

III-478 泥水加圧式シールド工法における砂質地盤中での噴発圧の推定（その2）

五洋建設株式会社 正会員 小石川 功
同 正会員 日野 泰伸
同 浅岡 宣明

1. まえがき

“泥水加圧式シールド工法における砂質地盤中での噴発圧の推定（その1）”で、以下のことが明らかになった。1）砂質地盤における噴発形態は地盤密度により異なる。2）噴発はシールド切羽天端で起こる現象であること。3）縦断方向の実験でも噴発は切羽前方を破壊させるものではないこと。さらに、実際の掘進状態では切羽泥水がシールド機スキンプレートに沿って後方に廻り込む現象が認められることから、噴発をシールド機横断方向の2次元的な現象と考え、噴発圧推定のための定式化を行う。

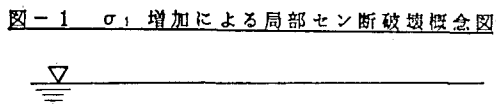
2. 噴発のメカニズム及び推定式

1) 緩い砂質地盤における噴発のメカニズム（局部セン断破壊）

周辺地盤に影響を与えることなくスポット的に泥水が噴出することから次の二つのメカニズムを考える。

a) σ_1 増加による局部セン断破壊（図-1 参照）

泥水圧 P_i の上昇により、シールド切羽天端近傍の土要素の鉛直応力が増加して破壊する（ $\sigma_3 = \text{const.}$ と仮定）。



b) σ_3 増加による局部セン断破壊（図-2 参照）

シールド切羽の天端付近に泥水が脈状またはクサビ状に浸出し、この脈またはクサビ内の泥水圧 P_i による土の受働破壊によりこれらが押し広げられ噴発が発生する（ $\sigma_1 = \text{const.}$ と仮定）。

今、砂のポアソン比 $\nu = 0.33$ とすると $\sigma_3 / \sigma_1 = \mu / 1 - \mu \approx 0.5$ となり、噴発泥水圧 P_i は次下のように書ける。

$$P_i = m \cdot KA \cdot \sigma_1 \quad (1)$$

KA ; 受働土圧係数

σ_1 ; 切羽天端の土被り圧

$m = 0.5$

σ_1 増加による破壊

$m = 1.0$

σ_3 増加による破壊

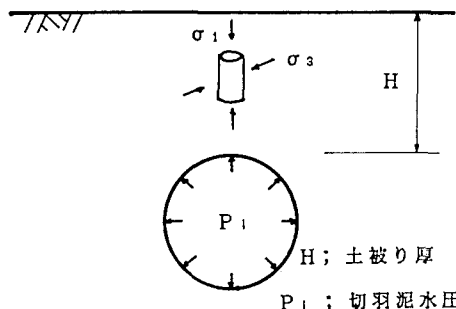


図-2 σ_3 増加による局部セン断破壊概念図

2) 密な砂質地盤における噴発のメカニズム（ブロック破壊）

土塊 G_1 及び G_2 を上方に向かってセン断破壊させる時の泥水圧 P_i は、関連流れ則に基づき上界定理を用いて次下のように書ける（図-3 参照）。

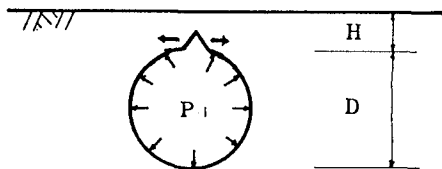
$$P_i \cdot D \sin \alpha = G_1 + 2 G_2 \frac{\sin (\delta + \phi)}{\sin (\delta + \beta)} \cos (\phi - \beta) \quad (2)$$

D ; シールド径

ϕ ; 地盤の内部摩擦角

α ; 泥水圧作用角

δ, β ; スペリ面の鉛直よりの角度



3. 実験結果との比較

地盤の物性は“（その1）”に示す通りである。

1) 緩詰め地盤

図-4に緩詰め地盤（ $\gamma d \approx 1.6 \text{ t/m}^3$ ）についての実験値と式（1）による計算値との比較を示す。土被り比の小さい $H/D=0.7$ については、実験値は計算値の $m=1 \sim 0.5$ の間にあるが、全体としては式（1）で $m=1$ とした受働破壊の考え方が実験値の傾向をよく表している。

2) 密詰め地盤

図-5に横断噴発実験より得られたブロック破壊の形状を決定するパラメータ α 、 β を H/D に対してプロットしたものを示す。 δ については H/D が小さい場合では読み取り難く、 $H/D=1.5$ と 2.0 の平均値を用い $\delta = -12^\circ$ とした。

以上の3変数を用いて式（2）により計算した噴発泥水圧と実験値との比較を図-6に示す。計算値は実験値に対して幾分安全側の推定を与えるが、その傾向及び値も実験結果を十分説明するものである。

図-3 ブロック破壊形態図

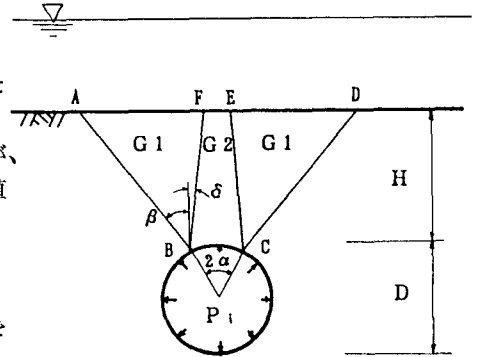


図-4 噴発泥水圧～土被り比関係
(gf/cm^2) (緩詰め)

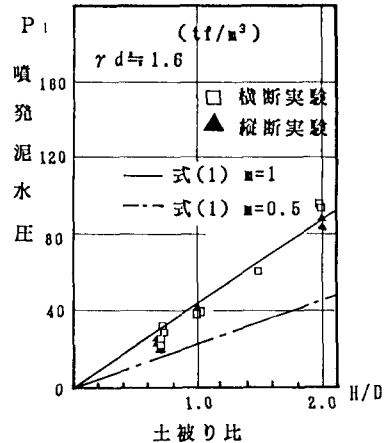


図-6 噴発泥水圧～土被り比関係
(gf/cm^2) (密詰め)

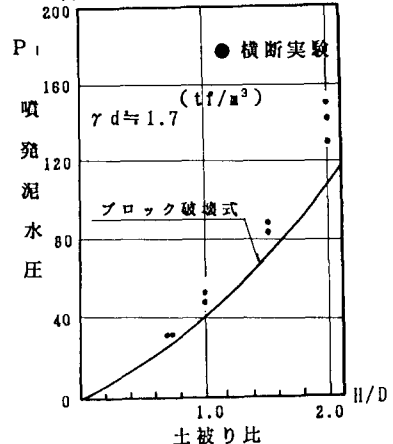
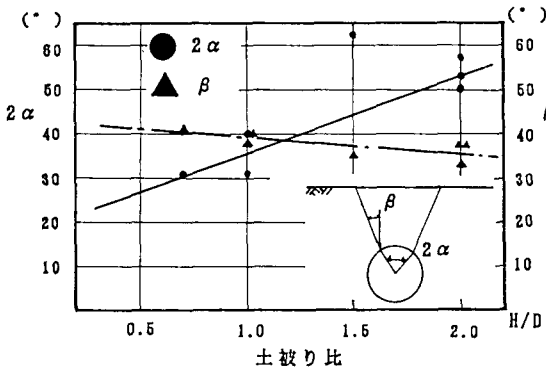


図-5 形状パラメータ



4. まとめ

砂質地盤における噴発形態は、地盤密度により異なり、緩い砂質地盤では式（1）で、密な砂質地盤では式（2）で推定しうる。

また、実際のシールド掘進を考えると、局部的なセン断破壊を起こす緩い砂質地盤の場合は掘進の影響を受け易く、噴発圧は式（1）で推定した値よりさらに低下するものと思われる。

最後に、本研究を行うにあたり御指導をいただきました東京都立大学今田 徹教授に深く感謝の意を表します。