

VI-33 市街地道路下における都市NATM施工

日本鉄道建設公団関東支社 正会員 佐藤正人
正会員 菅野勝広

1、はじめに

東葉高速線は、営団地下鉄東西線西船橋駅を起点として、京成電鉄勝田台駅に至る延長16kmの都市交通新線である。近年都市部においてNATM工法の施工が多くなっているが今回報告する習志野台トンネルは、西船橋起点7km500mより9km860mまでの延長2,360mの市街地道路直下を土被5～12mで掘削する都市トンネルで、その大部分をNATMにより施工するものである。本稿は、施工にあたり地上の道路・建物等への影響がないように地表面沈下を極力抑制するべく開発した都市NATM-CRD工法について紹介するものである。

2、習志野台トンネルの地形・地質

習志野台トンネルは、千葉県北東部に分布する標高25～30mの緩やかな起伏面をなす洪積台地を通過している。この台地を構成する地質は、上部より表土（盛土層）、関東ローム層、下末吉粘土層、成田層と重なり、いずれも第四紀洪積世に堆積したものである。トンネル掘削で対象となる層は成田層（Ds）で砂層を主体とし、一部に粘土層をはさんでいる。又、自然地下水位は、地表面下8～14m付近に分布しており、トンネルとの位置関係としては、概ねトンネル施工基面より4～5m上にある。

3、都市NATM-CRD工法

3-1 設計・施工法

習志野台トンネルでは、地上部の道路・建物への影響を極力抑えるために開発したCRD（Cross, Diaphragm）工法をNATMの基本工法としている。この設計支保及び施工手順を図-1、2に示す。特徴としては、中段壁までの閉合を早期に施工して側圧に強い構造形を作るとともに、下段掘削時の支え壁とし沈下抑制の対策としている。

3-2 中壁の撤去・評価

CRD工法における中壁は、施工上重要な役割をしているが、全断面閉合後覆工コンクリートを打設する前に中壁を撤去する時、周辺支保工・吹付及び地山に対し悪影響が懸念されるため、道路下掘削前に施工法を確立する必要があった。前述の試験区間で検討結果を以下にのべる。図-3にCRD工法試験区間で実施した支保工の軸力測定結果を示す。

このグラフより掘削完了時の軸力は、先進坑外周で21～26t、後進坑外周で13～24tである。これに対し、中壁は、16t前後と永久支保である外周と同程度の軸力が生じている。このため中壁の撤去によりトンネルの変形、さらに地表面沈下増進が考えられ、そのための補強措置が必要ではないかと懸念された。そこで現地では試験を継続して、①中段ストラット撤去の影響、②中壁吹付コンクリート撤去の影響、③中壁支保工切断の影響を各々要因分離できる様実施した。

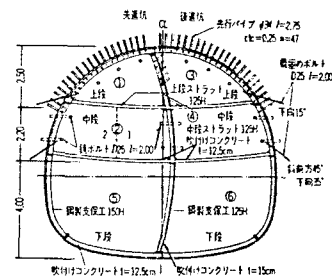


図-1 CRD支保設計

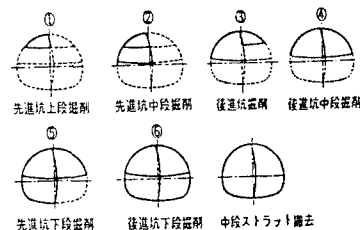


図-2 CRD施工法

この結果、次のことが判明した

- ① 中段ストラットの撤去では中壁の軸力が16 tから10 tに減じられた。これは中段ストラットが中壁を拘束していたことにより発生した軸力が一部解放されたものと考えられる。
- ② 中壁吹付コンクリートのはつりでは、さらに中壁の拘束をなくす事によりほとんど支保工軸力は解放された結果となっている。
- ③ 中壁支保工の切断により外周支保及び隣接支保工の軸力に変化はなかった。
- ④ 中壁支保工撤去時の地表、天端沈下、内空変位等には有意な変化は認められなかった。

以上から中壁支保工の最終軸力は、中段ストラット・吹付コンクリートによる拘束が主要因と考えられ、トンネル断面閉合後においては、トンネルに作用する外力は、外周支保工が受持ち中壁は、寄与する度合いが小さいものと推察され、全断面閉合後、早期にインバートを先行打設し、トンネルの安定性向上後に、中壁を撤去することとした。

3-3 補助工法

習志野台トンネルでは、CRD工法を基本としているが、道路・建物等への沈下による影響を極力抑制するとともに、トンネル掘削をより安全に行うため下記の補助工法を採用実施している。

- ① 地下水位がトンネル肩部付近にある事から砂層切羽の流砂現象を防ぐため地下水位低下工法（ディーブウェル）を坑外よりおこなう。
- ② トンネル周辺の砂層地山の補強として薬液注入を行い沈下抑制効果を上げる。

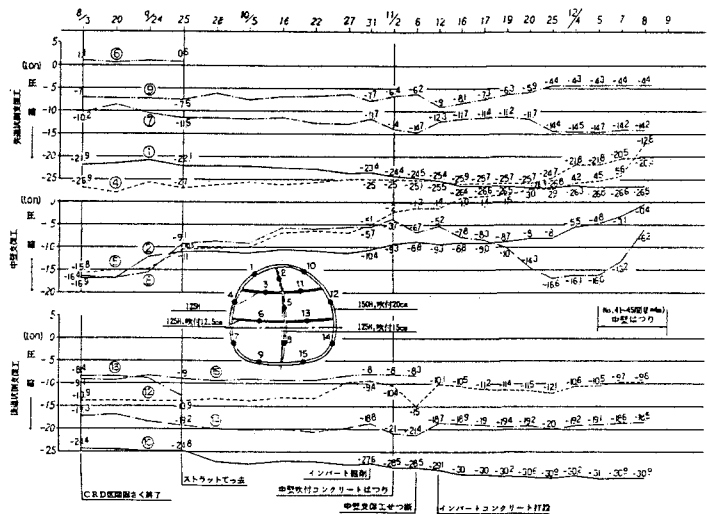


図-3 支保工軸力経過図

4、道路下CRDの施工

現在本格的施工に入っている道路下部の設計は、試験工区CRDを基本としているが、試験区間における地表沈下量が目標沈下量の30mm一杯であったこと等を踏まえ、トンネル施工の安全性をさらに高めるため、次の2点を追加対策としている。

- ① トンネルアーチ部外周にカバーリング2 mの薬液注入を施工する。
- ② 外周支保の剛性を高めるため、吹付厚を20cmから25cmとする。

なお、道路下の施工は、現在約400 mの進捗であるが、地表沈下については20mm程度で収束し、建物位置における沈下勾配も 1.3×10^{-3} RAD に収まっている。

5、おわりに

習志野台トンネルは、地下水の豊富な洪積砂層を掘削対象とし、かつ地表部は既成市街地の幹線道路及び住宅である点など極めて代表的な都市トンネルである。当初の施工方法は開削工法であったが、工事の周辺の社会的影響を最小限に抑えるとともに、経済性にも優れたNA TM工法に取組んでいる。今回の報告は、道路下標準区間のCRD工法によるトンネル掘削が、地表面沈下抑制に対し極めて良好な結果を得られたことを報告させていただいた。