

日本電信電話公社武蔵野電気通信研究所 正員の森 彬文

篠 順一

北海道電気通信局

吉田 雄一

## まえがき

新しい地下管路方式の開発を目標とした小断面シールドシステムの研究の一環として内径200mmのトンネル内に40条の結束した硬質ビニル管を引込む工法について検討を行なっている。

本報告は多条数結束管の運動特性を把握するため実施した坑内長さ50mの引込実験結果について述べるのである。

## 2. 実験坑内概況

実験坑内は発進坑と到達坑間に掘削された土被り2.5mのトンネルで図-1に示される様に水平方向は発進坑より計画線に沿って左側から右側に蛇行しており、特に右側の第2曲点は63cmの偏位を有している。鉛直方向は到達坑に向かって上部に偏位しており到達坑で最大偏位43cmを示す。

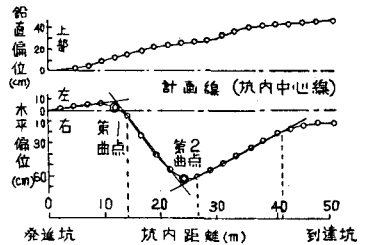


図-1. 坑内の偏位

## 3. 実験方法

## (1). 結束管路引込方法

坑内へ40条の管路引込む工法は曲率半径200m程度の蛇行を有するトンネルに対して引込み可能であること、またトンネル両端の人孔に管路を上下、左右15cmの間隔に取付得ることの条件を満足し、作業の省力化、および安全施工を目標として図-2に示す通り坑内底面にそりのガイド管として内径150mmの硬質ビニル管を2本布設し、管路40条を組立配置したプレートそりをウインチにより引込む工法とした。

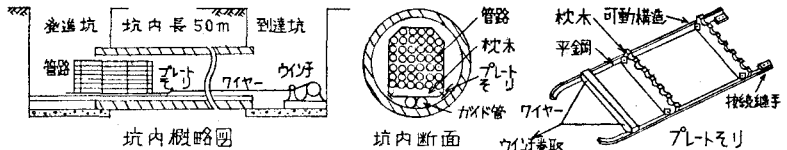


図-2. 管路引込工法

## (2). 測定方法

測定は引込速度3m/分

・一定として次の特性について行なった。

(ア) 引込張力; そり先端のワイヤーにロードセルを挿入して測定した。

(イ) ガイド管の応力と撓み; 管の円周応力、および撓み量をそれぞれ図-3に示す位置に取付けたストレングス、ダイアルゲージで測定した。

(ウ) 管路の傾斜; 引込後、人孔への管路取付のための管路の傾斜を避ける目的で管路先端の枕木に取付た回転変位型傾斜計で測定した。

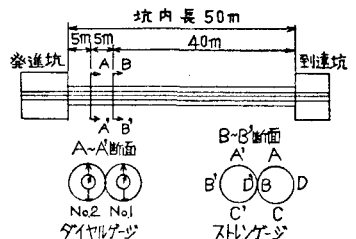


図-3. ゲージ取付位置

## 4. 実験結果、および考察

各特性値の測定は引込の際、各そりのブロッフ(5、5m)毎に行なった。

## (1). 引込張力

引込張力は最大張力を図-4に表わす。最大張力は引込距離と共にほぼ直線的に増大する。

引込距離( $x$ )と張力( $y$ )の回帰式は

$$y - \bar{y} = \alpha(x - \bar{x})$$

$$\alpha = \frac{\sum x \cdot y - N \bar{x} \cdot \bar{y}}{\sum x^2 - N \bar{x}^2}$$

から①式が得られる。

$$y = 58x - 64 \quad \text{----- ①}$$

しかし、引込張力の摩擦係数は第2曲点(図-1、曲率半径54m)を境にして  $x < 24$  で平均 0.38,  $x > 24$  では平均 0.44 と相違するので  $x = 24$  を境にしてそれぞれの回帰式を求めると次の②、②'式となる。

$$y = 48x + 1 \quad (x < 24) \quad \text{----- ②}$$

$$y = 59x - 61 \quad (x \geq 24) \quad \text{----- ②'}$$

実測値は①式より②、②'式の方が近く、単一直線よりも2本の直線で、近似されることを示している。

一方引張式としての F・H・Buller の理論式に依って  $\alpha = 14, 27$  および  $41$  でそれぞれ張力を求め、実測値と比較した結果40%以上の相違を示した。

したがって、大きな蛇行を有する場合のヒューム管坑内の結束管路引込張力は蛇行点を境にして考える必要のあることが判明した。

#### (2) ガイド管の応力と撓み

各ブロックの最大荷重に依って最も大きな値を示す上下位置の応力、および撓み量を図-5に示した。図-5に依るとガイド管の応力は坑内の蛇行と関連あることを示している。

撓み量は③式によって表わされる。

$$\delta = \frac{r^3}{EI} \left( \frac{\pi}{4} - \frac{2}{\pi} \right) W = 0.1488 \frac{r^3}{EI} W \quad \text{--- ③}$$

ここに W; 線荷重      r; 管厚中心半径  
E; 曲げ弾性率      I; 断面2次モーメント

③式に依れば引込重量  $W = 11.7 \text{ kg/cm}$  の時の撓み量は  $4.1 \text{ mm}$  とする。実測に依る撓み量は  $1.0 \sim 1.9 \text{ mm}$  であり理論値より小さい。これは坑内の蛇行に依って管路が坑内壁に片寄り荷重の一部を坑内壁で受ける為と考えられる。

ガイド管の最大応力は  $39 \text{ kg/cm}^2$  であって応力許容値  $200 \text{ kg/cm}^2$  より小さく撓み量も小さいのでガイド管は本工法に依る引込みに十分耐え得る。

#### (3) 管路の傾斜

運動中の傾斜角度は士度程度の振幅を示すが、各ブロック引込後の管路先端の傾斜角は図-6に示す通りである。図に依るとトンネルの蛇行と共に大きな傾斜を示すが最大水平偏位を示す距離24mで傾斜角度4度を示した。管路の最大傾斜角は距離27mで4度30分を示した。その後傾斜角は反転するが坑内中心が計画線に近づくにしたがって傾斜角は小さくなり到達坑では10分という僅かな角度であった。

#### 5. 結論

φ75mm 硬質ビニル管40条を結束してプレート方式によりヒューム管トンネル坑内に引込む工法は引込張力がほぼ直線的に増大し、ガイド管の応力および撓み量は小さく、また引込時の管路傾斜角度も僅かであり、十分安全な工法であることが確認された。

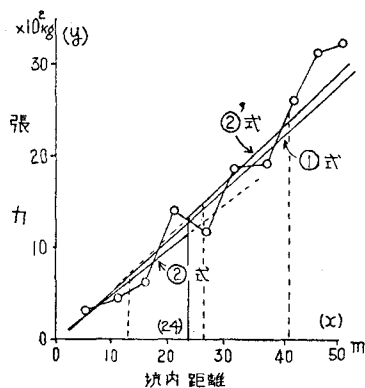


図-4. 引込張力

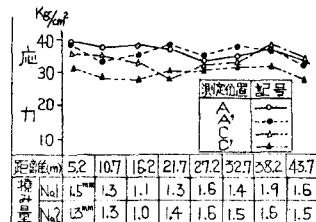


図-5. ガイド管の応力と撓み

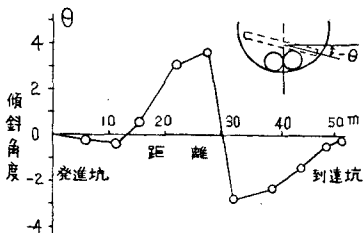


図-6 坑内の傾斜角度