

Ⅲ - 2 回転掘削に関する基礎的研究

京都大学 正員 内藤 隆

回転掘削機構を用いる掘削機械は最近各方面で用いられてきているが、掘削機構を解明することはあまり行なわれていない。従来より京都大学土木工学教室においては平刃を直進させる掘削につき掘削抵抗の研究を行ない成果をあげたが本研究は回転掘削機構において、この成果を検討せんとするものである。

(1) 実験装置および方法

装置の概要は図1に示すようであり、ボール盤を一部改造して使用したものである。

電動機(1)よりの回転は(ロ)ベルトプーリーで減速され回転刃(イ)に伝えられる。回転刃は試料を入れた木箱(ニ) (36×36×30cm)の中の土を掘削し、その掘削抵抗は装置(ホ)により測定が行なわれる。掘削抵抗測定装置は図2に示されたもので二枚の円板に内形溝を切り、この溝にスチールボールを入れ上部の円板は自由に回転できるようになっている。この上部の円板から小さい片持ばり(イ)を出し、その先端はこの装置の固定部分(ロ)に接触するようになっている。円板に回転力が働くと上部の円板は回転しようとするがこの接触点で止められ、片持ばり(イ)が曲がらぬよう、この曲がりをストレインゲージ(イ)により測定し回転掘削の水平抵抗を求める。垂直方向の力すなわち刃の押しつけ力は下かゝる円板を支える二本のはりの両端に(ハ)ごとくストレインゲージをはりつけ、測定した。上下四枚づつストレインゲージは直並列に接続し出力を平均した。実験に用いた刃は図3に示すものである。刃先はすくい角40°, 50°, 60°の3種類であり刃の中心間隔Dは刃幅2cmのものについては

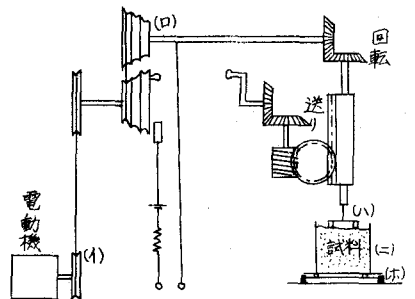


図 1

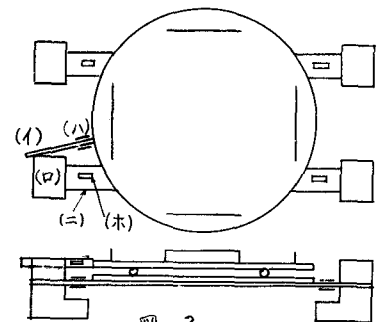


図 2

12.5, 15, 4.5 cm とした。刃の送り速度は手送りとし、その平均送り速度は 0.46, 0.33 cm/sec である。回転はベルトプーリーを掛けかえることにより 170, 105, 62 r.p.m. の三つの速度を用いた。回転数はベルトプーリーの一回と一回ごとに接触するような接点を設けこの点における電流の断続を、掘削抵抗とともに、電磁オシログラフに入れて記録した。

(2) 試料

試料は粘土質の上で乾燥状態のもので、こまかくくたぎ、なるべく一定の含水比となるように水を加え3~4層につき固め、ビニール

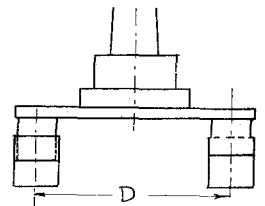


図 3

でおいおい40~60日間放置した。これだけでは試料が不足したので一度用いた試料を木箱の中に3層に分けてCBR用ランマーでつき固め使用した。

[3]結果および考察

図4に刃の中心から回転中心までの距離 r と掘削抵抗の水平分力 H , 押しつけ力 V との関係を示す。一々例そのぞき H は r の値にあまり関係なくほぼ一定であった。 V は r の増大するほど大となる傾向がかなり出ていた。固定刃の切削の場合には切削強度指数 C_s と実際に掘削する深さ t においておめれば次式が成立する。

$$H_a = 1.82 C_s B t^m 10^{-m} \text{ (Kg/cm)} \quad (1)$$

ここに H_a : すくい角 α のときの水平切削抵抗

C_s : 深さ t における切削強度指数 C_s (Kg/cm^3)

B : 刃幅

α : すくい角 (ラジアン)

m : 常数 砂質土 0.45 粘質土 0.22

1) C_s とは図5に示すように全長 $(l+t)$ の鋼板を上中に垂直に押し込んで、A点を固定点として上端を地面に平行に静かに引張り、土を掘り返す最大の抵抗 P を求め次式より計算するものである。

$$C_s = Pl/Bt^3 \text{ (Kg/cm}^3\text{)} \quad (2)$$

この実験においては送り速度が $0.31 \sim 0.52 \text{ cm/sec}$ であり、これより一回転あたりの切り込み深さは $0.12 \sim 0.42 \text{ cm}$ である。(1)式の C_s は掘削深さ t を用いねばならないがこのような切り込み深さで C_s を求めるとは困難である。しかるに C_s の値はほぼ一定であることが実験的に確かめられた。図6をみて地層深さで測定した C_s の値を実際の切り込み深さで割りこれとせり時の C_s とした。この値を用いて計算したものを実測値と比較すると、ほぼ近い値となった。この実験で用いた刃は刃幅がせまく純粋に刃先に働く力だけでなく側面に働く力の影響がかなりあり、実測値の方が大きく、刃幅の大きい方が計算値に近いようである。なおこの実験では刃先の押込角が刃々に θ 角より小さいが、刃の送りを大きくし回転をおそくすると刃の押込み角が θ 角より大となり刃の底面に大きな力が働くので回転時の抵抗が大きくなることか予想され、この点につき検討を要すると思う。

終りに実験を進めるにあたり有益な助言をいただいた京都大学村山翔郎教授に御礼申し上げます。

1) 畠 昭治郎: 掘削機構の解明 建設の機械化 135号

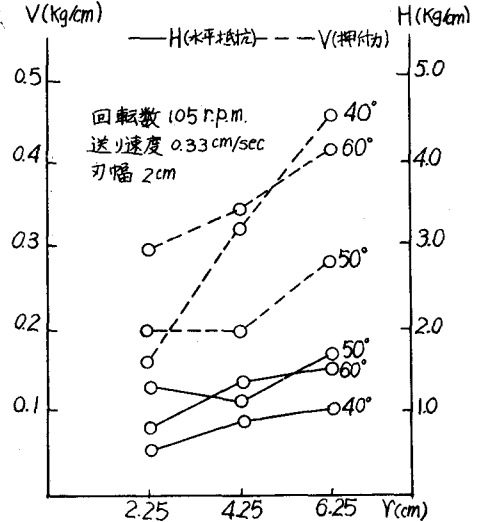


図 4

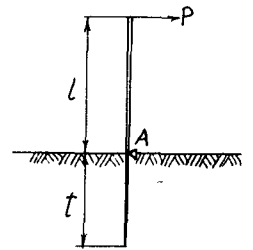


図 5

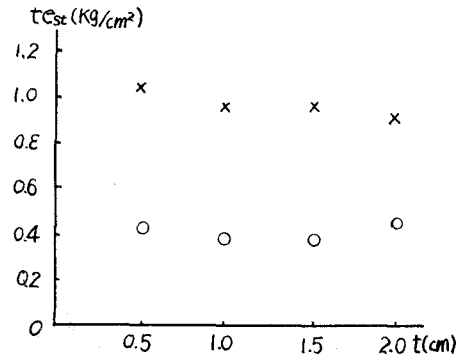


図 6