

## III-570

## 土被りの少ない未固結地山における大断面NATMトンネルの設計施工

首都高速道路公団 正員 ○角田 浩  
同 久保田 強  
同 篠井 隆志

## 1. はじめに

本トンネルは、首都高速中央環状王子線の飛鳥山公園の下を通過するNATMトンネルであり（図-1）、延長約110m、断面は幅約24m、高さ約11mの大断面のめがね形で、土被り5m～17m、地山は上からローム層、本郷層、東京層といったN値7～50程度の未固結の地層である（図-2）。本文ではこのような条件のもとでのNATMトンネルに関する設計施工について紹介するものである。

## 2. NATMの設計施工検討

## (1) 掘削工法の検討

後述する補助工法の検討結果を踏まえて、本工事の掘削工法としては、「中央導坑先進上半工法+高圧噴射改良長尺先受け工」を採用している。検討の過程で「中央導坑先進サイロット工法+注入式フォアパイリング」と地表面沈下及び地山の安定性について比較したが、上半工法の方がサイロ工法に比べて地表面沈下量及び塑性領域の発生域とも小さい値となり、優れていた。図-3に両工法の地表面沈下及び坑内変位のFEM解析結果を示す。

## (2) 補助工法の検討

1) 湧水対策 本トンネルでは地下水位がトンネル天端より1m～5m上に分布しており、掘削時の湧水対策が重要となる。ここでは、周辺環境等への影響を考慮して地下水位を低下させない工法とし、薬液注入による止水工法を採用した。注入範囲は、トンネル関連指針及び施工実績等を踏まえ

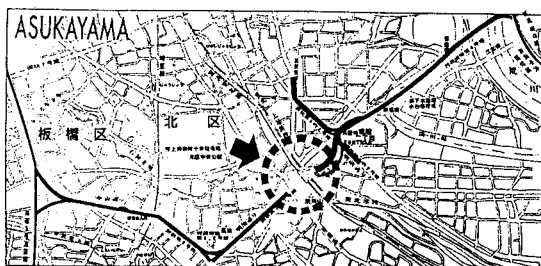


図-1 路線概要図

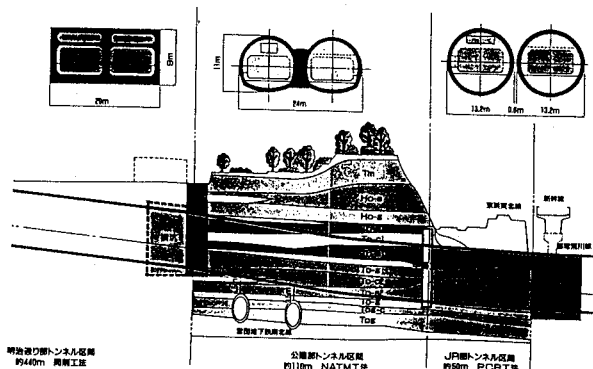


図-2 飛鳥山トンネル概要図

単位: mm

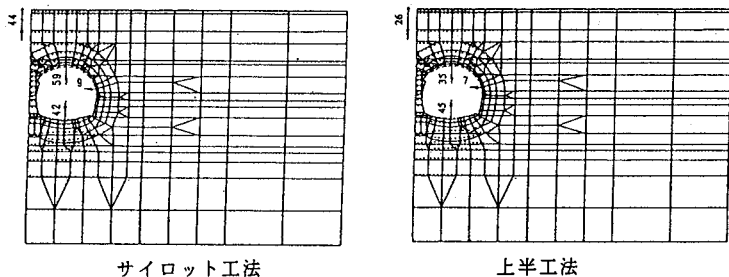


図-3 地表面沈下量

、トンネル周辺3m幅を改良するものとし、先行掘削する中央導坑上半は、切羽前方よりの湧水を考慮し

、20～30m 間隔で3m幅のバルクヘッド注入（切羽部分の注入）を実施することとした。

2）切羽安定及び沈下抑制対策 本トンネルの地山の崩落、崩壊及び地表面沈下量の抑制に対しては、以下のようなメリットを有する長尺先受け工法の中の高圧噴射改良タイプを採用するものとした。

・高圧噴射により地山をセメント系材料に置換するため、比較的均一で強度の高い改良パイルが造成できる

・切羽前方 10m程度までを事前に改良できるため、先受け効果が高い

・連続した改良パイルのアーチ効果にも期待できる

高圧噴射改良工の施工は図-4の様に行うこととした。上半掘削盤に粘性土が出現する約70m間は耐力と下半掘削時の地山の安定性を考慮して、高圧噴射改良によるフットパイルを採用した。さらに、坑口部はトンネル構造面や作用外荷重が不均一であること、立坑スペースが狭いため坑口では高圧噴射改良工の施工が困難である

ことなどから、パイプルーフ工法を採用する事としている。

#### （4）支保構造の設計

本トンネルの支保構造については、設計方針を以下のように考え、解析、計算した。

・一次支保工は、変形を抑制するために剛な構造とするものとし、諸条件からロックボルトが採用できないために、鋼製支保工と吹付けコンクリートを主とした構造とする

・二次覆工は最終的に全荷重を支持する永久構造物とし、一次支保工は掘削時の仮設構造物とする

この結果、一次支保工は中央導坑の鋼製支保工が $H=150 \times 150 @ 1m$ 、吹付けコンが $T=20cm$ （ラス補強）、本坑では $H=200 \times 200 @ 1m$ 、吹付けコンが $T=25cm$ （ラス補強）となった。また、二次覆工の構造は土盛りが比較的浅い区間と深い区間とでタイプが別れ、浅い区間では覆工厚 $t=60cm$ の複鉄筋構造、深い区間では覆工厚 $t=80cm$ の複鉄筋構造となっている。

#### 4. あとがき

本トンネルの本坑の施工順序は図-5に示す通りであり、現在の工事は立坑、横坑の構築が完了し、本坑の施工に着手しようとしているところである。今後、NATMの施工を行うに当たって、十分な検討を行いより適切な施工を行っていきたいと考えている。

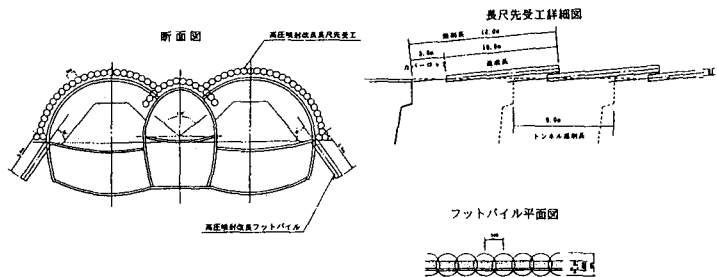


図-4 高圧噴射改良工施工図

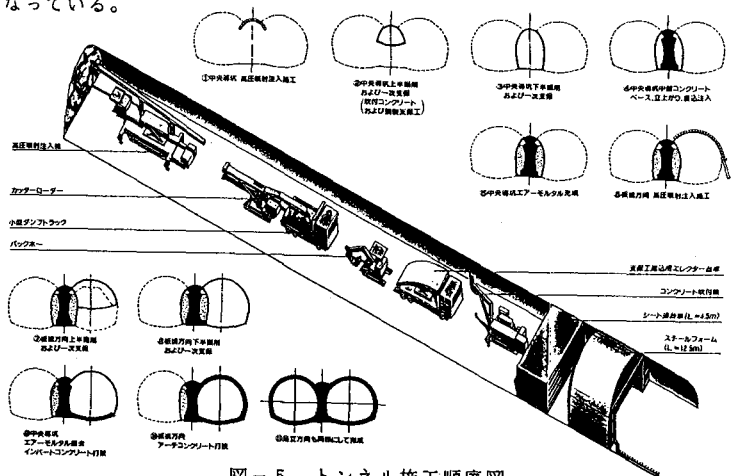


図-5 トンネル施工順序図