

解説 滑材裏込め材

滑材機能を発揮するために求められる性能と条件



もりなが えいじ
森長 英二
機動建設工業(株)

1 はじめに

推進工法には様々な技術が要求されますが、事前調査で、施工に関わる条件を確認して、掘進機や排土方式等の選定が行われるとともに滑材も選択、注入量も算定されます。

滑材が化学的な性能を発揮するために、施工者はそれらの化学的性質を把握して、その性能を施工条件に適應させることが必要となります。

2 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孔壁面の保持機能と流動性

滑材にはまず管周面抵抗力を低減する効果が期待されます。

推進全延長でその効果を維持するために、地下水で希釈されにくく、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ります。また、掘進機で作った掘削孔と、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、周面地盤境界面を保持する機能も要求されます。

また、推進工法の場合はシールド工法と違い掘削孔の内部を管材列が移動

していくため、推進力による管列の全体的な曲がりや推進管の蛇行、管材の外径寸法の誤差、継手部の通過等で掘削孔各部分のテールボイド幅が刻々と変化します。特に曲線推進の場合は曲線的な掘削孔に対して、直線管材を複数連ねて推進していくわけですから、その変化は大きくなります。そのため、滑材には流動性が必要になります。

(2) 無公害

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）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、浮遊物質など）の規制値を上回らないことが求められます。

(3) 軽量化

少量の配合で必要性能を発揮する材料（滑材溶質）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ります。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します。

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、それが運搬費と運送手段によるCO₂排出量に比例しますので、滑材溶質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となります。

(4) 作業性が良い

現場では、運搬された材料（滑材溶質）に希釈水を加え、ミキサ等で混練し、その水溶液を圧送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行われます。そのため、少量で、水に溶けやすく、ミキサ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や梱包が望まれます。

(5) 配管内の輸送性が高い

通常、滑材の水溶液は発達立坑部の滑材プラントで作液したものを推進管内の配管を利用して掘進機および管内注入箇所に一液か二液で送られます。推進工法では、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配管径が小さいものが望まれます。また推進管内の測量作業、作業員や機材の移動、作業環境の保全からもできるだけ滑材配管径を小さくしたいので、滑材水溶液はできるだけ粘性が小さく、圧力損失が少な

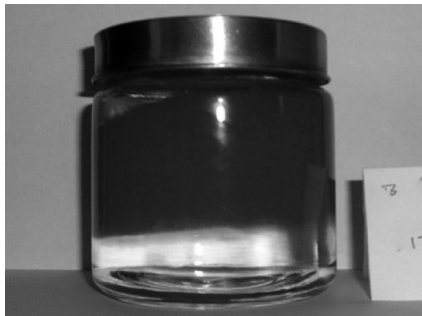


写真-1 一液性滑材を着色作液して、少量の水道水を注水した直後の状態

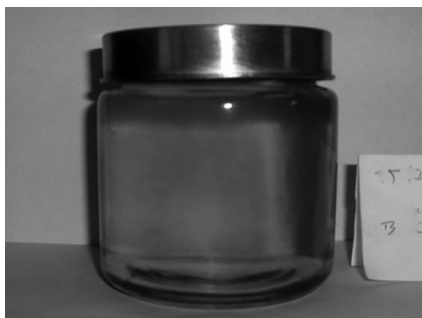


写真-2 写真-1の滑材の一週間後の状態 (水に溶出している)



写真-3 流動性可塑性アルティークレイ PAT.

いもので、配管径が小さくても長距離を圧送できる水溶液が望まれます。

3 滑材が性能を発揮するために必要なこと

管内の作業環境の問題を別にして、滑材の推進力低減性能からみた場合、推進延長のさらなる長距離化も可能と思われます。ただ、長距離化が管材に推進力や地盤反力等でダメージを与えることは、良質なライフラインを築造する手段としての推進工法自体の存続意義を失わせます。

「製造工場で認定された品質を維持したまま、設計位置にその管材を正確に設置する」という推進工法の役割のために滑材が本来の性能を発揮するためには、今後も以下の配慮が必要となります。

3.1 地盤調査

土質調査ポイントを多くして透水係数等の地盤条件を特定していただくことが

滑材の最適な選定と注入量の計画を可能とし、トラブル回避に繋がります。当然、障害物調査も全延長で行われる必要があります。透水性の高い砂礫地盤の場合は逸泥性の小さい滑材の選定が必要です。

3.2 地下水調査

工事途中で推進力が急に大きくなったため、立坑部で湧出している地下水を調査すると塩分濃度が高いことが判明することがあります。応急的に滑材に耐塩添加材を入れ、注入量を増やす等の処置で対応しますが、一度上昇した推進力は下がらないため、長距離推進では致命的になることがあります。

滑材や掘削添加材に使用されるベントナイトや吸水性樹脂は地下水の水質によって大きな影響を受け、それがそのまま推進工法の品質に影響を及ぼします。塩分濃度等の地下水の調査は事前に行い、材料の選定と注入量の根拠にします。塩分濃度やイオン濃度が高



写真-4 アルティークレイ(海水中2年4箇月後)(海水内で2年以上経過後も溶出無く流動性を維持。表面には徴が付着)

い地下水の場合は、耐イオン性の高い滑材の選定が必要です(写真-1~4)。

3.3 滑材の希釈水の水質

ミキシング後の滑材の水溶液の粘性が所定より小さいことがわかり、確認すると滑材の希釈水に現場内の井戸水を利用しているとのことがあります。

ベントナイト、吸水性樹脂、高分子系材料等の薬材は希釈水の水質の影響を大きく受けます。施工条件で井戸水や河川水(塩分を含む水や硬水)を希釈水として利用する場合は事前に塩

分・金属イオン濃度試験をするか、注入材の水溶液試験をして、異常がある場合は、水道水等を運搬使用する必要があります。

3.4 滑材の注入量の決定

滑材の計画注入量は管径と推進距離により計画されていますが、実際には透水係数等の地盤条件や地下水質、地下水流、掘進機の掘削拡幅によるテールボイド量、推進経過時間による滑材の劣化等を考慮する必要があります。滑材の選定と注入量は現場の様々な施工条件や日進量により決定し、不足が無いように数量管理しながら所定位置に所定量を注入する必要があります。

長距離推進では、推進力の上昇後に、

滑材の注入量を増やす等のその場しのぎの対応は致命傷になります。

3.5 裏込め充填について

推進終了直後にはテールボイドに滑材が残存します。そのスペースに裏込め材を注入することになりますが、残存する滑材の流動性がない場合は、所定量が注入できない場合があります。特に、土被りが小さく、地盤保護のために固結型可塑性材等を一次注入で使用する場合は、裏込め注入後もテールボイドに残存する可塑性材もいずれ劣化することを想定することが必要です。

近接埋設管や地表面に影響を与えないために、掘進機による拡幅量をできるだけ小さくすることが必要となります。

そのため、テールボイド巾が小さくても推進力が低減できる滑材の使用が求められます。

【参考文献】

- 1) 「長距離推進のゆくえ」月刊推進技術、Vol.28 No.2 (平成26年2月号)
- 2) 「推進工法における注入技術」月刊推進技術、Vol.26 No.12 (平成24年12月号) 他
- 3) 「大中口径管推進技術、適用分野の拡大 海底推進と掘進機の海中からの回収」No-Dig Today No.76 2011 Jul. (平成23年7月号) 他