

III-437

切羽の安定と泥水特性に関する実験的研究

西松建設㈱技術研究部 正会員○森 仁司 野本 寿
西松建設㈱技術研究部 渡辺 徹 新藤 敏郎

1. はじめに

泥水式シールドにおける切羽は、カッターによって連続して掘削され常に新しい切羽が現れる動的な現象であるため、切羽安定のメカニズムに関して、泥水がどのような役割を果たしているのか十分分っていなかった。この様な状況の中で、シールド模型による実験的研究も行なわれ、泥水を加圧することにより切羽面に形成されるフィルターケーキの壁面拘束効果の有効性が立証された。しかし、これら一連の実験において、泥水圧が地下水圧とバランスした場合、あるいは下回った場合においても切羽の安定した状態が認められており、加圧効果以外にも切羽安定のメカニズムが存在することを暗示している。

そこで、本研究においては、回転式コラム（直径 30cm 高さ 60cm）を使用し、間隙水圧と泥水圧をバランスさせた状態で切羽の崩壊実験を行ない、泥水のレオロジー特性の違いによる切羽安定効果の検討を行なった。

2. 実験装置および実験方法

図-1 に本実験装置の概略図を示す。模擬地盤は、滞水砂層を想定し、飽和した豊浦標準砂を使用した。地盤試料の物理特性と実験状態を表-1 に示す。泥水材料としてベントナイト（群馬産 #300）とポリアニオンセルローズ系のポリマーの一種類づつを選択した。ベントナイト濃度は 0%~7% の範囲とし、各濃度に対してポリマーの添加量を変え粘性の異なる泥水を作泥した。崩壊実験は、泥水をコラムに注入した後、コラム上部の泥水バルブと下部の清水バルブを同時に開き実験開始とした。つぎに、コラムをゆっくりと 30 度まで傾斜させて、そこから毎分 1 度の割合で傾斜させ、切羽面の一部が崩壊を起こした時の傾斜角度を切羽の崩壊角度として測定を行なった。また、傾斜角度が 90 度になり切羽が自立している場合は、崩壊なしとして実験を終了した。

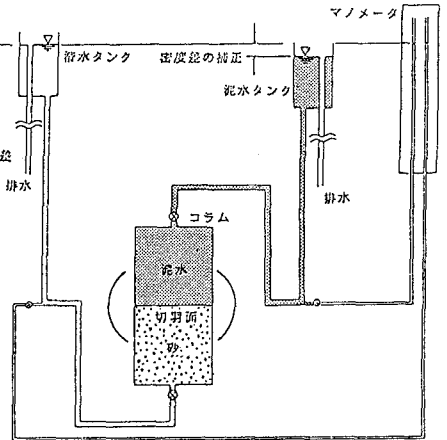


図-1 実験装置の概略図

表-1 地盤試料の物理特性と実験状態

特性	土粒子比重	間隙比	相対密度	透水係数 (cm/sec)
試料				
豊浦標準砂	2.64	0.746	0.622	1.43×10^{-2}

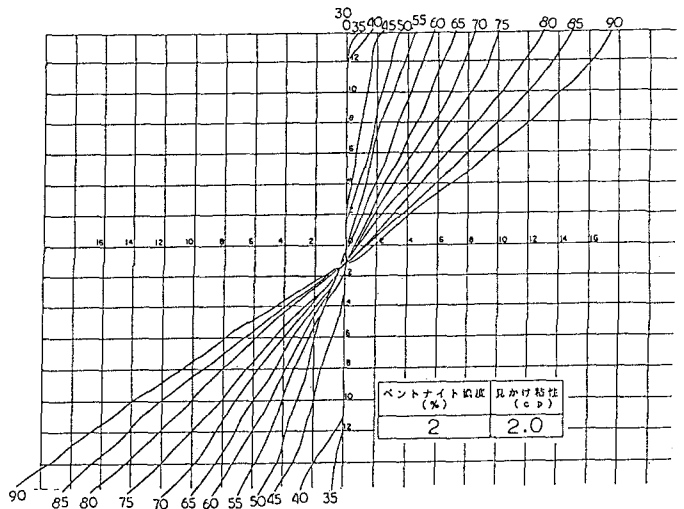


図-2 切羽の崩壊形態

3. 実験結果および考察

本実験では、地盤表面にフィルターケーキが形成されないこと、また、コラムの傾斜による土圧の増加

が各実験において一定であることから、切羽の崩壊は、泥水のレオロジー特性の変化のみに支配されるものと考える。

図-2と図-3に、粘性を変化させたベントナイト濃度2%泥水での切羽の崩壊形態を示す。図-2と図-3から、切羽の崩壊は何れも上部から発生しており、低粘性の方が崩壊角度は小さい。また、低粘性の場合は、切羽表面全体が流動する様な崩壊形態となる。崩壊後の切羽面は、コラムの各傾斜角度に対応した傾きで安定し、その傾きは真水の場合とほとんど変わらない。高粘性の場合は、切羽上部のくさび形の土塊が崩壊する形態をとるようになり崩壊面の傾きも大きい。

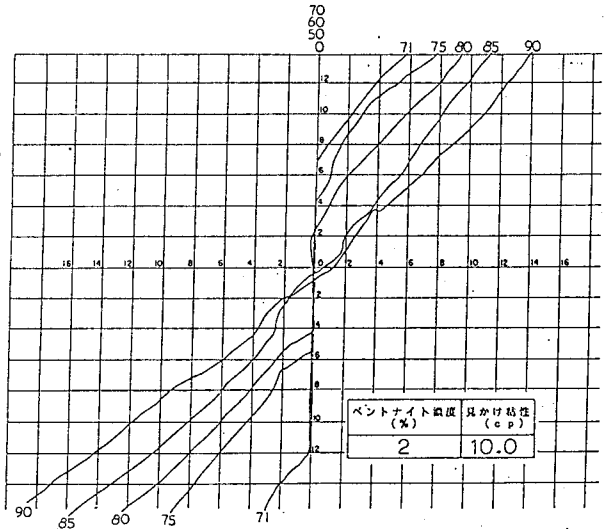


図-3 切羽の崩壊形態

図-4に、崩壊角度と見かけ粘性の関係を示す。図から、粘性の増加に対する崩壊角度の増加の割合は、ベントナイト濃度0%に比べて1%以上の方が急激に大きくなっている。また、濃度が増加すると傾きも大きくなるが2%~7%ではほとんど一定となり、15~20cpで切羽が自立する。つぎに、0%（ポリマー泥水）では、崩壊角度が、20cp以下では、真水の場合とほとんど同じであり、40cpまで増加しても約40度程度にしかない。しかし、40cpを越えたあたりから粘性の増加にともない大きくなる。また、図には示していないが、塑性粘性、ファンネル粘性、イールドバリュウおよびゲルストレングスについても見かけ粘性と同様な傾向がみられ、2%~7%の濃度で切羽が自立した時の値は、ほぼ一定値になっている。

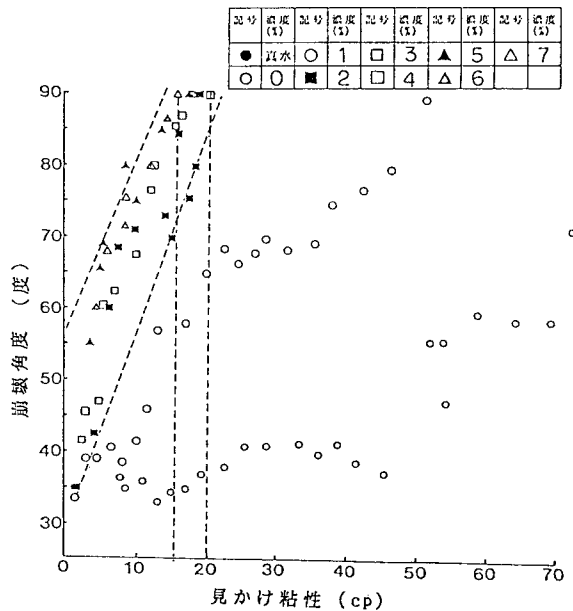


図-4 崩壊角度と見かけ粘性の関係

切羽の安定は、流体のレオロジー特性のみでは評価できず、泥水と切羽の境界面においてポリマーによって結合されたベントナイト粒子が切羽表面の砂粒子と直接接合し、砂粒子の流失を防ぐ効果が大きいと思われる。また、この結合のためのベントナイト粒子の数は一定量以上存在すればよいと考えられる。

4. まとめ

本実験によって、切羽が自立する時のレオロジー特性を求めることができたが、これらの値は、当実験で用いた標準砂の粒径と締め固め度から定まったものである。したがって、地盤の条件を変化せて実験を行えば、各地盤条件に対して切羽が自立するために必要な泥水濃度とレオロジー特性値を見つけることができる可能性がある。