

# 1,500m 相当の長距離圧送したコンクリートのフレッシュ性状の変化に関する一考察

戸田建設株式会社 ○正会員 仲野 弘識 正会員 堀 昭  
 正会員 大橋 英紀 正会員 土師 康一

## 1. はじめに

本工事は、国道 302 号線 鳴海Ⅲ共同溝のうち、大高立坑・殿山立坑区間（全長 1,500m）の内部構築および殿山立坑の構築を施工するものである。本工事の三次インバートは、既設シールドトンネル（φ6700）坑内に構築され、施工条件の制約から、本工事の圧送施工は、水平換算距離で最長 1,500m を超える長距離圧送施工が必要である。そこで、筒先での施工性を確保するために、軽微な締固めを必要とする高流動コンクリート（スランプフロー350mm～500mm、以下、中流動コンクリートとする）のポンプ圧送によるフレッシュ性状の変化の把握を目的とし、1,500m の圧送試験を実施した。比較のため、当初設計であるスランプ 8cm 相当の普通コンクリートでも同様の試験を実施した。

## 2. 試験概要

図-1 に本圧送試験における配管および圧力計位置図を示す。本圧送試験では、水平換算距離で 1 周 300m の配管を 5 周圧送することで 1,500m 相当の圧送とした。配管はベント管、直管（5B）を組合せ、水平に実長 233.2m、水平換算距離 300m とした。コンクリートは 1 周圧送後、コンクリートポンプ車のホッパーへ戻した後、再圧送した。表-1 にコンクリートポンプ車の仕様を示す。設定吐出量は実施工を想定して 20m<sup>3</sup>/h とした。

表-2、表-3 に、使用したコンクリートの使用材料および配合を示す。製造はレディミクストコンクリート工場の強制 2 軸ミキサで行い、アジテータ車に積載して約 30 分かけて試験場所まで運搬した。

表-4 に試験項目を示す。出荷時・荷下し時および圧送距離 300m ごとにフレッシュ性状を確認した。管内圧力はコンクリートポンプ車の根元から、それぞれ水平換算距離 0m、51.5m、151.0m、242.0m の 4 か所で計測した。圧送の有無によるフレッシュ性状の変化を確認するために、アジテータ車にて試験場所まで運搬後、現場で静置した試料（以下、静置試料とする）も採取し、圧送後の試料（以下、圧送試料とする）と同時にフレッシュコンクリート試験を実施した。

表-1 コンクリートポンプ車仕様

方式	ピストン式
最大吐出量	47m <sup>3</sup> /h
最大吐出圧力	21.56MPa
シリンダ径	200mm
ストローク	2100mm

表-3 試験に使用したコンクリートの配合

配合名	W/C (%)	s/a (%)	単位量 (kg/m <sup>3</sup> )										Ad (C×%)	SP (C×%)
			W	C	FA	S1	S2	S3	G1	G2	G3			
24-8-40BB	56.5	43.9	159	281	35	399	—	427	425	352	353	1.2	—	
30-42.5-20N	49.5	49.3	174	352	35	428	211	229	366	606	—	—	1.3	

表-4 試験項目

試験項目	試験方法	備考
スランプ スランプフロー	JIS A 1101 JIS A 1150	出荷時、荷下し時(0m)および、1 周圧送ごとに静置試料と圧送試料を同時に測定。 目標スランプ : 8cm±2.5cm 目標スランプフロー : 42.5±7.5cm
空気量	JIS A 1128	出荷時、荷下し時(0m)および、1 周圧送ごとに静置試料と圧送試料を同時に測定。 目標空気量 : 4.5±1.5%
コンクリート温度	JIS A 1156	—
管内圧力	-	ポンプの根元から水平換算距離で 0m、51.5m、151.0m、242.0m の位置で測定。

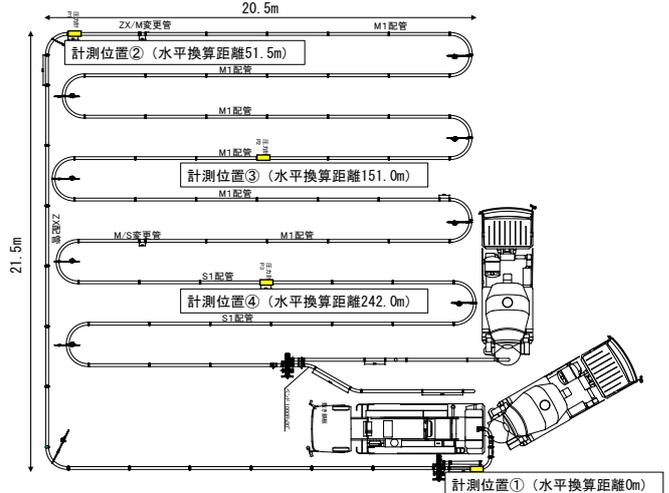


図-1 配管および圧力計位置図

表-2 使用材料

種類	記号	種類・物性
水	W	工業用水
セメント	C	普通セメント、密度 3.16g/cm <sup>3</sup>
		高炉セメント B 種、密度 3.04g/cm <sup>3</sup>
細骨材	S1	高炉スラグ砂、BFS1.2、表乾密度 : 2.72g/cm <sup>3</sup>
	S2	石灰岩砕砂、表乾密度 : 2.68g/cm <sup>3</sup>
	S3	橄欖岩砕砂、表乾密度 : 2.91g/cm <sup>3</sup>
粗骨材	G1	石灰岩碎石 2005、表乾密度 : 2.69g/cm <sup>3</sup>
	G2	橄欖岩碎石 2005、表乾密度 : 2.97g/cm <sup>3</sup>
	G3	橄欖岩碎石 4020、表乾密度 : 2.98g/cm <sup>3</sup>
混和剤	Ad	AE 減水剤標準形1種
	SP	高性能 AE 減水剤標準形1種
混和材	FA	フライアッシュII種、密度 2.25g/cm <sup>3</sup>



写真-1 配管全景

キーワード 品質管理, 中流動コンクリート, 長距離圧送, フレッシュ性状

連絡先 〒461-0001 愛知県名古屋市中区泉 1-22-22 戸田建設 (株) 名古屋支店土木工事部工事 2 室 TEL052-951-8541

### 3. 圧送試験

#### 3.1 普通コンクリート (24-8-40BB)

図-2, 図-3に本普通コンクリートのフレッシュ性状の変化を示す。運搬によるスランプの変化はなかったが, 1周圧送後, 静置試料は9.5cmから7.0cmに低下し, 圧送試料は9.5cmから7.5cmへ低下した。本試験においては, スラブ部材における打込みのスランプの最小値である5.0cm<sup>1)</sup>に試験誤差である2.5cmを加えた7.5cmを閾値としたため, 1周のみで圧送試験を終了した。運搬による空気量の低下は認められなかった。1周圧送後, 静置試料・圧送試料ともに目標値の範囲内で, 1%程度低下した。図-4に管内圧力を示す。管内圧力は水平換算距離の増加に伴い直線的に減少した。1周目の管内圧力から算出された管内圧力損失は $1.06 \times 10^{-2}$  (N/mm<sup>2</sup>/m)であった。

#### 3.2 中流動コンクリート (30-42.5-20N)

図-5, 図-6に本中流動コンクリートのフレッシュ性状の変化を示す。スランプフローは運搬により変化せず, 静置試料は1,500m圧送後においても低下は認められなかった。圧送試料のスランプフローは1周圧送後低下した後, 2周目に増加した。これらは試験誤差であると考えられ, 特に1周目においてはモルタル圧送や配管切替えによる影響が大きいことが想定される。3周目以降は静置試料と同様の結果となった。空気量は, 静置試料・圧送試料ともに運搬・圧送による変化は認められなかった。本試験の範囲において, 本中流動コンクリートは出荷後から1,500m圧送終了まで目標値の範囲内であり, 1,500mポンプ圧送後のフレッシュ性状の変化は認められなかった。

図-7に管内圧力を示す。1周目の管内圧力は高くなったが, 2周目以降, 圧送周数が増加すると管内圧力が増加する傾向となった。また, 図-8に管内圧力損失を示す。本中流動コンクリートの管内圧力損失は, 5周ともほとんど変化せず, すべてポンプ指針<sup>2)</sup>のスランプ18cmと同程度であり, 算出した管内圧力損失を用いると本コンクリートポンプ車を使用しての20m<sup>3</sup>/hでの1500m圧送は可能であると考えられる。

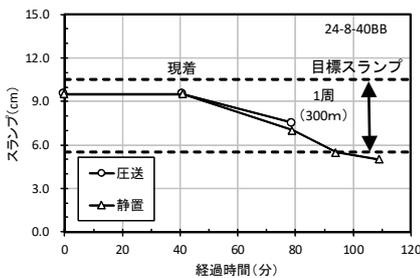


図-2 スランプ試験結果

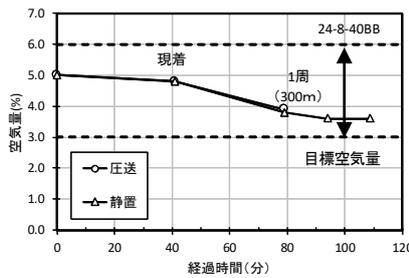


図-3 空気量試験結果

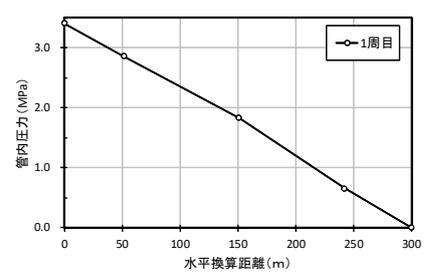


図-4 管内圧力 (24-8-40BB)

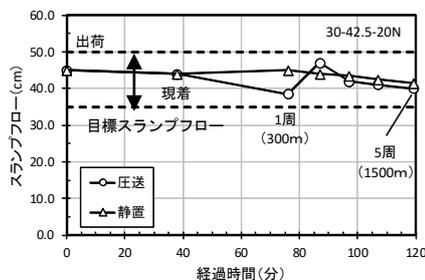


図-5 スランプフロー試験結果

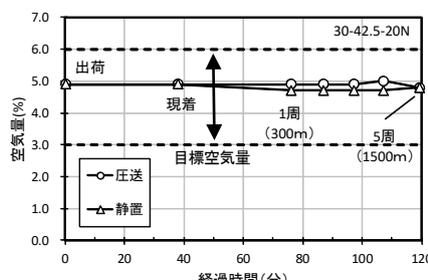


図-6 空気量試験結果

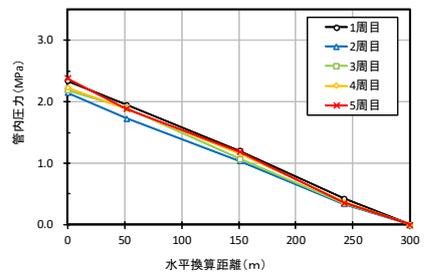


図-7 管内圧力 (30-42.5-20N)

### 4. まとめ

本圧送試験により, 得られた知見を以下に示す。

1. 本普通コンクリート (24-8-40BB) は, 経時および圧送によるスランプ低下を考慮すると 1,500m 相当の圧送は困難であると考えられる。
2. 本中流動コンクリートは 1,500m 相当の圧送試験の結果, 経時および圧送によるフレッシュ性状の変化は認められなかった。
3. 算出した管内圧力損失の結果より, 本コンクリートポンプ車を使用して, 本中流動コンクリートは 1,500m 相当の圧送は可能であると考えられる。

#### 参考文献

- 1) 土木学会：コンクリート標準示方書【施工編】(2017年度版)
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー第135号, コンクリートのポンプ施工指針(2012年版)

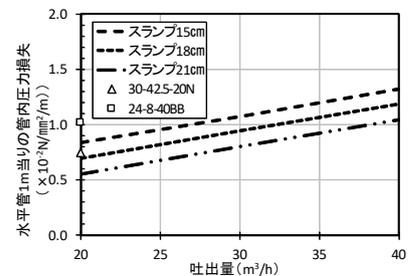


図-8 管内圧力損失  
(※スランプ 15cm, 18cm, 21cm の値はポンプ指針<sup>2)</sup>より)