

新佐呂間トンネル 高圧ケーブル延線方法

🔗 高圧ケーブル延線方法, トンネル工事, 高圧受変電設備

* 林 伸行 Nobuyuki Hayashi

概要

当社は国土交通省北海道開発局の事務所・ダムなどに、高圧受変電設備・非常用発電設備を納入してきた。今回北海道開発局から、北海道では当社初のトンネル工事の高圧受変電設備を受注した。本工事ではトンネル用の4つの電気室に受変電設備の納入と、各電気室に高圧電源を供給する配電線路工事を行った。2006年11月7日、発生した竜巻により工事関係者9名が亡くなった現場でもあり、特に長距離の高圧ケーブル延線を安全且つ品質を保ちながら施工する必要があった。

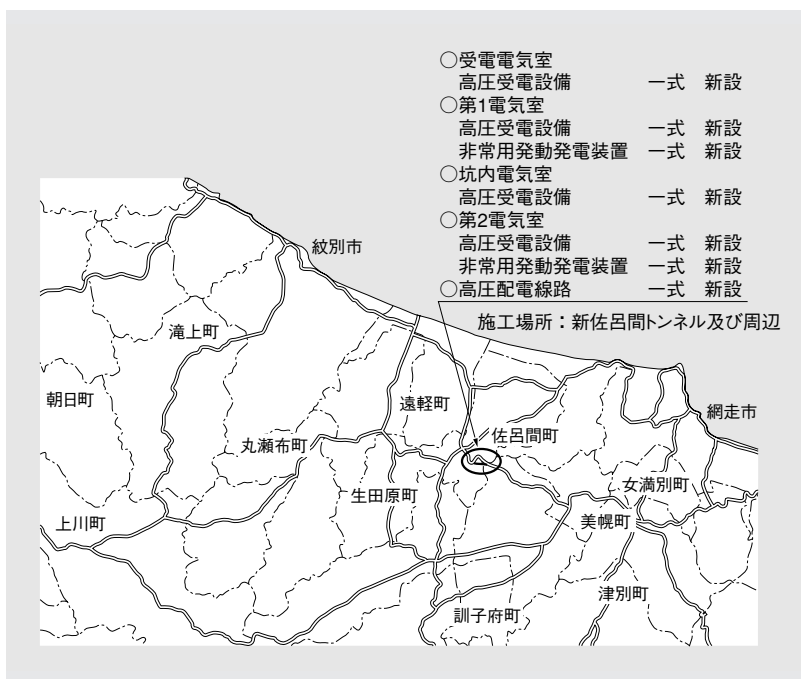


新佐呂間トンネル佐呂間側坑口

1. ま え が き

2001年10月に発生した北見市北陽国道333号での土砂崩落により2名が亡くなった。新佐呂間トンネルは、その災害に対し回避するルートとしての防災対策事業の一環で2005年に建設が開始された。その全長は、4.11kmと北海道で2番目の長さである。本トンネルの開通で、難所であったルクシ峠越えが解消され、各地域の産業の交流や救急救命センター機能がある北見日赤病院への迅速な搬送など、安心・安全な道路として期待されるトンネルである。このトンネルは地域の方々に「事故や災害とは無縁の安心・安全の代名詞」と期待され、2009年3月14日に開通した。

*プラント建設部



第1図 新佐呂間トンネル位置図
佐呂間町と北見市に渡り建設された。

第1図にトンネルの位置を示す。

2. 本工事の工事概要

新佐呂間トンネル建設工事の内、当社が施工した工事概要を以下に示す。また、各電気室と施設に電源を供給するための高圧ケーブル総延長は7646mである。第2図に単線接続図を、第3図に受変電設備幹線系統図を示す。

(1) 受電電気室

高圧受変電設備：1式、無停電電源設備：1式

(2) 第1電気室

高圧受変電設備：1式、非常用発電設備：1式

無停電電源設備：1式、直流電源設備：1式

(3) 坑内電気室

高圧受変電設備：1式、無停電電源設備：1式

(4) 第2電気室

高圧受変電設備：1式、非常用発電設備：1式

無停電電源設備：1式、直流電源設備：1式

(5) 配電線路

(a) 受電柱～受電電気室間

(6kV CVT 150sq：35m)

(b) 受電電気室～第1電気室間

(6kV CVT 150sq：657m)

(c) 第1電気室～坑内電気室間

(6kV CVT 150sq：2341m)

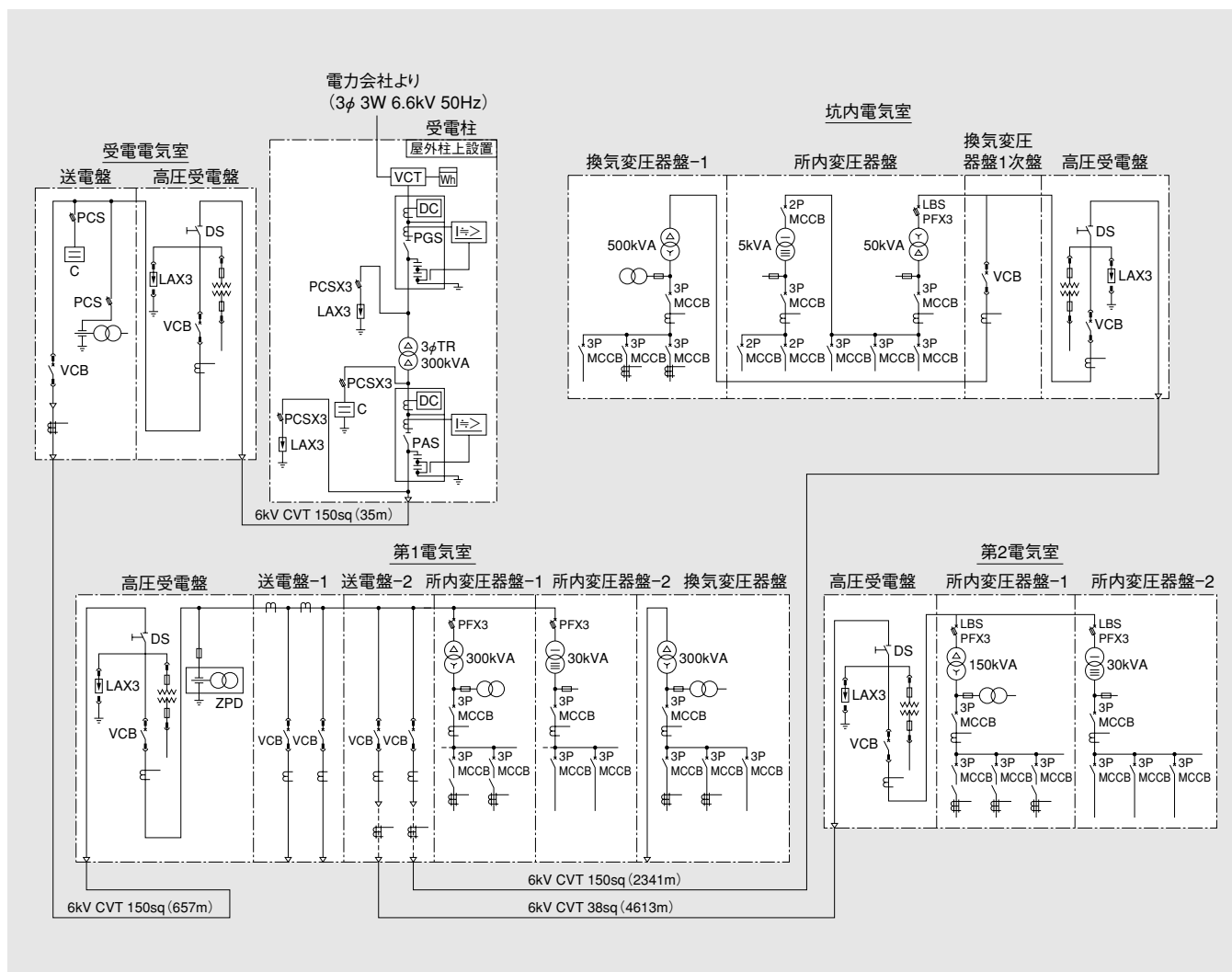
(d) 第1電気室～第2電気室間

(6kV CVT 38sq：4613m)

3. 準備作業・延線方法

3.1 準備作業

高圧ケーブルの延線は、別途土木工事で施工した坑内電線管路にケーブルを通すため、呼び線を通す準備作業から始めた。通常呼び線にはガイドワイヤを使用するが、管路長が長いことに見



第2図 新佐呂間トンネルの単線接続図

受電電気室、第1電気室、坑内電気室、第2電気室と4つの電気室がある。

合うガイドワイヤが無い。また、管路が曲がっているため柔軟性のある荷造り用のポリプロピレンロープを使用し、その先に専用のビニル風船を取

り付けて吸引装置で吸い取るという方法で通線した。次に各ハンドホールに滑車を取り付けた。ハンドホールは特殊な形をしているため、ケーブルに傷が付かないように専用のハンドホール用滑車を製作、使用した。

第4図に特殊ハンドホール用滑車を示す。

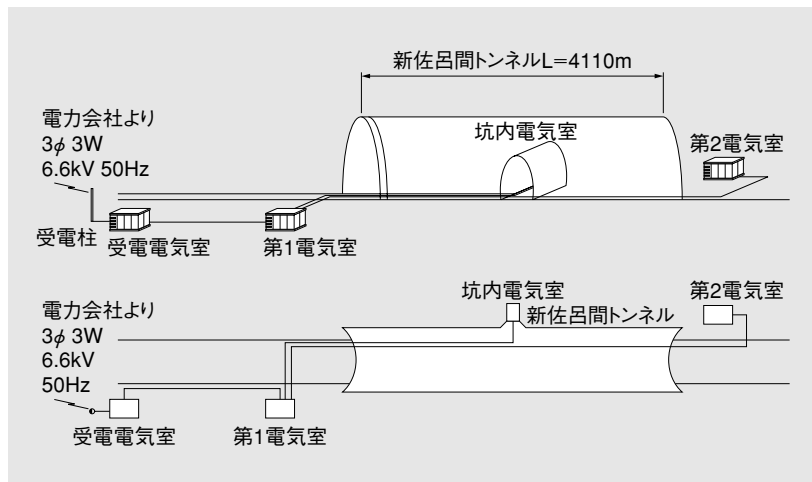
3.2 延線方法

第5図に坑内配電線路系統図を示す。今回、坑内のハンドホールは約150m間隔で設置されている。高圧ケーブル150sq, 38sqの製作可能な長さが600mであることと、途中で直線接続箇所が必要となることから、ケーブルはハンドホール間隔に見合った長さで手配した。最長ケーブルは、CVT150sqで長さ576m、質量は4039kg

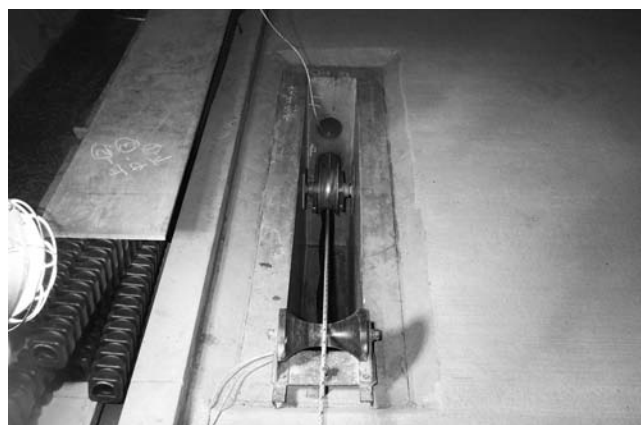
である（鉄ドラムの質量も含む）。

延線方法の手順は、以下の通りである。

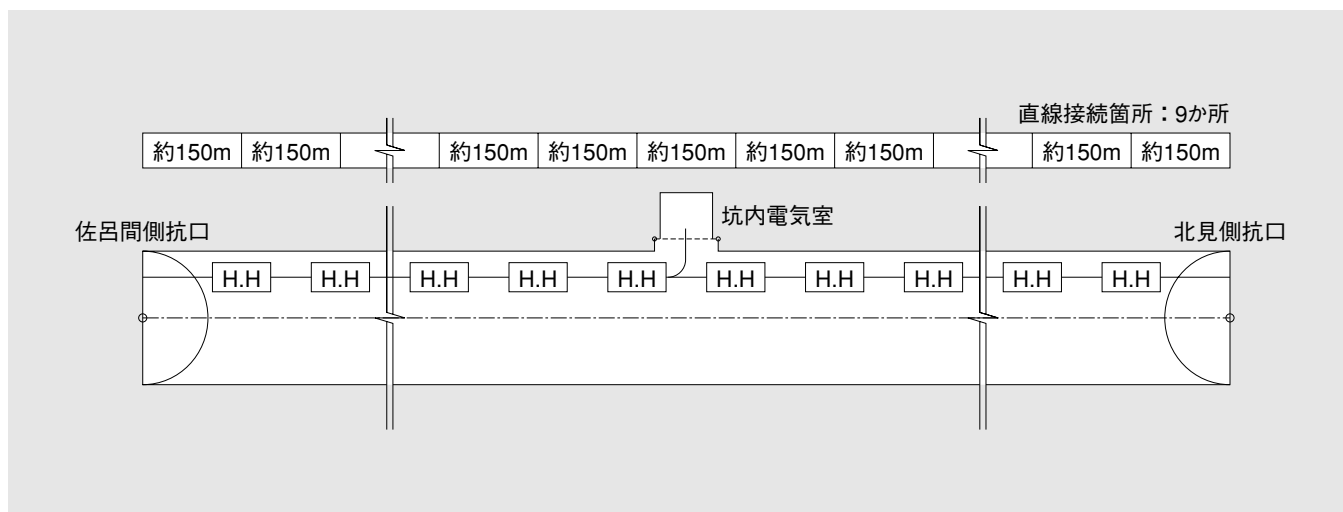
- (1) 手順1：延線ロープの通線 3.1項で通線した呼び線に延線ロープを取り付けて人力で通線した。
- (2) 手順2：ケーブルドラムの搬入と設置 ケーブルドラムは前述の通り約4tもあるため、その搬入用に10tラフタークレーンを配置した。ケーブルドラムは、クレーンでケーブル輸送車両からドラムジャッキを設置してある小形クレーン付きトラックへ移動した。第6図に搬入状況を示す。今回は4tの重さに耐えられるドラムジャッキを製作、



第3図 新佐呂間トンネル受変電設備幹線系統図
4つの電気室相互間の幹線系統図である。



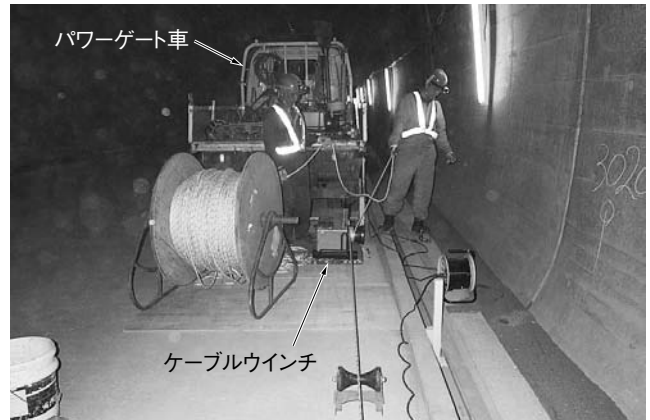
第4図 特殊ハンドホール用滑車
ハンドホールが特殊な形状をしている。そのため専用の滑車を製作した。



第5図 坑内配電線路系統図
ハンドホールが約150m間隔で設置されている。



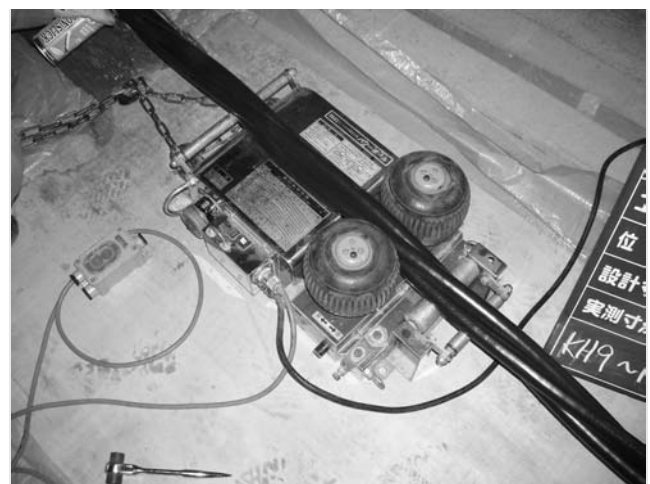
第6図 ケーブルドラムの搬入状況
ケーブルドラム搬入専用10tラフタークレーンを手配した。



第8図 ケーブルウインチの設置状況
ケーブルウインチは、パワーゲート車に固定した。



第7図 ケーブルドラムジャッキ
今回工事にケーブルドラムジャッキを製作した。



第9図 ケーブル延線機（ボール延線機）
ケーブル延線機（ボール延線機）の使用状況を示す。

使用した。第7図にケーブルドラムジャッキを示す。

(3) 手順3：ケーブルウインチとケーブル延線機の設置
トンネル内構造物にアンカーを打つことができないので、ケーブルウインチはパワーゲート車に固定し設置した。第8図に設置状況を示す。ケーブル延線機（ボール延線機）はドラム前に設置し、ドラムからのケーブル引き出し用として使用した。第9図にケーブル延線機（ボール延線機）を示す。

(4) 手順4：高圧ケーブルの延線
ケーブル延線は、第10図に示す要領で行った。手順3で設置したケーブルウインチで引っ張ると同時に、反対側ではケーブル延線機でケーブルを管路内に押し込みながら延線した。また、入口のハンドホールと中間のハンドホールでは管路との摩擦抵抗を少なくするため、ケーブルにケーブル入線剤を吹き付

けて延線した。第11図にケーブル入線剤の吹き付け状況を示す。

4. ハンドホール内直線接続

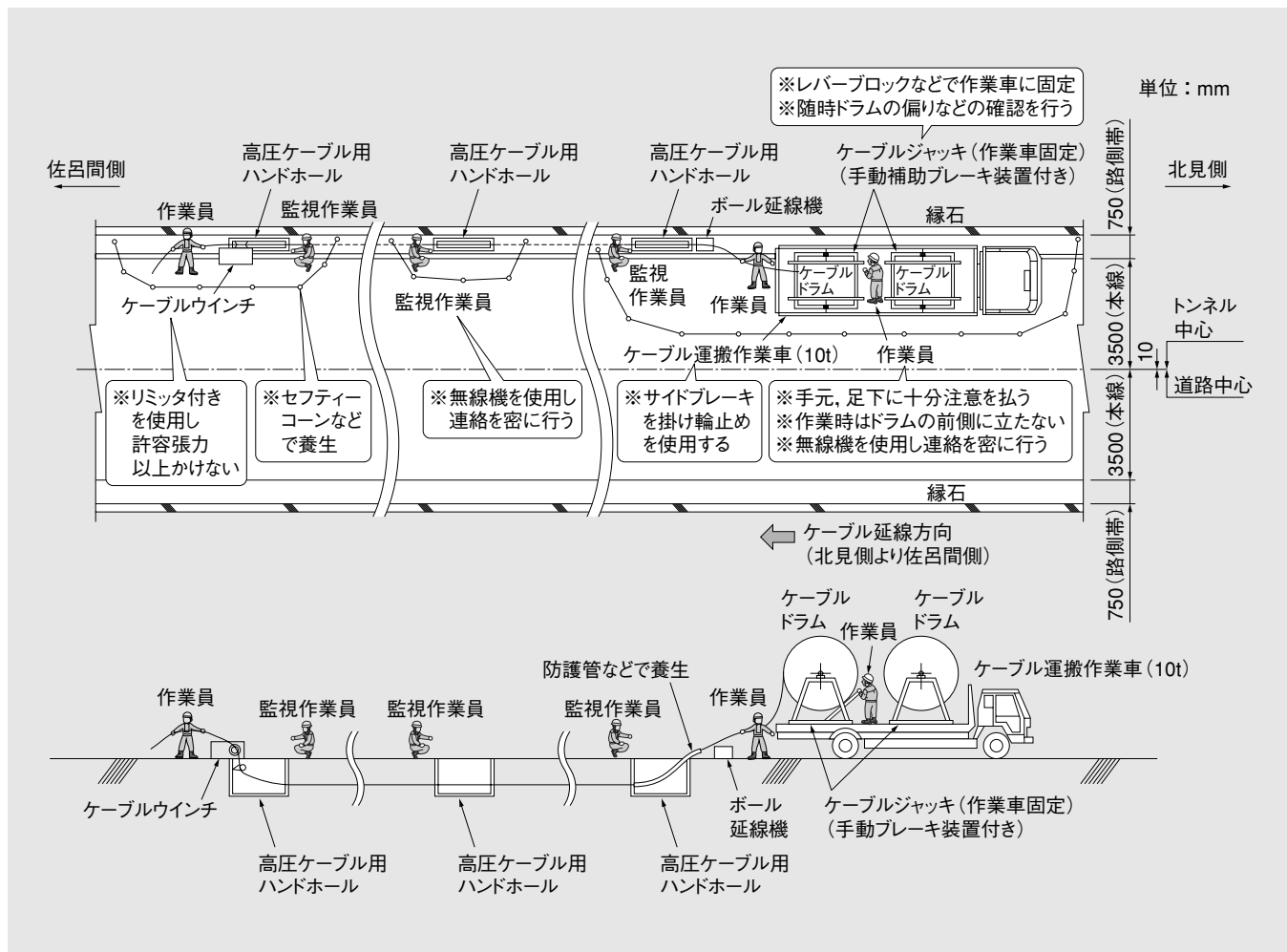
通常、直線接続は、プレハブ接続工法で行う場合が多い。しかし、本工事ではハンドホールが特殊な形をしているため、プレハブ接続工法では納まらない。そのため、仕上がり寸法が小さい接続材を採用する必要があった。本工事では、熱収縮型直線接続材を使用し、直線接続を行った。

5. ケーブル延線時の安全対策と品質管理

5.1 安全対策

5.1.1 反射ベストの着用と作業区画方法

トンネル内は仮設の蛍光灯が設置されていたが、他工事車両が通行する時、作業員に気づかず接触する危険が予測された。そのため作業員全員に反



第10図 トンネル内高圧ケーブル延線要領図

トンネル内高圧ケーブル延線要領を示す。



第11図 ケーブル入線剤

ケーブル入線剤吹き付け状況を示す。



第12図 作業区画

ケーブル延線の作業区画状況を示す。

射ベストを着用させ、他工事車両に対して目立つようにした。同様の理由から、作業区画方法として反射カラーコーンと反射矢印板を使用して区画を行った。第12図に作業区画を示す。また、投光器を点灯し、作業場所の照度を確保すると共に、

作業員にもヘッドランプを着用させた。

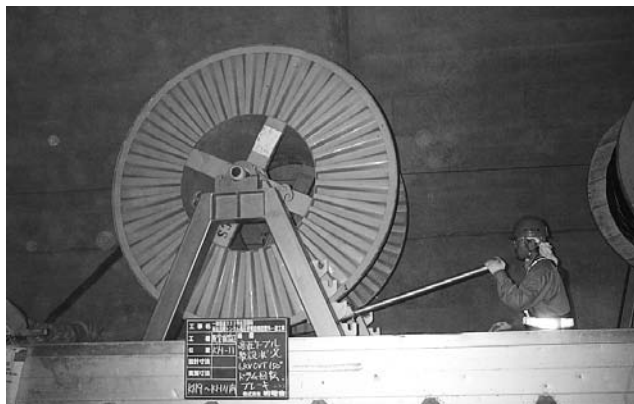
5.1.2 連絡方法

連絡方法として、作業員全員に無線機を携帯させ、常に連絡が取れるようにした。これにより異常・緊急時には、速やかに作業を中止させること

ができるようにした。

5.1.3 ケーブルドラムブレーキ

鉄ドラムのような重量物は、動き出すとなかなか止めることができなくなり危険である。そのため、異常時にドラムを止めることができるブレーキ機構を設けた。ブレーキは鉄の棒と硬質ゴムを併用して取り付け、ドラムとの摩擦力で止めるようにし、ドラムの速度調整もできる工夫をした。また、各種ドラム径に対応できるように5段階の速度調節機能付きにした。第13図にドラムブレーキを示す。



第13図 ドラムブレーキ
ドラムブレーキ使用状況を示す。

5.2 品質管理

5.2.1 ケーブル張力及び側圧計算

ケーブル張力及び側圧検討のため、延線前に坑内電線管路を施工した土木業者から施工図を入手した。次にケーブルメーカーにケーブルの許容張力と側圧値を確認し、当社プラント建設部独自のケーブル張力・側圧計算システムでケーブルに無理が掛からないことを確認した。第14図にケーブル張力及び側圧計算結果を示す。

5.2.2 ケーブルウインチテンションメータ

ケーブル延線時には、ケーブルウインチのテンションメータで常時張力を監視し、許容張力値以内であることを確認しながら延線した。第15図にケーブルウインチテンションメータを示す。また、張力に対するリミット機能が付いているので、異常時にはケーブルウインチが停止するよう設定した。

5.2.3 ハンドホールでの監視

ケーブル延線時には、ケーブル出入口のハンドホールだけでなく、中間ハンドホールにも作業員を配置させ、ケーブルの許容曲げ半径以上にならないように監視した。また、同時にケーブル入線剤を吹き付け、張力軽減を図った。

5.2.4 ハンドホール内ケーブル養生

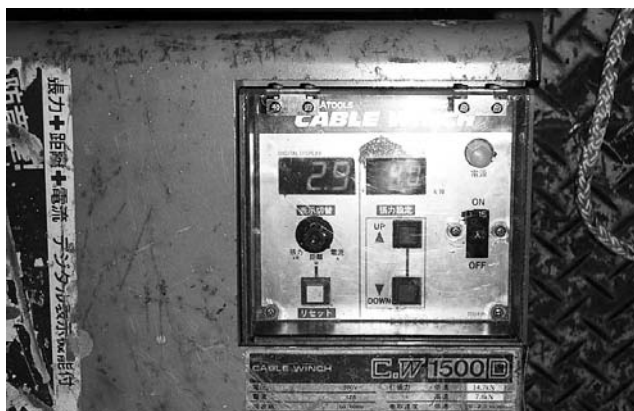
3.1項でも記載しているが、今回のハンドホールは特殊な形をしている。場所によっては管路底とハンドホール底の高低差が少ない箇所があった。そのような場所ではケーブルが直接ハンドホール

ケーブル布設時の延線張力/側圧検討書

ケーブル種類	6kV CVT 150sq
ケーブル単位重量	53.9 N/m
バックテンション(初期張力)	1870 N
許容張力	30870 N
許容側圧	2450 N/m
ケーブル布設種類	水平直線 直線上向傾斜 直線下向傾斜 水平曲線 垂直凸上向曲線 垂直凸下向曲線 垂直凹上向曲線 垂直凹下向曲線 延線機

検討箇所 No.	布設種類	距離 m	送出力 N	摩擦係数	曲率半径 m	θ_1 deg.	θ_2 deg.	張力 N	側圧 N/m	張力判定	側圧判定
1	ケーブル延線機		1870							OK	
2	垂直凹下向	2.0		0.5	5.6	43.0	4.0	190.5	34.0	OK	OK
3	水平直線	208.0		0.5				5796.1		OK	
4	垂直凹上向	1.0		0.5	5.6	43.0	4.0	4138.0	738.9	OK	OK
5	垂直凹下向	1.0		0.5	5.6	43.0	4.0	3134.8	559.8	OK	OK
6	水平直線	209.0		0.5				8767.3		OK	
7	垂直凹上向	1.0		0.5	5.6	43.0	4.0	6252.1	1116.4	OK	OK
8	垂直凹下向	1.0		0.5	5.6	43.0	4.0	4639.0	828.4	OK	OK
9	水平直線	151.0		0.5				8708.5		OK	
10	垂直凹上向	2.0		0.5	5.6	43.0	4.0	6210.3	1109.0	OK	OK
11											
12											

第14図 ケーブル張力及び側圧計算
ケーブル張力及び側圧計算書を示す。



第15図 ケーブルウインチテンションメータ
ケーブルウインチテンションメータ確認状況を示す。

底と接触してしまうので、シート状のゴム板をハンドホール底に設置し、延線時にケーブルを損傷しないようにした。また、延線終了後にもハンドホール底とケーブルが接触してしまうので、養生用ゴムをハンドホール底に設置し、ケーブル損傷防止を図った。

6. む す び

どの現場でも安全・品質の維持・向上に努めるのは当然であるが、トンネル工事特有の配慮すべき事柄がある。閉鎖された狭い空間で土木・建築工事はもちろん、非常設備・通信設備・照明設備・CCTV設備・換気設備・消火設備など多くの関連業者が存在する。その中で、安全且つ品質を保ちながら施工するには、業者間のコミュニケーションと細部にまで検討された施工計画が必要である。

新佐呂間トンネルでは、以前の工事で尊い人命が失われたこともあり、今回の工事では特に「安

全第一」を念頭に工事を進めた。

本工事後、昨年度も国土交通省北海道開発局のトンネル建設工事に従事したが、その際も本工事で培ったノウハウを生かし、無事故・無災害で完工することができた。

末尾ながら、着工から完工までご指導・ご協力いただいた国土交通省北海道開発局関係各位に深く感謝の意を表す次第である。

・本論文に記載されている会社名・製品名などは、それぞれの会社の商標又は登録商標である。

《執筆者紹介》



林 伸行 Nobuyuki Hayashi

北海道地区のプラント建設業務に従事

