

(16) 土かぶり薄い未固結地山におけるトンネル支保部材の挙動について

日本鉄道建設公団 横山 章
同 上 寺戸 幸雄
同 上 木村 宏
大成建設 ○ 池田 宏

〈はじめに〉

土かぶりの薄い未固結の地山に施工されるトンネルは、他の一般の山岳トンネルにくらべて、トンネルの掘進にともなう地山の挙動が大きく異なっていることは、よく知られているところである。したがって、地山の挙動に呼応して挙動する支保部材(吹付コンクリート、ロックボルト、鋼製支保工)は、一般の山岳トンネルとは異なった挙動特性を有しているものとみなせる。近年、NATMと呼ばれるトンネル設計・施工の基礎概念も都市近郊のこの種のトンネルに適用しようとする動きが活発であり、筆者らも、NATMを適用したトンネルの施工にたずさわる機会を得、トンネル支保部材と地山の挙動に関するいくつかの計測を行なった。本文では、2つのトンネルで実施されたこれらの計測結果にもとづき、トンネル支保部材の挙動について述べる。

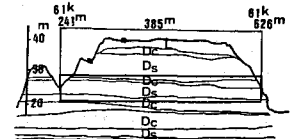
〈トンネルの地質条件と設計・施工状況〉

支保部材の挙動は、トンネルの施工される地質条件、施工方法、支保部材の寸法によって大きく異なってくると考えられる。この2本のトンネルが施工された地域は、成田層と呼ばれる洪積砂層であり、地質縦断面図は、Fig. 1に示すとおりである。洪積砂層とはいえ、水平堆積の砂層とシルト層の互層である。地下水位は、クワン上り1~2m付近で確認されており、介在するシルト層と砂層の境界には浸透水を持つ状態であった。天端付近は、N値が10~30のゆるい砂層であり、均等係数も3.0前後と小さく、浸透水も含むため流砂現象も至る所で発生した。土かぶりは、7~10mである。

両トンネルとも掘削は、二段ベンチリングカット工法で施工されており、取査トンネルにおける掘削支保手順をFig. 2に示すが、堀之内トンネルでは、リングカット部は、さらに多分割され、下半部は、一度に掘削されている。核の長さも、3m程度、上半ベンチは、10~13m、下半からインバートまでは、10~20m、地質条件によっては、さらに短くなっている。支保部材は、鋼製支保工(125H)を上半部のみ設置し、吹付コンクリート厚20cm、ロックボルトは、4.5mもの4本、3mもの8本である。二次覆工は、35cm厚、インバートは、50cm厚である。この支保部材寸法は、これまでの施工実績にくらべて著しく小さいものである。

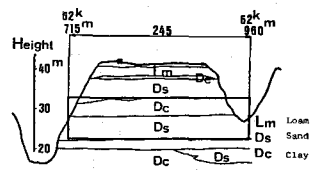
〈支保部材の計測〉

支保部材の計測を行なった地点は、Fig. 1の地質縦断面図に示したとおりである。設置された計測機器及び、計測位置は、Fig. 3及びTable Iに示されており、これらの計測は、取査トンネル、堀之内トン



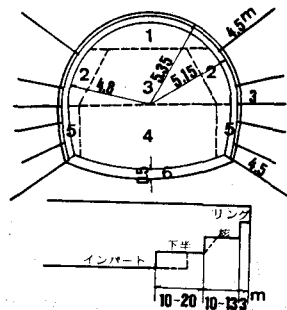
(a) Horinouchi T.

■ Measuring Station



(b) Takko T.

Fig. 1 GEOLOGICAL CONDITION



- 1、リング上部掘削・吹付
- 2、リング下部掘削・吹付
- 125-H 設置
- 3、板掘削・ロックボルト打設
- 4、大背掘削
- 5、土半掘削・吹付・ロックボルト打設
- 6、インバート掘削
コンクリート打設

Fig. 2 掘削支保手順。

- 72 -

そのまま、引張りが増大する。これは、下半の掘削による側壁のトンネル内部への変位を敏感に表わしているもので、下半が施工されても、この傾向が、下半の進行という応力再配分の進行によって継続されていくことを示している。

3. インバートの施工と支保部材 (Fig 4)

下半の切羽が計測断面を通過し、下半の掘削の影響がほとんどなくなったところでインバートが施工されたが、上半の支保部材(ロックボルト、吹付コンクリート、鋼製支保工)には、目立ったインバート施工の影響は見られない。一方、下半の支保部材では、足元部の吹付コンクリートの圧縮応力が一時的に減じ、インバート併合後、再び、それ以前の圧縮応力が増大傾向にもとる。また、下半のロックボルトでは、インバート掘削時に引張り側のひずみが急激に増大し、インバート施工後は、圧縮側に転じる。

このことは、インバートの施工が支保部材に与える影響は、下半の支保部材にほぼ限られることを示しており、上半の支保部材は全体として、十分地山と密着した構造を成していると言えよう。

4. 二次覆工の打設と支保部材 (Fig 4)

二次覆工は、インバートの施工後、約1.5ヵ月して打設された。この時点では、それまで施工された吹付コンクリート、ロックボルト、等の支保工によって地山が安定し、変位も、支保部材の内部ひずみ、応力も平衡状態となっていた。二次覆工の打設にともない、吹付コンクリートの内部応力は、一時的に減じ、すぐ回復し、平衡状態よりも大きな応力レベルとなるが、以後は再び減りしていく。一方、鋼製支保工では、二次覆工の打設に

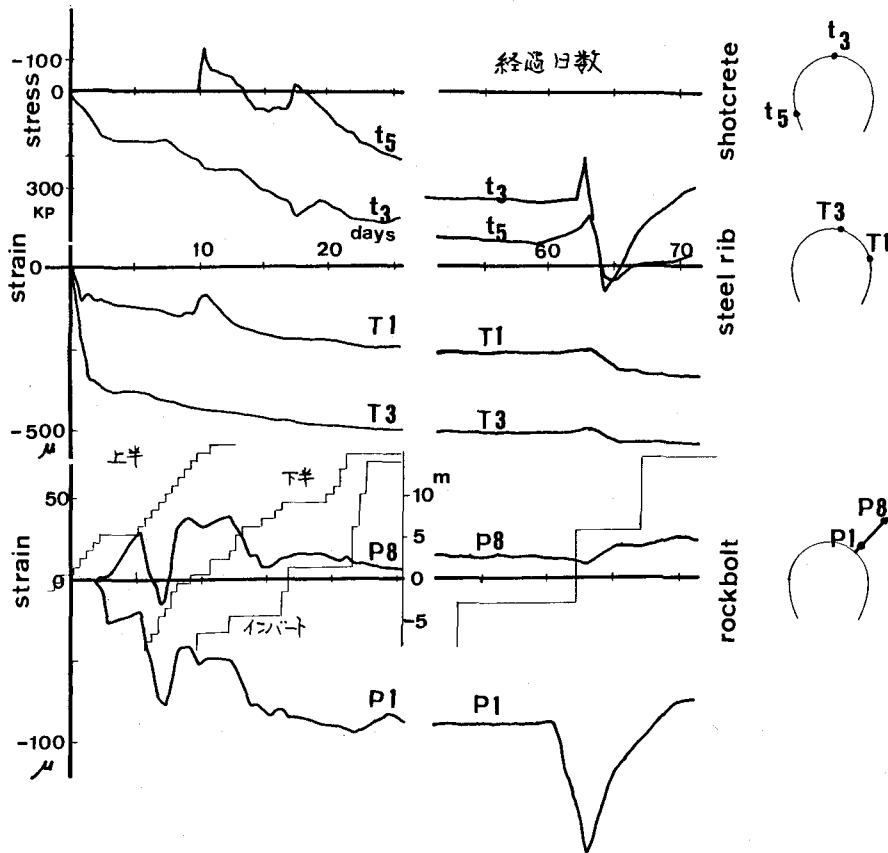


Fig. 4 支保部材の挙動

より、圧縮ひずみの増大が見られるが、この増加量は、それまでの平衡状態のひずみレベルに比べれば著しく小さい。さらに、ロックボルトは、二次覆工の打設にともない、トンネル壁面近くの圧縮ひずみが急激に増大し、打設後1日程度で極大値を迎え、以後は減少傾向を示し、二次覆工打設前のひずみレベルより若干小さいひずみレベルにもどる。

〈おわりに〉

本文では、堀之内トンネルにおける典型的な支保部材の応力、ひずみ測定にもとづいて、施工に対応して支保部材がどのように挙動したかについて、支保部材の軸方向応力、ひずみの測定結果を紹介した。計測された掘削にともなう支保部材の挙動が、応力、ひずみのレベル的に、設計、施工で特に注意を払わなければならないほどのものではなかったと思われるが、これまで想像されていたよりも極めて複雑な挙動を示していることがわかった。さらに、非常に大幅なスベックダウンとなった支保部材であるにもかかわらず、地山を安定させ、安全にトンネルを作るうえで十分な支保であることが、支保部材の応力レベルからも言えると思う。

参考文献

- 1) 藤森、寺戸、木村；計測結果にもとづくトンネル支保部材の設計思想の検証と提案—土かぶりの薄い未固結地山— 第27回土質工学シンポジウム 1982.11

(16) ON BEHAVIOUR OF TUNNEL SUPPORTING SYSTEM APPLIED TO
SHALLOW OVERBURDEN TUNNEL IN SOIL

JAPAN RAILWAY CONSTRUCTION PUBLIC CORPORATION

Akira YOKOYAMA

Yukio TERADO

Koh KIMURA

TAISEI CONSTRUCTION CORPORATION

Hiroshi IKEDA

It is well - known that there are differences between ground behaviour caused by shallow overburden tunnel and that by ordinary tunnel. So we think that supporting system with shotcrete, steelrib and rockbolts applied to shallow overburden tunnel in soil behaves characteristically.

The authors had a chance to measure stress, strain of support members to each phase of tunnel excavation.

In this paper the authors want to introduce the result and its consideration.

Consequently two conclusions which are as follows are given

- 1) Shotcrete, steelrib, and rockbolts behave sensitively to each phase of tunnel excavation. Particularly shotcrete and rockbolts are strongly influenced by lining but this phenomenon is very temporary.
- 2) In spite of very small dimension of supporting system, supporting system could fill its function effectively.