

14. 玉石を破碎する小口径管推進工法 “SST工法”

東急建設(株)：鷹巣 征行・原 幸一・*福田 澄男

1. はじめに

現在、下水道などの埋設管敷設工事には各種の小口径管推進工法が盛んに採用されている。しかしながら対象土質が砂礫層、特に、大きな玉石などが混在する地層における施工は非常に困難を極め、たとえば破碎可能な礫の大きさに制限があったり、玉石が取り込める径まで推進管径を拡大することにより施工してきたのが実状であった。当社では昭和57年よりこの課題に取り組み、一般土質はもちろん、大きな玉石が存在する地層であってもそれら障害物を能率よく確実に破碎し、かつ高精度の

推進を可能とした小口径管推進工法「SST工法」
(Super Striker Tunnelling Method) を開発した。

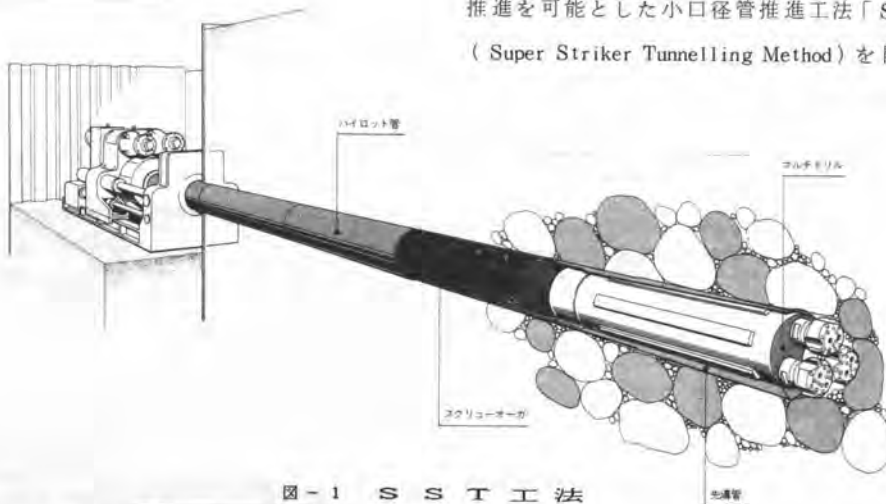


図-1 SST工法

2. SST推進機の構造

2-1 推進機本体

推進機本体は、外管ドリルヘッド、内管ドリルヘッド、トラベルフレームの3つからなる。

外管ドリルヘッドは外管(鋼管φ350mm)をその外周でチャッキングし、さらに2台の油圧モーターにより減速機を介して回転させる(0~7r.p.m)構造となっている。この外管ドリルヘッドは、左右2本の油圧シリンダー(総推力50ton)によりトラベルフレーム上を前後にスライドする。また通常推進時(直進時)には外管を回転させながら押し込むが、方向修正時には外管を揺動させながら推進する。そのため外管ドリルヘッドには2つの近接スイッチを設けており、その揺動範囲(角度および位置)を自在に設定可能とした自動揺動装置を装着している。

内部ドリルヘッドは、スクリーオーガを連結し、回転(0~25r.p.m)と外管と同様2本の油圧シリンダー(総推力11ton)にて前後へのスライドをさせる。内管ドリルヘッドの回転軸の中心は中空構造となっており、エアースイベルを介して送気された圧縮空気の供給路になると共に、推進中の先導管の変位検出測量用の視準孔を兼ねている。

トラベルフレームは、左右2本のスライドレールをもち、この上を外管および内管ドリルヘッドがスライドする。最前部には4つのガイドローラーがあり

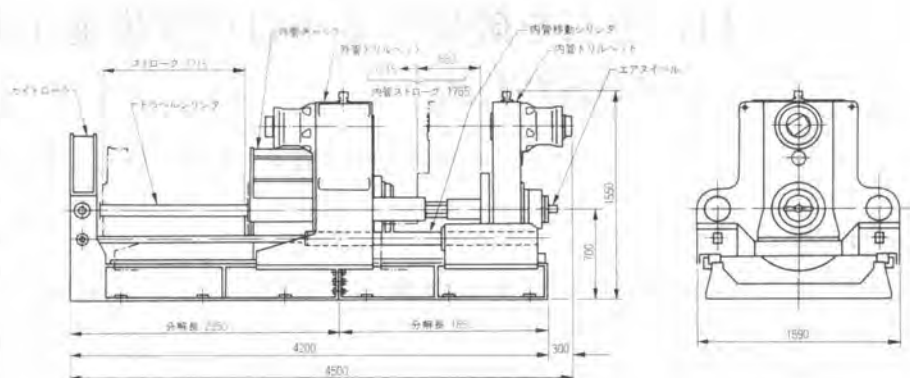


図-2 推進機本体

これにより外管を保持する構造となっている。さらにトラベルフレームは前後に2分割が可能である。

推進機本体は全て油圧駆動でありその操作は主にコントロールパネル上での遠隔操作であるが、本体部分にも数種のスイッチを設けており必要に応じて操作位置を切換えることができる。

2-2 掘削器具

掘削器具は、先導管とパイロット管から成る外管、およびマルチドリルとスクリーオーガから成る内管から構成されている。また拡孔推進時には拡孔ビットが用いられる。

先導管は内径と外径の断面を偏芯させており先端部分では肉厚の部分と肉薄の部分の差が最も大きくなる形状とし、これにより方向修正を行なう。また前後2分割の構造で、前部先端には超硬チップが埋め込んでいるが、チップ摩耗した際も容易に交換可能である。先導管に後続するパイロット管(φ350mm)は溶接にて接続していく。



写真-1 到達状況
(先導管+マルチドリル)

マルチドリルは圧縮空気の供給により前後運動を行なうダウンザホールドリルを3本組み込んだ構造となっている。

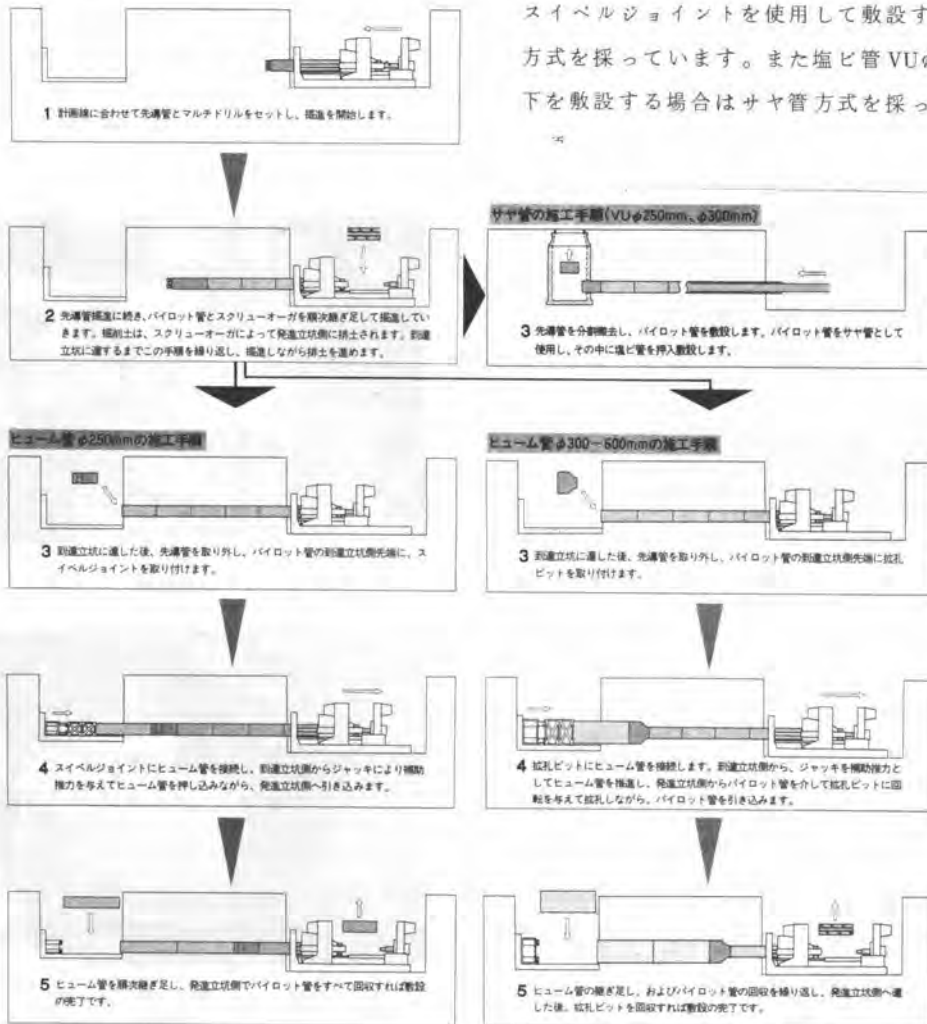
超硬チップを埋め込んだ先端のヘッドは約40mmのストロークをもちこれによりいかなる大きさの礫、玉石であっても破砕していく。またマルチドリルの中心部には発光ダイオード内蔵のターゲットが装着しており、このターゲットを後続するスクリーオーガの中空軸を通して推進機本体後部のトランシットにて視準する。また圧縮空気の供給もこの中空軸を用い行なわれる。なお普通土の掘削にあたってはマルチドリルに代わりオーガビットを用いる。

拡孔ビットは敷設する本管と同じ外径をもたせてあり、パイロット管貫通後に到達立坑にて取り付ける。拡孔掘削前面には超硬チップが埋め込まれまた掘削土取込用のスリットが設けられている。このチップの形状、材質は土質に応じ普通土用から岩盤用まで使い分ける。拡孔ビットには、スラストベアリングを組み込んだスイベルジョイントが接続され、拡孔ビット本体は回転させ引き込むが敷設本管は回転させない構造となっている。

3. 工法の特長

- ① オーガ先端に取り付けたマルチドリルのヘッドがそれぞれ毎分1,000回以上の前後運動による打撃をくり返し、掘削前面の玉石や流木などの障害物を容易に破碎し掘進していく。破碎された掘削土はマルチドリルの外周と先導管内面との隙間（15mm程度）を通過し、さらに後方のスクリーオーガにより推進機本体まで排土される。したがって前面に存在する玉石などがいかなる大きさであってもそれらはすべて15mm以下に破碎された状態で排土される。
- ② 傾斜をつけ偏芯断面をもたせた特殊な先導管によるシンプルな方向修正機構を採用しているため砂礫層などの硬い地盤であっても確実な施工精度が得られ、また故障などのトラブルがない。
- ③ 特に砂礫層などでは推進力の増大が予想されるが、本工法はパイロット推進の後に拡孔推進を行なう二工程方式を採っているために、ヒューム管、鋼管などの敷設本管に加大な力を加えることなく、亀裂、座屈などの損傷を与えない。また拡孔推進時の排土も全て発進立坑側へ行なわれるので

図-3 施工手順



本工法では、到達立坑側から拡孔ビットまたはスライジョイントを使用して敷設する二工程方式を採っています。また塩ビ管 VUφ250mm 以下を敷設する場合はサヤ管方式を採っています。

表-1 工法仕様

工法名	S S T 工法 (Super Striker Tunnelling Method)	
方式	高精度二重管回転推進式	
推進機	形式	F S - 1 0 0 B
	名称	高精度2重管回転推進機
適応土質	玉石混り砂れき : マルチドリル 一般土質 : オーガドリル	
推進用ビューム管	φ 250mm : (パイロット管 + 置換) 方式 φ 300 ~ 500mm : (パイロット管 + 拡孔) 方式	
塩ビ管	V U φ 250 以下 : さや管方式	
推進長	標準 50 m	
方向修正方式	先端偏孔管方式	
排土方式	(オーガ + エアー) 方式	
立坑寸法	発進側	5,800 × 2,800 以上
	到達側	4,000 × 2,000 以上

敷設管内を汚したり傷を与えることがない。

- ④ 推進機は全油圧駆動であるため、土質に応じた最適なトルク、回転数、推進速度を任意に設定でき効率の高い掘進を可能にすると共に、機械や各構成部品に無理な力を加えることがないため故障などのトラブルを最小限に抑えられる。
- ⑤ パイロット管貫通後、到達立坑にて必要管径の拡孔ビットを取り付ける方式のため、最小のツール構成で施工可能である。
- ⑥ パイロット推進中のマルチドリル先端では掘削土量と後方に排土される土量とのバランスが保たれており、常に地山を押えつけた状態で掘進するため地山を弛めることがない。

4. おわりに

「S S T 工法」による実施工にはいったのは昭和60年の8月であり今日までわずか一年程であるが、この間約20件の施工を経験してきた。まさに、礫、玉石層などを克服する工法が待たれていた感がある。当初開発に携わってきた我々でさえ実際の地山での施工には多少の不安があったものの、現在までいかなる地層であっても推進してきたマルチドリルの偉力についてはさらに自信を深めることができた。

しかしながら「S S T 工法」は、より一層の改良、改善の余地をもっていることも事実であり、我々としてはさらに高性能な小口径管推進工法として発展させていく所存である。

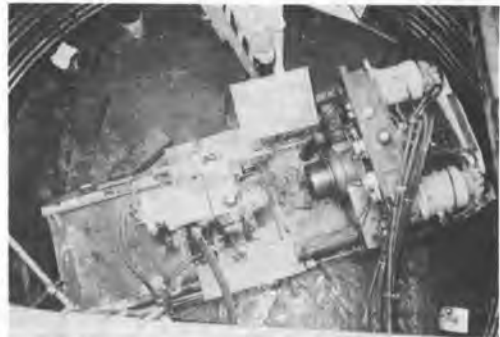


写真-2 推進状況



写真-3 到達状況 (既設1号人孔)