

解説 次なる発想の源

力強くスマートに施工 — Smart^{さい}犀^し工法 —

よねもり せいじ
米森 清祥

ラムサス工法協会
事務局長



1 はじめに

ラムサス工法協会は「大口径管推進で礫・粗石・巨石層を得意とする工法」というコンセプトのもと、平成9年に産声をあげました。「ラムサス工法」を開発して間もなく、小口径管推進の市場が拡大してきたためラムサス工法で培ったノウハウをもとに、呼び径250～600mmを対象とする「ラムサス-S工法」を発表し、できるだけ小さいサイズの立坑でかつ長距離推進が可能な工法の開発・改良をおこなってきました。

土質が推進管路全線にわたり粗石・巨石層であるなど、厳しい土質条件の工事であっても、施工方法や先導体・掘進機の改良を重ねることにより、多くの採用と実績を積み、施工延長を伸ばしてまいりました。

2 Smart^{さい}犀^し工法開発の経緯

小口径管推進の設計・施工依頼をいただく案件の中には、土質条件が粗石や軟岩層など当協会の技術積算資料では「要検討」としている案件もありました。（実際に施工をおこなったケースもあります。）「要検討」としている案件の多く

が経済的な掘削速度ではなく、ローリング対策の必要性などの課題から、敬遠しがちになり、その分野においての技術革新に大きく遅れをとりました。

また、最近の推進工法は、土質条件に起因するものの他に

- ①現存する管きょ網に接続が可能な工法（既設構造物への到達と、そこでの分解回収が可能であること）
- ②中口径管推進においても小立坑発進が可能な工法（小口径管推進と同様、コンパクトな立坑からの発進が可能であること）



写真-1 下水道展大阪での展示状況

などのニーズが高まってきました。それらに応えるため、弱点を洗い出し強化方法等を検討し構想から製作まで3年を費やし、ようやく発表できる体制が整いました。

掘進機の試作機製作・試験施工・改良・再試験施工を重ね、今年度の下水道展'14大阪に「Smart犀工法」の実機を出展することができました（写真-1）。

また、Smart犀の名前は、【Smart】きびきび・活発・賢明など…と、【犀】動物の犀（Rhino）の頑健、どう猛な動物であること…を組み合わせ、巨石や岩盤を破碎し、突進していく。という想いを込めて命名しました。

3 本技術の真髄

Smart犀工法の排土方法、破碎装置、小口径管推進の測量方法については、ラムサス工法やラムサス-S工法を踏襲しています。

【排土方法】

大口径管推進は泥濃式、小口径管推進は泥土圧吸引排土方式を採用

【破碎装置】

先導体・掘進機の隔壁前部にコーンクラッシャを装備し、粗石を破碎

【小口径管推進の測量方法】

「土被りが大きい場合、埋設物の影響がある場合」は、管内自動測量システムを用いる

これに加えて、Smart 犀工法の特長を以下に示します。

3.1 小口径管推進の

適応土質範囲の拡大

呼び径 250～700 の下水道推進工法用鉄筋コンクリート管 (JSWAS A-6) をはじめレジン管・鋼管・ダクタイル管推進への対応も可能にしました。

また、適用土質については、ラムサス-S 工法では対応が困難であった土質

への対応を可能とし、範囲の拡大をおこないました。なお、適用土質の一覧を表-1 に示します。

従来の「ラムサス-S 工法」では「施工不可・都度詳細検討」としていた F 土質および G 土質を、適応土質範囲に追加しました。また、最大推進延長は F 土質の場合は 1 スパンで 120～150m、G 土質の場合は 80～100m 程度と決めました。

過去に G 土質を施工した（苦い）経験より、「カット回転速度を上げること」と、「それ自体が大きな寸法とならないようにすること」が大きな課題であると

して、カットモータの開発を進めました。それにより生じるローリング対策、摺動部・接続部などの耐久性など、発生するほかの問題についての実証も重ねました。先導体内に搭載する他の機器についても、仕様はもとより、配置や使い勝手も向上させ、少しでも先導体の発進・回収がスムーズにおこなえるように心掛けました。先導体の各部の分割後の長さ寸法を短くすること、中折れ角度に影響する部分の長さが、長くないようにすることに注視し、従来のラムサス-S 工法と同等の、施工可能な最小曲線半径を保持することができました（表-2、3）。

3.2 Smart 犀工法における

中口径管推進の特長

中口径管推進用掘進機の最小発進立坑寸法と回収可能な立坑寸法（マンホール）を表-4、5 に示します。

中口径管推進については
・コンパクトな立坑から発進
・既設の管きょやマンホールなどの構造物への到達～回収

を可能にしました。まず、呼び径 1100 以下の分割回収型について紹介します。

開発を進めていく中で、大きな問題に直面しました。ラムサス工法の推進機は、粗石や巨石に対応するために、カット駆動方式が外周駆動方式で、大容量のカットモータを搭載しております。そのため、構造が複雑になるばかりでなく、駆動部にあわせた掘進機本体の長さ寸法となっている事が、ボトルネックとなっていました。

カット旋回ベアリングをはじめとする外周駆動装置を、分割可能な構造にすることに精力を注ぎ（分割後のパーツが狭隘なマンホール内で取りまわしが可能であるかなどの）シミュレーションも実施しました。つい先日、現場での施工も経験し、無事に到達・分解回収

表-1 適用土質

呼び径		250～700	
協会土質区分	土質区分	土質条件	面板
	普通土【A】	粘性土：N 値 30 未満 砂質土：N 値 50 未満 砂礫土：最大礫径 20mm 以下、礫含有率 20% 以下	N 型
	硬質土【B】	粘性土：N 値 30 以上 砂質土：N 値 50 以上 砂礫土：最大礫径 75mm 以下、礫含有率 40% 以下	
	礫質土【C】	最大礫径が呼び径の 30% 以下 礫率が 60% 以下	
	礫・粗石混り土【D】	最大礫径が呼び径の 50% 以下 礫含有率 80% 以下 一軸圧縮強度 100MN/m ² 以内	M 型
	礫・粗石混り土【E】	最大礫径が呼び径の 80% 以下 礫含有率 80% 以下 一軸圧縮強度 200MN/m ² 以内	L 型
	礫・粗石混り土【F】	最大礫径が呼び径の 120% 以下 礫含有率 80% 以下 一軸圧縮強度 200MN/m ² 以内	G 型
	軟岩【G】	一軸圧縮強度 40MN/m ² 以内	

※ 太枠内の適用土質を拡大して対応を可能とした。

表-2 N 型、M 型の施工可能な最小曲線半径の目安

呼び径	250	300	350	400	450	500	600	700
曲線半径 (R = ・ m)	40	40	40	40	40	40	40	40

表-3 L 型、G 型の施工可能な最小曲線半径の目安

呼び径	250	300	350	400	450	500	600	700
曲線半径 (R = ・ m)	60	60	60	60	60	60	60	60