

末端管の事前撤去型 AGF 工法の開発

その2 現場適用における効果確認

(株)竹中土木

正会員 ○市川 晃央・前田 壮亮

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

長尺鋼管先受け工法(AGF 工法)において、末端管撤去時の地山の抜け落ちや周辺地山の緩み防止を目的として、末端管事前撤去型 AGF 工法を開発した。その 1¹⁾では、末端管の事前撤去方法を示すとともに、引抜き専用の治具および管材の検討を行い、試験施工の結果について報告した。

本稿は、開発工法を実適用した際の効果について報告するものである。

2. 工事概要と地質概要

本工法を適用した現場の地質縦断を図-1 に、標準断面を図-2 に示す。中平井線トンネル工事は、全長 733m の道路トンネルであり、第二阪和国道和歌山岬道路と接続することにより、国道 26 号の交通渋滞の緩和や防災対策に寄与することを目的としたものである。切羽における地質は、起点側坑口部から TD=112m までの区間（起点部）が N 値 15 程度の礫主体の造成盛土層、TD=365~424m 区間（中間部）が N 値 20 程度の礫主体の造成盛土層と風化軟岩からなる未固結地山である。この両区間において AGF 工法（無拡幅タイプ）を計 27 シフト採用した。

3. 実適用と効果確認

試験施工の結果¹⁾より、開発工法の適用が可能と判断し、TD=50m 地点において、同一断面の進行方向に対しトンネル中心より左側を開発工法（引抜き後に注入改良を実施）、右側を従来型 AGF 工法として施工した。さらに、効果確認として、掘削後の各切羽面（1m 毎に 3 回分）を目視確認するとともに、三次元レーザースキャナを用いた形状取得による確認と形状より算出した抜け落ち量による定量化の確認を実施した。以下に、効果確認の結果を示す。なお、効果確認以降の計 16 シフトで開発工法を全面に採用した。

(1) 目視による確認

掘削後の切羽状況を写真-1 に示す。開発工法は末端管の撤去が不要であるとともに、地山改良の効果もあり、掘削時の切羽面上部の抜け落ち量の軽減効果が確認できた。

(2) 三次元レーザースキャナを用いた形状確認

形状確認は、AGF 施工後の掘削時に三次元レーザースキャナを用いた。三次元レーザースキャナの形状取得結果の一部を図-3 に示す。その結果、トンネル天端付近で、従来型 AGF 工法は抜け落ち量が多く、開発工

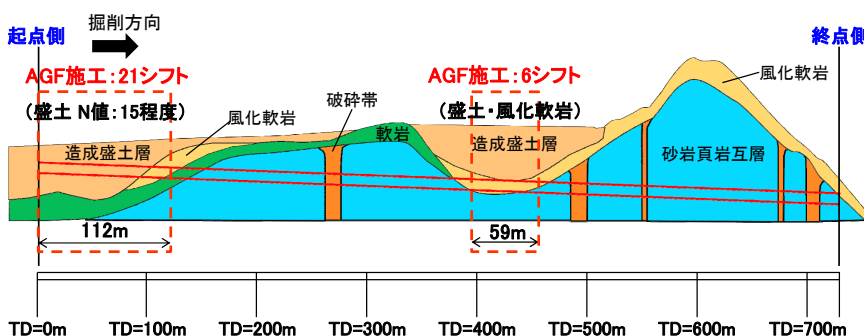


図-1 地質縦断図

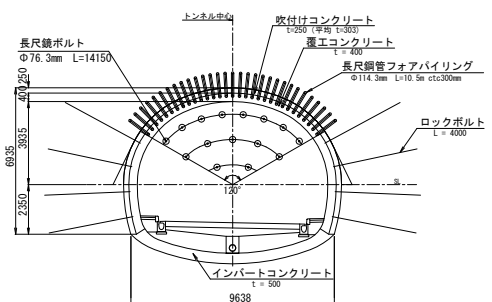


図-2 標準断面図

キーワード 山岳トンネル、未固結地山、AGF 工法、切羽安定、再使用、再利用

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

法は抜け落ち量が少ない傾向を形状的に把握することができた。

(3) 抜け落ち量の算出による定量化確認

抜け落ち量の確認は、三次元レーザースキャナより得られたデータを用いて、設計余掘りラインより外側の面積（抜け落ち面積）を抽出した上で、抜け落ち量を算出し、低減率を求めた。開発工法と従来型 AGF 工法の抜け落ち面積の比較を図-4 に、抜け落ち量の低減率を表-1 に示す。比較図では、開発工法が従来型 AGF 工法よりも抜け落ち面積が小さい傾向がみられ、抜け落ち量の低減率を算出すると、53%の低減効果が得られた。

以上より、開発工法と従来型 AGF 工法を比較すると、末端管の撤去が不要になったことから、抜け落ち量の低減効果が確認でき、切羽周辺地山の緩み抑制に繋がっていると考えられる。

4. 開発工法の適用に伴う付加的効果（管材の転用）

使用後の末端管を写真-2 に示す。効果確認以降の AGF 施工区間において実適用し、末端管の転用回数を確認したところ、概ね 4 回程度の再使用が可能であった。さらに、使用後はリサイクルも可能であり、環境負荷低減に寄与できるものと考えられる。

5. 坑夫の意見（作業性、施工量、切羽の安定）

開発工法において、引抜き時の作業性および施工量への影響、掘削時の切羽の安定状況について、坑夫の方々にアンケートを実施した。その結果を表-2 に示す。末端管の引抜き作業は、ほぼ全ての方が、「簡単」と回答し、施工量への影響は、「影響あり」と回答した方が多数であったが、「従来と同じ」や「従来とほぼ同じ」は 3 割程度いた。切羽の安定については、全ての方が「向上」または「かなり向上」したと回答した。実際、施工量では、治具の設置、引抜き作業、管の取外しまで 5 分程度費やすので、影響ありと回答したと考えられるが、日施工量で考えると従来と変わらなかった。

以上より、実働の方々においても、開発工法は、容易な引抜き作業で、切羽の安定が向上できるものと実感してもらえた。

5. まとめ

未固結地山において、AGF 工法の末端管を事前に撤去する工法を開発し、現場で適用して、効果確認を行った。開発方法は、従来工法より抜け落ち量の低減効果があり、地山の緩み抑制に繋がっていると考えられる。さらに、実働の方々にとって、作業性が良く、切羽の安定も実感できる工法であった。また、管材の再使用や再利用により、環境負荷の低減にも寄与できた。

参考文献

1) 前田ら：末端管の事前撤去型 AGF 工法の開発 その 1、第 70 回土木学会年次学術講演会講演概要集、2015.9

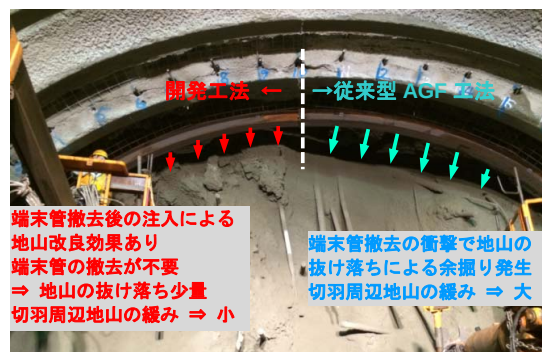


写真-1 掘削後の切羽の目視確認

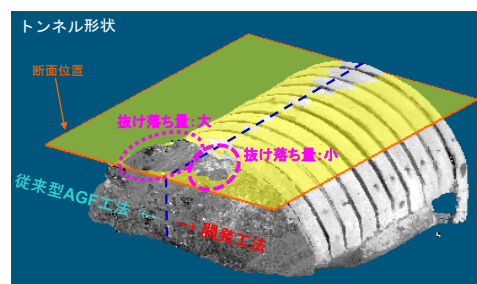


図-3 三次元レーザースキャナによる形状確認

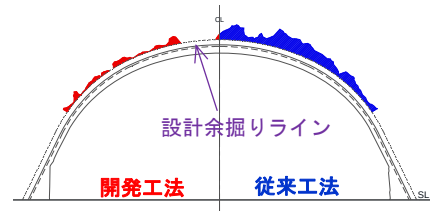


図-4 開発工法と従来工法の抜け落ち面積比較図

表-1 抜け落ち量の低減

項目	計測箇所			
	1断面	2断面	3断面	合計
従来型工法	0.59	2.83	2.14	5.56
開発工法	0.48	1.32	0.78	2.58
抜け落ち量の低減率	19%	53%	63%	53%



写真-2 使用後の末端管（4回転用後）

表-2 アンケート結果

① 末端管を引抜く作業の難しさの印象

	かなり難しい	難しい	簡単	かなり簡単
起点部	0	1	6	0
中間部	0	1	6	0

② 1日のAGF施工量への影響（作業時間）

	かなり影響あり	影響あり	従来とほぼ同じ	従来と同じ
起点部	0	5	1	1
中間部	0	4	2	1

③ 切羽の安定について

	かなり向上	向上	従来と変わらない	低下
起点部	3	4	0	0
中間部	1	6	0	0

（単位：人）