

月刊推進技術



<http://www.lsweb.co.jp/micro-tunnelling/>

月刊推進技術 検索

公益社団法人 日本推進技術協会

<http://www.suisinkyo.or.jp>

e-mail:info@suisinkyo.or.jp

特集

「改築更新技術」とは

管路再構築時代に求められている

8

Vol.27 No.8
2013(平成25年)

| | |
|----|--|
| 工事 | |
| 工種 | |
| 位置 | |
| 業種 | |
| 略図 | |
| 止水 | |
| 到達 | |

アイアンモール協会



解説 改築更新技術

大口径管対応 改築推進工法の扉は開かれました

1 はじめに

我が国の下水道は、明治17年の東京神田下水を最初として昭和30年ごろから本格的な普及が進みました。昭和50年代に入るとその普及率は急勾配で上昇し、現在ではその人口普及率は約76%に、敷設延長は42万kmに達しております。

このような歴史を持つ我が国の下水

道管路は、近年悲鳴を上げております。下水道管路の主たる管材である鉄筋コンクリート管の寿命は50年と言われており、この寿命を迎えた管路が全国で7,000km以上に達し、さらには老朽による事故などが多発すると言われている敷設後30年を過ぎる管路は70,000km以上と言われております。普及の歴史を鑑みますと下水道管路の老朽化問題は近い将来、爆発的に増加す

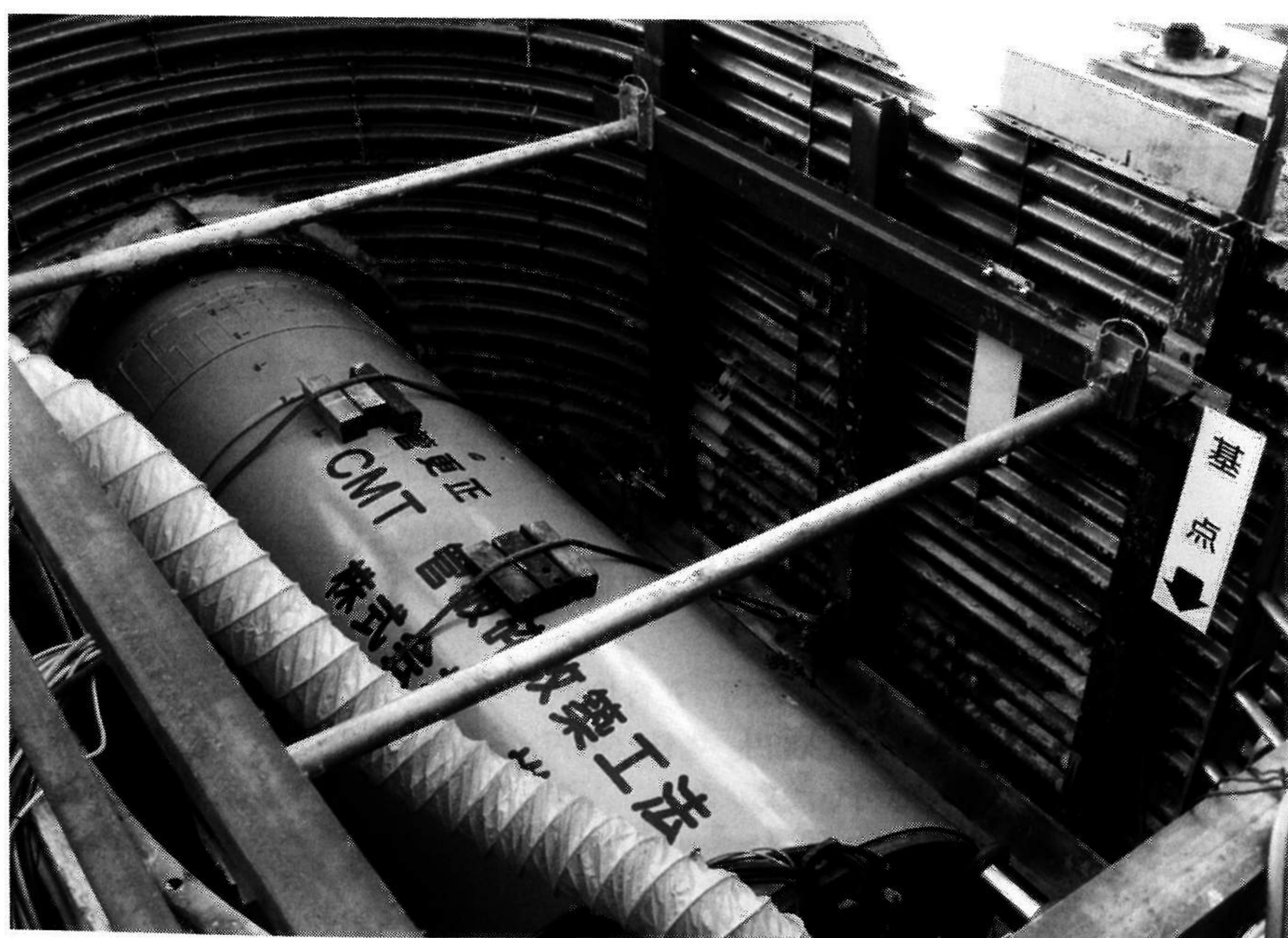


写真-1 CMT改築工法現場実証実験

の だ あきら
野田 彰
CMT工法協会
事務局長



ることは確実であり対策が急務であることは明らかであります。

下水道管路の改修には開削工法と非開削工法がありますが、敷設時に比べて格段に発展した現在の都市部では、非開削工法による下水道管路改修の比率が確実に上昇することでしょう。

このような状況下において大口径管を対象とした改築推進工法の開発が長年にわたり望まれておりましたが、この度やっと一般的推進工法と同レベルの安心感を持って施工できる大口径管対応の改築推進工法が開発されましたので、ここにご報告させていただきます。

2 改築推進工法はなぜ難しいか

2.1 切羽の管理

大口径管対応の改築推進工法においては切羽面に既設管といういわば「障害物」を常に抱えての施工となります。

この障害物である既設管は老朽化により折れ曲がったり、弛みを生じたりしております。さらには既設管が開削工法で敷設されている場合には基礎部の枕や支承の形により均一ではありません。このように切羽のバランスは常に異なります。

また、古い既設管の側部や下部には往々にして「水道」がついている場合が多く周囲の地盤は乱れており切羽崩壊の危険が非常に高い状況です。このような条件下で鉄筋コンクリート製の既設管を破碎する訳ですから、その振動などにより切羽の崩壊や過剰取込みの危険性は更に助長されます。

現在の一般推進工法における切羽管理はチャンバ内の土圧計管理と土量管理をしながらオペレータの熟練した「勘」に頼るところが大であります。

しかし、改築推進工法の施工は前述のような非常に厳しい条件ですから切羽の安定を確保しながらの施工はオペレータにとって一般推進工法に較べて数倍難しいといっても過言ではありません。

2.2 残土の排出

下水道管用鉄筋コンクリート管に使用されている鉄筋径（螺旋筋および軸筋）は概ねφ4～8mmです。

改築推進工法においては、コンクリート破碎と同時に鉄筋も切断しなければなりません。掘削ガラや鉄筋をチャンバから取り出して坑外に搬送します。その時、切断された鉄筋の長さが長くなると坑外搬送が非常に難しくなります。搬送手段が水送や空送の場合の切断鉄筋の長さは、概ね100mm以下でなくてはなりません。この50～100mmに切り揃えるのが非常に難しいのです。しかし、この問題は日進量に直接影響しますから、是非とも解決しなければならない問題です。

2.3 過剰取込みの防止

改築推進工法を施工する場所は概ね都市部であります。地表面には建造物が林立し、既設管上部にはライフラインなどが輻輳しているものと考えなくてはなりません。ですから土砂の過剰取込みなどによる近隣への影響は絶対に許されません。

しかし、対象とする切羽は既設管部

分とこれと物性の異なる土砂部分が常時存在しますから、極端に異なる性質を持った互層地盤での推進工事に例えられます。これに加えて「水道」まで存在するとあっては、既設管上部の土砂部分はカッタの回転に伴い崩れよう崩れようとしております。このような切羽条件下での過剰取込み厳禁ですからその管理は非常に難しい問題です。

2.4 ビット交換の必要性

改築推進工法においては、鉄筋コンクリート管を破碎しなければなりません。コンクリート破碎と鉄筋切断は必須の条件です。推進延長が長くなりますと切断用ビットの損耗や破断を想定せざるを得ません。また老朽管による道路陥没事故などが過去に発生し、これを補修した箇所がある場合にはその補修の際に用いた鋼材などが残存していることもあります。そのような鋼材に遭遇してビットを破損することも想定しなければなりません。このような時には直ちにビットを交換しなければなりません。

2.5 巨石や鋼材などの障害物との遭遇

既設管の老朽度が激しくなり管天端部に空洞が生じ、この空洞から土砂や礫、さらには巨石などが管内に流入して礫だまりを形成することがあります。これらのモノは地盤内ではなくて自由空間に有りますので容易に破碎することができません。非常に厄介なモノです。礫や巨石は先に記しました残存する補修材と同様に障害物として対処をしなければなりません。

3 CMT改築推進工法とは

日本の下水道管路の将来、しかも近い将来を考えると既設の老朽管対策は早急に対処すべき問題であり座視できる問題ではありません。CMT工法協会においては約10年前からこの問題に対

して真剣に取り組んでおります。問題点を探り、種々の観点から研究し、計画・設計・工場実験・現場実験を繰り返しました。このような経過を経て平成23年初夏に初弾工事を完工することが出来ました。

CMT工法協会では、老朽化した既設管の改修工法であるCMT改築推進工法の施工は都市部と定めて、立地条件としては如何なる条件下においても近隣の地盤や構造物に影響も及ぼすことなく工事を完遂できる工法を完成することを開発の命題としました。

そのためには、

- ①従来の機械式推進工法に較べて数段厳しい切羽であっても、その管理を徹底することにより切羽の安定を保ちながら施工ができる工法とする。
 - ②改築推進施工においては、常に過剰取込みによる切羽崩壊の危険があるためこれを防止できる工法とする。
 - ③長距離推進施工や障害物との遭遇によるビットの消耗や欠損を想定し、機内からのビット交換を可能にして、工事の中断や緊急の追加立坑設置は必要としない工法とする。
 - ④既設管内に流入した巨石や残置された鋼材などに遭遇するなどのアクシデントの際には切羽を目視することができ、それらを除去できる工法とする。
 - ⑤土砂、コンクリートガラ・鉄筋などの多種多様な残土であっても連続した排土を基本として、経済的な工法とする。
- などを開発のコンセプトとしました。

4 CMT改築推進工法の機構と設備

CMT改築推進工法開発の基盤となったCMT推進工法は岩盤推進対応機として開発されました。

CMT推進工法は強力な掘削トルクと、機内からビット交換をするためにチャン



写真-2 CMT改築推進機の全景

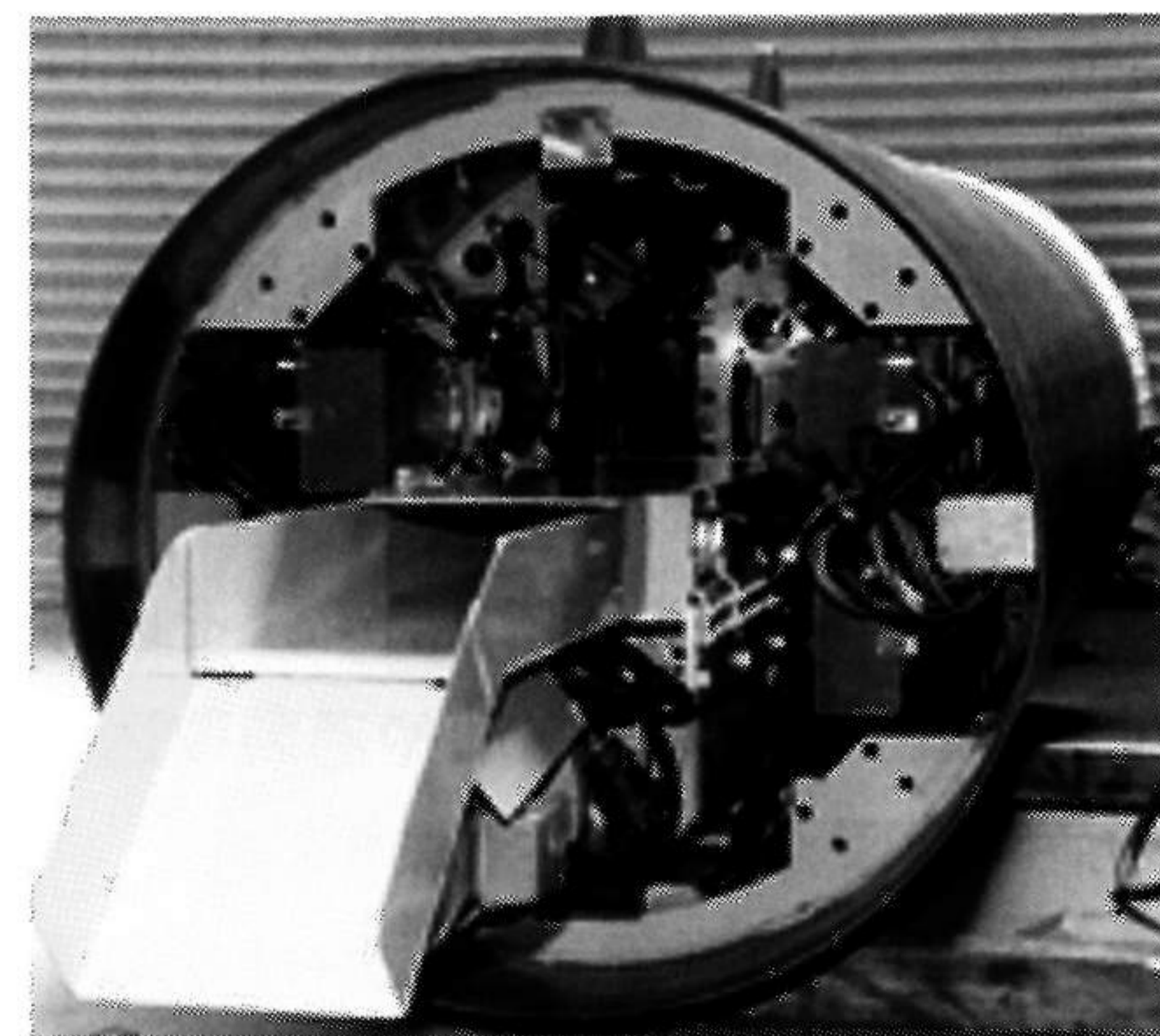


写真-3 CMT改築推進機の後方

バ隔壁部に点検扉を有することを特長とした工法です。

鉄筋コンクリートの破碎に関しては、強力な掘削トルクのおかげで全く問題なく開発が進み、鉄筋の切断長さも切断ビットの刃型やピッチを検討することにより長さ50～100mm以下にすることができました。しかし、その確率が95%程度で100%に至ってないため現在は人力による選別を採用しています。

排土はスクリュコンベヤでチャンバ内から土砂を取り出し、ここで鉄筋を選別したのち、空送管を用いて坑外に搬出

する連続排土方式を採用しました。

最大の問題である切羽の保護については、チャンバ内に添加材を注入し十分な混練を施し、これにより切羽に掛る土圧と水圧に対応させます。排土はスクリュコンベヤを用いて行いますが、吐出部分に取込み量調整ゲートを設置して土砂の取込み量を微調整します。このことによりチャンバ内の圧力を自在にコントロールができますので切羽の安定および過剰取込みを防止できる構造にしました。

掘進機の切羽面板の押付け力やチャ

ンバ圧力、さらには取込み土量を数値管理することにより正確な切羽管理が可能になりました。基盤工法であるCMT推進工法に採用されておりますチャンバ隔壁部に設置した点検扉をCMT改築推進工法にも採用することにより、ビット交換、障害物対応や切羽の目視点検の課題もクリアできました。

このようにして開発されたCMT改築推進工法は現場実証実験を経て、平成22年6月、山口県宇部市ご発注の第72工区西部浄化センター合流幹線（改築）工事にご採用戴き、大口径老朽管改築推進工事の初弾工事は成功裡に完工できました。

当該工事についてその概略をご報告いたします

5 工事報告

5.1 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



写真-4 排土状況



写真-5 天端が老朽化して空洞化している



写真-6 天端の空洞部より流入した土砂・玉石の礫溜り

土被：2.5m
水位：GL-2.0m
土質：シルト
線形：直線

5.2 工事条件

宇部市の下水道事業は昭和23年に着手し、昭和36年に供用開始しました。平成23年度末現在、3,195haの整備を完了し人口普及率は72%、管路延長は702kmとなっています。そのうち標準耐用年数50年を経過した管路が約50%であり、陥没事故が多発すると言われていた30年を経過したものは90%に達しており、長寿命化対策等を策定しての改修事業の推進が喫緊の課題となっております。

当該工事の管路は昭和32年に敷設しましたが、近隣の栄川ポンプ場の圧送管放流口に位置するため、老朽化が進み過去数度にわたり小規模な陥没事故を惹起し、その都度応急補修を行っております。ご当局では設計に先立ち管路内を監視カメラで入念に調査しました。その結果、既設管天端部分の老朽化は非常に激しく、コンクリートの腐食に留まらず鉄筋部も完全に腐食して空洞となり、その部分から土砂や巨石が管に流入して礫だまりを形成している箇所が数か所ありました。また過去の補修に用いた鋼材が残存していること

も確認されました。土被りは2.5mと比較的浅く、水位はGL-2.0ですが、約30m付近まで海が迫っているため水位が上下する状態にあります。既設管の敷設箇所は生活道路の下部であり、そこにはNTTの電線や水道も埋設されています。

このように当該工事の現場条件はかなり厳しく、ご当局も工法選定の際にはかなり悩まれました。

生活道路であり人家が建て込んでいますから開削工法よりも推進工法での施工が適切であるとの決定がなされました。しかし、シルト地盤で土被りが2.5mとかなり浅く、加えてGL-2.0mの水位が上下している中での改築工事であり、工事区間内には過去の補修跡が数か所ありますから…随分悩まれました。

結果、「住民の生活に影響を与えない安全な工法」としてCMT改築推進工法が選定されました。

5.3 工事の施工

推進工事開始前に、事前調査で確認された過去の補修跡に残存する鋼材などの撤去を行い障害物との遭遇を極力避けることとしました。また、管老朽化による多数の空洞がありそれによる礫だまりの存在などを考慮して上部地盤の安定化のために、既設管内に前もってCBグラウトを施し完全に充填しました。

推進施工条件としてはかなり厳しい条件であったため、完全を期すために推進設備は硫化水素検出装置や圧気設備なども含めてフル装備で臨むこととしました。

推進施工に当たりましては添加材を注入し混練時間を十分に取って、調整ゲートを絞る気味にしてチャンバ内の圧力を調整し、切羽を安定させながら慎重に施工しました。掘進機面板の切羽への押付け力・泥土による切羽土圧と水圧とのバランス・取込み土量、この3点を数値的に管理することにより切羽を常に安定させながら推進ができました。

鉄筋選別の機械化が未だ完璧でないために、人力により選別して排土障害を防止しました。鉄筋の選別状況は実験結果とほぼ同様に長さ50～100mmオーバは殆どありませんでしたが1本でも発生すると排土障害となりますので同処置も致し方ないと考えております。

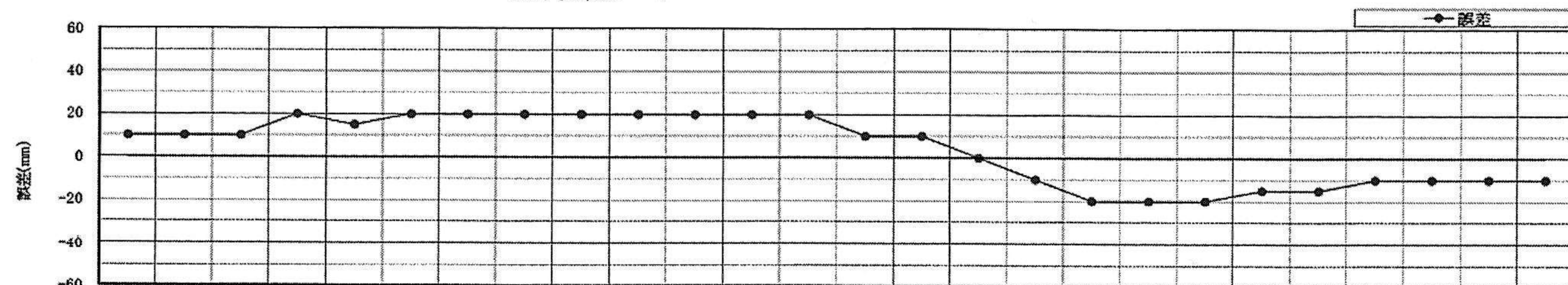
発進坑口より23m付近で切羽管理数値に異常が見られたため直ちに圧気装置を稼働させ、点検扉を開放しての目視による切羽点検をしました。その結果、残存した補修材であろうと思われる鋼板（12t×700×700mm）が発見され直ちに対処できましたので大事に至ることとはなりませんでした。

以上の推進施工の結果、地表面への

工事名 第72工区 西部浄化センター合流幹線(改築)工事

路線 発進立坑～到達立坑 1/2

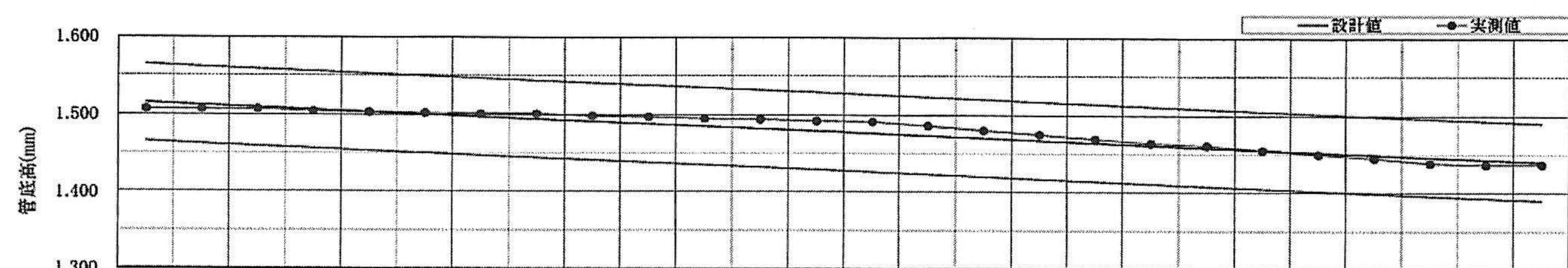
水平変位データ



| 管番号 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | No.11 | No.12 | No.13 | No.14 | No.15 | No.16 | No.17 | No.18 | No.19 | No.20 | No.21 | No.22 | No.23 | No.24 | No.25 | No.26B |
|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 誤差(mm) | 10 | 10 | 10 | 20 | 15 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 10 | 10 | 0 | -10 | -20 | -20 | -20 | -15 | -15 | -10 | -10 | -10 | -10 |

※誤差の+は到達に向かって右 -は到達に向かって左

鉛直変位データ



| 管番号 | No.1 | No.2 | No.3 | No.4 | No.5 | No.6 | No.7 | No.8 | No.9 | No.10 | No.11 | No.12 | No.13 | No.14 | No.15 | No.16 | No.17 | No.18 | No.19 | No.20 | No.21 | No.22 | No.23 | No.24 | No.25 | No.26B |
|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 設計管底高 | 1.515 | 1.512 | 1.509 | 1.506 | 1.503 | 1.500 | 1.497 | 1.494 | 1.491 | 1.488 | 1.485 | 1.482 | 1.479 | 1.476 | 1.473 | 1.470 | 1.467 | 1.464 | 1.461 | 1.458 | 1.455 | 1.452 | 1.449 | 1.446 | 1.443 | 1.440 |
| 実測管底高 | 1.507 | 1.507 | 1.507 | 1.504 | 1.503 | 1.502 | 1.501 | 1.501 | 1.498 | 1.497 | 1.495 | 1.494 | 1.492 | 1.491 | 1.486 | 1.480 | 1.475 | 1.469 | 1.464 | 1.461 | 1.455 | 1.450 | 1.445 | 1.439 | 1.437 | 1.437 |
| 誤差(mm) | -8 | -5 | -2 | -2 | 0 | 2 | 4 | 7 | 7 | 9 | 10 | 12 | 13 | 15 | 13 | 10 | 8 | 5 | 3 | 3 | 0 | -2 | -4 | -7 | -6 | -3 |

図-1 出来高 成果表

影響は全くなく日進量はほぼ計画通りの2.44m/口を確保し、推進精度も図-1の通りほぼ満足な施工となり初弾工事は成功裡に完了することができました。

6 おわりに

永年の課題でありました大中口径対応の改築推進工法の確立を目指して開発したCMT改築推進工法の初弾工事は、無事に竣工することができました。私たちは改築推進工法における最大の課題は、切羽管理であるとの命題の基に開発を続けてまいりましたが、その妥当性は当該工事において実証できたと考えております。

今回の工事におきましては、改築後

の下水道管の寿命を考慮してレジン管を用いました。また仮排水に関しましては既設の休止管を利用することができました。

しかし、より実用的な改築推進工法を確立するためには施工方法のさらなる研究と同時に使用管材や仮排水の問題の研究が重要になると考えます。

是非早急にこれらの課題を解決して、目前に迫りつつある我が国の下水道管路の危機を克服しなければならないと考えます。

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に対して深甚なる感謝を申し上げます。

なお、当該工事の詳細は本誌Vol.26

No.9 2012をご参照ください。

執筆者紹介

野田 彰 (のだ あきら)

(株)推研

専務取締役

○お問い合わせ先

〒547-0002

CMT工法協会 事務局

大阪市平野区加美東4-3-48

(株)推研内

Tel : 06-4303-6026

Fax : 06-4303-6029

http://www.suiken-cmt.co.jp/

E-mai : info@suiken-cmt.co.jp