

III-380

土被りの違いによるトンネル周辺地山の変形特性について

㈱ 大林組 技術研究所 正員 ○山下 幸夫
 北海道開発局旭川開発建設部 金谷 義博
 北海道開発局旭川開発建設部 佐々木光秋

1. まえがき

トンネル掘削を行なう場合、切羽での応力解放によりトンネル壁面および周辺地山には変形が生じる。これらの変形は地質、地山の強度特性、トンネル断面形状、施工方法などの違いによる影響を強く受けることは勿論であるが、土被りの違いによっても異った挙動を示すものと思われる。ここでは旭川トンネルで測定された変位の計測結果をもとにして、未固結な砂礫層での、主として土被りの違いによる地山の変形特性について述べる。

2. 旭川トンネルの概要

旭川トンネルは一般国道12号・旭川新道に施工される、延長 860 m の道路トンネルである。トンネル部の地質は、図-1に示すように第四紀更積世の十勝溶結凝灰岩に属する砂礫、溶結凝灰岩、火山灰質粘性土などからなっているが、溶結構造はほとんど認められず未固結である。特に旭川方坑口から 300 m 付近にかけては、ほぼ一様な砂礫層が分布している。本報告で述べる計測結果は、この砂礫層を対象としたものである。

図-2にトンネル断面図を示す。切羽の掘削面積は約 100 m²と大断面であり、トンネル高さに比べて横幅が大きい偏平な断面形状となっている（偏平率、H/B = 0.72）。トンネル掘削工法は上半リンクカットによるショートベンチ工法で、N A T M により施工する。また補助工法として、クラウン部へのルーフボルトおよび切羽吹付けコンクリートの施工を行なっている。

3. トンネル壁面の変位

図-3は上半側壁に設置した水平測線（C測線）の相対変位を土被りとの関係で示したものである。この図から明らかのように、土被りとトンネル内径との比Z/Dが概ね 1.2の場合を境にして、相対変位の生じる傾向が違つてることが分かる。すなわちZ/Dが 1.2より小さい場合は相対変位が土被りに比例して増加するのに対し、これより大きくなるとほど一定値を示すようになる。これらの挙動はトンネル周辺地山のグランドアーチ形成とも密接に関連しているものと思われる。なおZ/Dが 0.8より小さい場合には、特に上半掘削の段階でC測線が延びる現象が認められた。これは天端上部の地山が急激に沈下するため、上半シェルの足付け部が壁面側に押し込まれたことを意味している。

一方、図-4はトンネル天端沈下の測定値である。上記と同様に土被りとの関係で示した。各測定値ごとのバラツキが

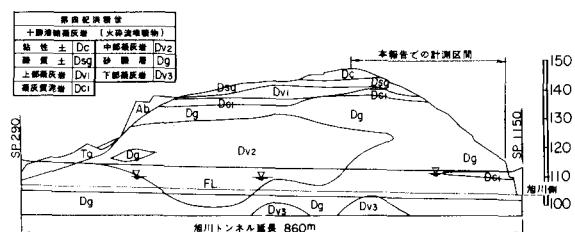


図-1 地質縦断面図

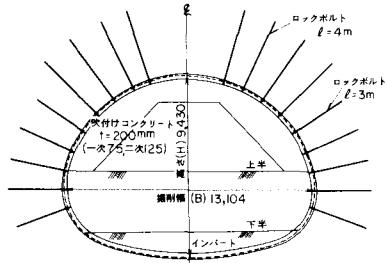


図-2 トンネル掘削断面図（標準）

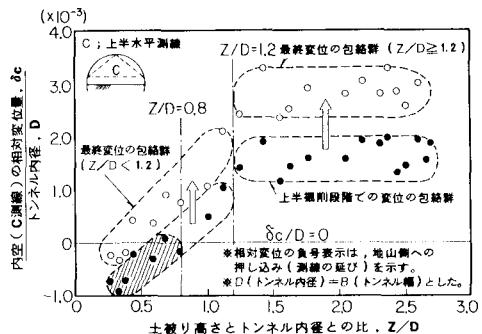


図-3 内空変位（C測線）

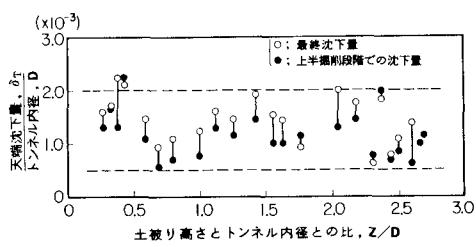


図-4 トンネル天端沈下

大きいものの、天端沈下は大局的には土被りの影響を受けず、一定範囲内の値となっている。

4. 地表面沈下

トンネル中心線上で測定した地表面の最終沈下量は、図-5に示すように土被りが浅いほど大きく、逆に深くなるにしたがってゆるやかに減少する傾向を示している。

地表面沈下は特に経時変化において土被りの影響を強く受けている。図-6は土被りの異なる地点で測定した地表面沈下の経時変化を示したものである。ここでは一例として Z/D が①0.33, ②1.12, ③1.63の場合を記載した。土被りが浅くなるほど掘削初期の変位速度が大きく、最終値に収束するまでの時間は短くなっていることが分かる。

一方、図-7は地表面沈下とトンネル天端沈下との関係を、各測点ごとに对比して示したものである。 Z/D が1.2より小さい場合には天端沈下に比べて地表面沈下の方が大きく、両者の比は最大で2倍程度になっている。勿論これは地表面沈下に先行変位相当分が含まれているためであるが、これ以外にも下半掘削以降の側壁部の押出しにより、クラウン部が押上げられて天端沈下が抑制されている点も原因となっているものと思われる。実際の計測結果でも、地表面は沈下しているのにクラウン部では逆に天端沈下が減少するような挙動が確認されている。

5. トンネル周辺地山のひずみ分布

図-8は変位の計測結果をもとに逆解析¹⁾を行ない、上半掘削段階でのトンネル周辺地山のひずみ分布を求めたものである。変位の入力値はトンネル内空での測定値とした。このうちi)は土被りの浅い場合の例である。トンネル直上では地表面に向けてセン断ひずみの等高線がのびており、グランドアーチが形成できず、地山全体がトンネル側に落ち込んでいることが推定される。また足付け部の壁面側への押込みにより、この部分にも広い範囲にセン断ひずみが生じている。一方、土被りが深いii)の場合には、セン断ひずみはトンネル壁面を中心として同心円状に分布しており、上記のような現象は認められない。

6. むすび

本報告では未固結の砂礫層を対象とした計測結果から、土被りと地山の変形特性との関連について述べてきた。その結果、当トンネルの場合には土被りとトンネル内径との比 Z/D が1.2の場合を境として、トンネル壁面および周辺地山の挙動に明らかな差異が認められた。

ただしこれらの特性は地質状況および地山の強度特性などによっても異なるため、今後は他の地山も含めて検討を加えて行きたいと思っている。参考文献 1) 桜井、武内；トンネル掘削時における変位計測結果の逆解析法、土木学会論文報告集第337号、1983年9月

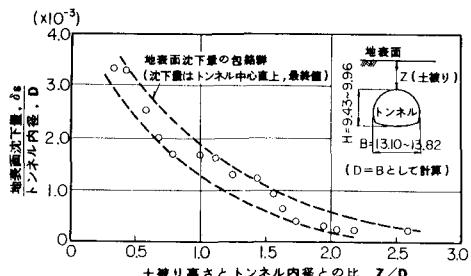


図-5 地表面沈下

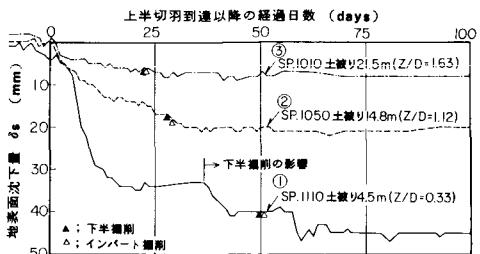


図-6 地表面沈下の経時変化

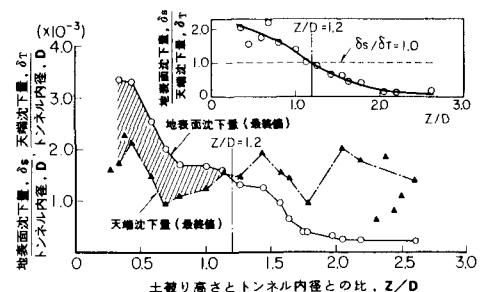


図-7 地表面沈下と天端沈下との関係

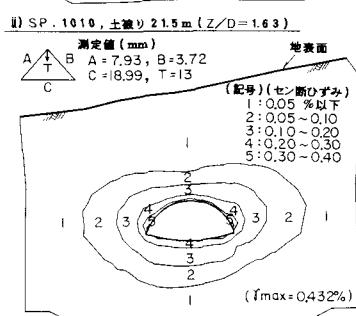
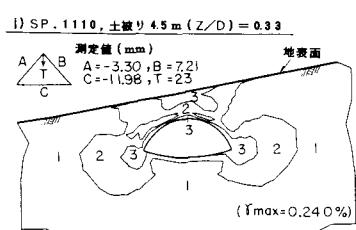


図-8 トンネル周辺地山のひずみ分布