

(株) 熊谷組 技術研究所

島津 久陽

正員 ○ 野口 和雄

東京土木支店 正員 木戸 義和

1. まえがき

シールド工を行なううえで、地盤沈下は避けておることのできない問題である。この問題にいかに対処するかがシールド工事を円滑に進めていくうえで重要である。最近、シールド掘進にともないシールドと周辺地盤の摩擦により地盤が掘進方向へ変位したという事例が数々報告されている。このような変位をすると、地盤はシールドとの接触部分でせん断破壊し、後々の沈下原因となることも考えられる。それには、あらかじめシールドより大きい径をもつカッタで掘削してシールドと周辺地盤の摩擦を切り、上述の変位を少なくすることが一方法と考えられるが、軟弱地盤の掘進では、上述のような変位を防ぐと同時に切羽の安定をどのように保つかが重要な問題である。その場合にはフードで覆われたカッタで掘削することがよいようにも考えられる。そこで泥水加圧シールドで軟弱粘性土地盤を掘進する場合、どのようなカッタ形状が総合的によいかという問題について、模型による定性的比較実験を行なった。

2. 実験設備・システム

本実験設備は、シールド掘進設備、後方設備、地盤製作設備、および計測設備等より構成され、各設備の配置を写真に示す。シールドは外径508mmで、比較する種類のカッタ(表-1参照)を実験ケースによって交換可能となっている。土槽の大きさは次の点を考慮して幅3m、奥行2m、高さ2.35mとした。①シールドの土破りは、地表面沈下量が一定値に近づくと考えられる2D(以下Dはシールド外径)とし、シールド下部にDをとり、総地盤高を4Dとする。②シールド下部に45°の影響範囲を考慮できるように幅を6Dとする。

実験システムは、シールド掘進設備、後方設備の制御をすべて監視盤により行ない、その主管理値をペンレコーダに出力する。地盤挙動の計測は各センサーからの信号をパーソナルコンピュータを用いてフロッピーディスクに自動的に書きこみ、地盤変形は即時にディスプレイに表示できる。

3. 実験方法

①各ケースとも次の性状をもつ同一な地盤を、粘性土用ミキサー、ポンプを用いて製作する。(試料土：瀬戸産、粘土分20%、シルト分80%、含水比 $w=80\%$ 、粘着力 $c=0.012 \text{ kgf/cm}^2$) ②予備実験の理論値から決定した表-2の掘進管理値を一定に保持しながら、各ケースごとにカッタ形状だけを変化させ掘進を行ない、地盤挙動と掘進状況からカッタ形状の比較を行なう。

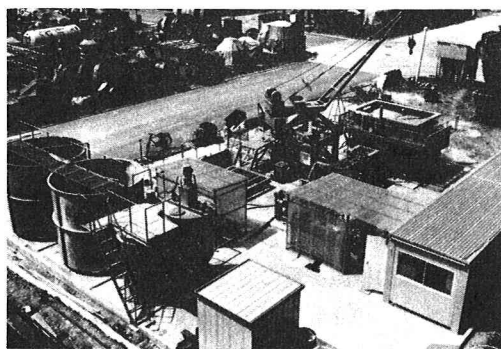


写真 実験設備全体

カッタTYPE	外径(mm)	フードとの関係
I(大カッタ)	528	フードの外
II(中カッタ)	508	〃
III(小カッタ)	484	フードの内側 50mm

表-1. カッタ形状

管理項目	管理値
掘進速度	2.5 cm/min
カッタ回転数	6.5 rpm
送泥水流量	0.4 m^3/min
排泥水流量	0.405 m^3/min
切羽圧力	0.16 kgf/cm^2
カッタ開口率	7.5%(文字)
泥水比重	1.0

表-2. 掘進管理値

実験は表-3に示す回数と順序で行なった。

4. 実験結果

地盤は各ケースとも図-1に示すものを製作することができた。地盤の上下部で含水比が低下しているのは、安定化のために地盤上部から载荷(0.3 kgf/cm^2)して圧縮、圧密したためである。

また掘進管理値は排水流量の多いのバラツキを除いて、各実験ケースとも先に決定した値を確保できた。

地表面変位と地中土圧の経時変化を図-2, 3に示す。図-2はポテンシオメータ式変位計で測定した地表面中央付近の経時変化を、図-3は切羽中央と側部の掘進方向土圧の経時変化を切羽位置との関係で示したものである。以上の図を参照しながら実験状況をのべる。

①TYPE Iを用いた掘進では掘進途中から逸泥が激しく、地表面は切羽の接近で5~10mm隆起し、切羽手前-0.5日で陥没した。

土圧はシールド切羽の接近によって上昇する傾向になり、-1.0日前から急激な減少がみられ、切羽通過後再び圧力が増加した。ここで地表面変位と土圧の変化点が前者で-0.5日、後者で-1.0日前となっているが、これは切羽の圧力変化から地表面に変位として伝達するまでの遅れと考えられる。

②TYPE IIでは掘進途中から、わずかの逸泥は発生したが、地表面変位はTYPE Iの場合に比べ極めて小さい。掘進開始から地表面は約10mmまで隆起し、切羽手前-0.5日から約3mmまで低下し、切羽の影響がなくなるところで再び隆起した。

③TYPE IIIでは逸泥もわずかで、地表面変位は掘進開始後6mm隆起し、掘進終了まで変化がなかった。土圧変化は切羽接近による変化だけで、切羽通過による影響は認められなかった。

5. 結論

以上のように、カッタ形状によって地盤挙動(変位の形、変位量、土圧等)に明らかな差がみられた。これにより本製作地盤のような極めて軟弱な粘性土地盤では、TYPE IIIのようなフードで覆われた開のカタが、掘進による地盤への影響を考えた場合最も小さいことが判明した。

シールド外径より大きい径のカッタによって、シールドと周辺地盤の間の摩擦による地盤の水平変位を防ごうとしたが、逆に切羽で地盤のかく乱を招き、激しい逸泥とともに地盤が陥没する結果となった。これらのことから、軟弱粘性土地盤の掘進では、切羽の安定を図ることが最も大切であると考えられる。

なお、この研究は、東京大学名誉教授 最上武雄先生に御指導をいただきました。

実験ケース	回数	順序
TYPE I	2	3
TYPE II	2	1
TYPE III	1	2

表-3 実験ケース

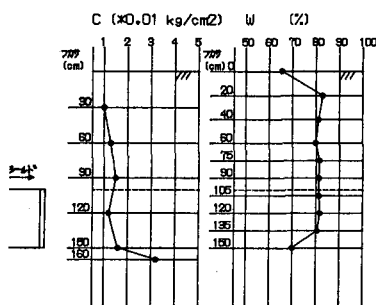


図-1. 地盤性状

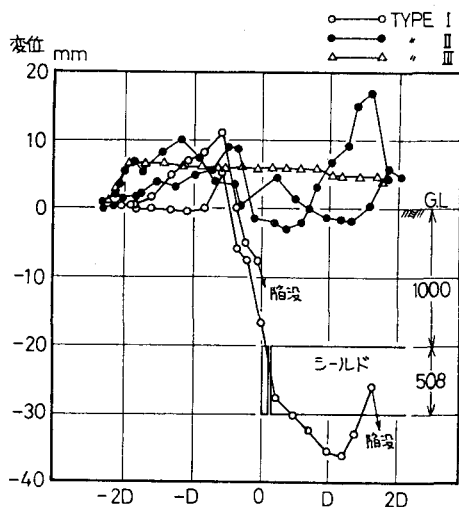


図-2. 地表面経時変位量 ϕ : シールド径

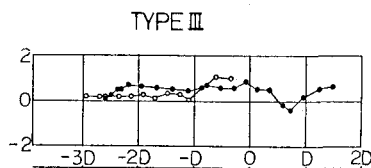
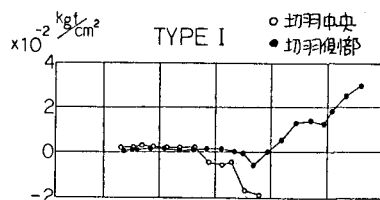


図-3. 土圧経時変化