

施 工 報 告

大津市・里川雨水幹線管渠築造工事における 超長距離推進工事と多曲線施工について

奥村 雅俊

大津市河川下水道部
河川整備課主査



1. はじめに

大津市は、日本最大の湖である琵琶湖の南西部に位置し、南湖に接しています。

形状については東西に20.6km、南北に45.6kmと南北に細長く、面積は302.34平方kmで、人口は約30万人を擁する近畿の中核都市であります。

本市の公共下水道の整備については昭和37年より琵琶湖の水質保全の観点から、汚水先行型で整備を進め、平成13年度末で、管渠延長828km、処理面積4,326ha、処理人口27万人、総人口に対する普及率は92%となり、近畿の中核都市の中でも高い普及率となっております。

一方、公共下水道のもう一つの大きな役割は市街地の浸水対策であり、今日における市街化の進展や異常気象などによる雨水流出の増大により市街地のいたる所で浸水被害が多発し、本市においても、浸水対策に日夜努力しているところです。

このような中、平成9年8月に本市の北部地域を襲った集中豪雨の浸水被害で、尊い人命が奪われるなどの多大な被害を受けたことを契機に、本市における浸水対策の一環として当事業地区の抜本的対策に向けて事業の実施しているところです。

本稿では、本市では初めての採用となる、推進延長500m以上の超長距離推進とバーチカルカーブを含む多曲線施工について報告します。

2. 工事概要

概要を以下に示します。

工事名称：里川雨水幹線管渠築造工事

施工場所：大津市雄琴六丁目他

工 期：平成13年9月25日～

平成14年10月31日(予定)

施工業者：株式会社昭建

シールド機製作者：株式会社推研

設計委託業者：株式会社エース

工 法：複合推進工法(CMT工法)

工事内容：①施工延長 L = 724.9m

②推進延長 L = 692.6m (CMT工法)

L = 19.6m (普通推進)

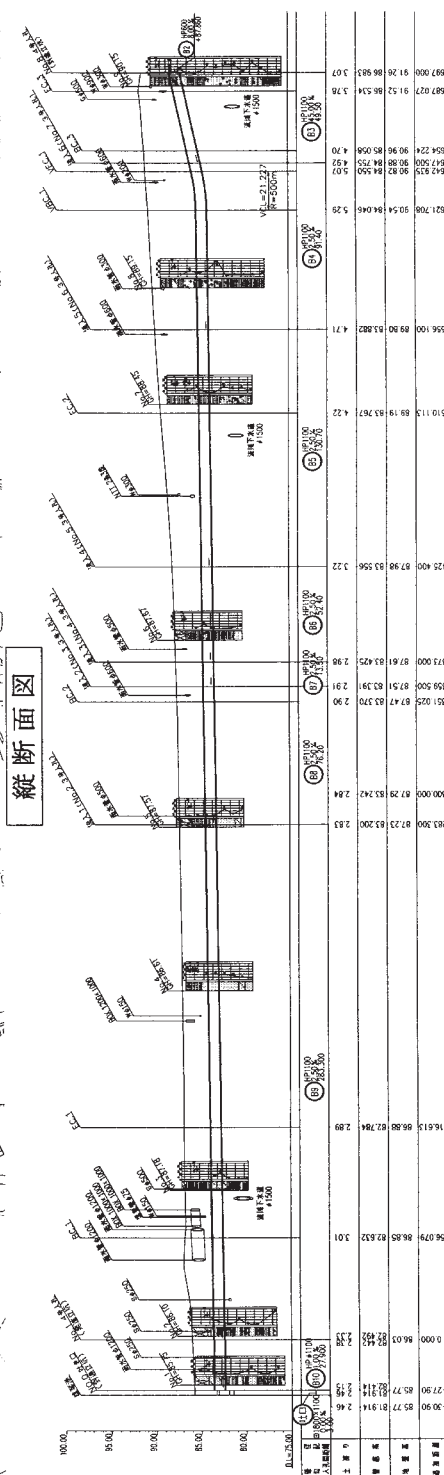
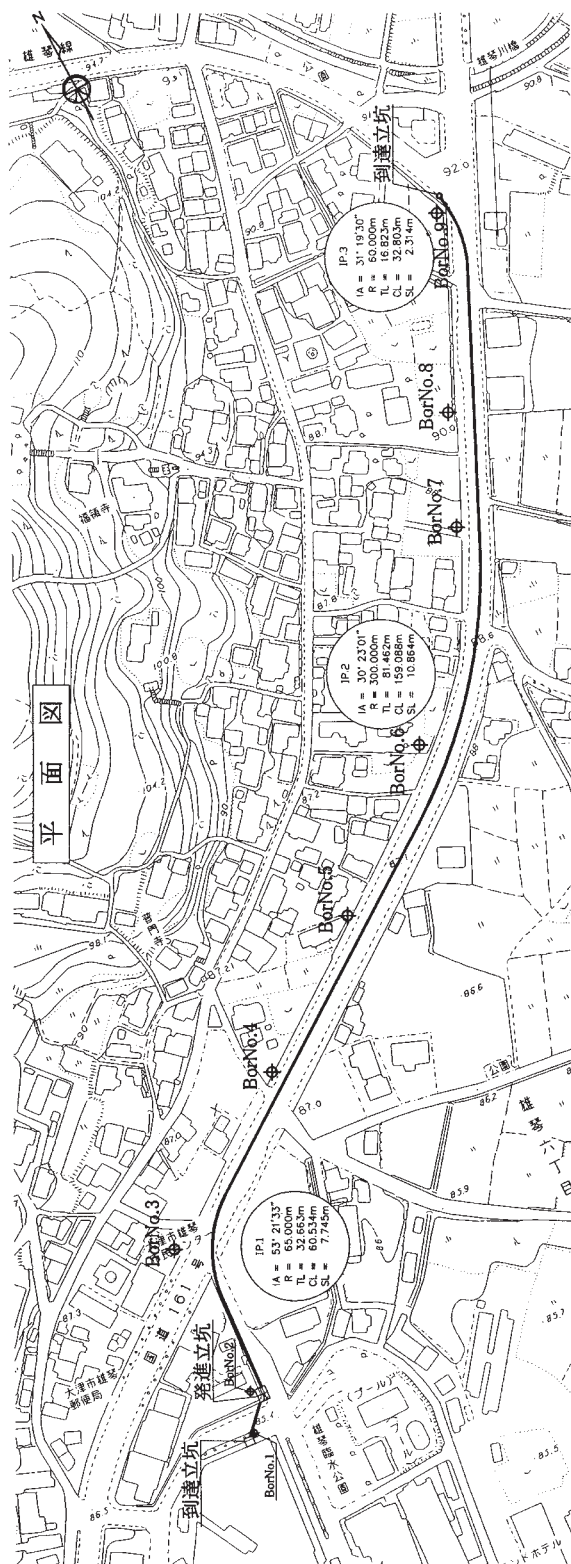
③管径：φ1100mm

④曲率半径／曲線距離

R = 65m／L = 60.53m

R = 300m／L = 159.08m

R = 500m／L = 21.22m (バーチカル)



圖一—1 縱平面圖

$R = 60\text{m} / L = 32.80\text{m}$

土 質：粘土質砂及び礫

土 被 り：2.3～5.1m

地下水位：G L = -0.75～-1.70m

平面図、縦断図を図－１に示します。

３．地形・土質概要

当該地区は本市の北部地域で一級河川雄琴川の南に位置しています。施工路線の南側には琵琶湖、東側に比叡山系であり、南北に国道161号が走り交通の要衝であります。

地質は洪積層の砂質土、粘性土が互層状に分布して下位を構成し、その中位を沖積世の軟弱な礫質土、砂質土、粘性土が互層に分布しています。

一部には細砂や有機物が混入する箇所が見受けられ、上部には、盛土や沖積世の粘性土、砂質土が分布し、盛土においては宅地、耕作地盛土が主体であります。

管路施工深度の土層については、発進側からボーリングNo.3 付近においては砂質土層と粘性土層が互層状に分布し、ボーリングNo.3 からボーリングNo.6 付近については細砂を主体とする砂質土層を中心として、その上部に粘性土層が分布

しています。

また、ボーリングNo.6 から到達側においては、砂礫層と粘性土層の境界付近に当たります。

N 値は3～24と軟弱であり、透水係数は 7.35×10^{-3} と透水性が高い土質であります。

４．超長距離推進での施工に至った背景

当工事施工箇所については、国道161号と旧国道161号(現大津市道)に挟まれた低地箇所の浸水対策を目的として実施するものであり、重要幹線道路である国道161号下に管渠を埋設し県費支弁港湾雄琴港に放流するものです。

当管渠は国道161号のほぼ中央を土被り2.3～5.3 mの深さで埋設するもので、管の深さと道路管理者である国土交通省の指導により通過交通に支障のない工法である推進工法で施工するものです。

通常の推進工法であれば標準推進延長400mで2スパンとするものでありますが、発進基地の用地確保が困難であることに加え、重要幹線道路である国道161号下での作業に制限を加えられる等、複数スパンでの施工が困難であり、よって超長距離推進を採用することとしました。



写真－１ シールド機搬入状況

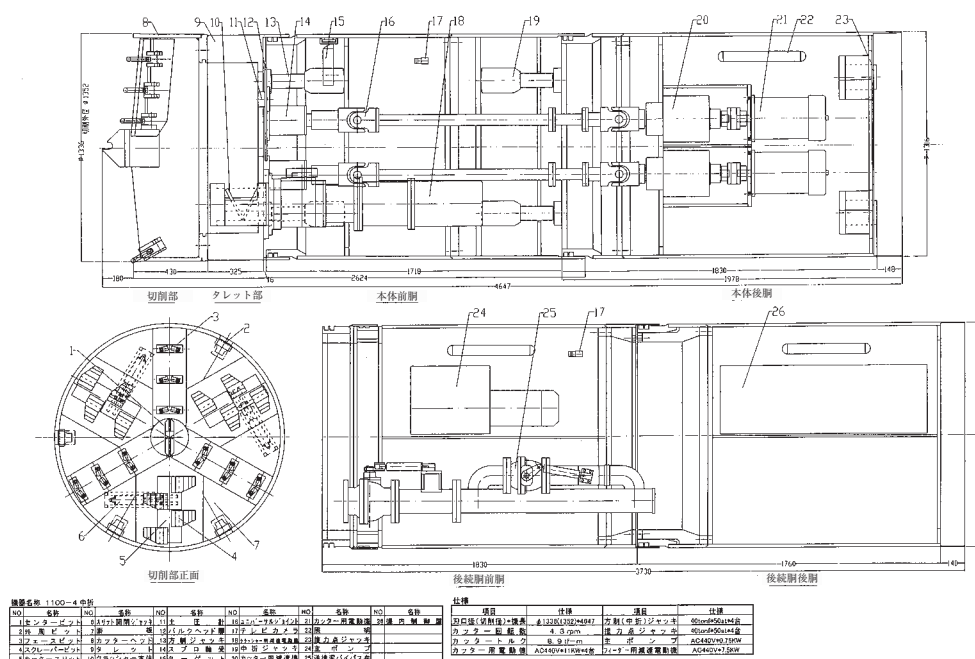


図-2 シールド機の断面図

5. 本工法採用の経緯

本工事では、推進延長が約700mという超長距離推進やバーチカルカーブを含む多曲線など設計上の条件に加え、国道161号下の推進で土被りの大半が2.3～2.8であり国道路面の影響を考慮するなど施工上の条件があります。

よって、工法の採用については、下記の条件を満たすものとしました。

- ①施工可能な推進延長が約700mである工法
- ②R60mや、バーチカルカーブなどの多曲線施工が可能な工法
- ③国道路面の影響を考慮して、テールボイトが極力薄い工法
- ④推進時での障害物の撤去が、シールド機内で行える工法

以上の条件を踏まえて、工法の採用については次のとおりとしました。

5.1 推進工法

推進工法については、実用化されている工法が種々ありますが、同管径で推進延長が700mやバー

チカルカーブを含む多曲線での施工では、泥濃工法や泥水加圧工法などの工法で施工可能です。

ここでは、国道での薄い土被りにおける路面への影響や、推進時の障害物のシールド機内での撤去などの条件からCMT工法(複合推進工法)を採用しました。

この推進工法の特徴については次の通りです。

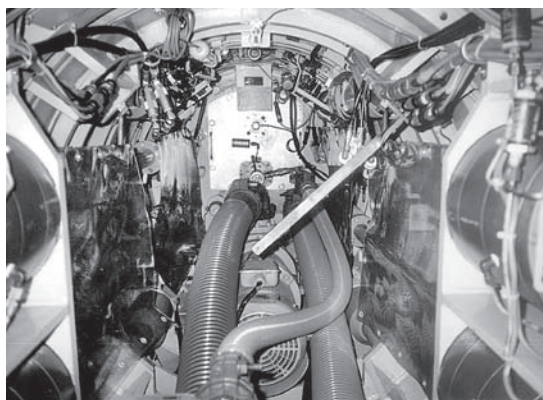


写真-2 シールド機内の点検口

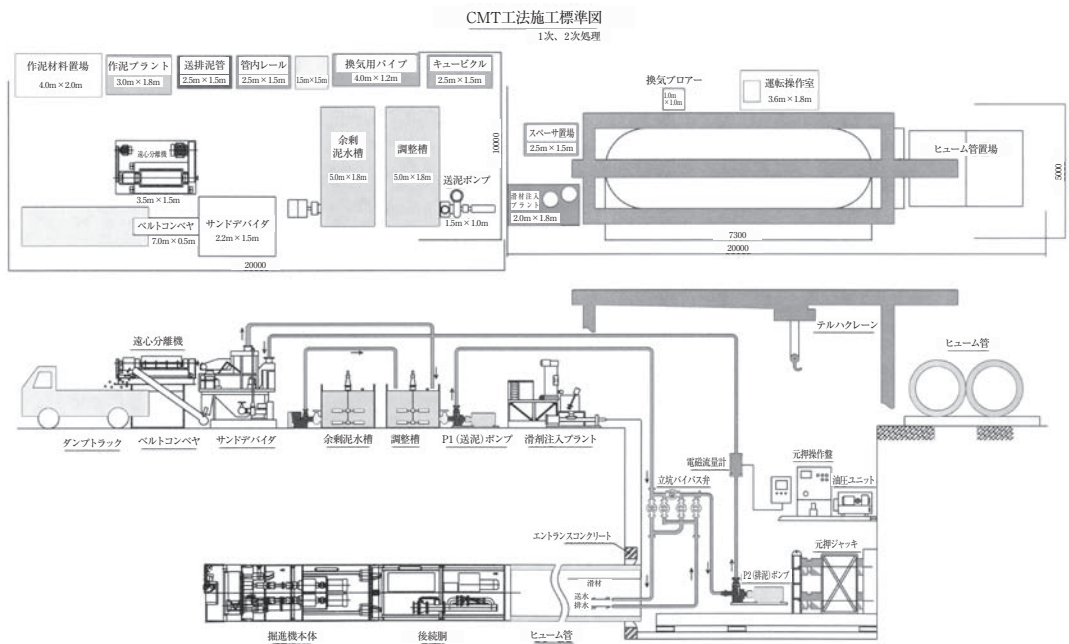


図-3 推進システム図

①本推進工法では、吸水防止処理を施した推進管の周囲に、厚さ2cmほどのテールボイドを作り、この空隙に塑性状態に練り上げた粘土（緩み土圧抑制材）を圧送ポンプで充填するので沈下が起こりにくくなります（図-3）。

②本シールド機には機内から切羽の点検ができる点検口（B380×H450）が設けてあり、切羽に出た色々な障害物が可能で、作業については坑内全体に圧気をかけて湧水を止めての撤去作業となります（図-2、写真-2）。

本工事においては、かなり特殊な条件下での計画となるので、同工法協会と綿密な打つ合わせを行い、改良を加えたので以下で示します。

5.2 設計上での検討

本工事については、推進延長が700mと超長距離推進になることに加え、パーチカルカーブを含む多曲線施工で、曲線の配置については、図-1に示す通り、推進区間のかかなり手前に第1曲線（R65m）があります。

また、区間のほぼ中央には第2曲線（R300m）が

曲線長159mであり、到達付近では、パーチカルカーブである第3曲線（R500m）や第4曲線（R60m）が連続してあり到達に至っています。よって、このような特殊な条件下の検討について示します。

（1）推進抵抗低減の検討

本工事における推進工事の施工期間は、約4～5か月と超長距離となる分だけ長くなります。

従って、滑材による推力の低減を長く保持する必要がある、採用工法のシステムの一つである長距離推進システム（浮かし押し工法）の特徴を利用いたしました。

①特徴1：推進管外周1㎡あたり、2.0～0.6

kN／㎡と小さな抵抗で推進ができる

②特徴2：推進期間が長期になっても推進管が地盤によって締め付けられない

③特徴3：推進管完了後、長期間経っても推進管路に浮沈を生じない

（2）第1曲線における管の側面耐荷力及び側地盤耐荷力の検討

B C 1 地点の伝達推力が、曲進区間の中で最も

大きく約280 tであり、その時点での側地盤押し付け力は、計算の結果10.4 t／半管となります。

それに対する反力に耐えられる管の種別については、ガラス繊維鉄筋コンクリート900kg／cm^②管（SSP管）の2種で、側地盤押し付け力に対する計算上の支承角は180°となります。

また、側地盤の受動土圧耐力は6.1 t／半管しかなく側圧防護対策をする必要があるので二重管ダブルパッカー工法で地盤改良をします。

（3）中押の検討

本工事ではかなり手前に第1曲線（R 65m）があり推力の伝達がかかなり難しくなります。

よって、中押しを3段設置することにしました。今回使用する中押しについては特別仕様とし、推進計画の都合上第1中押しについては曲線で作動

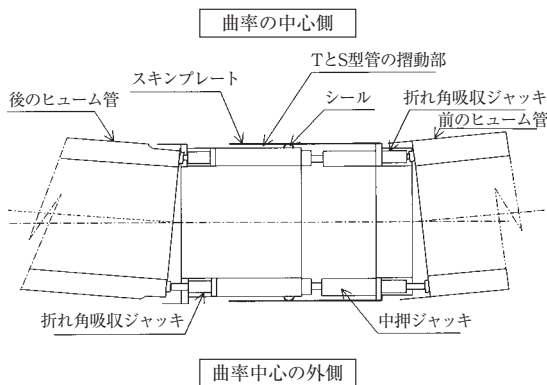
することが出来る曲進中押し（写真－3.1、3.2、3.3、図－4）とし、曲進中押しを含んで第2・3中押しについては全中押しを半管仕様としました。

また全段数の中押しについては、ストロークの都合上二連結仕様としました。

第2・3中押しについては、全中押しを半管仕様としました。また全段数の中押しについては、ストロークの都合上二連結仕様としました。

（4）クッション材の検討

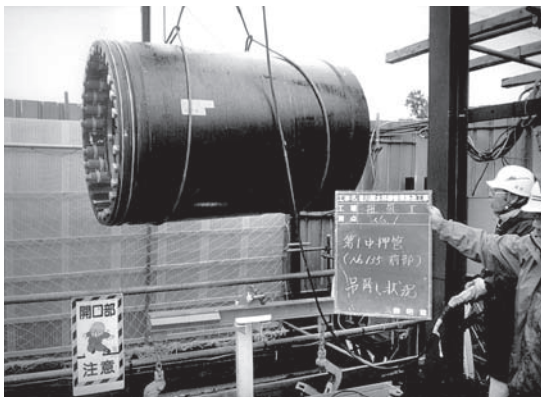
クッション材については、中押しをスムーズに作動させるために薄くすることに心がけ、ヒューム管1本毎の最大伝達推力を計算して、その推力を許容できる数種類のクッション板を使用しました（主にコンパネを使用）。



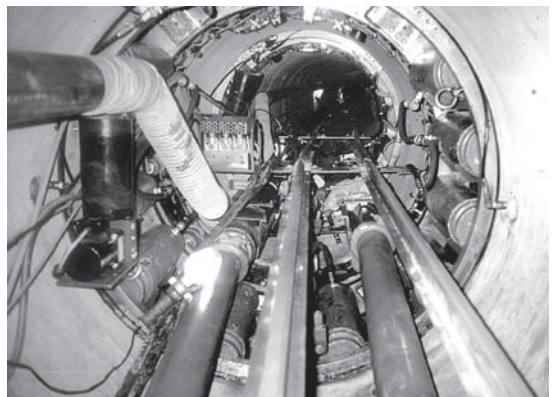
図－4 曲進中押し断面図



写真－3.1 曲進中押し



写真－3.2 曲進中押し



写真－3.3 曲進中押し

5.3 施工上での検討

本工事においては、第1曲線と到達付近で、本市企業局所管の重要地下埋設物である水道管のφ900mmや、ガス管の中圧φ600mmなどの重要幹線に近接しての施工となります。

ですから、沈下計や傾斜計などを設置し(写真－4.1、4.2、4.3、図－5) 24時間リアルタイムで計測し、保守管理を行います。

6. 施工状況

本工事を施工する上で、下記の事柄について特に注意を払いながら施工しています。

(1) 測量精度管理

本工事の施工管理については、通常の推進工による測量管理に加え、超長距離推進(700m)となるため、施工精度を保持すべく、施工管理の中で、推進業者の行った測量を、元請負業者と第三者の

測量業者により二重チェックを行いました。

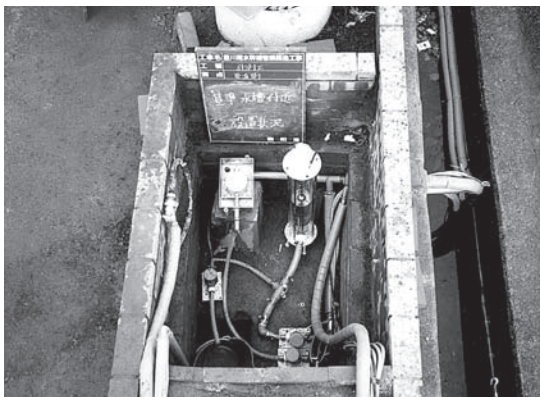
(2) 推力管理

前に述べたとおり、第1曲線での最大伝達推力はガラス繊維鉄筋コンクリート900kg/cm²管(SSP管)の2種の採用で280tまでとなります。

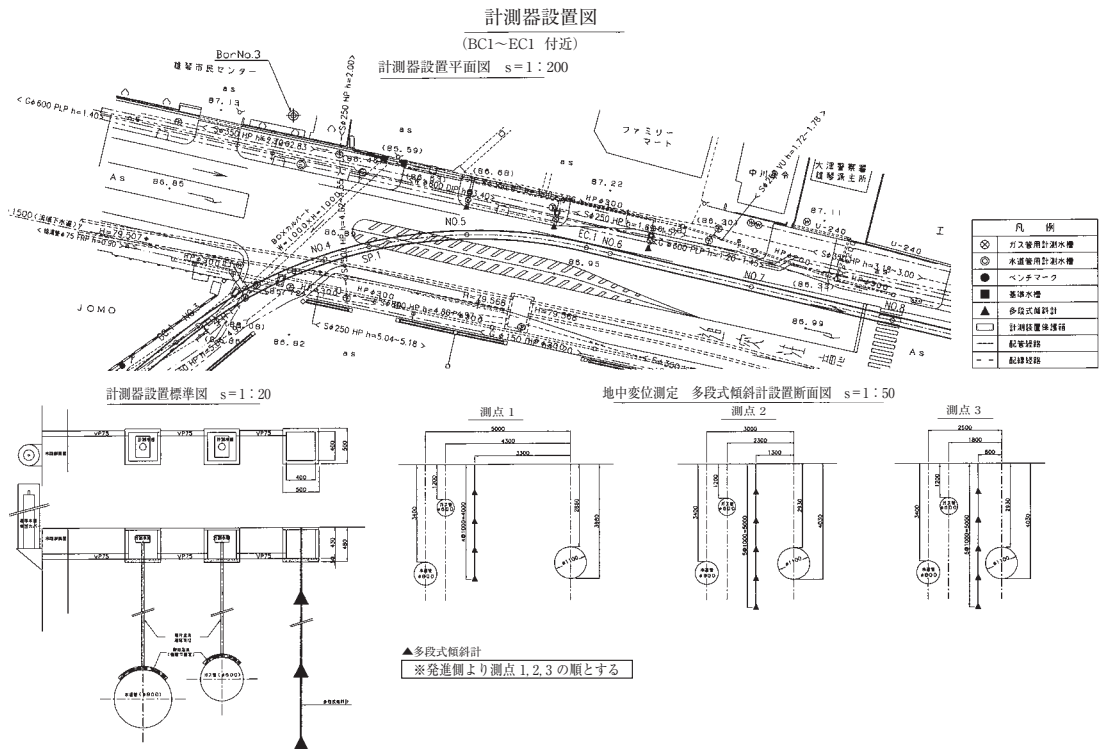
よって、第1曲線までの推力管理を常に行うために各中押やシールド機に推力点ジャキを配置し管理を行うことにしました。

(3) 路面管理

本工事は推進工事における、土被りが2.3～2.8mとかなり浅い施工となり、圧力を上げて滑材(緩み土圧抑制材)を注入すると路面に溢泥する恐れや、シールド機による土砂の取り込みすぎによる陥没等を未然に防ぐために、路面の変位観測を行い、変位観測は推進期間及びその前後も含めて各測点ごとに毎日行うことにしました。



写真－4.1、4.2、4.3 自動計測器



図ー5 自動計測システム図

6. おわりに

本工事は、特殊な施工条件に制約される中での工事であり、設計や施工計画でかなりの検討を要し工事の実施に当たっているものです。

このような中で本稿作成中に無事推進が到達したことは、請負者や推進業者ならびに関係方々の努力の賜物だと感謝しております。また、残りの工事については施主、請負者との間で互いに協力し合い、経験や知恵を出し合って工事に無事完工を願うものであります。

最後に、推進工法は、千差万別の土質条件の中を多種多様な線形条件で行うものであり、理論や基礎算定式だけでは十分に解決できないものがあります。今回のような超長距離推進であり、かつ、パーティカルカーブを含む多曲線推進である特殊な条件での施工では、施主と請負者とが一体となって予測されるトラブルを排除し、発生したトラブルを柔軟かつ的確な判断のもとに解決にあたるのが大切であります。