

施工計画

導水路トンネル内における高密度ポリエチレン管布設について

東京土木施工管理技士会
株式会社エム・テック
工事部
齊 藤 彰
Akira Saito

1. はじめに

国営事業であるフラヌイダム建設中止に伴う事業計画の変更により、当初はダムから取水した農業用水を全断面で通水させる予定であった既設導水路トンネル（ $2R=1.8\text{m}$, $L=1,900\text{m}$ ）内に、高密度ポリエチレン管（外径 $\phi 710\text{mm}$, $L=11.8\text{m}$ ）を融着接合し、全ての管を一体化させて布設する工事である。

また、トンネル内を管理用通路として利用するため、受電・換気・照明等の電気設備工事及び呑・吐口管理室の構築も併せて行ったものである。

工事概要

- (1) 工 事 名：フラヌイ地区西部用水路北星上工区工事
- (2) 発 注 者：北海道開発局旭川開発建設部
- (3) 工事場所：北海道上川郡美瑛町～北海道空知郡上富良野町
- (4) 工 期：平成12年9月20日～平成13年1月31日（変更平成13年3月19日）
施工延長：No.19+48.65～No.38+68.79（破鎖+4.54m） $L=1,924.68\text{m}$
土 工： $V=1,254\text{m}^3$ 、管体工：高密度ポリエチレン管（PE $\phi 710\text{mm}$ ） $L=1,898.72\text{m}$ 、DCIP管（ $\phi 600\text{mm}$ ）

K型DB種 $L=12.00\text{m}$ 、曲点工（ $\phi 600\text{mm}$ ）K型 $n=2$ 箇所、鋼製可撓管（ $\phi 600\text{mm}$ ） $n=2$ 箇所
附 帯 工：空気弁 $n=5$ 箇所、附帯土工：架台コンクリート $V=288\text{m}^3$
雑 工：呑・吐口管理室1式、湧水処理1式、電気設備1式、仮設工：1式

2. 現場における問題点

トンネル坑内に高密度ポリエチレン管を布設する上での問題点は、以下に述べるように3点あった。

[問題点1]

当初設計では、高密度ポリエチレン管を既設トンネルのインバートへ直に布設するものであった。しかし、事前にトンネル内の水準測量を行った結果、経年変化であるのか、地層の状態によるのかは不明であるが、トンネル全体での高低差が所定の基準高に対して約130mmもの不連続な状態であることが判明した。このままでは、基準高の管理基準値（ $\pm 25\text{mm}$ ）に納めることができないことが問題点となった。

[問題点2]

高密度ポリエチレン管の布設は、管融着に時間を要するため、日当たり6本（ $10\text{m}/\text{本} \times 6\text{本} =$

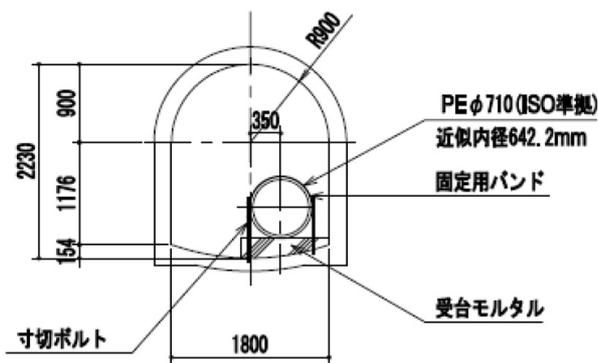


図-1 導水路トンネル標準断面図

60m)程度しか施工することができない。仮設物の撤去までを含めると、60日程度を費やしてしまうため、後工程に影響を及ぼすことが予想されたのが問題点となった。

[問題点3]

高密度ポリエチレン管の重量が70kg/mあり、全延長分では133t(0.070t/m×1,900m)とかなりの重量になるため、トンネル内に延管する際の牽引機械をどうするのが問題点となった。

3. 対応策と適用結果

[対応策1]

基準高の問題については、発注者と協議を行った結果、トンネルのインバート上に受台コンクリートを打設して、基面をフラット化することとし、その後に高密度ポリエチレン管の布設を行うことに決定した。

受台コンクリートの追加による工期延長が47日と短かったため、1回当たりのコンクリート打設延長を150m(26日=13回×2日/サイクル)に設定する必要性があった。しかし、設計のコンクリート配合(18-8-40)では圧送距離を確保できないことが判明し、コンクリートからモルタル(1:3)に配合を変更して打設を行ってみたが、モルタルポンプでは120m程度しか圧送することができなかった。

このことにより、打設目標を100mに下方修正し、昼勤でモルタル打設、夜勤で型枠解体及び組立という、昼夜体制での作業を行わざるを得な



図-2 受台モルタル打設状況

った。この結果、受台モルタルの打設は予定よりも工程が若干縮まり、ほぼ予定どおり45日間で作業を完了させることができた。

[対応策2]

高密度ポリエチレン管を融着した後の規定冷却時間は、標準気温(15℃)において約54分(管厚35.7mm×90秒=3,213秒)必要であった。この地区での本工事施工時期では、昼間であっても外気温が-20℃を下回ることがあるので、54分もかかる冷却時間の必要性を検討し、1サイクル当たりの時間短縮が図れないかを考えた。また、1本当たりの管長を更に長尺物に変更することにより、融着箇所数を削減することで、管布設作業の工期短縮ができないかを併せて検討した。

融着時間短縮の試験は、融着工事専門業者の工場へ依頼して行った。

試験時の外気温を余裕をみて0℃に設定し、融着時の温度(210~230℃)から冷却後の温度(30℃)になるまでの時間を計測することとした。結果としては、規定冷却時間(54分)の2/3程度で十分ということであった。また、試験片を作製して引張試験も行って見たが、規定引張応力(19.6Mpa)を満足するものであった。よって、当作業所では冷却時間を54分から安全側を採用し40分に短縮して作業を行い、1サイクル当たりの時間短縮を図った。

当初設計では高密度ポリエチレン管の管長は10.0mであったが、トレーラの最大積載長が12.0



図-3 高密度ポリエチレン管融着状況

mであることを考慮して、11.8mの製品を製作してもらうことに決定した。しかし、この時点では仕様の変更が間に合わず、急遽オーストリアからの輸入品を使用することとなった。このことより、融着箇所数は191箇所から162箇所となり、約15%の削減を図ることができた。

高密度ポリエチレン管布設の工期は、当初予定で60日間を見込んでいたが、前述の2点の改善及び作業時間の延長（1.5時間/日）によって、45日間に短縮することができた。

[対応策3]

133tもの高密度ポリエチレン管を牽引しなければならないため、まず、第一に接地抵抗を低減させ、牽引機械の負担を軽くすることを考えた。そこで、高密度ポリエチレン管布設用のガイドコロを製作して、10mピッチに据え付け、接地抵抗を減少させて延管時の引張力の低減を図ること

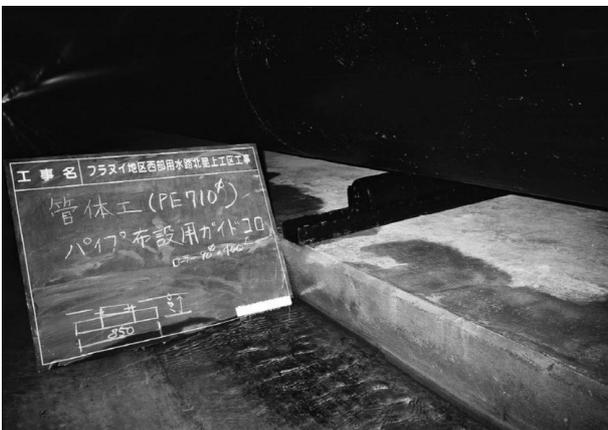


図-4 平形ガイドコロ（直線区間用）



図-5 V形ガイドコロ（曲線区間用）

とした。なお、トンネル内は曲線部分があるため、曲線区間にはV形のガイドコロを据え付けて、高密度ポリエチレン管を誘導した。

トンネル内の幅員は、 $2R=1,800\text{mm}$ と非常に狭いため、延管時の牽引機種を選定するのに苦労した。トンネル内のインバート及び受台モルタルを損傷させないで、トンネル内を走行可能な機種として、タイヤ式かゴムキャタ式を候補にあげた。各所へ問い合わせをしたところ、ゴムキャタ式のドーザショベル（D20S）を調達することができ、トンネル坑内に配置することとした。

トンネル吐口側に発進ヤードとして管融着作業を行う設備を設置し、呑口側の高密度ポリエチレン管末端を先導して、順次融着しながらトンネル坑内への延管作業を行った。トンネル坑内にはあらかじめドーザショベルを搬入しておき、いつでも牽引できるように配置した。

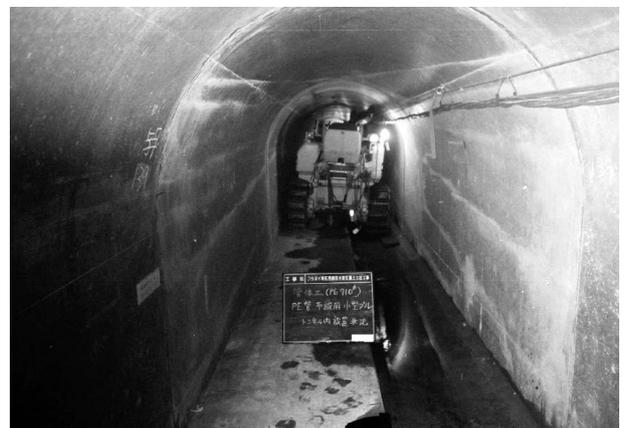


図-6 ドーザショベル



図-7 トンネル坑内への延管状況

当初は、発進ヤードである吐口側よりウインチ付きブルドーザ（D40A）及び滑車を利用して延管作業を行い、管体の重量がある程度増加してきた段階でトンネル坑内のドーザショベルに切り替える予定であった。しかし、ガイドコロの接地抵抗軽減効果が予想以上であったため、ドーザショベルを使用することなく延管作業を完了させることができた。

なお、使用したガイドコロは、延管作業終了後に撤去し、受台モルタル上へ高密度ポリエチレン管を直に固定した。

4. おわりに

今回の工事は、本来の目的外である既設導水路トンネルの中に高密度ポリエチレン管を据え付け、電気関係の設備を設置するという、非常に特殊性のあるものであった。

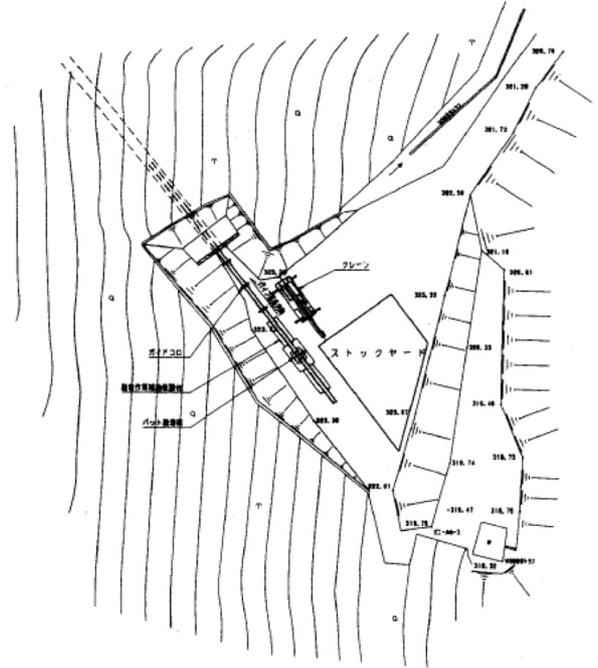


図-8 発進ヤード（吐口側）平面図

1.の問題点では、創意工夫としてモルタルの運搬に軽トラックを改造して、トンネル内を走行させるといったことも行った。2.の問題点では、融着箇所数を削減したことにより、直接工事費で約930千円の減額にはなったが、この提案が発注者に認められなければ、工期割れを引き起こしてしまう可能性があった。

今後は、このような経験を生かして、工期・コスト・施工方法等を総合的に考え、提案することが大事であると思われる。