

解

説

長距離推進

長距離推進工法における 推進力低減について 「管を優しく推す」

もりなが えいじ
森長 英二機動建設工業(株)
機動技研 所長

1 はじめに

長距離推進には様々な技術が要求される。事前調査で、設計施工に関わる全ての条件を洗い出し、掘進機や排土方式等の選定が行われ、滑材も選択される。その全ての機材の性能がその推進工事の成否を決める。その中で、滑材は化学的な性能を発揮することが望まれるゆえ、施工者はそれらの化学的性能を把握して、施工条件に適合させることが必要となる。今回はアルティミット工法における長距離推進の実施例を紹介し「管を優しく推す」推進力低減のための現状の課題と対策を述べる。

2 長距離推進で 滑材に求められる性能

(1) 推進力の低減効果と

管周面地盤の保持機能

長距離推進に使用する滑材にはまず管周面抵抗力を低減する効果が期待される。

全延長でその効果を維持するために、水溶性が小さく、地下水中に含まれる金属イオンの影響を受けにくい性質も必要となる。また、掘進機で作った掘孔と、後続する管材との間のテー

ルボイドと呼ばれる間隙に充填され、周面地盤を保持する機能も要求される。

(2) 無公害

水質汚濁防止法や自治体条例等に定められた、人の健康に係る被害を生ずるおそれがある物質（重金属、有機化学物質など）や水の汚染状態を示す項目（pH、BOD、COD、浮遊物質質量など）の規制値を上回らないことが求められる。

※水質汚濁防止法：公共用水域の水質汚濁の防止に関する法律

(3) 軽量化

少量の配合で必要性能を発揮する材料の使用により、現場での保存性・作業性が改善すると共に、仮置ヤードが省面積化する等のメリットがある。さらに作業所内や近隣への粉塵の飛散リスクも減少するので、作業環境も向上し、近隣への影響も低減する。

また、推進工事では推進管等の成果品として定置するものと、滑材等の仮設的材料とを現場まで運搬する必要がある。使用材料の重量と現場までのトラック等による運送量は比例し、それはそのまま運搬費と運送手段によるCO₂排出量に比例するので、せめて仮設的材料は軽量化を充分図りたい。

滑材の軽量化はコストの低減だけで

はなく、温室効果ガスのCO₂排出量の削減に繋がることになる。

(4) 作業性が良い

現場では、運搬された材料に希釈水を加え、ミキサー等で混練し、その水溶液をポンプで管内配管内を一定時間に定量送る作業が繰り返し行われる。そのため、上記の軽量化もその一つの要素だが、水に溶けやすく、ミキサー1バッチ単位での計量、作液が容易で取り扱いやすい材料が望まれる。

(5) 流動性、流体輸送性が高い

滑材の水溶液は発進立坑部から推進管内の配管を利用して掘削機および管内注入箇所に一液か二液で送られる。通常、推進工法での管内配管は切離しと接続が管推進一本毎に行われるため、その作業性からできる限り管径が小さいものが望まれる。また、長距離推進でも測量、作業員や機材の移動、作業環境の保全からできるだけ配管径を小さくしたい。そのため、滑材水溶液はできるだけ粘性が小さく、圧力損失が少ないもので、配管径が小さくても長距離を圧送できる流動性・運搬性の高い材料が望まれる。

3 長距離推進事例

3.1 事例1 大口径多曲線長距離推進

工 法：アルティミット泥水式推進工
法

推進管径： $\phi 2,600\text{mm}$

推進延長： $L = 774.3\text{m}$

土 被 り：約13m

土 質：風化・強風化花崗岩
砂礫土（一部）

曲線半径：7連曲線（ $R = 400、400、$
 $2000、2000、300、$
 $4000、180\text{m}$ ）

滑 材 名：一次注入用 流動性可塑剤
アルティークレイ

二次注入用 アルティー K

滑材注入方式：ULIS（アルティミット
滑材充填システム）

アルティミット滑材充填システム
（ULIS）は施工条件に最適な滑材を
適位置に適量を自動注入するシステム
で、その継続的な滑材注入の結果、一

次注入滑材に採用した流動性可塑剤アルティークレイは、1.5ショット方式で容易に管外周の空間に充填され、テールボイドを維持し、二次注入滑材として注入したアルティー Kはアルティークレイと管外周面管の隙間で減摩効果を発揮し、大幅な周面抵抗力の低減となった。

流動性可塑剤アルティークレイは曲線推進時にも管材に優しく推進力を大幅に低減することができる。それは流動性を有するため、管材の曲線通過時に変化するテールボイド幅にフレキシブルに対応し、かつその超高粘性で砂礫地盤でも逸失せず、側方反力を分散するため管に優しく、推進抵抗も小さくすることができる。多曲線推進にも関わらず、最終計画推進力28,000kNに対し、最終実推進力は約9,600kNと約34%で到達し、当初計画した2箇所の中押装置は使用しなかった（図-1）。

3.2 事例2 海底長距離推進

工 法：アルティミット泥水式推進工
法

推進管径： $\phi 1,650\text{mm}$

推進延長： $L = 412\text{m}$

土 被 り：4.4～1.1m

土 質：推進延長412mのうち、約300mまでは珊瑚礁岩を含む砂礫層地盤、残り112mは珊瑚礁岩層の全延長海底地盤。

曲 線：水平曲線

$R = 192\text{m}$ 1箇所

鉛直曲線

$R = 800\text{m}$ 1箇所

勾 配：-33.77～0.0‰

滑 材 名：一次注入用 流動性可塑剤
アルティークレイ

二次注入用 アルティー K

滑材注入方式：ULIS（アルティミット滑
材充填システム）

管と地盤の空隙に過不足のない注入量管理ができるアルティミット滑材充填システム（ULIS）で計画実施。一次注入材として、超高粘性で耐塩性に優れた流動性可塑剤アルティークレイを使用して塩分による滑材の変質と地中への逸失を防止した。二次注入材としては、減摩効果に優れた高粘性滑材アルティー Kを推進管の外周と超高粘性滑材の間に充填して、推進抵抗力を効果的に低減させた。なお、珊瑚の海の環境保全の問題から、一次注入材、二次注入材ともに安全性が高い中性の滑材となっている（写真-2のようにアルティークレイは海水中でも長期間影響を受けない）。

最終計画推進力8,247kNに対し、最終実推進力は約3,000kNと約36%で到達し、当初計画した1箇所の中押装置は使用しなかった（図-2）。

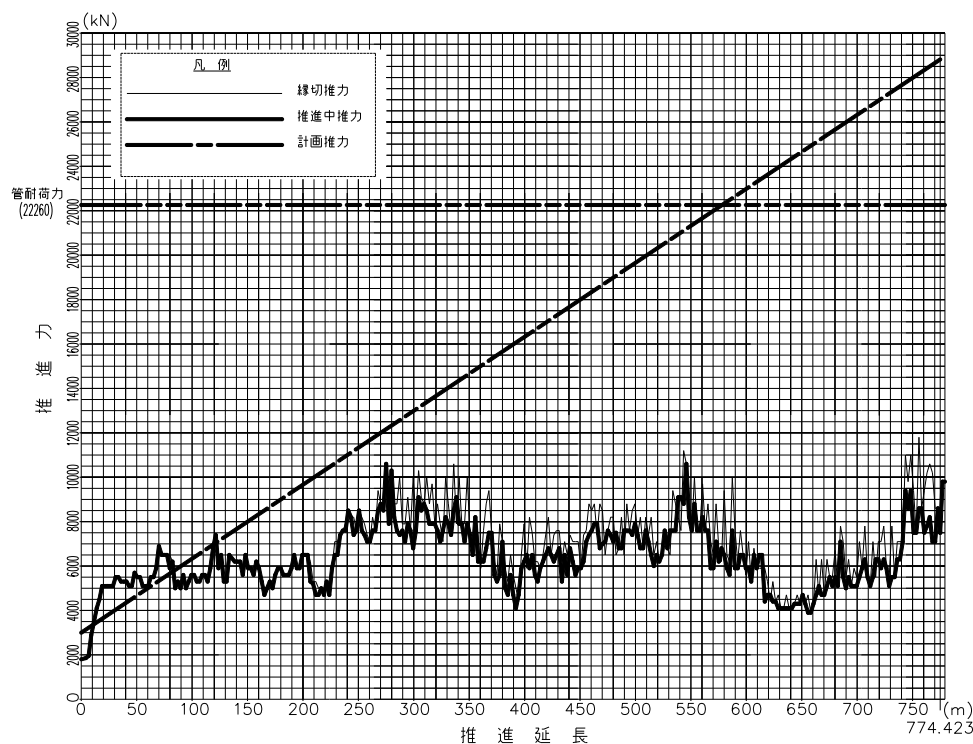


図-1 推進力管理図