

Ⅲ－B26 蟹沢トンネルの長尺先受け工区間の変形挙動

清水建設技術研究所 正会員 渡辺 浩平
 長野県 長野地方事務所 柏尾 明弘
 清水建設土木東京支店 正会員 森 直樹
 清水建設土木東京支店 正会員 安藤 拓

1. はじめに

蟹沢トンネルは長野県豊野町の東部に位置し広域農道上水内北部地区の起点となる道路トンネルで昨年9月に無事貫通した。トンネル建設地点は千曲川左岸沿いの丘陵地であり地質は基盤として新第三紀の猿丸層が分布し、これを第四紀の水内シルト層、豊野層が不整合に覆い、その上部には段丘堆積層が存在している。切羽に出現する地質は図-1に示すようにトンネル全長663mのうち起点側の約400mは豊野層で、断層・不整合面を挟んでそれ以奥は水内シルト層である。ほぼ全線(No.13+4～No.18+3の99m区間を除く)において地盤が未固結で強度が小さく土被りも平均で20～25mと小さいためトンネル掘削に伴う地山安定と変形抑制のため補助工法として注入式長尺先受け工(AGF工法)¹⁾を採用した。起点側坑口部55m区間(豊野層)の変形挙動については既に報告²⁾を行っているが、本報では図中に示した水内シルト層区間(No.26+14～No.30の66m)における変形挙動のうち天端沈下について3次元有限要素法解析による検討結果について述べる。

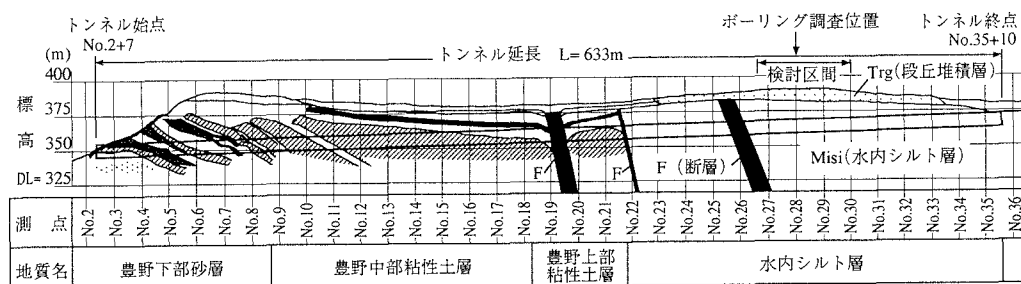


図-1 地質縦断面図

2. 地山の物性値

No.28地点における地表からのボーリング調査の結果、地質は上位から段丘堆積層、風化水内シルト層、水内シルト層により構成されていることが分かった。また、地山の物理・力学特性を把握するためボーリングにより採取した不攪乱試料について物理試験、三軸圧縮試験など一連の室内試験を行った。三軸圧縮試験は各層について非圧密非排水(UU)条件によりひずみ速度一定 $\dot{\epsilon}_1 = 1.0\%/min$ 、側圧一定として行った。室内試験結果を表-1に示した。なお、変形係数については便宜的に非排水せん断強度 C_u の200倍として算定した。また、長尺先受け工施工による水内シルト層の注入改良部分の変形係数は、改良効果を考慮して地盤の変形係数の約1.5倍¹⁾の値を用いた。

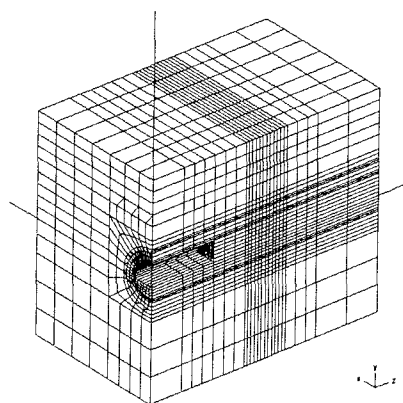


図-2 解析モデル

キーワード：長尺先受け工、AGF工法、天端沈下、3次元有限要素法解析、三軸圧縮試験

連絡先：〒135-8530 東京都江東区越中島3-4-17 TEL 03-3820-5520 FAX 03-3820-5955
 〒383-0053 長野県中野市草間1040-1 TEL 0269-23-5471 FAX 0269-23-5472

表-1 地山物性値

	段丘 堆積層	風化水内 シルト層	水内シ ルト層	注入 改良体
湿潤密度 ρ_s (g/cm ³)	1.80	1.77	1.78	1.78
変形係数 E_{s0} (MPa)	200	366	650	1000
粘着力 C_u (MPa)	1.00	1.83	3.25	20.0
内部摩擦角 ϕ_u (°)	0.0	0.0	0.0	0.0

表-2 支保部材諸元

	長尺先 受け工	鋼製 支保工	吹付コン クリート	ロック ボルト	フットパイル サイトパイル
モデル化	梁	梁	シェル	ボルト	梁
弾性係数 E (MPa)	2.1×10^5	2.1×10^5	4000	2.1×10^5	2.1×10^5
断面積 A (cm ²)	20.41	40.14	2000	5.8	20.41
断面2次モーメント I (cm ⁴)	300.21	1640	—	—	300.21
備考	L=12m $\phi 114.3$ mm t=6mm	H-150	t=20cm	L=4m	L=3.5m $\phi 114.3$ mm t=6mm

3. 計測および解析結果

長尺先受け工区間の変形挙動を把握するため各種の計測を行ったが本報では3地点（No.27+15, No.28+04, No.28+13）において行った天端沈下について検討を行う。図-3～図-5にはそれぞれの計測結果（●）を示した。計測ポイントの設置は、切羽通過後約1mの時点であるが、計測開始からそれぞれ24.8mm、14.9mm、21.8mm変形しNo.28+13を除いてほぼ収束している。

天端沈下の計測結果を評価するため3次元有限要素法による解析コード「3D σ 」を用いて掘削解析を行った。解析モデルを図-2に示した。解析において地盤および注入改良部分は室内試験結果に基づいてモール・クーロンの弾塑性体とした。また、補助工法として、長尺先受け工（AGF工法）や脚部補強工（サイドパイル、フットパイル）などを用いており、これらについては施工過程を考慮した解析を行った。長尺先受け鋼管、サイドパイル、フットパイル、鋼製支保工は梁要素、吹付けコンクリートはシェル要素、ロックボルトはボルト要素としてモデル化を行った。これらの支保部材の諸元を表-2に一覧表にして示した。図-3～図-5には3地点における天端沈下の解析結果（○）を示した。これより解析結果と計測結果は良く一致していることが分かる。また、解析より天端沈下の発生割合は収束値に対してNo.27+15, No.28+04において切羽通過時に34.5%、34%、計測開始時に44.4%、45.1%であることが分かった。

4. まとめ

長尺先受け工区間の変形挙動のうち天端沈下の計測結果を評価するため室内試験より求めた地山物性を入力し施工過程を考慮した3次元有限要素法解析を行ったところ解析により計測結果を良く表現できることが分かった。

参考文献 1) ジェオフロンテ研究会：注入式長尺先受け工法（AGF工法）技術資料（三訂版），1997. 2) 柏尾明弘，森直樹，伊原広明，山本和義：長尺鋼管フォアパイリングを用いた坑口部の沈下挙動（長野県蟹沢トンネル），土木学会第53回年次学術講演会概要集，pp.28-29，1998.

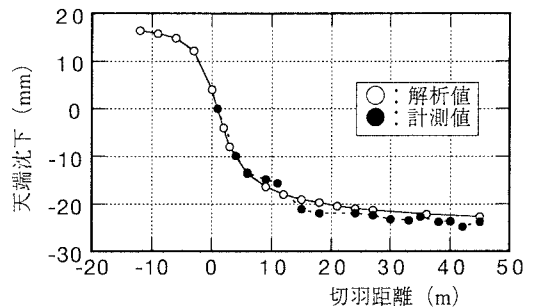


図-3 天端沈下の計測値と解析値の比較(No.27+15)

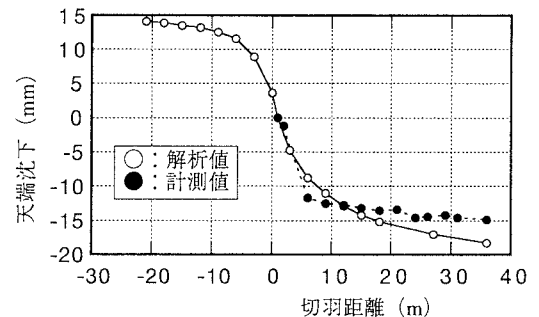


図-4 天端沈下の計測値と解析値の比較(No.28+04)

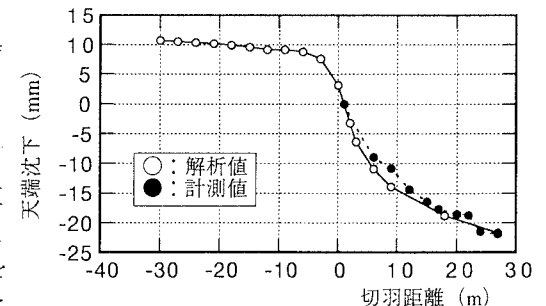


図-5 天端沈下の計測値と解析値の比較(No.28+13)