

3)理論式

図－1における圧力の釣り合い状態は次式で示される。
検討位置はプラグゾーン内の微小部分とする。

$$\frac{\pi}{4} (P+\Delta P) (d_2^2-d_1^2) - F_f - F_g + F_p - P \frac{\pi}{4} (d_2^2-d_1^2) = 0 \quad (6)$$

これをP について解いて次式を得る。

$$P = \frac{\gamma_t (\mu \cos \theta + \sin \theta) - \Delta P_{wp}/L_p}{4 \cdot \mu K_a / (d_2 - d_1)} \cdot [\exp\{4 \cdot \mu K_a X / (d_2 - d_1)\} - 1] \quad (7)$$

この式の物理的意義は、P ≥ 0 であればプラグ効果による抵抗力の方が流体力より大きいことを示しており、安定した排土ができる。逆にP ≤ 0 であれば、プラグ効果による抵抗力より水圧による流体力の方が大きいことを示しており、基本的には掘削土砂だけでは切羽水圧をおさえることができない。Pの正負は(7) 式の分母及び分子の[] が常に正であるため、{γ_t(μ cos θ+sin θ)-ΔP_{wp}/L_p}の正負に依存する。これらより

$$\Phi = \gamma_t (\mu \cos \theta + \sin \theta) - \Delta P_{wp}/L_p \quad (8)$$

を安定排土が可能か否かの判定式として提案することができる。

3. 実験による検証

1)実験装置及び実験条件

実験装置の全体概要図を図－2に示す。試料土の物性値を表－1、実験条件を表－2に示す。

2)実験結果及び理論式の検証

実験時の水圧低減状況図を図－3～4に示す。

実験結果からの検証結果を表－3に示す。

①L_p=2.5m、粗砂 P_{wi}=10kgf/cm² の場合（図-3）

測点NO.8の値を用いて判定式Φ及びプラグゾーン内土圧Pを算定する。ΔP_{wp} = 0.2kgf/cm²よりΦ=172kgf/m³ > 0、P=7.8kgf/cm²が得られる。Φ=172kgf/m³ > 0 は、プラグ効果による抵抗力より流体力の方が小さく、土砂の流動化が発生していないことを示し、理論的には安定排土となる。実際の運転においても安定排土状態が得られており現象と一致した。

②L_p=2.5m、細砂 P_{wi}=10kgf/cm² の場合（図-4）

測点NO.8の値を用いてΦ及びPを算定する。

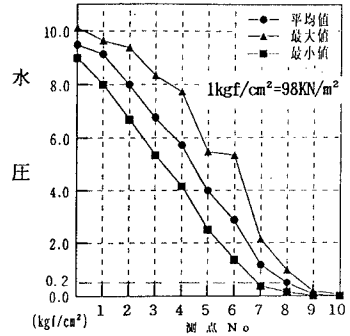
ΔP_{wp} = 1.0kgf/cm²よりΦ=-3890kgf/m³ < 0 が得られる。Φ=-3890kgf/m³ < 0 はプラグ効果による抵抗力より、切羽水圧による流体力の方が大きいことを示し、土砂の流動化が発生していることを示す。実際の運転においても不安定な排土状況であった。

4. 結論

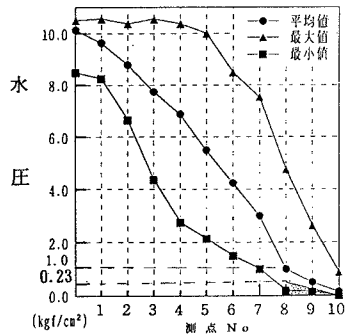
土圧式シールドの止水機構解明に関し、理論及び実験の両面から取り組んだ。提案した理論式および判定式を模型実験により検証した結果、両者の間には良好な整合性が認められた。これらより理論式(7) 及び判定式(8) は、高水圧下の土圧式シールドの止水性を定量的に評価できるものであることが確認できた。

表－2 実験条件一覧

パラメータ	単位	変 数
プラグゾーンの長さ	m	0.80, 1.20, 2.50
チャンバ内の水圧	kgf/cm ²	5, 6, 7, 8, 9, 10
スクリーンの回転数	rpm	8, 10, 12, 15
ゲート開口率	%	1～20



図－3 粗砂、L_p=2.5m 水圧10kgf/cm²



図－4 細砂、L_p=2.5m 水圧10kgf/cm²

表－3 L_p = 2.5 m の場合の検証結果（切羽水圧10kgf/cm²）

項 目	単 位	L _p = 2.5 m		備 考
		粗 砂	細 砂	
ΔP _{wp}	kgf/m ²	0.2 × 10 ⁴	1.0 × 10 ⁴	NO.8測点の計測値
Φ	kgf/m ³	172 > 0	-3890 < 0	Φ > 0 は安定、 Φ < 0 は不安定
P	kgf/m ²	7.8 × 10 ⁴	(P < 0) ¹⁾	1) P < 0 は流動化
実験時の排土状況		安 定	不安定	