

低土かぶりで道路直下を通過するトンネルの施工・計測—北陸新幹線、枕野トンネル—

(独) 鉄道・運輸機構 正会員 ○玉本 学也

(独) 鉄道・運輸機構 北野 仙之

1. 目的

近年、土かぶりの浅い未固結地山を山岳トンネル工法で掘削する事例が増加している。トンネル上部には、重要構造物が存在するケースも多く、各種補助工法の採用が不可欠である。補助工法はコストが大きい反面、その設計手法が不明確であり、効果の評価も十分に実施されていないという問題がある。

今回、交通量の多い道路直下を低土かぶりで通過する枕野トンネルを AGF 工法・側壁導坑を用いた NATM で施工した。その中で、AGF 鋼管に応力計、鋼製支保工に応力計、支保工脚部に反力計を設置して、計測を行った。本稿では、計測結果を用いて各補助工法の効果の確認および蓄積されたデータの定量的評価を行い、作用メカニズム解明の一助とすることを目的としている。

2. 枕野トンネルの概要

北陸新幹線、枕野トンネルは、富山県黒部市内、高崎起点 255km006m～255km090m 間に位置する全長 84m のトンネルである。トンネルの直上をスーパー農道が急カーブ (R160m) かつ急勾配 (10%) で斜めに交差している。交通量も日当たり 7000 台程度と、比較的多い。このスーパー農道との土かぶりは 4～6m である。



図-1 枕野トンネルの位置

3. 枕野トンネルの地質

掘削対象となる地層は以下の 2 つである。(図-2)

- ・ 昭和 50 年代に築造された道路盛土層
： N 値が 3～9 程度と非常に小さく含水比は比較的高い。
- ・ 第四期更新世に形成された低位開析扇状地堆積物(F4 層)
： 礫率 70～80% (直径 1m 以上の礫を含む) の礫層で N 値 50 以上である。

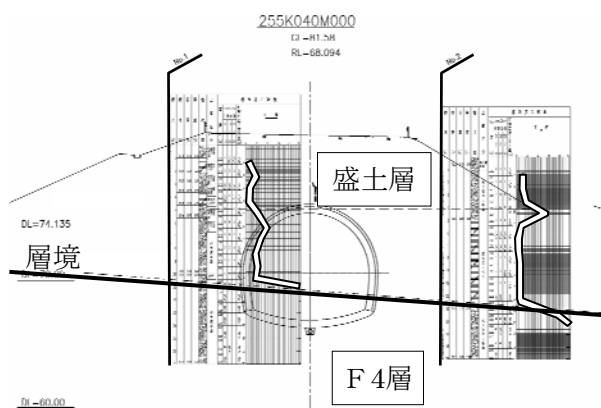


図-2 枕野トンネル断面図

4. 枕野トンネルの掘削

(1) 先受工 (AGF) の採用

本トンネルは土かぶりが浅いため、崩落を防止し、切羽を安定させる工法として AGF 工法 (9.85m, ラップ長 4.85m) を採用した。ただし、一部区間においては、打設回数を減らすために、15.85m (ラップ長 4.85m) の鋼管を用いた。

(2) 側壁導坑先進工法 (サイロット) の採用

AGF のみでは地表面沈下量が大きくなることが予想された。側壁導坑先進工法では、先に側壁コンクリートを施工するため、上半の脚部沈下がほとんどなく、確実に施工することが可能である。

キーワード 山岳トンネル, NATM, 低土かぶり, AGF 工法, 側壁導坑先進工法 (サイロット)

連絡先 〒939-0743 富山県下新川郡朝日町道下 1053 TEL:0765-433-8902 email:gak.tamamoto@jrtt.go.jp

鉄道・運輸機構 北陸新幹線第二建設局 北陸新幹線第二建設局 朝日鉄道建設所

5. AGF鋼管応力計の結果

AGF 鋼管の応力計は図-3 に示すとおり、第 5～8 シフトの 4 シフトに設置した。

図-4 に一例として、第 8 シフトで掘削が進んだ段階での AGF の位置、掘削の位置、AGF 効果の曲げ応力の分布を示す。各シフトの応力経過を見ると、切羽が進むに従って掘削を行った区間の直上の鋼管が下向きの曲げ応力を受けている、という結果を得た。このことは AGF 鋼管が梁として働き、地山を受けていることを示すものである。

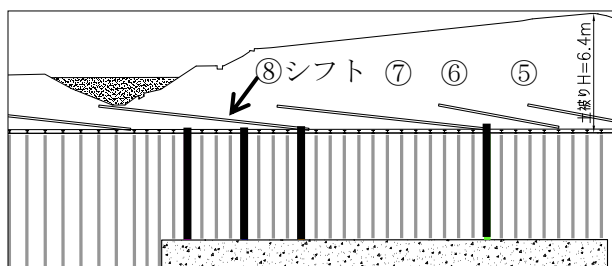


図-3 AGF 鋼管応力計、

支保工応力計、反力計設置位置図

左側より、255k026m60,029m60,033m00,042m60

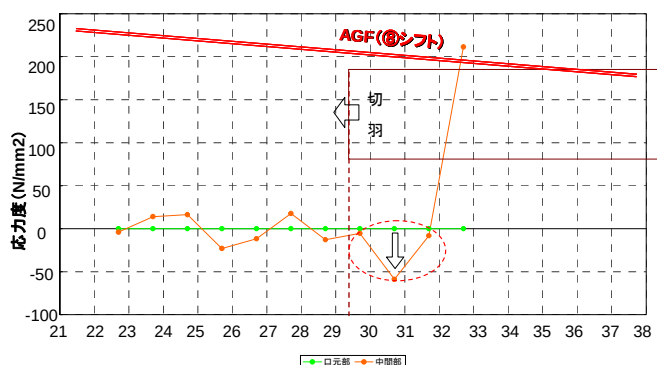


図-4 AGF 鋼管 (⑧シフト) の曲げ応力分布図

6. 鋼製支保工応力計、支保工脚部反力計の結果

本トンネルでは、図-3 で示すとおり 4 断面で鋼製支保工応力、支保工脚部応力の計測を行った。鋼製支保工の応力は支保工に取り付けたひずみゲージ、支保工脚部の反力はロードセルを用いて、計測を行った。

支保工の脚部反力と鋼製支保工の脚部の軸力の最大値を示したのが表-1 である。両者の値はほぼ一致しており、信頼できるデータであるといえる。

この計測結果より言えるのは以下の 2 点である。

①土かぶりが少ないにつれて脚部の反力が小さくなる。

②AGF の支点となっている 255k033m では脚部の反力が大きく、AGF の先端方向に進むにつれて脚部の反力が小さくなっている。

このこと、および AGF 鋼管応力計の結果から、地山のゆるみ荷重を AGF が受けており、その荷重が支保工を通して脚部に掛かり、側壁コンクリートに伝達されていることが確認できた。

また最大値は 255k042m60 で示しており、210～290kN である。全土かぶり荷重時の軸力は理論上、480kN (土かぶり 5.5m の場合) であり、計測された値はその 1/2 程度である。この結果は、各補助工法が働いたことによって地山のアーチ効果を促したことを示すものと考えられる。

表-1 鋼製支保工軸力、支保工脚部反力測定

距離程 (255k 〇〇m)	土 か ぶり (m)	本線右側 (海側)		本線左側 (山側)	
		支保工 軸力	脚部 反力	支保工 軸力	脚部 反力
042m60	5.5	210	—	290	—
033m00	4.5	170	165	210	175
029m60	4.0	90	85	120	115
026m60	3.1	110	145	80	65

(単位 : kN)

7. 終わりに

各計測により得られたデータは、掘削ステップとの整合性も良い。かなり信頼性の高いデータを得ることができた。

AGF については、計測結果から掘削によって発生する地山のゆるみ荷重を受けていることが確認できた。

側壁導坑に関しては、側壁コンクリートを通してトンネル全体を N 値 50 以上の固い地盤で支持して、共下がりなどの現象を抑止することができ、十分な効果があったと考えられる。

以上の結果より、各補助工法に変形抑制効果があることを示すことができたが、変形抑制効果の定量的評価は今後の事後解析により明らかにしていく所存である。

今後は、得られた膨大な計測データの分析とあわせ、AGF 工法をはじめとした各種補助工法の評価をさらに具体化し、より経済的かつ合理的な補助工法適用の可能性について検討を継続していきたい。