

夏場における長距離ポンプ圧送による覆工コンクリートの打設について

農林水産省中国四国農政局高知三波川帯農地保全事業	非会員	森	洋
(株) 鴻池組桃原トンネル工事事務所	正会員	福田	敦
(株) 鴻池組桃原トンネル工事事務所	非会員	三浦	邦武
(株) 鴻池組土木技術部	非会員	為石	昌宏

1. 概要

桃原トンネル工事は、高知県長岡郡大豊町桃原区域において、高知県三波川帯農地保全事業計画に基づき、地すべりによる被害を除去し、または軽減するため、桃原区域(C-1)ブロックにおいて地すべり防止施設として排水トンネルを建設するものである。本トンネルは計画地点の地形条件、及び水位条件から延長 463m、内径 $2R=2.50\text{m}$ となる山岳トンネル(水路トンネル)であることから、トンネル工法は施工性、経済性で有利な「矢板工法」により施工を行った。このうち覆工コンクリートについては、施工上、セントルを奥側端部より順次坑口へ移動し打設することから、初打設となる1ブロック目はコンクリートを約 500m ポンプ圧送する必要があった。また、工程上、打設開始が9月上旬となることから、コンクリート温度が約 30 と高く、スランプロス対策も考慮する必要があった。そこで、暑中においても、スランプロスが少なく、流動性に優れ、長距離ポンプ圧送が可能なコンクリートを採用し、施工したので、ここに報告をする。

2. コンクリート打設方法(ポンプ圧送方法)

本工事は、トンネル断面が小さい(掘削断面積: 9.6m^2 , 覆工断面積 6.4m^2) ことから、当初、標準案では、バッテリー機関車・プレスクリート・空気圧縮機を使用した覆工コンクリートの施工方法となっていたが、打設速度が遅いことや安全性に考慮が必要なることから、VE提案により、施工速度が速く、トータルコストも低減する図-1に示すポンプ圧送による施工方法とした。

この方法は、地形上、アジテータ車がトンネル構台上まで進入することができないため、先ず構台 11m 下の仮設ヤードでコンクリートを荷卸しし、第1コンクリートポンプ(最大吐出量: $25\text{m}^3/\text{hr}$, 最大吐出圧力: 4.09MPa)で、トンネル構台の上まで鉛直方向にポンプ圧送を行った。そして、第2コンクリートポンプ(最大吐出量: $44\text{m}^3/\text{hr}$, 最大吐出圧力: 7.0MPa)で、493m離れたスライドセントルまで長距離ポンプ圧送を行った(途中5%登り勾配区間 239m含む)。コンクリート配管は圧送抵抗の少ないインロー式の5Bおよび圧送用ビクトリックジョイントを使用した。

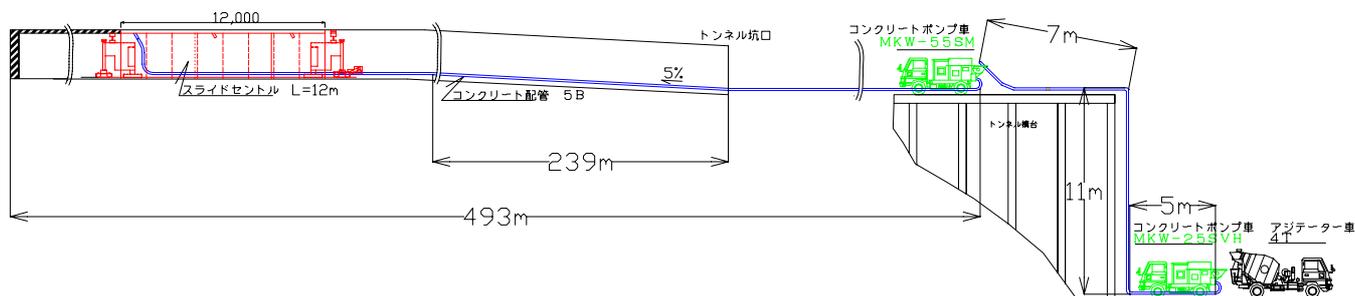


図-1 コンクリート圧送概要

3. 配合

本覆工コンクリートに要求される事項は、長距離ポンプ圧送性(水平換算距離: 625m)に加えて、圧送に伴う加圧作用や荷下ろしから打ち込みまでに要する時間(約 45分)やコンクリート温度が高い(約 30)ことなどを考慮したスランプ保持性が必要となる。仮にポンプ圧送中に閉塞が発生すると、覆工コンクリートにコ

キーワード 覆工コンクリート、長距離ポンプ圧送、スランプロス、スランプフロー、小断面トンネル
 連絡先 〒530-8517 大阪市北区梅田 3-4-5 (毎日インテシオ) (株) 鴻池組 土木技術部 TEL 06-6343-3290

ールドジョイントを引き起こす原因となり、また、閉塞が発生しなくても、セントルまで圧送されたコンクリートに著しいスランプロスが生じると、コンクリートの流動性や充填性が不足することにより天端部等に充填不良(空洞)部を生じる恐れがある。そのため、覆工コンクリートの品質を確保する上で、適切なフレッシュ性を確保することが極めて重要であると考えられる。本工事の覆工コンクリートは、「18-15-40N」の配合であったが、上記を考慮し基本配合は「24-21-20N」とし、荷卸し時の受入試験では、スランプロ値が45cm程度となるように配合を決定した。試験練

りを基に決定したコンクリートの配合表を表-1に、その使用材料を表-2に示す。混和剤として使用するポンプ圧送助剤は、現場到着時にアジテータ車に添加するもので、無混和のもののスランプロ値が50cmから38cm(90分後)へと12cmの低下であったのに対し、混和したもののスランプロ値は48cmから41cm(90分後)へと7cmの低下量となり、大幅にスランプロスを低減することを確認できた。

表-1 配合表

水セメント比 (%)	細骨材率 (%)	単用量 (kg/m ³)							
		水	セメント	細骨材	細骨材	粗骨材	粗骨材	高性能AE減水剤	混和剤
48.7	50.0	175	359	608	269	451	451	3.590	0.111

表-2 使用材料

種類	種類・仕様
セメント	普通ポルトランドセメント、密度:3.16g/cm ³
水	河川水
細骨材	細砂(海砂)、表乾密度:2.61g/cm ³ 、吸水率:1.33%、粗粒率:2.04
細骨材	粗砂(砕砂)、表乾密度:2.69g/cm ³ 、吸水率:0.48%、粗粒率:2.87
粗骨材	砕石1505、最大寸法:15mm、表乾密度:2.70g/cm ³ 、吸水率:0.42%
粗骨材	砕石2015、最大寸法:20mm、表乾密度:2.70g/cm ³ 、吸水率:0.39%
高性能AE減水剤	ポリカルボン酸系
混和剤	ポンプ圧送助剤、オキシカルボン酸塩系

4. 打設状況

長距離ポンプ圧送の際、1車でも性状の悪いコンクリートが混入すると閉塞を発生する危険性が高いことから、基本的にスランプ(フロー)試験に関しては、全車について実施した。図-2に初打設となる1ブロックの受入試験時のスランプロ試験結果を示す。1ブロックの打設時は、1車目からコンクリート温度が29となり、スランプロスが懸念されたが、概ね安定して自主管理目標値である45±5cmの範囲内の数値となり、一度も閉塞することなくスムーズな打設が行え、圧送後のコンクリート材料分離等は見られず、バイブレーターの加振によりスムーズに流動する良好な性状であることを確認した(写真-1)。また、荷下ろし時のスランプロが22.0cm程度であったのに対し、筒先でのスランプロ値は概ね17.0~18.5cmであり、3.5~5.0cmのスランプロロスが見られた。これは、「施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)」¹⁾に示されている圧送距離とスランプロ低下量の関係とほぼ一致するものであった。

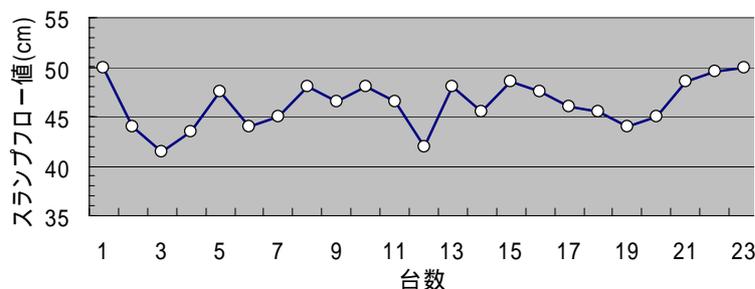


図-2 スランプロ試験値



写真-1 圧送後のコンクリート様子

5. まとめ

本施工より、夏場の厳しい環境下での長距離ポンプ圧送(水平換算距離 625m)による覆工コンクリートの打設に対し、コンクリートのスランプロ値を45cm程度に設定、管理し、かつ混和剤にポンプ圧送助剤を使用し、スランプロスの低減を図ることが有効であることが判った。

参考文献

- 1) 土木学会: CL.126 施工性能にもとづくコンクリートの配合設計・施工指針(案)