

大規模開削トンネル躯体構築におけるコンクリート下方圧送実証実験

清水建設株式会社 正会員 根本 浩史
 首都高速道路株式会社 正会員 山内 貴宏
 清水建設株式会社 正会員 永峯 崇二
 清水建設株式会社 正会員 浦野 真次

1. はじめに

大規模開削トンネルの躯体構築におけるコンクリートは、地上部にポンプ車を設置し下方に圧送し打設するのが一般的である。下方圧送に関する既往の文献は少なく、圧送によるコンクリートの品質変化に対する知見は確立されていない。一般的に下方圧送ではコンクリート落下による材料分離を防止するために、落下速度を抑制する必要がある。そのためにもコンクリートのスランプは閉塞を起こさない範囲で小さい方が適切であるとされている¹⁾。

首都高速中央環状新宿線では、大規模開削トンネルの躯体構築を実施するにあたり、大量のコンクリートを下方圧送する必要があり、下方圧送におけるフレッシュコンクリートの品質変化の傾向を把握するとともに、躯体構築において適切なワーカビリティを確保するためのコンクリート配合を選定することが必要であった。そこで、著者らは、躯体構築前の均しコンクリート打設時に、圧送前後の品質を確認する実証実験を実施した。本報ではその実験内容及び考察を報告する。

2. 実験概要

圧送実験を実施した均しコンクリートは、地上部から高低差 33mに位置し、幅 12m、延長 45mを3ブロックに分けて打設した。圧送仕様を表-1に示す。それぞれのブロックに打設するコンクリートの目標スランプを表-2に示すように8cm、5.5cm(スランプ8cmの下限値)、9.5cm(スランプ12cmの下限値)の3段階とし、圧送直前(地上部)と圧送直後(地下部)のコンクリート性状及びスランプを確認した。

表-1 圧送の仕様

圧送距離	66.5m (水平 31m, 鉛直 33m, ベント5箇所, ルキブ 跡-5m), 水平換算長さ 114m
配管径	5インチ
使用ポンプ	型式: ピストン式 最大吐出量: 77m ³ /h 理論吐出圧力: 7.9MPa
圧送速度	最高約 50m ³ /h

表-2 コンクリートの仕様

	配合 (JIS 配合)	目標スランプ ^o (打設直前)	備考
A ブロック	24-8-20N	8cm	スランプ 8cm の中央値
B ブロック	24-8-20N	5.5cm	スランプ 8cm の下限値 (8 - 2.5cm)
C ブロック	24-12-20N	9.5cm	スランプ 12cm の下限値 (12 - 2.5cm)



図-1 均しコンクリート打設範囲

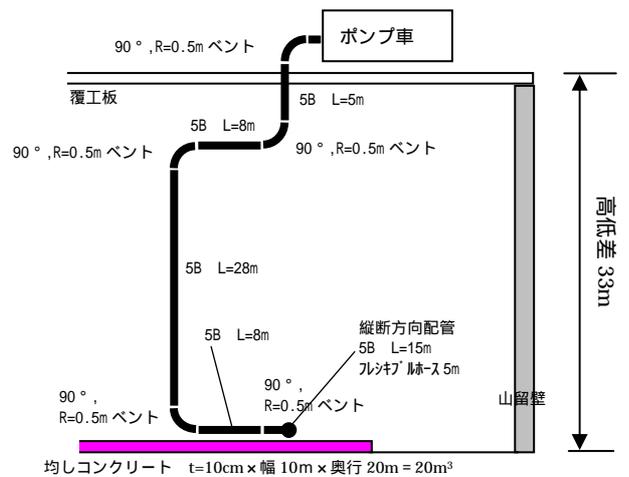


図-2 コンクリート打設配管位置図(断面)

キーワード 大規模開削トンネル, 下方圧送, スランプ, スランプロス

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦一丁目2-3 シーバンスS館 03-5441-0559

3. 実験結果

A, B, C の各ブロックに要した生コン車の台数はそれぞれ 5, 5, 3 台であり, 生コン車毎に圧送実験を実施した結果を表 - 3 に示す. A ブロックに打設したスランブ 8cm を目標としたコンクリートについては, 1, 2 台目ではスランブロスが小さい, またはスランブが増大しているのに対して, 3~5 台目では 2~3cm のスランブロスとなっている. この原因として, 1, 2 台目では先送りモルタルがコンクリートと混合することによる影響の可能性が考えられる. 3, 4 台目については, 圧送前のスランブがそれぞれ 7.5cm, 8.0cm であるが, 圧送後のスランブは 5.0cm であり, スランブ 8cm の許容範囲(±2.5cm)を下まわる値となっている. また, 5 台目では, 圧送後のスランブが 4.5cm となり打設中に閉塞した.

次に B ブロックを, 圧送前のスランブ 5.5cm 程度で打設したが, 1, 2 台目において鉛直管最下部などで配管が閉塞し, 圧送出来なかった. 3 台目以降は閉塞の可能性が高いと判断し, スランブ 12cm 程度まで流動化して打設した.

C ブロックに打設したスランブ 9.5cm を目標としたコンクリートについては, 先送りモルタルの影響を受けていないと思われる 3 台目では順調に圧送出来, スランブロスも 1cm と少なく, 良好なワーカビリティが確保できた.

表 - 3 圧送実験結果一覧

ブロック	ミキサ-車 台数	設計 スランブ	目標 スランブ	試験結果					打設 可否	備考	
				空気量(%)		スランブ(cm)					コン温度 ()
				圧送前	圧送後	圧送前	圧送後	ロス量			
A	1	8.0cm	8.0cm	4.6	4.2	8.5	8.0	0.5	21.0		
	2			-	-	8.0	9.5	-1.5	21.0		
	3			-	-	8.0	5.0	3.0	22.0		
	4			-	-	7.5	5.0	2.5	22.0		
	5			-	-	6.5	4.5	2.0	22.0	×	閉塞
B	1	8.0cm	5.5cm	3.7	3.5	4.5	-	-	22.0	×	閉塞
	2			-	-	5.5	5.0	0.5	22.0	×	閉塞
	3			-	-	5.5	-	-	22.0	-	流動化剤添加後打設
	4			-	-	6.0	-	-	22.0	-	流動化剤添加後打設
	5			-	-	5.5	-	-	22.0	-	流動化剤添加後打設
C	1	12.0cm	9.5cm	3.9	3.7	9.5	11.0	-1.5	22.0		
	2			-	-	9.5	10.5	-1.0	21.0		
	3			-	-	10	9.0	1.0	22.0		打設終了

4. 圧送後の品質変化

上記の実験以外に, 同様な下方圧送前後の品質試験を 2 回実施した. それらの実験データを含めた圧送前のスランブとスランブロスの関係を図 - 3 に示す. スランブが小さいとスランブロスが大きい結果となった. 一般的に圧送後のスランブロスは圧送負荷による脱水や微粒分の凝集などが主要因と考えられている²⁾. 下方圧送では圧送負荷は小さいが, 本実験で配管が閉塞したような鉛直管最下部などでは, 特にスランブが小さい場合において圧送負荷が大きくなり, スランブロスの原因となっていることが予想される.

5. まとめ

本実験の条件ではスランブが 8cm 以下であると, 圧送後のワーカビリティが確保できない, または配管が閉塞し圧送が出来ない結果となり, スランブが 9.5cm (スランブ 12cm の下限値) であれば, 順調に圧送することが出来た. このことから, 本構造物の躯体コンクリート配合におけるスランブの基準値は 12cm 以上が適切であると考えられる. また, 本実験では下方圧送の条件下でもスランブが小さいとスランブロスが大きい傾向となった.

参考文献

- 1) 土木学会 コンクリートライブラリー100 コンクリートのポンプ施工指針 p65, 2000
- 2) 浦野真次, 熊野知司, 名倉健二, 河井徹: ポンプ圧送によるフレッシュコンクリートの性状変化に関する実験的検討, コンクリート工学年次論文集, Vol.21, No.2, pp.343-348, 1999

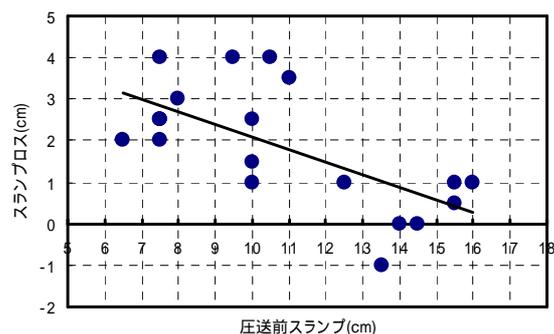


図 - 3 圧送前スランブとスランブロスの関係