

安定した切羽管理が生む安心工法 CMT 改築推進工法

キーワード

改築推進工法, 長寿命化, 老朽化, 耐震



1. はじめに

我が国の下水道事業にとって改築推進工法の開発が喫緊の問題である事はあらゆる場で示されています。

しかし、これほど発展した推進工法にあっても、大口径の改築推進工法分野では、施工実績が非常に少なく、宇部市はその発注に頭を悩ましていることをお聞きしました。

その原因として考えられることは、改築推進工事においては一般推進工事と異なり施工場所がほぼ完成した市街地であり、地中上部には電気、ガス、水道など他の重要なライフラインが輻輳しており、地上には建造物が接近しているために慎重な上にも慎重な切羽管理が要求されます。しかし、その切羽には旧埋設管が存在するために均質な地盤もしくはそれに近い地盤は皆無で、しかも旧埋設管そのものも敷設時の施工方法により巻き立て材が異なるほか同一路線内においてもその管老朽度が異なるなどその条件は複雑極まりないと言えます。このような条件下で安定した施工をしなければならぬために改築推進工法の開発は非常に難しいと言わざるを得ません。

2. CMT改築推進工法の目指すところ

CMT推進工法は約30年前に『如何なる条件下においても安全に安心して工事を完遂する事』を基本理念に、当時は非常に難しいと言われていました岩盤推進に挑戦しました。その為にCMT工法の掘進機は異常なほど強力な切削能力を持ち、バルクヘッドの扉

を開放することにより機内から切羽を直接点検することが出来る特殊な機構を持っております。この機構はCMT推進工法を岩盤推進に留まらず超長距離推進や障害物対処可能な推進工法など基本理念に適う工法へと発展させるための原点となりました。

CMT改築推進工法の開発に当たっても従来の特色ある機構を更に発展させて安定した切羽管理を実現し、安心して施工が出来る改築推進工法を目指しました。

具体的には

- ①切羽の推進力管理及び土量管理を徹底した、絶対確実な工法
- ②目視による切羽点検を可能にした、確実な切羽管理工法
- ③旧管路の弛みなどにも対応可能にした、全方位的工法
- ④旧管が推進管の場合にも対応した、継手排除が可能な工法
- ⑤推進延長も考慮した、機内よりビット交換が可能な工法
- ⑥旧管の破碎残滓を極力回収する、環境対処工法等を開発のコンセプトとしました。

CMT改築推進工法の開発は2005年度より本格的に取り組み、工場内実験では下水道用鉄筋コンクリート管の切削実験に始まり、試作機による掘進実験や残土取り込み実験を完了させ、2007年には実施工を想定した地下実験を試み一部はコンサルタント数社に公開を致しました。

その結果、当初問題とした鉄筋コンクリート管を容易に破碎切断できるビットの開発に成功しましたが、鋼製継手の切断除去は非常に困難である事や、切

羽の管理には多岐に亘る問題があることが認識され、これらの問題を一つずつ解決して参りました。平成22年にこれらの諸問題に関して一応の解決策を決定し、CMT改築推進工法1号機を完成させることとなりました。

平成24年5月、山口県宇部市発注の「第72工区西部浄化センター合流幹線(改築)工事」においてCMT改築推進工法の初弾工事に着手し、同年6月成功裏に竣工させていただきましたので、此処にその概要を報告いたします。

3. 第72工区西部浄化センター合流幹線(改築)工事 報告

3-1 宇部市における下水道事業の概要

宇部市の情報によると下水道事業は昭和23年に事業認可を受け事業に着手し、昭和36年に供用を開始しました。その後、分流式による事業に着手し、処理区域の拡大や市町村合併などを経て平成23年度末現在、3,193.2haの整備を完了し、人口普及率72.7%、管路延長は702kmとなっています。合流区域の管きよ整備は昭和30年頃から整備され、標準耐用年数である50年を経過した管路が約50%あり、陥没事故などが多くなると言われている30年を経過した管路は約90%にも達しており、陥没事故の危険性は全処理区内で高まっているのが現状です。

管きよ改善事業は平成11年度より本格的に実施していますが、老朽化に起因する事故は近年増加傾向にあり平成23年度に策定した長寿命化計画によると更なる改善事業が必要であるとされています。

3-2 工事概要

工 事 名：第72工区西部浄化センター合流幹線(改築)工事

工 期：平成23年11月7日～平成24年7月31日

工事場所：宇部市居能町一丁目地内

既 設 管：φ700mm A型 鉄筋コンクリート管

改 築 管：φ840mm レジンコンクリート管

推進延長：58.77m

土 被：2.5m

水 位：GL-2.0m

土 質：シルト

3-3 既設管の老朽度

当該管路は昭和32年に敷設され、50年が経過しており過去には数度にわたり小規模の陥没事故が発生しその都度補修を重ねてきたこととお聞きしました。

現場環境は上流部が栄川ポンプ場からの圧送放流口に当たり常時硫化水素が発生する環境にあるため、宇部市は硫酸化細菌による硫酸の生成でコンクリート管の腐食度は大きいと判断し、設計計画に先立ち検査

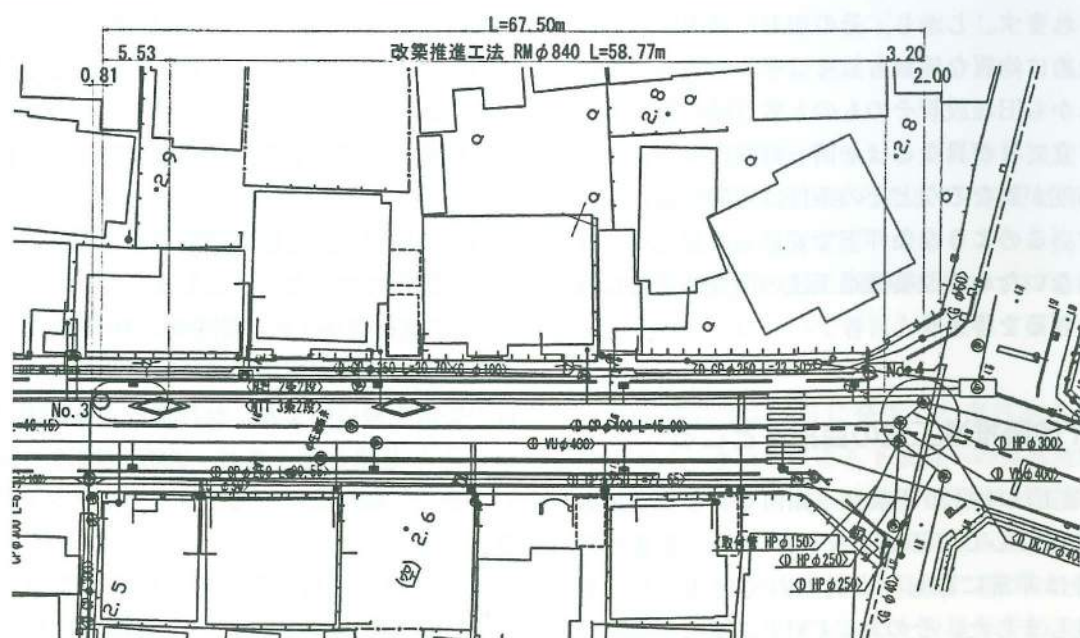


図-1 工事概要図

カメラを投入して老朽度調査を実施されていました。

老朽度調査のビデオ撮影を見せていただきましたが、工事区間のすべての管の天端部分は硫酸の生成による腐食が進行しており、コンクリートが剥落して鉄筋が露出している箇所や極端な場合は鉄筋も腐食し天端は大きく空洞になっている部分もありました。空洞部分の内数か所は過去の補修に用いた鋼板の存在も確認できました。



写真-1 上部硫化水素による腐食



写真-2 陥没した上部空洞

3-4 工法の選択

既設管内のカメラ調査の結果、道路陥没の危険性が高く改修工事が喫緊の問題ですが、天端部欠落箇所が数か所存在する事や全工区の管老朽度が激しいことから更生工法による改修は不可能であり改築工法の採用が決定されました。

改築工法の検討を行うに当たり、既設管の上部に接近してNTTなどの地下埋設物が輻輳している事、上部道路は生活道路であり通行止めなどが難しい事、民家が接近して土留め矢板などの施工が非常に困難な事、等々の条件から開削工法ではなく改築推進工法による施工が決定されました。

改築推進工法を採用するに当たり、当該工事の土被りは2.5mと比較的浅く、通常でも地表に影響が生じやすい深さであることに加えて、潮の干満の影響を受けて地下水位が上下するために地盤は非常に不安定である事や、過去の陥没事故の補修に用いた鋼板が残置されていることが大きな問題でありました。

これらの諸問題を勘案したうえで「住民の生活に影響を与えない安全な工法」として、切羽管理が十分に可能であり、しかもバルクヘッドを開放して障害物などを除去する事ができるCMT改築推進工法が採用される事となりました。

3-5 改築推進工事の施工

推進工事の施工に先立ち、過去の陥没事故補修に使用した鋼板除去を実施して障害物との遭遇を極力避けることとしました。

CMT改築推進工法用の掘進機切削部は、既設管及び地山掘削用の特殊な3種類のビットと外周保護ビットにより確実なテールボイドを構築します。切羽は面板加圧方式に加えて添加材を加えた泥土により切羽保持を図ります。この時切羽面と面板の力学的バランスを適格に把握してこれをコントロールする機能を持ち、これに加えて添加材の粘性や量及び排土量の管理を正確に行うことで切羽管理を行う事としています。このように切羽管理機能を持つ掘進機はバルクヘッドの扉を開放することが可能で、これにより直接切羽を視る事ができるのは従来のCMT推進工法と同様です。

事前調査により既設管の老朽度はかなり高く既設管内への土砂流入、道路の陥没の恐れが有る為に既設管内にモルタル充填し、これを防止しました。また、過去の陥没事故補修用鋼板は前もって除去しましたが、除去済み個所以外の存在も考慮して圧気用ロック設備を配置し、これに伴う送風用ブローア設備も備えて十分な準備の下で発進しました。

(1) CMT改築推進用掘進設備仕様

- 掘 進 機：φ1,010mm L=2,730mm
- カッター回転数：(3段変速型) 5.0・3.75・2.5rpm
- 原動機出力：30kW
- カッタートルク：43kN・m
- 方向制御ジャッキ：300kN ストローク50mm×4台
- 圧気ロック胴：φ960mm L=1,900mm 気積0.85m³
- ブローアユニット：吐出量18m³/分 39kW



写真-3 掘進機全体

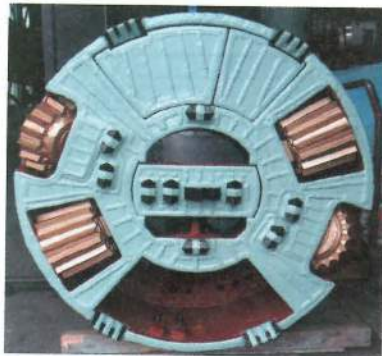


写真-4 切削部



写真-5 掘進機後方



写真-6 圧気ロック胴



写真-7 プロアーユニット

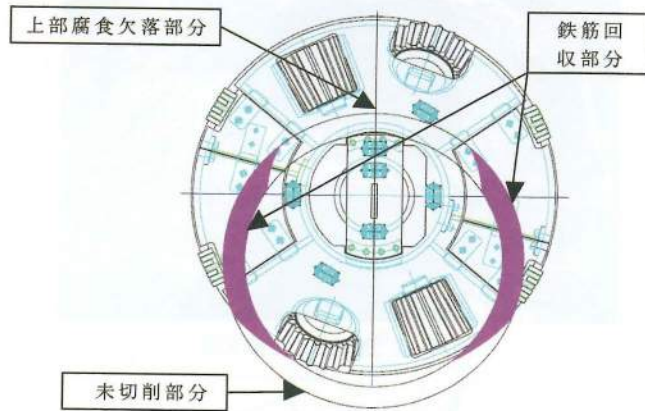


図-2 既設管と新設管の位置図



写真-8 回収された鉄筋



写真-9 バルクヘッド扉より切羽確認 (障害物-補修用鋼板)

工事名 第72工区 西部浄化センター合流管線(改築)工事

路線 築港立坑~到達立坑 1/2

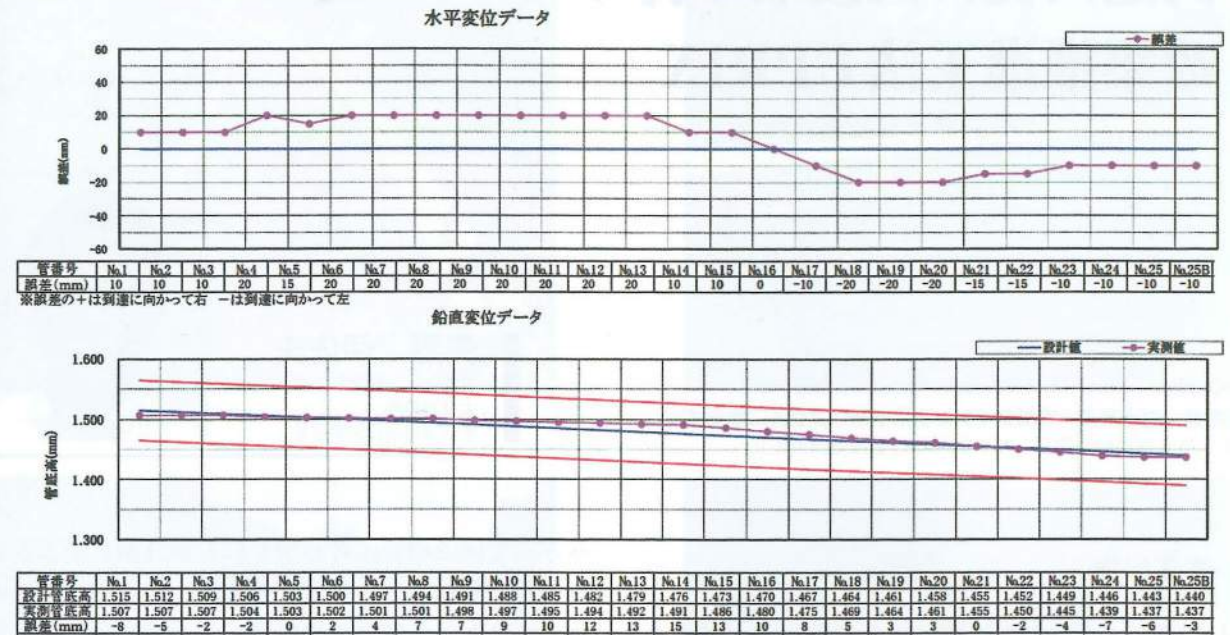


図-3 改築推進工出来形成果

(2) 施工状況

立坑掘削時点で、既設管が設計計画の位置より100mm下がっていることが判明しました。既設管と新設管の相対位置関係は図-2の通りで既設管下部に未切削部分があり更に前述の通り老朽欠落部分があるために既設管の実切削量はかなりの減となりました。既設管の切削状況の測定結果は殆ど無負荷で切削出来、鉄筋長さは50~100mm程度で回収され稀に500mm程度のものがありました。添加材を用いて塑性流動化させて切羽面の安定を図りましたが、鉄筋はこの泥土と混じりながら安定して搬出されました。切削断面と搬出鉄筋量を計算するとほぼ全量の鉄筋が回収されています。

切羽の土圧管理及び排土管理を実施した結果、切羽崩壊などは皆無で施工ができ、日進量は約2.45m/日とほぼ計画通りの成績で竣工できました。

ただ、発進坑口より約23m付近で切羽管理数値に異常が見られ切羽異常と判断し、直ちに準備した送風ブローア及び圧気用ロックを作動させ約0.02MPa程度の弱い圧気圧により切羽面の保護を講じた後にバルクヘッド扉を開放して切羽を目視点検しました。当初から懸念していた鋼板(12×700×700mm)数枚が障害物として存在する事が検知できたために、直に対処ができ、大事に至る事はありませんでした。(写真-

9) また、既設管の下部を残置し破砕する状況のなか精度管理を心配しましたが、一般的な推進工法としての仕上がり精度と変わる事のない精度で、ほぼ工程通りの日程で工事を完了する事ができました。(図-3)

4. おわりに

大中口径管の改築推進工法を焦点にしたCMT改築推進工法の初弾工事が成功裏に完了し、開発関係者は安堵したことは事実です。

改築推進工事は一般推進工事と異なり非常に厳しい条件があり、机上設計や工場実験、更には地下模擬実験を重ねたとしても実際の現場においてそれらが直ちに適用できるか否かが判明できないほどです。

しかし、私たちが改築推進工法の開発に当たり基本命題とした「切羽の管理が最大の課題である」との考えは正しいとの確信を得ることができました。現在協会では推進管の継手問題の解決に挑戦しており、この問題が解決できれば今回の実績と合わせて、CMT改築推進工法は大きく発展するものと考えております。ご期待ください。

最後になりましたが、当該工事に関してご指導くださいました宇部市下水道部下水道維持課の皆様はじめ施工関係者に甚深なるお礼を申し上げます。