

現場条件に合った最適な推進工法の組合せ

株式会社 三和測量設計社
安部 弘司

1. はじめに

我が国の社会資本整備の状況は大きな転換期を迎えている、高齢化と少子化が進み人口減少に伴う経済活力の低下により、公共投資財源が制約される中で、コスト縮減は、設計における最も重要な要素となった。設計段階より構造・材料・施工方法の最適な組み合わせを計画し、機能性と経済性のバランスを保つ技術が我々には求められている。

2. 業務概要

1) 本業務は、K市水道局発注の 500・400・200 耗導水管推進及び布設工事に伴う測量設計業務である。設計の目的として、管径の異なった導水管を各取水井戸より河川横断・橋梁部添架・障害物等のクリアランスと数多くのコントロールポイントが存在するなか既設導水管 600 に接続させ配水池まで導水することである。設計上の問題点が多く、チャレンジ精神をかきたてられる業務であった。

業務概要

| 管種 | 当初延長 | 実施延長 |
|----------------|------------|------------|
| ダクタイル鋳鉄管 200 | 60.0m開削工法 | 37.1m開削工法 |
| " 400 | 145.0m推進工法 | 129.6m推進工法 |
| " 500 | 70.0m橋梁添架 | 109.6m推進工法 |
| 高密度ポリエチレン管 200 | - | 50.7m推進工法 |

設計条件として

K川横断 400 耗導水管について河川横断を推進工法にて計画する。

M堀横断 500 耗導水管についてA橋梁があるので、水管橋・橋梁添架を含めた検討

開削部工法 200 導水管計画路線は水位が高く、軟弱地盤であり土質条件に対して可能な工法検討

これらの現場及び土質条件を検討した結果、3案検討を行う。

- a) 推進工法 + 開削工法 + 橋梁添架 (水管橋)
- b) 推進工法 + 開削工法
- c) 全線推進工法

施工方法の決定となる問題点として以上を詳細に検討を行うとした。

- a) 推進工法 + 開削工法 + 橋梁添架 (水管橋)

木山川横断については、ダクタイル鋳鉄管 (メーカーカタログより) は 600 耗鞘管推進を採用し本管を挿入する。

一方、M堀横断については、橋梁添架の採用を検討するが、調査結果によると橋梁設計は平成8年度の道路橋示方書の改訂より古く、平成14年改訂示方書の耐震設計規定を満足しないことが判明した。A橋の橋梁添架は、上部工においては検討の結果可能と思われたが、

下部工については最新の耐震基準を適用すると、橋梁自体が不適合と判断された、また下部工補強、水管橋での計画では、用地買収が必要となりコスト面で不採用となった。

参考 3.5.5 水管橋及び添架管

7.添架管は、耐震性の高い橋に添架するとともに、橋の挙動に追従することができる構造とし、支持取付部や吊り金具等についても、十分強固な構造とする。

(水道施設耐震工法指針・解説 P 174)

b) 推進工法 + 開削工法

K川河川横断部については、a)と同様である。

200 耗の布設については、4号井戸接続において、M堀の現況護岸の土留め方法が鋼矢板で施工され管理道路内に埋設された矢板タイロッドにより固定されているため、開削工法で管路埋設工事を行うスペースが非常に狭く、これもa)案同様に用地買収の必要性で不採用とした。

c) 全線推進工法

K川河川横断部については、a)と同様とする。

b案で不採用の原因となった用地買収の解消については、K排水機場の遊水池内を900耗で鞘管による曲線推進工法とした。又曲線推進工法の採用により秋津橋の橋梁部も迂回できる。

b案でのタイロッドの開削により現況土留め工の緩みが懸念されたが、この路線に関しては管材を高密度ポリエチレン管で計画し、誘導式の推進工法を採用した。

以上の検討によりc)案の全線推進工法を採用することに決定した。

第2章 最適な推進工法の選定について

3.推進工法の定義

推進工法は、「発進・到達立坑間において工場で製造された推進管の先端に掘進機又は刃口を取りつけ、ジャッキ推進力等によって管を地中に圧入して管渠を埋設する工法である。」と定義付けられ、次のような場合に用いられる。

- 1) 交通量の多い道路、又は地下埋設物が輻輳した場所で、地上からの掘削が困難な場合
- 2) 軌道または河川を横断するため、地上からの掘削が困難な場合
- 3) 管渠の埋設位置が深いため、地上からの掘削により築造すると不経済となる場合
- 4) 市街地等の周囲環境条件、道路占用条件から開削工法が適さない場合

以上の条件により工法の判断とするのですが今回の条件は4)以外で上記のいずれもあてはまりません。

b) 推進工法の分類

推進工法は、呼び径800以上を大中口径管推進工法、呼び径700以下を小口径管推進工法及び取付け管工法に分類される。

a) K川横断による推進工法の採用について

比較条件 推進延長 $L = 119.0\text{m}$ 、土被り $H = 8.05\text{m}$ 、高水位

土質条件 砂質シルト N値 $1 \sim 2$ 、 $K = 1.42 \times 10^{-5}$

上記の様な厳しい条件下においての推進可能工法はかなり限定される。

最終的に泥水加圧推進工法と泥土圧推進工法（圧送排土方式）の比較になりそれぞれの長所と短所をピックアップし泥水加圧推進工法に決定した。

決定根拠として経済比較で決めたが、推進中の切羽の泥水圧による管理設精度の安定と多少の礫との遭遇にも対応可能な工法で実績もある。

b) M堀横断による橋梁迂回での曲線推進工法の採用について

導水管 500mmの布設及びカーブにおける条件等により鞘管径を 900mmとし大中小径推進工法の分類となった。土質及び諸条件は上記と変わらないが、関係サイズアップにより選定方法は全く違う。まず切羽の安定により密閉型の掘進機を採用となった。比較の対照工法と上げたのは、土圧式推進工法・泥水式推進工法・泥濃式推進工法の3工法の比較とした。このそれぞれの工法は特徴があり、推進延長・土質・環境配慮・周辺状況にかなり影響する。今回は推進区間が1スパンで延長100mとこの管径にしては少規模である、ここで間単であるが、それぞれの特徴を述べると、まず泥濃式は、長スパンの推進に対応でき300m以上を1スパンで推進可能である、ただ推進時の土と管とに減摩効果のある高濃度の可塑剤が管周面テールボイドに必要であり掘削土はすべて産廃処理となり短スパンでは不経済である。次に泥水加圧工法は、泥濃式とさほど変わらないが泥水を掘削土と混合させ比重調整し還流するので泥濃式より産廃量が少なくすむ、最後に土圧式は、掘進機の前面に掘削土を充填させ切羽の土圧と対抗させ推進する工法で、掘削土が塑性な性質であれば泥土圧にする必要もなく、掘削土は普通残土で処理できいわゆる環境に配慮した工法である。排土方法が管径によりトロバケットになり他の工法とは日進量がおちるが延長が100mであったのでさほど影響がなく経済比較の面でも微小であるが土圧式が経済的であったので採用とした。

c) M堀護岸のタイロッドの障害物の工法選定として

上記の2工法とは異なり、採用した工法は上下水道・電力・ガス・通信等・各種ライフラインで採用され、特に障害物に対応可能な誘導式水平ボーリング工法である。

目的の到達立坑まで特殊な先導管で到達させ、そのまま管材を発進立坑まで引き戻すことで配管が埋設される。地上より施工位置を探知でき、排土も少なく安全性の高い工法を採用とした。

おわりに

私は、これまで推進工法の設計に携わってきましたが、すべての土質にも対応可能でかつ経済的なオールマイティな推進機械はなく、設計者自身が独自の判断で決定されます。

特に推進工法は、工法によっては高額な施工費になりかねません。

このことにより、経済性に優れた工法の選定をするとともに更なる技術向上を目指し、より安全で、環境に優しい施工ができるような設計に取り組む必要があると思います。

(2004年9月17日提出)