

VI-100

硬質地盤用小口径推進工法の開発
（エンビモール工法・掘削システム）

株式会社 森 組 技術開発部 正会員 河野常治
株式会社 森 組 エンビモール部 瓦 雅哉
丸 紅 株式会社 大阪機械本部 小林光一

1. はじめに

エンビモール工法は圧密2工程方式の小口径塩化ビニール管推進工法であり、主として礫・玉石を除いた沖積層を対象として昭和63年度に開発された。以来、平成4年3月までに25,000mの実績を有しているが、土層の変化の著しい地盤や礫混り地盤および硬質粘性土地盤では、方向制御に支障をきたしたり、推進困難となるケースも発生した。

本文はこれらの硬質地盤を対象として開発されたエンビモール工法（掘削システム）に関するものであり、以下にその概要を示す。

2. 適用地盤・適用管種など

1) 適用地盤

表-1にエンビモール工法の各システムと適用地盤を示す。このうち、掘削システムは礫・玉石混り地盤及び硬質粘性土層を対象としている。

2) 適用管種

掘削システムに使用する管は、FRPM管としている。塩化ビニール管でも埋設可能であるが、礫・玉石地盤を推進する場合、破碎した礫片で塩化ビニール管を損傷する恐れがあるため、現在のところ塩化ビニール管の使用は制限している。表-2にFRPM管の諸元を示す。なお、管径は $\phi 200 \sim \phi 600$ を適用範囲とした。

表-1. 各システムの適用地盤

地盤 分類	粘性土地盤		砂質土地盤		礫・玉石地盤
	$0 \leq N \leq 15$	$N > 15$	$N \leq 30$	$N > 30$	
圧密	○	×	○	×	×
掘削	○	○	○	○	○
排土	○	×	○	×	×
再生	—	—	—	—	—

備考 1. ○：適用可能 ×：適用不可
2. 再生システムは地盤よりも先行管の程度で選定される。

表-2. FRPM管の諸元

呼び径	継手構造 2,222mm以下 (FRPM)					管口断面係数 (cm^4)	耐圧力 (tonf)	質量 (kg/m)
	T_1	D_1	D_2	T_2	D_3			
150	20.0	150	150	10.5	171	5.0	52.9	23.8
200	21.5	200	243	11.0	222	6.0	72.88	32.8
250	22.5	250	255	11.0	272	7.0	90.20	40.6
300	23.0	300	346	11.5	323	7.0	112.54	50.6
350	24.5	350	399	12.5	375	7.5	142.35	64.1
400	25.0	400	450	12.5	425	8.0	161.99	72.9
450	26.0	450	502	13.5	477	8.0	196.48	88.4
500	29.0	500	558	16.5	533	8.0	267.59	120.4
600	31.0	600	662	18.5	637	8.0	359.29	161.7

3. 礫・玉石破碎のメカニズム

掘削システムは、先頭部に相互に逆回転する外周カッターとビットを装備しており（掘削ビットと称する）、元押し機の押付け力により礫・玉石を固定し、掘削ビットによりこれらをセン断破碎する。写真-1に掘削装置の全景を示す。破碎した礫・玉石は掘削管内に装備したオーガーにより排出する。写真-2は実験工事施工時に採取した玉石であり、写真-3は破碎後の礫片である。

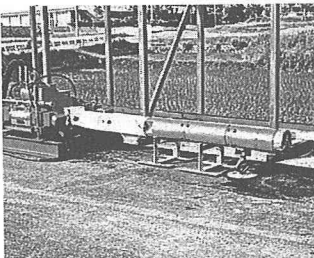


写真-1. 掘削ビット

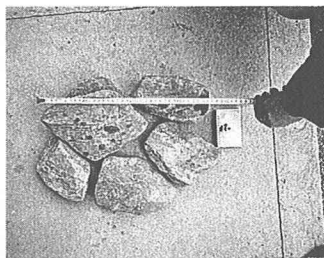


写真-2. 採取した玉石

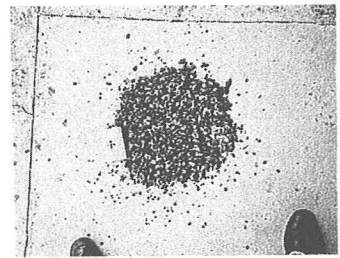
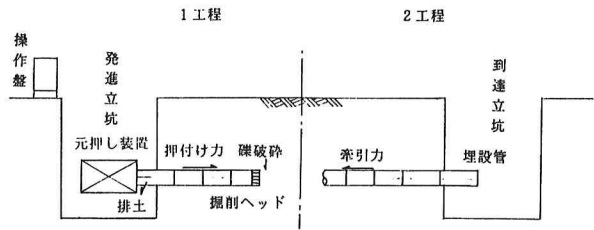


写真-3. 破碎した玉石

4. 掘削システムによる推進工事の概要

図－1 は掘削システムによる小口径管の推進状況を模式的に示したものである。

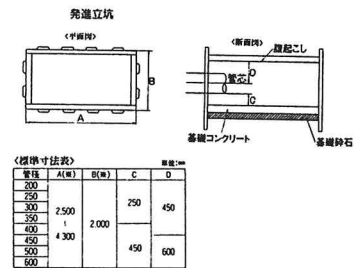


図－1. 推進工事模式図

施工手順

- ①発進立坑より掘削ヘッドで順次掘進する。掘削・破砕した土砂はオーガーで発進立坑に移送する。
- ②先頭部の掘削管は方向制御機能を備えており、上下・左右に軌道修正可能である。
- ③掘進に関する情報（押付け力、推進量、精度）などは発進立坑に装備してある操作盤に表示され、対話形式で操作できる。

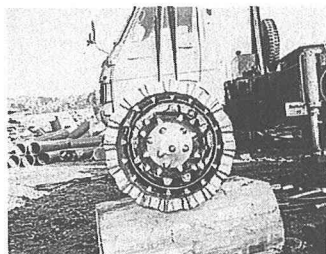
図－2 に掘削システムで使用する立坑の標準寸法を示す。



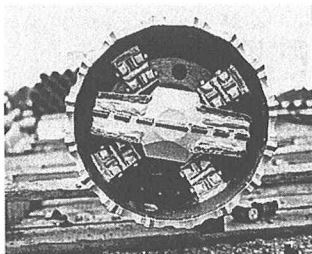
図－2. 立坑の標準寸法

5. 課題項目

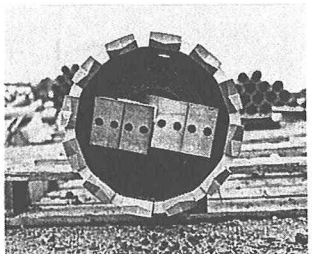
小口径推進工法が適用される工区は一般に地盤情報に乏しく、特に対象が硬質地盤の場合は施工段階でトラブルの発生するケースが少なくない。掘削システムに用いる掘削ヘッドは「礫・玉石用」、「砂・礫用」、「シルト・礫用」、「土丹用」の4種類であり、硬質地盤全般に対応可能となっているが、掘削ヘッドの選択を誤ると工程に影響するケースも発生するため十分な事前調査と掘削ヘッドの検討が必要である。写真－4，5，6に掘削ビットの正面写真を示す。



写真－4. 礫・玉石用



写真－5. 砂礫用



写真－6. 土丹用

今後、掘削システムの施工実績を蓄積し礫破砕能力を評価するとともに、更に汎用性の高い工法となるよう改良して行く予定である。

6. おわりに

下水道面整備の拡充に伴い、小口径推進工法の対象とする地盤も多様化している状況化にある。掘削システムの開発でエンビモール工法は軟弱地盤から硬質地盤まで全ての地盤をカバーすることが可能となった。

本報告が小口径推進工法の計画・設計・施工の参考になれば幸いである。