

山陽新幹線 新神戸駅直下を横断する土被りの薄いトンネル施工について

正会員 壺阪 祐三
正会員 青木 悠二
正会員 〇丹後 勝弘

1. はじめに

北神トンネルは、 $0 \times 220\text{m}$ 付近で新神戸駅直下を土被り 12m で通過する。検討の結果、構造物の防護工を施工した後、NATMにより掘さくを行っている。

最重要構造物である走行路橋台の変位予測及び施工結果について、報告する。

2. NATMの施工

本区間の地質は、洪積扇状地堆積層と洪積層大阪層であり、多相の転石を含む滞水砂礫層となっている。

掘さくは、駅前広場内に立坑($H=28\text{m}$)を設け、そこからショートベンチ、リングカットNATMで行っている。(図-1)

湧水による地山肌落ちや路盤の泥ねい化等により、施工は困難を極めたが、1年2カ月経過した60年2月現在、新幹線への影響範囲内の掘さくを完了している。

支保パターンは、地山の状況、計測のフィードバックにより、改良を重ねながら、主として図-2となっている。先受けロックボルト及び早期打設を考慮した斜め打ロックボルト、上半盤閉合吹付コンクリートが特徴である。

3. 計測

トンネル上部には、重要構造物があるため、表-1のとおり、精度の高い、入念な計測を実施している。

計測Aとは、日常の施工管理を行うもの。

計測Bとは、設計の安全性、妥当性の検討を行うもの。

計測(特)とは、新幹線構造物の安全性をチェックするためのものである。

なお、走行路構造物変位はきびしく制限されており、管理限度値は、沈下3%、傾斜5分である。

したがって、以下にのべるようなトンネル掘さくによ

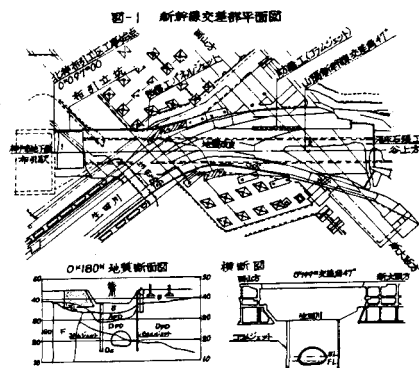


図-1 新幹線文庫群平面図

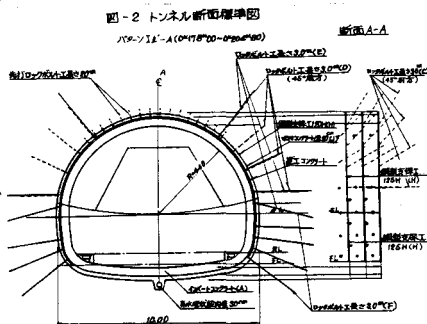


図-2 トンネル断面標準図

表-1 計測位置

計測項目	計測位置	計測回数	計測方法	計測結果
地中水位測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	水位計	水位変動
地中変位測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	変位計	変位変動
地中圧力測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	圧力計	圧力変動
地中温度測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	温度計	温度変動
地中湿度測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	湿度計	湿度変動
地中酸素測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	酸素計	酸素変動
地中二酸化炭素測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	二酸化炭素計	二酸化炭素変動
地中pH測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	pH計	pH変動
地中電導率測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電導率計	電導率変動
地中電位測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電位計	電位変動
地中電流測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電流計	電流変動
地中電圧測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電圧計	電圧変動
地中電阻測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電阻計	電阻変動
地中電容測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電容計	電容変動
地中電導率測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電導率計	電導率変動
地中電位測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電位計	電位変動
地中電流測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電流計	電流変動
地中電圧測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電圧計	電圧変動
地中電阻測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電阻計	電阻変動
地中電容測定	100m, 150m, 200m, 250m, 300m, 350m, 400m, 450m, 500m, 550m, 600m, 650m, 700m, 750m, 800m, 850m, 900m, 950m, 1000m	10	電容計	電容変動

◎ 設置済

TUBOSAKA YUZO AOKI YUZI TANGO KATSUHIRO

り得られた計測値を反映した変位予測を行った。

4. 新幹線走行路橋台の変位予測

4-1 変位予測のフロー

岡山方走行路橋台の変位予測のフローを図-3のごとく設定した。

逆解析とは、神戸大学桜井教授の提唱した手法で、高精度で測定されたトンネル周辺の地中変位から、地山物性値を求めようとするものである。これにより、得られた物性値を使用し、さらに精度の高い変位予測を行うものである。

4-2 解析結果について

当初変位予測は、表-2であり、地質調査資料より

の掘さく層の変形係数は、 $E=400\sim3000\text{ kgf/cm}^2$ とバラついていた。

掘さくに伴って、走行路手前(0K150M)での計測によって、逆解析を行った結果を表-3に示す。

地中変位の計測は、ボーリング孔を利用したスライディングミクロメータで行った。鉛直方向データの一例を図-4に示す。

逆解析の結果、 $E=1500\text{ kgf/cm}^2$ とを考えても問題ないが、側圧係数は、当初想定よりむかなり大きいと判断された。

したがって、再度条件をかえて、FEM解析を行ったところ、表-4となり、管理限度値を超えることはない判断した。

4-3 掘さく終了時の逆解析

0K150Mでの最終地中変位を用いた逆解析結果は、 $E=1050\text{ kgf/cm}^2$ 、 $\lambda_0=1.4$ であった。このことから判断して、次のことが言える。

ア. トンネル施工延長が短かいため、最終変位に到達する前に、逆解析をせざるを得なかったため、物性値の結果に差がでている。

イ. より正確な予測を行うには、最終変位の予測をより正確に行うか、もしくは最終変位を用いて、逆解析を行う必要がある。

ウ. 本トンネルでは、掘さくが進行するにつれて、逆解析による地山物性値は、低下する傾向であった。

5. おわりに

以上の予測にもとづき、厳重な計測管理のもとに、慎重な施工を行った結果、無事、管理限度値3%で、掘さくを完了したことを報告する。

図-3 新幹線走行路橋台の変位予測フロー

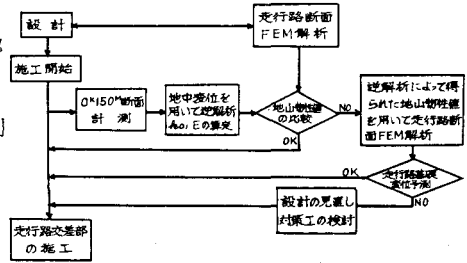


表-2 FEM解析による変位予測(当初)

変形係数E	側圧係数 λ_0	橋台変位
500~1500 kgf/cm ²	0.5	2.0~5.9mm

表-3 逆解析による地山物性値

変形係数E	側圧係数 λ_0	入力は上りID道 逆解析に最終変位 を予測したものの
1500 kgf/cm ²	1.9	

図-4 0K150+00 鉛直方向変位 (mm)

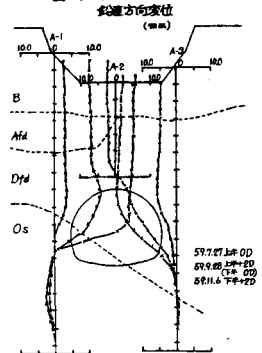


表-4 FEM解析による変位予測(逆解析)

解析	変形係数E	側圧係数	橋台最大変位
FEM1	弾塑性 Os層 1500 kgf/cm ² Dfd層 1500 - Afd層 150 -	0.5	2.6%
FEM2	弾塑性 Os層 2000 kgf/cm ² Dfd層 1500 - Afd層 200 -	1.5	1.3%