

長距離圧送におけるコンクリートの流動性変化とポンプ圧送圧の関係

清水建設土木本部 正会員 浦野真次
川崎市建設局 黒田輝夫
川崎市建設局 原 正博
清水建設土木横浜支店 正会員 渡辺 隆

1. はじめに

コンクリートのポンプ施工指針¹⁾では、コンクリートの圧送における水平管1m当りの管内圧力損失の標準値を示している。しかし、300m程度以上の長距離圧送においては、コンクリートの流動性が変化する場合があり、ポンプの機種や圧送速度の選定に際して指針における管内圧力損失が適用範囲外となる可能性もあり参考として良いかどうかは不明である。そこで、長距離圧送における圧送管内における圧力損失およびコンクリートの性状変化に関する基礎データを得るため、著者らは圧送距離を4段階に変化させた場合のポンプ圧送実験を行い、既に報告した²⁾。

本報告では、圧送距離を3段階に変化させた場合の圧送管内における圧力損失およびコンクリートの性状変化に関してポンプ圧送実験を追加して行い、コンクリートの流動性変化と管内圧力損失との関係について検討を行ったものである。

2. 実験概要

使用材料および配合をそれぞれ表-1および表-2に示す。使用材料および配合とも、既報²⁾と同一である。目標スランプは、流動化前21cm、流動化後24cmとし、流動化剤を0.8l/m³現場にて添加した。

ポンプの配管状況、圧力計取付位置および圧送後のコンクリートの試料採取位置を図-1に示す。ポンプの配管も既報²⁾とほぼ同一であり、圧送距離は、配管実長で地上部20.0m、立坑部22.0mで一定とし、トンネル内水平部を約225、380、570mの3箇所に変化させた。ポンプからの水平換算距離は、それぞれ290m、444m、634mである。コンクリートの圧送には、理論最大吐出圧力が11.8N/mm²のポンプと125A(5B)管を使用した。圧送速度は、圧送距離の異なる3回とも、20m³/hを目標に行った。コンクリートは、圧送前試料をポンプ投入前にアジテータ車から採取し、圧送後の試料を筒先から採取し、スランプ、空気量、温度について測定を行った。圧送後の試料と同時刻に、圧送前の試料を静置した試料についても一旦練り舟で練直した後に試験を行った。

3. 実験結果および考察

コンクリートの実吐出量と圧送前後におけるコンクリートの経過時間を、表-3に示す。ポンプの実吐出量は、アジテータ車1台分のコンクリート(5m³)を圧送するのに要した時間から算出した。経過時間は、コンクリート投入開始からポンプ筒先からコンクリートが排出されるまでの時間である。ただし、アジテータ車の段取り替えの時間も含んでいる。このような圧送速度と経過時間の条件において圧送されたコンクリートの圧送前後および静置試料のスランプ、空気量および温度を表-4に示す。いずれの圧送距離の試料においても、圧送前と比較してスランプは同程度もしくは1cm程度低下した。空気量に関しては若干減少する傾向を示し、コ

表-1 使用材料

材 料	仕 様
セメント	普通ポルトランドセメント 密度3.16g/cm ³
細骨材	山砂 表乾密度: 2.60g/cm ³ FM: 2.60
粗骨材	石灰碎石 表乾密度: 2.69g/cm ³ 実積率: 60.0
混和剤	AE減水剤(リグニン系) 流動化剤(ナフタレン系)

表-2 配合

W/C	s/a	単位量 (kg/m ³)				混和剤	
(%)	(%)	W	C	S	G	AE減水剤	流動化剤
53.1	48.6	187	352	830	910	CX0.25%	0.8 (l/m ³)

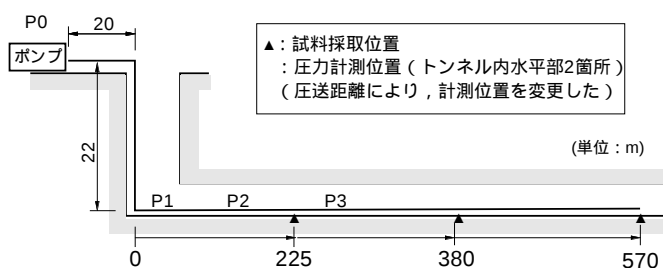


図-1 配管状況および試料採取位置

Key Words : 長距離圧送, フレッシュコンクリート, 圧力損失, 流動性

連絡先: 〒105-8007 港区芝浦1-2-3シーバンスS館, Tel. 03-5441-0559, Fax. 03-5441-0512

ンクリート温度は、圧送前の温度と比較して、圧送後試料は同程度もしくは約2℃上昇し、静置試料は2℃程度低下した。これは、圧送後試料はトンネル内の温度(20℃程度)に影響され、静置試料は外気温に影響されたことが原因であると考えられる。ここで、既報²⁾では、スランブは圧送前後において2～6cm低下したが、本実験では0～1cmとスランブ低下量が小さい。これは、本実験のコンクリート温度14～24℃と比較して、既報のコンクリート温度が29～34℃と大きいため品質変化が大きくなったためと考えられる¹⁾。

ポンプからの筒先までの配管実長と管内圧力の関係を図-2に示す。吐出量が一定ではないため勾配が異なるものの、圧送距離が長いほど、大きな圧力履歴を受ける。

図-2における管内圧力測定結果から、各圧送距離の平均的な管内圧力損失を求め、既報の圧力損失の結果とともに図-3に示した。スランブの低下量の大きい既報の圧力損失と比較して、スランブ低下量の小さい本実験のコンクリートの圧力損失はスランブ21cmの標準値程度となった。すなわち、流動性の低下が大きいコンクリートの方が圧送負荷が小さくなると傾向を示している。そこで、各圧送距離における圧力損失を吐出量20m³/hにおける管内圧力損失に換算し、それぞれのスランブ低下量との関係について図-4に示す。スランブの低下量が大きくなるほど、同一の吐出量20m³/hでの圧力損失が若干小さくなる傾向となった。本実験のように流動化したスランブ24cm程度の高い流動性のコンクリートでは、品質が変化して流動性が低下することにより、管内における栓流半径が増加しすべりによる流動が大きくなったために圧力勾配が小さくなったものと推測される。ただし、管内圧力の測定値のばらつきや圧送前のスランブによっては異なる結果となる可能性もあり、今後のデータの蓄積が望まれる。

4. まとめ

流動化したスランブ24cm程度のコンクリートを用い、コンクリートの流動性変化と管内圧力損失との関係について検討を行った。

[参考文献]

- 1) 土木学会編:コンクリートのポンプ施工指針[平成12年版], 2000.2
- 2) 浦野, 黒田, 原, 飯島, 宮瀬: 長距離圧送におけるポンプ圧送圧およびコンクリートの性状変化について, 土木学会年次学術講演概要集, V-66, pp.132-133, 1999.9

表-3 吐出量および経過時間

採取位置(m)	225	380	570
吐出量(m ³ /h)	25.0	16.0	17.1
経過時間(分)	25	43	60

*採取位置は、トンネル内水平部の圧送距離を示す。

表-4 コンクリートのフレッシュ性状測定結果

採取位置(m)	225 (外気温8℃)			380 (外気温13℃)			570 (外気温19℃)		
	スランブ	空気量	温度	スランブ	空気量	温度	スランブ	空気量	温度
圧送前	24.5(cm)	5.5(%)	14.0(℃)	24.0(cm)	3.6(%)	17.0(℃)	23.5(cm)	4.3(%)	24.0(℃)
圧送後	23.5	5.2	16.0	24.0	3.5	19.5	23.0	3.8	24.0
静置	23.5	5.0	12.0	22.0	3.3	15.0	22.0	4.0	22.0

*採取位置は、トンネル内水平部の圧送距離を示す。

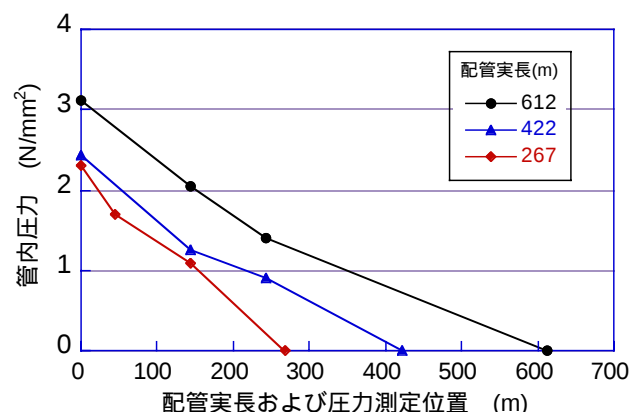


図-2 管内圧力分布測定結果

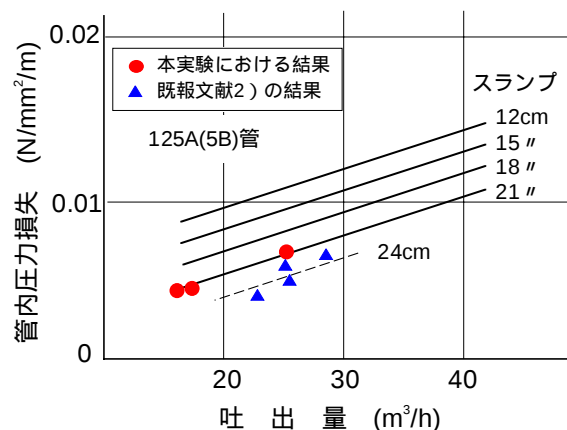


図-3 吐出量と圧力損失の関係

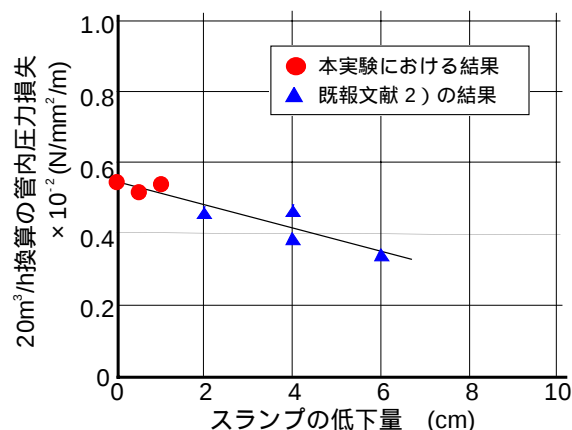


図-4 スランブ低下量と圧力損失の関係