

和歌山工業高等専門学校 正会員 ○尼田 正男
株式会社近代技研 中嶋 一之

1. まえがき

機械化シールドの掘進において、切羽面の地山は掘削により著しく不安定な状態におかれる。このような状態において地山は時間の経過と共にゆるみ、切羽前面のカッターフェースに水平土圧が生じる。この場合の切羽面の崩壊形態とゆるみ土圧、そして既往の理論と筆者による理論的計算方式の対比について述べたものである。

2. 実験概要

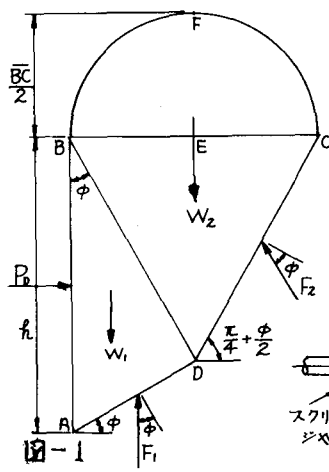
機械化シールドにおけるフードとカッターフェースを模型化した実験装置を図-2に示す。これは85cm×100cm×5cm(幅)のアルミ棒積層箱中に切羽の高さ h のシールドの模型を設置したものである。地山材料には、長さ5cm直径1.6mmと3mmのアルミ棒を豊浦標準砂の粒径加積曲線に相似になるように6:4の重量比で混合したものをを用いた。そのアルミ材料の物理的諸定数は、 $\gamma=2.17\text{g/cm}^3$, $G_s=2.69$, $e=0.234$, $\phi=30^\circ$ である。実験では、シールドのカッターに相当する可動板をスクリージャッキを用いて微少量ずつ水平方向へ移動させる。その移動量および速度は、 $0\sim3\text{mm}$ までは $\frac{0.25\text{mm}}{\text{min}}$, $3\sim6\text{mm}$ までは $\frac{0.5\text{mm}}{\text{min}}$, $6\sim10\text{mm}$ までは $\frac{1\text{mm}}{\text{min}}$ で測定し、そのときの可動板のゆるみ土圧を測定する。切羽の高さは、 $h=9.0, 13.5, 18.0, 22.5$ の4種類であり、フード上部から土被り $D=30\text{cm}$ で各々数回実験を行なった。下記の実験結果は、それらの平均した値である。

3. 切羽面に作用するゆるみ土圧の理論式

写真-1は、 $h=13.5\text{cm}$, $D=30\text{cm}$ の場合で水平方向変位が $d=0\sim3\text{mm}$ において、1mm毎に撮影した多象写真である。この写真から、直接領域、間接領域、遠方領域の3つの存在は明らかである。切羽面がにり出す場合の破壊面とこれによって発生するアルミ棒積層の等価ゆるみ部分の境界から構成される曲面を2次元の問題と仮定すると、図-1のように直接領域を近似できる。すべり面に囲まれた土塊ABFCDが安定であるためには、その土塊に作用する4つの力(B , $W=W_1+W_2$, F_1 , F_2)が互につり合わなければならない。いまこの土塊の重量を W , シールド前面の反力を B , すべり面に作用するせん断抵抗力を F_1 および F_2 , $\theta=\frac{\pi}{4}+\frac{\phi}{2}$ とすると、単位幅当りのゆるみ土圧は、 $B=\frac{1}{2}\gamma h^2 \cos^2\phi \tan(\theta-\phi) \cdot (\sin\phi + \cos\phi \cot\theta) \{ \cos\phi + \frac{1}{\tan}(\sin\phi + \cos\phi \cot\theta) \}$ となる。

4. 実験の結果および考察

図-3は、シールドのカッターに相当する可動板を微少量ずつ水平方向へ移動させたときの可動板に作用する土圧推移図を示している。



切羽のつり合い機構

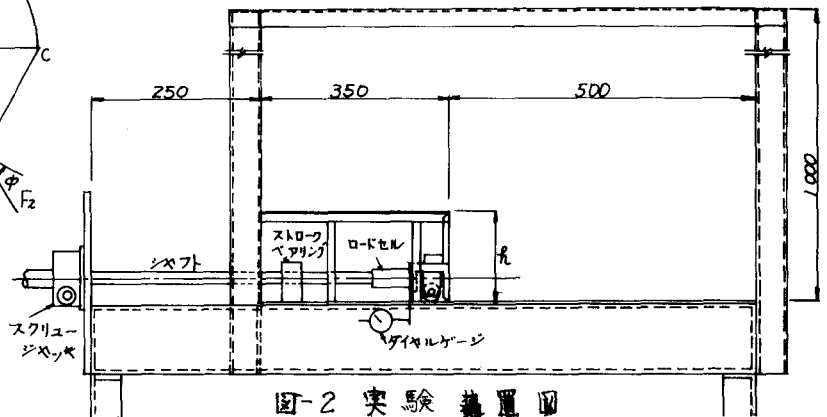


図-2 実験装置図

可動板に作用する土圧と変位の関係(図-3)については、粒子の最大粒径(3mm)付近で静止状態から主働状態に達していることが考察される。これは、切羽安定に対する効果と、これに作用する粒子間のせん断によるアーチング効果の発生を示していると考えられる。

表-1は、2次元状態でのゆるみ土圧の計算値と実験値との関係を示している。このことから、筆者による計算値は実験値とよく対応しており、何れもすぐれた結果を示している。

5. あとがき

土被り $D=30\text{cm}$ の場合について若干の考察を加えた。今後、砂質土、粘性土について3次元的な実験を行ない、トンネル切羽面の安定の解明の課題としたい。

最後に実験を行なってくれた和歌山高専 地盤工学研究室昭和55年度卒業研究生 寒川 義人氏(現パシフィック・コンサルタント勤務)に深く感謝の意を表する。

参考文献

- 1)村山他：“機械化トンネルシールドの切羽面の安定に関する実験的研究”，土木学会年次講演，1966
- 2)山本，尾田：“ロックボルトの作用効果について”，土木学会年次講演集，Ⅲ-282，1979
- 3)山本，西村：“斜め落し戸を用いたロックボルトの基礎的実験”，土木学会年次講演集，Ⅲ-262，1980
- 4)村山他：“機械化シールドの掘進性能に関する土質力学的性質について”，土質工学会講演集，1966

表-1 実験値と計算値の比較

h (cm)	D (cm)	実験値 (kg)	筆者による計算値 (kg)	村山による計算値 (kg)	クローンテラツァダによる計算値 (kg)
9	30	0.32	0.314		0.400
13.5	30	0.75	0.707		0.899
18.0	30	1.25	1.256		1.599
22.5	30	1.90	1.963		2.499
22.5	0	1.10	1.030		0.915
$\phi 406$	0	16.6	$B=43.8\text{cm}$ 12.240	12.1	$B=43.8\text{cm}$ 12.194
$\phi 406$	40	25.2	$B=43.8\text{cm}$ 24.439	15.1 ($\alpha=1$) 19.1 ($\alpha=2$)	$B=43.8\text{cm}$ 27.799

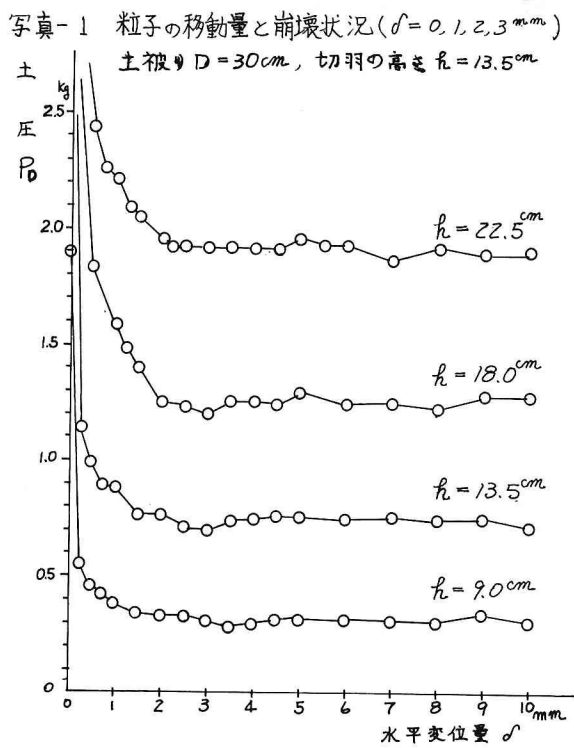
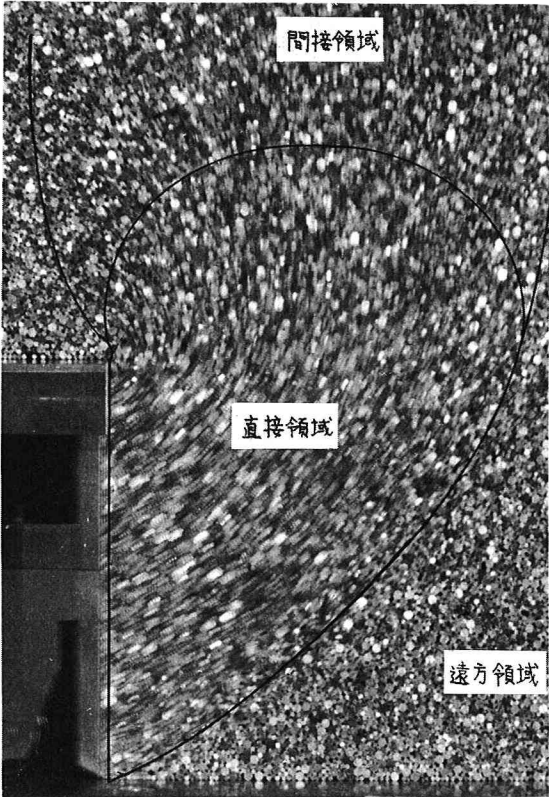


図-3 可動板の変位による土圧推移図 ($D=30\text{cm}$)