

重要構造物近傍でのMJS工及び立坑鋼矢板引抜き方法の検討

日本鉄道建設公団 東京支社

山崎一政、館山洪八

前田建設工業（株）横浜支店

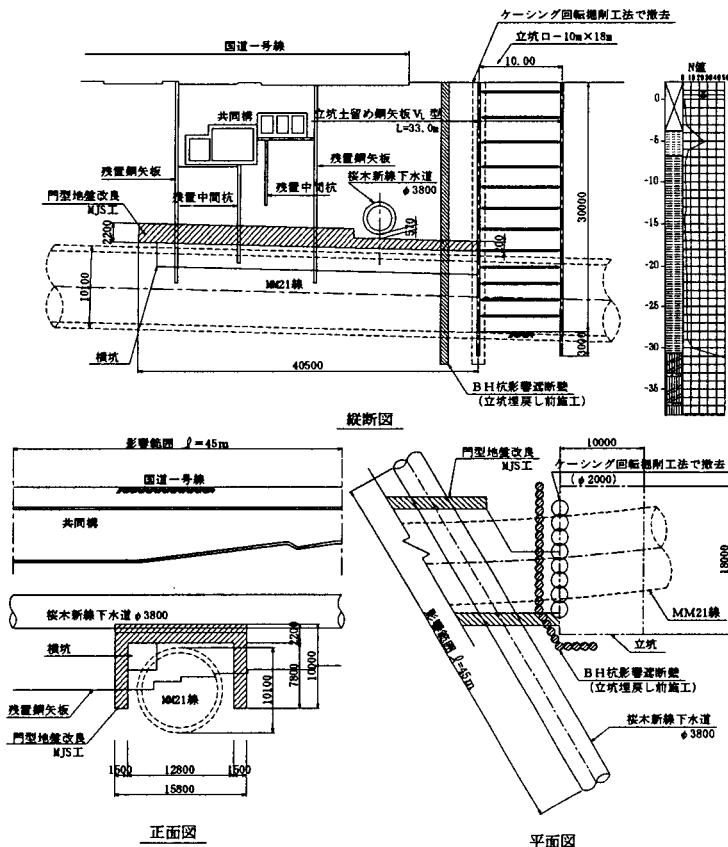
平田憲光

前田建設工業（株）土木設計部 会員

○手塚広明、林 幹朗

1. はじめに（図－1）

現在、建設が進められている地下鉄新線「みなとみらい21線」の内、横浜駅と高島駅間約450mは、泥水式シールドトンネルで結ぶ計画である。共同溝や幹線下水道が埋設された国道1号線下を横断し、通過箇所には共同溝築造時の土留め鋼矢板、中間杭が残置されている。よって、シールド通過前に、共同溝、下水道変状防護の為に門型地盤改良工及び障害物（残置鋼矢板、残置中間杭）撤去工を行う必要があった。施工箇所は、交通量が多く道路占有が不可能であった為、国道脇に立坑を築造し、門型地盤改良工はMJS工法で立坑内より水平施工し、障害物撤去工は、立坑内より横坑を掘り、横坑内で油圧ジャッキを用いて撤去した。次に、横坑を特殊エアモルタルで閉塞後、立坑を埋戻し、立坑土留め鋼矢板を撤去した。ここで、工事対象地盤がN値=2~3の軟弱沖積粘性土であり、幹線下水道等に大きな影響が発生する事が懸念された。当論文は、幹線下水道管理方法及び一連の特殊工事の中でMJS工法、立坑土留め鋼矢板撤去方法について記述する。



図－1 工事概要図

2. 幹線下水道管理値（図－2）

幹線下水道は、シールド工法（スチールセグメント）で築造されており、沈下棒等による沈下計測を実施した。許容値は、セグメント縦断方向曲げ応力度が長期許容応力度となる際の沈下量とする方針とした。ただし、測定間隔が5.0m程度と大きいので、変位量から傾斜角を求めて、更に曲率を求める方法は、誤差が大きいことや、曲げ応力度の最大値が求まりにくい等の欠点がある。そこで、各測点の沈下量から三角関数による級数（フーリエ級数¹⁾）で変位関数 y を算定し（式1）、 y から曲げモーメントを算定した（式2）。ここで、剛性 EI は継手を考慮した換算断面剛性²⁾とし、影響区間を l とした。また、 $x=0$ で $y=0$ 、 $x=l$ で $y=0$ 、 $x=0$ で $M=0$ 、 $x=l$ で $M=0$ の条件を満足させる為にsin級数で評価した。

$$y = \sum_{n=1}^m (a_n \sin \frac{n\pi x}{l}) \cdots \text{(式1)} \quad M = -EI \times d^2 y / dx^2 \cdots \text{(式2)}$$

まず、MJS工初期施工時における沈下曲線を（式1）により算定し（図－2）、沈下曲線は、その後の施工でも相似形で変化すると考え、下水管が許容曲げモーメントになる沈下量を算定した結果、最大沈下量で35mmであった。よって、1次管理値20mm、2次管理値30mmと設定した。

キーワード：MJS工法、フーリエ級数、FEM解析、鋼矢板引抜き

連絡先：〒179-8903 東京都練馬区高松5-8 J・CITY TEL03-5372-4757 FAX03-5372-4768

3. MJS工 (φ2400mm、180° 半円施工)

残置鋼矢板をMJS多孔管で直接削孔する事が不可能であった為、AH工法(ボーリング方式ケーシング削進φ216mm)で先導管削孔を併用した。また、MJS造成中の地内圧(P)管理は、【地中間隙水圧 $\leq P \leq$ 全土被り圧】で設定されるのが一般的である。よって、上記範囲の中間値程度とし、更に造成中の変動を考慮し、250kpa~300kpaで地内圧を設定したが、残置鋼矢板を伝達した路面へのエアブロー現象が発生した。そこで、範囲を50kpa下方修正して施工したが、重要構造物の沈下傾向が現れてしまった。施工中の変動を考慮すると、エアブローと構造物沈下の両者を抑止する地内圧設定は、不可能であった為、エアブロー防止を第一とした地内圧(200~250kpa)とした。構造物沈下対策は別途ダブルパッカーによる沈下防止注入を実施した。

4. 立坑土留め鋼矢板引抜き時の影響検討

立坑を流動化処理土で埋戻し後、立坑土留め鋼矢板を撤去する。ただし、国道側鋼矢板は横坑部で切断されている事、AH削進による多数の断面欠損がある事から、添接板等で補強しても、引抜く事は不可能であった。よって、ケーシング回転掘削工法(φ2000)で撤去を行った。ただし、連続した鋼矢板をケーシングで常に切断しながら貫入する事は、ビットの磨耗が激しく、工期がかかるので、立坑埋戻し時にケーシングが当たる箇所に縦スリットを入れておく等の対策を実施した。国道側以外の鋼矢板はパイロ引抜き後に急結CBを即時充填する事で、鋼矢板付着土砂(軟弱地盤の場合、付着土砂率 $\alpha=80\%$ ³⁾)に伴う下水管への影響低減を図った。ここで、ケーシング回転掘削工法による国道側鋼矢板撤去時の下水管への影響はないと考えたが、国道側以外の鋼矢板パイロ引抜き時の付着土砂による下水管沈下を2次元線形弾性FEM解析(図-3:急結CB充填による低減係数を $\gamma=40\%$ ⁴⁾を考慮)で算定した。別途、FEM解析した立坑埋戻し時の鋼矢板変位増分(埋戻し後16時間後に各段支保工撤去を考慮して、材令16時間の流動化処理土変形係数で山留め弾塑性計算)による沈下と図-3で算定した沈下を考慮すると無対策では、管理値を超える事が判明した為、BH杭(φ1000)による影響遮断壁を築造した(図-4)。

4. まとめ

対策工の実施で下水管の管理値を超える事なく(図-4)、無事に施工が完了した。末筆ながら当工事の設計・施工に際し、多大なご支援を頂いた関係各位に厚くお礼を申し上げる次第である。

【参考文献】 1) 安部：実用フーリエ級数、森北出版 2) 川島、大日方、志波田、加納：シールドトンネルの耐震性に関する研究

(その1) 土木研究資料、1985 3) 本田、山本、阿部：土留杭引抜きに伴う地盤沈下予測方法に関する一考察、第39回土木学会年次学術講演会 4) 土留め杭引抜き時における充填工の地盤変状抑止効果について、第23回土質工学研究発表会

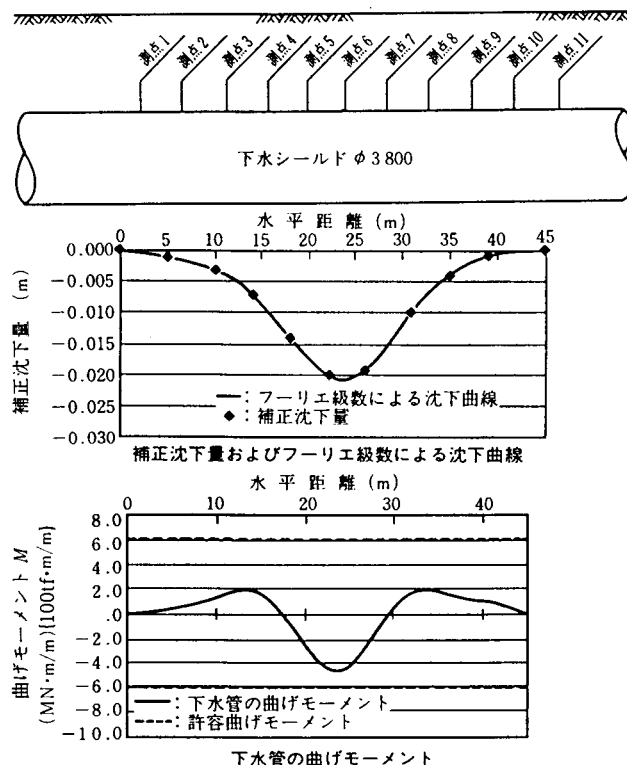


図-2 幹線下水道の沈下管理方法

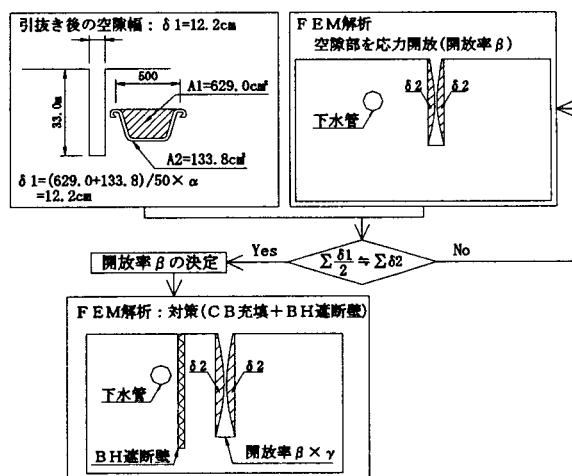


図-3 FEM解析フロー図(引き抜き時)

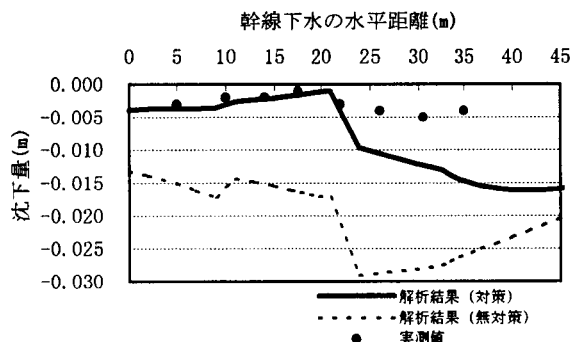


図-4 幹線下水道沈下曲線(埋戻し時+引抜き時)