

トンネル内配管基礎コンクリートにおける長距離圧送の実績について

農林水産省関東農政局両総農業水利事業所 非会員 横山 晃弘
 戸田建設株式会社 非会員 遠藤 武彦
 戸田建設株式会社 正会員 ○松本 浩一郎
 戸田建設株式会社 正会員 土師 康一

1. はじめに

既設農業用水路を開水路系からパイプライン化する改修工事の一環として、当工区トンネル区間はDCIP管(φ1,350mm)を露出配管し、設計支承角130°の管巻きコンクリートを打設する設計となっている。対象範囲は既設トンネル延長4.2kmのうち上流坑口から1.5kmまでの範囲である。コンクリートの打設方法については、軌道運搬打設か、圧送打設が考えられたが、非灌漑期内施工という工程制限から、コンクリートポンプによる圧送打設を選定した。そこで、長距離圧送における施工、品質管理が課題となった。本稿では試験練り結果と実施工での管内圧力損失データから得られた結果について報告する。

2. 施工条件

ポンプ圧送は上流坑口部(A)と、施工終点より250m下流の分水立坑(B)(H=20m)からの圧送となり、水平換算距離は最長954mで計画した。また、プラントからの距離を考慮すると、練り上がりから筒先までの時間がおおよそ100分程度と想定される。

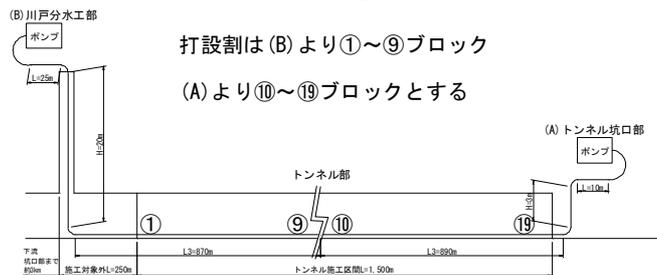


図-1 圧送模式図

3. 試験練り

過年度工事においては配合を18N-8-20として設計されていたが、圧送過程における目詰まり等の支障が発生していたため、本工事では24N-18-20で設計されている。コンクリート示方書によれば500m以上の圧送でのスランプ低下の目安については、「既往の実績または試験施工の結果に基づき設定する」と

されている。しかしながら、今回採用するプラントはこれまで1,000mにおよぶ長距離圧送への出荷実績がないため、室内試験練りによるスランプの経時変化を確認した。試験練りを行った配合は表-1のとおりである。スランプを18cmと21cmとし、標準配合と分離低減剤、ポンプ圧送助剤を添加した場合とで試験を行った。また、単位水量を少なくして材料分離を低減させるため、高性能AE減水剤を用いた配合(30N-21-20)についても試験を行った。

表-1 試験練り配合一覧

記号	配合	混和剤	セメント 水 細骨材 粗骨材 (kg/m ³)				W/C (%)	S/a (%)
			332	179	777	984		
1-A	24-18-20BB	AE減水剤	332	179	777	984	3.32	54.0
1-B	24-18-20BB+分離低減剤							
2-A	24-21-20BB	高性能AE減水剤	349	188	816	903	3.49	54.0
2-B	24-21-20BB+分離低減剤							
2-C	24-21-20BB+ポンプ圧送助剤							
3-A	30-21-20BB	高性能AE減水剤	350	175	798	957	3.15	50.0
3-C	30-21-20BB+ポンプ圧送助剤	AE減水剤						

図-2に示すようにポンプ圧送助剤はスランプの経時変化防止に有効であることが確認された(2-C)。高性能AE減水剤を使用した場合、40分を経過すると急激にスランプが低下した(3-A)が、ポンプ圧送助剤を併用することで、120分後までスランプ21cm以上を維持していた(3-C)。

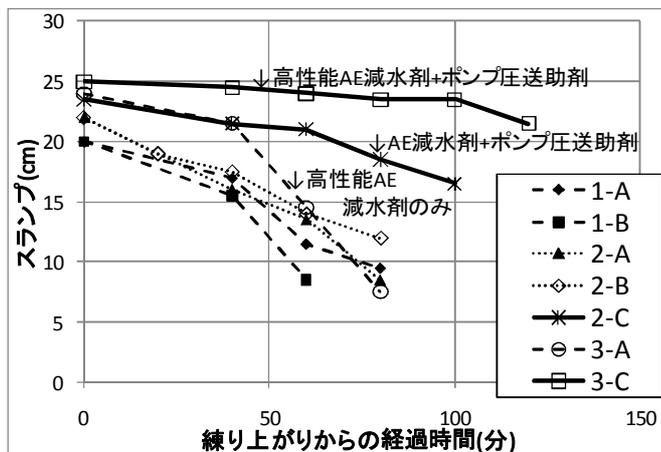


図-2 スランプ経時変化

4. 加圧ブリーディング試験

次にポンパビリティーを事前に評価する試験とし

キーワード コンクリート, 長距離, 圧送, 品質管理, 圧力損失, 添加剤

連絡先 〒260-0021 千葉県千葉市中央区新宿1-21-11 戸田建設株式会社千葉支店土木部工事課 TEL043-242-4591

て加圧ブリーディング試験を行った(図-3)。

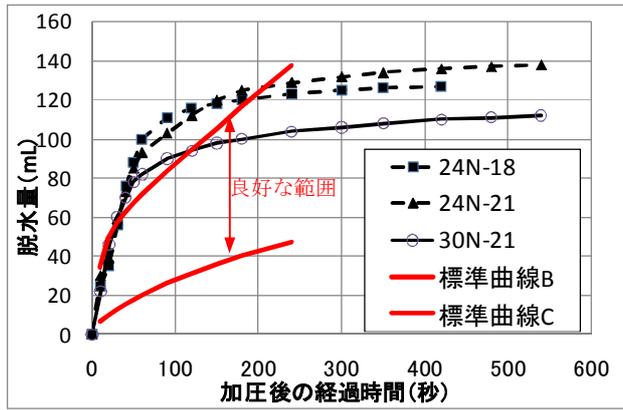


図-3 加圧ブリーディング試験結果

高性能 AE 減水剤を用いた配合(30N-21)は、初期の脱水量が少ない。これに対して脱水量が多い他の配合は長距離圧送時において、潤滑層の形成が阻害される可能性があり、スランブによる評価以上に圧送性が低下し、閉塞の危険性があることを示している。

5. 配合決定

ポンプ指針では、コンクリートポンプにかかる圧送負荷の算定式として以下の式が提案されている。

$$P = \frac{KQ^{0.629}}{10D^{2.2}} L^{1.1} + \frac{WH}{10^5} \quad \text{(式-1)}$$

$$P = KL_0 + \frac{1}{10^5} WH + 3KM + 2KN + 2KI \quad \text{(式-2)}$$

(式-1)において、本工事で想定している吐出量 Q=20(m³/hr)とポンプの最大吐出圧力 10.6(MPa)(高圧時)の80%で評価すると表-2に示す結果となりスランブ 15cm 以上で計画の水平換算距離 954m が圧送可能であることがわかった。

表-2 (式-1)より求まる最大水平換算距離

スランブ(cm)	K(係数)	最大圧送距離(m)
4~8	417.3	666
9~14	352.3	777
15~24	278.0	963

次に管内圧力損失 K(MPa/m)から求める(式-2)に実配管長 915m を代入すると K=0.008(MPa/m)以下となることが必要であることが分かった。

以上の結果より 100 分経過時でスランブ 15cm を確保出来る配合(2-C, 3-C)を採用する。圧送距離の短い初期段階の打設区間でこの 2 配合における管内圧力損失を実測して、それぞれの圧送限界距離を推定することとした。

6. 管内圧力損失測定

圧力計をポンプから 215m 地点(P1), 315m 地点(P2)

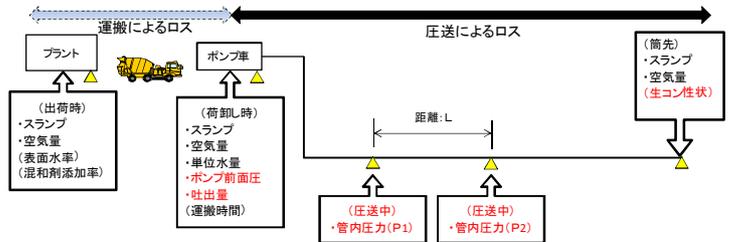


図-4 計測概要図

に設置し、管内圧力の測定を行った(図-4)。

測定結果から、初期段階(①, ②BL)における管内圧力損失はそれぞれ K=0.0055(MPa/m)であり、ポンプ能力から求めた管内圧力損失「K=0.008(MPa/m)以下」を満足していた。

管内圧力損失結果からは以上の結果が得られたが、実施工においては水平換算距離 760m(実配管長 700m)で配合[2-C]から高性能配合[3-C]に切り替えた。これは脱水量が増加し筒先での材料分離傾向が見られ、それ以上の距離の圧送は不可能であったためである。高性能配合へ切り替えると材料分離を起こさず圧送可能となった。これは先に示した加圧ブリーディング結果を実証するものであった。最後に今回の実績から求まる管内圧力分布を図-5に示す。

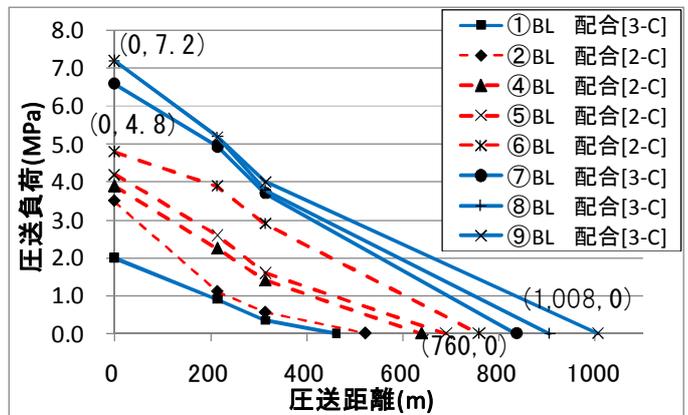


図-5 管内圧力分布

7. まとめ

室内試験結果および管内圧力測定結果をもとに現場での生コン性状を確認しながらの施工を行うことにより、材料分離や圧送管閉塞といった不具合を発生させることなく打設を完了することができた。この他に単位セメント量や骨材微粒分重量、スランブフロー値などの調整や確認を室内試験で行えたことは重要であった。これらの検討を踏まえ、現着の生コン性状の確認が現場技術者の重要な責務である。

参考文献

1) コンクリートのポンプ施工指針[平成12年版]p17