

## 硬土盤上の掘削について

京都大学工学部	正員	島 昭治郎
大阪ガス	正員	○ 小嶋 章
前田建設	正員	宮崎 啓二
住友建設	正員	吉原 幹雄

## 1. まえがき

本研究は、硬土盤上に対するポンプ船カッターの刃について、ひとつも効率のよい形状、既存、寸法を求めるために行ったものである。

## 2. 研究の方法

硬土盤の一つとして、種々のセメント比をもつソイルセメントを用い、はじめに単体のみを使って地上実験を行はり、つづいて2本の刃と用いてその間隔の影響をしらかめ、さらに、ハリコの形にソイルセメントを整形し、自由面の影響をもとめ、これらと結合してポンプ船カッターの形状を決めようとするものである。基礎実験用の装置は、普通の非走行切削実験装置であり、自由面の影響を知るためにには、円錐貫入試験器の先端に円錐ウカわりに掘削刃をとりつけたものを用いた。掘削実験としては、実際のポンプ船と同様の機構ともつ大型模型実験装置を用いた。

ソイルセメントの物理試験の結果を表.1に示す。

セメント量(%)	圧縮強度 Sc kg/cm <sup>2</sup>	引張り強度 S <sub>c</sub> kg/cm <sup>2</sup>	見かけの 凝聚力 C kg/cm <sup>2</sup>	内部摩擦角 φ
6%	13 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>	1 kg/cm <sup>2</sup>	25°

表.1.

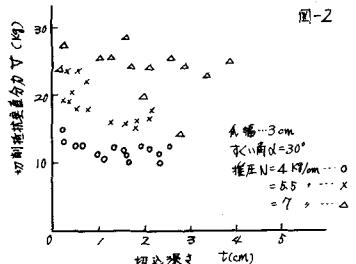
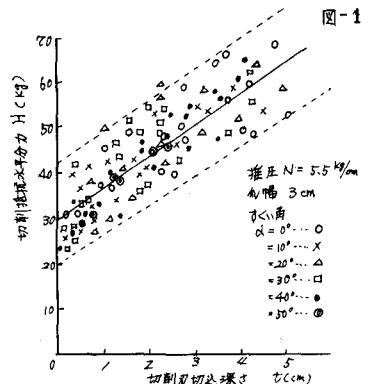
## 3. 単孔の実験

単孔の刃物角、切込みさ等の影響を求める力を、図-1、図-2に示す。図-1を見ると、切削抵抗水平分力 H に対する刃物すくい角の影響は全然認められず、

$$H = 30(1 + \frac{t}{4}) \quad \cdots \text{(1)}$$

という直線式のまわりに土12 kg の範囲で分布している。T=0 のとき 30 kg 前後の抵抗があるのは、(i) 刃先が地面上をすべる時の摩擦抵抗が大きいこと、(ii) ソイルセメントに用いた砂粒子が刃先寸法に比べてかなり大きく、その大きさの粒子がセメントでしつかり bonding されているため、(iii) 刃先が当ったとき、かなり抵抗が大きくなはるためなどであろう。図-2は、垂直方向の抵抗合力 F をプロットしたものであり、△は床圧 N が等しくはっていながら、若干大きいのは装置の inertia によるものであろう。

つづいて、私が2本のとき、その間隔がどういう影響をもつかを示したのが図-3である。図のようだ、間隔やが小さいときはや大きいときは単孔と同じことにはってしま



うが、その中間の間隔でばかり深く入る。すなわち、それ以下の条件に応じて最適の切入間隔といふものがある。すなわち  $\gamma \approx (3 \sim 6)$  の方 …(2) が最適間隔であり、そのときの水平抵抗  $H_{opt}$  は単純のそれ  $H_1$  と  $2H_1$  との間にあることがわかった。すなわち  $H_1 < H_{opt} < 2H_1$  であるから、実験によれば、 $H_{opt}$  は  $\frac{1}{2}H_1 \cdots (3)$  となる。

#### 4. 単純の掘削の解析

簡単にまとめて、まず2次元問題として取扱い、自重の影響を無視する。破壊面上の垂直荷重分力の方向により、せん断破壊と引張り破壊がある。

##### 1). せん断破壊

$$H_d = C \cdot B \cdot t \cos(\phi - d) \cos\phi \operatorname{cosec}(\theta - \frac{\phi}{2} - \frac{\pi}{4} + \frac{d}{2}) / \cos(\theta + \frac{\phi}{2} + \frac{\pi}{4} - \frac{d}{2}) \quad \cdots (4)$$

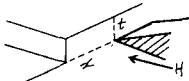
2). 引張り破壊(鉄木他ヒヨコ日本鉄鋼会誌vol.81.)

$$H_d = S_t \cdot t \cdot B \cos(d-\phi) / \{ 1 + \frac{\cos^2 \phi}{B_r} - \cos(\phi-d) \}^{1/2} \quad \cdots (5)$$

$S_t$ : 引張り強度,  $\phi$ : エビ刃との間のせん角,  $B_r$ : 塗装面

式(4), (5)により計算した結果を図-4に示す。破壊は実験式(1)を示す。実際には、刃の先端のみが接触するためあまりしくハサウエーの影響はないが、オーダーとしては同じである。

#### 5. 自由面の影響



左図のように状態で種々の実験を行なう。切込み寸法、自由面からの距離  $t$  上より掘削抵抗  $H$  がどのように変化するかを示したもののが図-5である。破壊域の大きさ  $H$  と同じような傾向であり、どちらも  $t$  が大きいほど自由面の影響は少しがある。また、水平抵抗は  $t$  が自由面に近づいていくにつれて割合的に減少する。

#### 6. 総合実験

以上の各実験の結果を統合して得られた結論を列挙する。

- 1). 最大トルクは軌跡走数  $K$  とともに増加する。
- 2). 砂質土に対しては、木中では速度の影響が大きいが、硬土盤では速度の影響はほとんどなく、従ってある程度速度(カッターオリジン速度)をあげるとよい。
- 3). 切削素子の增加に対する切削最大トルクは比例して増加する。
- 4). 刃のすくい角の切削抵抗に対する影響はほとんどなく、要するに逃げ面が当たらないようにすればよい。
- 5).  $H$  を複数使う場合、その他の位相差角が小さい間はトルクの山が高く、変動幅は少ししか、位相差が大きくなるにつれてトルクはフラットになる。位相差角としては  $\delta = 20^\circ \sim 15^\circ$  くらいが適当であろう。

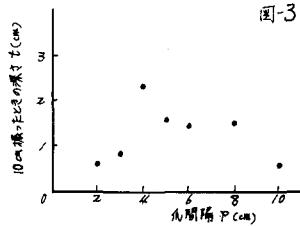


図-3

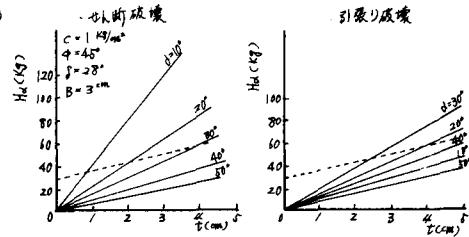


図-4

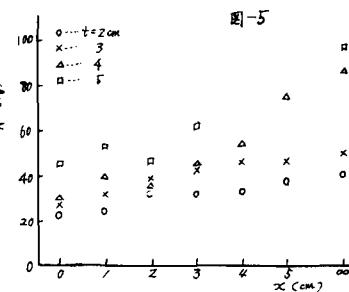


図-5