

24. 難土質対応小口径推進機の開発

コマツ： 小林 亮二・糟谷 哲之
*秋山 浩志

1. はじめに

近年、下水道工事の地方都市化に伴い、小口径推進工法の分野では、砂礫、玉石層などの難地盤での施工割合が、益々増加してきている。

小口径推進機メーカー各社は、難地盤での施工実績を積み重ね改良を加え、小口径推進工法の適用土質拡大に努めて来たが、更に、礫率が高く、より大きな礫・玉石層、滞水砂礫層への適用と、推進スピードの向上及び、熟練オペレータでなくとも、容易に、確実に施工できる機械が要求されている。

本開発は、数多くある小口径推進工法の中で、操作方法が容易で、地上処理設備が不要等の利点のある、オーガ1工程工法の特長を生かし、従来問題となっていた、礫破碎能力の向上と、施工情報管理を含む操作性の向上、容易化により、日進量を倍増（従来比）することを目標に進められた。

2. 従来のオーガー工程工法の問題点

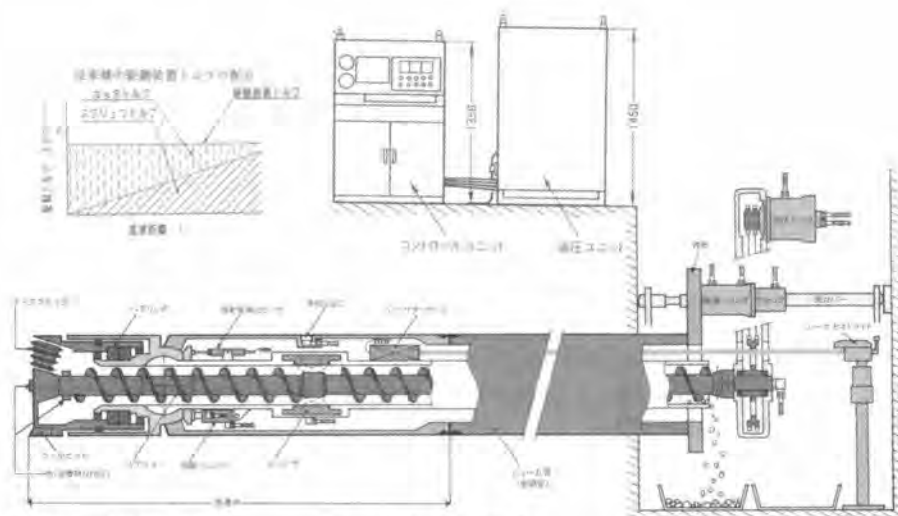
今までのオーガー工程工法では、管径の大きさ及びカッタヘッドの支持構造、方向修正機構等により、スペース的な制限があることから、地山掘削のためのカッタヘッド駆動力を、排土用スクリュのシャフトを利用し発進立坑に設置された駆動装置から伝達することが、一般的な構造であった。しかし、駆動源を一つにしていることから、難土質施工では、以下の問題点があった。

(1) 排土用スクリュのシャフトを利用してカッタヘッド駆動力を伝達するため、シャフトの機械強度の関係よりカッタヘッドの駆動力を増大させることが困難であった。

(2) 駆動力が、排土用スクリュの駆動力に消費され、礫・玉石を破碎するのに必要なカッタヘッド駆動力を安定して得ることが困難であった。そしてまた、推進距離が延びるほどその傾向が顕著となる等、推進が不連続になり、推進速度が低下する。

(3) 難土質では、往々にしてカッタヘッド前面で、礫が溜まり負荷がきつくなるため、カッタヘッドの回転不能状態（ストール状態）になる。その解除にカッタヘッドの正転逆転操作をするが、排土スクリュの回転も同時に行われ排土を逆送し、カッタヘッドチャンバ内及び排土スクリュ内で閉塞を起しストール解除することがさらに困難になる場合がある。

(4) 流砂現象を起こす崩落性の高い地山においては、大型ピンチ弁の開度を調整しプラグゾーンを形成・止水と同時に、排土量を調整しながら推進を行うが、カッタヘッドの回転と排土用スクリュの回転が同時になされることから、掘削土量と排出土量のバランスをとることが、非常に難しく熟練したオペレータが必要である。



3. 本開発機の構造と特徴 図1 従来機の構造

図2に本開発機のシステム構成図を示す。表1に主要性能を示す。

本システムは、先導管、油圧ユニット、推進装置、コントロールユニットの4つの装置により構成される。先導管、油圧ユニット、推進装置の各装置には、アクチュエータ駆動用の油圧制御バルブが組み込まれており、油圧制御バルブは、コントロールユニットにより制御している。これらの主要システムは、すべて新しいコンセプトにもとずいて大幅に機能改善が実施された。一方、油圧エキスカベータ等、既に関発・実績のあるコンポーネントとの共通化をはかり、開発期間の短縮、信頼性の確保につとめた。

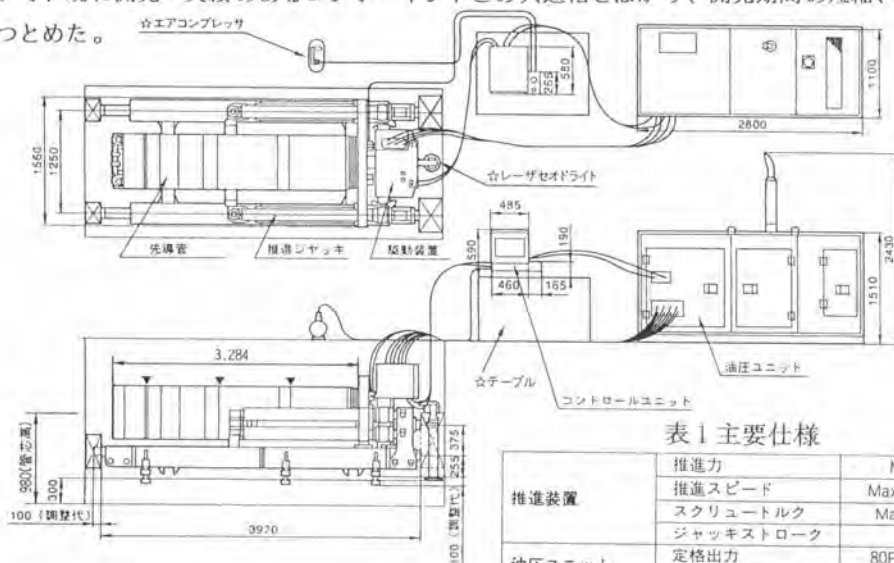


図2 開発機のシステム構成

表1 主要仕様

推進装置	推進力	Max. 200ton
	推進スピード	Max. 2,400mm/min
	スクリュートルク	Max. 1,680kg・m
	ジャッキストローク	1,515mm
油圧ユニット	定格出力	80PS/2,000rpm
	エンジン型式	水冷4サイクル直噴式
コントロールユニット	使用電源	DC24V×0.3KW
	表示方式	カラー液晶画面
	操作方式	タッチパネル方式
先導管	カットトルク	Max. 2,600kg・m
	回転数	0~8rpm
	土圧検知	0~5kg/cm ²

(1) 先導管

基本的に先導管内部の構造の見直しを行なった。

難土質対応、施工速度の増大のため、カッターヘッドは、先導管内に内蔵された専用の駆動モータで、常時高トルクで、かつ、任意の回転数と正逆運転できるようにした。このためスクリュコンベアは、発進立坑内での駆動装置で排土状況に応じた最適の操作が可能となった。また、揺動シリンダでカッターヘッドの掘削推力を検知し、さらに、カッターヘッドチャンバ内土圧を検出することにより、オペレータは、瞬時に施工情報を把握でき、安全、確実な施工が可能となった

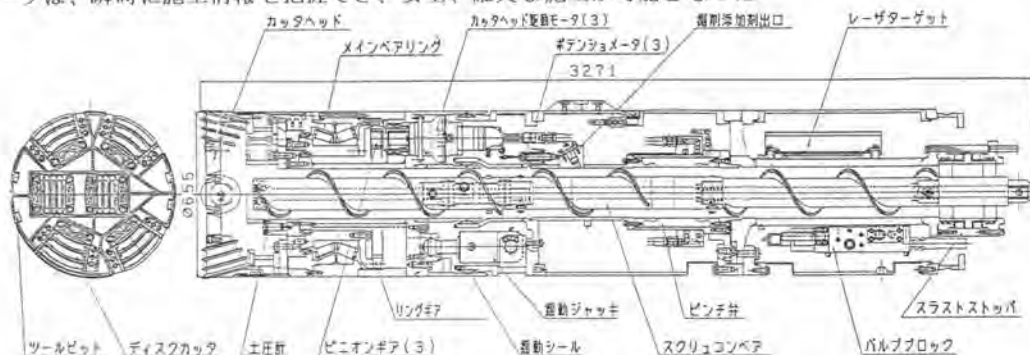


図3 先導管構造

(2) 油圧ユニット

油圧ユニットは、従来の電動機駆動に対しエンジン駆動方式を標準仕様とした。油圧エキスカベータのパワーラインを流用し、小口径推進機用の油圧源として、ユニット化し低騒音化を図った。(図4参照)。これにより、受電設備やジェネレータの設置が不要となりエネルギーコストの低減と省スペースメリットが期待できる。(OPTとして電動機駆動油圧ユニットを準備)

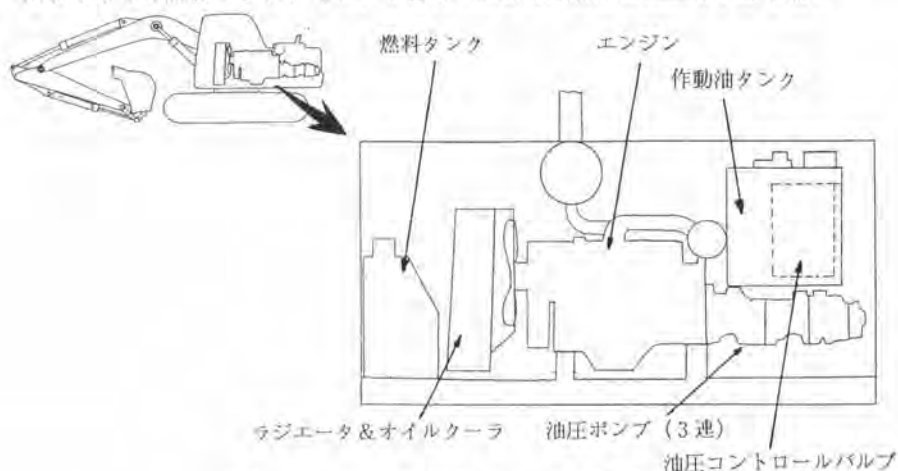


図4 エンジン式油圧ユニットの構成

(3) コントロールユニット(施工情報の集中化)

コントロールユニット操作の容易化と各部の作動情報及び、施工情報の表示、収録を一元化するため、コンピュータ内蔵のカラー液晶モニタとシートキー・スイッチ操作盤とを組み合わせ、コンパクト化し、設置場所の任意化を図った。

各装置の各部センサの情報は、コントロールユニット内のコンピュータに伝送され、演算処理、判断されたデータや機械の状態がカラー液晶モニタ表示され、施工状況の変化や機械の状態が、容易に把握でき、誰でも少しの教育で操作可能となった。また推進装置の推進シリンダのストロークごとの施工データは、ICカードに収録されプリントアウトできるので、時工区での施工管理も容易となった。各種施工情報の表示、及び施工上の警報、機械上の不具合の警告等の表示を液晶画面に一括表示され施工状況の変化、機械の状態を容易に把握することが可能となった。(図3参照)

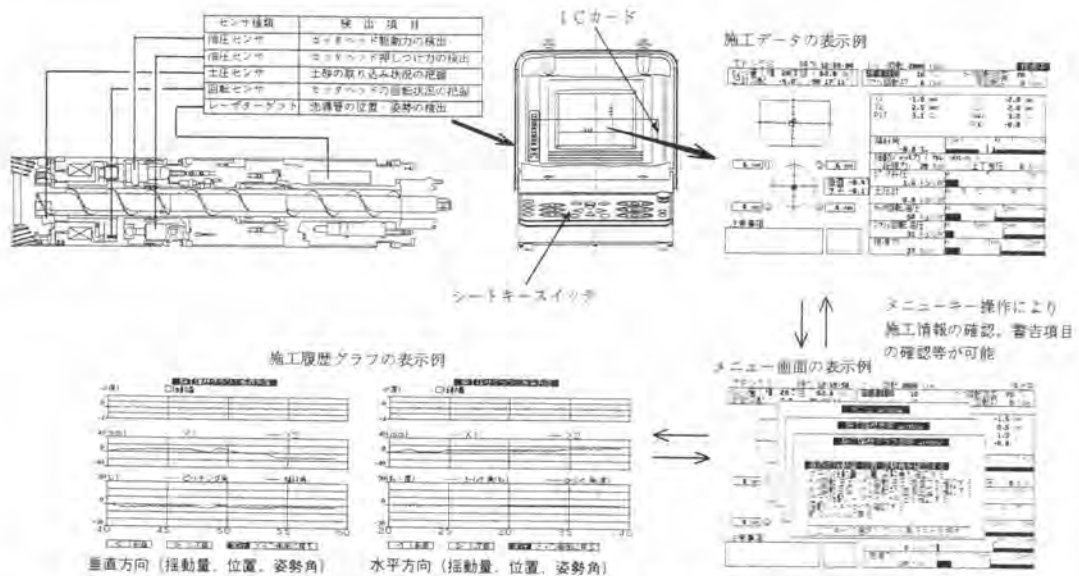


図5 コントロールユニットのシステム図

4. 従来機と開発機の施工実績比較

推進機の性能を比較する場合土質条件等の違いにより比較することが困難であるが、本機械の開発時には、ユーザの協力により従来機で施工している同一工区でのテスト施工を実施することが可能となった。表1に、施工実績を示す。本現場は、Φ300以上の大径礫を含む礫率80%以上の難地盤であったが、開発目標である日進量倍増を達成できた。

5. 終わりに

小口径推進機分野における工事は、今後とも条件の厳しい土質への対応、工事期間の短縮の要求は、ますます強くなっている。今回の開発は主に掘削性能、操作性の向上を図ったが、今後は、掘進以外の付帯作業である管接続作業についても改良を行い作業性の向上とトータルコストの半減を図っていく予定である。

表2 従来機と開発機の推進データ比較

ヒューム管径φ500mm
土質条件 土質：砂礫、玉石混り砂礫
N値：50
礫分：60%
水位：G.L.-5.5m~7.2m
透水係数：1.12x10m/sec (但し、G.L.-6.6m)

	No	推進延長 (m)	推進日数 (日)	日進量 (m/日)
T90S	1	43.35	14	3.1
	2	36.85	19	1.94
	3	41.35	14	2.95
	4	34.85	10	3.49
		平均		2.74
T95S	1	43.90	9	4.87
	2	100.0	1日	5.56
		平均		5.33