

末端管の事前撤去型 AGF 工法の開発

その1 引抜き専用治具と末端管に適した管材の検討と試験施工結果

(株)竹中土木

正会員 ○前田 壮亮・市川 晃央

香川 裕司・埤村 修・梨本 裕

(株)カテックス

浅井 良倫・楠本 正男

東京都立大学 名誉教授

フェロー会員 今田 徹

1. はじめに

山岳トンネル工事において、脆弱地山や未固結地山、土被りが小さく地表面沈下が問題となる場合、近接構造物がある場合などでは、切羽の安定対策、地山の緩み抑制、地表面沈下抑制などの目的で、長尺鋼管先受け工法(AGF工法)が多く採用されている。通常のAGF工法(無拡幅タイプ)は、末端管がトンネルの掘削断面内に残置されることから、掘削時に重機等で切断撤去しており、撤去時に生じる衝撃で未固結地山等では、地山の抜け落ちが発生し、周辺地山を緩ませた事例もある¹⁾。そこで、地山の抜け落ちを低減し、周辺地山の緩みを抑制する方法として、末端管を事前に撤去する工法を開発した。

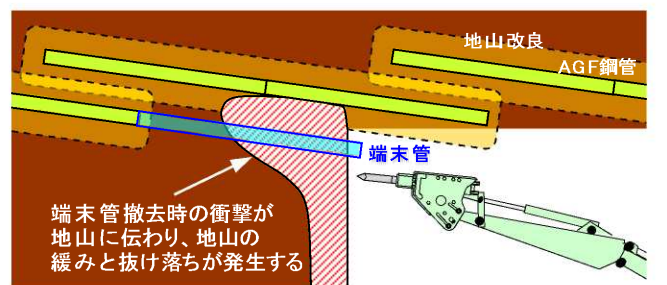
本稿は、末端管を事前に撤去する際に必要となる引抜き専用治具と引抜きに適した末端管の管材を検討し、試験施工の結果について報告するものである。

2. 現状の施工方法および問題点とその解決策

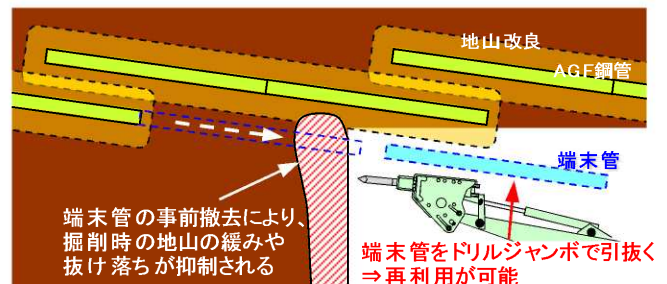
従来型AGF工法(無拡幅タイプ)と開発工法の施工概念を図-1に示す。従来、末端管はスリット入りの鋼管や塩ビ管を使用し、切断し易い構造とするなどの工夫が重ねられてきた。しかしながら、未固結地山では、掘削時に重機等で切断撤去する際の衝撃で、地山の抜け落ちや周辺地山の緩みが発生するといった問題がある。そこで、末端管を事前に引抜き、引抜き後に地山改良を実施することで、上記問題点を解決することができ、切羽面の安定を確保できると考えられる。

3. 引抜き専用治具の開発

引抜き時の概念を図-2に示す。引抜き時に専用機等が必要になると施工時間を費やし、工程に影響を及ぼす恐れがある。そこで、トンネル汎用機(ドリルジャンボ)で引抜きが可能な治具を開発した。引抜き方法は、ドリルジャンボに搭載されているドリフタの回転機構に着目し、逆回転にて中間管と末端管のネジ接続を解除することを前提とした。引抜き専用治具は、ドリフタの回転力を末端管に伝えることができるとともに、簡易な構造で設置が容易な治具を目指した。さらに、末端管と治具をピンにより、容易に接続できる構造を目指した。考案した2案の引抜き治具を図-3および図-4に示し、各治具の特徴を以下に示す。



(1) 従来型 AGF 工法



(2) 開発工法

図-1 従来型 AGF 工法と開発工法の施工概念図

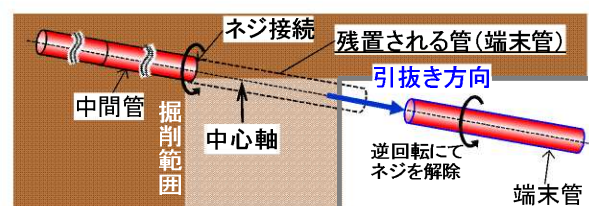


図-2 引抜き概念図

キーワード 山岳トンネル、未固結地山、AGF 工法、引抜き治具

連絡先 〒136-8570 東京都江東区新砂1丁目1-1 (株)竹中土木 技術生産本部 TEL 03-6810-6215

①アーム式引抜き治具

アーム先端にピン（突起）を設けており、バネの伸縮で管の内側からピンを挿入する治具である。設置後は、ネジ解除時の回転等で治具が外れないように、アーム内側のボルトにて固定するものである。

②ピン固定式引抜き治具

治具本体に溝を設け、管材と治具をピンにより一体化する治具である。この際、ピンの移動幅を設けることにより、ネジ解除時の管の移動にともないピンも移動でき、ネジ接続部の損傷低減に繋がり管の転用が可能となる。

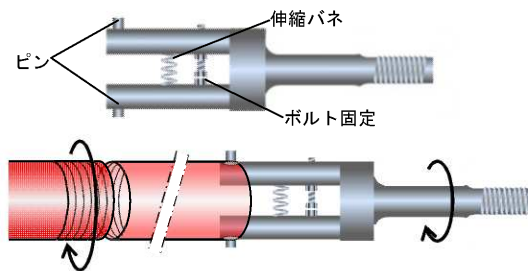


図-3 アーム式引抜き治具

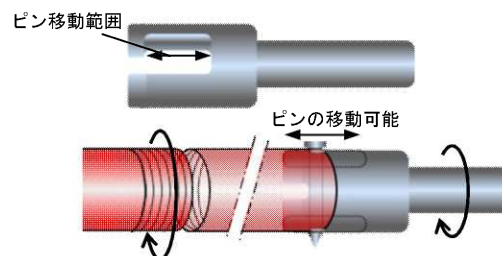


図-4 ピン固定式引抜き治具

4. 管材の検討

鋼管は、ネジ接続されており、引抜く際に管の中心軸と引抜き方向がずれると、管が競ってしまい、引抜けない可能性があり（図-2）、オペレーターの技量に左右されるとともに、軸を合わす際に手間がかかる。そこで、軸がずれても引抜き可能な管材の検討を行った。末端管の検討として、管材の種類と引抜き時に生じる本体部と接続部の特性を表-1に、概念図を図-5に示す。管材の種類として、従来使用されている剛性の高い鋼管、接続部と端部が鋼管で本体部が塩ビ管(材質：HIVP)のハイブリット管、接続部と本体部が剛性の低い塩ビ管(材質：HIVP)の3種類を選定した。

表-1 管材の種類と特性

種類	重量 (kg/本)	本体部の剛性	接続部の剛性
鋼管	48	剛性が高いため、ドリフタを微調整し、軸と引抜き方向を直線にして引抜く必要がある	剛性が高く、ネジ部が強い
鋼管 塩ビ管 (ハイブリット管)	13	剛性が低いため、ドリフタの微調整が必要なく、軸と引抜き方向を合わす必要がない	剛性が高く、ネジ部が強い
塩ビ管	10	剛性が低いため、ドリフタの微調整が必要なく、軸と引抜き方向を合わす必要がない	剛性が低く、ネジ部が弱い

5. 試験施工と結果

試験施工は、考案した2つの治具の作業効率や引抜きに適した管の選定を行った。試験施工の結果を以下に示す。

①引抜き治具

アーム式治具は、引抜き作業が可能であったが、使用頻度を重ねるとネジ解除時の回転力がアーム部の根元に作用し、治具が破損するとともに、アーム先端のピンも破損した。一方、ピン固定式治具は、使用頻度を重ねても治具の破損等は発生せず引抜くことができた。さらに、ネジ解除時に回転とともに管材の移動が確認でき、管材の接続部の損傷低減に繋がり、転用が可能となった。

②管材

鋼管は剛性が高いため、ドリフタの微調整により軸合わせが必要となるとともに、接続部は競ってしまい引抜けなかった。ハイブリット管は、ドリフタの微調整が不要であるが、接続部の剛性が高いため、競ってしまい引抜きが難しく、接続部側の塩ビ管と鋼管の部分で破断した。塩ビ管は、ドリフタの微調整が不要であり、競ることなく引抜くことができた。

以上の試験施工結果を考慮し、引抜き治具はピン固定式、末端管は塩ビ管の組み合わせを採用する。

6. まとめ

トンネル工事の汎用機であるドリルジャンボを用いた末端管事前撤去型 AGF 工法の開発として、引抜き専用の治具の開発と引抜きに使用する管材の検討を行い、試験施工を実施した。その結果、引抜き治具としてピン固定式、管材として塩ビ管を採用し、引抜き作業の容易さと確実性を確保することができた。

参考文献 1) 賀川ら：未固結砂地盤での確実な注入方式の確立、トンネル工学報告集 21 巻、pp.43-50、2011.11

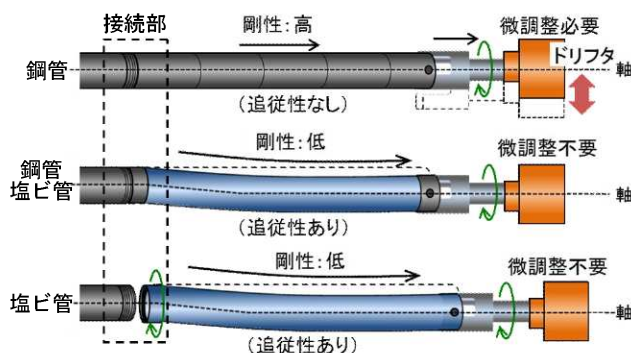


図-5 管材種別による概念図