

解

説

長距離推進

115mの長距離推進 泥水環流能力を機内ポンプ装備で補う

こじま いさお
小島 功

ユニコーン塩ビ泥水推進工法研究会



1 はじめに

ユニコーンDH-ES工法は低耐荷力管推進工法泥水式一工程方式に分類される。本工法は、泥水方式の特長を生かし、帯水層での安定した施工や長距離推進、礫層推進などにおいて高い信頼を得ている。

2 工法の特長

ユニコーンDH-ES工法の特長として大きく3つが挙げられる。

2.1 土質対応の多様性

ユニコーンDH-ESは、低耐荷力管推進工法で泥水式を採用した国内で最初の工法である。泥水式を採用することにより、発進立坑から切羽までの区間を環流する泥水で満たし、その圧力を調整することで切羽の安定を図ることができる。それと同時に掘削土砂を泥水とともに搬出し、地上の泥水処理装置で土砂と泥水とに分離する。このため、低耐荷力管推進工法においても、多様な土質に対応することができる。

2.2 呼び径程度までの礫径に対応

従来の先導体はコーンクラッシャによる破碎のみであったが、玉石用面板を装着することにより、面板による一次破碎、コーンクラッシャによる二次破碎が可能となり、最大礫径は呼び径程度まで対応できる。

2.3 推進抵抗が大幅に低減

泥水式を採用することにより、推進抵抗が大幅に低減されている。泥水式では、推進力が比較的低い傾向にある。それは先導体から送られた送泥水と滑材が後方の推進管にまわり、テールボイド効果が発生するためと考えられる。これにより、長距離推進に加えて、本来は施工には適していないと言われる低耐荷力管推進工法での礫質土施工を可能としている。

3 推進区間の長距離化と問題点

3.1 泥水環流能力

泥水環流能力の問題だが、推進管内にケーシングを設置しなければならない低耐荷力管推進工法では、管内配管径の拡大は容易ではない。礫層などを施工する場合には環流泥水の比重、粘性を濃くする必要があり、適正な流量



写真-1 ユニコーンDH-ES掘進機

表-1 ユニコーンDH-ES工法適用土質

区分	土質区分		N 値 (修正 N 値)	適用礫率	適用礫径	玉石の一軸圧縮強度		備考
						φ 200・250	φ 300～400	
A	普通土	粘性土	$1 \leq N \leq 15$	15%程度	呼び径の 1/5程度	—	—	普通土用カッタ を使用
		砂質土	$1 \leq N \leq 30$					
B	硬質土	粘性土	$15 < N \leq 40$					
C		砂質土	$30 < N \leq 50$					
D	砂礫土		N ≤ 50	30%程度	呼び径の 1/3程度	150MN/m ² 以下	200MN/m ² 以下	玉石用カッタを 使用
E	玉石混り土Ⅰ			50%程度	呼び径の 70%程度			
F	玉石混り土Ⅱ			70%程度	呼び径の 100%程度			
G	軟岩	土丹、 風化花崗岩等	(50 ≤ N ≤ 100)	—	—	20MN/m ² 以下 (岩盤強度)		※ 岩盤の種類に よる

を確保することはさらに困難になる。また、限られた配管径のなかでポンプ能力のみを向上させてもキャビテーションが発生してしまい、解決には至らない。

しかし、狭小スペースの掘進機に中継ポンプなどの機器を設置するのは極めて困難である。現状では礫質土で60m、普通土で90m程度が適正な環流の限界である。これ以上の延長を施工する場合、管内配管径の拡大、もしくは掘進機内の中継ポンプの設置が必要になる。

3.2 精度管理

測量は低耐荷力管推進工法では通常、レーザトランシットを用いた精度管理を行っている。これはレーザの直進性を利用したもので、推進工法では幅広く使用されている。しかし、呼び径が小さくなればなるほど、管内部の熱により光の屈折が発生する。

原因は、管内部の送排泥管や油圧ホース、地下水などの熱源に大きな温度差があるため、管内で温かい空気と冷たい空気の層が発生し、光の屈折を引き起こすものと考えられている。特に大きな影響を及ぼすのが送排泥水である。泥水は地上の泥水処理装置からポンプによって管内配管から切羽まで循環される。地上と地下との温度差やポン

プの駆動熱、摩擦などにより温度が上昇してしまうため、一定温度である地下水との間には必然的に差が生じてしまう。長距離であればその症状は顕著で、精度管理に大きな影響を与えてしまう。対策として、泥水プラントの送泥水や油圧モータの作動油を冷やしたり、内部の空気を循環させたりすることを試みたが、決定的な解決には至らなかった。

現状では、管内の熱が一定の状態から屈折が生じる誤差を把握し、実測に還元するといった処置をオペレータの経験や判断に頼る部分が多く、長距離推進の精度管理に対しての大きな障害になっている。対処方法として挙げられるのが曲線推進などで使用されている液圧計の設置である。液圧計とレーザトランシットとを併用して測量することで、光の屈折による測量誤差を解消することができる。

3.3 塩ビ管の伸縮

掘進機と推進管をまとめて押すことができる高耐荷力管推進工法に比べて、管の圧縮強度が低い低耐荷力管推進工法では、前面抵抗を負担するためのケーシングの使用が必須となる。そして、周面抵抗のみを管に負担させることで、圧縮強度の低い塩ビ管を推進することが可能となる。周面抵抗は土質によ



写真-2 塩ビ管圧縮試験

ても異なるが、おおよそ推進延長の長さに比例して増加する。管体に破損の恐れがあるため、許容延長には限界がある。

また、近年の長距離推進の施工実績で、周面抵抗の増加による管耐荷力の限界とは別の問題がある。

(1) 製品誤差の累積

塩ビ管の製品誤差である。推進工法に使用される塩ビ管はJISによって定められ、製品精度は有効長においては±3mm(1m管)となっている。仮に100m分の管全ての誤差がプラス3mmであった場合には最大300mm長くなる。逆にマイナスであれば300mm短くなる。

(2) 圧縮による縮みによる誤差

塩ビ管の圧縮によって管体に縮みが生じる問題である。縮みにより長距離推進において、しばしば管抜けによるトラ