

VI-70

交差点直下における洞道地中連係部のNATMによる施工

東京電力 東京南支店 正会員 ○畑 敦
清水建設 土木本部 正会員 真下義章

1. はじめに

当工事は、東京都渋谷区渋谷2丁目に新設される地下変電所と既設の電力洞道とを結ぶ管路新設工事のうち、連係部にマンホールを築造するものである。施工場所は渋谷駅に近接した街路の交差点直下に位置し、埋設物が数多く存在すること、地上の交通、近隣への影響などの諸条件を考慮し、開削工法を用いることが困難と予測されたため、NATMによるトンネル工法を採用した。また掘削に先立ち周辺地山のJSGおよび薬液注入による改良、既設洞道の補強工を実施した。本稿は当工事の概要について設計・施工を中心にまとめたものである。

2. 周辺地山の改良

掘削箇所の地質は上部東京層に属する粘性土および砂質粘性土から構成されており、土被りは約13mである。調査の結果N値は3～10程度、一軸圧縮強度は概ね1kg/cm²以下であり、地山強度比($q_u/\gamma H$)は約0.45と想定された。このためNATMの施工に当たっては補助工法が不可欠と判断し、地上部の施工条件、工期、信頼性などを勘案し、地上の車上プラントを用いたJSGによる地山改良を実施した。図-1に改良範囲を示す。また表-1にトンネル掘削中に採取した資料試験に基づく改良体の一軸圧縮強度と設計基準強度¹⁾との比較

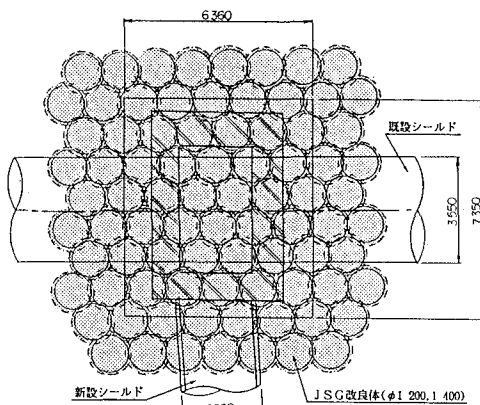
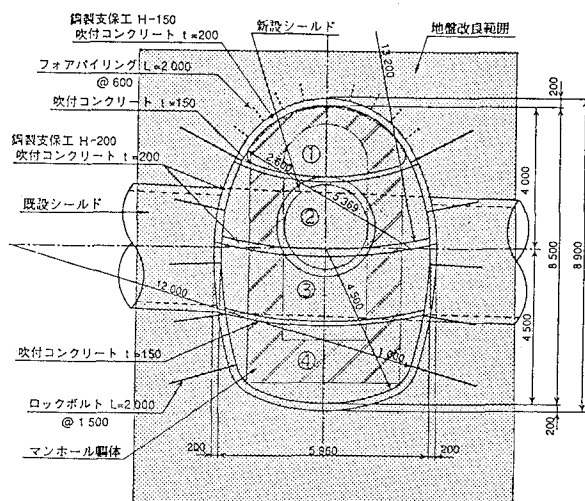


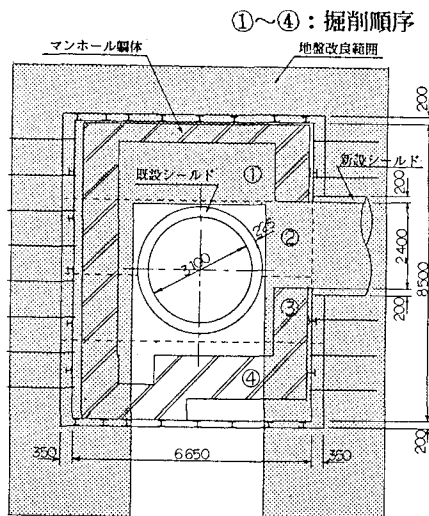
図-1 JSG改良状況（平面図）

表-1 JSG改良結果と設計基準強度

単位:kgf/cm ²	未改良	改良	土質
一軸圧縮	2.8	13.6	砂質粘性土
試験結果	4.0	17.7	粘性土
設計基準強度	—	10	粘性土



横断面



縦断面

図-2 トンネル形状と支保部材

を示す。表に示すように比較的良好な改良結果が得られている。

地下水に関しては調査の結果、トンネル天端付近の自由水面に加えて掘削予定底盤の下方の耐水層に被圧水の存在が認められたため、JSGの行き届かない既設洞道の下部について止水目的の薬液注入を施工した。

3. NATMの設計

NATMの断面形状はマンホール躯体構築の必要断面に基づき決定し、支保部材は弾塑性FEM解析により定めた。(図-2)

施工方法は以下に示す順序とした。①新設シールド坑内から斜導坑(直径2m)を約40°の上り勾配で天端まで掘進する。②斜導坑の到達点よりアーチ部の断面に切拡げ、前後に掘削してアーチ部を完成する。掘削時には先受け工としてフォアパイリング(L=2m, 60cmピッチ)を施工する。③2, 3, 4段目を分割掘削で切下がり、最終閉合断面を完成する。なお、各段掘削毎に吹付けコンクリート(2段目はH-200のストラッドも建込む)により仮閉合し、各掘削段階でのトンネルの安定性に配慮する。④最終的にトンネルの挙動が落ち着いた時点でストラッドを撤去する。

またNATMの施工に先立ち既設の電力洞道坑内において、横断方向にはH鋼リング、縦断方向には溝形鋼を組み合わせたトラス構造による補強工を実施することとした。

4. 施工結果

NATMの施工は設計通り、無事故のうちに終了した。作業は昼夜2交代で実施され、掘削速度は約10~15m/日であった。施工期間中、計測を通じて以下の挙動が確認された。

- (1)トンネルの挙動： 内空変位—2mm以下(図-3)、天端沈下—1mm以下、と小さな変形にとどまった。また全施工期間を通じて切羽の崩壊、支保部材の変形などの異状は認められず、極めて良好な安定性を示した。これはJSGによる改良が掘削範囲全般にわたって十分行き届いていたこと、フォアパイリングにより先行変位が抑制されたこと、などによるものと考えられる。地表面およびトンネル上方の地中内の沈下に関しても1mm以下に止まっており、周辺地山の安定状態が確認されている。
- (2)既設洞道の挙動： 約6mmの上下動が観測された。既設のセグメントには局部的に微小なクラックが生じたが、構造上の問題にはならない程度であった。

5. まとめ

当工事では周辺へ及ぼす影響を最小限に抑えるため、電力洞道の関係部の施工にNATMを採用した。その際、地山の強度不足を補い、切羽の自立性を高めることを目的としてJSGによる周辺地山の改良を実施した。その結果、トンネルの安定性が格段に向上し、良好な施工結果が得られた。

今後も都市域で多くの電力管路新設が予定されており、当工事と同様に未固結で強度の低い地山においてNATMによる地中連係を行うケースも考えられる。その際、設計手法の確立、周辺に及ぼす影響の予測・評価など改善を要する問題も残ってはいるが、当工事の実績が有益な参考資料になるものと期待している。

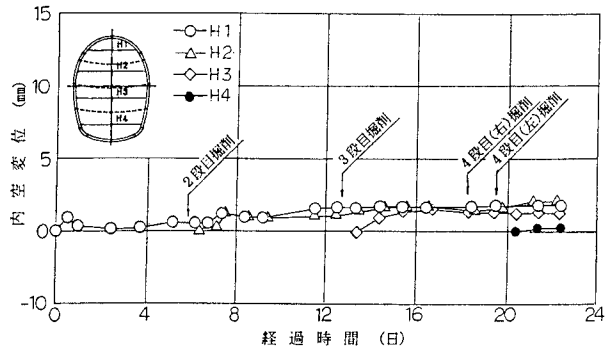


図-3 内空変位計測結果(主計測断面)

参考文献

- 1) 柴崎・太田・久保, 「ジェットグラウト工法」: 鹿島出版会, pp. 22