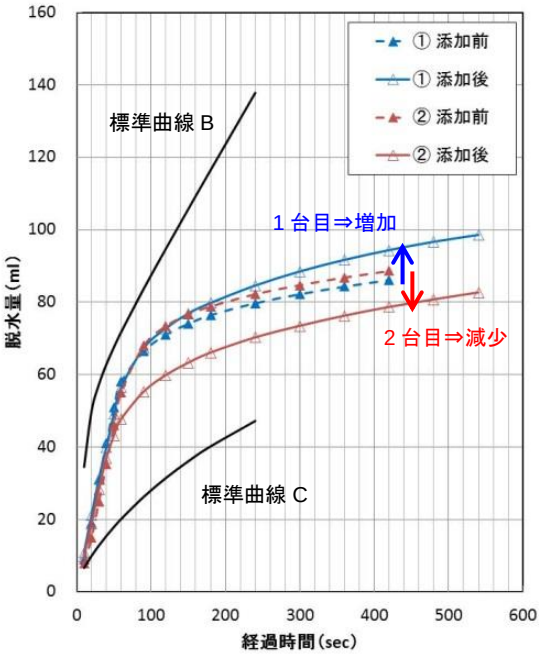
図－1 タンピングによるフロー変化量



図－2 粗骨材量比率



図－3 間隙通過速度



図－4 加圧ブリーディング結果

表－3 に受入検査の結果を示す．混和剤添加前・添加後のスランプに着目すると，1 台目は 8.5→17.5cm，2 台目は 7.0→14.0cm となっている．1,2 台目の添加後を比較すると 3.5cm の差が生じているが，混和剤の現場添加量は同一であり要因としては骨材の表面水率の違いが影響したものと考えられる．

3. 混和剤添加が筒先のフレッシュ性状に及ぼす影響

3.1 タンピング試験におけるスランプフロー変化量

図－1(a),(b) は各試料に対してタンピング試験を実施した際のフロー変化量である．まず両図の添加前(図中実線)と添加後(図中破線)を比較すると，1 台目は添加後にフロー変化量が大きく上昇しているが，2 台目については添加後における変化量の増分が非常に小さく，1, 2 台目の間に粘性の安定性に違いが生じていることがわかる．これは 2.2 節で述べた，骨材の表面水率の差が影響したものと考えられる．なお，筒先(図中点線)はフロー変化量が 1 台目と 2 台目で大きく異なっているが，表面水率の差に加えコンクリートの圧送速度の違いが要因となっていると思われる．

これらの結果は粘性の違いを示しているものの，いずれの試験においてもタンピングによるひび割れや骨材の分離は確認できなかったことから，1,2 台目問わず十分な分離抵抗性を有しているものと思われる．

3.2 間隙通過性試験による分離抵抗性と流動性評価

試料の粗骨材量比率を**図－2** に示す．いずれの結果においても A 室と B 室に大きな差は無く，前節で述べたタンピング時の目視結果にもあるとおり材料分離によりモルタル分が先行した傾向は確認されない．

また，**図－3** に示す通り 1,2 台目ともに添加後の間隙通過速度が速く，次いで筒先，添加前の傾向を示しており，圧送に伴う間隙通過速度の低下が見られるものの混和剤による流動性の向上が認められる．

3.3 加圧ブリーディング試験による材料分離性評価

図－4 は加圧ブリーディング試験の結果である．同図より，いずれの結果においても脱水量が標準曲線 B と C のほぼ中間値を通る傾向を示していることから，材料分離が生じ難くかつ圧送性も良好な材料であることが分る．筒先で採取した試料の目視結果からも材料分離は生じていないことが確認された．

1 台目添加後の水分量が増加し 2 台目添加後は減少した点については，他のフレッシュ試験の結果を鑑みて表面水率の差異に起因するものと考えられるが，その影響度合いについては混和剤の種類や水分量との比率によっても変化するため今後更に検討を要すると考えられる．

4. まとめ

本実験においては混和剤の現場微量添加により，圧送性能を向上させ，圧送条件に伴い低下する筒先でのコンクリート品質を確保することが可能なことを様々なフレッシュ性状評価試験の結果から示した．

参考文献

1) コンクリートのポンプ施工指針，土木学会，2012
2) 施工性能に基づくコンクリートの配合設計・施工指針，土木学会，2016