

《特集：最近の管推進工法》

エースモールDL工法の最新技術

＜最新技術の施工事例と環境対策への取り組み＞

エースモール工法協会 前田 公洋
Kunihiro Maeda

1. はじめに

エースモールDL工法は、(社)日本下水道協会の分類ではφ700mm以下の管を推進する小口径管推進工法の「高耐荷力方式」、「泥土圧方式」、「一工程式」に分類される工法で、昭和62年に開発・導入して以来、通信・下水道の分野等を中心に実績を重ね、総推進長は平成14年度末で330kmを超える見込みである。

平成4年にエースモール工法協会を設立し、日本全国に幅広く普及を進めており、下水道分野の施工実績は、毎年5km程度伸びており、平成14年度は36km(見通し)となっている。

本工法は、独自の位置計測システムと掘削・排土システムを採用し、これらの技術により200mを超える長距離推進、曲率半径50mの急曲線推進やS字複合曲線、さらには礫率90%・玉石径φ500mmを超える硬土質推進の実績も重ねてきている。

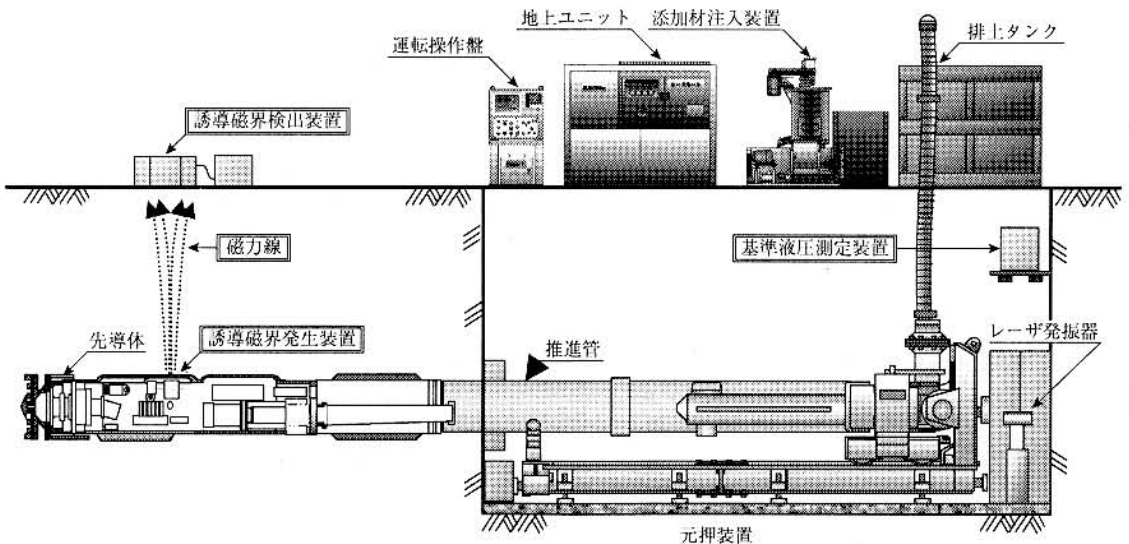
本稿では、エースモールDL工法の概要を述べるとともに最新技術と環境対策への取り組みについて、施工事例を交え紹介する。

2. エースモールDL工法の概要

2-1 システム概要

エースモールDL工法は、その機能及び適用等により、ヒューム管の呼び径φ250～700mmに適用可能で、広範囲な土質条件に対応できる『標準タイプ』、φ2,500mmの円形立坑から発進が可能で、広範囲な土質条件に対応できる『分割発進タイプ』とN値が30未満の普通土に適用する『普通土専用タイプ』の3タイプに分類される。

本システムは、先導体、元押装置、地上ユニット、運転操作盤、作泥材注入装置等から構成される。システム構成を第1図に示す。



第1図 システム構成

先導体は、掘削・排土・方向修正及び位置検知機能（レーザ受光装置、誘導磁界発生装置、液圧計測装置等を含む）を有し、長距離推進に対応可能なカタ駆動装置を先導体内部に搭載している。

先導体の材質は、誘導磁界発生装置からの磁界の発信を妨げないように非磁性材料を使用している。また、推進に関する全てのデータを先導体内の多重伝送装置により地上の運転操作盤に送出・表示させている。

管径への対応は、基本となる先導体に拡張部品を装着することにより容易に対応可能であり、DL35はヒューム管呼び径φ250～350mm、DL50は呼び径φ400～500mm、DL70は呼び径φ600～700mmに適用する。

第1図にエースモールDL工法のシステム構成を示す。

2-2 工法の特徴

本工法の主な特徴は、以下のとおりである。

(1) 曲線推進が可能である

直線推進時の位置検知技術であるレーザ・ターゲット方式が適用できない曲線推進時には、エースモール工法独自の位置検知技術である「電磁法」「液圧差法」によりそれぞれ水平と垂直の位置検知を行う。

(2) 長距離推進が可能である

先導体のカタヘッド先端から添加材を切羽面に注入し、掘削土を止水性と流動性をもった泥土に変換させることで土圧と水圧に対応する掘削方式（泥土圧方式）を採用おり、泥土は先導体の内部に搭載した圧送ポンプにより排土管を通して立坑外の排土タンクまで圧送排土される（圧送排土方式）。

そのため、長距離でも排土能力の低下が少ないのみでなく、泥土の一部は推進管と地山空隙部に充填され周辺摩擦抵抗を低減するため、元押推力の上昇を抑えることができる。

(3) 広範な土質条件に対応が可能である

泥土圧方式の土圧管理と連動し、土砂の取込み量及び排土量を制御できるため、先端のカタヘッドの種類を変えることで1台のシステムで粘性土から玉石混じり土、岩盤まであらゆる地盤に対応できる。また、圧送排土方式の採用により崩壊性地盤、湧水地盤での地山の崩壊や地下水の浸入を防ぎ広範な地盤に対応できる。

2-3 適用標準

2-3-1 適用推進延長

『標準タイプ』の適用推進延長を第1表に示す。土

第1表 適用推進延長【標準タイプ】

機種	管径	適用土質	一軸圧縮強度 (MN/m ²)	推進延長 [m]				
				0	150	100	150	200
DL35	250～350	普通土 [A] 硬質土 [B]		[適用範囲: 0-200m]				
		礫質土 [C]		[適用範囲: 0-150m]				
		礫・玉石混り土 [D]		[適用範囲: 0-100m]				
		岩盤 [G]	10 < qu ≤ 20	[適用範囲: 0-100m]				
		岩盤 [H]	20 < qu ≤ 40	[適用範囲: 0-50m]				
				[適用範囲: 0-100m]				
DL50 DL70	400～500 600～700	普通土 [A] 硬質土 [B]		[適用範囲: 0-250m]				
		礫質土 [C]		[適用範囲: 0-200m]				
		礫・玉石混り土 [D]		[適用範囲: 0-150m]				
		礫・玉石混り土 [E]	qu ≤ 150	[適用範囲: 0-150m]				
		礫・玉石混り土 [F]	qu ≤ 200	[適用範囲: 0-100m]				
			qu ≤ 250	[適用範囲: 0-100m]				
		岩盤 [G]	10 < qu ≤ 20	[適用範囲: 0-150m]				
		岩盤 [H]	20 < qu ≤ 40	[適用範囲: 0-100m]				
	岩盤 [J]	40 < qu ≤ 60	[適用範囲: 0-100m]					

質区分は、(社)日本下水道管渠推進技術協会の区分による。

『分割発進タイプ』は、岩盤(H)が80m程度であるが、その他の土質においては100mを適用推進延長としている。

また、『普通土専用タイプ』は、N値30未満の普通土(A)において200m程度を標準としている。

2-3-2 標準曲率半径

現在、小口径管推進工法においても曲線推進が可能な工法が開発・導入されてきたが、本工法は一番始めに曲線推進ができる工法として導入した工法である。

適用曲率半径は機種及び土質により異なるが、R=50mの急曲線推進も可能とであり、S字曲線、複合曲線の実績も積み重ねてきている。第2表に適用曲率半径を示す。

2-3-3 その他の適用標準

(1) 適用土被り

直線推進の場合、レーザ・ターゲット方式により位置検知を行うため適用土被りには制限がないが、曲線推進の場合は、「電磁法」及び「液圧差法」により位置検知を行うため、以下の適用標準とする。

- DL35、DL70：6m以浅
- DL50：8m以浅

(2) 標準立坑

発進立坑と到達立坑の寸法を第3表に示す。

4. 最新技術概要と施工事例

4-1 新曲線位置計測システム

4-1-1 システム概要

本システムは、エースモール工法の特徴の一つである曲線推進に対応した新しい位置計測技術である。

その概要は、発進立坑内に設置したレーザ発振器からレーザ光を投射し、推進管内に一定間隔で設置した中継器ユニットにより、レーザ光を屈折させることで先導体の位置を高精度に計測するものである。

第2図にシステム概要を及び写真1に中継ユニットの外観を示す。

本システムの適用により、推進土被りに関係なく曲線推進が可能となり、これまで困

第2表 適用曲率半径

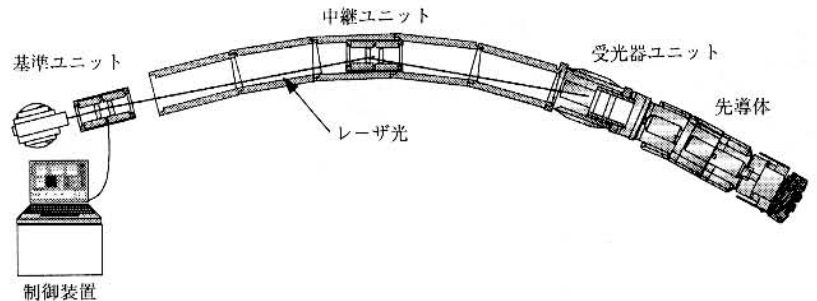
機種		曲率半径				
		150m以上	130m以上	100m以上	75m以上	50m以上
DL35	普通土[A] 硬質土[B]	適用可		要検討		
	礫質土[C]	適用可	要検討			
	礫・玉石混じり土[D]	適用可				
	普通土[A] 硬質土[B] 礫質土[C]	適用可			要検討	
DL50	礫・玉石混じり土[D]	適用可				
	礫・玉石混じり土[E],[F]	適用可	要検討			
	普通土[A] 硬質土[B]	適用可		要検討		
	礫質土[C]	適用可	要検討			
DL70	礫・玉石混じり土[D]	適用可				
	礫・玉石混じり土[E]	適用可	要検討			
	礫・玉石混じり土[F]	適用可				
	普通土[A] 硬質土[B]	適用可		要検討		
	礫質土[C]	適用可	要検討			

※DL50の礫・玉石混り[F]の適用は、『標準タイプ』のみである

第3表 立坑寸法

タイプ	機種	発進立坑	到達立坑	
			片到達	両到達
標準 普通土専用	DL35	5,797×2,500	φ1,800	φ2,000
	DL50		φ2,000	φ2,300
	DL70	5,826×3,000	φ2,100	φ2,400
分割発進	DL35	φ2,500	φ1,500	φ1,800
	DL50			

※DL70の適用は、『標準タイプ』のみである



第2図 システム概要

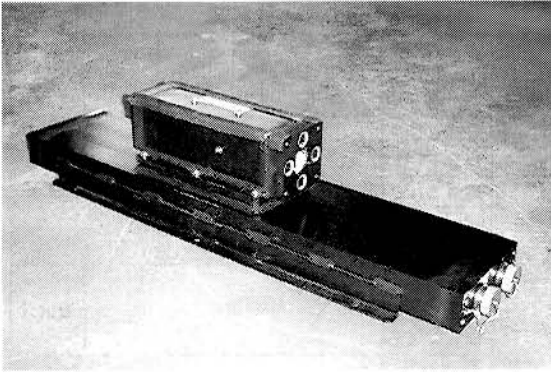


写真1 中継ユニット

難であった河川越し及び軌道越し区間での曲線推進も可能となった。

4-1-2 施工事例

本工事は、玉石混じり砂礫と泥岩層が複雑に入りこんだ互層地盤での8スパン総推進延長756mの工程で、曲線推進区間の最大土被りが12mであったことから、エースモール工法と新位置計測システムが採用された。

〔工事概要〕

- ① 施工場所：東京都内
- ② 推進距離：107.2m
- ③ 推進土質：泥岩層
- ④ 推進線形：曲率半径 (R=200m)
- ⑤ 土被り：10.32m～11.88m
- ⑥ 管種・管径：鉄筋コンクリート管 (400HP)
- ⑦ 発進立坑：φ3,000mm円形ライナー
- ⑧ 到達立坑：φ2,700mm円形ライナー

写真2に施工現場の状況を示す。



写真2 施工現場状況

泥岩層での曲線推進であったが、推進力は最大で400(kN)程度で、到達精度は上下左右とも30mm以内で施工でき、『新曲線位置計測システム』の計測時間も約5分であった。

これまでに実施してきた施工現場と今回の施工結果により、『新曲線位置計測システム』による計測技術が確証できた。

4-2 環境対策への取り組み

エースモール工法は泥土圧方式を採用しているため、推進により発生する掘削排土は高含水比の泥土であることから建設汚泥として扱われてきた。

しかし、処分場の不足及び遠隔化により建設汚泥の有効利用が望まれており、地球環境保護の観点から建設汚泥のリサイクルに取り組んでいる。以下に装置の概要と施工事例を示す。

4-2-1 泥土改良装置概要

泥土の処理方法には、利用方法により様々な処理技術があるが、当協会では「脱水処理 (圧搾脱水方式)」と「固化処理 (固化方式)」を採用している。

(1) 圧搾脱水方式

圧搾脱水方式とは、高含水の泥土を脱水することで建設汚泥の減量化と資源化を実現した技術である。

特徴は、以下のとおりである。

- ① 泥土を約3割程度減量でき、ダンプトラックでの運搬が可能となる
- ② 改良した土は一般残土・リサイクル土として利用可能
- ③ 脱水した水は中性で排水基準を満足している
- ④ 一度改良した土は水分を含んでも改良前の状態に戻らない

写真3に泥土改良装置 (圧搾脱水方式) の外観を示す。

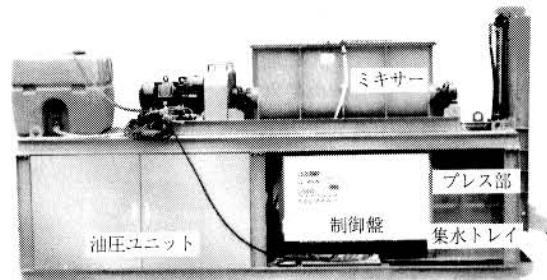


写真3 泥土改良装置 (圧搾脱水方式)

(2) 固化方式

固化方式とは、泥土と改質固化材（生石灰）をロータリードラムで攪拌しながら水和反応を促進させることで泥土を改質固化させる技術である。

特徴は、以下のとおりである。

- ① 生石灰と水が化合するため、処理水がでない
- ② 連続処理が可能で掘削作業から排土処理まで一連の作業が可能
- ③ 一度固化した改良土は、冠水しても再汚泥化しない

写真4に泥土改良装置（固化方式）の外観を示す。

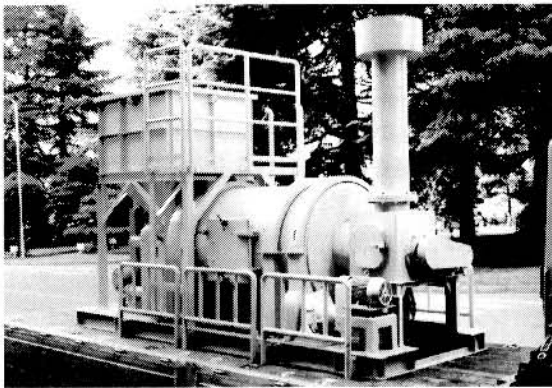


写真4 泥土改良装置（固化方式）

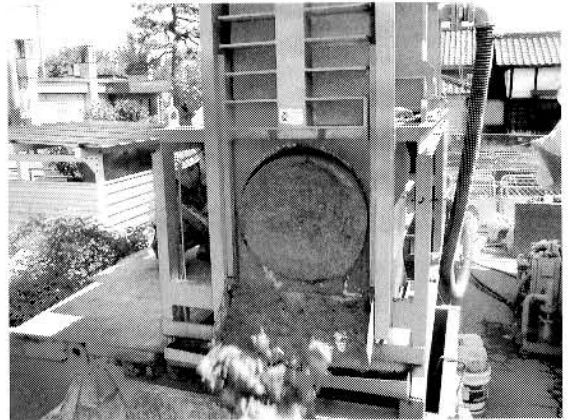


写真5 改質状況

kN/m²以上)であった。

改良状況を写真5に示す。

5. おわりに

中小都市への下水道の普及が促進されるなかで、建設コストの縮減に向けて推進工法には更に高度な技術及びコストリダクションが要求されている。

エースモールDL工法は、現状の技術を踏まえ更なる技術開発により、これらのニーズに応じていく予定である。

4-1-2 施工事例（圧搾脱水方式）

本工事は、最終処理場が施工現場から遠く、運搬・処理コストが高くなるため、泥土改良装置が設計採用された。推進用添加材はポリマー系を使用し、高分子凝集剤により泥土の改良を行った。

改良土の脱水率は約46%であり、コーン指数も350 kN/m²で処理土の品質区分は、第4種処理土（200

【筆者紹介】

前田公洋

エースモール工法協会 技術担当

〒300-3261 茨城県つくば市花畑2-12

TEL：029-864-3555 FAX：029-864-4044

E-Mail：maeda@airec.co.jp

「日本複写権センター」が設立されました

違法複写(コピー)を防ぎ、学術文化の発展のために！

雑誌、書籍、新聞等からの無断複写(コピー)は、多くの場合、違法であり著作者や出版者は大きな影響を受けています。

「センター」は、著作者に代わって「コピーの権利」を行使し、利用者から適正な使用料を受け取り権利者に分配する機関です。

出版者の団体で構成する
出版者著作権協議会
☎03-3401-2382