

泥水シールド適正泥水の一判定法

編 鴻池組・技術研究所 正員 中澤 重一
 同 上 新田 喜宣
 同 上 正員 ○大北 康治
 同 上 柚木 孝治

1. まえがき

近年、都市および都市周辺部での地下工事に、泥水シールド工法を適用する例が増加している。しかし、掘進時の切羽安定機構などに関しては、不明な点も多く、実績が理論に先行している様に思われる。したがって、泥水シールドに用いる泥水の合理的な判定法が望まれている。本報告では、Müller⁽¹⁾⁽²⁾の方法を紹介し、それを泥水シールドに用いる泥水の切羽安定に関する判定法に適用する試みについて述べる。

2. Müller⁽¹⁾⁽²⁾による泥水の浸透拘束効果

泥水の機能は、図1の様に、ろ過によってフィルターケーキの薄膜が生じ、その薄膜を介して泥水圧が土圧に作用すると考えるのが一般的である。しかし、泥水シールドの適用地盤は広範囲に及んでいるとは言うものの、粗粒土地盤に適用限界を残して、粗粒土の場合には、図2のごとく泥水が切羽に浸透し、ある領域にまで浸透する。その場合、泥水圧は薄膜を介した時の様には作用せず、浸透した領域内に於て体積力として作用する。

泥水圧により、浸透領域内に生じる体積力を次式で表わす。

$$s = J_0 \cdot r_F = h / \ell \cdot r_F \quad \dots\dots\dots (1)$$

ただし、 J_0 は浸透勾配（無次元）、 h は浸透圧（泥水頭、 cm ）、 ℓ は浸透長（ cm ）、 r_F は泥水の単位体積重量（ g/cm^3 ）である。

3. 泥水シールド切羽の安定

泥水加圧式の場合、泥水圧を操作し、土圧に打ち勝って外的安定を得ることは比較的容易である。したがって、浸透領域内部に於てスベリ面が発生するのを防ぐ事（内的安定、図3）と単粒子の落脱を防ぐ事が、泥水シールドに用いる泥水の切羽安定機能と言える。図3に示される浸透領域にRankine理論を適用すれば、スベリ面は斜面に平行となり、スベリ面上から Z の距離にある要素に対し、次の2式が成立する。

$$\sigma_z = r_a \cdot Z \cdot \cos \alpha + J_0 \cdot r_F \cdot Z \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\tau_{zx} = r_a \cdot Z \cdot \sin \alpha \quad \dots\dots\dots (3)$$

ここに、 r_a は土の泥水中単位体積重量（ $r_a = r_s - r_F$, g/cm^3 ）で、 α は斜面の傾きである。また、切羽が内的安定を保つためには、

$$\tau_{zx} \leq \sigma_z \cdot \tan \varphi \quad \dots\dots\dots (4) \quad \text{が成立する。}$$

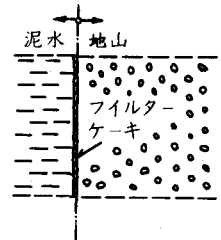


図-1

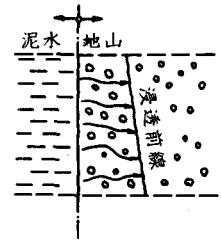


図-2

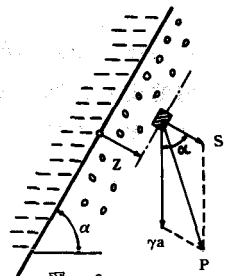


図-3

図4は、Zで除して簡単にした説明図で、点Aの状態にあった要素が、泥水の浸透拘束効果によって、(2)(3)式で表わされる点Bに移ったことを示している。したがって、内的安定を保つのに必要な泥水は、図4で定められる浸透勾配以上の浸透勾配を持った泥水とすることができる。

4. 試験装置

写真に示した装置を試験に用いた。透明円筒内に供試地盤（2～4.76mmのレキ）を作製し、泥水（LL56.5%、PL22.3%の陶土）を浸透させ、浸透が終わった時点で浸透距離を測定し、次式により、浸透勾配を求めた。変数は図5に従う。

$$J_0 = h/\ell = (h' + \ell + h'' \cdot \gamma_w/\gamma_F)/\ell \quad \dots (5)$$

5. 測定結果および考察

浸透圧を変化させ測定した例を、図6図7に示す。図6は泥水比重が1.20の場合を、図7は泥水比重が1.15の場合を示した。

図7は浸透圧によらず浸透勾配がほぼ一定であることを示しているが、図6では、浸透勾配を最大にする浸透圧が0.2 kg/cm²付近に存在している。比重が高い場合に、最適な浸透圧が存在するのは、アーチ作用によって、目づまりを起す粒子が多く、浸透圧が0.2 kg/cm²程度までは、浸透圧が高い程、アーチ

作用が効果的に働くが、浸透圧が高過ぎる場合には、アーチが壊れ、さらに泥水が浸透して行ったと考えられる。また、浸透圧の最適値が0.2 kg/cm²程度になっているのは、泥水シールドの加圧量を経験的に0.2 kg/cm²としていることと一致している。供試地盤程度の土質特性（ $\gamma_a = 1.5 \text{ g/cm}^3$ 、 $\gamma_F = 1.18 \text{ g/cm}^3$ 、 $\phi = 30^\circ$ 、 $\alpha = 90^\circ$ ）を想定し、切羽の内的安定に必要な浸透勾配 J_0 を試算すれば、 $J_0 = 2.2$ となり、本実験に用いた程度の泥水比重で、内的安定に関しては十分であろう。

7. 参考文献

- (1) Müller = Kirchenbauer, H. (1972) "Stability of Slurry Trenches." Proc. 5-th European Conference on SMFE, Madrid 1972, pp 543 ~ 553.
- (2) Müller = Kirchenbauer, H. (1977) "Stability of Slurry Trenches. in Inhomogeneous Subsoil." Proc. 11-th I C SMFE vol. 2, pp 125 ~ 132.

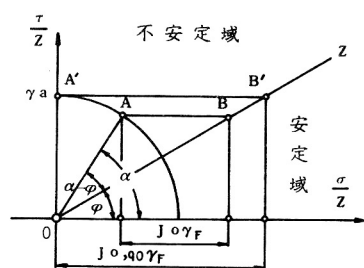


図 - 4

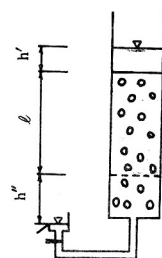


図 - 5

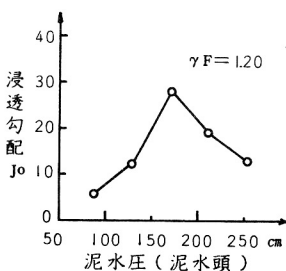
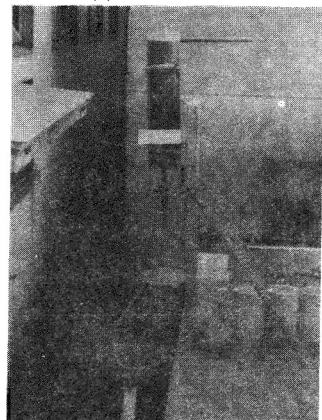


図 - 6

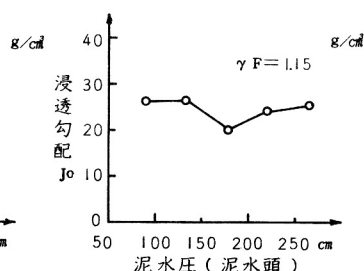


図 - 7