

解説

長距離・急曲線推進におけるさらなるテールボイドの安定

とよだ としひろ
豊田 敏広
㈲日本マテリアル
営業部長

1 はじめに

近年の推進工事は、周辺環境の問題から、長距離施工、急曲線施工、狭小地での施工が恒常化されております。

長距離施工では、推進力の増大が懸念され、いかに低推進力で施工ができるかという課題が、推進材料にも必要とされてきております。また、真空吸引を行う泥濃式推進工法では、排泥の分離による配管の閉塞が懸念されております。さらに急曲線施工でも、長距離施工と同様に推進力の増大が懸念されております。加えて狭小地での施工では、置場の問題や搬入車両の制限から、コンパクトな材料で、従来品と同等以上の能力が求められております。

当社は、設立当初から推進材料である滑材や泥水材、添加材、中込め充填材、裏込め材等の材料開発に携わってきました。

今回、当社が特に力を入れている泥濃式推進工法への取り組みを報告させていただきます。

2 泥濃式推進工法への滑材開発の取り組み

泥濃式推進工法は、切羽と隔壁間のカッタチャンバ内に高濃度の泥水を圧送充填し、切羽の安定を図り、マッドフィルムを形成し、掘進を行っています。

また、掘削した土砂と高濃度の泥水とを攪拌混合し、流動化させ、掘進機内に取り込み、この排泥を真空吸引で、坑外に搬出します。このように高濃度泥水には、マッドフィルムの形成と排泥吸引を円滑に行えることが求められます。

次に、泥濃式推進工法では、積極的なオーバカット（余掘り）を行い、オーバカット部に高濃度泥水と滑材を充填し、管と地山間に発生するテールボイドの安定を図っています。このテールボイドに、掘進機後部から1.5ショットで、ゲルタイム20～40秒程度の二液性固結型滑材（可塑剤）を充填させ、地山と推進管が直接接触することを防止し、さらにテールボイドの圧密による変形や劣化を抑制し、管周面抵抗力を低減させることが課題となっております。長距離施工では、最初に形成したテールボイドの劣化等を考慮し、各々の推進工法協会および材料メーカーで長距離システム等を導入しています。長距離システムで使用する一液性滑材は、通常の滑材に比べて、ゲル強度を高くするため、滑材に含まれる樹脂の量や大きさを調整しました。そして、目詰材を追加することで、逸散が少ない滑材を開発しました。

また、当社では、二液性固結型滑材（可塑剤）のゲル体の組成を、より弾力のあるゲル体にはできないかと考え、EC剤という材料を開発しました。特別な設備を必要とせず、EC剤をプラス添加するだけで、ゲル体の組成を変えることができます。

3 材料について

3.1 泥水材

開発した泥水材料はハイロングという製品名です。比重を重視した泥水材料ではなく、塑性流動性（ゾル・ゲル）を持たせることにより、低比重でもマッドフィルムの形成と排泥吸引時の分離を抑制することができます（写真-1）。

土質区分によっては粉末粘土を配合しますが、一般的な泥水材料の標準配合と比較し、少量の添加量となります。表-1に一般的な泥水材料の標準配合、表-2にハイロングを添加した場合の標準配合を示します。

表-1 一般的な泥水材料の標準配合 (m³当り)

種目	A	B	C-1	C-2	C-3	D	E
粉末粘土 (kg)	120.0	240.0	300.0	360.0	420.0	120.0	240.0
増粘剤 (kg)	1.5	1.8	2.4	3.0	3.6	0.0	1.8
目詰材 (kg)	8.0	10.0	12.0	12.0	14.0	0.0	10.0
水 (kg)	942.6	891.6	864.8	839.8	811.3	951.0	891.6
比重	1.07	1.14	1.18	1.22	1.25	1.07	1.14

表-2 ハイロングを添加した場合の標準配合 (m³当り)

種目	A	B	C-1	C-2	C-3	D	E
粉末粘土 (kg)	0.0	30.0	30.0	60.0	120.0	0.0	30.0
ハイロング (kg)	18.0	24.0	36.0	36.0	36.0	9.0	24.0
パルトップ (kg)	4.0	4.0	6.0	8.0	10.0	0.0	4.0
水 (kg)	989.6	975.0	968.7	954.8	928.6	996.5	975.0
比重	1.01	1.03	1.04	1.06	1.09	1.01	1.03

それぞれの土質区分内容を表-3に示します。

表-3 土質区分内容

土質区分	区分内容	
A	普通土	粘性土 (N値 10未満)
		砂質土 (N値 50未満)
		砂礫土 (最大礫径 20mm未満、礫含有率 30%未満)
B	砂礫土	礫含有率 30%以下
C-1	砂礫土	礫含有率 30~40%未満
C-2	砂礫土	礫含有率 40~60%未満
C-3	砂礫土	礫含有率 60~80%未満
D	硬質土	(1) N値>10、qu<5MN/m ²
E	硬質土	(2) 5MN/m ² <qu<200MN/m ²

※ 硬質土 (1) (2)については高濃度泥水注入率を100~150%とする。



写真-1 ハイロングの性状

ハイロングの特長は、水に希釈されにくく、排泥の分離を極力抑えることができます。

しかし、長距離施工の場合、泥水材は地上プラントから圧送するため、土質の変化に対応した配合に変更するのに時間がかかるという課題があります。

これに関しては、掘進機内にコンパクトな掘削補助加泥剤 (JMポリマー等) を持込み、圧送した泥水材に先端で混合する。もしくは、泥水材を2液で送り、先端で混合する等、色々な手法を施工業者様、推進工法協会様とともに検討していき、開発改良を進めたいと考えております。

3.2 EC剤 (弾性可塑剤)

開発したEC剤は、フルキープ (可塑剤) に追加添加することで、弾性力を有する弾性可塑剤に変化します。弾性可塑剤の配合を表-4に示します。また、ゲ

表-4 弾性可塑剤の配合表

A液		B液	
フルキープA剤	50.0kg	フルキープA剤	20.0kg
EC剤	0.35kg	EC剤	0.35kg
水	164.0ℓ	水	190.0ℓ
200ℓ		200ℓ	
400ℓ			