

14. パイプラインの高速敷設工法 (アップル工法)の開発と適用

東京ガス(株)：大工原 毅
 新日本製鐵(株)：*望月 孝, 柴田 良樹
 義若 秀彦

1. はじめに

天然ガスパイプライン等のライフライン整備が進められる中、ガス事業者及び施工会社は、合理的かつ効率良くパイプラインを敷設する方法を模索してきた。特に、開削工事で社会に悪影響を与えている道路占有期間、占有幅等の課題は早急な解決が望まれていた。そこで、東京ガス(株)及び新日鐵(株)は、これらの課題に応えるとともに敷設コストを削減できる新しいパイプライン敷設工法—アップル工法—の共同開発に取り組み、本工法の開発に成功した。

本論文は、アップル工法の概要と平成9年3月に初めて本工法を適用した第2千葉幹線袖ヶ浦公園緑地工区のパイプライン敷設工事の結果について報告する。

2. アップル工法の概要

アップル工法の施工法とその特徴について述べる(図1参照)。本工法は、まず溝掘削用バックホウで幅40cm程度の溝を鞘管の底部の深さ迄、パイプラインの計画ラインに沿って掘削する。その後、0.7m³クラスのバックホウに横穴掘削機を取り付けて、発進ビットから到達ビットに向けて鞘管径程度の横穴を掘削すると同時に鞘管を引き込む。

横穴掘削機が到達ビットに達した後、溝より流動化埋め戻し材を鞘管周囲の空隙を充填するために流し込み、砂を補充し締め固めを行った後、道路を開放する。最後に、本管を発進ビット内で溶接及び検査を行い鞘管内に引き込む。

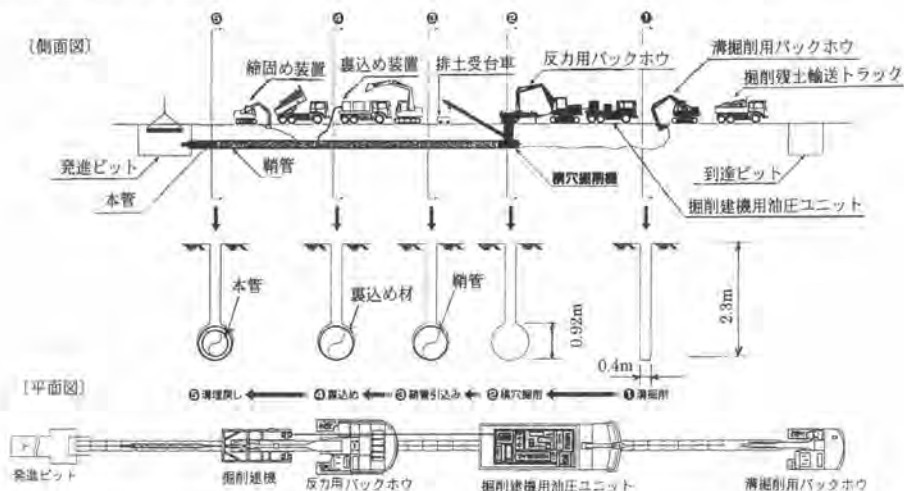


図1 アップル工法の施工概要

なお、掘削軌道は到達ピット側に設置したレーザ発振器より、レーザを掘削設備に取り付けたターゲット盤に当てて、オペレータがその位置を確認しながら所定の掘削軌道を確保する。

本工法の特徴として、掘削断面の削減及び作業効率の向上による土木工事費の大幅な削減と工期の短縮が挙げられる。さらに、使用する重機を縦に一列に並べて施工するため、道路占有幅の縮小が図れる。

3. アップル工法の施工設備

本工法の主要設備は、溝掘削用バックホウと鞘管引き込み力の反力を確保する反力用バックホウ、掘削建機用油圧ユニット及び掘削建機で構成されている。なお、操作盤はベースに装備してある。掘削建機の主な仕様を表1に、構成を図2に示す。

鞘管引き込み力は、ベースに装着してある牽引シリンダにより横穴掘削機・鞘管に伝えられる。安定した掘削を維持するために反力用バックホウと横穴掘削機は同時に移動せず、尺とり式で移動する。

排土は、横穴掘削機内の掘削オーガにより排土オーガまで運ばれた後、排土オーガにより地上部まで運搬される。地上部でベルトコンベヤー等により、トラックに直接積み込まれる。

掘削軌道修正は、ターゲット盤のレーザにより掘削軌道ずれ量を確認し、左右方向は左右角修正シリンダで、上下方向はピッチングシリンダ及び反力用バックホウのアームで行う。

表1 掘削建機の仕様

掘削オーガ	回転数 (rpm)	0~26
	回転トルク (kgf-m)	0~1500
排土オーガ	回転数 (rpm)	0~80
	回転トルク (kgf-m)	380
牽引シリンダ	押 力 (kgf)	0~15000
	速 度 (cm/min)	0~100
油圧ユニット	エンジン出力 (HP)	146
	最大圧力 (kgf/cm ²)	210
	流量 (L/min)	212
横穴掘削機	寸法 (幅×長×高 mm)	919×2635×1115
排土オーガ	寸法 (外径×長 mm)	φ 298.5×6695
ベース	寸法 (幅×長×高 mm)	max2500×4315×1600
油圧ユニット	寸法 (幅×長×高 mm)	2000×4600×2250

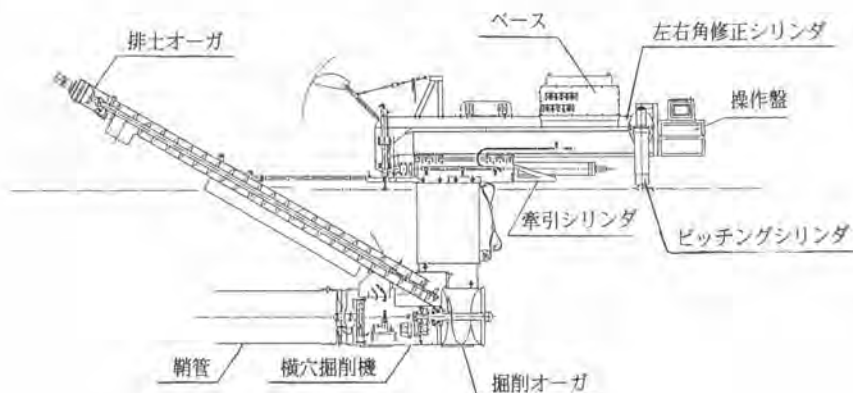


図2 掘削建機の構成

4. 工事概要

本工事は、千葉県地区の都市ガス需要増加の対策と安定供給の確保のために建設される第2千葉幹線の袖ヶ浦公園緑地工区で平成9年3月に実施した。

袖ヶ浦公園緑地工区工事概要を以下に示す。

発注者：東京ガス（株）

施工会社：新日鐵（株）

鞘管敷設距離：118.5m（掘削距離 117.4 m）

鞘管：800 A×6.4 t×12m

本管：600 A×15.1 t×12m

（A P I 規格 5 L X-65・設計圧力 70kgf/cm²）



写真1 スイング式ジャッキ



写真2 トレンチ・バッグ

発進ビット・中間ビット・到着ビットの概略を図3に示す。発進ビット及び中間ビットには、鞘管引き込み力低減のためにローラ架台を設置した。また、発進ビット、到達ビット部の矢板の切り梁には、地上から鞘管の吊り降ろし作業を簡便に行えるスイング式ジャッキを（写真1）、掘削溝部には容易に土留めができるトレンチ・バッグ（エアバッグ）を使用した（写真2）。

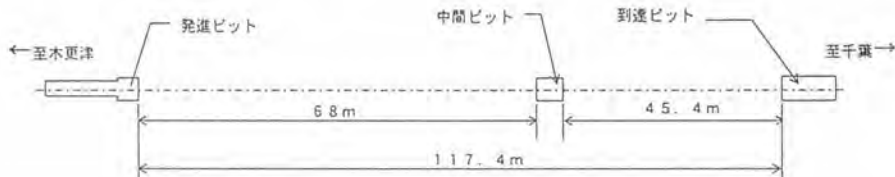


図3 ビット築造位置図

5. 工事の結果

工事目的は、本工法を高圧幹線敷設工事の実現場に適用しアップル工法の①掘削速度、②鞘管引き込み力、③鞘管の敷設精度、④最小作業帯幅を確認することである。以下に各課題の確認内容を示す。

①掘削速度

掘削速度は目標 30cm/min に対して 15cm/min から 70cm/min となった。掘削速度が目標値を上回った箇所は、少量の湧水により排土の流動性が増して排土能力が向上した区間である。逆に、掘削速度が低下した箇所は、径 20cm 以上のレキを溝から除去しながら掘削した区間である。地盤状態に応じた掘

削オペレーションにより掘削速度を変化させたが、平均速度は、ほぼ目標値である 35cm/min を確保した。

② 鞘管引き込み力

目標引き込み力 10tf に対し最大 7tf で施工できた (図 4 参照)。引き込み力を抑制できた要因は、発進ピット・中間ピットに設置したローラ架台により、鞘管引き込み力の一部をローラ架台のころがり抵抗に置換できたためである。ローラ架台を効果的に配置すれば、150m 以上の鞘管敷設が可能であることを確認した。

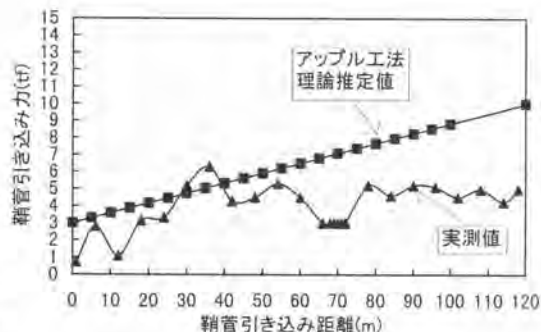


図 4 鞘管引込力の理論推定値と実測値の比較

③ 鞘管の敷設精度

鞘管内に本管を引き込む際に障害を及ぼさない鞘管の敷設精度として、水平鉛直方向の許容誤差範囲を ±5 cm に定めていた。本工事における鞘管敷設精度は、軌道修正システムを用いて水平方向に最大で 3 cm、鉛直方向に最大で 1.5cm であった。その後の本管引き込み工において、鞘管軌道を主因とする鞘管引き込み力の増大は見られず、所定の引き込み力で本管を引き込んだ。以上より、設定した鞘管の目標敷設精度の妥当性と本掘削軌道修正システムの有効性を確認した。

④ 作業帯幅

本工事の目標作業帯幅 3.5m に対し、土砂ダンプの進入や溝掘削用バックホウ旋回等による一時的な占有幅の部分拡張はあるものの、使用重機の最大幅である 2.8m 程度で問題なく施工できた。本管の敷設位置、作業環境にもよるが、本工法により施工すれば、道路占有幅を 1 車線におさえられることを確認した。

6. 終わりに

本工事は、初めてのアップル工法の実工事への適用にもかかわらず、ほぼ計画通りに無事工事を完工できた。アップル工法に関して、パイプライン敷設の合理性、効率性の点から確認したことを以下に述べる。

① 120m 程度の鞘管であれば 2 日間で敷設可能であり、かつ土木施工費を 15~20% 程度削減できる。そして、ピット間を長距離化すれば、更なる土木工事費の削減が可能である。

② 本工法の道路占有幅は、一時的な占有幅の部分拡張はあるが 2.8m 程度である。

今後は、本工法の適用実績を増やし、掘削技術・施工ノウハウの蓄積を図っていく所存である。

最後に、アップル工法の開発及び実施工において多大なご指導並びにご協力を頂いた関係各位の皆様に対して、深く感謝の意を表します。