

解説

温室効果ガス排出量低減への貢献 推進工法用薬材

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

近年、世界各地で異常気象やそれに伴う自然災害が多発しており、その主因は地球温暖化といわれています。その対策として地球規模での取り組みが必要となり、パリ協定（2015年パリ、国連気象変動枠組条約第21回締約国会議（COP21）にて採択）において「今世紀後半までに温室効果ガスの排出量と吸収量のバランスをとる」という長期目標を世界各国が共有することになりました。

日本の社会資本整備においても、環境へ配慮したもののづくりは必要不可欠となってきています。

開削工事との比較等、推進工事そのものによる温室効果ガス削減については、他の執筆者に譲ることとして、本稿では推進工法用の滑材および泥水調整剤（以下、「薬材」）について述べることにします。

推進工法に使用する薬材については、地中へ浸透するため、環境に影響を与えない安全性の高いものでなくてはなりません。水質汚染は水生生物を介しての食物連鎖による動物への影響につながり、また、植物に影響を与える場合にはCO₂増加の原因ともなります。

当社では安全性に優れた環境に優しい薬材の開発に取り組んでまいりました。本稿では当社で使用している滑材（アルティー K およびアルティークレイ）と泥水調整剤（マッディー G）のご紹介と、その環境保全性を含めた性能について概説します（表-1）。

2 滑材アルティー K について

推進工法で使用する滑材は、推進抵抗力を低減することで温室効果ガス排出量の削減で大きな役割を果たし

表-1 当社の推進工法用薬材

材料	滑材		泥水調整剤
品名	アルティー K	アルティークレイ	マッディー G
用途	一液性滑材	流動性可塑剤	泥水式推進工法
対象土質	普通土・砂・砂礫層	金属イオンが多い地下水の地盤	普通土・砂・砂礫層
特長	- 少量配合型 - チキソトロピー性（揺変性）を持つ滑材で、高吸水性樹脂を含有しており、透水係数の大きな地盤に対しても逸失することなく滑材効果を維持	- 二液性 - 注入直前混合 - 地下水に希釈されにくく超高粘性を長期間維持でき、高い強度で、曲線推進工法や礫土質条件においても確実にテールボイドを維持	- 少量一体型 - 掘削土の沈降防止性に優れた液性を有し、還流中から停止、再還流時まで良好な流体輸送性を維持
外観	黄白色粉末状	A材：粉末状 B材：液体	黄白色粉末状
荷姿	紙箱（ビニル袋入り）	A材：紙袋 B材：缶	紙袋

ています（写真－1）。すなわち長距離推進を可能にすることで推進工事スパン数（立坑数）を減らせることはもとより、推進力上昇によるトラブルが回避でき、加えて中押装置操作の割愛やそのものを省略できることにより、工事期間を短くできます。アルティー Kはコンパクト、かつ、ハンドリングに優れ、標準配合で1.2kg/200ℓと少量で済みます。

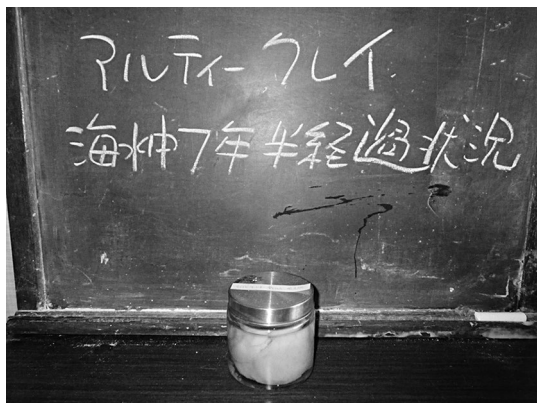
なお、アルティー Kの運搬量の低減効果（CO₂排出量比較）については、「⑤泥水調整剤の軽量化のメリット」で後述します。



写真－1 アルティー K粉末

3 流動性可塑剤アルティークレイについて

玉石混り砂礫層など、難易度の高い地盤での工事や推進延長の長距離化に伴って、滑材の高性能化も求められてきました。海底推進工事の海水等の金属イオンが多い地盤で使用している滑材に、混合器により注入す

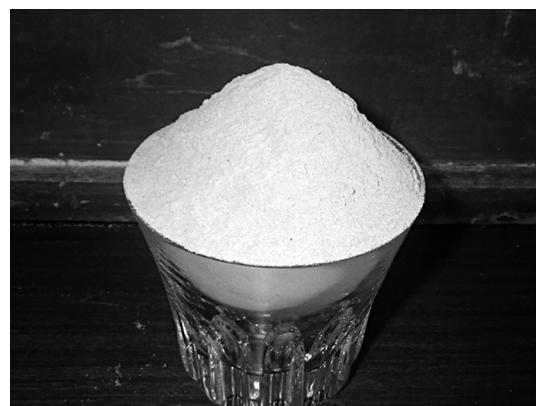


写真－2 アルティークレイ海中7年半経過状況

る二液性のアルティークレイがあります。一液性滑材は地下水中に金属イオンがあると少なからず影響を受けて滑材性能が劣化しますが、アルティークレイはまったく影響を受けません。写真－2のように長期間海水の中に入れておいても劣化することも希釈されることもありません。通常の固結型滑材（可塑剤）と違って流動性を持たせることで曲線推進等でのテールボイド幅の変化にも追従しますので「流動性可塑剤アルティークレイ」の呼称にしています。

4 泥水調整剤マッディー Gについて

マッディー Gは少量の配合で高性能な泥水を作ることとを目的とし開発した泥水調整剤です（写真－3）。従来の標準設計配合が粘土・ベントナイト等を多量に使用して泥水の比重1.25程度を確保するのにに対し、マッディー Gは表－2のように、低比重で切羽の保持と流体輸送性等の泥水に求められる必要な流体性能を満足します。



写真－3 マッディー G粉末

【特性1】

特殊変形弾性粒子が砂間隙を充填し、マッドフィルムを形成、切羽を安定保持します。

【特性2】

標準配合と比較してその特長的な流体特性により、掘削攪拌時と、流体循環停止による圧力開放時に切羽やテールボイドの崩壊を防止すると同時に、流体輸送時は管内の流速を維持かつ振動篩で容易に掘削土と分離します。

表-2 マッディー G の初期作泥配合例（アルティミット泥水式）

区分	配合	比重	FV (ファンネル粘度)
全土質 (1m ³ あたり)	マッディー G 34kg 水 986ℓ	1.02	約 60 秒

表-4 CO₂ 排出量算出のための仮定条件

運送手段	営業用貨物車
納入方式	4t 一括納入
運送距離（※）	300km
排出係数	232g-CO ₂ /km・t
1 回あたりの CO ₂ 排出量	278.4kg-CO ₂

※ マッディー G の 2018 年実績から算出した概算平均値

5 泥水調整剤の軽量化によるメリット

マッディー G は標準配合と比べて極少量で効果を発揮します（表-3）。

表-3 泥水：マッディー G 配合と
粘土ベントナイト系配合との使用量比較

		泥水調整剤	
		当社配合	標準設計配合
1m ³ あたり 使用量	材料	マッディー G 34kg	粘土 300kg ベントナイト 50kg CMC 1kg
	合計	34kg	351kg

それは、現場での保存性・作業性を改善するとともに、仮置ヤードが省面積化する等のメリットがあります。さらに周辺や近隣への粉塵飛散のリスクも低減するので、作業環境も向上し、近隣に及ぼす影響も最小限に留めることが可能です。

また、泥水調整剤等の軽量化は、現場までのトラック運送回数に比例して、CO₂ の削減につながります。

ここで 2019 年度の当社のマッディー G の使用実績から、仮に標準設計材料を使用した場合の使用量を表-4 より換算し、それぞれの運送に伴い発生する CO₂ の量の比較を行いました（表-5）。

CO₂ などの温室効果ガスの排出量は、環境省による算定式を用いています。また、トラック等の自動車から排出される CO₂ をはじめとする温室効果ガスの量は、現場までの距離や速度、一度に材料を運送する量や使用するトラックの種類など様々な条件により変わってきますが、本稿では条件を仮定して算出しました。

なお、表-4 のトラックの CO₂ 排出係数は、国土交通省 web サイト「輸送量当たりの二酸化炭素排出量」より引用しています。

表-5 マッディー G と標準設計材料運送時の CO₂ 排出量の比較表

	マッディー G	標準設計材料
使用量（運送量）(t)	10.829	111.794
4t トラック運送回数（回）	2.7	27.9
CO ₂ 排出量（kg）	752	7,781

6 推進工法用資材の安全性について

前述しましたように、地中へ浸透する推進工法用薬材は、安全性の高いものでなくてはなりません。かつて水俣病やイタイイタイ病のような有害物質の流出による重大な公害事件の対策を経て、我国では現在、環境基本法で定める環境基準によって環境上の達成目標を定め、また、水質汚濁防止法によって排出基準を設定して規制し、環境基準の達成を図っています。

アルティ K、アルティークレイ、マッディー G の成分は主に天然に存在する粘土鉱物と、食品添加物として認可され、紙おむつ等にも使用されている高分子ポリマーなので安全性に問題はありません。また、水質汚濁防止法により定められた一律排水基準の有害物質であるカドミウム・鉛・六価クロム・砒素・シアン・有機燐・総水銀・アルキル水銀・PCB についても不検出である分析結果を得ています。

7 おわりに

当社ではこれまで少量で高性能かつ環境に配慮した推進工法用薬材の開発に取り組んでまいりました。今回ご紹介いたしました滑材と泥水調整剤につきましては、推進工法の構成技術の一翼を担うものであると考えています。今後計画される推進工事については温室効果ガス低減を含めた設計施工条件の要求水準がますます高くなってゆくものと思われます。

「温室効果ガスを低減する高性能な商品開発の継続」が推進工事に携わるものとしての将来にわたる責務であると考えています。

【参考文献】

- 1) 「推進工法用設計積算要領 泥濃式推進工法編、土圧式推進工法編、泥水式推進工法編」(公社)日本推進技術協会
- 2) 「輸送量当たりの二酸化炭素排出量」国土交通省webサイト
- 3) 「平成30年度技術資料・積算資料」アルテイミット工法協会
- 4) 月刊推進技術 Vol.23 No.4 (2009年4月号)

○お問い合わせ先

機動建設工業(株)

[土木本部]

〒553-0003 大阪市福島区福島4-6-31

Tel : 06-6458-6183 Fax : 06-6454-0274

[関東支店]

〒101-005 東京都千代田区神田紺屋町38

エスポワールビル6階

Tel : 03-3289-4771 Fax : 03-5294-1281

[http : //www.kidoh.co.jp/](http://www.kidoh.co.jp/)