

ボイリングさせた砂礫地盤への泥水の浸透実験

清水建設 正会員 ○杉山 博一，原 忠
フェロー会員 後藤 茂

1. 概要

昨今のシールドは都市部の重要構造物の直下や近傍を掘削するケースが多く、それら重要構造物は砂礫地盤などで支持されていることが多い。泥水シールドでは砂礫地盤における切羽の安定には高度な技術が必要であり、とくに近接施工時は泥水性状、圧力管理が重要となっている。

筆者らは砂礫地盤における切羽安定効果が高いポリアクリルアミドを配合した泥水（以降、PAA 泥水）の切羽安定性能を確認し、報告してきた¹⁾。これまでの検討では図1に示すように乱れのない模擬砂礫地盤へ各種配合の泥水を浸透させ、切羽安定効果を評価してきた。しかし、この実験手法は掘削による地盤の乱れは考慮していなかった。そこで従来の泥水浸透実験より悪条件と考えられる図2に示すような方法で地盤をボイリングさせて水みちを作った後に泥水を浸透させる実験を試みた。

2. 実験方法

模型地盤は都内のシールド立坑現場より採取した東京礫層（Tog）を土槽（直径 20cm、高さ 50cm、アクリル製）に水中落下させて作成した。図3は現場近辺で行った土質調査（3 地点）から得られた Tog の粒度分布である。また、実験で使用した PAA 泥水の配合とその基本性状を表1に示す。

実験はまず図1に示す従来の泥水浸透実験を行った。この実験では泥水圧と間隙水圧の差圧を 20kPa に保った状態から遮水蓋を開放して泥水の浸透状況（間隙水圧、排水量）を観察した。

ボイリングさせた地盤への泥水浸透実験は図2に示す装置を用いて行った。準備として定水位透水試験の要領で透水実験を行い、ボイリングが発生するまで動水勾配を段階的に上げた。なお、各ステップにおいて一定時間（30 分間）における透水量を計量し、透水係数を算定した。次にボイリングが発生したときと同じ動水勾配で

PAA 泥水を浸透させてその状況を観察した。なお、実験は異なる砂礫試料を用いて3回繰り返し行った。

表 1.PAA 泥水の配合と基本性状

配合	水	929 kg/m ³
	粘土	95 kg/m ³
	ベントナイト	85 kg/m ³
	PAA	0.1 kg/m ³
性状	比重	1.15
	ファンネル粘性	30～35 秒

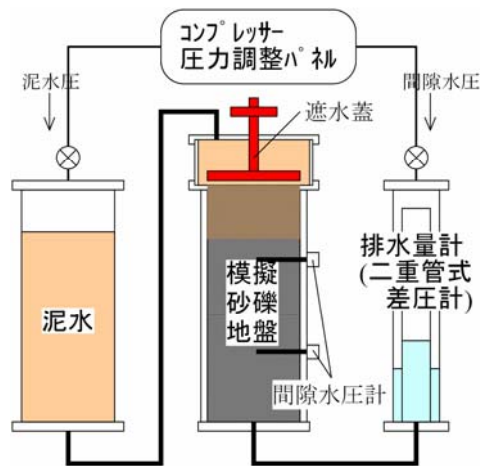


図1.従来の泥水浸透実験手法

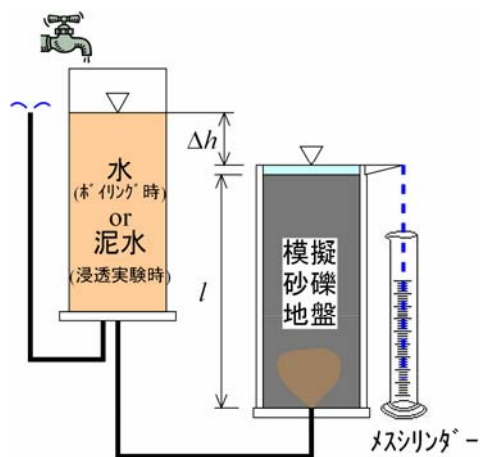


図2.ボイリングさせた地盤への泥水浸透実験手法

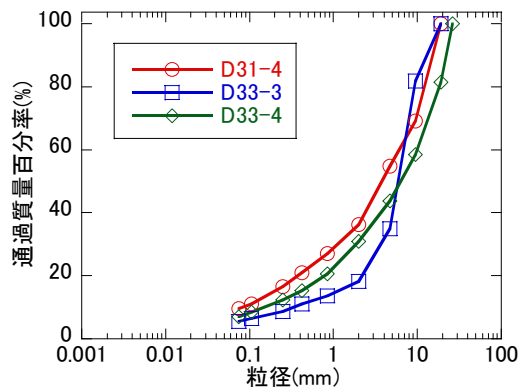


図3. Tog の粒度分布（地盤調査結果）

キーワード：泥水シールド、砂礫、切羽安定、ボイリング、ポリアクリルアミド

連絡先 〒135-8530 東京都江東区越中島 3-4-17 清水建設(株)技術研究所 TEL:03-3820-6978

3. 従来の泥水浸透実験の結果と考察

図4は従来の方法によるPAA泥水の浸透実験の結果である。実験開始直後の泥水が浸透している状況では地盤中の間隙水圧、排水量ともに変化が見られるが、60秒以降は間隙水圧が初期状態に戻り、排水量も落ち着いてくることが分かる。その後、さらに差圧を与えても間隙水圧、排水量はほとんど変化していない。つまり乱れの少ない状態の切羽(Tog)であれば、PAA泥水で切羽保持が可能であることが言える。

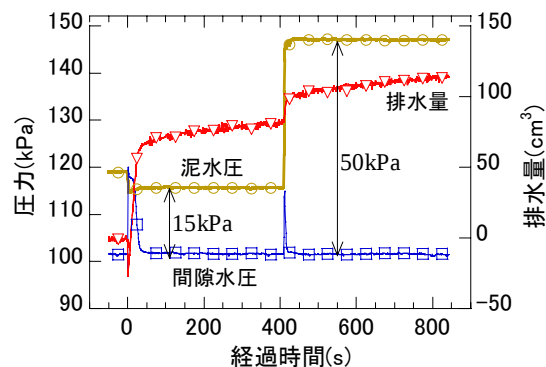


図4.従来の方法による泥水浸透実験の結果

4. ボイリングさせた地盤への泥水浸透実験の結果と考察

図5は透水実験において動水勾配を上げていったときの模型地盤の透水係数の変化を示す。図ではボイリングの発生する直前段階までをプロットし、次の段階でボイリングが発生していることを矢印で示している。ボイリングが発生する理論上の動水勾配（限界動水勾配）は1とされているが、今回行った模型実験では動水勾配が2前後でボイリングが発生した。この理由として、理論式では地盤のせん断抵抗を期待していないのに対し、この模型地盤は実物に近い大きさの供試体であり、せん断抵抗を期待することができたことによるものと考えられる。図6はボイリングした後の地盤の状況であり、細粒分が洗い流され、間隙の大きな水みちができていたことが分かる。その後、引き続いてボイリングが発生した時と同じ動水勾配でPAA泥水の浸透実験を行った。その結果、図7に示すようにno.1供試体では浸透が止まったが、no.2, no.3は逸泥状態が続いた。この理由としては、ボイリング中の状態（流速、継続時間）を制御することができなかったために地盤の破壊状態が異なったことが原因であると考えられる。

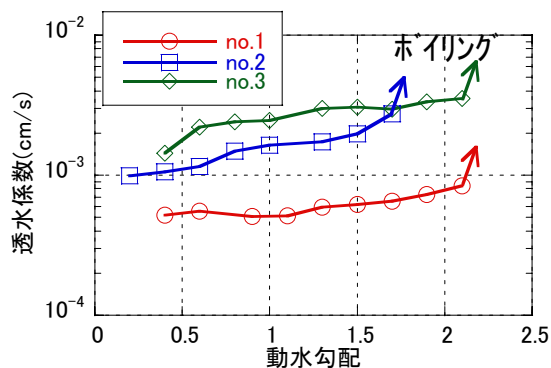


図5.透水実験による透水係数の変化

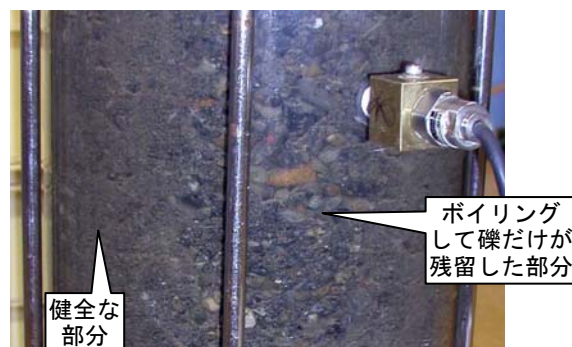


図6.ボイリングさせた後の地盤の状況

5. 結論と今後の課題

砂礫地盤に有効とされるPAA泥水でもボイリングを経験した地盤では逸泥を止めることができない可能性があることが分かった。現場においてこのような状態にしないためにも、PAA泥水の性状、圧力をしっかり管理しながら掘進することの必要性を再認識した。今後はボイリング後の地盤状態を定量的に評価するとともに、ボイリング（逸泥）時対策について検討する予定である。

参考文献 1)例えば、杉山、後藤、大友、原：「営団11号線扇橋シールドにおける礫対応泥水の検討」，第11回トンネル工学研究発表会，2001.11



図7.浸透が止まったno.1(左)と止まらなかったno.2(右)