

AGF 工法の超長尺化に関する開発 －ELPS 工法の開発－

清水建設(株) 土木技術本部 技術第二部 正会員 ○池田 建太郎
清水建設(株) 土木技術本部 技術開発部 正会員 河野 重行 西村 晋一
清水建設(株) 土木技術本部 設計部 正会員 木全 宏之

1. はじめに

都市部トンネル工事において安価な NATM 工法の採用が増加してきている中、施工が困難な地山や土被りが浅い深度におけるルートを選定を余儀なくされることが多い。不良地山において、施工時における切羽面・天端の安定や地表面沈下抑制のため、地山条件（強度や土被り等）の程度により施工延長（1 シフト当たり）が 12.5m 程度の AGF 工法や 20m 程度のトレヴィイ工法が広く採用されてきている。しかし、都市部の不良地山においては、従来の先受け長さでは切羽面・天端の安定や地表面沈下に不安が残る。また、芯材長が短く、繰り返し施工しなければならないため工程遅延につながる。さらに、従来の先受け工法では削孔中の方向制御を行わないために、30m を超えるような長尺の施工に対しては精度の低下が危惧されている。本工法は、芯材の位置を計測しながら方向制御削孔することで施工精度の向上を図り、かつ 1 シフト当たりの先受け長を長くすることで芯材の剛性を高め、よりいっそうの地表面沈下の抑制や、施工サイクルの短縮により工程を圧縮することを目的とする。図-1 に ELPS 工法のイメージ図を示す。

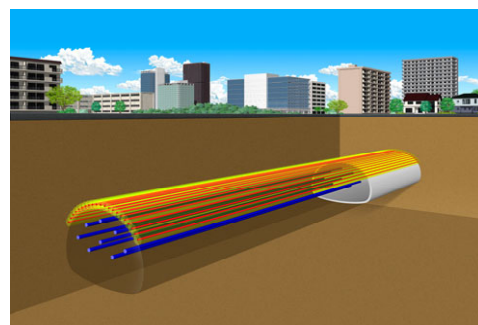


図-1 ELPS 工法のイメージ図

表-1 ELPS 工法での仕様

項目	規格	項目	規格
削孔延長	56.0m	鋼管径	139.8mm
ラップ長	6.0m	鋼管厚	9mm
打設ピッチ	600mm	改良径	1.0m

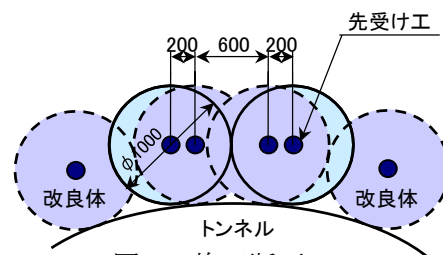


図-2 施工断面

2. 全体概要

土丹層を適用地盤とし、削孔中にボーリング先端の位置を検知し、その結果をもとに計画線に対して方向制御を行うことで、50m 級の超長尺先受けにおいて高精度な施工を可能にする。表-1 に ELPS 工法での仕様を、図-2 に施工断面を示す。施工精度は先受け後の掘削区間長 50m において、施工誤差が発生しても改良径のラップを確保できる ±20cm 以内とした。

3. 方向制御削孔システム

図-3 に ELPS 工法での方向制御削孔システムを示す。打設する鋼管は外管と内管の 2 重管で構成され、内管の先端に方向制御用のテーパビットを取付ける。水圧駆動によるダウンザホールハンマーにより内管を打撃するとともに回転させ、外管を内管に連結していることにより内管の進行とともに掘進する。方向制御削孔は、テーパビットのローリング角度を検知し、テーパを目標方向に向け、打撃により方向を修正する。方向制御後は回転を併用しながら削孔する。

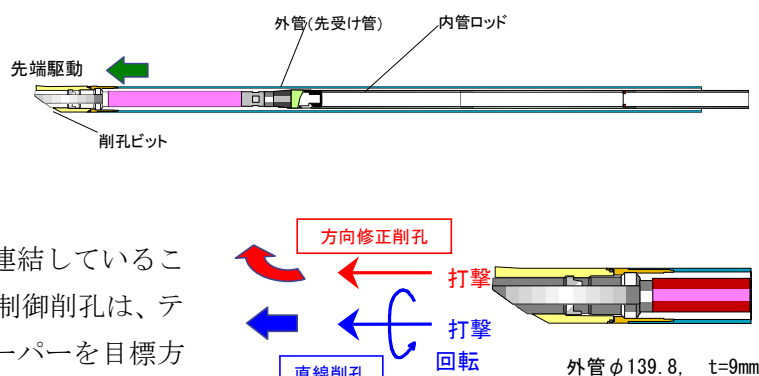


図-3 方向制御削孔システム

キーワード AGF 工法, 超長尺化, 方向制御削孔, 孔内線形位置計測システム

連絡先 〒105-8007 東京都港区芝浦 1 丁目 2 - 3 清水建設(株) 土木技術本部 技術第 2 部 TEL 03-5441-0593

4. 孔内線形位置計測システム

数 m 削孔後から、所定の間隔およびそれまでの計測結果を踏まえて必要と判断した場合、鋼管継ぎ足し時に孔内線形計測を行う。図-4 に 3 次元孔内線形計測器概要を示す。ローリング角・ピッチング角・水平面内回転角を加速度計・ポテンションメーターにより計測するシステムになっている。図-5 に計測状況を示す。棒状の計測器を内管に挿入・制御専用ロッドを用いて先端まで押込んだ後、所定のピッチで鋼管坑口まで引抜きながら計測を行い、計測後、坑口部 2 点より線形の相対座標を算出する。図-6 に坑口部レーザー計測状況を示す。3 次元孔内線形計測器にて計測した坑口部の 2 点よりレーザー発信器から外部の透過スクリーンに照射されたポイントを、トンネル計測システム器により計測を行う。計測後、坑口部 2 点の絶対座標を算出し、3 次元孔内線形計測器へデータを転送することで、相対座標から絶対座標へと変換し、計画削孔線との位置関係を把握する。写真-1 に光 O リング反射状況を示す。内管の継手部に 3m ピッチで設置し、鋼管継ぎ足し毎に CCD カメラを坑口部に挿入し、専用モニターで直進性を確認する。線形の曲がりにより、最先端の光 O リングが見えなくなった地点で使用できなくなるが、見えている地点では場合により計測器による計測を省略することも可能である。

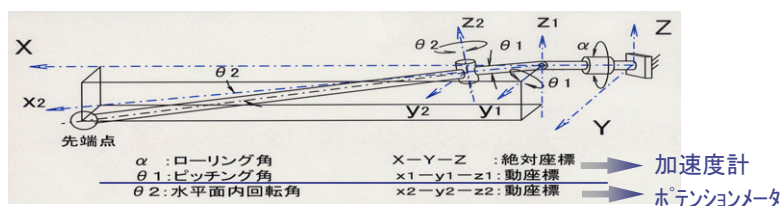


図-4 3次元孔内線形計測器概要

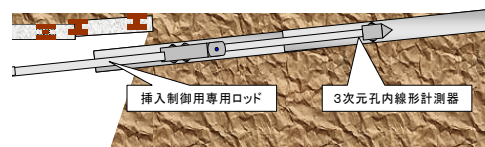


図-5 3次元孔内線形計測状況

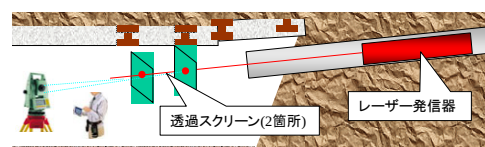


図-6 坑口部レーザー計測状況



写真-1 光Oリング反射状況

5. 効果

図-7 に作業内容と割合の一例を示す。対象とする掘削区間長 50m とし、従来の工程を 100%とした場合を示している。都市部における施工を対象としているため、従来は延長 12.5m のうち 6.5m を先受け長と設定する。また、ELPS 工法の削孔時間においては、削孔延長の 20% を方向制御削孔するものと仮定する。ELPS 工法では従来にない計測時間を含むが、およそ 20% の工程圧縮の可能性を示す結果となる。同様に試算した工費においても、およそ 10% の圧縮の可能性を示す結果となる。また、3 次元 FEM 解析結果より、地表面沈下量をおよそ 20% 低減できる結果となる。

従来

ELPS

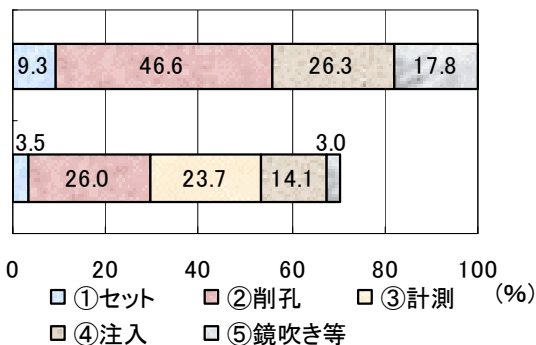


図-7 作業内容と割合の一例



写真-2 実証試験状況

6. おわりに

写真-2 に ELPS 工法の実証試験状況を示す。土丹層を想定し、流動化処理土を使用して圧縮強度 1N/mm² 程の模擬地盤を作成する。削孔延長 10m・25m・50m にて実証試験を実施し、本工法の施工性を確認した。試験結果については今後の報告予定である。

参考文献

- 1) ジェオフロンテ研究会：注入式長尺先受工法 (AGF 工法) 技術資料 (四訂板), 2002 年 11 月 27 日
- 2) ジェオフロンテ研究会：注入式長尺先受工法 (AGF 工法) 「標準積算資料」第四版, 2003 年 12 月 4 日