

長距離推進の世界記録達成

宮木 敏久

MIYAKI Toshihisa

鉄建建設(株)名古屋支店
土木部 現場代理人



磯部 善隆

ISOBE Yoshitaka

鉄建建設(株)名古屋支店
土木部 主任技術者



1. はじめに

本工事である公共下水道築造工事（3工区）は、豊橋市で進められていた公共下水道「梅田第1汚水幹線」のうち最終工区となる管渠埋設工事である。これにより既に完成している下流部の第2幹線とともに、中島処理場までの約11.1kmがつながることになる。

また当工区の推進延長1,447.6mは、推進工事におけるこれまでの記録、1,265m（埼玉県内の利根川横断工事）や1,259m（中国の黄河横断工事）を大きく超える距離である。これは当工事の対象路線である旧東海道が、狭隘かつ交通量が多く、起終点以外に発進・到達立坑の築造が困難であることから、このような長距離推進の計画がなされたためである。

2. 工事概要

工事件名：公共下水道築造工事（3工区）

工事場所：豊橋市大岩町地内ほか
（中島処理区 大岩・二川地区）

工期：自 平成18年9月19日
至 平成20年2月29日

発注者：豊橋市上下水道局

施工者：鉄建建設株式会社

管きょ工：（推進）〈φ1000mm〉

路線延長 1,454.3m

推進延長 1,447.6m

3. 土質条件

土質区分：礫混じり粘性土質砂・シルト混じり砂礫

N 値：15～50以上

地下水位：2.5m～6.5m

透水係数： 2.9×10^{-3} cm/sec～ 8.7×10^{-3} cm/sec

礫率：平均44%（10%～78%）

最大礫径：200mm

土被り：4.18～8.74m

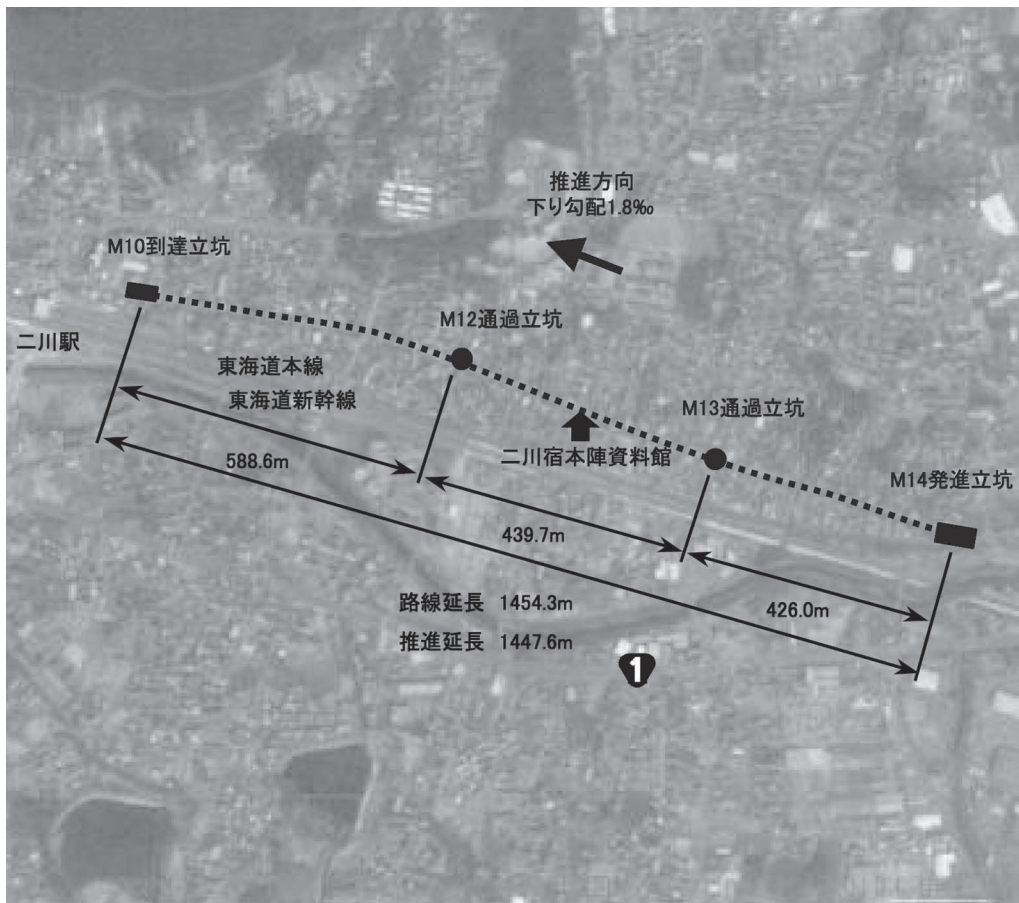
4. 工法の選定

当工区においては、

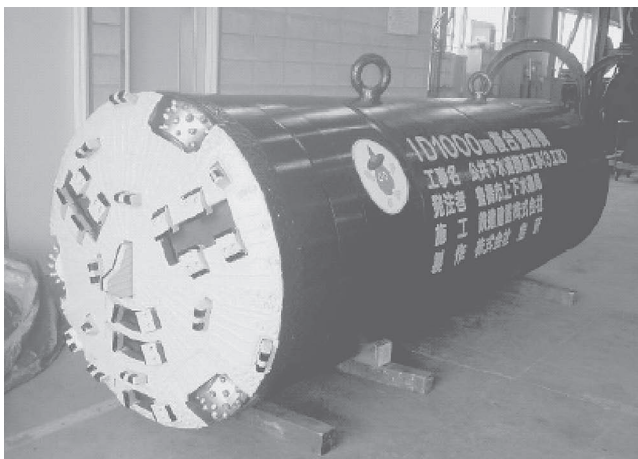
- ① 推進通過土層のN値が50以上と高く、砂礫・玉石等によりビットを磨耗させる可能性が高い土質である。
- ② 横断河川上の橋梁の基礎杭等、想定外の障害物に遭遇する可能性がある。



図-1 施工箇所位置図



図一2 推進路線図（航空写真）



写真一1 掘進機全景

③推進路線が旧東海道であり道路幅員が狭いため、ビットの磨耗及び想定外の障害物との遭遇等で推進不能となった場合に新たに立坑築造することができない。

等の理由により、掘進機の中からビットの交換、又障害物の除去が可能な掘進機の選定が必要であった。

また、長距離推進における実績や、さまざまな地盤での実績を考慮し、CMT工法（複合推進工法）を採用するに至った。

5. 工法の特徴

CMT工法は、単一システムの工法ではなく、いろいろな施工条件に対応するシステムの総称である。よって工法の選択が可能で掘削設備、排土設備、推力低減設備等の組合せ・選定により施工条件に最適なシステムを構築する。当工事においては表の項目について適用した。

これらの項目のうち代表的な特徴を次に説明する。

5.1 特徴①：モノスリット方式

当工法における掘進機面板の開口率は最大9%と他の掘進機と比較して小さい。これは、切羽保護を主に面板による加圧で行っているためである。また、開口率は常時開口部の開口率3%、可動式開口部の開口率6%とがあり、開口率の調整が可能である。これにより自立性のない玉石混じり砂礫地盤でも先行取り込みを抑制して切羽の崩壊を防ぐことができる。

5.2 特徴②：フローティングシステム

長距離推進を施工するにあたり、最も基本的な問題は、推進抵抗の低減といえるだろう。CMT工法においては管外周の余堀部15mm程度のテールボイドに『緩み土圧抑制材』と呼んでいる塑性状態の粘土を充

表-1 CMT工法採用システム一覧表

○印：適応項目

CMT工法システム	項目	項目
推進機・面板方式	ローラビット方式 切削ビット方式 マルチカッター方式	フラット型面板 ドーム型面板
排土方式	水力排土方式 空送排土方式	A・B・C・D方式
岩盤推進システム		
玉石・砂礫地盤推進システム	マルチカッターの採用	ビット・クラッシャー交換
超軟弱・流砂地盤推進システム		
長距離推進システム	フローティングシステム	緩み土圧抑制材注入 ブランジャーポンプの設置 プースターポンプの設置 設備管の設置 2管推進発達立坑 2連中押設備 曲進中押設備 マニキュア管の採用 換気冷却設備 ビット・ロックユニット
曲線推進システム	クッション材 側土圧理論 管耐荷力の考え方	
切羽障害物撤去推進工	圧気設備工	フロアー・ロックユニット

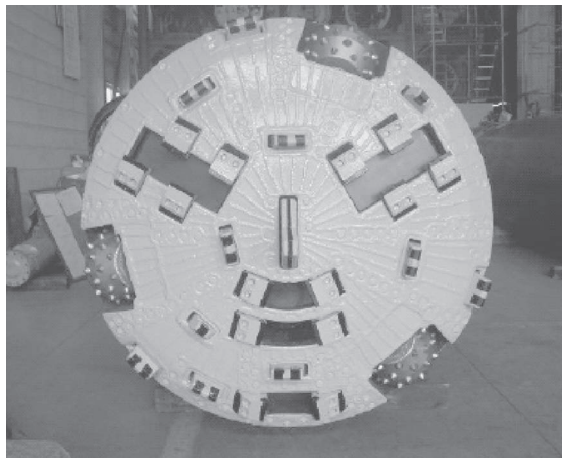


写真-2 面板開口部



写真-3 2連中押管推進状況

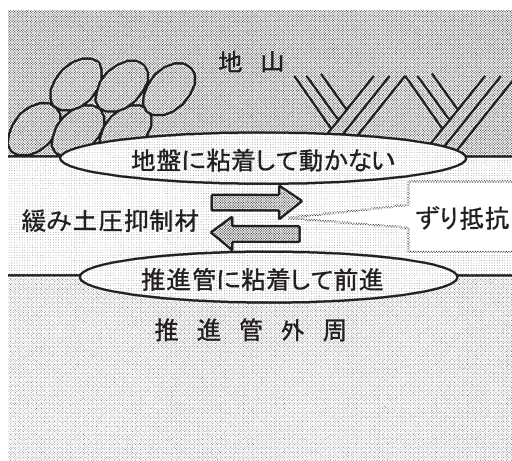


図-3 フローティングシステム概要図

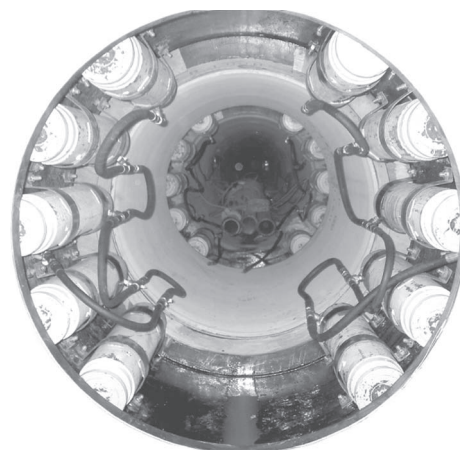


写真-4 2連中押ジャッキ

填する。緩み土圧抑制材の外周は地盤に粘着して動かず、内周は推進管に粘着して前進する。即ち、推進抵抗は緩み土圧抑制材の内部のずり抵抗そのものといえる。推進管は緩み土圧抑制材の中を浮いた状態で前進するため、推進抵抗は土質には無関係である。

また、緩み土圧抑制材は粘土が主材の塑性体であるため、流体の滑材のようにすぐ地下水等で希釈されるものとは異なり、長期間保持される。よって地盤沈下を引き起こしにくいという特徴があげられる。

6. 施工上の留意点

6.1 2連中押管

当施工においては、1,447.6mの推進を200tf/本×4本=800tfの元押ジャッキだけでは不可能（計画総推力1,810tf）であるため設計では中押設備を4箇所（各1組ずつ計4組）設けることとなっていた。

しかし、管の目地部分には推力を分散伝達する目的でクッション材が取り付けられているため、ジャッキ

延伸時にはクッション材が圧縮されたり、ジャッキ油圧開放時にはクッション材が復元しようとしてバックリングが発生したりということが考えられた。距離が長くなるに従いその割合は中押ジャッキや元押ジャッキのストロークに対して大きくなり、通常の中押管の配置では推進ロスが大きくなってしまふことが懸念された。

そこで中押管を1箇所につき2組連続して設置し、それを4箇所設けることで、中押の1サイクルの推進距離を倍に増やし、施工のロスを減少させることとした。それでも1,200mを超えたあたりから、中押全4箇所使用時に元押ジャッキの1ストロークが150～200mm程度しかなくなり、設計どおりの中押管の配置では、推進不可能になっていた可能性も想定される。

6.2 ヒューム管のクラック対策

通常の推進では、推力が最大にかかるのは元押ジャッキ側であるため、掘進機側よりも元押側に許容耐荷力の高い管を配置する。

しかし、実際このような長距離推進を施工するにあたり、先端の推進管は方向修正による側土圧や端面の推力の片当たり、掘進機の掘削反力の振動等で長期間繰り返し荷重を受け、ひび割れを発生することが少なくないということが実績上明らかになっている。そこで先端から20本分においてはガラス繊維入90N/mm²を配置して、以降50N/mm²、70N/mm²、90N/mm²の順番に配置して対応した。

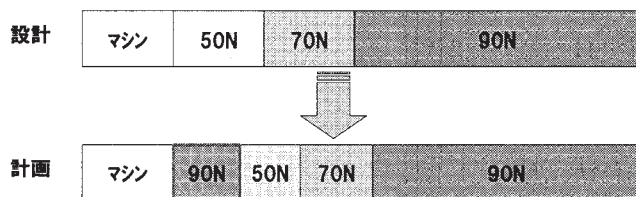


図-4 管割変更略図

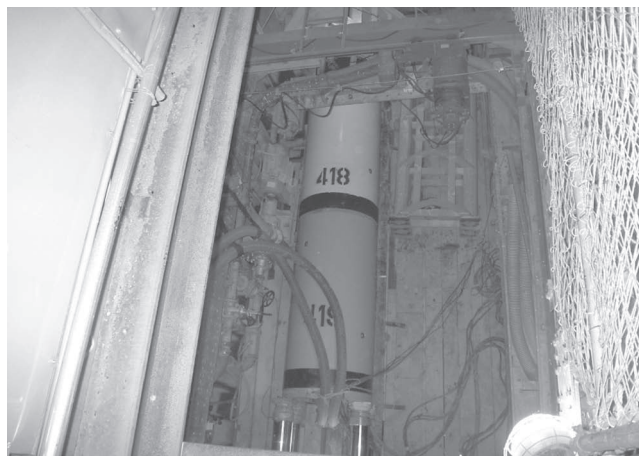


写真-5 標準管推進状況 (2本押)



写真-6 掘進機到達

推進が完了した現在、ヒューム管にはクラックは発生しておらず、品質を損なわずに施工できたといえる。

7. 長距離推進における課題

平成19年5月9日に発進し、約6ヶ月間の推進により、同年11月12日に無事到達することができた。その後約1ヶ月間で中押管を締め終え推進をすべて完了した。

施工上最大の問題点は、管内送排泥設備の故障であった。泥水配管は4吋の鋼管を使用していたが、推進距離が1,000mを過ぎた時期から、礫による磨耗で穴が開くということが頻繁に発生した。また、中継送排泥ポンプも600mを過ぎたあたりから同様に礫による磨耗でケーシングに穴が開く他、インペラ・Sプレートが磨耗して、そこに礫がかみこみ作動しなくなることが頻繁に発生した。その度に推進作業を休止して部品の補修・交換を行ったが、その際には管内の泥水の回収が必要となり、本作業に遅れを生じた。また、修理においては推進管内に作業員が入る必要があるのだが、管内には配管や作業員移動用のレール等の設備があり、実際にはφ1000mmの作業スペースは確保できず、作業環境は決してよいとは言えない状態であった。

今後の長距離推進の施工においては、送排泥管・送排泥ポンプの故障等を考慮した計画が必要であると思われる。

例えば、送排泥ポンプの前後にはバルブを取付けておき、修理の際に泥水の回収を最小減に留めるようにすることが考えられる。

また、1,000mを超えるような長距離推進の施工においては、管内での作業も考慮して管径をφ1000mmよりも大きい管を使用する等である。

8. おわりに

世界最長となる1スパン1,447.6mの推進が無事完了できたことに対し、発注者である豊橋市上下水道局様、設計担当の中日本コンサルタント(株)様にお礼申し上げます。

昨今、環境問題がとりあげられる中、非開削である

推進工法は社会的に重要な役割を担う工法と言える。今回、このような長距離推進を無事完了できたことは、今後、発注・計画されるであろう同種類似工事においても非常に意義深いものであると思われる。今回の実績・経験を誇りにしながら、今後の施工に携わっていく所存である。

編集委員リレー執筆コーナー

岩田 洋
IWATA Hiroshi
本誌編集企画小委員



5年ほど前から本誌の編集委員と編集企画小委員会の委員を勤めさせていただいています。特に編集企画小委員会は和田前事務局長と森田事務局長のお人柄のせいか、みんなでワイワイガヤガヤと議論を戦わせた後のコミュニケーションもまた楽しいひとときです。所属します芦森工業(株)は古くからガス、上水道、下水道等のあらゆる管路の管路更生を行っていますので、その関係から現在は工法ナビゲーション運営委員会の委員としても参加させていただいています。

また本誌の編集委員としての経験を生かして管路更生の各工法協会や企業が参加している日本管路更生工法品質確保協会の季刊誌「管路更生」の編集にも携わっています。

私は1人旅が好きで、学生時代はバイトと旅に明け暮れていましたが、それでもなんとか4年で卒業することが出来ました。近頃は女房や地元の友人と温泉旅行に行くことが多くなりましたが、それでも1年に1度は暇を見つけて1人旅に出かけます。学生時代に戻ってJRなどの電車やバスを乗り継いで旅をしていますが、地方に行けば車の発達で〇〇本線といった幹線でも1、2時間に1本の列車しか走っていない路線も多くなりました。乗り遅れると1～2時間は待たなければなりません。またそれも楽しみの一つで、今まで見過ごしていた事を発見出来たりします。駅のまわりの商店街はシャッターを下ろしたお店も多く見かけ、時代の流れを感じたりしています。

こんな親父の血を引いたせいか、子供も1人旅が好きで、バイトで資金を貯めて、一昨年はインドに2ヶ月程、昨年はどうとう大学を休学して南米に1年程遊びに出かけました。

編集委員会を通じていろんな分野の方の考えを聞けたり、お話ししたりしながら、なんとか本誌の編集のお力になればと思います。