

III-493

口過脱水量による大断面泥水加圧式シールドの泥水管理について

○飛鳥建設（株） 正会員 長谷川 昌弘
同 上 藤 原 雅博

1. まえがき

泥水加圧式シールドは泥水により切羽の安定を保ちつつ掘進している。その為には、適正な泥水圧とそれを有効に伝達し得る適正な泥水性状が要求される。泥水圧に関しては、地盤の土性値に応じた泥水圧算定式に基づいて設定しているが、泥水性状に関しては、地盤の土性値と関係する泥水の物性値が明確になっておらず、過去の経験値を採用しているのが現状である。

泥水性状を評価する泥水の物性値としては泥水比重と粘性（ファンデルグラーフ粘性、イットハリュ）が主であるが、筆者らは泥水材料の粒度分布の変化や加圧に対する泥膜形成性を表現できる口過特性（A.P.I.口過脱水量）や分離特性も必要な項目である事を述べた。¹⁾

ここでは、切羽の安定に対する指標としてA.P.I.口過脱水量が適用できる事を室内実験で示したのち、 $\phi 10.58\text{m}$ の大断面泥水加圧式シールド工事の泥水管理にこの指標を採用し、実施工においてその有効性を確認したので報告する。

2. 口過脱水量と切羽の安定に関して

切羽の安定と泥水性状との関係を把握する為に、図-1、2に示す実験を行なった。模擬地盤はシールド掘削対象地盤である成田砂層であり（図-3）、泥水は市販粘土（SCP-A）泥水である。

イ）浸透実験・・・泥水を所定の圧力で加圧循環させ、計器の挙動と模擬地盤からの脱水量を測定した。

ロ）落し戸実験・・・上方の地盤を抑えられるか否かにより泥水の山留め能力を判定した。

浸透実験における計器の挙動より、泥膜形成は地山表面での口過（一次形成）を経て、泥膜表面での口過（二次形成）へと移り、泥水比重が高い程、一次形成完了時における有効土圧の値が大きい事がわかっている。²⁾

図-4に示す様に、模擬地盤からの脱水量は時間とともに増加しているが、その度合は途中で変化しており、前述した泥膜形成状態を表現していると考えられる。また、泥水比重が高くなる程模擬地盤からの脱水量は少なくなる事を示しており、脱水量の少ない泥水程、地盤に伝達する有効土圧が大きいと言える。

泥膜一次形成完了時での脱水量を浸透開始後1分間の脱水量で評価すると、図-5に示す様に、泥水の口過特性（A.P.I.口過脱水量、 $7\text{Kg}/\text{cm}^2$ 、30分）と模擬地盤からの脱水量とは正の相関を示し、A.P.I.口過脱水量が多い泥水は泥膜形成までに多量の脱水量が生じる事がわかった。

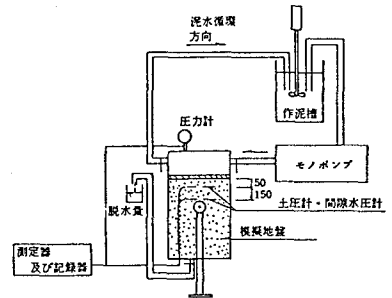


図-1 浸透実験

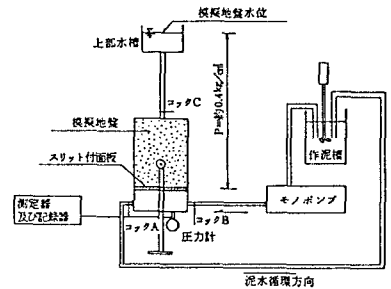


図-2 落し戸実験

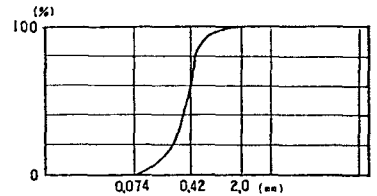


図-3 模擬地盤の粒度分布

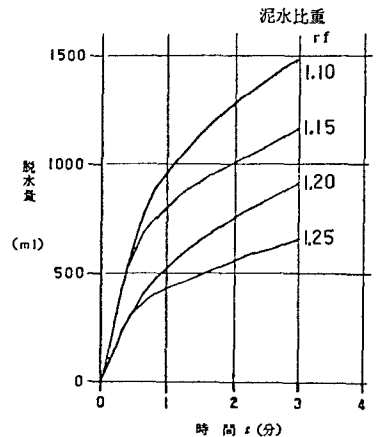


図-4 浸透実験による脱水量

さらに落し戸実験の結果より、A.P.I.口過脱水量がある値（実験地盤では 96cm^3 ）を越えた泥水は地山を瞬時に抑えられない事がわかった。

実施工においては、A.P.I.口過脱水量を泥水管理項目に加え、目標泥水比重 $=1.25$ 、A.P.I.口過脱水量 $<96\text{cm}^3$ で管理した。

3. 実施工における掘進データの考察

泥水加圧式シールドでは、泥水の輸送及び処理設備に関する掘進データはリアルタイムで計測管理している。浸透実験で得られた脱水量は、実施工においては掘進データの掘削偏差流量に相当する。

掘削偏差流量 $=$ 排泥流量 $-$ （送泥流量 $+$ 理論掘削量）であり、この値が正の時は余掘り量を示し、負の時は地山に対する泥水の口過量を示している。

実施工では、カッターの回転数が変化しない限り、地山はビットにより一定時間ごとに切削されているが、その時間は全断面同一ではなく、ビットのパス数により掘削断面の各部で異なっている。また、浸透実験は泥水が初めて地山と接触した時をモデル化している為、ビットにより地山が切削された直後を表現していると言える。

以上より、浸透実験の脱水量から、カッターの回転数とビットのパス数を考慮して掘削偏差流量 V を推定する為に次式を考えた。

$$\text{推定掘削偏差流量 } V = (\sum \Delta Q \times \text{切削回数} / \text{分} \times \text{面積倍率}) \times \text{掘削時間 (分)}$$

ここで、

$\Delta Q =$ 切削間隔時間 (分) に対する浸透実験での脱水量

切削間隔時間 (分) $= 1 / \text{切削回数} / \text{分}$

切削回数/分 $=$ カッター回転数/分 $\times$ ビットのパス数

図-6は掘削偏差流量 V と浸透実験の脱水量から推定した値を示したものである。掘削偏差流量 V は、最大 $=15.61\text{m}^3$ 、最小 $=11.01\text{m}^3$ 、平均 $=13.089\text{m}^3$ 、標準偏差 $\sigma = 1.189\text{m}^3$ であり、泥水比重 $rf=1.25$ における浸透実験からの推定値 (13.126m^3) は平均値とほぼ等しい。このことから、推定式が妥当であった事と模擬地盤で確認された泥膜形成性が実地盤に対してもほぼ同様であった事がわかった。

4. まとめ

今回の実験、及び大断面泥水加圧式シールド工事の実施工における泥水管理の結果から、以下の事がわかった。

- 1) A.P.I.口過脱水量と地盤に対する泥水の浸透脱水量とは相関がある。
- 2) A.P.I.口過脱水量が多い泥水は地盤を瞬時に抑える事ができない。
- 3) A.P.I.口過脱水量を管理する事により掘削偏差流量が管理できる。
- 4) A.P.I.口過脱水量は切羽安定の指標として有効であり、重要な泥水管理項目である。

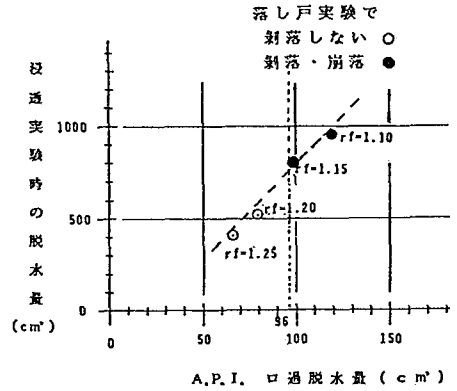


図-5 浸透実験時と口過試験時の脱水量の関係

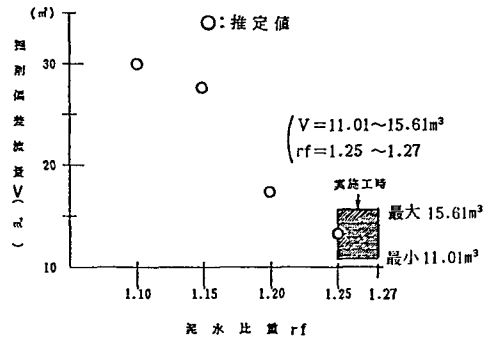


図-6 掘削偏差流量 V