

曲がりオーガーによる大口径脚部補強工の開発

日本基礎技術株式会社
鹿島建設株式会社

正会員 ○ 中原 巖 非会員 小原 秀夫
正会員 萩原 智寿 正会員 横尾 敦

1. はじめに

低土被り部や都市部などで山岳トンネル工法によりトンネルを施工する際の最大の課題は、地表面沈下や周辺既設構造物への影響を極力抑えることである。特にトンネル支保工脚部位置で発生する沈下は、地表面沈下を助長させる大きな要因となり、これまでは対策工としてフットパイル工に代表される脚部補強杭工法が採用されてきた。しかし、従来のフットパイル工は直径 100mm 前後の鋼管を切羽後方で施工するため、沈下抑制効果が低く削孔水により脚部周辺地盤が乱されるといった指摘があった。そこで、トンネル切羽前方の脚部を地盤を乱さずに改良できる曲がりオーガー大口径脚部補強杭工法を開発し現場適用実験を実施したのでここに報告する。

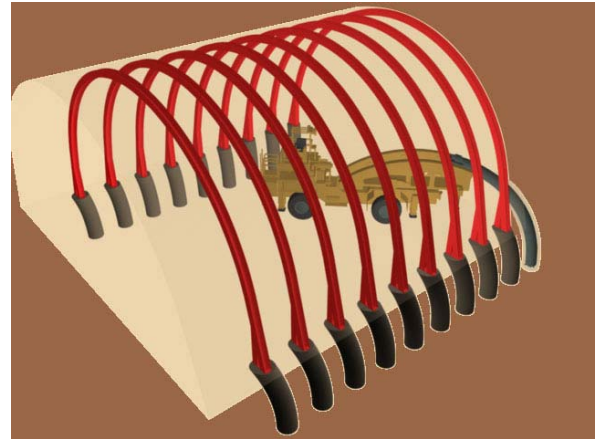


図 - 1 脚部補強施工イメージ図

2. 施工法

本工法は、トンネル切羽位置で曲がり削孔機を用いて前方支保工脚部位置を地盤改良するもので、設計改良径 $\phi 500\text{mm}$ 、改良深さ $L=3500\text{mm}$ である。図 - 2 に施工フローを示すが、まず鋼管を外管として孔壁を保護しながらオーガーにより所定の位置まで削孔する。そして、オーガー中心に設置した注入管（ $\phi 50\text{mm}$ ）を介して、オーガーを引き抜きながら注入材を孔内に充填して改良体を構築する工法である。図 - 3 に脚部補強杭構築後のトンネル断面図を示す。

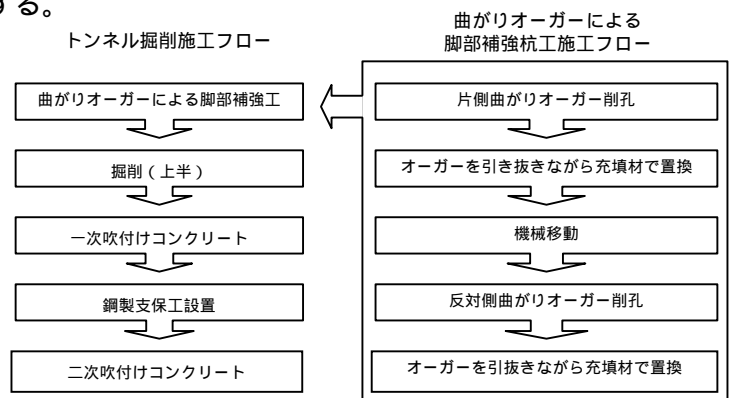


図 - 2 施工フロー

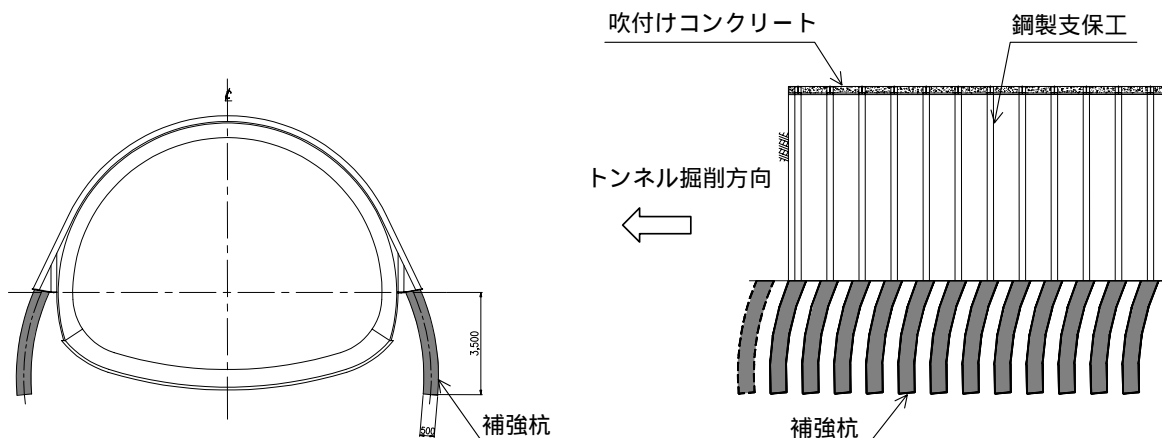


図 - 3 トンネル断面図(mm)

キーワード NATM、脚部補強、補助工法

連絡先 〒107-8502 東京都港区赤坂 6-5-30 Tel : 03-5561-2189 Fax : 03-5561-8073

施工機械は台車（タイヤ方式）に曲がり削孔機が搭載されており、この曲がり削孔機は左右に 45 度回転することができる。図 - 4 に機械詳細図を示す。

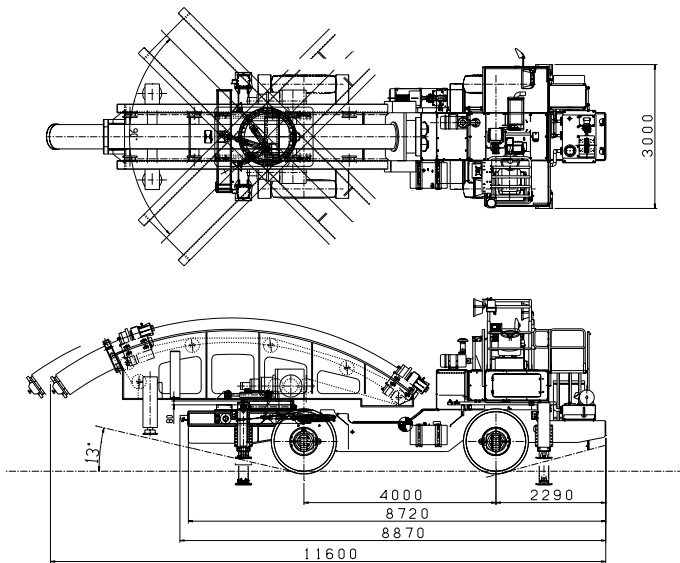


図 - 4 機械詳細図（mm）

3．現場適用試験

本工法の現場適用性を確認するために以下の試験を実施した。

(1) トンネル坑内における施工性の確認（写真 - 1）

実際のトンネル坑内に本機械を持ち込み、走行性・安全性などを確認した。

(2) 削孔・注入性能の確認（写真 - 2、3）

表 - 1 に示す3種類の地質で削孔性能の確認を行った。一般的に脚部沈下が懸念されるようなN値の小さい地質（TYPE 1，2）においては、十分な削孔スピードを確認することができたが、TYPE 3のような軟岩に近い硬質粘土においては、削孔に時間を要した。

表 - 1 削孔性能試験結果

	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3
地質	砂質シルト	シルト 混じり砂	砂混じり シルト
N 値	10～20	5 以下	30 以上
削孔速度 (分/m)	3～5	3～4	20～30

また、所定の位置までオーガー削孔後、オーガーを引き抜きながらセメントミルクを充填し、後日改良体の出来形を調査した結果、良好な改良体が確認できた。

4．おわりに

今回は本工法の概要と現場適用試験について報告した。今後実施工を通じて、脚部補強効果を検証していきたいと考えている。都市部における山岳工法の適用はますます増えるものと思われ、脚部沈下の抑制が工事の成否を左右する場合も少なくないと考えられる。本論文が都市部山岳工法適用にあたっての一助となれば幸いである。



写真 - 1 トンネル坑内における施工性の確認



写真 - 2 削孔性能の確認



写真 - 3 改良体確認