

(Ⅲ-22) 注入式ロックボルトによる天端安定対策の施工

日本鉄道建設公団 関東支社 支社長 正会員 菊地 正
— — 関東支社 栗山鉄道建設所長 正会員 高山 博文
大成建設株式会社 栗山トンネル作業所長 正会員 池田 宏

1、概要

北総Ⅱ期線工事の栗山トンネル（掘之内工区）は、土被りが浅く、地下水位が高い未固結な第四紀洪積世上部成田砂層という悪条件下を、NATMで施工している。

同工事のうち、トンネルに近接して地上に多くの家屋があり、絶対的に沈下量を抑止しなければならない区間(L=56m)について、沈下抑止補助工法 及びトンネル天端安定対策として、注入式ロックボルト（長尺グラウトフォアパイル工法）を採用し、地上の家屋等に何等変状をきたすこともなく、同区間の掘削も無事完了したので同工法について報告する。

2、工法の考え方と特徴

この工法は、NATMの普及とともに施工上問題となっている、崩壊性地質の掘削を短時間に容易に施工する為の補助工法で、長尺縫地ボルトと薬液注入を併用しトンネル縦断方向の拘束効果を高めプレライニング効果を期待すべく立案されたものである。

図-1に配置断面図、図-2にトンネル縦断図、図-3に中空ロックボルト構成図を示す。

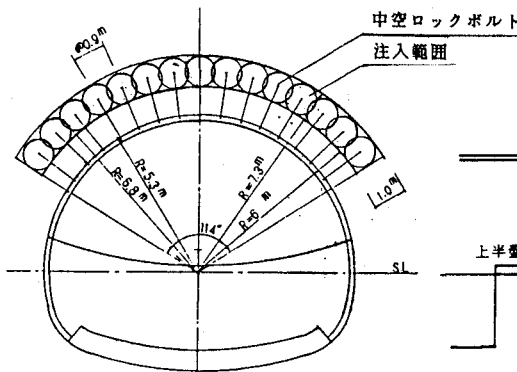


図-1 配置断面図

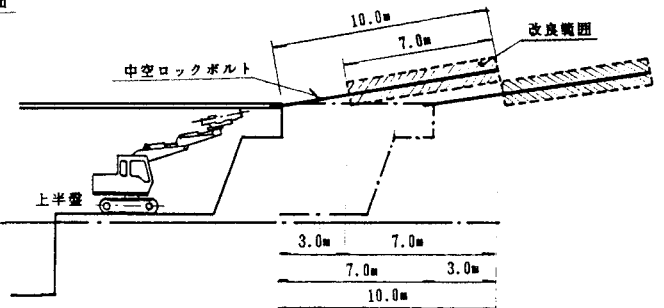


図-2 トンネル縦断図

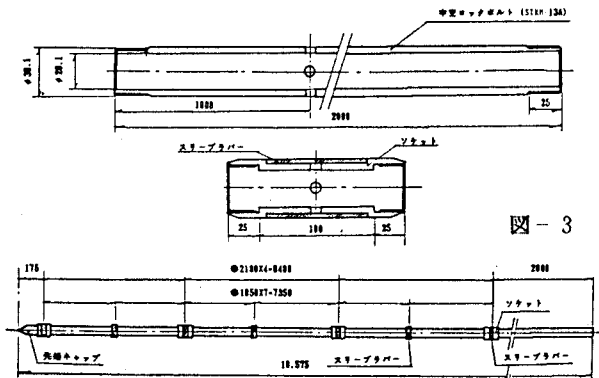


図-3 中空ロックボルト構成図

特徴

a) 削孔

削孔方式：ロータリー式二重管ロッドシステム（ $\phi 60\text{mm}$ CRビット）

削孔機械：ベースマシンにパワーショベル（MS070-8）を使用し、バケットに替えてボーリングマシン（JTM-30B）を搭載し、自由断面削孔機に改造した。

b) 中空ロックボルト

外径 $\phi 38.1\text{mm}$ 肉厚 5mm（STKM-13A）を加工し、約 1 m 毎に注入吐出口を設け、逆流防止の為にスリーブラバーを施してある。

c) 注入

一次注入：ボルト挿入後、懸濁型水ガラス系注入材（LW-1）にて粗詰め注入し、地山の均一化を計る。

二次注入：水ガラス溶液型注入材で非アルカリ系のシリカロック（SR）を採用。

硬化剤成分は無機質であり、ゲル化直前まで初期の粘性を維持できるうえ、ゲルタイムを 2 分～100 分と長い時間に設定でき、地山への十分な浸透注入ができる。

注入方式は、二重管ダブルパッカー方式で、1.5 ショット混合方式である。

3. 結果と考察

図 4 の地表沈下図に示す如く、当補助工法を実施した区間の沈下は、20～25mm 程度と、補助工法の無い区間の 35～40mm に比べ著しく効果が発揮されている事がわかる。

逆解析の結果、ロックボルトによるトンネル縦断方向の地山拘束力の増大、更には、注入により地山の強度特性（粘着力 C）及び変形特性（弾性係数 E）の増大は勿論のこと、注入圧による応力レベルの増加で事前にグラウンドアーチが形成される事も確認できた。（掘削に伴う塑性域の発現も極めて小さい。）

以上の結果、当補助工法は、土被りの浅い未固結地山の地表から手当のできない市街地 NATM では大変有効な手段と考える。

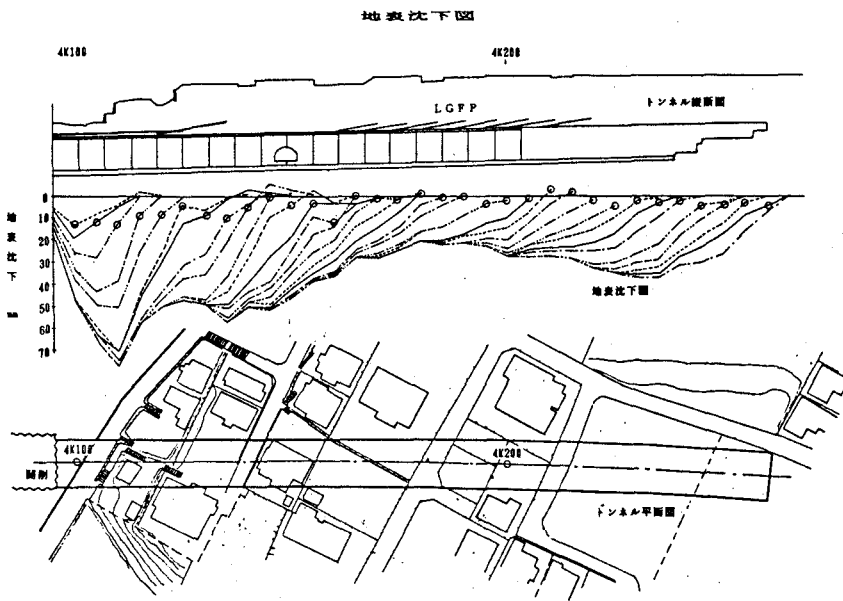


図 4 地表沈下図