

中尺先受け（無拡幅多段 A G F ）工法の検討と施工

阪神高速道路公団神戸第一建設部 正会員 関本 宏
奥村・西松建設工事共同企業体 正会員 岡本 伸一
同上 徳重 新一
（株）奥村組 関西支社土木技術部 正会員 岡村 正典

1. はじめに

近年山岳トンネル工法を取り巻く状況は、その大断面化、都市化などにより大きく変化してきている。とりわけ都市部での NATM 施工においては、補助工法に関する研究・開発も著しい進歩を見せており、現在までも様々な地質に適應し、周辺環境への対応を考慮した多種多様な補助工法が適用されている。

補助工法の中でも、特に切羽の安定と地表面への影響抑止対策としては先受け工法が一般的であるが、ここでは、長尺の鋼管を用いて切羽前方にシェル状の改良体を形成するフォアパイリング工法（トレヴィ工法、AGF 工法等）に対して、トンネル断面を拡幅せずに中尺の鋼管を多段に施工する中尺先受け（無拡幅多段 AGF）工法を考案・検討し、施工を行ったのでその結果について報告する。

2. 工事概要

今回中尺先受け工法を採用した高取山工区は、神戸市高速道路 2 号線（全長 9.5 km の自動車専用道路）のうち延長 1359m の区間を NATM で施工するもので、上下（南北）線分離型のトンネルである。断面形状は 2 車線道路を標準としており、当該する南行工区では掘削断面積が 76～138 m² となっている。

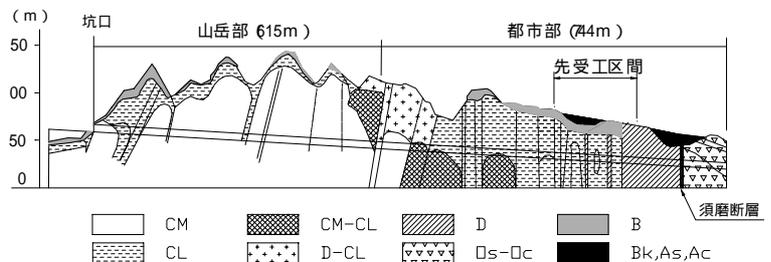


図 - 1 地質縦断図

高取山工区（南行）は地表部が中低木で覆われた山岳部（615m）と、住宅密集地である都市部（744m）に二分される（図 - 1）。山岳部は、六甲花崗岩類の黒雲母花崗岩で非常に堅硬である。都市部は花崗岩のカタクラサイト化した風化変質岩が須磨断層（固結粘土層）まで分布し、断層を境に大阪層群（砂礫層）へと変化している。対象区間の地質は、カタクラサイト化した強風化花崗岩や粘土質破碎帯で、土被りが 35m と小さいうえに旧谷部を埋め戻した地形であるため、実質土被りは 25m 程度になっている。地表部には民家が密集することから、地表への影響抑止と切羽の安定を目的とする補助工法の検討が必要となった。

3. 補助工法の検討

切羽安定を目的とする補助工法の一つとしては、長尺先受け工法が挙げられる。この工法は施工実績から十分な効果を示しているが、ここでは当該工区の地質条件や環境条件から切羽近傍での先受け効果を高めることとした。

そこでまず地山の改良域に着目し、鋼管の縦断方向打設角度を 14° 程度に設定すると共に先受けを進行方向 2 間に 1 回施工することで、トンネル周方向の地山改良域を広げることとした。鋼管の長さは、打設サイクル効率・最適改良域・ラップ長を考慮して 6 m 程度とした。これにより従来の長尺先受工と比べて約 3 倍の改良域（厚さ）を形成することが可能となった（図 - 2）。

次にトンネル断面の拡幅に着目した。長尺先受け工法の標準的なパターンでは断面の拡幅が必要とされるが、これは主として打設機械の制約と、支保工と鋼管の離れを最小として地山の緩み抑止効果を発揮させる目的から、縦断方向打設角度を 5° 程度に設定し、漸拡掘削するのが合理的だと考えられているためである。

キーワード：山岳トンネル、先受け工法、切羽安定

連絡先：〒545-8555 大阪市阿倍野区松崎町 2 - 2 - 2 TEL：06-6791-1320 FAX：06-6791-2258

しかし断面を拡幅して掘削することは、地表面への影響抑止や切羽の安定にとって望ましいことではない。そこで鋼管口元部に硬質塩ビ管を使用することで、断面拡幅を必要としない先受け工法を考案した(図-2)。

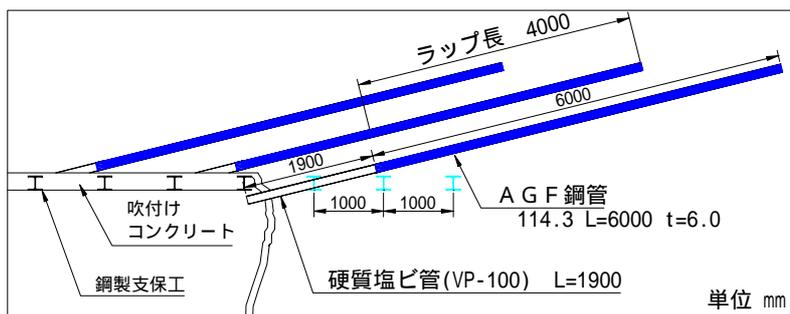


図-2 鋼管配置縦断面図

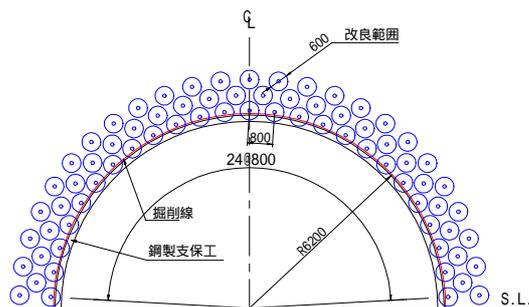


図-3 鋼管配置横断面図

4. 無拡幅多段 AGF 工法の特徴

本工法の特徴を述べると以下ようになる。

中尺の鋼管(L=6m, $\phi=114.3\text{mm}$, $t=6\text{mm}$)を前方地山の断面外周に打設しアーチシェルを形成する。トンネル周方向の打設ピッチは 800mm を標準とし、千鳥に打設することにより概ね 600mm 間隔の配列になる(図-3)。

鋼管が中尺であるため 1 シフト長が短くなり、地山の変化にすばやく対応できる。

先受けを進行方向 2m に 1 回施工することでラップ長は 4.0m となり、最大 3 段の鋼管およびウレタン注入による地山改良域が形成され(前掲図-2), 地山への影響抑止効果が大きく期待できる。口元部に硬質塩ビ管を使用することにより、掘削時に塩ビの部分破壊除去しながら進行することができ、断面の拡幅が必要なくなる。

断面拡幅を行わないため、切羽安定に有利である。

断面拡幅を行わないため、掘削・吹付・覆工コンクリートなどの工費が節減できる。

5. 施工結果

図-4 は都市部におけるトンネル天端沈下の分布を、基準区間(地質が同程度で先受工未施工の区間)変位の平均値に対する比で示したものであるが、先受工の施工区間に入ってから天端沈下の値が小さくなっていることがわかる。地質状況が大きく変化せず、実質土被りが小さくなっているにも関わらず変位量が減少したことからみて、先受工の施工が切羽安定に大きな効果を発揮したものと考えられる。具体的には、天端沈下を概ね 50% に減少することができた。

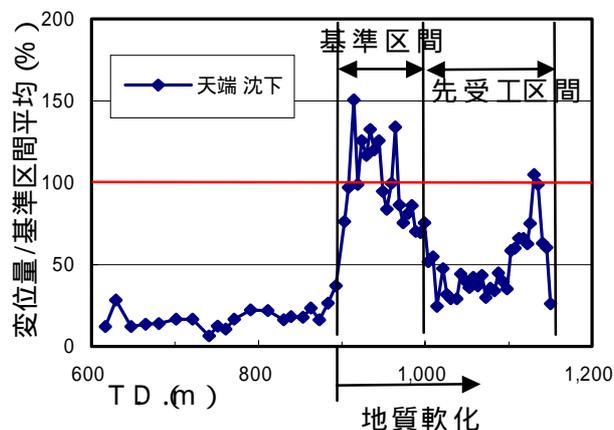


図-4 天端沈下分布図

6. おわりに

今回の施工により、当該工区の地質においては中尺先受工が切羽の安定(天端沈下の抑止)に十分な効果を発揮する事がわかった。これは、無拡幅による効果、多段に鋼管を打設する事で改良範囲が広がった効果、鋼管を上向き 14° に打設したことで鋼管軸方向の剛性が地山に働いた効果によるものと予測される。しかし、より前方の地山安定を図ることと、梁効果を大きく期待することができる長尺先受工のほうが有利な場合も考えられる。今後両者それぞれの有利な条件を定量的に表現できるようデータの収集に努めると同時に、モデルによる解析・実験等により、それぞれの先受け工法のメカニズムについて、さらに詳しい研究を進めていきたいと考える。

参考文献 ジオフロンテ研究会：注入式長尺先受工法(AGF工法)技術資料