

III-584

上半CD工法における変位挙動に関する一考察

清水建設(株) 土木本部 ○大塚 正幸

清水建設 土木東京支店 岸 満

清水建設 土木東京支店 三原 泰司

1. 工事概要

本トンネルは多摩丘陵に位置し、地質は上部より第四紀洪積世の御殿峠礫層および新第三紀鮮新世の上総層群である。トンネルの大部分がこの上総層群に位置し、この層はN値約20程度の上部細砂、一軸圧縮強度約25kg/cm²程度の粘性土およびN値が50以上の下部砂層から構成されている。

図-1に地質縦断面図、図-2に上半CD工法部の標準支保パターンを示す。

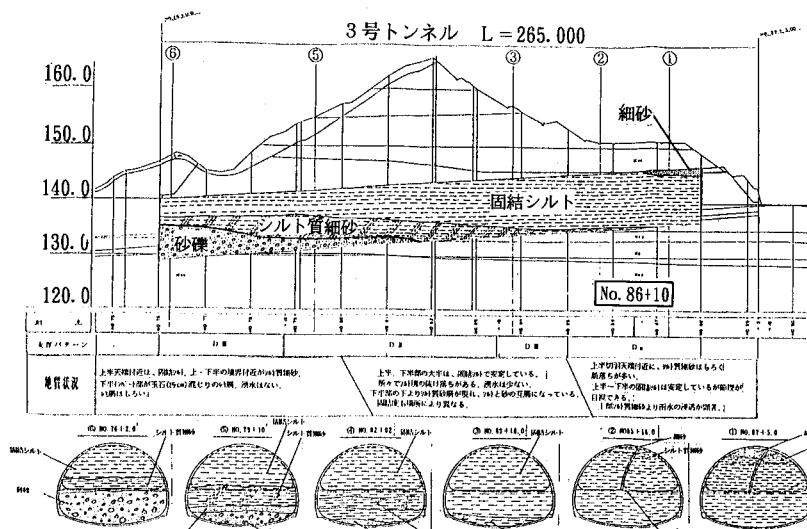


図-1 地質縦断面図

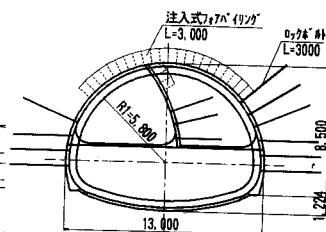


図-2 標準支保パターン

2. 変位計測結果

(1) 天端および脚部沈下（図-3）

- ①先行D部掘削時に一旦15mmまで沈下した。
- ②後続C部掘削が進行するとともに約5mm上昇し、上半収束時では約10mmとなった。
- ③下半施工時にもさらに3mm程度上昇し、全体沈下は7mm程度に収束している。

脚部沈下も、先行D部掘削時にはやや沈下したものが、後続C部でやや上昇している。下半通過時には、ほとんど値は変化せず、最終値でやや上昇が認められる。

すなわち、一度沈下したものが、施工の進捗に従って、あたかもトンネル下部からの掘削解放力をうけているかのような挙動である。

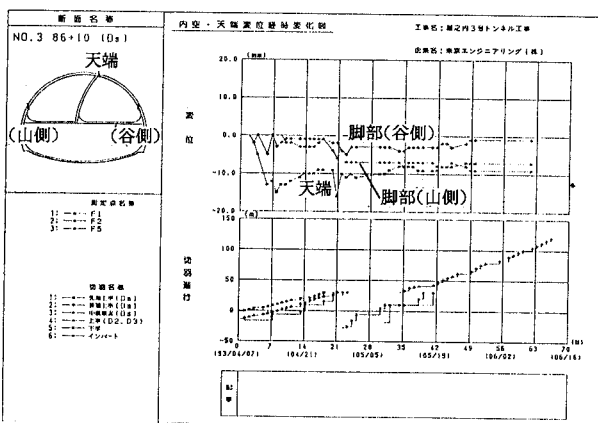


図-3 天端および脚部沈下図

(2) 内空変位（図-4）

- ①先行D部掘削時に5mm程度縮小した。
- ②後続C部掘削では、先行D部の内空変位は当然拡大する。上半水平側線は1mm縮小した。
- ③下半掘削時には、逆に1mmの拡大を示した。

先行D部掘削時には、天端は沈下しており、内空変位もまた縮小している。この傾向はトンネル掘削時の一般的な挙動である。通常の施工では、後続C部～下半の施工の進捗に伴い、沈下が増大し、内空変位もまた縮小が大きくなる。これに反して本トンネルは、逆に沈下は上に押し上げられる様な挙動を示し、これに対応して内空変位もまた拡大する傾向を示している。

3. トンネルの特徴

(1) 地形の特徴

トンネル施工以前に小学校の造成が行われており、当初の地形が図-5に示すように、約6～10m切土されていた。

(2) トンネルの施工上の特徴

土被りの薄い未固結地山であるため、坑口部約60m間が上半CD工法で施工され、かつ施工の各段階で仮閉合を行っている。

(3) 地質上の特徴

トンネル大部分が洪積世上総層群粘性土を掘削することになり、天端にはゆるい洪積砂層が存在する。

4. 挙動の考察

地形・地質から、トンネル掘削対象の粘性土が現在の土被り相当の荷重より応力状態が大きな過圧密状態であったと想定できる。つぎに、通常切土による応力解放により応力状態は変化するが、砂質土では、施工後速やかに応力解放されるのに対して粘性土は過圧密状態のままでいた。

設計・施工上からは、未固結地山であるため比較的剛性の高い支保が予定され、かつ施工各段階で仮閉合することから、地山は弾性状態を保つことが可能であった。このため施工に伴う解放力は過圧密状態で上向きの力が卓越したと想定できる。

挙動で特徴的なのは、先行D部では通常の沈下、縮小となったことである。これについては加背が小さいことで上向きの解放力より鉛直荷重や側面の拘束力が卓越したと考えられる。施工に伴い下部の面積が増大し、下半施工では底面のみならず側面の押し上げ力によりこのような挙動を示すと考えられる。

通常のFEM等による数値解析においても、土被りの薄い場合には上昇の挙動が認められている。また、トンネル施工面の地盤の変形性が土被りに比較し剛性が高くかつ支保剛性が高い場合には上昇傾向はより顕著である。地山がトンネル施工に際して弾性状態を保っている場合に、過圧密地山では当然の挙動と想定できる。吹付けコンクリートと鋼製支保工の応力測定結果においても、天端～肩部にかけて土被りや側圧から想定できるよりも大きな応力が計測されており、この挙動を裏付けるものである。

土被りの小さな未固結地山では下からの応力解放によりトンネル自体が上昇する挙動があることを報告するものである。

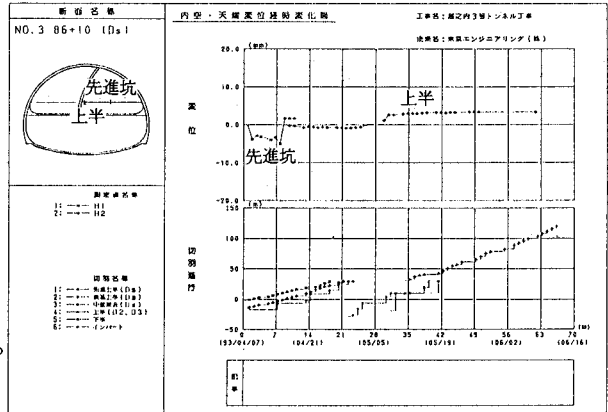


図-4 内空変位図

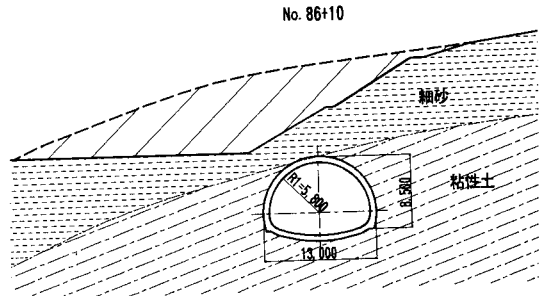


図-5 トンネル横断面図