

大断面泥土加圧シールドで総武流山電鉄直下を横断 —つくばエクスプレス南流山トンネル—

（独）鉄道・運輸機構 関東支社 東葛飾鉄道建設所

正会員 ○小林 寛明

（独）鉄道・運輸機構 関東支社 工事第一部工事第一課

正会員 神田 大

1. はじめに

本工区は、つくばエクスプレスの千葉県流山市内を通過する南流山トンネル（総延長 2,196m）のうち、延長 655.0m の複線泥土加圧シールドトンネル（φ 10.2m）である。本工事は、平成 14 年 11 月に掘進を開始し、平成 15 年 4 月に掘進を完了した。

このような大断面泥土加圧シールドトンネルの施工実績は極めて少なく、地表面や土被り 11.5m で通過した営業線（総武流山電鉄）に影響を与えることなく掘進を完了することができたことから、本工事の掘進管理について報告するものである。本工区の縦断面図を図-1 に示す。

2. 掘進管理

（1）切羽土圧

切羽土圧の設定は、静止土圧＋水圧＋0.02Mpa と計画したが、土被りが大きい区間では地山およびシールドマシンの状況から、図-2 に示す管理土圧で掘進することとなったが、総武流山電鉄直下では静止土圧＋水圧＋0.02 Mpa で掘進することができた。

管理値は切羽土圧±0.02Mpa とし、中央制御室においてリアルタイムで監視し、切羽土圧の直線性を

確認しながら掘進した。また、従来は掘進時と停止時の切羽土圧の変動が大きく、それが沈下を助長することから、今回は停止時も自動土圧保持装置を動作させ、掘進時と同様に管理値を設定することで切羽土圧の変動を小さくし、地盤への影響を抑えた。

（2）添加材濃度・注入率

添加材濃度・注入率は、 12kg/m^3 、30～35%とすることで、排土される土砂性状を適切に保ち、チャンバー内の適正な塑性流動化が図られた。この時スランプは 23～25cm、手触りはプリン状であった。

（3）排土量・排土率

排土量は、電磁流量計とγ線密度計により管理し、過去 10 リング平均との偏差が 5%以下であることとした。式-1 で求まる排土率は 80～85%となり、これまで泥土加圧シールドトンネルの掘進管理で 100%とされてきた排土率の指標とは異なる結果となった。原因については、添加材が地山に吸収されたためであると考えられたが、明らかにはなっていない。

$$\text{排土率} = \frac{\text{総排土量} - \text{添加材注入量}}{\text{理論土量}} \dots (\text{式}-1)$$

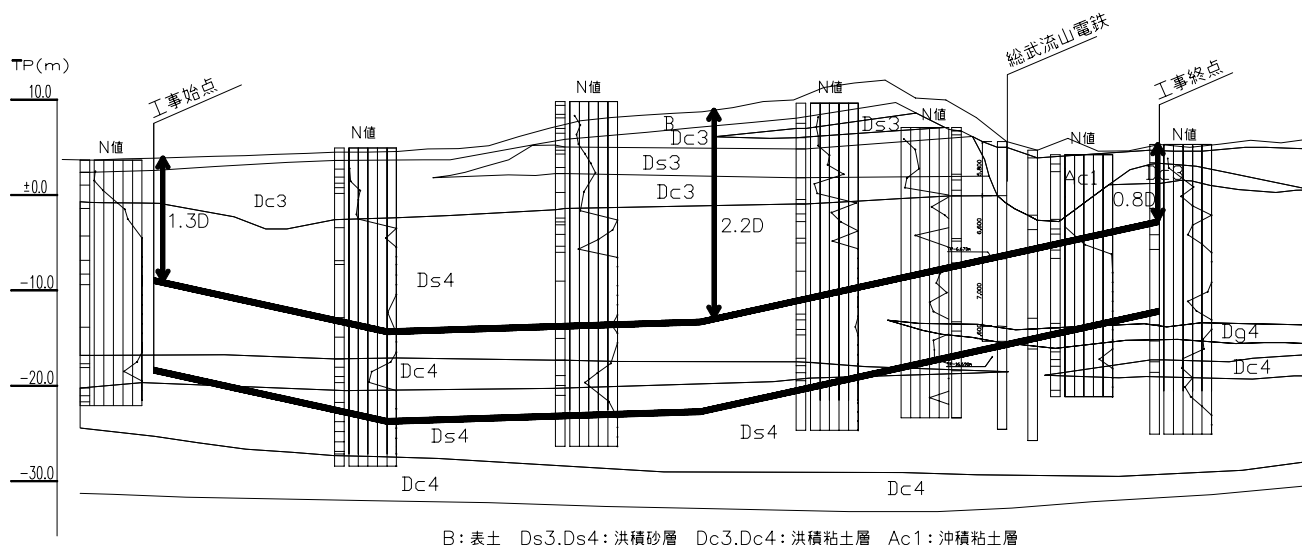


図-1 地質縦断面図

キーワード シールドトンネル, 掘進管理

連絡先 〒270-0135 千葉県流山市野々下 3-936-1 TEL 04-7141-8809

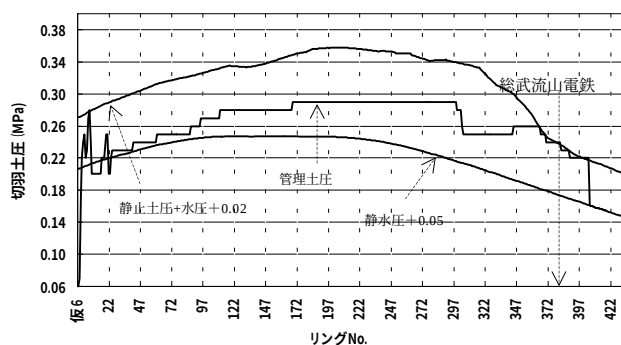


図-2 切羽土圧管理図

(4) 裏込注入

裏込注入は、シールドマシン後胴に装備した2本の注入管より行う同時注入とし、管理値は注入圧を切羽土圧+0.01Mpa、注入量をテールボイド容積の130%とした。

(5) スキンプレート周辺への充填材

充填材は、オーバークッター部の早期充填および地山とスキンプレートのフリクションカットを目的とした。注入圧は切羽土圧とし、注入量は1リング当たり1m³を目安とした。

(6) 沈下計測

掘進計画では初期掘進区間に、層別沈下計と沈下板を、本掘進区間ではシールド直上と左右の地表面に測定点を設け監視することとした。しかし、泥土加圧シールドトンネルとしては非常に低い切羽土圧で掘進せざるを得なくなったために、初期掘進区間では低切羽土圧での掘進の安全性を検証するために、シールド直上付近までの沈下棒を設置して厳重な監視を行った。さらに、本掘進区間でも沈下棒と層別沈下計を設置した。また、総武流山電鉄の軌道計測では、施工基面、軌条部、架線柱にミニブリズムを設置した。計測はトータルステーションとし、60分毎の計測を行った。

これらの結果は、地表面沈下はほとんどの測定点で-2～-3mm、シールド直上2mに設置した沈下棒でも-4～-5mmと非常に小さく、掘進による影響は小さかった。また、軌道計測では、施工基面で-3mm程の沈下はあったものの、軌条では-1mm以下となり、影響を与えることなく掘進を完了した。

(7) 掘進による応力解放率の検証

先に述べたとおり、本工区では切羽土圧を下げた掘進した事、停止時に自動保持装置を採用したことなどから、掘進による地盤への影響を検証する必要

表-1 解析条件

		22k361m	22k380m	22k399m
CASE 1	土圧	0.28	0.27	0.26
	解放率	35%	35%	35%
CASE 2	土圧	0.20	0.20	0.20
	解放率	35%	35%	35%
CASE 3	土圧	0.20	0.20	0.20
	解放率	10%	10%	10%

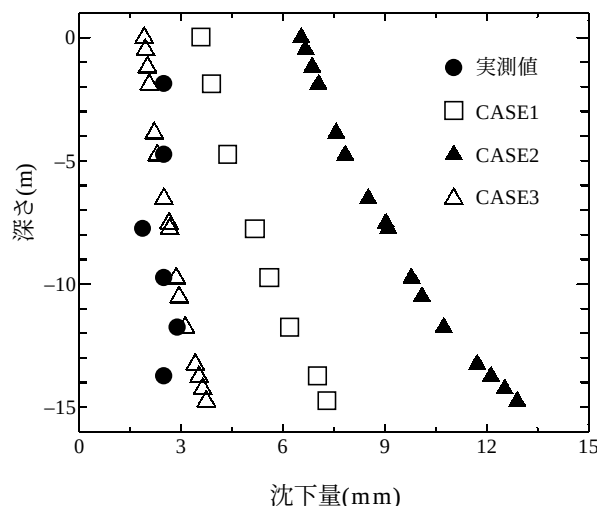


図-3 FEM解析による応力解放率の確認

があり、層別沈下計による計測結果と実施工土圧を用いた沈下解析の結果を比較することとした。

計画時の沈下予測の解析条件は、表-1に示すCASE1とした。また、実施工土圧はCASE2、3のとおりであり、応力解放率 α を35%、10%として再度FEM解析を行った。結果の一例を図-3に示す。図のとおり、CASE3の結果が、実測値に近似することから、応力解放率は概ね10%程度であったことが分かった。

4. おわりに

本工事では、自動土圧保持装置を用いて切羽土圧の変動を抑えたこと、スキンプレートのボイドに充填材を早期に充填し、沈下を抑制したことなどから、地上に影響を与えることなく掘進を完了した。その要因には、本報告で述べたような掘進管理手法により、慎重かつ確実に施工したことによるものと思われる。しかし、本工事では地盤の多くが堅固な洪積砂質土層であったことが、地盤への影響を小さくしたとも考えられる。従って、沖積粘土層においても同様に、本工事で行った掘進管理が有効であるか検討することが、泥土加圧シールドトンネルを施工する上で今後の課題である。