

III-185 掘削実験における相似律について

京都大学 O正員 畠 昭治郎
前田建設 本多 隆
佐藤工業 福島 正和

1. 掘削装置を設計する際に常に検討を要する問題のうち、モデルテストを行うかあるいは実テストを行うかという点が大きな部分を占めることが多い。これははいずれも一長一短あり、モデルテストでは実際のものとの関連性が、実物テストではコストが問題で結局両方実施をせねばならぬ場合が少なくない。本報告は下図に示すような多段刃によるモデルテストにおいて、どのような条件のもとで相似が成立つかについて検討を行ったものである。

2. 掘削機として海底ケーサル埋設用多段刃のものを用いたが、その概要を図-1に示す。図では $\alpha=45^\circ$, $B=300$ の6段刃を示しているが、その他に $\alpha=30^\circ, 60^\circ$ のもので段数がそれぞれ4, 5, 6の9種類と、す法が図のもの $\frac{1}{2}$ のもの及び $\frac{3}{2}$ のもの ($\alpha=45^\circ$, 5段刃) 2種類 合計11種類のものを用いた。土砂としては砂質土を用いたが、その強度はすべて掘削強度指数 e_s で管理することとした。

e_s は既報のとおり、図-2のように幅50mmの鋼板を地中に、地表面に対して垂直に押し込み、地表面上の固定支距のまわりに振り返すとき、振り返しモーメント Pl を(幅)×(深さ)² で割ったもので、その土の掘削抵抗と直線的関係を有するものである。ここでは e_s を $0.003 \sim 0.05$ (kg/cm²) の間に变化させて用いた。

実験値は掘削抵抗 F (kg) と掘削深さ o (cm) であるが、普通の条件の下ではある一定距離けん引するとおぼろけ一定となり、それ以上入るなくなるのでそのときの F を測定したものである。

3. 次元解析：掘削抵抗あるいは掘削深さに影響を及ぼすと考えられる因子を列举すると次の通りである。

刃についてはす法、
角度、段数、重量、
重心位置；土については掘削強度指数 e_s ；
土と刃との相関についてはけん引速度、接地圧、けん引方向である。

$\beta = 45^\circ$ - 一定
 $\alpha = 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$
 $B = 150, 300, 450$
刃段数 4, 5, 6

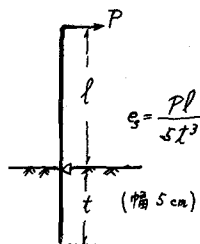
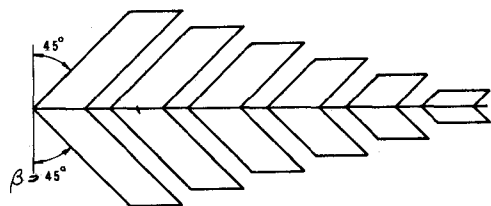


図-2 e_s

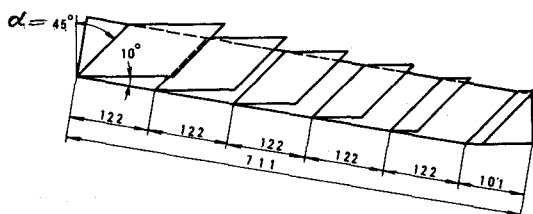
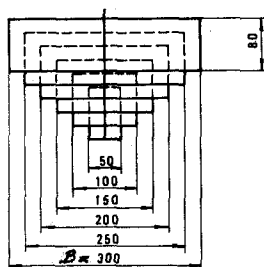


図-1 多段刃模型 ($B=300$ mm, $\alpha=45^\circ$)

モデル寸法は1段目の刃幅 B で、重量は接地圧 $n = W/A$ で、引速度は v で代表させると、無次元量として F/W , t/B , $n/B \times e_s$, v^2/Bg , α , β , μ が求められる。ここで g は重力の加速度, μ は土と刃面との間の摩擦係数である。 α , β , μ を一定とすれば

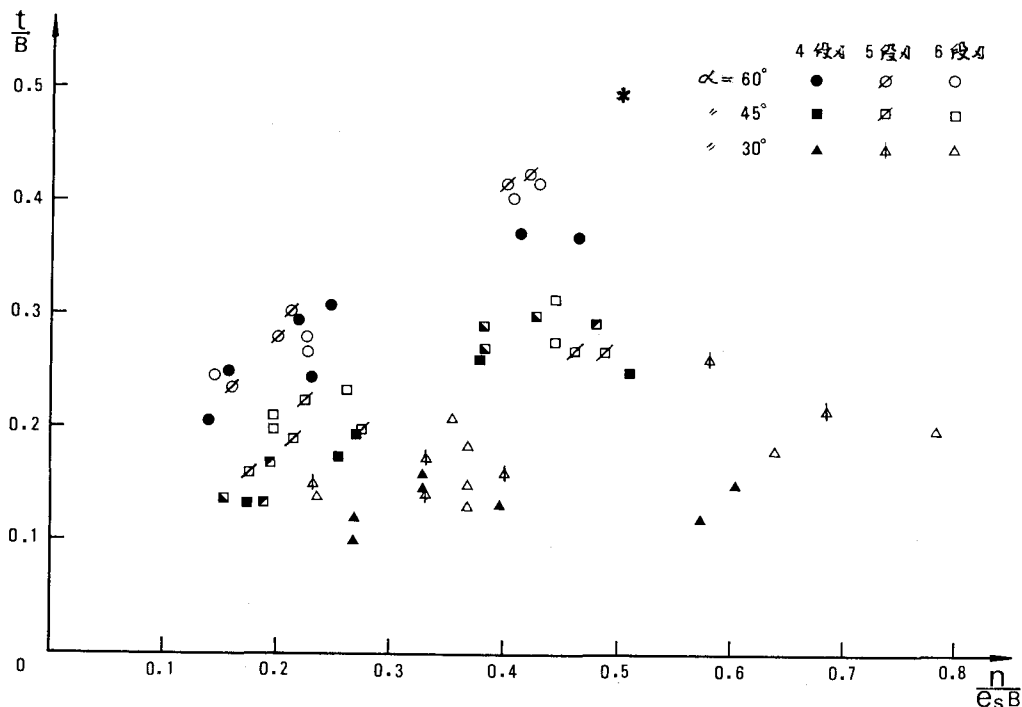
$$\frac{F}{W} = f_1\left(\frac{t}{B}, \frac{n}{B e_s}, \frac{v^2}{B g}\right), \quad \frac{t}{B} = f_2\left(\frac{n}{B e_s}, \frac{v^2}{B g}\right)$$

となる。

4. 実験結果を図-3に示す。実験装置の関係で v を変えることができなかったため、今回は v の影響は示していない。また図中 $\square$ は $\alpha = \beta = 45^\circ$ 五段刃で $B = 150 \text{ mm}$ のもの, $\square$ は同じ条件で $B = 450 \text{ mm}$ のものである。これらと $\square$ (同一条件で $B = 300 \text{ mm}$ のもの) を比較するとほぼ一つの曲線上にあり、その他の条件をわち、 n や e_s を変えても一定の関係があることがわかる。また、図で示してはいないが、抵抗 F についても e_s が一定であれば縮尺比入の3乗に比例することが明らかになっている。

以上のことから、 e_s の値がモデルの相似の上に大きな意義をもっていること、とくに接地圧と土の強度とも関連する $n/B e_s$ の値が深さやその抵抗力下に大きく影響することが明かで、モデルテストを行う場合の重要な因子であることがわかる。

なお、実際の掘削機の寸法は、刃幅で表わすと約 120 cm で、 $e_s = 0.04 \text{ kg/cm}^2$ の海岸砂上で掘削深さ $60 \text{ cm} \sim 63 \text{ cm}$ となっているが、図-3上にプロットすると * 印のようになる。この実物刃は $\alpha = 60^\circ, \beta = 45^\circ$ の6段刃で、モデルテストの関係曲線上に納っている。結論として、 e_s が一定ならば、自重が縮尺比入の3乗



に比例するとき、深さは入に比例し抵抗は入³に比例するといえる。

図-3

1) 畠他: 昭和41年度関西支部年次学術講演会講演概要 III-42,

2) 畠: 土と基礎・最近の工法, 土質工学会ライブラリ (昭和42年) p.1,

3) 畠他: 昭和44年度関西支部年次学術講演会講演概要 III-40.