

III-196 市街地における山岳トンネル式とう道の計測結果について

電電公社 東北通信局 正員○土門良悦

正員 中野雅弘

三浦 勲

1. はじめに

仙台市内において、国鉄東北本線を横断するとう道（通信用ケーブルを収容するトンネル）工事も山岳トンネル工法により施工したが、この中で施工管理及びトンネルの応力解析を目的とする各種の現場計測を実施した。以下にとう道工事の概要及び計測結果について述べる。

2. 地質概要

本工事区間の地質は新第3紀層の凝灰岩、砂岩及びシルト岩から成り、岩の弾性波速度は約2.1km/sec、1軸圧縮強度は10～70kg/cm²程度である。岩盤内の間隙水圧は、砂レキ層以下が静水圧分布すると考えた値に対し、50～80%（10～12kg/cm²）、透水係数は10⁻³～10⁻⁶であった。本工事区間の地質縦断面図を図-1に示す。

3. 工事概要

トンネルは、内法（高さ3.6m、幅3.3m）、土被り約20mで、掘削はブーム式掘削機による全断面掘削で施工した。また鋼製支保工建込後、直ちに吹付コンクリートによる1次覆工を行った。（以下1次覆工とは、鋼製支保工と吹付コンクリートをいう）さらに、1次覆工貫通後、鉄筋コンクリートによる2次覆工を施工した。トンネルの各部材の寸法等を表-1に示す。なお本トンネルは、市街地に築造する構造物のため止水性を考慮し、荷重として水圧も含めた設計とした。

4. 計測概要

計測器の種類及び取付位置は表-2及び図-2のとおりである。計測期間、は、支保工建込直後から、2次覆工終了後、間隙水圧が平衡状態に達する迄2年近い期間とした。

5. 計測結果

支保工及び鉄筋のひずみ及び間隙水圧の経日変化を図-3に示す。

(1) 支保工ひずみ

地山が自立した軟岩層であり、また吹付コンクリートを掘削後直ちに行なったことにより、地山のゆるみは少なく鋼製支保工のひずみも、1次覆工期間中は比較的小さな値であった。しかし、2次覆工後、間隙水圧が回復してくると当初の想定どおり支保工のひずみは増加する傾向がみられた。

(2) 鉄筋ひずみ

鉄筋ひずみは、支保工ひずみに比較して、小さな値であるが、図-3のように間隙水圧の回復に伴い、徐々に増加する傾向がみられた。

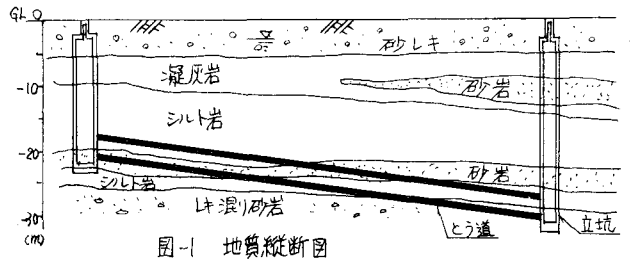


図-1 地質縦断面図

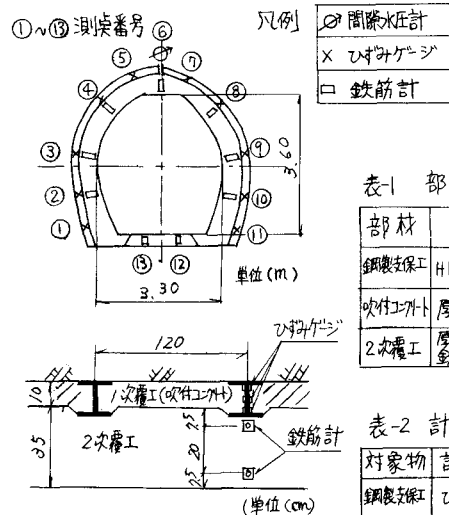


図-2 計器取付位置図

表-1 部材諸元

部材	諸元
鋼製支保工	H150×150×7×10
吹付コンクリート	厚さ $\phi=10$ cm
2次覆工	厚さ $\phi=35$ cm 鉄筋コンクリート

表-2 計器種別

対象物	計器名	タイプ
鋼製支保工	ひずみゲージ	ケ-ジ
2次覆工	鉄筋計	カルパ

(3) 間隙水圧

間隙水圧は、1次覆工時とは水抜きによる地下水位低下のため作用していないが、2次覆工後は、土質調査時の約45%値まで回復した。なお現在も別ノートを工事中のため立坑からの排水を継続しているが、最終的に止水すれば、土質調査時の値まで回復すると思われる。

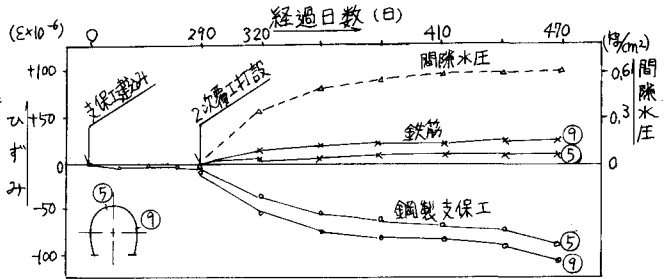


図-3 支保工、鉄筋ひずみ及び間隙水圧の経日変化図

6. 考察

(1) 荷重(土圧及び水圧)の推定値

支保工と吹付コンクリート及び2次覆工は、一体として挙動しているものと考え、支保工ひずみ及び鉄筋ひずみより荷重分布を求めた。これを図-4に示す。1次覆工時とは、早期に吹付コンクリートを施工したことにより、地山のゆるみ土圧は小さいと考えられる。また2次覆工後は、間隙水圧の増加に併行して荷重は増加していると考えられる。

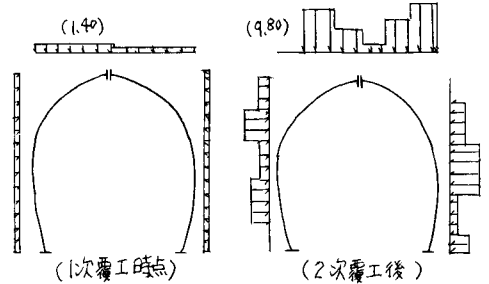


図-4 荷重分布図

0 10 20 ton/m²
() 平均値

(2) 1次覆工と2次覆工の曲げモーメント分担率

本トンネルの場合、一般の山岳トンネルと異なり、側方荷重としての水圧の影響が大きいことから、断面力として、曲げモーメントが比較的大きな値となると考えられる。この曲げモーメントが1次覆工と2次覆工で、どのように分担されているかと求めた結果、1次覆工の分担率は、地下水位回復率45%の時点で、約40%であった。この値は、1次覆工の断面係数比(20%)と比べると大きな値であるが、この理由は、吹付コンクリートを早期に施工した為、ゆるみ土圧の大半が、1次覆工で支持されていたことによると考えられる。今後、地下水位の回復に伴い、水圧が各部材に作用すれば、相対的に1次覆工の分担率は減少し、2次覆工の分担率が増加してゆくと考えられる。

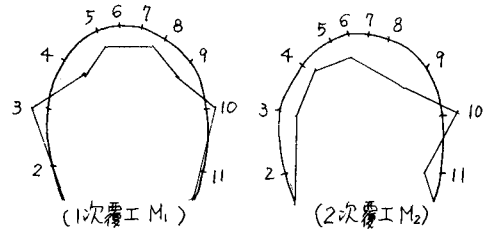


図-5 各部材の曲げモーメント図
(2次覆工後の値) 1.0 tM

(3) 1次覆工と2次覆工の断面合成効果

1次覆工と2次覆工は、それぞれ曲げモーメントを分担しているが、各測定の応力分布をみると、図-6に示すように、各部材は、構造的に一体となった合せ壁に近い挙動を示していると考えられる。これは、各部材間の付着力に比べ、荷重によるせん断力が小さいためであると考えられる。

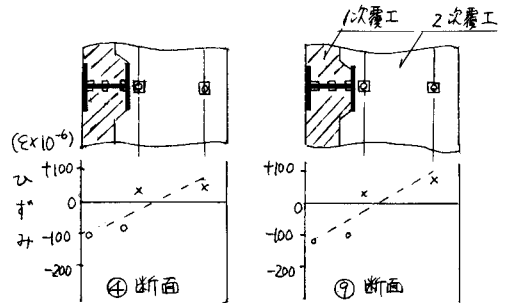


図-6 1次覆工と2次覆工のひずみ分布図
(2次覆工後の値)

7. あとがき

支保工と鉄筋ひずみの計測結果、1次覆工と2次覆工がそれぞれ曲げモーメントを分担し、また断面合成効果をもつことがわかったが、今後は、吹付コンクリートのひずみ計測も行い、1次覆工の応力状態について、更に検討してゆくことしたい。最後に、この報告をまとめるにあたり適切な御指導をいただいた川口土木工務部長及び豊川前総合工事に謝意を表します。