

長距離圧送による二次覆工の品質確保

戸田建設(株) 正会員 ○小林 蒼
戸田建設(株) 河原 寛明

1. はじめに

本工事は、昭和33年に作られた下水道幹線の点検・改築時の代替幹線として建設するものである。シールド工事における二次覆工は現場打ちでコンクリート打設を行うことが一般的となっている。本工事では、発進立坑と到達立坑のみで中間立坑がなかったため、シールド総延長約2,400mに対し、両方の立坑から最大約1,200m離れた箇所まで打設する必要があった。二次覆工を行うにあたり立坑の内径が小さく、特に到達立坑からはアジテーターカーを投入することができなかったため、本工事では、地上に定置式コンクリートポンプを設置し、コンクリートの長距離圧送を行う計画にした。本稿では、長距離圧送の計画と実際の施工に際しコンクリートの品質を確保するために行った工夫点について報告する。

2. 圧送方法

立坑から打設位置まで約1,200mであり、地上に設置した定置式コンクリートポンプだけでは圧送が困難なため中継ポンプの配置について検討した。覆工コンクリート打設に伴い、長距離圧送を行うと覆工を打設するための圧力が足りなくなってしまう。そのため、今回はトンネル坑内に中継ポンプを設置（立坑から1,170mの位置に設置し、スチールフォームと共に移動し、立坑から700m地点で撤去した。）することにした。ポンプの配置は図-1に示す。

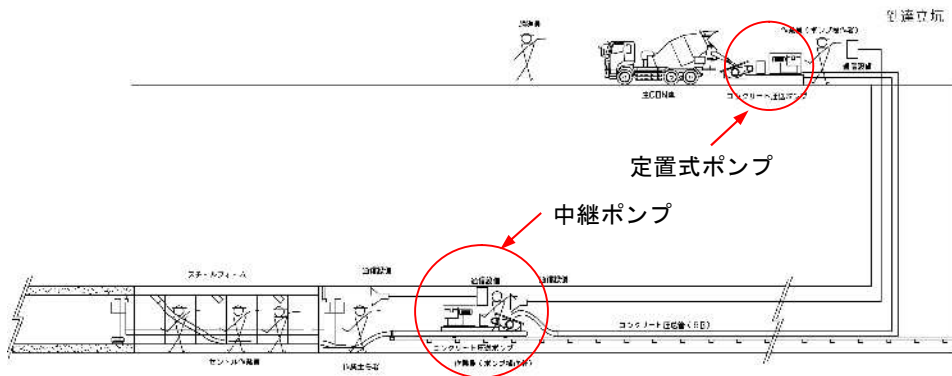


図-1 コンクリートポンプ配置図

3. 施工方法

二次覆工は、全断面スチールフォーム（長さ9m）を使用した。コンクリートの充填性確保のため、マルチバイブレーターによるコンクリートの締固めを十分に行えるよう点検窓は構造上取り付け可能な限り取り付けた（10箇所）。さらに、点検窓間のマルチバイブレーターが届きにくく、コンクリートの充填性確保が難しいと懸念される箇所は高周波自振モーターを取り付けて補助した。

4. コンクリートの配合

本工事での二次覆工コンクリートの配合選定にあたっては、1,200mという長距離圧送を行うことになるため、圧送中の材料分離を抑え筒先での品質を確保することが最も重要である。また、圧送中のブリージングやスランプ低下による管内抵抗の上昇に起因する配管内閉塞は打設中断につながるため、このトラブルを防ぐことも品質、工程確保の面で重要である。そこで本工事では、試験練りを行いコンクリートのポンプ施工指針より、配合スランプ値を決定した。打込み最小スランプ値を弊社実績から15cm、圧送によるスランプ値の低下量を1,200mの圧送に対し6cmとして、配合スランプ値を21cmとした。

キーワード：二次覆工，長距離圧送，材料分離

連絡先：戸田建設株式会社東北支店 仙台市青葉区一番町2-3-22 TEL:022-222-1273 FAX:022-222-1250

5. 品質確認試験

圧送前（ポンプ投入前）と圧送後（筒先）でコンクリートの性状試験と供試体採取による一軸圧縮試験強度の確認を行った。コンクリートの現場受入試験実施後にモアクリート（分離低減材）およびレオパック（パック型流動化剤）を投入及び高速攪拌し、定置式コンクリートポンプで圧送をして筒先で試料採取を行った。コンクリートの配合は45-21-20Nを使用した。試験結果は表-2に示す。

表-2 コンクリート試験結果

打設No.	現着時のスランプ	筒先採取時のスランプ	現着採取の圧縮強度(σ28)	筒先採取の圧縮強度(σ28)	地上ポンプから筒先までの所要時間
No.9	23.0cm	22.0cm	51.4N/mm ²	47.4N/mm ²	57分
No.44	23.0cm	22.5cm	55.4N/mm ²	52.6N/mm ²	36分

圧送によるスランプロスは最大で1.0cmであり、一軸圧縮試験強度は最大で4.0N/mm²の低下が見られた。圧送の影響による材料分離が見られず、また呼び強度を満足しており、圧送助剤を添加したことによる強度発現の不具合も見られなかった。

6. 品質確保の工夫

約13時間程度で脱型する施工サイクルのため、事前に行った試験練りにより13, 15, 17, 時間経過後の一軸圧縮強度を測定して脱型強度の算定を行った。脱型強度は計算により、トンネルの仕上がり内径2,000mmに対して2.0N/mm²に設定した。脱型強度を確実に確保するために積算温度と発現強度の比例の関係から積算温度管理表を作成し、積算温度で管理することで品質向上に努めた。

表-3 コンクリート圧送条件

配合	42-21-20N+PA (s/a=48.0%)	45-21-20N+PA (s/a=47.2%)
脱型強度(安全率2.0)	2.0N/mm ²	
脱型強度(安全率1.0)	1.0N/mm ²	

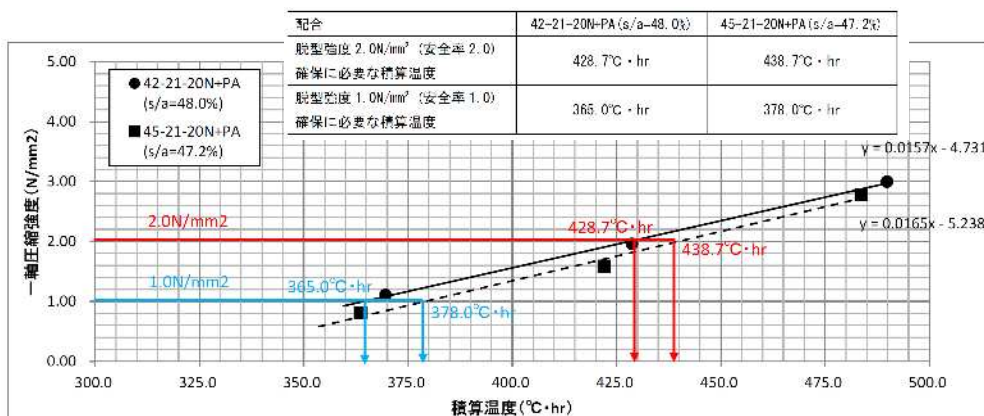


図-2 コンクリート積算温度

表-4 各坑内温度における必要養生時間

養生時間 (hr)	2.0N/mm ² 確保に必要な坑内温度(°C)			1.0N/mm ² 確保に必要な坑内温度(°C)		
	42-21-20N+PA (s/a=48.0%)	45-21-20N+PA (s/a=47.2%)	設定値	42-21-20N+PA (s/a=48.0%)	45-21-20N+PA (s/a=47.2%)	設定値
10	32.9	33.9	34	26.5	27.8	28
11	29.0	29.9	30	23.2	24.4	25
12	25.7	26.6	27	20.4	21.5	22
13	23.0	23.7	24	18.1	19.1	20
14	20.6	21.3	22	16.1	17.0	17
15	18.6	19.2	20	14.3	15.2	16
16	16.8	17.4	18	12.8	13.6	14
17	15.2	15.8	16	11.5	12.2	13

7. おわりに

定置式ポンプを利用した長距離圧送を行った。圧送による材料分離・強度発現の低下などの品質の不具合を発生させることなく施工することができた。本稿が同様な工事の一助となれば幸いである。