

解

説

長距離推進

温度差による管材の伸縮と測量誤差を考慮し、帯水層を低耐荷力泥水方式で長距離推進を実現



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、開発からまもなく20年を迎えます。開発当初の課題は、それまで低耐荷力方式では困難とされていた帯水層での施工をいかにして克服するのか、というものでした。当時の低耐荷力方式の主流と言えばオーガ排土によるもので、地下水位の高い砂質土など流動性の高い土質では、特に排土管理は困難を極めていました。ある程度まではウエルポイントや薬液注入による地盤改良で流動性を抑制し、切羽の安定を図ることで対応は可能でしたが、根本的な対策とはいえませんでした。帯水層には泥水工法が適していることは明らかですが、以前は泥水方式といえば高耐荷力方式としては一般的な工法でした。しかし、低耐荷力方式となると話は別です。しかも呼び径200ともなれば掘進機の外径は約240mmと小さく、機内の狭小スペースに泥水方式のすべての機能を備えることは大変困難でした。幾度かの試行錯誤の結果、呼び径200から300までの低耐荷力方式泥水方式一工程式の掘進機、ユニコーンDH-ESは完成したのです。

2 推進延長の長距離化

当時は小口径管推進機の技術は現在に比べればまだまだ低く、求められるものの難易度も決して高くはありませんでした。許容推進延長も、50～60m程度に設定したものが、その後施工実績を重ねるなかで70、80、90mと長距離推進を伸ばしてきました。長距離推進を施工する上で、直面する問題が幾つかあります。泥水環流能力の問題、測量用レーザトランシットの蜃気楼現象（温度差による光の屈折）の問題、推進力の増加等による塩ビ管の伸縮の問題です。

3 泥水環流能力

泥水環流能力の問題ですが、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方式では、管内配管径の拡大は容易ではありません。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、適正な流量を確保することはさらに困難になります。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、解決には至りません。狭小スペースの掘進機、特に呼び径200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なのです。現状では礫質土で60m、

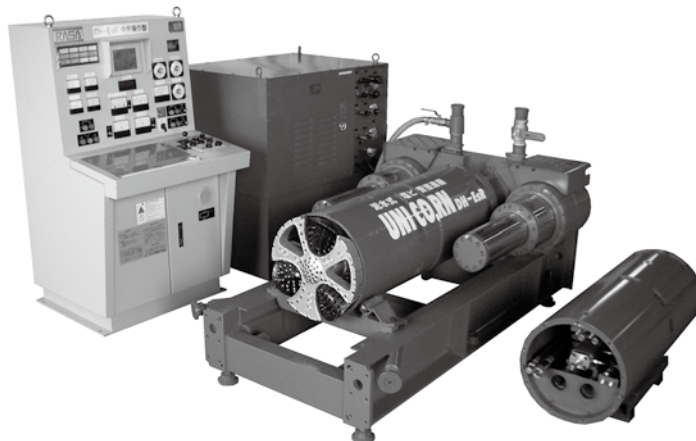
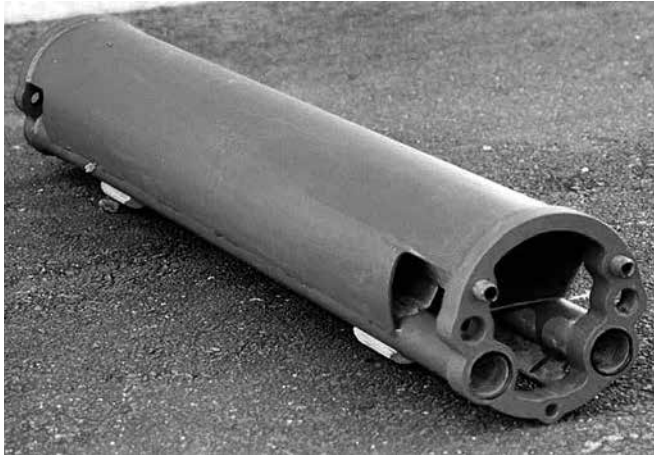


写真-1 ユニコーンDH-ES掘進機



写真一2 従来型ケーシング



写真一3 新型ケーシング

普通土で90m程度が適正な環流の限界です。これ以上の延長を求めるとなると管内配管径の拡大、もしくは掘進機内の中継ポンプの設置が必要になってきます。

4 精度管理

測量は低耐荷力工法では通常、レーザートランシットを用いた精度管理を行います。これはレーザー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ます。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します。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に、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していると考えられます。特に大きな影響を及ぼすのが送排泥水です。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ます。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のです。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い

ます。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、エアホースで内部の空気を循環させたりすることを試みましたが、決定的な解決には至っていません。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障害になっています。新しい対処法として、曲線推進などで使用されている液圧計の設置を検討しています。液圧計とレーザー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できることが期待できます。

5 塩ビ管の伸縮

次に塩ビ管伸縮の問題ですが、掘進機と推進管をまとめて押すことができる高耐荷力工法に比べて、管の圧縮強度が低い低耐荷力工法では、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ります。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ります。周面抵抗は土質によっても異なりますが、おおそ推進延長の長

さに比例して増加します。管体に破損の恐れがあるため、許容延長には限界があります。しかし、近年の推進延長の長距離化にともない、周面抵抗の増加による管耐荷力の限界とは別に、大きく3つの問題が表面化してきました。

【1つ目】

塩ビ管の製品誤差です。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 $\pm 3\text{mm}$ (1m管)です。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長くなります。逆にマイナスであれば300mm短くなります。

【2つ目】

塩ビ管の圧縮によって管体に縮みが生じる問題です。そのため長距離推進において、しばしば管抜けによるトラブルに悩まされてきました。管抜けとは、荷荷によって伸縮することのないケーシングと、荷荷の程度によって圧縮されてしまう塩ビ管とを同時に押すことが求められる低耐荷力方式では、切っても切り離すことのできない問題といえます。塩ビ管の圧縮試験を行ったところ100kNの荷荷で約6mmの圧縮が確認できました。これは仮に100mの延長で100kNの荷荷がかかっ