

多摩ローム層における大断面中壁式 NATM の計測結果

小田急建設(株) 正会員 ○小林 孝行  
 〃 古川 英次

1. はじめに

JR 橋本駅と多摩ニュータウンを結ぶ「都市計画道路 3・4・42 号線」に計画された久保ヶ谷戸トンネルは、坑口から 38m の滞留区間と 120m の標準区間からなる延長 158m の 2 車線道路トンネルである。この内、滞留区間は、掘削断面積 150m<sup>2</sup> の扁平大断面であり、また、土被りは 4 m ～ 8 m と非常に浅い。さらに、掘削対象地山は未固結の多摩ローム層となっている。このため、滞留区間では切羽の安定を確保するために、中壁分割工法で掘削を実施した。本文では、中壁分割工法の計測結果と計測結果をもとに実施した解析について述べる。

2. 施工概要

滞留区間の掘削対象地山である中期更新世の多摩ローム層は、暗緑色の凝灰質シルトを呈する水中堆積の過圧密な火山灰質粘性土層であると推定される。このため、強度特性の平均値は、N 値で 8、一軸圧縮強度で 4.6(kgf/cm<sup>2</sup>)、弾性係数で 550(kgf/cm<sup>2</sup>)を示し、関東ロームの平均値よりかなり大きな値を示している。

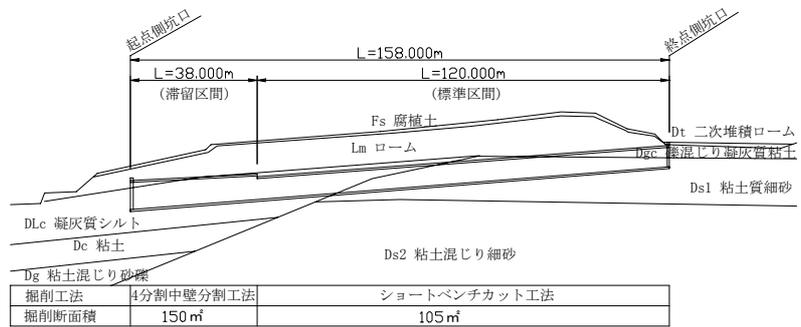


図-1 地質概要

図-2 にトンネルの支保パターンを示す。中壁分割工法での掘削は、先進上半に続いて先進下半を掘削する縦掘り式を基本とした。しかし、施工上、先進上半に続き後進上半を掘削する横掘り式の箇所も生じた。

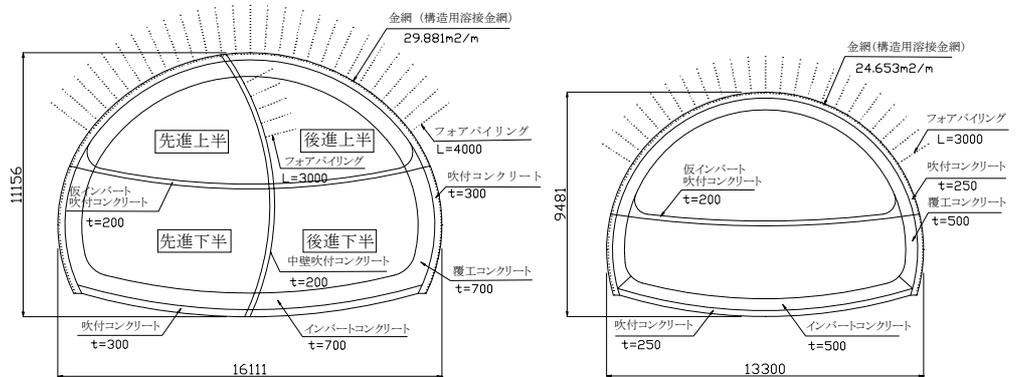


図-2 トンネル支保パターン

3. 計測結果と解析結果

3.1 計測結果

1) 地表面沈下と天端沈下

中壁分割工法の縦掘り式の計測結果を図-3、横掘り式の計測結果を図-4 に示す。縦掘り式では、地表面の先行沈下は最終沈下の 5% 程度である。また、先進下半掘削時に、天端および地表面とも幾分押し上げられる傾向を示す。その傾向は天端の方が幾分大きい。そして、最終沈下量の 70% 程度が後進上・下半掘削時に生じている。横掘り式の場合、縦掘り式と同様に先

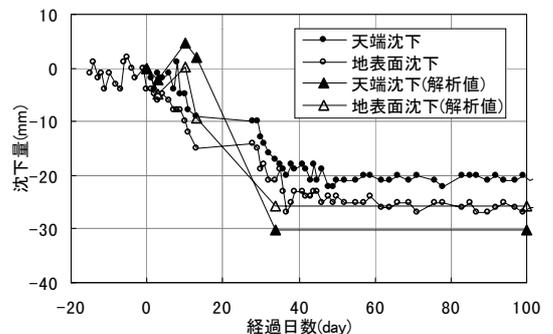


図-3 縦掘り式の計測結果 (CD 工法)

キーワード : 大断面トンネル、CD 工法

連絡先 : 〒220-0023 神奈川県横浜市西区平沼 1-19-5 TEL045-323-3974 FAX045-323-3926

行沈下はほとんど生じていない。そして、天端および地表面の各掘削段階での沈下量もほぼ同値となっている。また、最終沈下量の約60%が最終掘削段階で生じている。両者を最終沈下量で比較すると、天端沈下において横掘り式のほうが幾分大きな値を示すが、掘削順序による違いはほとんど生じていない。

また、縦掘り式および横掘り式とも、各掘削段階における地表面沈下と天端沈下の沈下増分はほぼ等しく、共下がり現象を起していると考えられ、緩みは地表面にまで達していると推測する。しかし、中壁分割工法は先行変位を抑制し、地山の安定を保つ有効な工法であると考えられる。

## 2) 中壁鋼製支保工軸力

図-5に横掘り式掘削時の中壁鋼製支保工の発生軸力を示す。軸力の最大値は約18(tf)を示している。この値は、全土被り荷重を3本の支保工で均等に分担すると仮定した場合の鋼製支保工に働く軸力計算値の16(tf)と近似しており、有効な支保部材として機能していると考えられる。また、全断面閉合後には発生軸力の大部分が抜け落ちており、作用荷重はアーチ部に分配され、その役割は終了したと思われる。

## 3.2 解析結果

本解析では、土質要素にモールクーロンの降伏条件による完全弾塑性モデルを採用するとともに、トンネルの先行地山解放率に地表面沈下の計測結果より得られた先行変位率（先行沈下量/最終沈下量）を用いた二次元FEM解析を実施した。先行地山解放率は、中壁分割工法で5%である。

中壁分割工法では、地表面沈下と天端沈下の最終沈下量において、計測結果と解析結果の関係が逆転している。しかし、変位の傾向および量においてほぼ近似しているものと思われる。

また、鋼製支保工についても、計測値よりやや低い値を示すものの、先に述べた軸力の計算値16(tf)と近似している。また、図-5には、比較のため縦掘り式の計測結果も一緒に表示している。解析結果では縦掘り式の軸力値の方が大きな値を示す。中壁の役割としては縦掘り式の方が有効に機能するものと思われる。

また、同様に標準区間のベンチカット工法の解析も実施した。ベンチカット工法での先行地山解放率は計測結果より35%である。計測および解析結果を図-6に示す。ベンチカット工法では、上半掘削時の変位量で幾分違いが生じるもののほとんど同値を示した。

以上の結果より、本地質条件でのトンネル掘削においては、先行地山解放率を上手く表現することにより、二次元FEM解析で掘削時の地山挙動を十分表現することが可能であると考えられる。また、解析結果から中壁分割工法は、縦掘り式のほうが幾分有効であると考えられる。

## 4. おわりに

低土被り多摩ローム層での、中壁分割工法の有効性を計測結果と解析より評価した。その結果、中壁分割工法は地表面沈下および切羽の安定に対して、非常に有効な掘削工法であることがわかった。さらに、中壁分割工法では縦掘り式と横掘り式があり、縦掘り式のほうが幾分有効であると考えられる。しかし、掘削順序による沈下量の違いはほとんどない。また、同施工条件において、トンネルの先行地山解放率を正確に設定することにより、二次元FEM解析で地山の挙動をほぼ忠実に再現できることも確認できた。

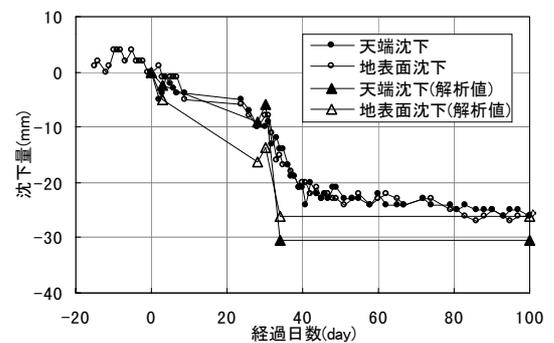


図-4 横掘り式の計測結果 (CD工法)

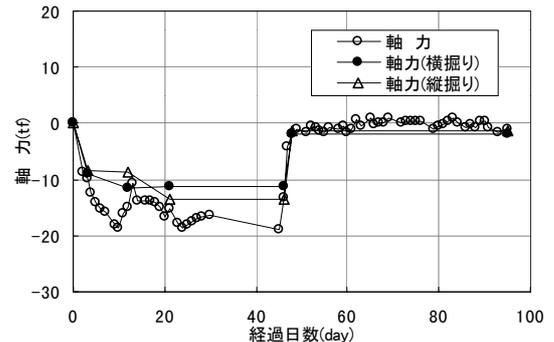


図-5 中壁鋼製支保工軸力(横掘り式)

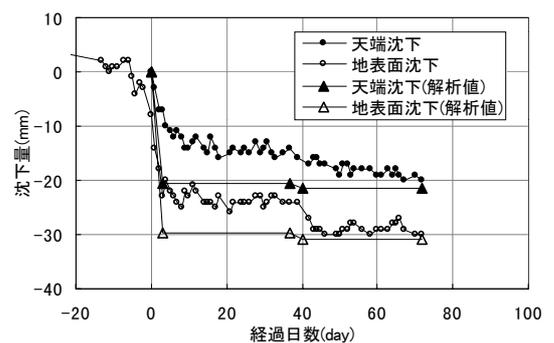


図-6 ベンチカット工法計測結果