

## III-250

## 地表面沈下量に対する地表面縦断形状の影響について

日本鉄道建設公団 正 堀内 義朗  
正 木村 宏

## 1. はじめに

土被りの浅い土砂地山においては、土被り高さに加え、地表面形状の地表面沈下量に対する影響が大きいことは、伊藤<sup>1)</sup>、木山<sup>2)</sup>らの解析結果、島田<sup>3)</sup>、湯浅<sup>4)</sup>の模型実験などから知られているが、実際のトンネルにおいて縦断的な斜面を掘削した場合の報告はあまりない。本文では、津軽海峡線の第一、第二今別、大川平（北工区）、第一、第二浜名の各トンネルと、成田新幹線の第一駒井野、堀之内の両トンネルの計測結果から、縦断的な斜面にトンネルを掘削する場合の地表面沈下の発生状況について、その特徴を報告する。対象となったトンネルの土被りはトンネル直径（掘削幅）(D) の0.5～1.5倍の範囲、斜面長は25～60m程度である。また、地質条件としては、第一今別、大川平（北工区）、第一駒井野、堀之内の各トンネルは、未固結の砂層を主体としたものであり、他は、地山強度比が1.3以上の強度を有する（参考文献5））粘性土を主体としており、大きく二種類の群に分けることができる。

## 2. 地表面縦断形状と地表面沈下量

地表面縦断形状としては、①一つの尾根を形成するもの、②複数の尾根を形成するものがある。①として、第一今別T.における地表面縦断形状と地表面沈下量の関係をFig. 1に、また、②として、大川平T.（北工区）の例をFig. 2に示す。①②のタイプとも傾斜状況を的確に反映した沈下の発生状況を示しているが、Fig. 2の大川平T.（北工区）15K000m地点から14K960m地点にかけてあるような小さな尾根部では、地表面沈下に対して尾根の存在はほとんど影響

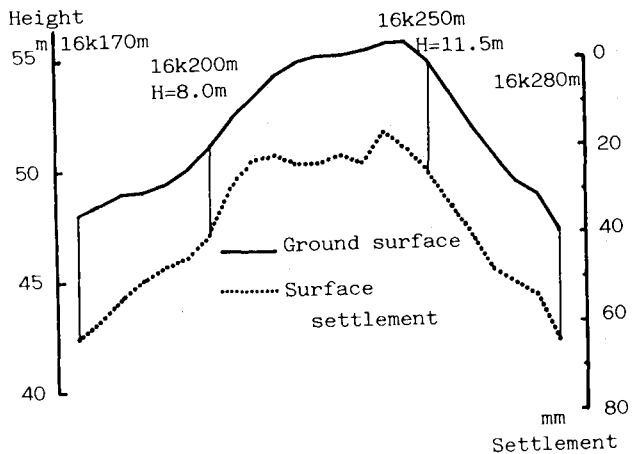


Fig. 1 Ground surface and surface settlement of IMABETSU TUNNEL (NO.1)

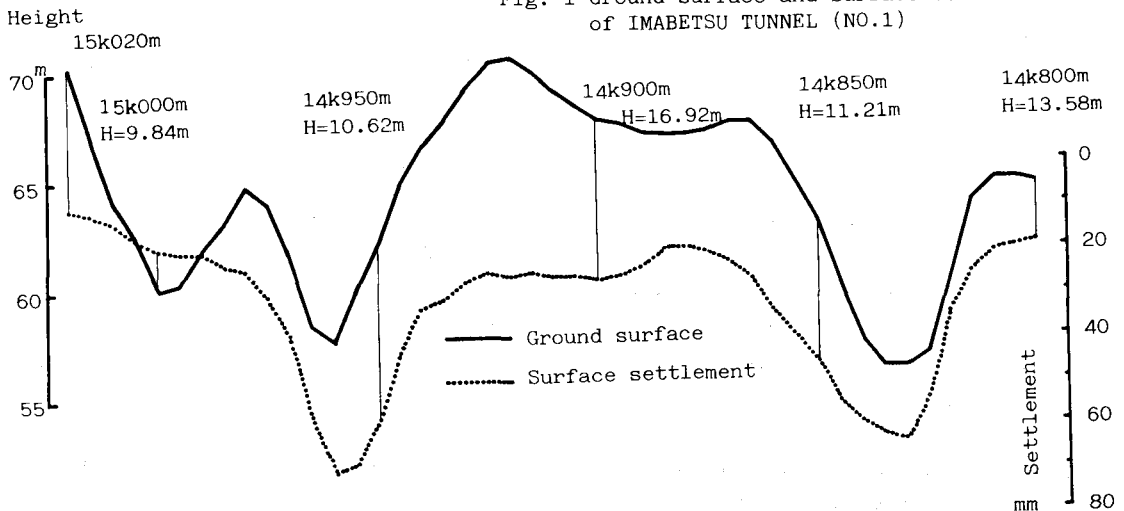


Fig. 2 Ground surface and surface settlement of OHKAWADAI TUNNEL (NORTHERN SEC.)

していない。また、第二今別T. 第一、第二浜名T. のように地山強度比が大きいトンネルでは、同様の地表条件のところでもこのような傾向は現れていない。

### 3. 地表面縦断方向の斜面長および傾斜と単位土被り増加(あるいは、減少)あたりの地表面沈下の変化量

地表面沈下量に対する地表面縦断方向の形状の条件として、傾斜長(L)と斜面の傾斜( $\tan \theta$ )を取り上げ、これに応じて土被り(H)がトンネル直径分(D)変化する場合の地表面沈下量の増加分あるいは減少分を比較するとFig. 3のとおりとなる。横軸は、 $\tan \theta / (L/D)$ で、斜面の傾斜を無次元化した斜面長で除した値であり、ゆるい傾斜で長い斜面ではゼロに近く、急な斜面で短い斜面では大きな値をとる。一方、縦軸

は土被りがトンネル直径分変化した場合の地表面沈下の変化量である。また、ここでは、斜面のサミットやボトムの影響を取り除くため、これらの点を除く中間の斜面における土被りと沈下量を用いて計算を行っている。これによれば、(A)斜面に向かって掘進する場合、(B)斜面に沿って掘進する場合のいずれも地表面沈下量の変化率は、 $\tan \theta / (L/D)$ に反比例しており、また、(A)の方が(B)より大きい。

### 4. 結論

未固結の砂質土における $0.5 < H/D < 1.5$ 、斜面長20~60m程度の条件下でのトンネル施工の結果から、次のような事柄が明らかとなった。

- (1) トンネル掘進方向と斜面の向きの関係が地表面沈下量の変化に与える影響は大きい。
- (2) 斜面頂上付近の沈下量が得られていれば、斜面に沿って掘進する場合の地表面沈下量は、Fig. 3から推定できる。
- (3) 同じ傾斜と長さを有する斜面にトンネルを掘削する場合、斜面に沿って掘進する方が反対の場合よりも同じ $H/D$ の点の沈下量は小さくて済む。このことは、同じ条件の斜面ならば、斜面に沿って掘進する方が反対の場合より安全な施工が行えることを示している。これは、地山の初期応力の方向と掘削による解放力の方向が地山の安定に寄与する方向に作用することと同時に、これによって既掘削部の影響が切羽前方にあまり及ばないためと考えられる。

なお、本結果は、未固結砂質地山で施工に支障がない程度の切羽自立性を確保するための先受けパイプ、鉄矢木、切羽吹付などを行った結果であることを付記しておく。

### 参考文献

- 1) 伊藤富雄、久武勝保：トンネル掘削による地表面沈下の解析、第1回岩盤力学シンポジウム、1962
- 2) 木山英郎、藤村 尚、森木 悟：傾斜地盤中のトンネル掘削に伴う地表沈下の弾性理論解析 — 地下浅所のトンネルの掘削に伴う地表沈下(その5)、第37回土木学会年次学術講演会、Ⅲ-157
- 3) 島田隆夫：土被りの浅い鉄道山岳トンネルにおける地表面沈下の形状および発生機構に関する研究、鉄道技術研究報告、No. 1162, 1981年2月
- 4) 湯浅泰則、足立紀尚、八島 厚：砂質傾斜地山トンネル掘削時の補助工法の効果に関する実験的研究 第41回土木学会年次学術講演会、Ⅲ-360、昭和61年11月
- 5) 山口泰男：津軽海峡線の未固結な砂質地山におけるNATMの適用について、第71回建機新報土木技術セミナーテキスト、昭和60年1月

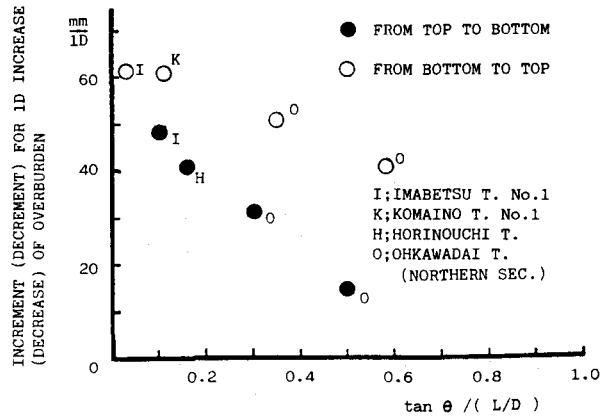


Fig. 3 Increment(decrement) for 1-D increase (decrease) of overburden associated with gradient and length of slope