

III-176 未固結砂岩層におけるトンネル掘さくによる地中変位の計測結果について (奥羽本線大釈迦トンネル)

国鉄 正会員 山本美博
国鉄 石田芳行

1. まえがき

砂岩層におけるトンネル掘さくに対しては、NATM工法を採用する場合が増えているが、この場合、内空変位は掘さくとはほぼ同時に発現し、計測開始時点では既に相当量の変位が生じていると考えられる。今回、奥羽本線・大釈迦トンネルにおいて、トンネル掘さく前後における地中変位を地表より計測したので、施工の概要とともにその結果について報告する。

2. 施工概要

本トンネルの地質は全体的に未固結砂岩でありショートベンタによるNATM工法を採用している。設計断面は図-1に示す通りであるが、ロックボルトの本数については地質により延長1m当り8~10本としている。掘さくは図-2に示す様に上半をロードヘッダー、下半をスイングショベルにより1mピッチに施工する。掘さく後、直ちに吹付コンクリートを施工するが、吹付はSEC工法を用い、3層に分けて行う。ロックボルトはASアンカーを用い、一層目の吹付コンクリート終了後に施工する。ロックボルトと地山の定着はトバックとモルタルによる全面定着を採用している。インバートの掘さくは下半の吹付コンクリート終了後に下半のスイングショベルにて行い、中央集水管を埋設後、吹付コンクリートを施工し断面を閉合する。上半掘さくから断面閉合まで7~14日、掘さく日進は最大4m、平均2.5mである。覆工は内空変位収束後に施工することにしており、掘さくとは独立して施工する。尚、防水と覆工のクラック防止のため吹付コンクリートと覆工の間には防水シートを全断面にわたって施工する。

3. 計測概要

計測はNATMにおけるB計測の一環として行なったもので、地中変位については地表及びトンネル内よりエクステンソメーターを用いて測定した。また地表及びトンネル天端の沈下については通常のレベルにより測定した。各測定点の位置関係

図-3 計測地点の位置関係

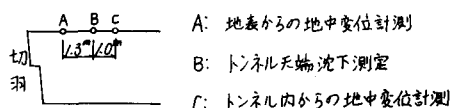


図-2 施工概略図

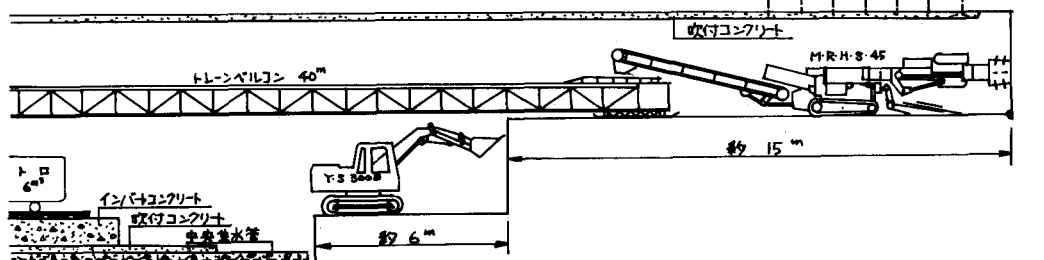


図-4 地表からの地中変位計測

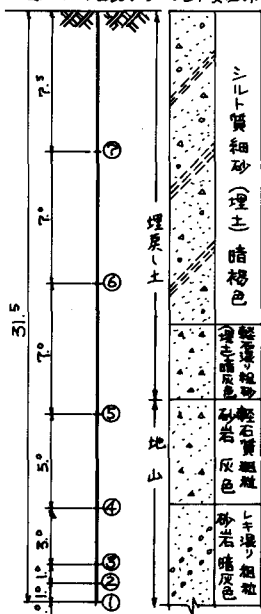
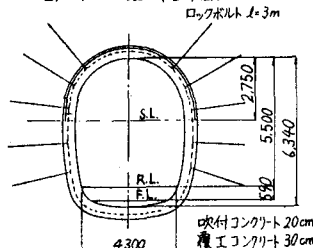


図-1 設計断面



係は図-3の通りである。測定地点におけるボーリング結果及び地表からの地中変位の計測点を図-4に示す。現場の地質は地表から約20.7mは埋戻し土となっており、沈下進行中である。また地下水位はトンネル掘さく面以下である。

4. 計測結果

地表からの計測結果を図-5に示す。地中変位の測定では、各測点間の相対変位しかわからないため最も変動が少ないと考えらる測点⑤を基準点とした。地表沈下測定結果は絶対変位で表わされるが、測定精度がmm単位であるため、全体の傾向を見る上での参考とした。トンネル内からの計測結果及びトンネル天端の沈下を図-6、図-7に示す。図-5から測点④(トンネル天端から6.0m)は⑤とほぼ同じ動きをしており、図-6における測点⑥(天端から5.0m)もほぼ同様の動きをしていると考えられ、これを基準点と考えれば図-5と図-6はほぼ同様の傾向を示すと考えられる。図-5、図-6から天端における緩み領域は4m程度までと考えられ、通常のB計測では掘さく面から5m程度を計測すれば十分であると考えられる。掘さく前後の変位を見ると、掘さく前では切羽が通過するまでほとんど変位がないことがわかる。上半切羽通過による変位は、地表がほぼ一様に沈下しているとする、測点①では約7mmになり、トンネル内で計測を開始するまでに既に4mm程度(約60%)生じていることになる。これはFEMによる解析ともほぼ一致する。

5. おわりに

本国結砂岩層におけるトンネル掘さく前後の地中変位を地表及びトンネル内より計測したところ、切羽が通過するまでは、ほとんど緩みは発生せず、切羽通過とほぼ同時に緩みは発生し、天端の沈下量についてみると通常の計測を開始するまでに既に60%程度の変位を生じていることがわかった。従ってNATMの計測の評価にあたっては、これらの点を十分に配慮する必要がある。

図-8 FEM解析による天端の沈下

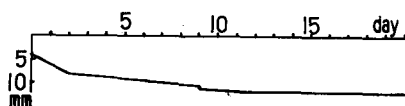


図-5 測点⑤に対する相対変位

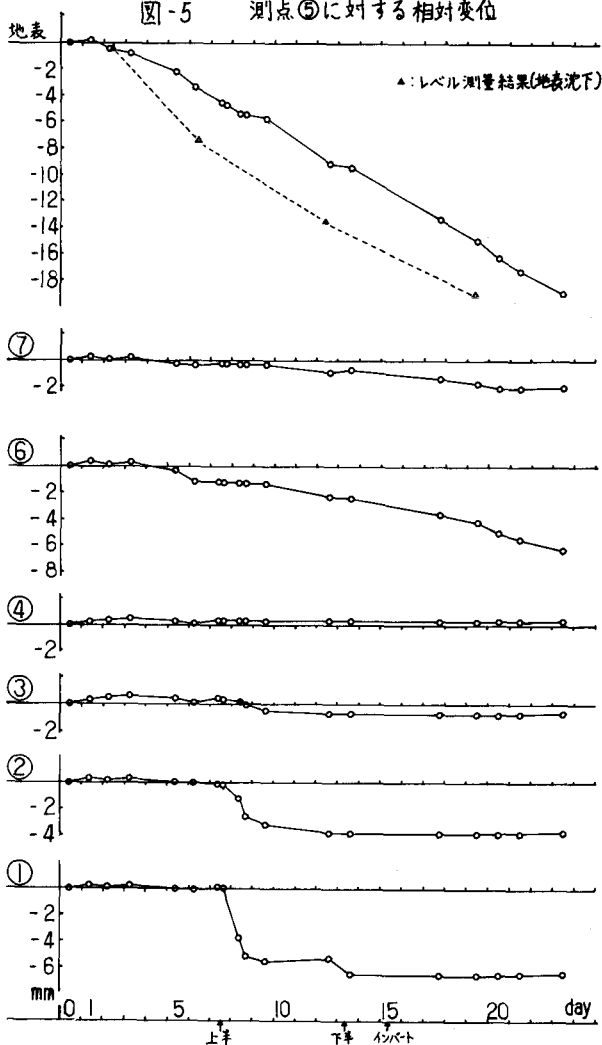


図-6 測点⑥に対する相対変位

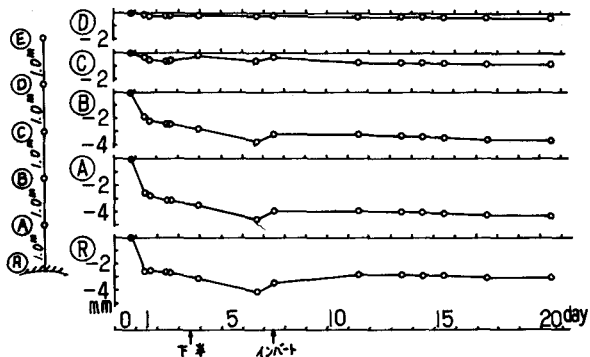


図-7 トンネル天端の沈下

