

鹿島建設技術研究所 正員 石谷 尹利
 同上 正員 ○中尾 努
 同上 八鍬 昇

I はじめに

泥漿シールド工法は、近年の砂・礫系地盤でのシールド工事の過半を占めるに至っている。しかし本工法は泥漿系のシールド工法に比較し理論的な検討は十分とはいえず、特に泥漿（粘土・ベントナイトより成る高濃度のスラリー）の配合、注入率は経験的に決定されることが多いように見うけられる。今回、泥漿の物性及び注入量に対する基本的な考え方を整理するとともに、現在継続中の泥漿シールド模型実験及び実工事との整合性を検討したので、その結果について報告する。

II 泥漿シールド工法の掘進機構と泥漿について

これまでの模型実験及び実施工での計測から得られた結果に基づいて、滞水した砂・礫系の地盤に当工法を適用する場合の掘進機構を要約すると図-1のようになる。ここで泥漿と掘削土とは主にカッターで切削される際に混合され、砂・礫の粒子間隔が広がるとともに泥漿が潤滑効果を発揮することによって流動性が改善される。また、砂、礫粒子が切削される

際に破碎されるが、この細粒化現象も流動性に影響を及ぼすこととなる。泥漿に求められる性質としては「材料分離を起さず適度な流動性を発揮させる」ことが重要であろう。この為には泥漿の注入量とその物性の設定が要点と言える。

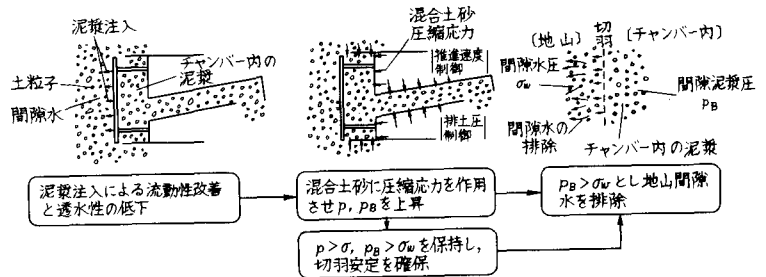


図-1 泥漿シールド工法の掘進機構模式図

III 泥漿の基本物性

1. 泥漿の粘性

チャンバー内の場合土砂は、圧力下でスクリーコンベヤの働きを借りつつ排土口まで流動していくこととなる。この際に粒子間隙中の泥漿が分離するが間隙中を走るとチャンバー内圧の維持あるいは排土が困難となる。泥漿は分離あるいは流出に抵抗できる粘性が必要と言える。筆者らが先に実施したシールド模型実験^{1,2)}において見かけ粘度8000 CP程度の泥漿を注入しつつ掘進したところ、チャンバー内圧を15 kPaまで上昇させても泥漿の分離、流出は起こさず安定した掘進を維持できた。実工事でも同様の結果が得られており、泥漿の見かけ粘度としては、8000 CP程度を目安にできると考えられる。

2. 泥漿の粒度組成

泥漿は粘性のみ所定の品質を有していても掘削土砂と粒度組成がかけ離れていると分離あるいは流出を起こす。逆に粒度組成が重なりすぎる場合も好ましくない。砂・礫地盤において比較的好結果が得られた事例についてそれぞれの粒度組成を注入の難易を判定するグラウタビリティ比によって比較すると、 $D_{15}/S_{85} = 3 \sim 4$, $D_{10}/S_{95} = 0.6 \sim 0.8$ (D_{15}, D_{10} : 掘削土砂の15, 10%粒径, S_{85}, S_{95} : 泥漿材の85, 95%粒径)となった。即ち泥漿は掘削対象地盤に対し浸透しにくい性質を有することが望ましいと言える。

Ⅶ 泥漿の注入量

泥漿を注入しつつ掘進する場合の地山と泥漿との掘削、混合過程を模式的に現わすと図-2のように考えられる。ここで、掘削に伴い地山の解きほぐし、あるいは砂礫粒子が破碎される等により ΔV だけ体積変化を起こす、泥漿注入に伴って $\alpha V - \Delta V$ 相当の間隙水が地山側に排除される、と考えた。また泥漿はすべてチャンバー内に取込まれると仮定する。同図に示す関係から泥漿注入率 α は次式で表わされる。

$$\alpha = n + \frac{\Delta V}{V} - G_s(1-n) \{ (m+x-m \cdot x) w_c + (1-x)(1-m) w_s \} \quad \cdots (1)$$

G_s ; 掘削土砂の比重

w_c ; 地山シルト分以下の含水比

w_s ; 地山砂分以下の粒子の含水比

ここで間隙率 n 、シルト分以下含有率 m 、含水比 w_c, w_s は土質調査から決定できる。また土量の変化率 $\Delta V/V$ とシルト分以下の増加率 x は実験あるいは実工事の実績から求められる。先に実施した模型実験結果から $\Delta V/V$ を逆算したところ、 $\Delta V/V = 0.08 \sim 0.16$ の範囲が比較的安定した排土を行うことができたが、 $\Delta V/V$ が上記の範囲より小さいとカッタートルクの上昇あるいは土砂詰りの傾向が顕著となり、大きいと噴発現象を起こし排土に支障をきたした。

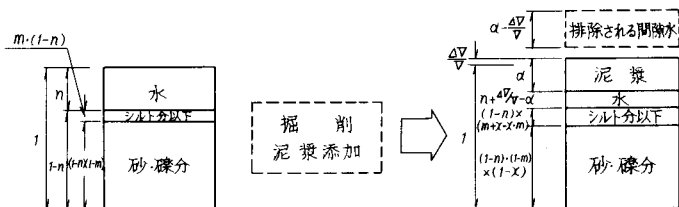
ここで $\Delta V/V = 0.10, 0.15$ と仮定し、一般的な砂～礫地盤での泥漿注入率を試算し図-3に示す。また同図中に模型実験と実工事での実績値を示した。今回の計算結果はほぼ実績値に近い値となっており、基本的には(1)式は実工事にも適用可能であると判断できる。

Ⅷ あとがき

泥漿の基本的な性質と注入率について模型実験あるいは実工事での実績を基に考察した。本検討では比較的理想化された状態を想定しており、実工事に適用するには未だ不十分な点も残されている。これらについては今後さらに検討を進めていきたい。

〔参考文献〕

- 1) 土圧シールドでの掘削土砂への潤滑材添加に関する基礎的研究(1～3) 第15～17回土質工学研究発表会 栗原他
- 2) 滞水砂・砂礫層を対象とした土圧シールド工法の開発研究(1～3) 鹿島技研年報 29, 31, 32号 栗原他



$$\text{掘削土砂}(V) + \text{泥漿}(\alpha \cdot V) = \text{混合土砂}(V + \alpha V)$$

n : 間隙率

m : シルト分以下含有率 (全土粒子に対する重量比)

ΔV ; 掘削・泥漿添加に伴う土量(容積)変化量 α ; 泥漿注入率 (掘削土量に対する容積比)

x ; 掘削・破碎に伴うシルト分以下増加率 (砂・礫分に対する重量比)

図-2 地山と泥漿との掘削混合過程

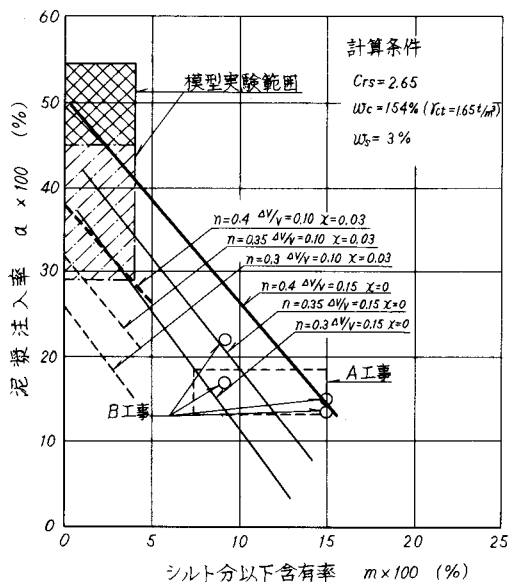


図-3 泥漿注入率計算結果