

# 解説 長距離推進

## CMT工法における長距離推進の歩み

かばた ひろし  
蒲田 洋  
株推研  
代表取締役



### 1 回想

1967年(昭和42年)推進工法に出会った筆者としては現在の1,000m、1,500mと言う推進の距離について当時は「夢の中の夢」の様な距離感で想像もできなかったものです。当時20~30mの道路横断、鉄道横断が主体で50mも推進しようものなら「長いなー」と溜息が出るような感覚を持っていました、しかし1970年頃より下水道に採用されだし推進距離は100m、200mと急激に伸び出したこ

とが思い出されます、当時建設省(現国土交通省)からは推進業界に何とか500mの推進ができる技術開発を要望されていたことが記憶に鮮明に残っております。このことはシールド工事において500m以下の距離を施工することは非常に工事コストが不経済であることより出てきたものです。

CMT工法で500mをクリアできたのは1994年に1000mmで523mを岐阜市で推進したことが始まりです。そして5年後には1100mmで1,006mさらに8年後には1000mmで1,447m

の推進を実施できるようになりました。

### 2 なぜ長距離推進が必要か

ここ10年発注者が建設施工費の削減に非常に大きなウエイトを置くようになり、また周辺住民に対する経済的及び環境的影響などの「社会的コスト」の削減にも意を用いるようになったことが原因と考えられます。開削工法は勿論ですが一般推進工事における交通障害などを原因とする「社会的コスト」を環境収支でカウントすると非常に大きな数字となる事が明らかになりました。これらを解消するためには可能な限り長延長の推進施工が望ましく、施工量も増加しております、そしてこれまで「シールド工法の独壇場とされていた1000mを超える推進延長」もかなり実績として出てまいりました。しかしまだまだ条件的制約が多く誰でもができる状況とはなっておりませんが、確実に技術の進歩は進み、現実には夢の工事では無くなりました。

CMT工法において500m以上の推進工事は26件ありますが、平成19年以降長距離推進が増えていることが明らかです。

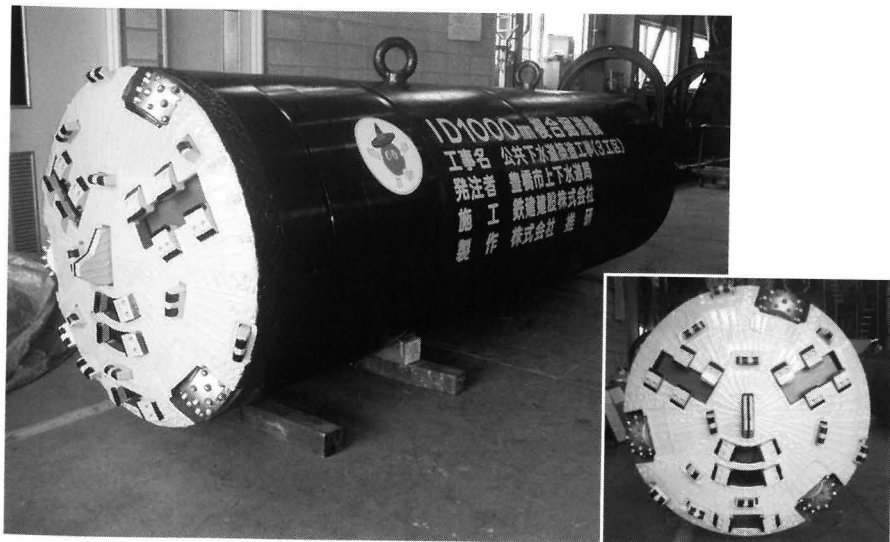


写真-1 豊橋市CMT工法 1000mm 1,447m (世界記録)

表-1 全国長距離推進500m以上施工表

平成22年8月現在

年月	発注者	施工者	管径	距離(m)	土質	障害物	曲線	工事名
H6.9.1	岐阜市	大日本土木㈱	1000	523	砂礫		有	第308工区長森日野幹線下水道管渠布設工区
H8.10.1	桜井市	藤一建設㈱	1000	572	砂礫		有	桜井市公共下水道 初瀬・栗殿幹線管渠築造工事8-第1工区
H11.8.1	岐阜県笠松町水道課	大日本土木㈱	1100	1006	砂			北及汚水幹線(1工区)管渠埋設工事
H12.1.1	山梨県釜無川流域下水道事務所	早野組・井尻工業・望月組土木JV	1100(1010)	542	玉石混じり砂礫			釜無川流域下水道・釜無川2号幹線 八田村野牛島地内推進6工区下水道工事
H14.4.1	大津市河川下水道事務所	㈱昭建	1100	693	砂礫・シルト		有	里川雨水幹線管渠築造工事
H14.10.1	笠松町水道課	㈱市川工務店	1000	697	粘土・シルト・砂	木杭	有	北及汚水幹線(2工区)管渠埋設工事
H15.6.1	北九州市水道局	日特建設㈱	1350	764	風化花崗岩	RC杭	有	東西連絡管φ1100敷設推進工事(14-2工区)
H15.9.1	さいたま県土整備事業所	中原建設㈱	1000	824	砂・シルト		有	河川環境整備工事(芝川取水施設導水管工)
H16.2.1	愛知県知立建設事務所	石橋建設興業㈱	800	557	砂		有	衣浦東部流域下水道事業管きよ敷設工事(六軒工区)
H16.4.1	佐世保市水道局下水道建設課	東工営・ダイヤ共同企業体	900(800特厚)	525	砂岩		有	権常寺幹線管渠布設
H17.4.1	春日井市	土屋・丸彦建設特定建設工事共同企業体	900	572	砂礫		有	公共下水道 篠木汚水6号幹線[第1工区]築造工事
H18.1.1	岐阜県西濃地域大垣農山村整備事務所	土屋・岐建特定建設工事共同企業体	1500(ホーバス)	995	砂礫		有	か第1号 奥宮かんがお排水事業 宇留生地区 宇留生用水第9号工事
H19.2.1	滋賀県企業庁	㈱三東工業社	900	500	砂礫		有	平成18年度第163号 南部上水拡張工事安養寺・地田本町工区緊急連絡管工事
H19.2.1	甲賀市	西武建設㈱	1000	572	花崗岩		有	平成18年度第163号 牧野地区管渠築造工事
H19.5.1	豊橋市上下水道局	鉄建建設㈱	1000	1447	砂礫		有	公共下水道築造工事(3工区)
H19.6.1	東広島市下水道部下水道建設課	機動・明成特定建設工事共同企業体	800	550	花崗岩		有	八本松1・3号汚水幹線建設工事(東18・19-1)
H19.9.1	滋賀県企業庁	㈱三東工業社	1100	667	砂礫		有	南部浄水拡張工事 若宮馬淵工区緊急連絡管工事
H19.10.1	徳島県	㈱姫野組	1100	553	シルト		有	H19鳴土 鳴門松茂幹線松茂北工区
H20.5.1	徳島県	高原建設㈱	1100	655	シルト		有	H18鳴土 鳴門松茂幹線松茂北工区(1)
H20.5.2	いわき市	ガイアートTK・東部産業JV	1000	673 638	砂	流木	有	公共下水道平汚水専用幹線築造工事
H20.5.3	いわき市	ガイアートTK・東部産業JV	1100	655	砂	流木	有	公共下水道平汚水専用幹線築造工事
H20.12.1	国際石油開発帝石(㈱住友金属パイプエンジニア)	清水建設㈱	1350	720	泥岩	可燃性ガス		帝国石油新青梅ライン建設工事(A工区)
H21.9.1	高知市下水道建設課	新推・啓大特定建設JV	1000	600	シルト		有	南部1号汚水幹線管渠築造工事その2
H21.10.1	神戸市建設局	銭高・窪田特定建設工事	1650	764	凝灰質岩		有	垂水処理場本場・東拡張連絡管
H22.3.1	岡山県南部水道事業団	清水・三宅建設工事JV	1350	1017	細砂玉石		有	福井地内2号送水本管布設替工事
H22.3.1	福山市建設局下水道部	駅家工・丸忠特定建設	1000	673	花崗岩		有	常石汚水幹線下水道工事

### 3 長距離推進計画

長距離推進を計画する場合様々な問題にぶち当たります。

#### 3.1 管径

長距離推進における管径の選択は土質、推進力設備、管内設備状況等により決定されますが基本的には、800~900mmでは最大延長は500~600mと設定しています。このことはやはり狭い中での作業性が最大の要因となります。また地盤条件や曲線が多くなると中押し等の段数も増えてしまい実質不能と言うことにもなり800~900mmにおける長距離計画は十分な計画が必要となります。机上での計画が可であっても現実の必要な設備等

の寸法において否となることもあり詳細なる検証が必要となります。そして一般的目安として1000mmで1,000mこれ以上の長距離計画では1200mm程度の管径が望ましいと考えられます。さらに測量、保守点検、中押し、ビット交換等のことより管径は決まっています。

#### 3.2 推進力計画

基本的には推進力計画が成り立たなければ長距離推進は不可能です。とって中押しが7段8段と必要となっても事実上は無理があります。中押し工法は下水道協会等においては使用する管径として1000mm以上を推奨していますが、現実CMTでは800mmより実施しています。やはり小口径に

おいての中押しでは十分な検討が必要です。設計段階においては800~900の管径において中押しを承認するか否か、これにより全ての計画が異なります。

#### 3.3 地盤対応および地盤の急変対応

地盤対応についてトンネル工事の基本である推進部の土質の把握をすることが全ての計画の基本となります、少なくとも100mに一箇所のボーリング調査資料がほしいものです。

土質調査に基づいて推進力計画や掘削カタ形式等が決定されます。

土質によってはカタ形式も途中で変更することが必要となることもあります。つまり岩盤及び砂礫用のカタと粘土用カタとは通常異なるカタ形式となります。地盤に合わない型式

では日進量が落ちるだけでなく推進不能となることも不思議ではありません。また岩盤や砂礫層の場合、距離が長くなると途中でのビット交換等も必要となります。このときの切羽の安全対策を考える場合通常であれば薬液による地盤改良が考えられますが、長距離推進ではできるだけ薬液注入は避けたいものです。これはせきかくクリアランスを確保し、滑材を充填して推進抵抗を落とすことに努力してきたことを無にしてしまう恐れがあるからです。薬液は地上より圧力を管理しながら注入していくのが一般的ですが、管周部分に注入が走ってしまい管体を締め固めてしまう危険性があるからです。一番重要な推進力管理に異常をきたし計画をストップさせてしまうことにもなりかねません。長距離推進の場合地盤の急変に対して速やかな対応が取れなければ結果的に当初の推進力計画に影響を及ぼします。何時でも切羽の土質を目で確認し適切な対応ができるような点検扉を有し、薬液注入等準備に時間のかかる対応は避け即座に対応のとれる圧気工法等の準備が必要です。

### 3.4 曲線対応

曲線対応については推進計画の中でも重要な項目です。推進の管破損のほ

とんどが曲線部にて起きているといっても過言ではないでしょう。CMT工法協会では十数年前よりパルリングを使用して独自に管の曲線耐荷力を計算し十分に安全であるかをチェックしながら推進計画をおこなっております。

管材もJSWAS A-2、JSWAS A-8等4種類の管材の各曲線に対する耐荷力を計算し安全で経済的な管を組み合わせる曲線に対する安心施工の計画が必要です。

### 3.5 障害物対応

長距離計画の中で時に流木や杭および障害物に遭遇することがあります。この様な時も3.3の地盤対応の項でも述べたように、極力補助工法として薬液注入工法等の併用は避けたいものです。途中での薬液注入は管周のクリアランスを埋めてしまい推進力増大の危険性があります。

CMT工法ではこのことより圧気工法を利用してビット交換や障害物の撤去等の作業を実施しております。

### 3.6 測量計画

測量計画は管径の大小により大きく難度が異なります。やはり1000mmクラスにおいての長距離は管内の設備等が大きく影響し測量作業を非常に難しくしています。

自動測量システムについても効率的、経済的両面より検討する必要があります。

さらに測量精度の確保を行うための工夫が必要となります、たとえばセンタ測量の基準は発進立坑の前後に設ける下げ振りです。下げ振りには糸の太さがあり、トランシットのクロスヘアと重ねて視準するため糸の太さが測量精度の限界となります。

これに加えてトランシット自体のレンズの歪みやクロスヘアの誤差が加算されます、トランシットの角度をバーニヤで読んでいた頃はバーニヤが最大の誤差の原因でした、現在のトランシットの角度読みは電氣的にロータリーエンコーダで読み取るので誤差がほとんど無くなりました、したがって現在では下げ振りの糸の視準誤差が測量誤差の主因となっています。

### 3.7 掘進機の選定

掘進機の選定に必要な要素は①土質条件②曲線施工条件③その他(ビット交換、障害物等)などがあります。

#### (1) 土質条件

土質条件によりカッタ型式、掘削に必要なトルク、地山押付能力等が決まります、その中でも重要な項目はカッタ形式です、一般にCMT工法におけ

るカッタ型式は

- ①切削面版型：普通土
- ②切削ブーム型：軟岩(砂岩、頁岩)
- ③ローラヘッド型：玉石砂礫、中硬岩
- ④マルチカッタ型：複合土質などがあります。

#### (2) 曲線条件

曲線条件により掘進機として中折型を採用するか否かが決定されます。

基本的には管径の100倍未満の曲線半径がある場合は中折れ型掘進機(2折、3折)を採用します。

#### (3) その他

ビット交換や障害物の有無により点検扉等の掘進機機能及び補助工法の検討が必要です。

以上のような、長距離推進計画に基づいて各種の設備計画が進められます。

## 4 作業の確実性と今後の課題

現実の仕事考えた場合、土質の変化や突然なる障害物に対する対応が一番難しく、特に距離が延びてからのこの問題で時間を費やすと推進力抵抗の増加が著しく、時に推進不能に陥ってしまうことも考えられます。事前の土質の変化対策としてどのような手順で

やるか決めておき、全て準備をしておく必要があります。

玉石砂礫地盤から粘土地盤に、そしてまた玉石砂礫地盤に・・・この繰り返しは現場にとっては非常に苦しい対応となります。カッタヘッドとしては全く異質のもので無理をして推進しようにも進めず、結果として推進力増大につながったりビットの破損に繋がりが余分な仕事の連続となります。土質の変化の繰り返しの兆候が出れば、再度土質調査を小まめに行い、変化を早くつかんで対応を間違わないようにすることが非常に大切です。この時に地盤改良等を繰り返して推進抵抗に影響を与えてしまうと命取りとなることに繋がります。

CMT工法協会では、様々な障害物(シートパイル、H鋼、PC杭、RC杭、木杭、流木、ワイヤ等)を体験していますが、事前に分かっているそれなりのカッタ等に配慮ができていない場合と何も予定していない時では、処理時間にかかなりの差がでます。極力情報を収集しておく必要があります。

長距離の工法としては水送排土方式の採用となることは必然的に決まりますが、送排泥パイプや中継ポンプ等も

摩耗損耗で破損事故となることもあり、その対策が必要となります。長距離計画で述べたすべてのことを時間的ロスなく実施していく最大のポイントは、切羽の確認方法を確実にまた手軽に実施できる掘進機であること。さらに土質に対する変化の対応策を素早く実施できる機敏性を持つことにつきます。数百mを過ぎてからの時間のロスは長距離推進の命取りとなりますので、事前の準備対策が非常に重要な項目となります。

CMT工法協会では、様々な長距離推進の体験を踏まえて技術的にも一步一步前進して参りましたが、未だに再度長距離推進の施工となると幾つかの新しい体験をし、これを土台により精度の高い確実なる施工となるよう努力を続けております。今後もさらなる技術の研鑽を積み重ね、より安定した長距離推進の開発に努力する所存です。

#### ○お問合せ先

(株)推研  
〒547-0002  
大阪市平野区加美東4-3-48  
Tel: 06-4303-6026  
Fax: 06-4303-6029  
http://www.suiken-cmt.co.jp/

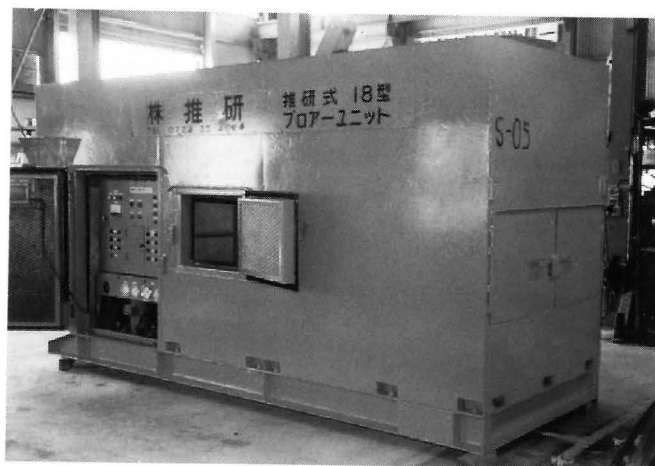


写真-2 圧気用ブローユニット

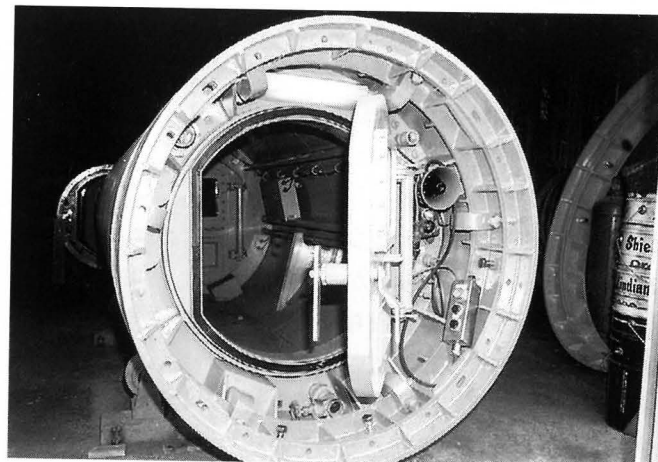


写真-3 圧気用ロックユニット

システムを全面的にリニューアル!!

# 工法NAVI

非開削技術検索サイト 工法ナビ

非開削工法の普及を目指し設計をお手伝いする画期的サイト

本サービスは国士舘大学堀地教授を委員長とする工法ナビ運営委員会により管理・運営しています。

www.kouhounavi.com