

共同溝における長距離圧送インバート工事の施工

戸田建設(株) 正会員 ○堀 昭
戸田建設(株) 正会員 藤井 豊
戸田建設(株) 正会員 廣田 雄士

1. はじめに

本工事は、既設共同溝の延長 L=1,457m シールドトンネル(Φ6,700mm)に内部構築を施工する工事である。本工事のインバートは、シールド断面内に構築され、施工条件の制約から、インバート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った。そこで、筒先での施工性を確保するために、配合・配管・ポンプ車を決定するための圧送試験を行い、諸条件を決定し施工を行った。本稿は、難易度の高い長距離圧送インバート工事における、施工計画に基づいた施工の報告を行うものである。

2. 施工の概要

内部構築工の標準断面図を図-1に示す。施工手順は①下部中壁、②インバート(右室)、③インバート(左室)、の順番で施工を行う。施工に先立ち、圧送試験を行った結果、標準の配管、コンクリートポンプ車、配合では打設が困難であることが判明したため、以下のように設計の内容を変更し、施工計画を見直した。

- 1. 配合 圧送試験では、圧送によるコンクリートポンプ車にかかる圧送負荷や長距離配管によるスランプロス等の影響を考慮し、配合を選定した(図-2 参照)。圧送試験を基に水平換算距離ごとに表-1 の通り配合を決定した。
- 2. 配管材 圧送試験により得られた配合毎の管内圧力損失と水平換算距離の関係を図-3 に示す。標準配管(5B)の耐圧は2MPa であるが、配管にかかる圧力は6MPa を超える結果を得たことから高耐圧の中圧配管(耐圧6MPa 未満)及び高圧配管(耐圧6MPa 以上)が必要であった。また、コンクリート配合の区分は、水平換算距離 1500~1000m の区間は No.3 の配合を、1000m~300 区間は No.1 の配合を使用することが決定していたため、使用配合も加味し、配管材の内訳を表-2 のように計画した。

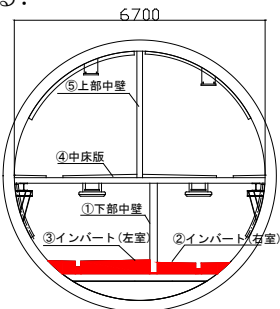


図-1 標準断面図

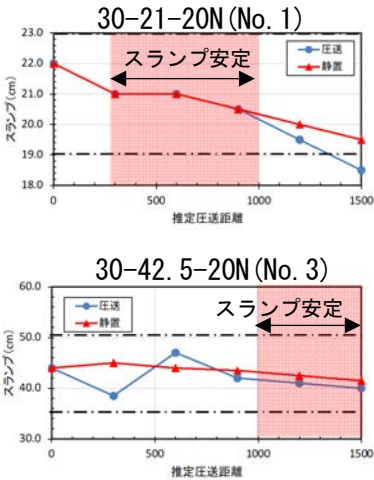


図-2 圧送試験品質試験(スランプ)

表-1 圧送試験の採用配合

水平換算距離	配合	規格
0m~300m区間	No.4	27-18-20N
300m~1000m区間	No.1	30-21-20N
1000m~1500m区間	No.3	30-42.5-20N

表-2 配管材内訳

種別	品目	仕様(MPa)	延長(m)
高圧配管	5B ZX	13	700
中圧配管	5B M	6	600
標準配管	5B S	2	200

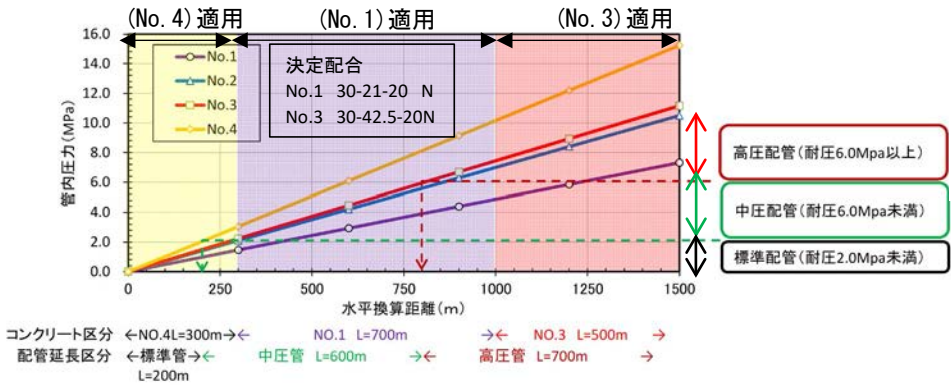


図-3 管内圧力損失(MPa)と水平換算距離の関係

キーワード 内部構築工, 長距離圧送, 圧送試験, スランプ

連絡先 〒104-0032 東京都中央区八丁堀 2-8-5 戸田建設(株) TEL03-3535-1354 FAX03-3551-8910

3. コンクリートポンプ車

コンクリートポンプ車にかかる最大圧送負荷 P_{max} の算定式²⁾は次の式に示される。

$$P_{max} = (\text{水平管 1m 当りの管内圧力損失}) \times (\text{水平換算距離}) \times 1.1^{\ast} = 16.9(\text{MPa})$$

水平管 1m 当りの管内圧力損失：125A 配管、スランブ 12cm の場合 0.01 (MPa/m)²⁾

水平換算距離：1,536(m) ※粗骨材最大寸法 40mm の場合 10%増しとする²⁾

$P_{max} \leq$ コンクリートポンプ車の最大理論吐出圧力 $\times 80\%$ の関係²⁾より、

$$\text{コンクリートポンプ車の最大理論吐出圧力} \geq P_{max} / 0.8 = 21.2(\text{MPa})$$

以上より、必要吐出圧力:21.2MPa 以上のコンクリートポンプ車を選定すれば、**図-3**の圧送試験結果と比較しても、充分コンクリートの負荷に耐えることが可能であると判断した。

3. 施工上の課題と解決策

①1500m 超の長距離圧送のため、筒先のコンクリート性状が変化する恐れがあった。そこで、圧送助剤（レオパック PA：ライオン・スペシャリティ・ケミカルズ（株））を添加した配合を計画し、圧送試験時に静置状態及び圧送後の性状確認（スランブ、空気量）により、高いスランブ保持性を確認していたが、実施工においても打設箇所の筒先でスランブが損失しないことを確認した。（**写真-1** 参照）



スランブフロー43.5cm
(荷下時：30-42.5-20N)



スランブフロー50.0cm
(筒先：30-42.5-20N)



スランブ 22.0cm
(荷下時：30-21-20N)



スランブ 20.5cm
(筒先：30-21-20N)

写真-1 スランブ性状変化

②コンクリート圧送時には、配管に大きな圧力がかかり、蛇行が生じた（**写真-2** 参照）。対策として、曲線部の配管の振れ防止や配管材の金具固定補強、配管の蛇行を防止した。（**写真-3, 4** 参照）



写真-2 配管蛇行



写真-3 配管振れ防止



写真-4 金具固定補強

③現場へ出荷される生コンは、従来は所定の頻度で品質試験を実施する。本工事においては、生コンのフレッシュ性状は長距離圧送における最重要課題であり、性状のバラつきにより**写真-2**のような配管の異常を誘発する恐れがある。したがって、長距離圧送区間においては打設時の配管の不具合発生を防止するため、所定の試験頻度に加え試験頻度を増加し、品質の安定した生コン供給に努めた。

5. おわりに

本工事は共同溝シールドトンネル内でコンクリートを 1500m 長距離圧送する難易度の高い内部構築工事を行った。長距離圧送においては、試験圧送結果に基づいたコンクリートポンプ車、生コン配合、配管材の施工計画が重要であり、安定した連続打設を行うために生コン性状や配管材の異常の有無のチェックにより打設トラブルを防止することができた。今後の長距離圧送工事の一助となれば幸いである。

参考文献

- 1) 仲野ら：1500m 相当の長距離ポンプ圧送によるフレッシュ性状の変化に関する考察，土木学会第 74 回年次学術講演会，vol. 74, VI-441，2019
- 2) 土木学会：コンクリートライブラリー コンクリートのポンプ施工指針[2012 年版]、P17