

道路直下における大断面土砂トンネルの施工（その2）

－解析結果と計測結果の比較－

日本道路公団東京建設局 藤村 三喜男
鹿島 土木設計本部 田中 耕一 ○萩原 智寿 渡辺 洋介

1. はじめに

同報文（その1）に引き続き、この報文では水平ジェットグラウト工の沈下抑制効果について計測結果に基づく解析を実施し検証を行った。

2. 地質概要

トンネル周辺の地形は、複合扇状地的性質を有する河岸段丘であり、地質はGL-1.5mまではローム層、GL-9.1mまでは立川礫層（ T_{cg} ）、それ以深は青梅礫層（ O_g ）でこれらの礫層はN値50以上の段丘礫層である。

3. 解析及び計測結果

解析は、2次元弾性FEMの全応力解析で行った。事前解析時の解析物性値を表－1、2に、2段ベンチまでの解析ステップを図－1に、解析メッシュ図を図－2示す。また、トンネル中央部地表面沈下のFEM解析結果を図－3に示す。

図－3より、当初設計時に予測された沈下は1段ベンチ掘削完了時で16mmであった。

計測結果から、沈下量は1段ベンチ切羽到達

時に約2.5mm、掘削完了時に約12.5mm、2段ベンチ掘削完了時に約15mm程度となっている。よって、1段ベンチ掘削完了時の沈下量は解析値とほぼ一致していた。また、2段ベンチ掘削完了時の沈下量はリバウンドの影響を無視した場合とほぼ一致した結果となった。このことから、事前解析時に用いた地山物性値等については概ね正しかったと思われる。但し、やや実測沈下量の方が小さく、1段ベンチ切羽到達時の沈下量に差が見られることから、切羽到達時の掘削解放率をパラメータとした解析を実施した。パラメータ解析の結果、地表面沈下が一致するときの掘削解放率はstep2（切羽到達時）5%、step3で25%、step4で70%となった。

ステップ1	ステップ2 (1段切羽到達)	ステップ3	ステップ4 (1段掘削完了)	ステップ5 (2段切羽到達)	ステップ6	ステップ7 (2段掘削完了)
						
初期応力解析 地表面荷重 1.0 t/m 変位フリー	長尺先受け工施工 水平ジェット改良 (解放率 20%)	吹付け打設 (若材令) 鋼製支保工建込 (解放率 10%)	仮インハート打設 (若材令) 吹付け硬化後物性値 (解放率 70%)	フットパイル打設 1段仮インハート撤去 (解放率 25%)	吹付け打設 (若材令) 鋼製支保工建込 (解放率 35%)	仮インハート打設 (若材令) 吹付け硬化後物性値 (解放率 40%)

図－1 解析ステップ図

キーワード：土砂NATM、現場計測、逆解析、有限要素法

連絡先：〒107-8502 東京都港区赤坂6-5-30 TEL(03)5561-2181,FAX(03)5561-2155

表－1 地盤物性値

土層名	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	C (kN/m^2)	ϕ (°)	ν
L m	16.0	6300	300	15	0.45
T_{cg}	23.0	56000	60	46	0.35
O_g	23.0	49000	130	35	0.35

表－2 解析用物性値

支保部材	γ_t (kN/m^3)	E (kN/m^2)	C (kN/m^2)	ϕ (°)	ν
先受け工	24.0	1.0×10^6	1000	46	0.25
フットパイル・水平ジェット	24.0	1.95×10^6	2000	0	0.2
吹付けコンクリート・仮インハート(若材令)	23.5	4.0×10^6	—	—	0.2
吹付けコンクリート・仮インハート(硬化)	23.5	2.2×10^7	—	—	0.2

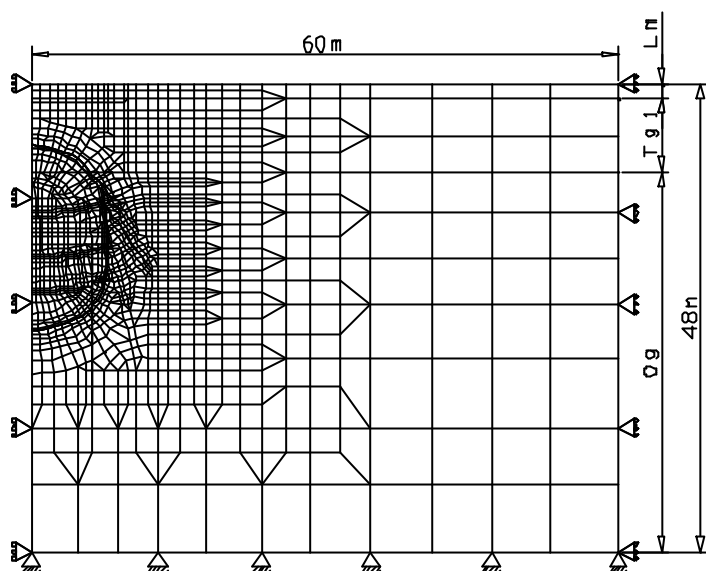


図-2 解析メッシュ図

また、表-3に1段掘削完了時の一次支保工の軸力について計測結果(鋼製支保工歪計、吹付けコンクリート有効応力計)と解析結果の比較表を示す。この比較より、一次覆工に発生している軸力は解析値と計測値が比較的よく一致していたが、事後解析値の方がより計測値に近い値となっている。

これらの結果から、掘削解放率を変更した事後解析は、トンネルの掘削時の挙動を精度良く表現していると思われる。

3. 水平ジェットグラウト工の効果

水平ジェット改良体の有無により、地表面沈下がどの程度変化するかを上記の事後解析条件で検討した。解析は、水平ジェットの有無で2ケースの解析を実施し、1段掘削完了時での沈下量の差を比較した。FEM解析での水平ジェットグラウト工の沈下抑制効果は、約6.5mmとなった。(図-3参照) また、一次支保工の軸力を水平ジェットの断面積で除すと、 1000kN/m^2 程度となる。平板载荷試験結果(図-4)で、この状態の改良体の有無による沈下量の差を見ると5mm程度であった。

以上より、水平ジェットグラウト工の効果は、FEM解析結果では6.5mm、平板载荷試験結果では5mm程度で、試験結果と解析値は概ね一致する結果となり、水平ジェットの効果をよく表現できたといえる。

4. おわりに

1段ベンチ掘削完了時までの挙動については、概ね解析結果と一致する結果となっているが、2段ベンチ以降の挙動については、リバウンド等を含め十分に表現できていないため、今後、これらについて検討していきたいと考えている。

参考文献

1) 藤村他：道路直下における大断面土砂NATMの施工(その1), 第55回土木学会年次学術講演会(投稿中), 2000.

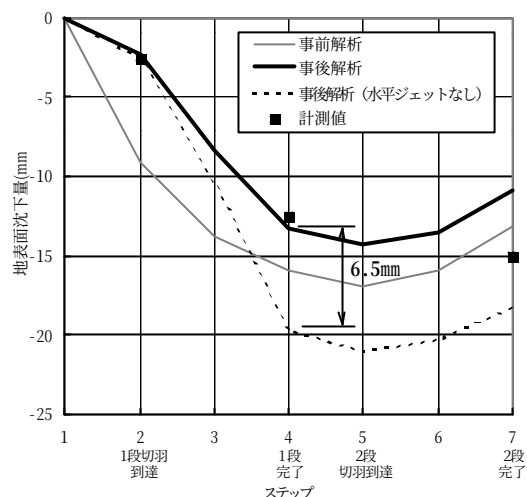


図-3 トンネル中央地表面沈下比較図

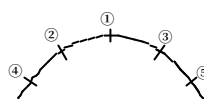


表-3 一次覆工の軸力(kN)

測点	計測値	事前解析	解析
①	1500	196	392
②③	814	618	765
④⑤	716	1118	824

図-4 平板载荷試験結果図