

小口径推進工法の光掃引方式位置計測技術の開発

アイレック技建株式会社 正会員 ○森 治郎
 アイレック技建株式会社 非会員 渡邊 武士
 NTT アドバンステクノロジー株式会社 非会員 八木 生剛
 NTT アドバンステクノロジー株式会社 非会員 菅井 栄一

1. はじめに

小口径推進工法は、上下水道、電気、ガス、通信といったライフラインの地下管路建設に用いられている。都市部での埋設物輻輳や立坑築造位置の制限等から、曲線施工が求められるケースが多くなってきている。しかしながら、小口径管は作業員が管内に入ることができないため、管内測量ではなく遠隔での高精度な位置計測技術が必要となる。このような位置計測技術としては、掘削機に設置されたコイルの磁界を地上から検知する電磁法、ジャイロを用いて掘削機の方角を計測するジャイロ計測、推進管内に設置したプリズムによりレーザ光を折角し掘削機までの距離と折角により位置計測するレーザ計測等がある。

この度、小口径推進工法であるエースモール工法では、現在採用しているレーザ計測（Prism）にかわる光掃引方式による新しい位置計測技術を開発した。

2. 光掃引方式による位置検知技術

本技術は、時間とともに発振波長を周期的に変化させる波長可変レーザと、レーザから出射された波長掃引光を回析格子により波長に対応した角度に変換しレーザスキャンするユニットで構成される。発進立坑側のプラントヤードに波長可変レーザ（制御部）を設置し、光ファイバを用いて推進管内のユニットに波長掃引光を供給する（図1）。

ユニットからレーザ光を空間的にスキャン（光掃引）し、各ユニット間の角度を計測していくことで最終的に掘削機の方角（角度）を決定する。さらに、波長掃引光は光変調器により光パルスとして計測対象ユニットに照射し反射光の戻る時間を計測することで距離計測を行う。図2に計測イメージを示す。

なお、本技術はNTTが通信用に開発した電気光学結晶KTNの製造技術とその結晶を用いた高速波長可変レーザ技術を応用したものである。

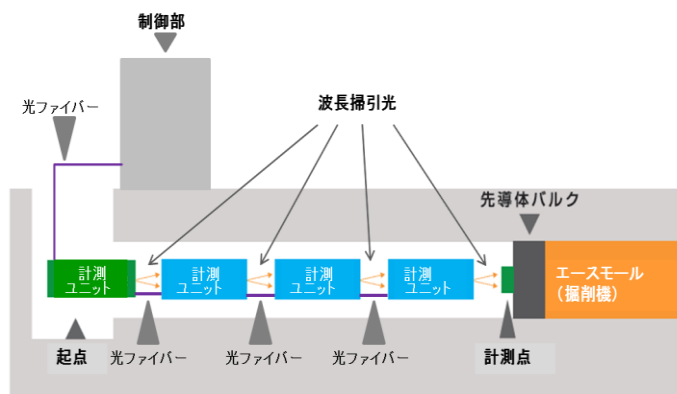


図1 計測システム概要図(断面)

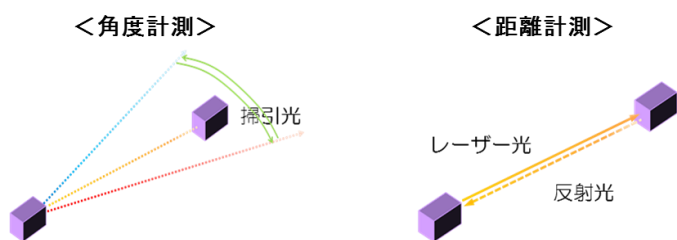


図2 計測イメージ

3. 従来技術との比較

従来のレーザ計測（Prism）と比較した特徴を以下に示す。

キーワード 小口径推進、位置計測技術、曲線施工、光掃引

連絡先 〒111-0034 東京都台東区雷門 1-4-4 TEL 03-3845-2829 FAX 03-3845-8150

(1) 計測ユニットの小型化による $\Phi 250\text{mm}$ 推進管への対応

発進立坑側の制御部から供給された波長可変レーザは、計測ユニット内の固体素子である光の回析格子によって角度に変換され光スキャンされるため、モータ等の機械的可動部品が不要となる。このため、振動等に強く安定した動作を実現するとともに、ユニットの小型化も可能となり、従来技術では適用できなかった $\Phi 250\text{mm}$ の小口径推進管へも適用拡大した。

(2) 繰り返し計測による精度向上

波長可変レーザは 2kHz の速度で波長掃引を繰り返し、1秒で2000回の計測を可能としている。高速で繰り返し計測結果を積算することで再現性を高め、計測精度を向上させた。

(3) 計測作業の効率化

従来のレーザ計測 (Prism) の計測作業において必要であった「予測値入力」や計測ユニット間の「距離入力」といった作業を排除し、効率化を図った。

4. 施工事例

新潟市内で施工した工事概要を表1に示す。本現場は推進計画線の上部に埋設物が多数あり、路上から計測する電磁法では埋設物の影響を受け、計測精度の確保が困難になると考えられることから光掃引方式で位置検知を行うこととした。

実際の施工では、埋設物の影響を受けない区間は電磁法で補測を行い、光掃引方式の計測データの検証、確認を行った。施工精度を確保し無事に工事が完了した。

表1 工事概要

項目	内容
施工場所	新潟市
施工時期	平成28年6月
推進管径	$\Phi 300\text{mm}$ ビューム管
推進長	182.00m
土質	細砂

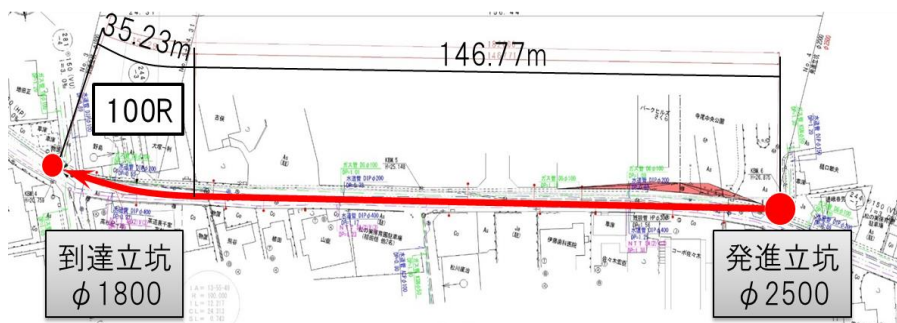


図3 平面図



図4 計測ユニット設置

5. 今後の予定

本技術は、平成28年から現場導入し平成29年2月末までに5スパン工事完了している。今後さらに工事件数を増やすことで、現場での取り扱いや操作性の向上を目指すとともに、従来技術と比べた作業効率化等について定量的な評価を行う予定である。また、小口径推進だけでなく、中大口径推進をはじめ他の位置計測への展開を目指している。

参考文献

- 1) 春木誠也：次世代の位置検知技術 Aipos, 月刊推進技術, pp.16-20, Vol.31, No.2, 2017.
- 2) NTT アドバンステクノロジー株式会社：KTN 結晶による波長可変技術を応用した小口径推進用の光掃引方式位置検知技術を開発, ニュースリリース, <http://www.ntt-at.co.jp/news/2017/detail/release170215.html>, 2017.2.15