

解説

自在型推進

ハイブリッドモール工法

推進工法のハイブリッド化で
安定した施工と産廃の減量化を実現



まえだ くにひろ
前田 公洋

ハイブリッドモール工法協会
事務局長

1 はじめに

昭和23年（1948）に初めて推進工法が採用されて以来、推進工法は掘削方式も技術革新を続け、土圧式、泥濃式が導入され、昨今では、推進延長も1.5kmに迫り、推進管径も呼び径4000まで適用領域を拡げている。都市部における交通状況等の地域環境への配慮から今後もさらなる領域の拡大が望まれている。

大中口径管推進工法は、開放型と密閉型に分類されており、密閉型はさらに泥水式推進工法、土圧式推進工法と

泥濃式推進工法に分類されている。各工法とも土質、線形および推進延長等の設計条件により選択されているが、土圧式推進工法と泥濃式推進工法は掘削機の先端から添加材または高濃度泥水を注入して切羽の安定を図っているため、大量の掘削残土が産業廃棄物として排出される。産業廃棄物は、処理場への運搬により最終処分されるが近年、最終処理場の容量不足が逼迫しており、社会問題の一つとなっている。排出者責任として産業廃棄物の減量化を進めていくことが重要な課題である。

ハイブリッドモール工法（以下、本

工法）は大中口径管推進工法において、一般的な推進工法である泥水式、泥濃式および土圧式が有する各々の技術的特性を活かし、推進区間内の土質変化に応じて最適な方式に切り替えることで掘削機の切羽の安定性向上と掘削残土の分級と循環装置の開発による建設汚泥の大幅な減量化および掘削添加材のリサイクル化を実現した画期的な複合推進工法である。以下にそのシステム概要と特長および施工事例等を紹介する。

2 工法概要

2.1 システム概要

本工法は、対象土質に応じて掘削方式と排土処理方式を組み合わせることが可能なことから同一スパン内で土質が変化する場合においても安定した推進と掘削残土の減量化が可能な工法である。

図-1に示すように岩盤、砂礫・玉石、粘性土と変化する土質のスパンでも、立坑を構築することなく、掘削機内で掘削方式と排土処理方式を組み替えることが可能である。

本工法は、掘削方式と排土処理方式

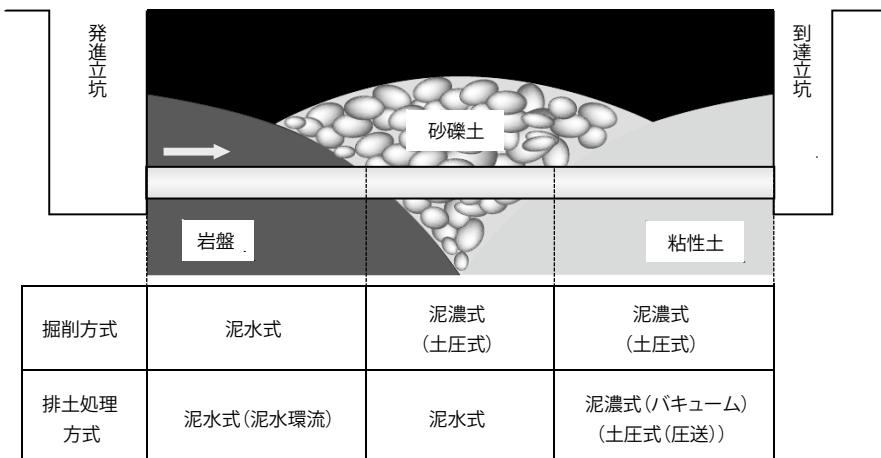


図-1 施工モデル

により表-1に示すように泥濃系ハイブリッドモールド(NN方式、NS方式、SS方式)と土圧系ハイブリッドモールド(SS方式、DS方式、DD方式)に分類される。

本工法の特長を生かせるNS方式とDS方式の模式図を図-2、3に示す。

2.2 工法の特長

本工法の特長を以下に述べる。

- ①推進途中でも掘削機内の配管制御ラインの切替えて掘削方式の変更が可能
 - ・土質変化の激しい地盤においても推進機内の送排泥ラインを機内で変更することで切羽面の安定を確保した推進ができる
 - ・推進機内からビットの交換も可能である
- ②産業廃棄物の大幅な削減および掘削添加材の再利用が可能
 - ・流体輸送排出システムにより円滑な土砂分級処理が可能で産業廃棄物が削減できる
 - ・特殊支圧壁および特殊坑口によりコンクリート殻等の産業廃棄物が削減できる
 - ・分級効果が高めることで掘削添加材および裏込め材への再利用が可能である
- ③切羽部、排泥処理部に2つの掘削室を有しているため、従来工法よりも大幅に切羽が安定
 - ・高水圧地盤での噴発等のトラブル回避が可能である
- ④既設マンホール到達(外筒残置)が可能
 - ・マンホール到達の際に、掘進機の引上げ回収が困難な場合、掘進機外筒部を残置し、内包するカタ装置およびその駆動装置等は分割回収
 - ・残置外筒部と埋設管との隙間に、免震効果の高い緩衝材を注入
- ⑤特殊坑口の使用により初期推進時の掘進機の姿勢維持が容易

掘削方式	排土処理方式			
	掘削方式	排土処理方式	排土処理方式	
泥濃系ハイブリッドモールド	NN方式	泥濃式	泥濃式	吸排泥装置で排泥タンクにストック後、産廃処理
	NS方式	泥濃式	泥水式	吸排泥ポンプで搬送し泥水処理にて分級後、高濃度泥水は再利用
	SS方式	泥水式	泥水式	送排泥ポンプで搬送し泥水処理
土圧系ハイブリッドモールド	DS方式	土圧式	泥水式	級排泥ポンプで搬送し泥水処理にて分級後、添加材は再利用
	DD方式	土圧式	土圧式	圧送ポンプで搬送し泥水処理にて分級後、産廃処理

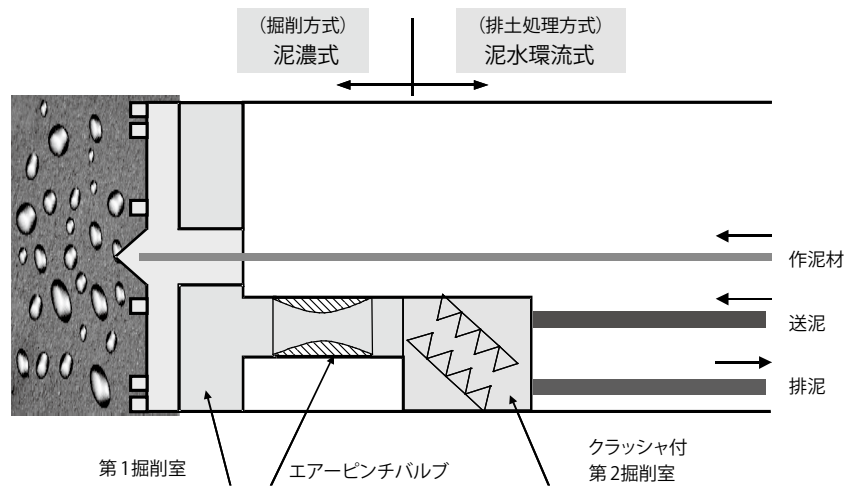


図-2 NS方式

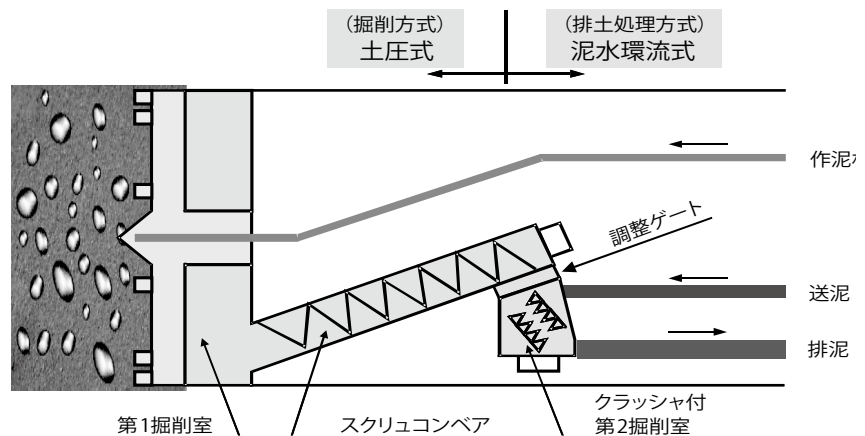


図-3 DS方式

- ・坑口ゴム(エントランスパッキン)背面に、捲れ防止用コンクリートを打設
- ・上記コンクリート断面は、空伏せ構造と同様とし、本設構造物とする
- ・本設構造物であるので、ハツリ等

撤去作業必要なし

- ・コンクリート端部に、鉄筋の機械式継手を設置して打設し、推進完了後鉄筋の接続および配筋等を行い、一体性を確保した空伏せ構造を打継

表-2 NS方式(コーン付)掘進機 礫・岩盤用

呼び径	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200
種別	800	900	1000	1100	1200	1350	1500	1650	1800	2000	2200
外径 (mm)	990	1,110	1,230	1,340	1,460	1,630	1,810	1,980	2,150	2,375	2,610
機長 (mm)	2,735	2,760	2,750	3,000	3,065	3,210	3,300	3,335	3,420	4,155	4,400
重量 (t)	5.4	7.1	8.5	10.0	12.7	13.7	17.8	21.8	26.0	29.0	38.3
標準分割長 (mm)	2,000	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,200	2,300	2,300	2,400	2,400
排土口径 (mm)	2×100	2×100	2×100	2×100	2×100	2×150	2×150	2×150	2×150	2×150	2×150

表-3 適用土質区分

土質区分	土質	
軟弱土	A-1	粘性土で平均N値は3未満とする
		砂質土で礫率10%以下かつ平均N値10以下とし、最大礫径を20mm以下とする
普通土	B-1	粘性土で平均N値は10以下とする
		砂質土で礫率30%以下かつ平均N値50以下とし、最大礫径を50mm以下とする
砂礫土	C-1	礫率40%以下とする。 最大礫径について呼び径の30%以下かつ400mm以下とする
	C-2	礫率65%以下とする。 最大礫径について呼び径の50%以下とする
	C-3	礫率90%以下とする 最大礫径について呼び径の80%以下とする
硬質土	D-1	硬質粘土や土丹または固結土砂などで、一軸圧縮強度15N/mm ² 以下とする
岩盤	E-1	一軸圧縮強度40N/mm ² 以下とする
	E-2	一軸圧縮強度80N/mm ² 以下とする

表-4 立坑標準寸法

方式 呼び径	泥濃系ハイブリッドモールド			土圧系ハイブリッドモールド		
	発進立坑		到達立坑	発進立坑		到達立坑
	長さ L (m)	幅 B (m)	φ (m)	長さ L (m)	幅 B (m)	φ (m)
800	7.439	3.2	3.5	7.282	3.2	4.0
900	7.439	3.2	3.5	7.282	3.2	4.0
1000	7.582	3.5	3.5	7.425	3.5	4.0
1100	7.739	3.5	3.5	7.425	3.5	4.0
1200	7.925	4.0	3.5	8.082	4.0	4.5
1350	7.925	4.0	4.0	8.082	4.0	4.5
1500	7.925	4.0	4.0	8.239	4.0	4.5
1650	8.425	4.5	4.5	8.111	4.5	4.5
1800	8.425	4.5	4.5	8.582	4.5	5.0
2000	8.925	5.0	5.0	8.611	5.0	5.0
2200	8.925	5.0	5.0	9.082	5.0	5.0
2400	—	—	—	9.425	5.5	5.5
2600	—	—	—	10.053	5.5	6.0
2800	—	—	—	10.239	6.0	6.0
3000	—	—	—	10.239	6.0	6.0

表-5 コンパクト立坑標準寸法

方式 呼び径	泥濃系ハイブリッドモールド			土圧系ハイブリッドモールド		
	立坑寸法	さや管		立坑寸法	さや管	
	φ (m)	内径 φ (m)	長さ L (m)	φ (m)	内径 φ (m)	長さ L (m)
800	3.00	1.12	1.60	3.00	1.28	1.60
900	3.00	1.23	1.60	3.00	1.39	1.60
1000	3.00	1.35	1.65	3.00	1.51	1.65
1100	3.20	1.46	1.70	3.20	1.62	1.70
1200	3.30	1.58	1.75	3.30	1.74	1.75
1350	3.50	1.75	1.80	3.50	1.91	1.80

⑥特殊支圧壁でコンクリートガラの産業廃棄物の減量化

- ・設置および撤去が容易で、また、転用可能な鋼製山留め材を使用し、コンクリートの打設は間詰め等に限定し少量化
- ・押角背面の補強効果を持った、積層ピースの使用

2.3 掘進機の諸元

本工法の掘進機は、泥濃系と土圧系に分類され、適用土質および推進管径により区分されており、図-2、3で示した第2掘削室等は着脱可能な構造である。NS方式の礫・岩盤対応掘進機の諸元を表-2に示す。

3 適用条件

3.1 適用土質

適用土質区分を表-3に示す。

3.2 標準曲率半径および立坑

標準曲率半径は方式および呼び径により異なるが、NS方式では最小曲率半径R=35mでの施工が可能である。また、立坑の大きさはライナープレートの場合、表-4に示す標準寸法となるが、呼び径が1350以下のNS方式の発進においては、先端部に特殊坑口(ハイブリッド坑口)を装備したさや管を、立坑外側に出窓状に取付けることにより、表-5に示すコンパクトな立坑から標準管(管長2.43m)の発進が可能である。

3.3 掘削汚泥と掘削添加材の減量化

NS方式およびDS方式では、シルト・粘土分の含有率が40%以下の土質の場合、掘削汚泥と添加材の減量効果が大きく、その目安を図-4、5に示す。

シルト・粘土含有率と呼び径により異なるが標準的にシルト・粘土分の含有率が10%と呼び径1500の場合、掘削汚泥は約65%、掘削添加材量は約80%の減量が可能である。

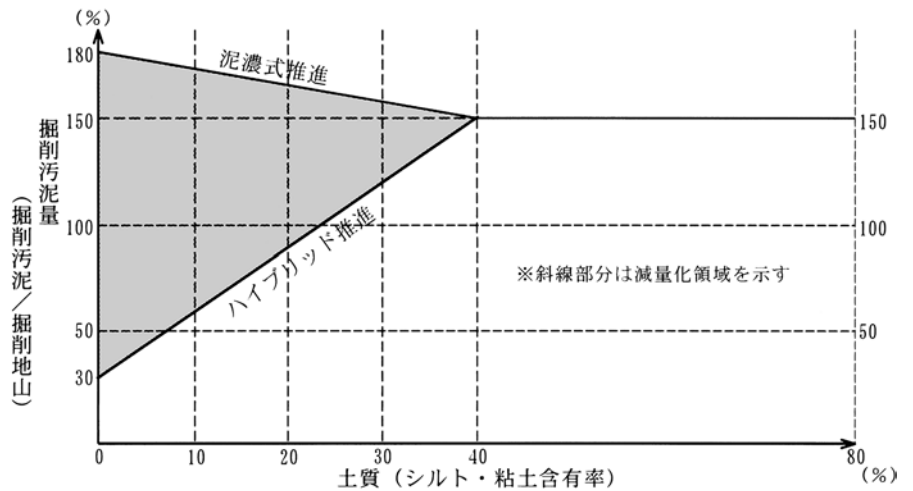


図-4 掘削汚泥削減目安

4 施工事例

本工法は、平成14年からこれまでに35工事で採用されている。ここでは、茨城県で施工した長距離・曲線推進の施工事例を紹介する。

4.1 工事概要

工事件名：古河名崎工業団地流末排水工事（第3工区）

工事場所：茨城県古河市尾崎地内

発注者：(財)茨城県開発公社

工期：平成22年1月～8月

4.2 工事内容

推進工法：泥濃系ハイブリッドモール工法（NS方式）

呼び径：1500

推進延長：L = 425.9m

線形：R = 250m

土質：砂質土

土被り：2.48～5.8m

施工者：キムラ・磯建特定建設工事

共同体

推進会社：大栄建設(株)

4.3 施工結果

設計推進力は、5,783kNであったが、高濃度泥水の分離防止およびテールボイドの加圧維持のため滑材注入を実施

した結果、図-7に示すように2,254kNの低推進力で到達精度も上に7mm、右12mmの高精度で施工を完了した。

また、掘削汚泥は640m³で通常の泥濃式推進工法に比べ約60%、作泥材は約50%の減量が図れた。

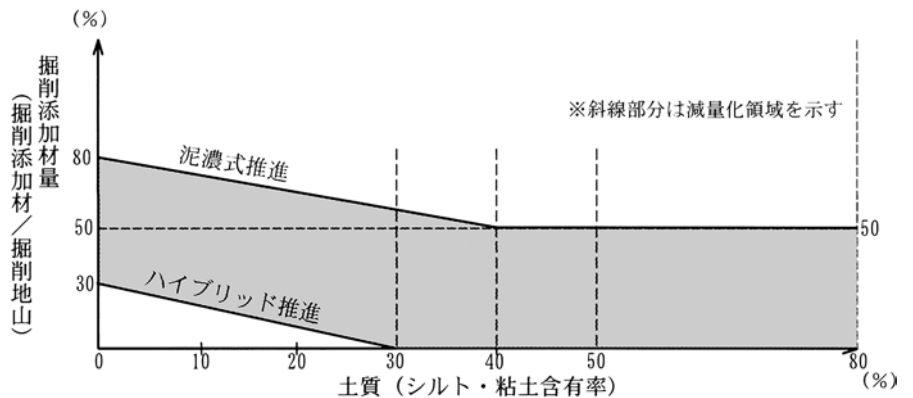


図-5 掘削添加材削減目安

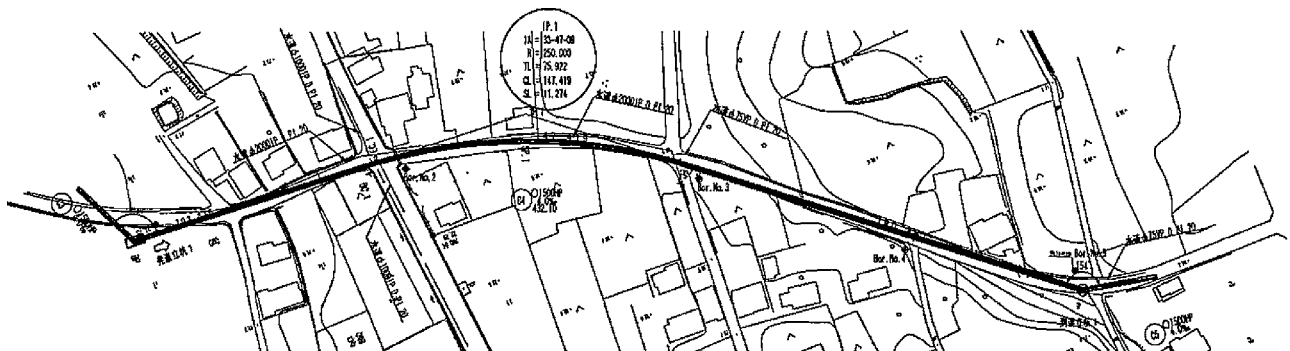


図-6 施工平面図

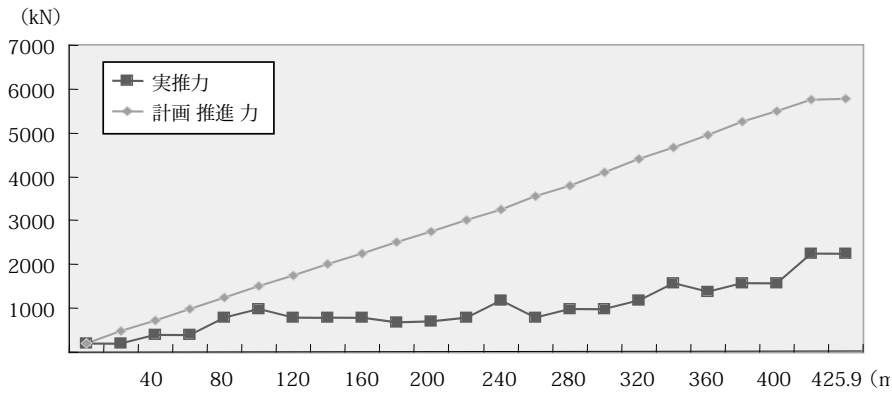


図-7 推進力分布

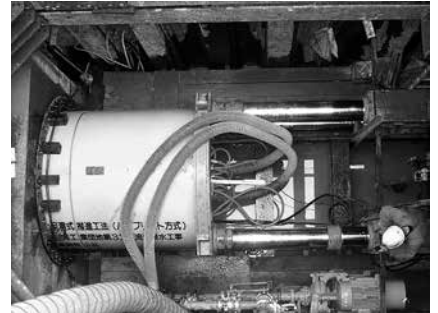


写真-1 施工状況

5 おわりに

本工法は平成23年6月、新技術の導入と新たな会員の参加を頂きハイブリッドモール工法協会として再スタートし、本格的に全国展開を図って行くこととしている。大中口径管推進工法の各方式を自在に組み合わせることで推進区間における土層の変化に対応できる安定した施工と産業廃棄物の減量化と掘削添加材の再利用が図れ、時代のニーズに応えるこれまでにない複合方式の推進工法である。

本工法がソーシャルコスト削減の有効な工法として施工面および環境面で社会貢献できるよう取り組んでいきたいと思う。

○お問い合わせ先

ハイブリッドモール工法協会 事務局
 〒111-0034
 東京都台東区雷門1-4-4
 ネクストサイト浅草ビル
 アイレック技建(株)
 非開削推進事業本部内
 Tel : 03-3845-8135
 Fax : 03-3845-8150

執筆者紹介

前田 公洋 (まえだ くにひろ)
 アイレック技建(株)
 非開削推進事業本部営業部長



写真-2 排土処理状況

道路を掘らない技がここにある

No-Dig Today

季刊 ノーディグトゥデイ

環境にやさしい非開削技術

電力、ガス、通信、上下水道事業におけるパイプラインの建設、維持管理等に用いる非開削関連技術を中心に真に役立つ情報をNEWS性を重視した見やすい誌面で年4回(季刊)発行。

- 発行：年4回 1、4、7、10月(1日発行)
- 体裁：A4判
- 購読料(税込)：1冊=1,575円 送料400円
1年(4冊)=6,300円 送料1,600円



JSTT JAPAN SOCIETY FOR TRENCHLESS TECHNOLOGY

一般社団法人 日本非開削技術協会

●お申し込み・お問い合わせ 〒135-0047 東京都江東区富岡2-11-18(西村ビル3F) 電話 03(5639)9970 FAX 03(5639)9975