

17. 急勾配下水道管路における 小口径管推進工法 (SMOLE工法)

若築建設 高崎 康男
渡辺組 林 勉

1. はじめに

近年、市街地において、都市再開発、環境整備事業の進展に伴ない、上下水道、ガス、電力、通信用地中管路構造物が数多く施工されている。これらの地下工事の多くは、輻輳する道路交通事情、騒音・振動対策、沿道家屋に及ぼす影響などから、在来開削工法に代つてシールド工法、推進工法が採用され、また、それらの施工技術、施工機械についても積極的な開発が進められている。

市街地における地中管路建設工事は、対象とする地質が比較的軟弱なチヌウ積層またはコウ積層であり、土質や地下水あるいは工事区域の生活環境などを施工場所によつては、かなり難しい施工条件で工事が実施される。従つて、最近とくに注目されるようになってきた騒音、振動、地盤沈下によるいわゆる建設公害から、生活環境上の要素をも十分に考慮した工法、機械の開発が望まれている。

ここに紹介する小口径管推進工法 (SMOLE工法) は、このような複雑多様な施工条件に対応するものとして開発されたもので、次にSMOLE工法の概要とその特徴および埋設装置の仕様についてのべる。

2. SMOLE工法 (スモール工法)

2.1 SMOLE工法の概要

本工法は、管径φ250mm～φ600mmの小口径管をSMOLE埋設装置(以下SMOLE機)を使用して、発進坑から到達坑までの管路を高精度に圧入する推進工法である。SMOLE機は、掘進台、油圧ユニット、操作盤、先導管、誘導管、レーザー発振器より構成され、発進坑に設置された掘進台から先導管、誘導管を到達坑まで掘進させ、貫過後誘導管をガイド管としてヒューム管等の埋設管を推進させて埋設する工法である。

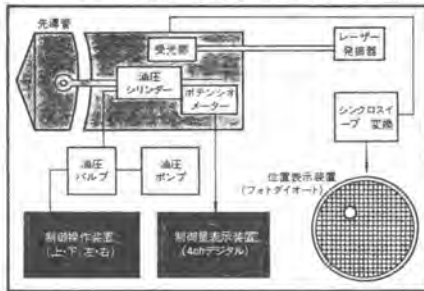
図-2.1 SMOLE機によるヒューム管埋設



誘導管の先端に連結する先導管は、方向制御装置を内蔵し、発進坑にセットされたレーザー発振器

の光束を先導管内受光盤から地上の操作盤の位置表示計に連続的に感知されて方向修正装置を作動させるので、埋設管の施工精度は極めて高い。

図-2.2 目標感知および制御機構



このようにして、管路の位置の計測、方向修正はすべて地上からの遠隔操作によつておこなわれ、貫通後先導管および誘導管は、ヒューム管を推進させながら順次到達坑から回収される。

先導管先端のカッターと掘進機の圧入で取り込まれた土砂は、スクリーユコンベアによつて発進坑に排出され、ダンプトラックで土捨場まで搬出する。

2.2 S M O L E 工法の特徴

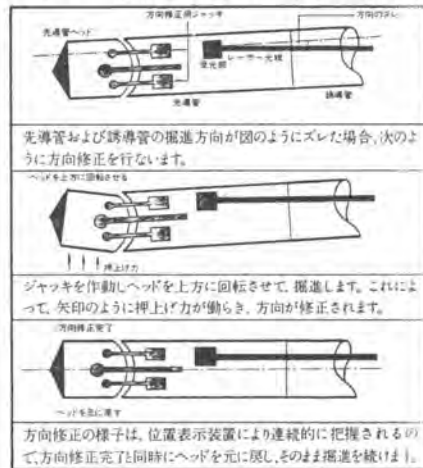
本工法の特徴として次の事項があげられる。

- 1) S M O L E 機は、低騒音、低振動であるので工事に伴う公害による影響が少ない。また、発進・到達坑は従来工法に比べて小さく、路上交通への障害も少なくすむ。
- 2) 方向制御装置を備えているので下水管路勾配（通常千分の1単位）のような高い精度が要求される場合にも十分対応できる。ちなみに、方向制御装置をもたない鋼管圧入工法の場合は、施工精度 $1/100 \sim 1/200$ と言われている。その場合には、延長 20m として誤差は $\Delta = 20m \times 1/200 = 100mm$ となる。
- 3) 地層の傾斜や土質が粘土、シルトの互層になつているような地盤でも、土砂を取込む推進方式であるので、比較的巾広い土質条件に対して適用できる。
- 4) 操作装置に、推力伝達、方向制御、目標感知などの計器類が組み込まれたワンマンコントロール方式であるので、操作が簡単で少ない人員で作業ができる。
- 5) 人家の密集地、狭隘な道路などで開削工法による管路の埋設が施工できないような地域においても、また、工事区域の沿道家屋や地中埋設物へ影響を与ることなく施工ができる。

2.3 S M O L E 機仕様諸元表

S M O L E 機	寸法・能力	S M O L E 機	寸法・能力
本 体	3,300×2,000×1,600 mm	スクリーユ回転力	1,000 kg-m
本体総重量	3.5t	スクリーユ回転数	0~25 R.P.M
推 進 力	200t(100t油圧ジャッキ2基)	施工可能延長	60 m
ストローク長	380mm	N値の極限(推定)	30
管 径	φ250~φ600mm	推 進 精 度	上下左右 20mm
管 中 心 高	750mm	方 向 修 正 角 度	3°

図-2.3 先導管および誘導管の方向修正

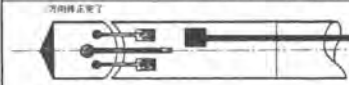


先導管および誘導管の掘進方向が図のようにズレた場合、次のように方向修正を行います。

ヘッドを上部に回転させる



ジャッキを作動しヘッドを上方に回転させて掘進します。これによって、矢印のように押し上げ力が働きます、方向が修正されます。



ヘッドを戻す

方向修正の様子、位置表示装置により連続的に把握されるので、方向修正完了と同時にヘッドを元に戻し、そのまま掘進を続けます。

3 S M O L E 工法の実施例

本工法によるこれまでの実施例としては、都内およびその周辺地域において10数件の主として下水道管埋設の実績があるが、それらの中で最近、都下水道技綱埋設現場において極めて厳しい施工条件で一部路線をS M O L E 工法によつて実施し、良好な成績を収めて無事完了したので報告する。

3.1 工事概要

図-3.1に示す下水管路系統図の48、51路線、No.38人孔からNo.4人孔までの管径300mm、区間延長45m、推進長41mとNo.4人孔からNo.5人孔までの管径600mm、区間延長28m、推進長22.8mの2路線がS M O L E 工法によつて実施された。

No.4人孔附近、道路際の国交・重文に指定されている大円寺本堂および五百ら漢などは、建立以来200年を経過したものであつたが、工事による影響は全くなく、また、埋設管に併行していた水道管、ガスパ、電力管などへの支障もなく工事を終ることができた。

3.2 地形および地質

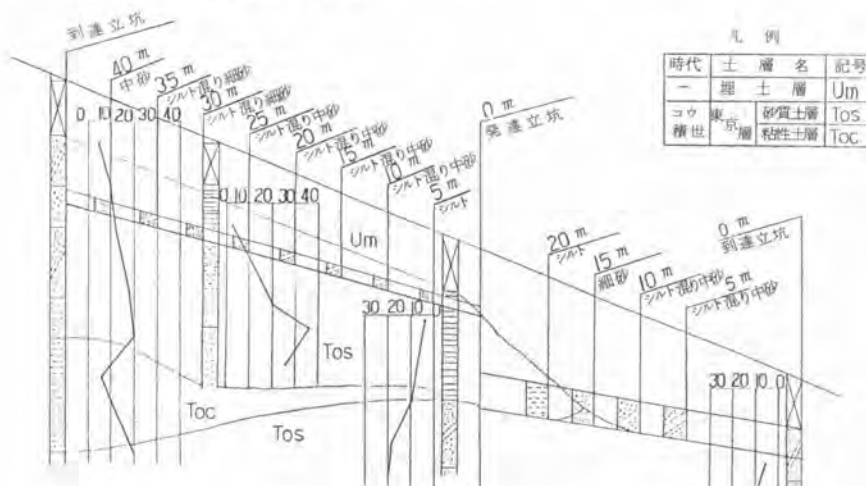
施工区域の地形は、武蔵野面と下末吉面に囲まれたチユウ積台地部で、目黒川に向つて急傾斜面をなし、道路(通称行人坂、幅員6m、勾配10%)面下に埋設する管路勾配は100%となつている。

下末吉面の地質構成は、上部より関東ローム層、東京層であるが、道路面下の地中には前述の各企業管路が埋設されたために、最上部の関東ローム層はほとんど欠落し、埋戻砂層の下に直接東京層(砂質土層と粘性土層の互層)が堆積している。(図-3.2参照)

図-3.1 S M O L E 工法施工区間

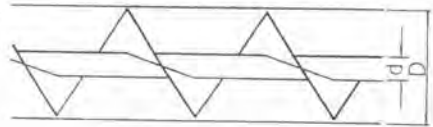


図-3.2 土質断面図



その他、計画管路に支障する各企業埋設物の移設は工事着手前におこなわれたが、なお予期せぬ障害物の有無を確認するために小口径の水平ボーリング探査をおこなつた。

地中障害物のうちでSMOLE機で取込み可能な礫、垂藤などは、理論的には、右図に示すように、スクリーコンベア通過径 D' は、 $D' < \frac{1}{2} \cdot (D - d)$ となる。



3.3 施工結果

地下埋設物の状況から、48路線はNo.4入孔を発進立坑として施工した後、逆押しで51路線の施工をおこなった。

掘進圧入による先導管の変位状況は、図-3.3に示すごとくであり、上・下、左・右共に極めて高い施工精度が得られた。

また、推進力、スクリートルクの状況は図-3.4に示すとおりである。

施工期間中の騒音、振動の各測定結果は表-3.1に示してあるが、いずれも、都条例で規制されている基準値以下であり、SMOLE機の騒音の発生源である油圧ユニットは、推進力が80t前後で測点A(油圧ユニットより10m)において最大60ホーンであった。

なお、隣接する大円寺境内の放生池の水位観測もおこなったが、何ら異常は認められなかった。

表-3.1 騒音・振動の測定結果

測点	場所	管径mm	騒音(ホーン)	振動(dB)
A	大円寺境内 (油圧ユニット横10m)	300	58	22
		600	60	23
B	油圧ユニット横3m	300	64	25
		600	73	25
C	先導管真上付近	600	—	35

② 表中の測点位置は図-3.1参照

4. おわりに

本施工例は、とくに施工条件で、極めて厳しいものがあつたが、SMOLE工法を採用することによって当初の目的を達成することができた。その他の実施例においても、在来の小口径管推進工法では施工不可能な土質条件の下で工事がおこなわれ、すべて無事完了している。このように、SMOLE工法は、今や各方面から注目を集めており、小口径管推進工法が、今後幅広い分野で用いられる可能性を示したものと見える。なお、本工法は現在、施工実績を積み上げている段階であるが、SMOLE工法をより良いものとして完成させるように、更に改良を重ねてゆくつもりである。

写真-3.1 誘導管の接続(φ600mm)



図-3.3 計画線に対する方向誤差(φ600mm)

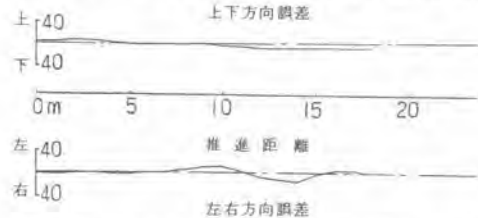


図-3.4 推進距離-トルクおよび推進力(φ600mm)

