

VI-72

市街地道路直下における大断面NATMの施工

日本鉄道建設公団関東支社 正会員 深沢 成年
 日本鉄道建設公団関東支社 正会員 橋崎 元儀
 日本鉄道建設公団関東支社 正会員 佐々木 裕

1. まえがき

習志野台トンネルは、営団地下鉄東西線の西船橋駅（千葉県船橋市）から京成電鉄成田線の勝田台駅（同八千代市）に至る延長16.2kmの鉄道新線・東葉高速線のはほぼ中央に位置する延長2,360 mの都市トンネルである。トンネル途中の新京成線との交差部に当北習志野駅は建設されているが、当駅のうち駅前広場から続く市街地道路下は、周辺環境等からNATM（123 m間）で施工した。その断面は駅ホームを構成するため、最大 153 m^2 （掘削幅18.9m、高さ 9.7m）もの扁平大断面である。そして、トンネル直上の状況から地表面沈下の抑制が極めて重要となる。

2. トンネルの概要

トンネル付近の地質は第四紀洪積世以降の堆積層である。このうちトンネルが通過する地質は、成田層と呼ばれる未固結砂層でバインダー分が少なく崩落しやすい特性を持っており、しかも地下水位は高い。また、土被りは10m前後と薄い（図-1参照）。

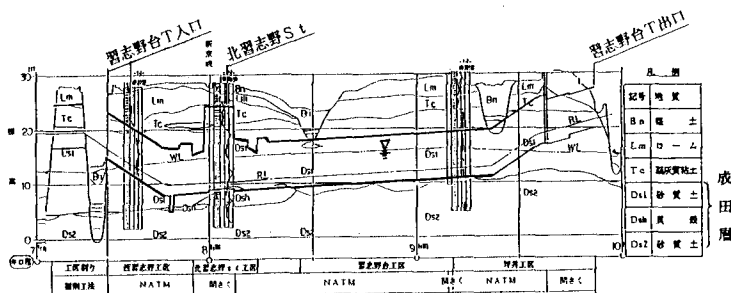
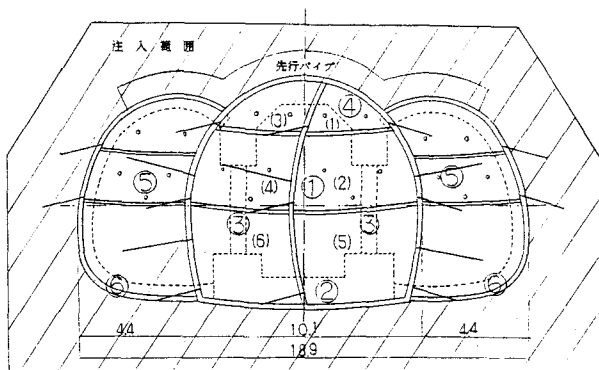


図-1 習志野台T地質縦断面図

このようななかで、最大 153 m^2 もの大断面トンネルを安全確実に掘削するため、①補助工法として、薬液注入工法（無機系溶液型、路上注入、注入範囲掘削断面の外周3m）地下水位低下工法（ディープウェル、坑内ウェルポイント）を採用する、②掘削断面を中央坑（最大84 m^2 ）と両サイドの側坑（最大34.5 $\text{m}^2 \times 2$ ）の3断面に大きく分割する、こととともに、施工順序を、①中央坑の掘削、②中央坑の覆工、③側坑の掘削・覆工、とした（図-2参照）。また、中央坑の掘削については、当トンネルの試験工区で開発した6分割（先進坑・後進坑、上中下段）のCRD工法によることとした。



駅部大断面施工順序		支保工、覆工	
①中央坑掘削（CRD工法） （LK2K3・（6）の順序）	④中央坑覆工コンクリート	鋼筋交深工	150H
②中央坑ハートコーク	⑤側坑掘削 （ショートベンチ、左右併進）	ストラット	125H
③中央坑合成鋼管柱	⑥側坑ハート覆工コンクリート	吹付コンクリート	25cm
		吹付コンクリート（中壁）	20cm
		先行パイプ（L=2.75m）	中央坑：5本、側坑：3本×2
		後部ボルト（L=2.0m）	中央坑：10本、側坑：3本×2
		環間ボルト（L=2.0m）	中央坑：9本、側坑：2本×2
		ロックボルト（L=3.0m）	中央坑：5本
		覆工コンクリート	45cm

図-2 駅部大断面の施工順序並びに支保工

CRD工法はCD工法に対し、上中段にストラットを入れ各断面ごとに閉合するとともに、先進坑中段の次に後進坑上段を掘削してまず上半部を閉合するものである。

大断面の一次支保工は図-2に示すとおりである。CRD工法における各切羽間の離れは、早期閉合及び

切羽の相互干渉を考慮し2mを確保しつつ、先進坑上段から20mで最終閉合とした。また、側坑の掘削は中央坑の覆工完了後即ち中央坑の剛性を高めた後とし、偏圧抑制のため左右（上下線）併進させることとした。

3. 計測結果

地表面沈下は、中央坑の掘削（CRD工法）では最大20mm、側坑掘削に伴う増分はいずれの区間でもほぼ6mmで、中央坑掘削からの累計でも最大25mmと管理値内に収めることができた。また、中央坑（駅ホーム部）は、掘削進行に従い徐々に断面が縮小する（ホーム中央から終端に向かう）が、地表面沈下と掘削断面の大きさとの間に良好な相関が見られた。さらに、側坑の掘削断面はいずれの区間でもほぼ同じ大きさで、地表面沈下も6mm程度とほぼ同じであり、中央坑段階での掘削断面の大きさと沈下量の間の相関を裏付ける形となった（図-3参照）。

CRD工法において中壁は、各支保部材の計測結果から、掘削時には有効な支保材として働いているが、断面閉合後地山が安定した段階ではその役割は低下し撤去してもその影響はほとんど見られなかった。

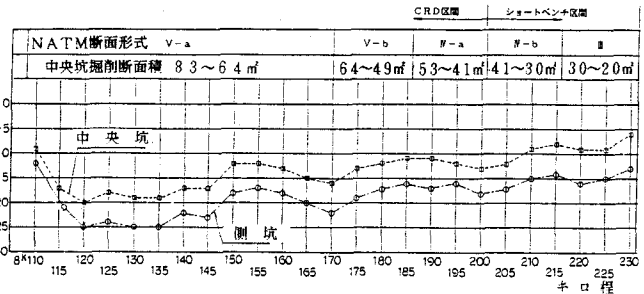


図-3 キロ程（掘削断面積）毎の地表面沈下量

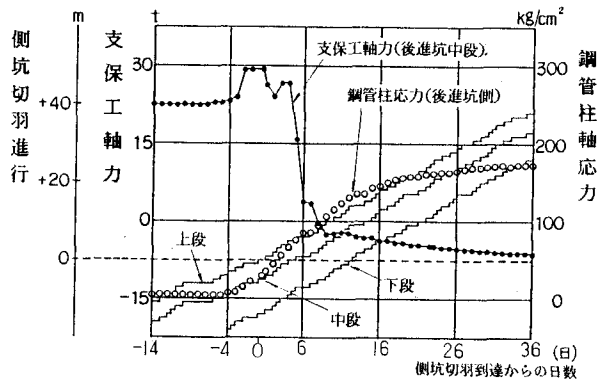


図-4 側坑掘削に伴う支保工軸力と鋼管柱軸力の変化

図-4は、側坑切羽の進行に伴う中央坑合成鋼管柱（5m毎に建込み）の軸応力と外周壁の鋼製支保工軸力の変化を示している。側坑掘削に伴い、合成鋼管柱軸応力（軸応力測定の変計は覆工コンクリート打設後設置）はそれまでの0から急増し、下段通過後20~30m程度で安定する。安定後の軸応力から合成鋼管柱の軸力を求めると500数十t程度発生しており、ほぼ直上の全土荷重に相当している。一方、側坑の掘削とともに、外周壁の鋼製支保工軸力は、それまで30t程度（クラウン部）あったものが急減してほぼ0となりその後安定する。これは、中央坑の合成鋼管柱の軸力の急増と全く反対の傾向を表すもので、側坑の掘削により鋼製支保工が解放され、それに伴い中央坑合成鋼管柱に荷重が受け替わり、中央坑の外周支保工の役割が終了し、安定した大断面が出現したことを示すものである。

4. あとがき

本トンネルの最大の管理事項であった地表面沈下は十分管理値内に収め掘削することができたが、その大きな要因として、CRD工法による施工、薬液注入の効果等があげられよう。また、側坑掘削によって出現した大断面トンネルは、施工状態や計測結果から安定した状態にあるが、これは、この偏平な大断面を3つに分割し、その施工順序を、中央坑（CRD工法）の掘削⇒中央坑の覆工⇒左右側坑の併進掘削としたことの妥当性を立証するものであると考えている。

今回の実績は、厳しい諸条件のなかであって、このような偏平な大断面においても、NATMで十分対応できることを示す先駆的役割を果たすものであると考えている。