

山岳トンネル掘削における小土被り区間の沈下対策工について

(株)熊谷組 九州支店 岩松トンネル作業所 正会員 ○新宮 信也
九州支店 岩松トンネル作業所 高橋 正行
九州支店 岩松トンネル作業所 大庭 志朗
九州支店 岩松トンネル作業所 坂上 哲嗣
鉄道・運輸機構 九州新幹線建設局 大村鉄道建設所 所長 正会員 江島 武

1. はじめに

本報告は、市道直下を土被り 3m で通過する山岳トンネルの施工事例について述べたものである。工事は、九州新幹線西九州ルート(武雄温泉～長崎間 67km)のうち、長崎県大村市から諫早市にかけて、トンネル3本、橋りょう、高架橋、変電所造成等からなる全長 3,812m の工

事である。このうちトンネルは、起点方より第1岩松トンネル(L=200m)、第2岩松トンネル(L=281m)、第3岩松トンネル(L=706m)の3本のトンネルとなっている。

2. 施工上の課題

第3岩松トンネルの地質は、砂岩及び砂岩頁岩互層が主体である。施工上の課題として、図1、写真1に示すように家屋及び市道(土被り 3m、上下水道が埋設)直下を通過するため、トンネル掘削に伴う近接構造物への影響が懸念された。対策工の検討にあたり、近接構造物の沈下及び変形角の許容値を管理者と協議して定めた。表1に各構造物の沈下及び変形角の許容値を示す。

3. 数値解析による対策工の検討

トンネル掘削に伴う先行変位の抑制に有効な対策工として、フォアパイリング(以下 AGF)及びパイプルーフを選定し、事前に実施した土質調査ボーリング結果をもとに三次元数値解析を行った。解析モデルを図2に、市道断面及び擁壁断面における解析結果を表2、図3に示す。無対策の場合、沈下及び変形角ともに許容値を超え、AGFあるいはパイプルーフを施工することで構造物の変位を抑制できる結果となった。このうち、経済的な観点より、AGFを選定することとした。

4. AGFの施工計画

AGFによる小土被り対策工の計画縦断面図を図4に示す。ポイントは以下の3項目である。

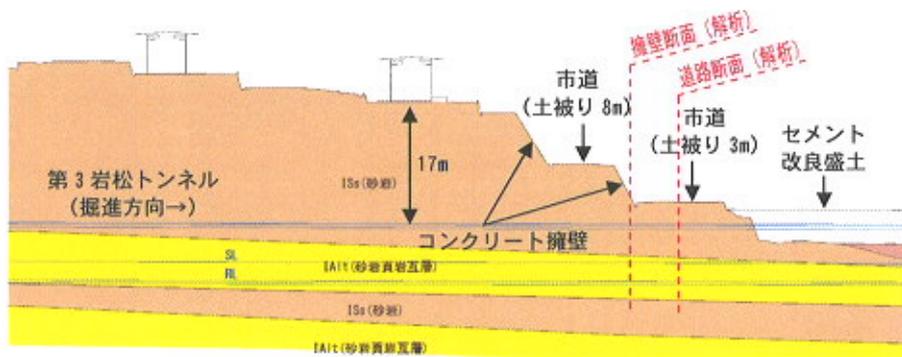


図1 第3岩松トンネル縦断面図(小土被り区間)



写真1 第3岩松トンネル小土被り区間

表1 各構造物の沈下及び変形角の許容値

構造物の種類	沈下量(mm)	変形角(rad)
家屋	30	2/1000
コンクリート擁壁	15	1/1000
道路	25	—
上下水道	20	—

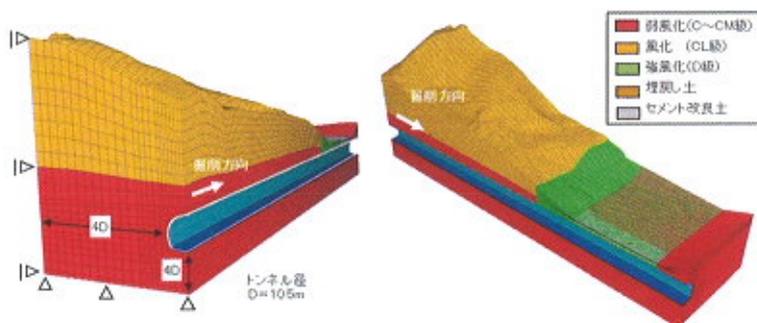


図2 解析モデル

キーワード 山岳トンネル, 小土被り, 数値解析, AGF, 沈下量, 変形角

連絡先 〒856-0043 長崎県大村市小川内町 79-1 TEL0957-47-6657

1) 無拡幅型 AGF の採用

AGF はトンネル掘削断面を拡幅する拡幅型と拡幅しない無拡幅型がある。近接構造物への影響を最小限に抑えるためには、無拡幅型が望ましい。一方で、無拡幅型の場合は拡幅型に比べて鋼管の打設角度が大きくなり、上下水道との接触の可能性が高まる。本計画では無拡幅型を採用し、中間の2シフトを打設角度 6.8°（通常は 9°）とした。それに伴い、トンネル掘削断面内に残る端末管は 4m となるが、通常のスリット (@1.0m) 入り鋼管に代えて、切羽との位置関係により切断位置を自在に変えられる HIVP 管（耐衝撃性硬質ポリ塩化ビニル管）を採用した。

表 2 解析結果

解析ケース	地表面沈下量	天端沈下量	内空変位量	管理基準値	
市道断面	無対策	20.3 mm	6.6 mm	3.2 mm	道路 25mm 上下水道 20mm
	パイプルーフ	6.1 mm	2.3 mm	3.5 mm	
	AGF(φ114.3)	7.2 mm	2.3 mm	4.1 mm	
擁壁断面	無対策	27.9 mm	8.3 mm	3.0 mm	15 mm
	パイプルーフ	4.8 mm	2.5 mm	4.0 mm	
	AGF(φ114.3)	6.1 mm	2.6 mm	4.2 mm	

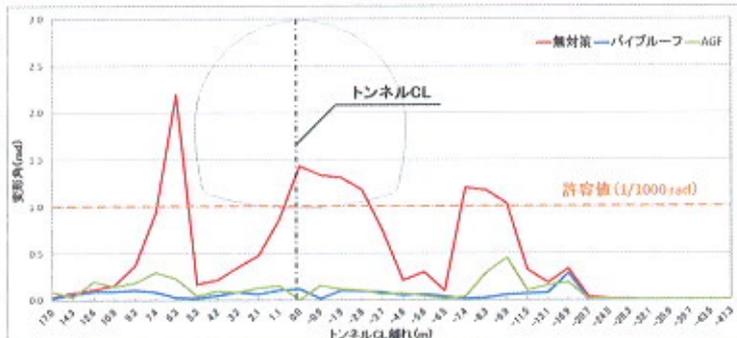


図 3 解析結果（擁壁の変形角）

2) 道路開削による埋設物の監視及び防護

本対策工は、わずかな施工誤差や孔曲りにより AGF 鋼管が上下水道と接触する恐れがあるため、道路を開削、監視し、緊急時に監視人と坑内のオペレータ間で即座に連絡が取れる体制とした。防護方法は吊り防護として管の下部に空間を確保し、掘削底盤に金網入りのコンクリートを打設することとした。特に下水道はトンネルとの離隔が小さく、接触の恐れが大きいので、コンクリート上に鉄板を敷設する他、剛性が期待できるため込み簡易土留（写真 2）を採用した。一方、上水道は水圧がかかっているため、管理者と協議のうえ、接続部の補強や浮上り防止対策を施した。なお、底盤のコンクリートは注入材のリーク対策の役割も兼ねる。

3) 道路占用帯の切り替え

道路占用帯を切羽の位置にあわせて切り替え、掘削箇所の直上は車両を通行させないこととした。

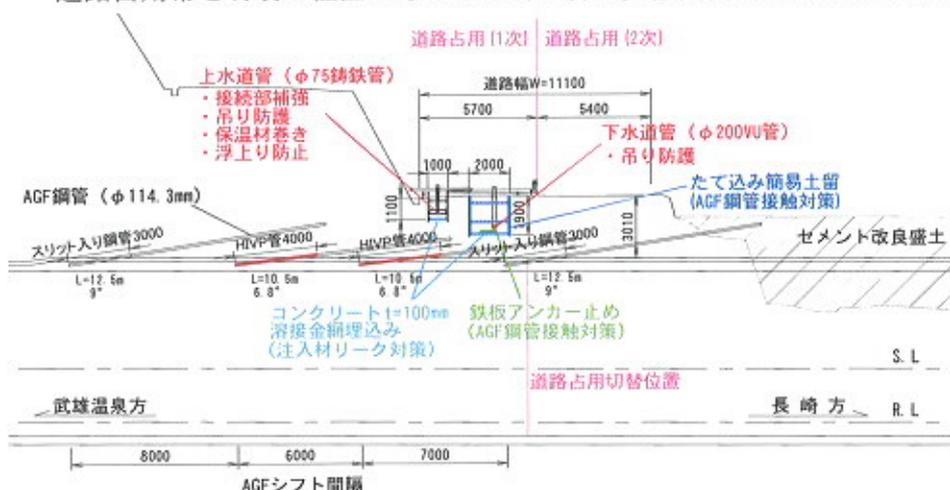


図 4 小土被り対策工計画縦断面図



写真 2 たて込み簡易土留

5. おわりに

上記の計画に基づき施工を行った結果、AGF 鋼管と上下水道の接触は無く、注入材のリークも無かった。各構造物の沈下量及び変形角は以下の通りとなった。

- ・家屋：0mm，変形角 0rad
- ・コンクリート擁壁：最大 4mm，変形角 0.4/1000rad
- ・道路：最大 2mm
- ・上水道及び下水道：ともに最大 1mm

解析結果よりも沈下量を抑えられた理由は、AGF において薬液をほぼ規定量注入でき、地山の改良効果が高かったことが考えられる。対策工を計画通り施工し、家屋及び市道直下を無事通過することができた。