

横断推進工法における重要構造物への影響検討

株式会社有明測量開発社 設計部 酒井 宏明

現在、熊本県下では平成23年九州新幹線鹿児島ルート of 全線開通に向けて、急ピッチで新幹線整備が行われている。本業務は、新幹線高架橋工事の支障となっていた上水道管の移設を目的として、管渠推進工法による水路及び県道・JR九州線路横断管の計画を行ったものである。道路下にはガス管、下水道管等が埋設されており、JR九州線路には電柱や擁壁が確認できたことから、推進可能な位置の選定及び推進工による沈下等の影響、耐震対策等の重要構造物への影響について検討を行った。

キーワード；管渠推進工法、軌道下横断、重要構造物への影響、地下埋設物調査の重要性

1. はじめに

本業務は、熊本駅周辺整備事業の一環として九州新幹線整備に支障をきたしていた上水道管の移設を目的としてさや管による管渠推進工の計画を行ったものである。

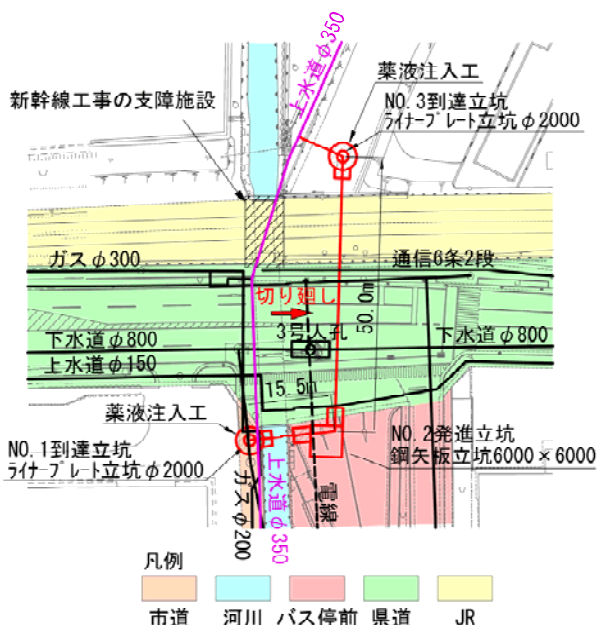


図-1 計画平面図

2. 現地調査及び地下埋設物調査

管渠推進工を計画するにあたり、現地調査及び地下埋設物調査を行った。図-1、表-1 に示すように、現地は地下埋設物が多く立坑及び推進位置は限定された。また JR 九州軌道等の重要構造物があり、沈下等の影響照査を行うこととした。

表-1 現地調査及び地下埋設物調査結果

現地状況	地下埋設物
(市道) ・道路幅 4m 程度で交通量少ない	・上水道管 φ 350mm (移設対象管) ・下水道管 φ 600mm ・ガス管 φ 200mm
(水路) ・現場打ちコンクリートの三面水路で、基礎杭無し	(無し)
(バス停前) ・道路幅が広く発進立坑位置と出来る ・施工時は仮バス停が必要 ・電柱及び架空線有り	(無し)
(県道) ・道路幅 15m 程度で交通量多い ・交通への影響があり、立坑設置は難しい ・下水道人孔付近に施工時の鋼矢板立坑の残置は無いが位置が不明(関係者確認)	・上水道管 φ 150mm φ 350mm (移設対象管) ・下水道管 φ 800mm ・ガス管 φ 300mm ・通信管 φ 100mm (6条2段)
(JR線路) ・複線の直線部 ・盛土上の軌道である ・盛土部土留擁壁有り ・信号柱、電柱有り	・上水道管 φ 350mm (移設対象管)

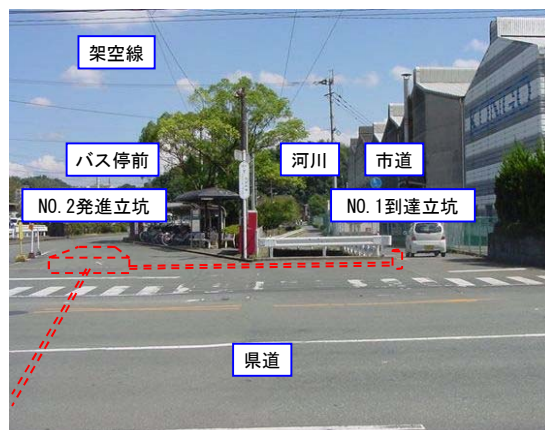


写真-1 現地状況(県道からバス停、市道方向)

3. 配置計画

基本条件として、移設する上水道管径、耐力、経済性により管種・管径は小口径推進工法用鉄筋コンクリート管φ600mmとした。

また、現地調査及び地下埋設物調査、関係者との協議等による配置計画における設定条件を表-2に示し、条件により決定した計画平面図を図-1に、計画縦断図を図-2及び図-3に示す。

表-2 配置計画における設定条件

(平面計画の設定条件)	
1.	推進範囲と経済性より、バス停前を発進立坑とし、両発進とする。到達立坑は市道と、新幹線買収済み用地(田)とする。
2.	既設上水道管の管割りを考慮し、立坑位置を決定する。
3.	推進工による土の緩みの影響を考慮し、電柱、信号柱から1m以上の離隔をとる。
4.	県道の下水道マンホール周辺に立坑鋼矢板残置の可能性があるため、矢板範囲(推定)から30cm以上の離隔をとる。
(縦断計画の制約条件)	
1.	地下埋設物との離隔を確保する。
2.	諸基準により、道路・水路部の管渠の埋設深さ(最低土被り)は1.0mとする ¹⁾ 。
3.	JR線路部は、管に作用する鉛直荷重が土被り3.0m以深にすると急激に減少する ²⁾ ため、沈下への影響を少なくする目的で、施工基面から土被りは3.0m以上を目安とした。
4.	JR軌道土留擁壁への影響を考慮する。

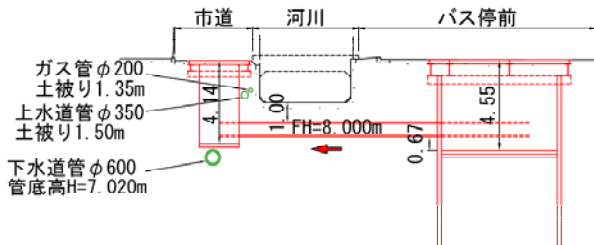


図-2 水路下推進部縦断図

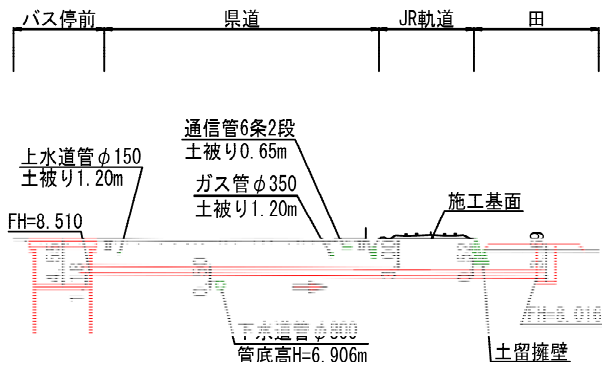


図-3 県道及びJR線路下推進部縦断図

4. 工法選定

管渠推進工法は、管径によって中大口径管推進工法(φ700mmより大きい)と小口径管推進工法(φ700mm以下)に分類される。本計画はφ600mmであり小口径管推進工法に分類される。また、小口径管推進工法の中でも小口径推進工法用鉄筋コンクリート管によるものは高耐荷力方式に分類され、さらに高耐荷力方式の中でも推進方法の違いによって「圧入方式」、「オーガ方式」、「泥水方式」、「泥土圧方式」等の方式があり、その中から本計画に適用できるものの選定を行った。

切羽面の崩壊による地盤沈下のリスク軽減のため密閉型である泥水方式、泥土圧方式を基本とした。

計画箇所は粘性土でN値0~2の軟弱地盤で地下水位も高いものであったことから、「泥土圧方式」が適用可能³⁾であった。また、工法による地下水圧の上限値を上回らないことから、「泥土圧方式」を採用することとした。

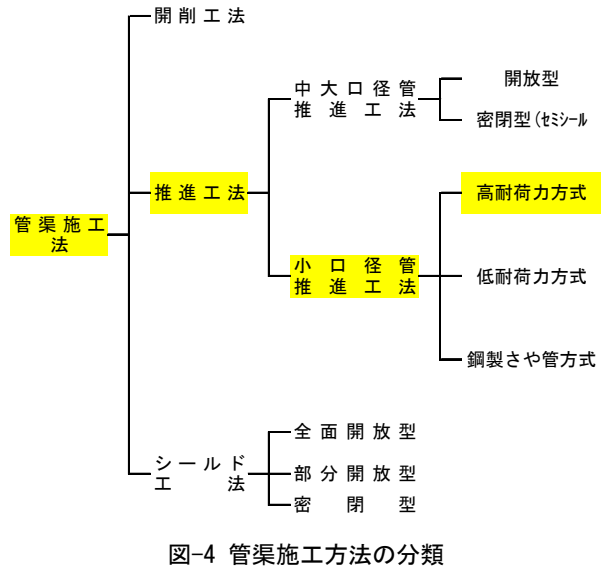


図-4 管渠施工方法の分類

表-3 高耐荷力方式の細別方式の選定

圧入方式	・開放型であり不可	×
オーガ方式	・開放型であり不可	×
泥水方式	・現地地盤条件に適合しない	×
泥土圧方式	・密閉型であり適用可能 ・上限地下水圧 60kN/m ² であり適用可能	○

5. 構造計算

(1) 推進力

推進力の計算は、管の土被りや荷重の種類によって変化するため、本設計では、①NO.1 到達立坑(市道部)～NO.2 発進立坑(バス停前)、②JR 線路下、③JR 線路擁壁下、④NO.3 到達立坑(田)(都市計画道路を考慮)の4 ケースに分けて計算を行った。なお、ケース④では、現地盤に将来盛土され都市計画道路が形成されることから、盛土荷重は直接管に作用するものと考え、安全側として直土圧式を採用した。

計算結果は、4 ケースとも管のひび割れ安全率(許容値 1.2 以上)を上回り、許容推進延長は本設計推進延長以上となったため、推進可能であると判断した。

(2) 耐震計算

重要構造物である線路下部地盤内での管渠推進であるため、耐震計算はレベル1 及びレベル2 で実施した。

液状化の判定は、深度 10m 程度から存在する層厚 3m の飽和砂質土層が液状化する結果となったが、液状化による管渠の影響は、管の浮上り、地盤沈下による管渠継手部の屈曲、拔出しが考えられることから安全性の照査を実施した。その結果、管の変位は許容値を満たしており液状化対策は不要とした。

(3) 立坑築造工

小口径管渠推進工の発進、到達立坑としては、鋼矢板工法、親杭横矢板工法、ライナープレート工法、柱列式地下連続壁工法、小型立坑(鋼製ケーシングやコンクリート製ブロック)が挙げられる。本施工箇所は地下水位が高く、N 値<2 と非常に軟弱な地盤であり、掘削深度は4～5m で、到達立坑部は既設管及び軌道に近接している。これらの土質条件、近接条件から、仮設構造物設置、撤去時の重要構造物への影響低減を踏まえた上で、発進立坑は鋼矢板工法とし、到達立坑はライナープレート工法とした。

(4) 薬液注入工

施工箇所は、N 値<2 の非常に軟弱な粘性土であり、立坑掘削時及び推進工時に地盤補強を必要とした。また、浸透効果と施工時の地盤隆起を低減させることを目的として2重管ストレーナ工法(複相タイプ)を採用した。

(5) 路面覆工

本施工は、JR 等の運行に支障が無い様、安全性を考慮し夜間施工で実施されたが、道路の開放のため、路面覆工の検討を行った。現場は、バス停留所であり覆工幅も広いため荷重載荷方向は受桁直角方向及び受桁平行方向の両方向により決定した。

(6) JR横断箇所の沈下検討

推進工施工における緩み高さ及び沈下量を算定することで、施工時の安全運行への影響度を評価した。

緩み高さは、管渠推進に伴い推進管上部の土が緩む範囲の高さであり、算定結果は $h=1.5\text{m}$ と土被り $H=3.0\text{m}$ 以下であり、軌道面への影響は無いものと考えられた。また、沈下量は以下の経験式により推定した。

$$U_{\max} = (1 - \nu^2) \cdot \frac{P}{E_0} \cdot \frac{4 \cdot R_0^2 \cdot h_0}{h_0^2 - R_0^2}$$

U_{\max} : 管センター直上の地表面沈下量

上式による沈下量は2mmとなり、許容沈下量以下となり別途対策工の必要性はないものと考えられた。

また、土留擁壁に与える影響度についても検証したが、発生応力及びたわみ量は微小であったため、推進工による擁壁への影響は無いものと考えられた。

6. おわりに

本推進工は平成18年度末に無事工事を終えた。市街地で重要構造物に近接した設計は、その本設構造物のみならず、施工における既設構造物への影響を仮設工も踏まえて検討する必要がある。

現在、マスコミで取り上げられている食品業界等のコンプライアンスを中心とした記事は他人事ではないように思われる。それは、「これくらいはいいだろう」という甘えから問題が顕在化しており、企業倒産の危機へと進展している。設計においても「これくらいはいいだろう」という甘えからのミスによる社会的悪影響は、人身災害も含め計り知れない。

本業務においては、何度も現場へ足を運んだ。その度に問題点が浮かび上がっており、見逃しが多いことを痛感させられた。

この業務を終えて学んだことは地下、地上、空間を踏まえた入念な現場踏査と、工事をシミュレーションしたリスクアセスメントの必要性及び構造力学、土質力学等の工学的視点から、施工時の安全性の予測を行う必要があるということであった。なお、今回のJR横断部沈下予測は、土被りが大きく、管径も小さいことから経験式によるものとしたが、今後は変形解析等を取り入れた検証も視野に入れて精度の向上に努めていきたい。

参考文献

- 1) 下水道推進工法の指針と解説—2003年版—, (社)日本下水道協会, p. 11, 2003.
- 2) 鉄道構造物等設計標準・同解説 基礎構造物・抗土圧構造物, (財)鉄道総合技術研究所, p. 417, 2000.
- 3) 改訂2版 小口径管推進工法の選定比較マニュアル, 下水道技術研究会, pp. 38-39, 2003.

(2008. 7. 5提出)