

長距離大口径推進工法（396m, $\phi 2,800\text{mm}$ ）の推力低減対策に関する考察

佐藤工業株式会社 正会員 ○小野寺 正人, 正会員 市原 和彦
北陸電力株式会社 山田 和也, 幸正 昂大

1. はじめに

北陸電力(株)は、稼働中の富山新港火力発電所において、石炭1号機（25万kW、昭和46年運転開始）をLNG（液化天然ガス）を燃料とするLNG1号機（42.47万kW）にリプレースする工事を実施中である。佐藤工業(株)・(株)熊谷組建設共同企業体は、2018年11月の運転開始に向け、復水器冷却水設備の土木工事として、取水路工事、取水庭工事、循環水管路工事及び放水路工事等を行っている。本稿では循環水管路工事で採用した長距離大口径推進工法（定義： $\phi 2000 \sim \phi 3000$ の場合300m以上、全国ヒューム管協会 長距離推進施工実績参照）で課題となる推力の低減対策に関して施工実績から考察する。

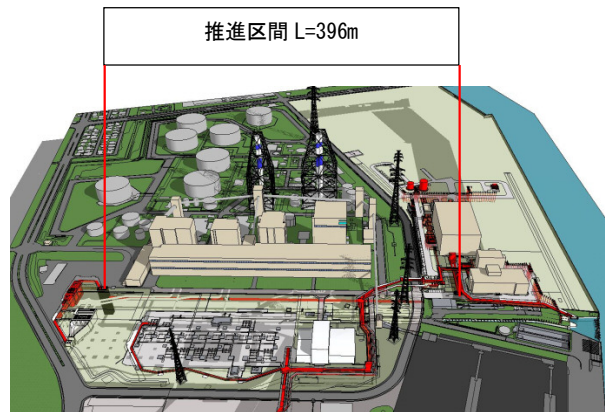


図-1 工事エリア鳥瞰図

2. 工事概要

推進延長	L=396m
推進工法	泥土圧式推進工法
推進機外径	$\phi 3,290\text{mm}$
推進機掘削外径	$\phi 3,310\text{mm}$
推進管内径	$\phi 2,800\text{mm}$
推進管外径	$\phi 3,270\text{mm}$
管種	標準管（1種, 50N/mm^2 , JB継手）159本, 半管1本, 軸力検知管1本, 滑材注入管3本
土被り	11.0m～11.4m
土質	砂質土（均等係数7程度で粒径は揃っており、シルト分がほとんど含まれていない海砂）

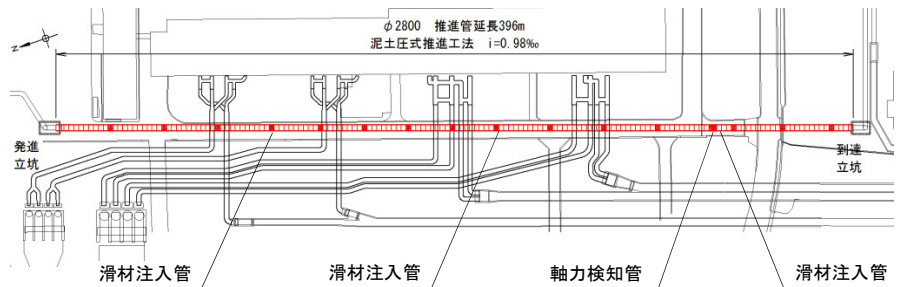


図-2 全体平面図

3. 推力低減対策

3-1. 目的

本来、推進工法は推進距離が長くなるほど周面摩擦抵抗力が上昇し、元押し設備のみでは推進不能となり中押し設備が必要となる。今回、中押し設備を不要とすることで作業エリアを縮小し、工程短縮及び工事費削減を目的とするため推力低減対策を実施した。

3-2. A.G.A システム

推力低減対策として A.G.A（All Lound Griding Automatic：全周面滑材注入）システムを採用した。A.G.A システムは、地中残存率の高い N.T 滑材と滑材注入管を使用して推力を低減することにより中押し設備を不要とする工法である。滑材注入管は管外周全周に溝を設けてあり、管内から注入した滑材はこの溝部から推進管の全周に滑材を均一に分散させ

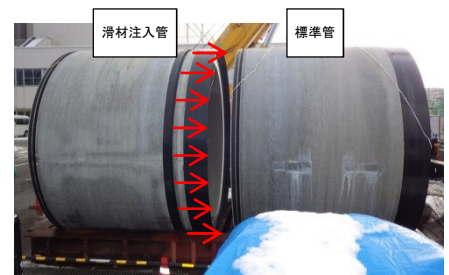


写真-1 推進管

キーワード 推進工, 長距離, 大口径, 推力低減対策, A.G.A システム, グラウトホール追加

連絡先 〒933-0226 富山県射水市堀江千石 7-1 TEL.0766-54-6128 FAX.0766-54-6138

ることで、周面抵抗力の削減効果を高めることができる。
この滑材注入管を 100m おきに計 3 本配置し、主にこの滑材注入管から N.T 滑材を注入した。また、軸力検知管を 1 本配置してこの検知管に作用する推力を直接監視した（写真-2）。元押しジャッキの推力と比較することで推進管外周の摩擦抵抗力の分布を把握することができ、N.T 滑材の注入量を調整した。

3-3. 滑材注入箇所の追加対策

通常の推進管に斜め下 60 度の位置にグラウトホールを追加した推進管を約 10 本おきに配置し、適宜 N.T 滑材の補足注入を行うことで推力低減を図った（写真-3）。この追加注入は、滑材注入管が前方へ進み、注入後時間が経過した際に滑材が地山へ逸失し周面抵抗力が増加する傾向があるため実施するものである。滑材注入管を増やすよりもグラウトホール追加管を増やす方が工事費は安価である。

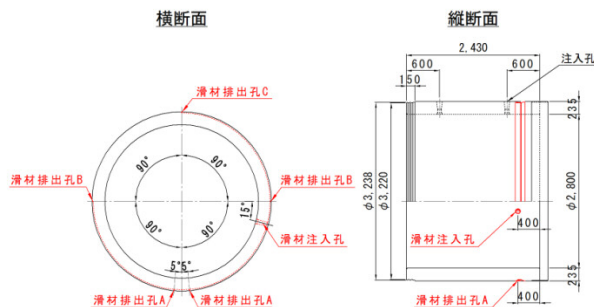


図-3 滑材注入管構造図



写真-2 推力監視状況



写真-3 GH 追加管

4. 推力低減対策を実施した結果

発進後は通常の滑材（二液性固結型滑材）を使用していたが、推力が計画推力を超える状況が続いたため、計画より早めに N.T 滑材（ポリアクリル酸系樹脂）に切り替えた（表-1）。滑材の切替で推力の上昇を抑制し、滑材注入管からの注入を開始して以降は、推力を安定的に管理することができた。推進距離 240m の辺りで年末年始休暇後の掘進再開の際、推力の上昇が見られたが、一時的なものであった。推進距離が長くなるに伴い推力が徐々に上昇したが、N.T 滑材の注入量を増やし、斜め下 60 度のグラウトホールから滑材を補足注入することで、計画推力以下に抑えることができた（図-4）。

地層が概ね水平な層で地下水位の変化がないことを踏まえ、先端抵抗力が一定の条件で総推力から周面抵抗力を逆算すると計画注入量を超えたものの周面抵抗力が推定式以下となった（表-2）。推力低減対策は周面抵抗力を抑える効果があると判断される。

5. まとめ

本工事では長距離大口径推進工法による推力の上昇が重要な課題であったが、A.G.A システムや滑材注入箇所を追加することで推力の上昇を抑制することができた。本稿が今後の発電所工事だけでなく、都市土木工事等での推進工事の参考になれば幸いである。

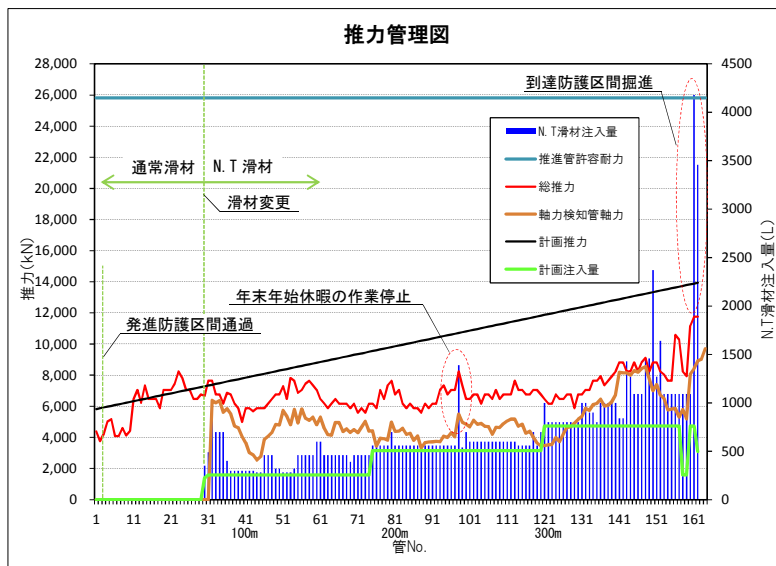


図-4 推力管理図

表-1 滑材配合表

項目	計画注入量	添加量	水	備考
通常滑材 (二液性固結型)	207.0L/m	A液 50kg B液 20kg	164L 190L	400L 当たり
N.T 滑材 (ポリアクリル酸系樹脂)	104.0L/m	N.T 滑材 5kg	995L	1000L 当たり

表-2 周面抵抗比較表

NT滑材	先端抵抗 F_0 (kN)	周面抵抗 f_0 (kN/m)	推進延長 L (m)	総推力 $F=F_0+f_0 \cdot L$ (kN)	備考
推定式	5772.4	20.7	396.0	13958	外面抵抗 2.0kN/m ²
施工実績	5772.4	8.3	367.0	8820	No. 150 推進時

↑ 同値と仮定 ↑ $f_0 = (F - F_0) / L$ により逆算