Ａ・Ｂ計測、注入管理、数値解析によるＡＧＦの適正管理

応用地質㈱　正会員　木村正樹
応用地質㈱　○大橋弘紀　古田尚子
兵庫県八鹿土木朝来事業所　中野光雄
株式会社　大林組　伊藤敦信　戸谷　薫

1．まえがき

兵庫県朝来郡朝来町に建設中のあすなろトンネル（延長 627m）は 2 車線の道路トンネルで、途中に低土被り区間がある。この地点は地表からの進入が困難で、事前の地表からの対策や変状発生時の対応ができないため、AGF が 11 スパンにわたって計画された。しかし、昨今のコスト縮減の観点から、AGF の効果や必要性を順次検討しつつ施工を行い、一部区間での AGF の削減を行って無事施工を終了させることができた。ここでは、監視・解析体制と削減の結果について述べる。

2．地形・地質概要

トンネルルートの周辺には、超丹波帯と呼ばれる表１に示すような頁岩、砂岩、緑色岩（輝緑凝灰岩）等から潜在亀裂が発達しており、付近には花崗岩やヒン岩などの貫入があり、熱水変質により緑色岩が変質し、亀裂に粘土をはさむ区間もある。また、土かぶりが 10m程度のところまで褐色の流入粘土が侵入し地山が緩んでいる区間もあった。さらに、廃鉱山の旧坑道がトンネルを横断する部分もあった。

表１　地質層序

地質分類	地層名	記　事
沖積層	崖錐堆積物	坑口部および鞍部に分布
貫入岩	ヒン岩・花崗岩	ヒン岩は脈状、花崗岩はルート北側の山体に広く分布
超丹波帯地層群	頁　岩	潜在亀裂が多く、特に頁岩は層理面に沿って薄利しやすい。 緑色岩も変質し、亀裂に粘土をはさむ部分あり。
	砂　岩	
	緑色岩	
	チャート	

3．監視体制

監視体制は通常の A 計測に加えて、坑内（AGF 鋼管応力測定、ロックボルト軸力測定、鋼アーチ支保工応力測定)、坑外 B 計測（地中変位測定、伸縮計測定)、および AGF の注入量・注入圧の監視を行った。図 1 に示すフローに従い計測結果をフィードバックして、補助工法の最適化を行った。また、AGF 鋼管応力計はひずみ計タイプのものを用いたが､無拡幅 AGF 鋼管の断面内切断に伴うケーブルの盛り換えが可能となるように図 2 のような工夫を行った。

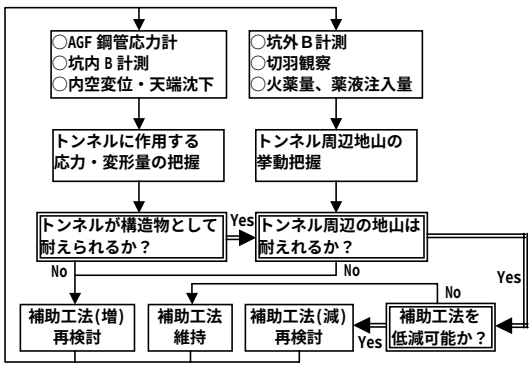

図１　補助工法最適化フロー

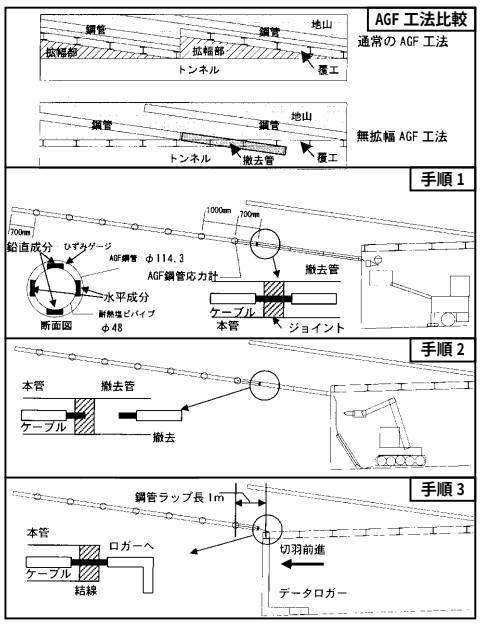

図２　AGF 工法および応力測定方法

キーワード　A・B 計測、計測管理、AGF 工法、補助工法の最適化
連絡先　〒532-0021　大阪市淀川区田川北 2-4-66　応用地質㈱関西支社　Tel.06-6885-6357

4．監視結果

観察・計測の結果、第一の低土被り区間では断面内に崖錐堆積物が分布し、トンネル通過に伴って地表面伸縮計が反応するなど AGF 低減は困難であった。しかし、旧坑道横断部付近から地質は良好となり、坑道周辺のゆるみも無く、AGF 鋼管の注入圧の増加・注入量の減少が顕著となった(図 3 参照)。AGF 鋼管の応力分布からも先方の地質が良好になったと図 4 から判断されたため、10、11 シフトからは AGF 鋼管の打設本数を 23 本から 17 本に削減(間隔 45cm から 60cm に拡張)し、12 シフトからは充填式フォアポーリングへの変更を実施し、補助工法の削減を行った。また、計測値を用いた数値解析結果でも最大せん断ひずみ分布は許容値内であった。

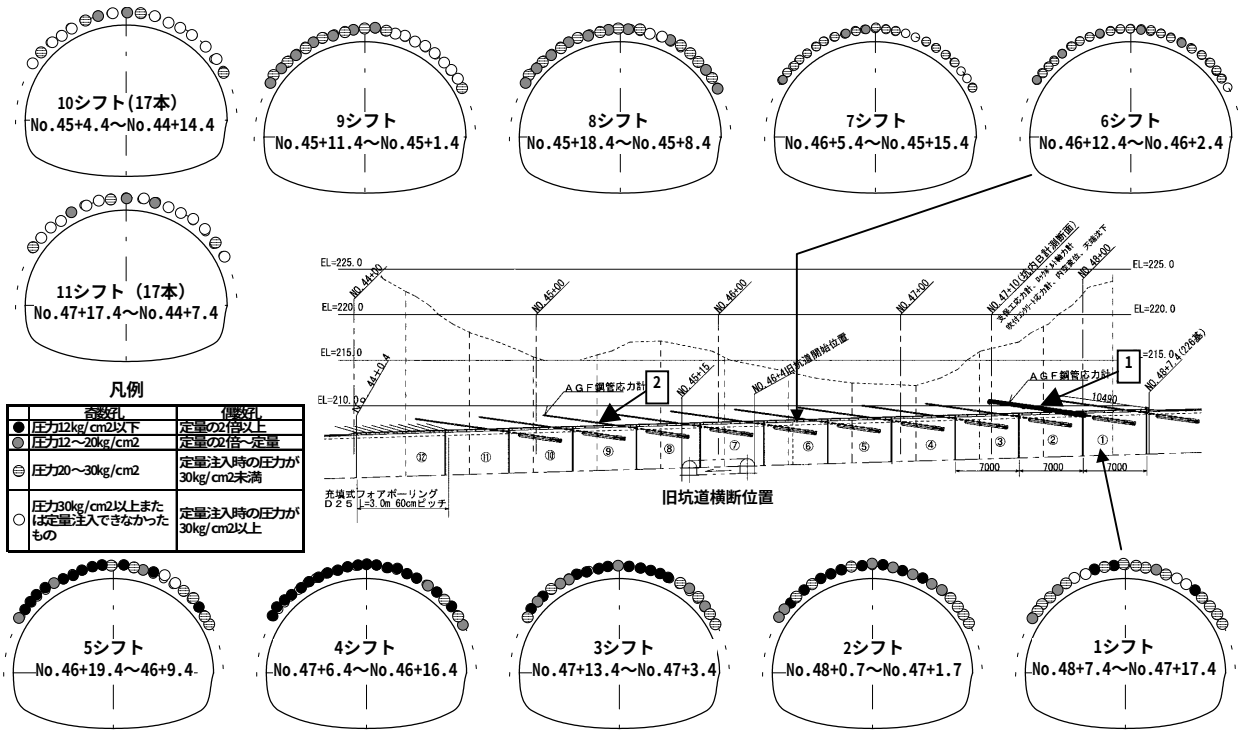

図 3　AGF 注入状況状況図

表 2　監視項目、監視結果一覧表

主な監視項目	監視内容	監　視　結　果
切羽観察	天端切羽自立性評価	崖錐分布範囲の上昇、風化層減少
A 計測	ひずみレベル、変形モード	管理レベルⅠ以下
伸縮計計測	崖錐層滑り、陥没	管理レベルⅠ以下
スレーキング試験	完成後の後荷の有無、インバート必要性	スレーキング指数０～２
地中変位	変形モード、ひずみレベルの確認	変位微少で崖錐の抜け落ち無し
ＡＧＦ管応力測定	変形モード、耐力確認	応力管理基準値内、応力分布から先端固い
ＡＧＦ注入量・圧	地質の良好度判断	切羽進行に伴い徐々に注入量、圧ともに減少
火薬使用量	〃	切羽進行に伴い若干増量

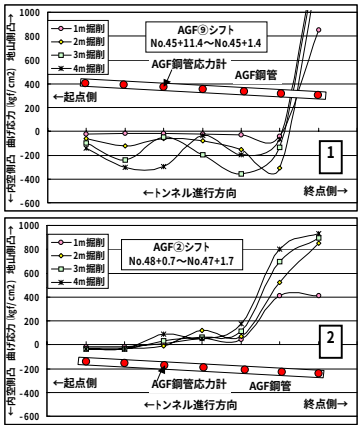

図 4　AGF 鋼管応力計測結果

5．まとめ

A 計測、坑内・坑外 B 計測結果や施工データを積極的に活用することでトンネル掘削中に補助工法の最適化を実施した。また、AGF 鋼管の応力分布を観測することで AGF の効果を確認することができた。補助工法の最適化の際には、地質データ・計測結果・施工データを効果的に適用することで必要である。

参考文献

1)佐々木、高山、塚田、木村、鳥居：鉄道直下の大断面トンネル施工時の計測管理、トンネル工学研究発表会第 10 巻、2000.6
2)注入式長尺先受け工法（AGF 工法）技術資料（三訂版）、ジオフロンテ協会
3)**大橋他：トンネル先受け工の応力測定による効果の検証、**地盤の環境・計測技術に関するシンポジウム　2003.12