

(株) 間組 正員 五味 道義

〃 〃 〇肥後 満朗

1. まえがき

トンネル掘削によって発生するトンネル壁面の変位は、地質状況、支保の大きさ、施工時期など種々の条件に左右されることになるため、事前にこの変位量を推定することは困難な問題となる。これらの解決策として、近年FEM解析などがよく使用されるようになってきたが、地山の物性値を十分な精度で把握することが困難であり、また地質条件はトンネル縦断方向で刻々変化するため、複雑な問題となる。

本報告は、同様な地質条件下であればトンネル壁面の最終変位量は土被厚に左右されることに着目し、3本のトンネル施工で得られた計測結果について、トンネル壁面変位量と土被厚の関係について整理し考察したものである。

2. 測定方法および条件

近年、トンネル掘削方法としてNATMがよく採用されている。そして地山の安定状況などを把握する目的で種々の計測が実施される。これらの計測のうち、もっとも有力な手段がトンネル壁面の変位測定であり、この測定値の方向から、地山の安定状況および支保の適否などについての判断資料を得ている。またこれらの計測例が集積されることによって、変位の挙動について定性的な傾向が明らかになってきている。

本文で述べる計測結果は、国鉄単線トンネルを施工中に測定されたトンネル壁面の変位測定のうち、図-1に示すようなスプリングライン付近の水平な区間のものである。

測定は掘削後すややかに掘削壁面地山および吹付コンクリート面に変位ピンを設け、コンバージェンスメジャを用いて行った。なお、最終変位量とは、変位の収束が確認された時点での壁面の変位量とする。

測定を実施したトンネル3本の概要を表-1に示す。

壁面変位量は、地質条件によって大きく異なるものと思われるが、最終変位量と土被厚との関係を整理する上では、トンネル縦断方向での地質の変化は無視した。よって、同一トンネルにおいても、地質区分および支保パターンについて、数種類のものに単に土被厚だけで比較されている。なお、各トンネルの地質概要は、トンネルAが軟岩、トンネルBおよびCは中硬岩と区別される。

表-1 トンネル概要

3. 測定結果および考察

この3本のトンネルについて、測定された最終変位量を土被厚との関係で整理し、最小二乗法にて直線で示すと、表-2および図-1のようになり、この結果から次のような傾向が明確になる。

トンネル名	地 質	掘削工法 及び掘削方法	支 保 工
A	凝灰岩 温泉余工	ベンチカット工法 ロードヘッダ掘削	ロックボルト $l=20, 40$ m 吹付コンクリート $t=15$ cm 鋼支保工 H-100, H-125 MU-29
B	火山礫凝灰岩	全断面工法 発破掘削	ロックボルト $l=20$ m 吹付コンクリート $t=15$ cm 鋼支保工 無, H-125
C	花崗片麻岩	全断面工法 発破掘削	ロックボルト $l=20$ m 吹付コンクリート $t=5, 10$ cm 鋼支保工 無, H-100

①、いずれのトンネルも、最終変位量と土被厚が比例関係にある。

②、土被厚の範囲が狭いため(トンネルAで土被厚 $H=16\sim27.5^m$)明確でないが、軟質な地山ほど最終変位量に与える土被厚の影響が大きい傾向にある。

①について

トンネルの変位は、地山を掘削することによって、掘削前の応力が解放されることによって発生する変位、および周辺地山のクリープ的な変位などが合成されたものと考えられる。これらのうちでも、解放応力の大きさは土被厚と比例的な関係にあるのが一般的と考えられることから、このような傾向にあるものと思われる。また、この解放応力と変位の関係は、地山の変形係数に依存していると思われるが、トンネル縦断方向において、地質はかなり変化する(測定区間は、岩盤区分で2,3段階に区分されている。)にもかかわらず、図-1のような相関が得られることは興味あるところである。

②について

これは、軟質な地山では変位量そのものが大きいので、土被厚との関係で整理した場合、大きい勾配を示すことになっている。

以上の点から、今後のトンネルの設計および施工管理に関して、次のように考察される。

- ①、トンネルの設計断面をパターン化し、その適用範囲を計画する場合、地質条件のけならず、土被厚も十分に考慮する必要がある。
- ②、日常の施工管理として、トンネル壁面の変位測定を継続して実施することにより、地質条件が大きく変化しない場合には土被厚が変化してもある程度の変位予測が可能となる。

4. あとがき

トンネル壁面変位量は、地質条件にもっとも大きく左右されることは明らかであるが、土被厚との関係も見逃せない要因であること、そして変位量と土被厚の関係は比例的な傾向にあることを示し、この傾向を利用することが、トンネル設計および施工管理に有効であることを述べた。

今後、施工例が数多く集積されることによって、地質区分、施工法、および支保タイプなどに分類して整理することによって、より明確な傾向の把握できるものと考えられる。

表-2 最終変位量と土被厚との関係

トンネル名	測定区間の土被厚 (m)	測定区間の最終変位量 (mm)	最終変位量と土被厚の関係式	相関係数
A	16~27.5	9.6~23.0	$4\delta = 1.02H - 8.76$	0.75
B	26~94	2.8~12.9	$4\delta = 0.13H - 0.41$	0.88
C	16~48	3.4~8	$4\delta = 0.0765H + 2.67$	0.57

(注) 4δ : 最終変位量 (mm)
H: 土被厚 (m)

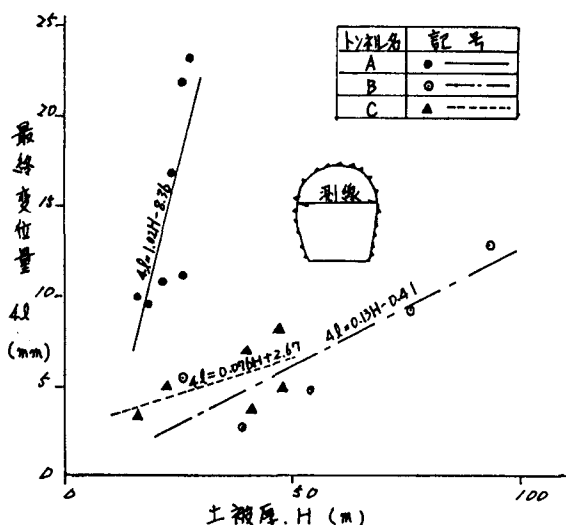


図-1 最終変位量と土被厚との関係