

推進工法の可能性に挑戦するアルティミット工法

—連続曲線を含む下水道管の長距離・曲線推進工事—

しのはら ひろし
篠原 博

フジタ・アイサワ・地工建設工事
共同企業体板付幹線作業所所長



かんにょ しげき
勘如 重樹

機動建設工業(株)
九州支店工事部長



1 はじめに

近年、大都市ではゲリラ豪雨と称される予測困難な局地豪雨により、河川や下水道の目標整備水準を超えた雨水が道路を冠水、さらには地下空間へ浸水するという都市型水害が顕著化している。今後も都市部への資産集中や地下空間利用の進展等、都市機能の高度化を進め、緊急かつ効率的に浸水被害の軽減を図るための対策が必要となっている。

福岡市では、平成11年6月29日に発生した浸水被害の実態等を踏まえ、早急に対応を行うべき重点地区を選定し、緊急的に取り組む雨水整備計画「雨水整備Doプラン」を策定し、施設の整備を進めている。

本工事は、当計画に基づき福岡市博多区板付地区の下水道整備(浸水対策)を目的として雨水幹線をアルティミット工法により築造したものである。

2 施工事例

2.1 工事概要

工 事 名：板付第2雨水幹線築造工事

発 注 者：福岡市

請 負 者：フジタ・アイサワ・地工建設工事共同企業体

工 期：平成22年12月13日
～平成24年3月28日

施工場所：福岡市博多区板付地内

工 法：アルティミット泥水式推進工法

推進管径：呼び径2600

土 被 り：第1スパン
13.29～13.96m
第2スパン
6.56～7.20m

土 質：第1スパン
風化・強風化花崗岩、
砂礫土(一部)

第2スパン
砂質粘土

推進延長：818.5m(2スパン)

第1スパン：L1=774.3m

曲線半径：7連曲線(R=400、400、
2000、2000、300、
4000、180m)

管 材：NS管、合成管

第2スパン：L2=44.2m

曲線半径：S字曲線(R=90、90m)

管 材：NS管

本稿においては、超長距離で7連曲線推進の第1スパンについて報告する(図-1～3)。

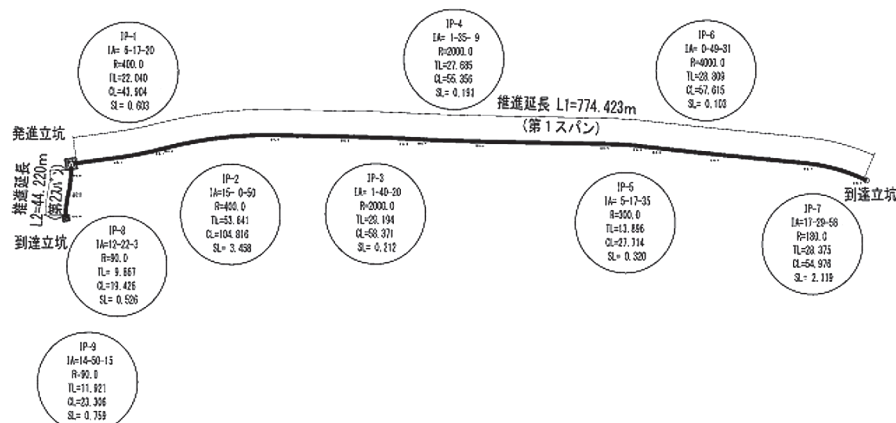


図-1 推進系統図

2.2 工事の特異性

本工事の第1スパンの土質は、全線にわたり風化・強風化花崗岩で、土被りも大きく地下水位も高くなっている。推進延長は、7連曲線を含む774.3mの超長距離推進となっている。

以上のような土質条件、施工条件で安全確実な推進施工を行うために、施工前に綿密な事前検討を行った。

(1) 高水圧下推進

【高水圧下推進の課題】

高水圧下の推進施工の場合に発生する大きな問題として、バックリング現象がある。これは、後続の推進管を据え付けるために、元押ジャッキを後退させて一時的に推進力を解放させたとき、掘進機面板にかかる水圧により掘進機が発進立坑側に押し戻される現象である。バックリング現象は、切羽地山の崩壊を生じさせ、路線部の陥没や精度不良というトラブルを発生させる。本工事の土被りは13m以上もあり、地下水位も高い。また、大口径管であることからバックリング力も大きなものとなり、十分な検討を行った。

【高水圧下推進の対応】

計画時の事前検討でバックリング現象の発生が想定された。想定されるバックリング力は、約412kNであった。この対策として、インサート方式のバックリング防止装置を採用した。

本装置の構成は、

- ①推進管の両側に接するように鋼製のH型鋼を建て込み、鳥居型に支持枠を設置、支持枠の反力は後方に設けた支圧壁から長柱構造で支持する。
- ②推進管の右下、左下、右、左、真上の5箇所固定金具設置用のインサートを予め設けておき、固定金具を設置し支持枠で受けてバックリング現象を防止する。

バックリング防止装置は、安全性を考慮して想定されたバックリング力の2倍

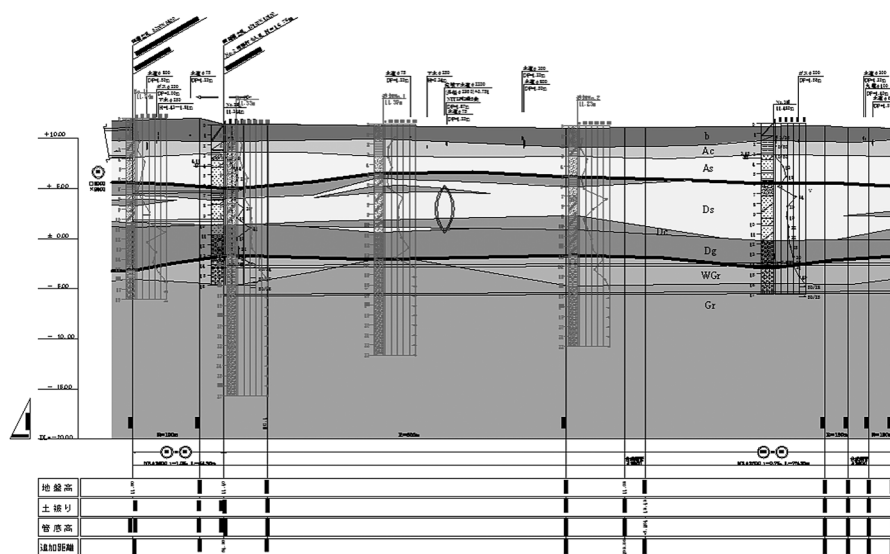


図-2 土質想定図①

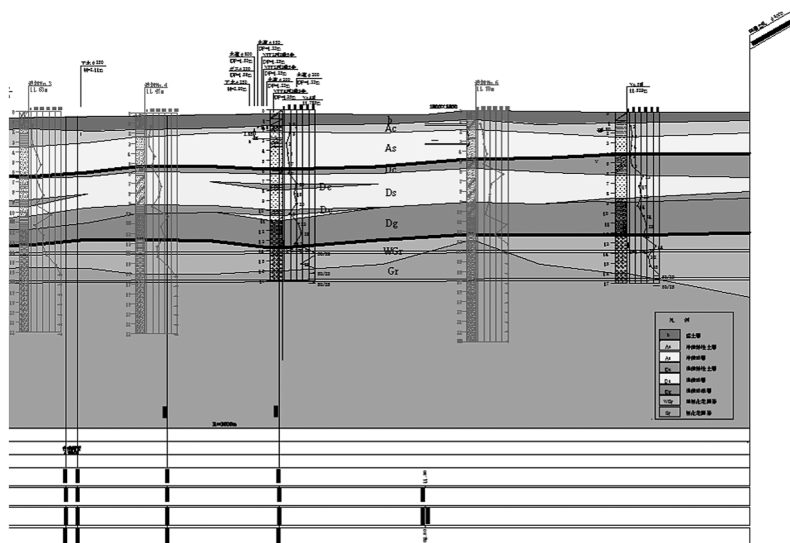


図-3 土質想定図②

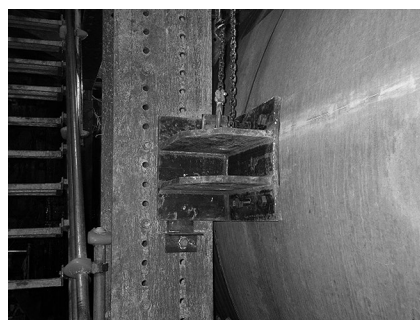


写真-1 バックリング防止装置

の能力をもった構造とした(写真-1)。

(2) 軟岩推進

【軟岩推進の課題】

前述したとおり、推進延長の全路線は風化・風化花崗岩で交通量の多い県道下の長距離推進であり、掘進機のビットを交換できる立坑築造の箇所は非常に限られており、ビット交換用の中間立坑の築造は断念した。また、当管路部の軟岩層は、石英分を非常に多く含んでおり、カットビットに加え、掘進機面板、排泥管、排泥ポンプ等の磨耗を異

87

を算定し、「センブラリング選定ソフト」を用いてその推進力による圧縮応力度が、推進管の許容応力度を上回らないように形状、発泡倍率、厚さ等を変化させて検証する。本工事では、検証の結果、センブラリングを8通りのパターンで貼り付け、応力の集中を抑制した。

掘進機内には方位と高さを常時把握するために、リアルタイム計測システ

ム（ジャイロコンパス、ピッチングセンサ、液圧差水レベル計）を装備した。推進管列の変位は自動追尾式トータルステーションを使用し、自主管理基準値を水平変位40mm、垂直変位30mmと規格値よりも厳しい上乗せ自主管理基準を設定した。なお、発進坑口は、大口径管の長距離推進であることから、滑材注入設備を装備した2重坑口リン

グとした（写真－3、4）。

2.3 施工結果

アルティミット泥水式推進の施工は、順調に推移し大きなトラブルもなく無事工事を完了することができた。前述した各種の施工上の課題と対応の結果について、以下に報告する（写真－5）。

(1) 高水圧下推進

鳥居型に組んだインサート方式のバックリング防止装置は機能的に作用し、バックリング現象によるトラブルもなく推進作業の効率化を図ることができた（写真－6）。

(2) 軟岩推進

着工前の検討会で想定したとおり、管路部の軟岩層は石英分を非常に多く含み、掘進機面板、排泥管、排泥ポンプ等の磨耗を異常な速度で進行させた。そのため、通常よりも作泥材の比重と粘性を上げ、掘削面の摩擦熱を下げてビットの磨耗を抑えながらの施工となった。しかしながら、774m推進した面板を到達立坑で確認した際の損傷は非常に厳しいものであり、本工事における施工条件、土質条件では今回の推進延長が掘進機の掘削限界であったのではないかと考える。また、排泥ポンプの磨耗も想定された頻度で発生したが、これらはインペラやサクシオンカバー、排泥管を根気よく何度も交換することで無事推進施工を完成させた（写真－7、8）。



写真－3 泥水式掘進機



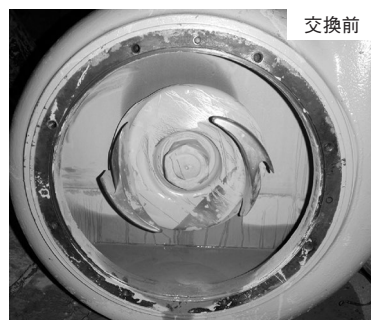
写真－4 センブラリング設置状況



写真－5 発進部設備状況



写真－6 推進状況



写真－7 インペラ交換状況



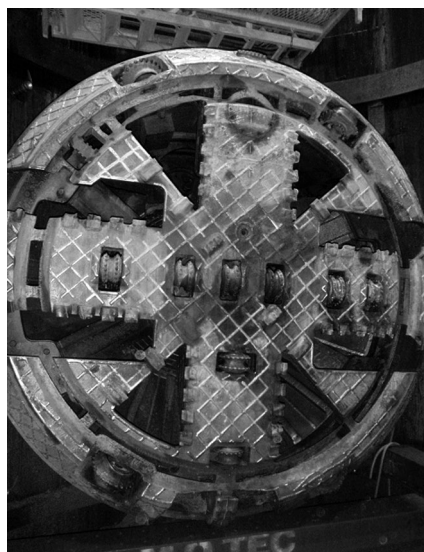


写真-8 掘進機到達状況

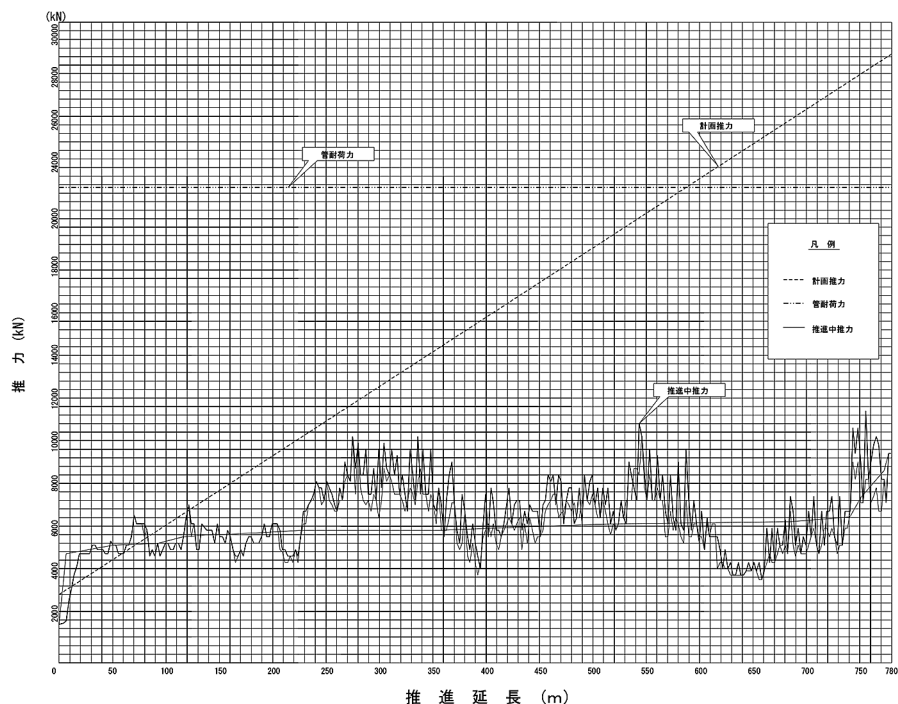


図-5 推進力管理図

(3) 超長距離・7連曲線推進

【長距離推進】

滑材注入システム (ULIS) による継続的な滑材注入の結果、一次注入滑材に採用したアルティークレイは、管外周の空間に充填されてテールボイドを維持し、二次注入滑材として注入されたアルティー K はアルティークレイ内に保持されて減摩効果を発揮し、大幅な周面抵抗力の低減が図れた。最終計画推進力 28,000kN に対し、最終実推進力は約 9,600kN と約 34% に到達でき、当初計画した 2 箇所の中押装置は使用しなかった (図-5)。

【7連曲線推進】

曲線形成は、事前に検証したセンブラリングを 8 通りのパターンで貼り付けることにより、管継手部の応力集中を抑制するとともに各継手部が均等に開口し、正確な曲線を形成した。

推進精度は、掘進機の遠隔操作とリアルタイム計測システムにより、リアルタイムで掘進機の位置・姿勢を把握でき、的確な掘進中の方向制御が可能となり、到達精度は左 5mm、+23mm と上乗せ自主管理基準を十分確保するこ

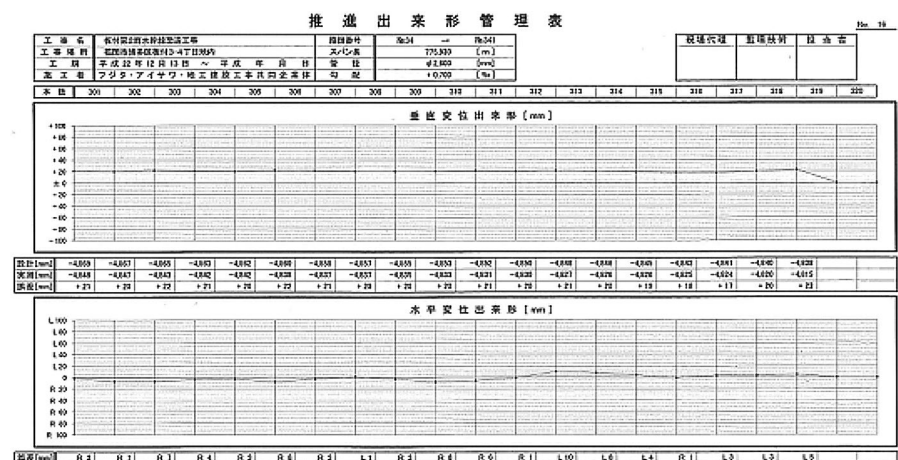


図-6 精度管理図

とができた。また、推進管列の変位についても、自動追尾式トータルステーションの採用により測量時間の短縮や管理者労力の削減が可能となり、前述のセンブラカーブシステムの効果とも相まって安定した掘進精度と日進量が確保できた (図-6、写真-9)。



写真-9 管内状況

3 おわりに

本工事は、大口径長距離7連曲線推進という特殊な条件であったが、過去の経験を活かし計画の段階から綿密な検討を加えた。この検討が実施工で活かされ、安全に高精度に工事を完成へと導いた。当工事を無事完成させる

に当たり、福岡市および委託管理業者の皆様には大変にお世話になりました。誌面をお借りし厚く御礼申し上げます。

本工事で得られた種々の課題に対する対応策を、今後の推進工事に活用させていきたいと考えています。また、本報告が少しでも皆様の参考になれば幸いです。

【参考文献】

- 1) 西田広治：「技術提案型総合評価方式に向けたアルティミット工法の取り組み」、月刊推進技術、VoL.21.No.9. 2007
- 2) 佐野哲雄：「アルティミット工法協会のあゆみ」、月刊推進技術、VoL.24. No.2. 2010