

# III-39 泥土圧シールド工法における土性値の改善に関する一考察 (添加材としての気泡泥漿の適用について)

磯銭高組 技術研究所 ○正会員 高田 哲太郎  
同 上 正会員 佐藤 常雄  
同 上 正会員 斎藤 優

## 1. はじめに

泥土圧シールド工法は、一般に泥漿と呼ばれる粘性付与材を切羽に添加し、対象とする地盤領域の拡大を図ったものである。しかし、地盤の粒度構成によっては地下水の噴発・機械負荷の増大等を生じ、掘進の中断を招く場合も多く、地下水を抑え切羽を安定させるためには、その対策が必要となった。

本稿では、添加材として気泡と泥漿を併用(混合比1:1、以下気泡泥漿と言う)することで、切削土砂の土性値改善効果が高いことが判明したので、数例の実験結果に考察を加え報告する。

## 2. 実験 I (大気中)

実験は、特に改良が必要と考えられる礫率52~85%の地盤に対し、類似したモデル地盤(掘削土砂の自由水を除去した状態……含水比で5%程度)を作成し、加泥量による土砂の流動性・止水性の改善効果をスランプ試験および変水位透水試験にて確認した。

また、泥漿添加率はモデル別の泥漿無添加時の湿潤密度から体積換算し、体積比率での添加率とした。

図-1に各モデルの粒径加積曲線を示し、図-2~3に実験結果の一部を示す。

### (1) 土性値の改善結果

- ①モデル-I(礫率52%)では、泥漿による流動性の改善が可能である。また泥漿の違いによる異差は認められない。
- ②モデル-III(礫率85%)では、泥漿の種類・量に係わらずすべての添加率で泥漿と骨材の分離が生じた。また、気泡泥漿は添加率に応じた流動性の改善が可能である。
- ③モデル-IIIでは、泥漿IIの一部の添加率(17.5~20%)で止水性の改善が可能であるが、気泡泥漿ではすべての添加率で、透水係数 $1 \times 10^{-6}$  cm/s以下の値が得られた。

### (2) 考察

- ①流動性の改善が可能な領域では、ほぼ止水性の改善も可能である。
- ②泥漿単独の場合、必要以上の添加は単位水量の増加につながり礫分との分離を促進し、流動性・止水性は低下する。また、地盤の細骨材率[s/a]が34%以上では、土性値の改善が可能と推察される。
- ③気泡泥漿の場合、気泡が泥漿の細粒分と地盤の礫とを結ぶ"つなぎ(砂)"の役割としてサスペンション効果を発揮し、礫率の高い地盤(85%)でも土性値の改善が可能になるものと考えられる。

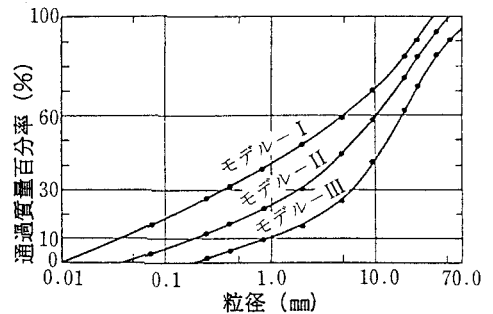


図-1 モデル地盤粒径加積曲線

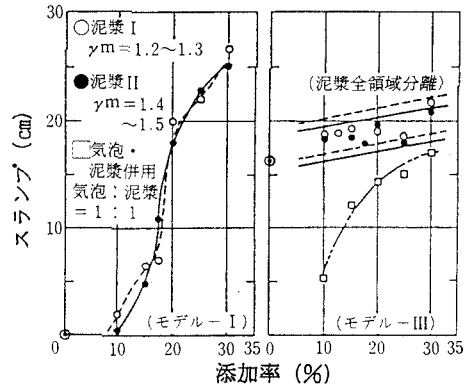


図-2 添加率~スランプ

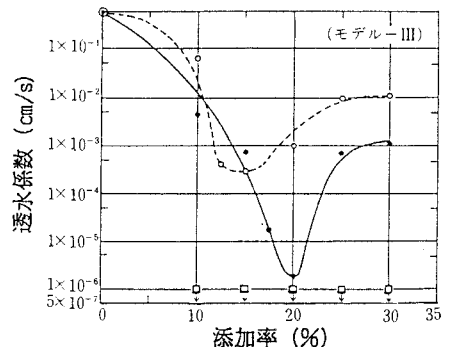


図-3 添加率~透水係数

### 3. 実験Ⅱ（切羽水圧0.5Kgf/cm<sup>2</sup>）

実験は礫率70%（モデルⅡ）の砂礫地盤を対象に、縮尺1/3の泥土圧シールド模型機を使用し、圧力条件下における掘削土砂の土性値の改善効果について把握した。

また、模型は掘進速度に応じ土槽地盤材が推進（移動）するもので、添加材注入率に応じ地盤間隙水は水圧タンク方向（水位上昇）に移動する構造とした。（図-4参照）

図-5に土性値の改善結果を示し、図-6に間隙水・添加材の収支関係を示す。

また、図-6は下記の式が成立した時に、安定した掘進が成立したものと考えられる。

$$\text{添加材注入量} = \text{間隙水移動量} + \beta \text{（土砂改良寄与量）}$$

ここに、間隙水移動量；有効間隙分+地盤浸透分（ $\alpha$ ）

#### (1) 土性値の改善結果

- ①泥漿単独の場合、流動性・止水性とも添加率25%程度で限界を示し、それ以上の添加率で分離（改良不能）を生じた
- ②気泡泥漿の場合、すべての添加率で土性値の改善が可能であった。これは実験Ⅰと同様な傾向を示している。

#### (2) 考察（間隙水の挙動）

- ①気泡泥漿の場合（図-6(a)）、注入量が多く $\alpha$ 値が限界を示しても、常に一定の間隙水移動量を保持している。  
したがって、 $\beta$ は増加しスランプは増大するものの、地下水の呼び込みもなく、排出土砂は添加材に包括された状態になっている。これは、気泡の圧縮性による圧気効果、流動性改善のベアリング効果、さらに先に述べたサスペンション効果に起因するものと推察される。
- ②泥漿単独の場合（図-6(b)）、添加率25%以上では注入量の増加により泥漿の噴発、地下水の噴発を生じ、機械負荷の増大（トルクオーバー）を伴い掘進を中断した。  
これは、 $\beta$ は増加するものの単位水量も増加することで改良効果が低下すること。さらに、地盤材との分離を促進し地下水を誘発した結果と考えられる。（添加材注入量< $\beta$ ）

### 4. おわりに

礫率の高い地盤での泥土圧シールドでは、添加量の大小が問題ではなく、地盤の粒度構成との関係によって添加材の種類・量を決定することが重要となる。今後は気泡と泥漿の混合比の対応により、高水圧条件の施工に役立てたい。

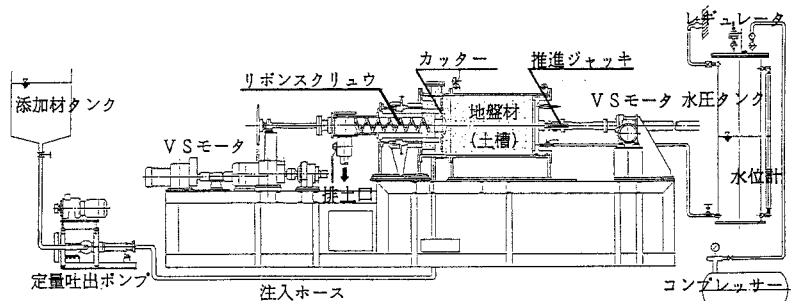


図-4 模型実験装置

〔参考文献〕松尾他：砂礫の有効間隙率に関する実験的研究、土と基礎、1969. 7

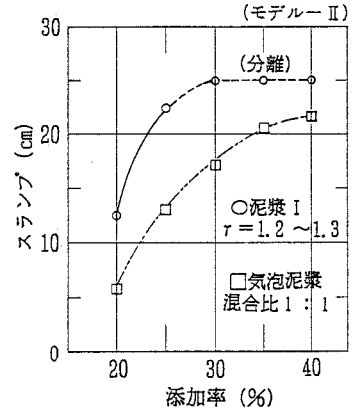


図-5 添加率～スランプ

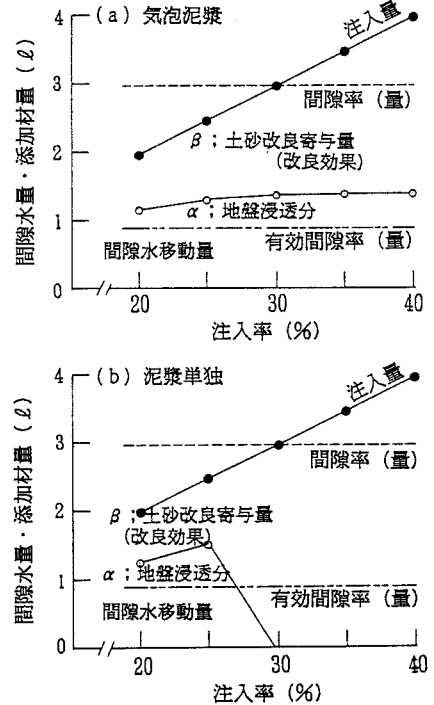


図-6 間隙水・添加材の収支