

III-275

滞水砂層における泥水加压シールドの最適泥水圧に関する研究

早稲田大学 正員 森 麟

西松建設（株） 正員 栗原 和夫

○ 早稲田大学大学院 学生員 何 泰源

同 上 学生員 木村 和生

1. まえがき

泥水加压シールド工法の切羽安定に関しては経験的な要素が多く、そのメカニズムも明らかでない点が多い。それは泥水加压シールドの切羽が絶えず削られて進行して行くという動的なためである。この研究は、主に滞水砂層を対象とした泥水加压シールドの切羽安定に対する最適泥水圧の把握を目指したものである。切羽面は、有効泥水圧で押さえている他に、シールドのカッターでも押さえていると考えられるため、カッターの分担する押さえ圧の大きさは最適泥水圧の値に当然影響してくる。このため本研究ではカッターの受け持つ押さえ圧の大きさも調査している。またここでは最適泥水圧をシールドの掘進に伴う地盤の変動が最も少なくなるような泥水圧としている。このような最適泥水圧を実験土槽に模型泥水加压シールドを推進させて調査したものである。

2. 実験装置及び実験方法

図1のように透明なアクリル板を前面に設けた直方体土槽で、泥水圧、上載圧、地下水压を自由に調整できるようになっている。尚、模型シールドは、ワイバー式のカッターを取り付けた半円形シールドである。地盤作成に用いた材料は豊浦標準砂で、泥水は10%と12%のベントナイト泥水であり、土中に土圧計、間隙水圧計を5つずつ設置し、また切羽の動きを調査するためにアクリル板内面にポイントマーカを設置してある。

実験毎に所定の載荷条件で、カッター回転速度、泥水濃度、泥水圧を変え、シールドを掘進させ、その間、デジタル自動計測器によって間隙水圧、土圧、カッターの受け持つ力を計測し、又、マーカーの変位量とろ過水量を記録して実験を行う。

3. 実験結果と考察

3.1 カッターによる切羽の押さえ圧

カッターは前面と後面から圧力が作用するので、その差圧力のカッター軸力が押さえ圧となる。従って、カッター軸に取り付けたひずみゲージによって計測したものである。カッターは常に回転をしながら切羽に圧力を与え、切削し前進していくので、切羽を押さえ崩壊を防ぐのに役立つ。今回のカッターは一文字形で、その全面積が切羽面に当るもので、大きさは切羽面積の8.5%と11.9%の2種類である。図-2と図-4の比較からカッター

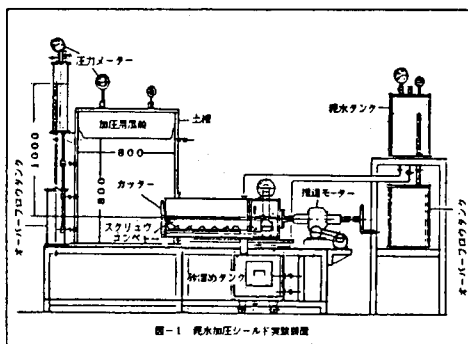


図-1 泥水加压シールド実験装置

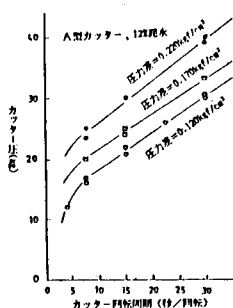


図-2 カッター圧-カッター回転速度

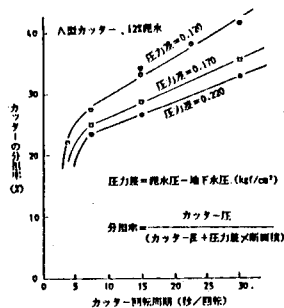


図-3 カッターの分離率-カッター回転速度

の面積が大きほど、カッターの受け持つ力が大きくなることが明らかである。又、掘進速度（2cm/min）が全て同じである本実験では、カッター回転速度が遅いほど、カッターの受け持つ力が大きくなる。この状況が図-2、図-4に示されている。これはカッターの掘削厚が大きくなるためである。また図-2、図-4のカッター圧の大きさは、切羽に作用してる圧力差に関係があり、泥水圧を高くすれば圧力差も大きくなり、マサツ角めがある地盤では切羽地盤の強度が強くなるため、カッターの押え圧は高くなっている。

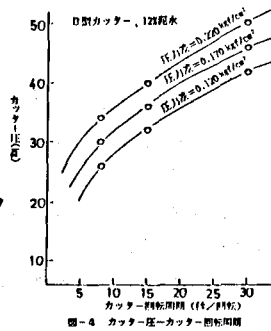


図-4 カッター圧-カッター回転速度

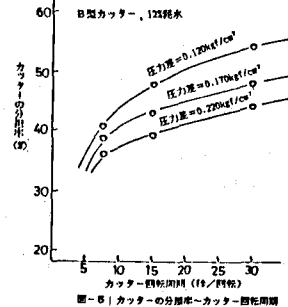


図-5 カッターの掘削厚-カッター回転速度

3.2 シールド掘進に伴う地盤の動き

シールドが掘進する時に、泥水圧の違いによって地盤に沈下、または隆起が生じる。一般に、切羽安定を計るのに泥水圧のみを考え、現場では泥水圧を地下水圧+0.2~0.4kgf/cm²に設定することが多い。しかし切羽の側圧（土圧+水圧）に抵抗させる全面圧は、泥水圧の他にカッター圧があり、この二つを考えねばならない。実験土槽の透明なアクリル板内面に設置したシールド直上5cmのマーカーで読み取った土の動きから、図-6に示しているようにカッター圧を考慮せずに泥水圧のみを静止側圧（地下水圧+静止土圧）に合わせると、隆起が生じることが分かる。これは、カッターによる押さえ圧が付加されているためである。又、図-7に示しているように、（カッター圧+泥水圧）を静止側圧に合わせると沈下が生じることになる。これは、今回のカッターは一文字型の棒状で、押さえる場所が限られているので、その押さえ圧の有効率 α が1.0より下がるためと考えられる。従って、このシールドの前面圧は（ $\alpha \cdot$ カッター圧+泥水圧）となる。このような前面圧の大きさが静止側圧と一致したときに、地盤の動きが生じないという考え方をすると、 $\alpha = 0.41$ となる。この α を用いて前面圧を計算し直し、図-7を書き直すと図-8のようになる。現場のシールドでは、切羽面に押え圧を作用させるカッタービットが全面にほぼ均等に分散しているので、 α は0.41より大きいものと考えられる。

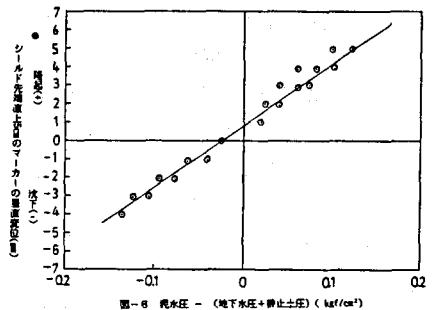


図-6 泥水圧 - (地下水圧+静止土圧) (kgf/cm²)

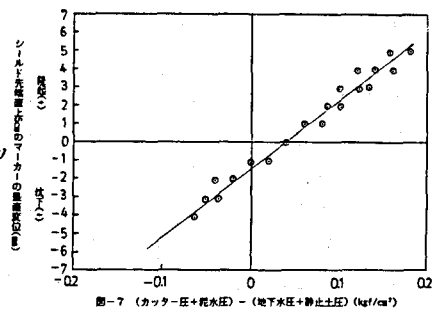
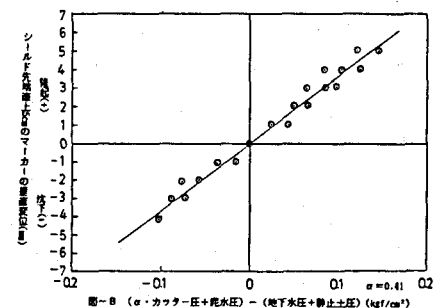


図-7 (カッター圧+泥水圧) - (地下水圧+静止土圧) (kgf/cm²)


 図-8 ($\alpha \cdot$ カッター圧+泥水圧) - (地下水圧+静止土圧) (kgf/cm²)

3.3 滞水砂層地盤に対する最適泥水圧の設定

前節の結果から最適泥水圧は次のように表わすことができる。

$$\text{最適泥水圧} = (\text{静止側圧}) - (\alpha \cdot \text{カッター圧})$$

今回の標準砂土層実験で求められた最適泥水圧の大きさはほぼ（地下水圧+主動土圧）程度であることが明らかになった。現場で最適泥水圧を算定するには、カッター圧の定量的な把握が必要である。尚、設定した最適泥水圧と地下水圧との差が大きく、泥水の性状を変えても多量のろ過水量が生じる場合には、問題が生じるので泥水圧を下げるをえない場合もありうる。