

新しいトンネル工法による都市N A T Mの設計と施工（その3）

—計測結果および本トンネル工法の有効性の確認—

鹿島建設(株)土木設計本部 正会員 ○渡邊 洋介、正会員 萩原 智寿
 茨城県水戸土木事務所 上遠野和夫、大森 満
 鹿島建設(株)関東支店 正会員 高橋 晴景

1. はじめに

本工事は、市街地における幹線道路直下でのN A T Mによるトンネル工事であり、きわめて厳しい施工状況であることから、トンネル掘削時における周辺構造物への影響抑制工法として、クロスジェット脚部補強工及び長尺先受け工を組合せた新しいトンネル工法を開発した。工事は各種計測管理を行いながら施工しており、本工法の有効性及び設計の妥当性確認を目的として計測結果のフィードバックを実施した。

本報告では、各種計測結果及び解析結果等から新しいトンネル工法の有効性の確認が出来たため、これらの内容について報告する。

2. 計測結果

以下(1)～(4)に述べるように、計測結果は設計値と同程度となっており、設計は概ね妥当であったといえ、さらに、新しいトンネル工法の有効性が確認できるものであった。

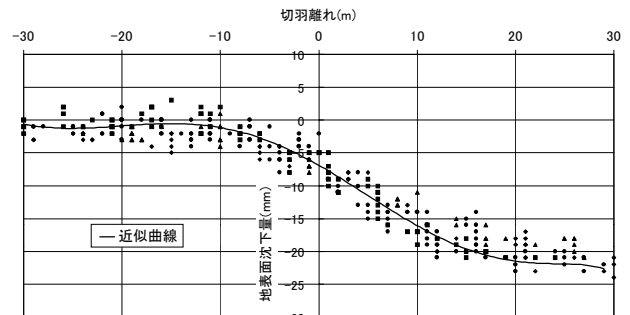
(1) 地表面沈下

地表面沈下の計測結果を図－1に示す。この図は、切羽と沈下量との関係を示した、いわゆる切羽離れ図である。この図から、計測結果に多少のばらつきはあるものの、切羽到達時の沈下量は7mm程度で設計値の9mmより小さい値となっており、最終沈下量は20～22mm程度で設計値の17mmよりやや大きめの値となっているが、概ね設計値と同程度の沈下量であると評価できる。

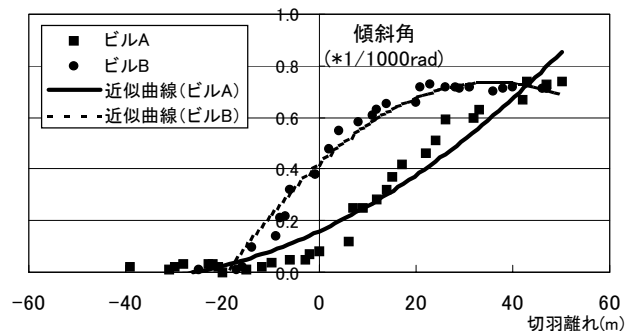
また、先行変位は切羽通過の約15～20m前方から発生し、切羽通過後約20～25mで収束する傾向を示している。今、トンネル掘削高さ10m、土被り11mであるため、切羽前方の影響範囲を20mとすると、影響範囲はトンネル掘削面から約45°の範囲となり、粘性土の主働崩壊角とほぼ一致する値である（図－4参照）。

(2) 構造物傾斜角

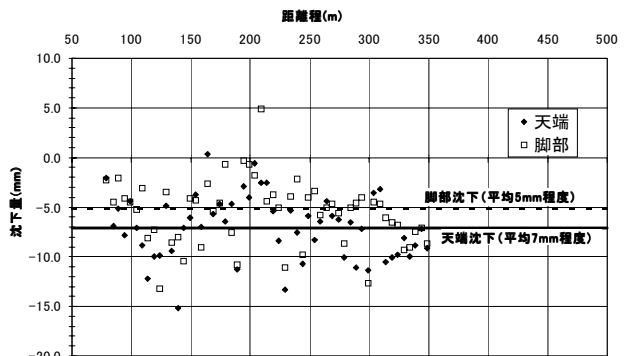
図－2にビルA及びビルBの計測結果（傾斜角）の切羽離れ図を示す。ビルAとビルBで傾向は異なっているものの、最終傾斜角は管理値としていた



図－1 地表面沈下切羽離れ図



図－2 構造物傾斜角切羽離れ図



図－3 内空変位縦断分布図

キーワード：N A T M，長尺先受け工，地表面沈下，F E M解析

連絡先：鹿島建設（株）土木設計本部 TEL 03-5561-2181 FAX 03-5561-2155

1.0/1000rad 以下に収まっており、設計の妥当性及び新しいトンネル工法の有効性が確認できる結果となった。

(3)内空変位（A計測）

図－3に内空変位縦断分布図を示す。計測結果は、値にばらつきはあるものの天端沈下は平均約7mm程度、脚部沈下は平均約5mm程度となっている。ここで、脚部沈下と天端沈下の比を求めると5mm/7mm=71%となり、未固結地山でよく見受けられる支保工の支持力不足による共下がり傾向は小さく、クロスジェット脚部補強工の効果であるといえる。

(4)一次支保工応力（B計測）結果

図－5に支保応力計測位置図を、表－1、2に計測結果と設計値との比較表を示す。この表から、計測値と設計値はよく一致しているといえる。

3. 計測結果のフィードバック

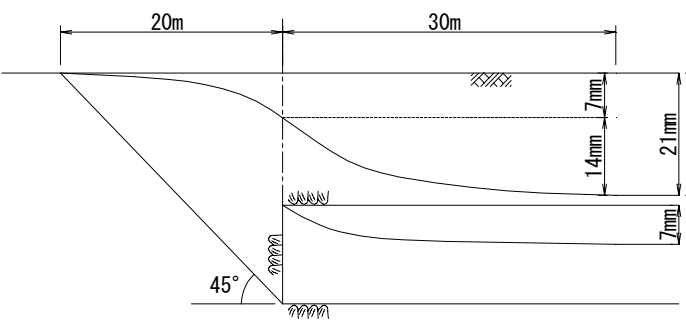
ここまで述べたように、概ね設計の妥当性は確認されたが、今後の施工に反映するために逆解析を試みた。逆解析は、設計時の2次元FEM解析モデルを用いて、各計測値を一致させた。主なパラメータは、地山変形係数と切羽到達時の掘削解放率である。

その結果、地山の変形係数Eは孔内水平載荷試験（LLT）の約1.6～2倍となり、 $E = \alpha \cdot 7N$ に換算すると $\alpha = 1.6 \sim 2$ であった。また、切羽到達時の掘削解放率は23～25%（設計時40%）となり、一般的に用いられる30～50%に比べ小さな解放率であった。これは、トンネル両側のクロスジェットと長尺先受け工を組合せた本トンネル工法の地山先受け効果の一つであると考えられる。

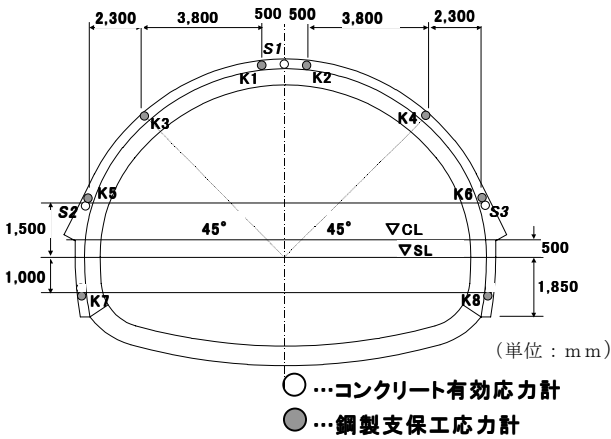
4. まとめ

本工事は、非常に厳しい施工条件であり、都市（土砂）NATMにおける新しい工法を開発し、慎重な施工及び計測管理を実施することによって、地表及び周辺構造物への影響を最小限に抑制することができている。この施工・計測管理において、当社で開発した各種計測結果を3次元表示できる「3次元表示システム」の導入や、3次元FEM解析の実施により迅速に施工へフィードバックしており、今後も慎重に施工を進めて行く予定である。

この報告が、同種工事の参考となれば幸いである。



図－4 沈下相関図



図－5 支保応力計測位置図

表－1 鋼製支保工軸力比較表

	計測	設計 (kN)	計測／設計
K 1	—	526	—
K 2	285	526	0. 54
K 3	694	563	1. 23
K 4	451	563	0. 80
K 5	193	183	1. 05
K 6	123	183	0. 67

表－2 吹付コンクリート軸力比較表

	計測 (kN)	設計 (kN)	計測／設計
S 1	235	329	0. 71
S 2	88	116	0. 76
S 3	59	116	0. 51