

### 高低差の大きい縦断曲線推進工事の施工

東邦ガス(株) 立松 秀和  
 J F Eエンジニアリング(株) 伊藤 角義  
 (株)大林組 正会員 ○山元 寛哲

#### 1. まえがき

東邦ガス(株)が進める名古屋地区の天然ガス幹線導管網整備事業において、河川下横断部の鞘管敷設を泥濃式推進工法にて施工した。この工事では、護岸構造物を下越すため最大高低差10.68mの縦断曲線線形が設定された。本文は、縦断曲線推進工事における技術的課題と対策検討、実施内容について報告するものである。

#### 2. 施工計画

##### (1) 工事概要

- 工法・仕様 : 泥濃式推進工法, 呼び径  $\phi 1,200\text{mm}$ , 延長441.36m
- 対象土質 : 沖積砂質土 (N=15~25)・沖積粘性土 (N=5) の互層
- 土被り : 4.86m ~ 16.26m
- 平面線形 : 曲線 (R=1,500m) + 直線 + 曲線 (R=1,539m)
- 縦断線形 : 曲線半径 R=2,733m (下り)・1,213m (上り), 勾配  $i=-8.87\% \sim 12.89\%$ , 最大高低差 10.68m

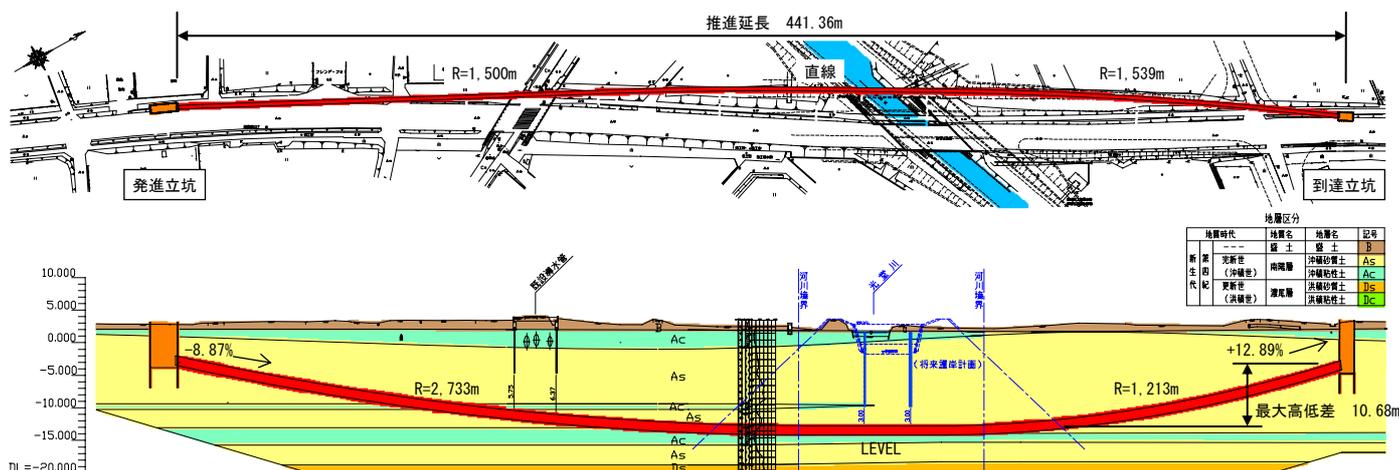


図1 工事概要平面・縦断図

##### (2) 課題及び対策の検討

###### 1) 掘進機姿勢制御

曲線半径としては掘進機に装備している修正ジャッキにて対応可能である。しかし、縦断曲線が長く勾配変化が続く本工事では、掘進機の自重にも十分対抗してピッチング制御できる追加的な制御手段が課題となった。そこで、掘進機の前下方部に注入孔を増設装備し、ここから二液式固結型滑材を注入することで、その注入圧と固結材充填により掘進機の上方向への姿勢制御を補助することとした。

###### 2) 水圧対応

路線最深部における地下水圧は約0.15MPaと高く、掘進機の排土バルブからの出水防止が課題となった。排土バルブは空気圧により開閉動作を行うが、この圧力設定値を0.5MPaと高くし(通常は[地下水圧+0.25MPa]=0.4MPa)、かつ給排気管の口径を1Bと大きくする(通常3/4B)ことで、高水圧でも確実かつ迅速に開閉できるよう対策を講じた。また、推進管は一般のE型推進管よりも継手の止水性能の高い「ダブルジョイント推進管」(継手性能:JB, 耐水圧0.2MPa)を採用した。さらに、路線最深部には非常警報装置と連動した水位センサーを設置し、万一の出水・漏水による管内の水位上昇を自動的に感知して警報を発するようにした。

キーワード 推進工事, ガス導管, 河川下横断, 縦断曲線  
 連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 (株)大林組 TEL: 03-5769-1318 E-mail: yamamoto.hiro@obayashi.co.jp

3) 測量管理

小口径で縦断勾配が大きい本工事では、レベルによる水準測量ではターニング回数が多くなり施工性や測量精度の低下が課題となった。基準測量は、推進管1本施工ごとに複数の光波測距儀を使用した管内ターニング測量を行うが、その際にバーチカル測量も同時に行い、データを三次元座標にて管理することで水準測量にも対応することとした。

3. 実施工

(1) 掘進機姿勢制御

掘進機の姿勢制御は修正ジャッキで概ね対応することができたが、一部上り勾配部において掘進機ピッチング変化量が不足した箇所があり、増設注入孔から固結型滑材の注入で対応した。ピッチング変化量減少の原因は、粘性土層から砂質土層へ変化するタイミングで高濃度泥水の配合が適合せず逸泥し、掘削土砂の塑性流動性が低下したことによってカット周辺及びチャンバー内が閉塞気味となり、掘進機先端の自由度が拘束されたためと推察する。

(2) 水圧対応

地下水圧に対しては、対策により排土バルブや推進管からの漏水等もなく、問題なく施工できた。

(3) 推進力の上昇

掘進が最深部を過ぎ、上り勾配に差し掛かった辺りから徐々に推進力が上昇した。148本目(約360m)施工時点で実施推進力が計画推進力とほぼ同程度、縁切推進力も管許容耐荷力の90%近くまで上昇した(図2参照)ため、工事を一時中断し原因究明と対策について検討した。

1) 原因の推定

掘削高さについて、140本目(約340m)付近で管理値内ではあるが縦断線形が蛇行している(図2中段グラフ)。これは前述3.(1)の掘進機ピッチング変化量減少に起因するものであり、この線形蛇行とその際の高濃度泥水の逸泥により管外周面抵抗が増加したものと考えられる。また、管外周面抵抗を低減するための二次滑材注入の施工履歴を確認したところ(図2下段グラフ)、路線内の一部において注入できていない区間が点在することがわかった。滑材注入の履歴は管番号により管理していたが、掘進に伴い推進管自体が移動する推進工事において、管番号での管理では注入箇所の絶対位置を正確に把握できていなかったことによる。

2) 対策の実施

二次滑材注入位置の管理方法を、推進管自体の移動も考慮した測点による位置管理に変更した。また、以降の掘進においては、二次滑材を注入できていない区間(特に線形蛇行区間)に対して重点的に滑材注入を行うこととした。さらに、推進力増加の要因となる推進休止期間を極力少なくするため、施工体制を昼夜間連続体制に切り替えた。その結果、対策当初は引き続き推進力が上昇する傾向にあったが、徐々に低下し最終的には計画推進力と同程度で安定することが可能となった。

4. おわりに

縦断曲線推進工事においては、掘進機姿勢制御と線形管理による蛇行の抑制、さらには適切な滑材注入管理による推進力低減が肝要である。

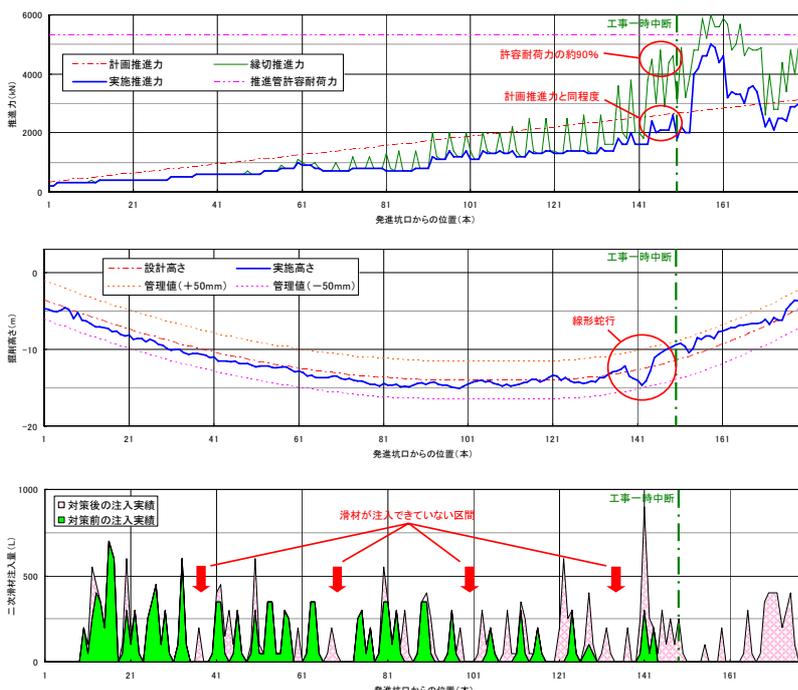


図2 掘進管理履歴