

## シールドトンネル二次覆工コンクリートの長距離圧送における施工検討

戸田建設株式会社 正会員 ○茶山 豊 正会員 渡辺 克己  
正会員 今井 裕也 正会員 澤村 淳美

## 1. はじめに

シールド工の二次覆工コンクリートの施工において、コンクリートポンプを用いて長距離圧送を行う場合、発進側または到達側のどちらか一方にコンクリートポンプを配置し、反対側のトンネル奥から手前に向かって圧送配管を切りながら施工を行うことが一般的である。本工事では、両側立坑から施工が可能であるが、トンネル延長の約半分の距離において、圧送配管を手前から奥に向かって延ばしながら施工を行う。この施工方法における圧送設備とコンクリートの配合について検討した結果を報告する。

## 2. 二次覆工コンクリートの概要

## 2. 1 施工条件

図-1 にシールド工の全体平面図、図-2 に二次覆工コンクリート断面図を示す。図に示すように、シールド延長  $L=1,132\text{m}$  のうち、3カ所の急曲線 ( $R=20\text{m}$ ,  $R=15\text{m}$ ,  $R=30\text{m}$ ) がある線形となっている。また、仕上がり内径が  $\phi 2400\text{mm}$ 、二次覆工コンクリートの厚さが  $222\text{mm}$  の設計である。

圧送されるコンクリートは曲線部において圧力損失および管内の摩擦抵抗が生じ、圧送時間の影響も加わるによりワーカビリティの低下や配管内の閉塞の恐れがある。そのため、本工事のコンクリートの圧送距離は、2つ目の急曲線である  $R=15\text{m}$  付近を境目に、到達側から  $L=530\text{m}$ 、発進側から  $L=665\text{m}$  の位置に設定した。

今回採用した施工順序は、到達側にコンクリートポンプを配置し、トンネル奥に向かって配管を延ばしながら  $L=530\text{m}$  まで施工を行う。その後、発進側にコンクリートポンプを配置し、残りの  $L=665\text{m}$  についてトンネル奥から手前に向かって配管を切りながら二次覆工コンクリートの施工を行う。

## 2. 2 検討内容

本工事は、最長圧送距離  $L=665\text{m}$  (水平換算距離  $L=723\text{m}$ ) の長距離圧送となる。また、二次覆工コンクリートの厚さが  $222\text{m}$  と小さく、コンクリートを圧送した先で打込み可能な流動性を保っている必要がある。そのため、圧送性と施工性を確保したコンクリート配合の検討を行った。

また、スチールフォーム 1 基で二次覆工コンクリートの施工を行うため、図-1 に示した長距離圧送の切り替え位置を境目に、施工条件に対応したスチールフォームと配管の検討を行った。

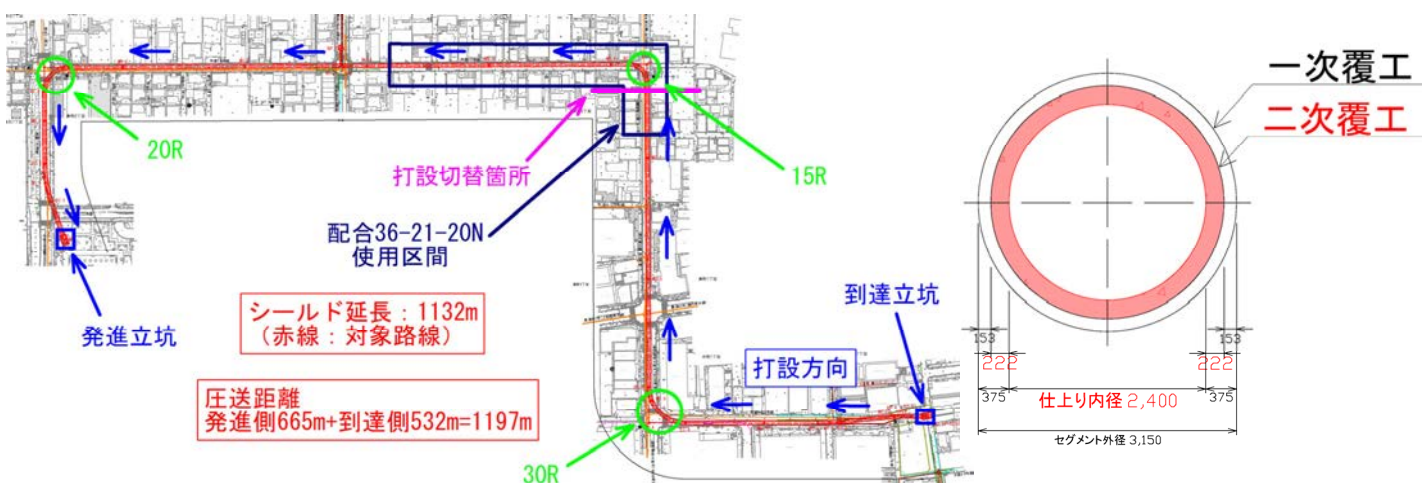


図-1 シールド工の全体平面図

図-2 二次覆工コンクリート断面図

キーワード シールドトンネル, 二次覆工コンクリート, 長距離圧送

連絡先 〒103-0023 東京都中央区日本橋本町 2-7-1 戸田建設(株) 首都圏土木支店 TEL03-3535-1426

### 3. 検討結果

#### 3. 1 コンクリート配合計画

表-1 にコンクリートの配合を示す。長距離圧送施工の圧送性を確保するため、材料分離抵抗性や振動締固めの容易さに対する影響の大きい単位セメント量を指標にした図-3<sup>1)</sup>を使用し、適切な単位セメント量を確認した。その結果、33-21-20N ならびに36-21-20N の配合を選択し、これらの配合について室内試験を実施しその性状を確認した。なお、36-21-20N 配合に対しては圧送助剤を使用した結果である。図-4 にスランプとスランプフローの結果を示す。両配合とも練上がりから120分経過後も所要のスランプを確保していることが確認できた。経時変化特性として、60分経過後に緩やかにスランプならびにスランプフローが低下していき、36-21-20N 配合の方が単位セメント量が多い事に加えて圧送助剤を添加していることによりスランプ（スランプフロー）の低下がより緩やかであることが確認できた。本施工では、圧送距離と圧送時間の関係により、練上がりから圧送完了までの時間が60分となる起点～450mまでは33-21-20N 配合、450m～665mは36-21-20N 配合で打ち込みを行った。

表-1 コンクリートの配合

	配合	W/C (%)	s/a (%)	単位量(kg/m <sup>3</sup> )								助剤 (g/m <sup>3</sup> )	
				W	C	S1	S2	S3	G1	G2	AD1		AD2
設計配合	24-12-20N	69.5	47.9	161	286	880	—	—	978	—	2.72	—	—
変更配合1	33-21-20N	48.0	49.4	175	365	342	170	344	625	273	—	4.02	—
変更配合2	36-21-20N	46.1	51.1	175	380	353	173	354	601	262	—	4.18	250

#### 3. 2 圧送設備

本工事では、両立坑からコンクリートを圧送するため、施工方法に対応できるようにスチールフォームの吹上口を発進側と到達側の両側のどちらにも向くように製作を行った。打設スパンは急曲線部では3m、緩やかな曲線部で6m、直線部で9mとスチールフォームの長さを変更する。また、先送りの水やセメントペースト、およびモルタルを排出して処理するために打込み箇所から約20m先で配管をUターンさせ、打込み箇所および既設のコンクリートの上での作業をなるべく減らす施工方法とした。

#### 4. まとめ

本工事は、現在施工中であるが、最長圧送距離 L=665m の長距離圧送に加え、両側立坑からのコンクリート施工に対して、事前のコンクリート配合の検討、スチールフォーム制作時の検討、および配管方法を検討することにより、大きなトラブルもなく順調に施工している。

<参考文献>

1) コンクリートライブラリー145 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針 [2016年版], 土木学会, 2016.6.15

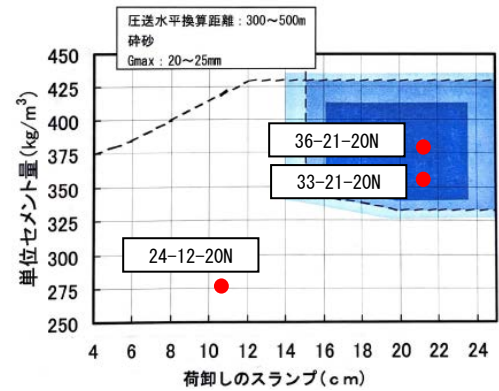


図-3 圧送性を確保するための荷下ろしのスランプと単位セメント量の関係の確認図<sup>1)</sup>

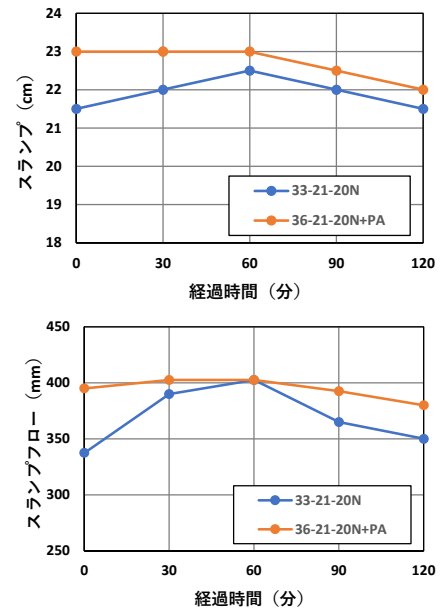


図-4 スランプとスランプフローの経時変化



写真-1 二次覆工打設状況



写真-2 二次覆工締め固め状況