

京都大学 正員 畠 昭治郎
 奥 村 組 〇正員 川 瀬 正 巳
 京都大学 正員 檜 垣 義 孝

1 従来、掘削機構に関する研究は数多くなされているが、そのほとんどが陸上における土砂の掘削に限られており、水中における掘削についてはあまり研究はなされていない。本研究はこの水中掘削ととりあげ、乾燥あるいは低含水比の砂質土においては現われなかった掘削速度の影響が、水で飽和した水中掘削では非常に大きくて無視しえないということを実験的に明らかにしたものである。さらに2枚の刃を掘削方向に直列に並べたときの総抵抗を最小にするような最適条件を求めた。

2 本実験において、掘削速度は 1.5 cm/sec から 400 cm/sec までの範囲で行った。高速度実験のためには直接地面に幅3m、深さ1m、長さ30mのピットを設け、その中に試験土砂を入れて水没させ、刃を固定した図-1のようなそりをジープでけん引した。低速度実験においては、実験室内で大型水槽に土砂

及び水を入れたものを用いて行った。

刃の概略及び測定方法を図-2に示す。

すくい角 α 、横すくい角 β 、刃幅B及び掘削深さHの影響はすでに報告した¹⁾

通りであるが、この実験では、 $\alpha = 45^\circ$

、 $\beta = 45^\circ$ のものを用い、掘削速度の影響

を求める実験では、 $B = 150 \text{ mm}$ 、 $H =$

100 mm の刃を、2枚刃の実験では、前に $B = 150, 200, 300 \text{ mm}$

、 $H = 100 \text{ mm}$ 、後に $B = 100 \text{ mm}$ で $H = 200 \text{ mm}$ の刃を用いた。実験

試料の粒度分布は図-3のようで、透水性係数 $k_v = 1.0 \times 10^{-2} \text{ cm/sec}$

の本津川砂(水中での単位体積重量 $\gamma_s = 1.0 \text{ g/cm}^3$)を試料Ⅰ、

$k_v = 3.4 \times 10^{-3} \text{ cm/sec}$ の琵琶湖砂($\gamma_s = 0.98 \text{ g/cm}^3$)を試料Ⅱ、

$k_v = 7.5 \times 10^{-6} \text{ cm/sec}$ の琵琶湖砂+粘土を試料Ⅲとする。

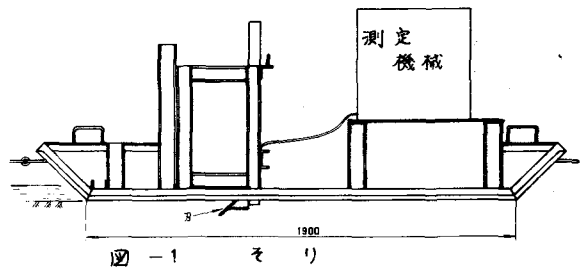
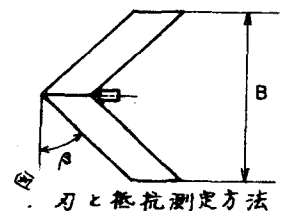
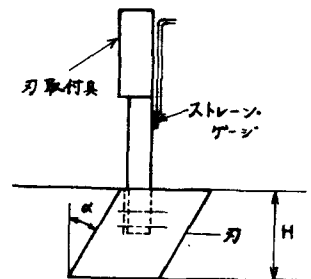


図-1 そり



3 (1) 試料Ⅰ、Ⅱにおいては、掘削速度の影響が大きく出ており、多少のバラツキがあるが、直線的な関係がみられる(図-4)。

つまり透水性の大きい砂でも非常に速く急速

排水セン断すると、排水状態でのセン断とはならず、間

がキ水中に負圧が発生し、土中の有効応力が増し掘削抵抗

が増大する。この負圧はセン断速度(掘削速度)が大きい

ほど、また透水係数が小さいほど大きくなり、せん断抵抗(掘削抵抗)は掘削速度が大きくなるに従って増大するものと思われる。畠による掘削抵抗算定式²⁾を簡略化すると次のようになる。

$$H = a + b \sqrt[3]{v} \quad (H; \text{掘削抵抗水平分力}, v; \text{掘削速度}, a, b; \text{定数})$$

図-4の2つの直線について、それぞれの線、 v を上式に代入して a, b を求めると両者とも $a \approx 20, b \approx 8$ となり、この2種類の土においては、上式が成立するものと思われる。試料Ⅲについては、掘削抵抗は掘削速度の影響を受けずにほぼ一定である。このときの土砂の状態は、試料Ⅰ、Ⅱと異なり、非常に緩い土砂の状態である。

(2) 図-5は2枚刃の実験結果で、これは掘削速度を一定にし、刃の間隔を200mm~400mmの間で変化させ、そのときの総抵抗を求めたものである。図中の破線は $B=100\text{mm}, H=200\text{mm}$ の1枚刃による掘削抵抗である。これより、条件によっては1枚刃より2枚刃の方が抵抗は小さいということになり特筆すべき点であろう。そしていずれも刃の間隔が250mm~300mmのときに掘削抵抗の値は最小となっている。これは前の刃による破壊すべり面が後の刃による破壊すべり面上に一致するとき、最小抵抗値が得られるためではないかと考えられる。

4 以上をまとめると、掘削速度 $1.5 \sim 400 \text{ cm/sec}$

の範囲内で、掘削抵抗 H は、 $H = a + b \sqrt[3]{v}$ の形で表わされることが、および2枚刃では、その間隔を前後の掘削深さの差の2.5~3倍にしたときが、掘削抵抗が最小で、単刃で掘るときよりも小さい値を示すこととなり、これから深いみぞ状のものを掘るときは多段刃にするのが有効と思われる。

- 1) 畠・金子; 水中における土砂の掘削機について, 土木学会第28回学術講演会発表
- 2) 畠・伊勢村; 水中掘削の機構について, 土木学会関西支部昭和44年度学術講演会発表

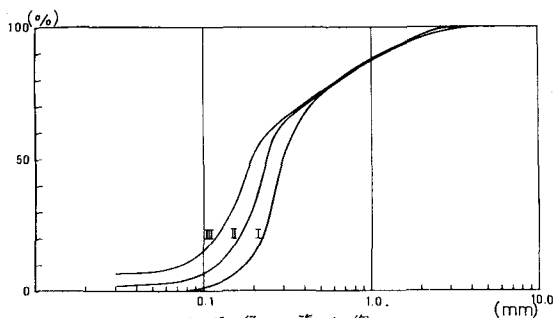


図-3 粒径加算曲線

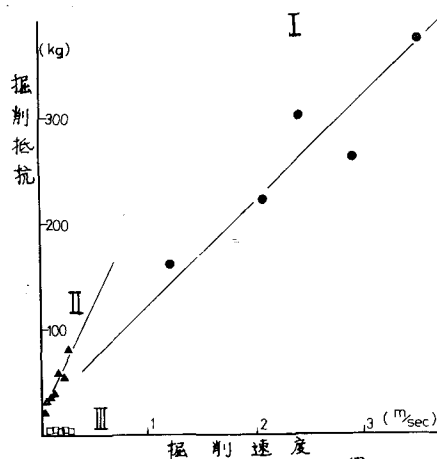


図-4 掘削速度の影響

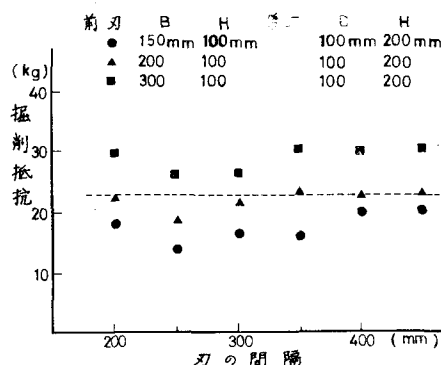


図-5 2枚刃について