

III-49

泥膜形成性及び泥膜止水性の泥水圧による影響

飛鳥建設（株） 正会員 笹木 弘
松島 洋
正会員 新野孝紀

1. はじめに

近年、地下空間利用の要望等によりシールドトンネルも大深度・大断面化が要求されるようになってきた。泥水式シールド工法は泥水圧を切羽作用圧に対抗させ掘削時の安定を図る工法であるが、大深度・大断面シールドでは切羽作用圧と泥水圧の差が高圧となる事が予想され、切羽安定機構が重要な課題となる。

従来、切羽作用圧と泥水圧の差を 0.2kgf/cm^2 程度と設定しているが、今回切羽安定が難しい礫地盤を対象に、高圧の 2kgf/cm^2 とした泥水浸透実験を行う機会を得た。そこで高泥水圧下のもとで、泥水圧を有効に地盤に作用させる最適泥水性状について、既存の圧力差 0.2kgf/cm^2 のデータと比較し検討したので報告する。

2. 泥水及び模擬地盤の粒度分布

泥水材料には市販粘土（FCP-7）と茨城県産の川砂を用い、泥水中の砂の混入を変化させた（砂混入率：重量比で0～80%）。また、模擬地盤は東京礫層の粒度分布を想定し河床砂礫を用いて粒度調整を行った。泥水材及び模擬地盤の粒度分布を図-1に示す。

なお、圧力差 0.2kgf/cm^2 の泥水浸透実験も同じ条件である。

3. 実験方法

実験装置は図-2に示すように内径 $\phi=520\text{mm}$ 、全長 $l=860\text{mm}$ の亚克力円筒で出来ており、模擬地盤とチャンバー部に分かれている。模擬地盤とチャンバー部の境にはスリット付きの面板を付け、その回転で開閉を行う。泥水は泥水貯留槽から水中ポンプにより所定の圧力でチャンバー部に供給し、面板を開放させて泥水を模擬地盤に加圧浸透させる。

模擬地盤内に間隙水圧計を埋設し間隙水圧を計測するとともに模擬地盤から脱水した間隙水（口過脱水量）を自動測定した。

4. 間隙水圧の挙動

泥水圧が模擬地盤に作用すると地盤内の間隙水圧が上昇し、時間の経過とともに泥水が地盤内に浸透する。浸透するに従い地盤表面には泥膜が形成され、泥膜の止水性が良ければ泥水圧は泥膜を介して地盤土粒子に作用し間隙水圧は減少する。従って間隙水圧の挙動から泥水圧を有効に作用させる泥水性状を判別する事が出来る。これまでの実験では間隙水圧の挙動は次の4タイプに大別出来る。

- タイプ1：上昇したまま、泥水圧と等しくなる。
- タイプ2：一端上昇し、初期状態に戻るのが遅い。
- タイプ3：一端上昇し、すぐに初期状態に戻る。
- タイプ4：ほとんど上昇せずすぐ初期状態に戻る。

泥水圧が有効に作用するのは泥膜形成が速く止水性の良好な泥水で、タイプ3,4である。今回の実験から泥膜が形成されたケースを図-3に示す。

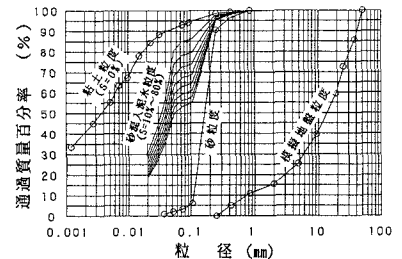


図-1 泥水材及び模擬地盤の粒度分布

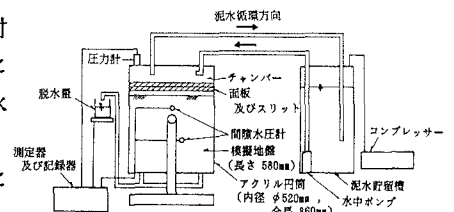


図-2 実験装置

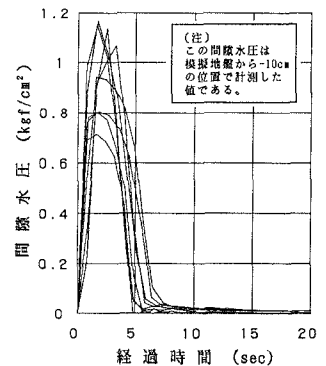


図-3 間隙水圧経時変化

同図から今回の実験では、泥膜が形成する泥水のタイプは3に属し圧力差 2kgf/cm^2 でも良好な泥膜を形成する事が出来るものと思われる。

5. 泥膜形成性及び泥膜止水性

泥水の良否を泥膜形成性及び泥膜止水性の関係から評価する。

泥膜形成性及び泥膜止水性の指標として口過脱水量を用い、模擬地盤単位面積当たりの脱水速度を用いた。

脱水速度のうち間隙水圧が初期状態に戻った直後の10秒時点の速度を泥膜形成性、間隙水圧が安定した1200秒の時点の速度を泥膜止水性の指標とした。図-4に両者の関係を示す。

同図から圧力差の増加に伴い口過脱水量も増加し泥膜止水性が悪くなる傾向がある。一方、泥膜形成性は圧力差の変化を受けない。なお、圧力差 0.2kgf/cm^2 では砂分が泥膜形成性に大きく影響を与えており、砂分が少ない程泥水比重による泥膜形成性の変化が顕著である。しかし、圧力差が 2kgf/cm^2 では砂分の影響があまりみられない。

6. 泥膜形成性及びAPI口過脱水量

口過脱水量を指標として泥膜形成性及び泥膜止水性を評価できたことから、泥水物性試験におけるAPI口過脱水量による両者の評価を試みた。

図-5に泥膜形成性及びAPI口過脱水量との関係を示す。

同図より圧力差 0.2kgf/cm^2 の場合、砂分の混入の違いにより、API口過脱水量と泥膜形成性の傾向が明確に異なる。従って砂分の混入量を把握する事でAPI口過脱水量から泥膜形成性を評価する事ができる。一方、圧力差が 2kgf/cm^2 では砂分の影響は少なくなり、砂混入率に関わらずAPI口過脱水量から泥膜形成性を評価できる。

7. 泥膜止水性とAPI口過脱水量

泥膜止水性についてもAPI口過脱水量との関係を図-6に示す。

同図からAPI口過脱水量と泥膜止水性についても関連性が認められる。

また、止水性に対する泥水比重の影響を調べるため、砂分の比重を除いた泥水中の粘土のみの比重と泥膜止水性との関係を図-7に示す。

同図では砂混入率に関係なく比重の増加に伴い脱水速度は減少傾向にある。

8. まとめ

礫地盤における高泥水圧下での実験結果から次の事項が得られた。

- ①高圧力差でも良好な泥膜を形成する事が出来る。
- ②泥水の有効性は泥水浸透実験による口過脱水量（脱水速度）を指標として評価出来る。
- ③泥膜形成性及び泥膜止水性は泥水物性試験のAPI口過脱水量からも評価出来る。
- ④泥膜止水性は泥水中の粘土の比重が影響を与えている。

本報告は、地下総プロ「大深度・大断面シールドトンネルの設計施工技術

に関する研究」において建設省土木研究所、（財）先端建設技術センターとの共同研究として実施したものの一部と既存のデータから検討を行ったものである。

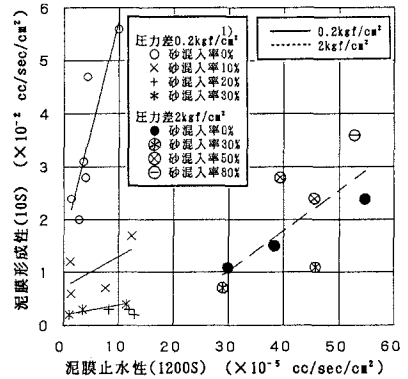


図-4 泥膜形成性及び泥膜止水性の関係

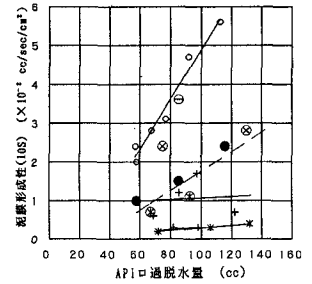


図-5 API口過脱水量と泥膜形成性との関係

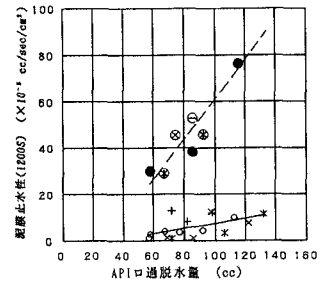


図-6 API口過脱水量と泥膜止水性との関係

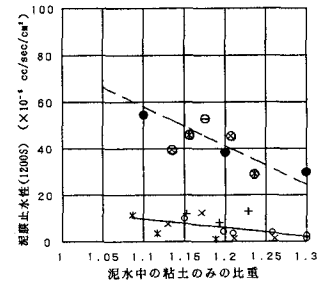


図-7 泥水中の粘土のみの比重と泥膜止水性との関係