

1. はじめに

静水面上を拡がる油の慣性領域にある場合の挙動について その水域の水深 油の粘性をも考慮に入れて実験的に その考察を行なうものとする。

既に実験的にあるいは解析的に 流出する油の先端の拡がり速度が得られている。例えば Abbott は パラフィンオイルを用い一次元水路に連続投入し その先端の進む速度  $u_f$  について求めた通り 先端進む油膜厚  $h_f$  油と水の密度比  $\lambda$  による  $u_f = k \sqrt{g(1-\lambda)h_f}$  を得ている。ここに  $k=1$  である。

また Suchon と Liang は 開水路に油を瞬間投入した実験を行ない 拡がり距離  $l$  を求めている。初めに与えた油量  $V (=l^2)$  水と油の密度差を  $\Delta$  とし 瞬間  $t$  について得た  $l = 1.6 (g \Delta)^{1/2} L^{2/3} t^{2/3}$  である。これを Fay の理論に依つて原点での厚さ  $h_0$  によって書きかえれば 先端の速度  $u_f$  は  $u_f = k \sqrt{g \Delta h_0}$  ( $k=1.48$ ) とする。Hault を先端形状の相似解を求めた通り fig 1-b のようである。

Yie は 淡水中の塩水  $\rho_1, \rho_2$  の進入速度を実験的に求め水路の水深  $d$  各々の密度  $\rho_1, \rho_2$  密度差を  $\Delta \rho$  とし

$u_f = 0.67 \sqrt{\frac{\Delta \rho}{\rho_1 + \rho_2}}$  を得ている。  $d$  を層厚  $h$  として  $d=2h$  とし書きかえれば  $u_f = k \sqrt{g \Delta h}$  ( $k=0.67$ ) である。

これら実験例との値が異なるのは その原因が 層さ  $h$  のとり方 あるいは 粘性, 形状抵抗による違いがは ぶくわめこいる。

とこの Benjamin に示は 有限水深内におけるキャピラーのモデルから (fig 1-a) その形状抵抗が水深の影響を受け浅いほど大きくなるとしている。層厚  $h$  は空突したところの厚さである。

今回は 粘性の薄い油, 水路の水深等をかえてみることに より これらの問題点を実験によって考察し 報告する。

なお (fig 1-c) は 今回の実験で観測された形状と比較 参考のため図にしておく。

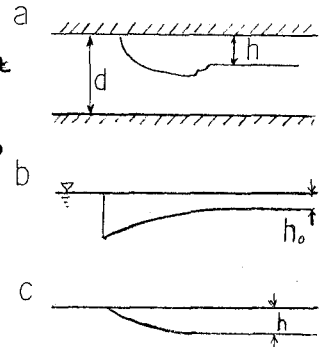


Fig.1 先端の形状

2. 実験の概略

油は軽油とマシンオイルを用い 長さ 2m, 幅 0.3m の一次元水路に連続的に流出させる。水路を通過した油は他端から流れ出るようにする。水路の水深はおおよそに底を設け 24cm から 4cm までの段階に変化させている。

また 流出口近くのところを測定した油の厚さ  $h$  と時間的に変化する先端の位置から求めた速度  $u$  により  $k$  の値を求める。測定例は fig 2 のようである。横軸は流出後の時間  $t$  をとてあり 時間の経過と  $u, h, k$  の関係を示しておる。  $k$  の値は途中 先端の速度が一定になった  $u$  と、その間 1 秒間の平均的厚さ  $h$  とから求める。その後 速度の低下は水路端に近づく影響と

思われるので データからは除く。

したがって 油の厚さは この実験では 定常状態に達した時の先端から離れたところの平均的厚さである。

ここで次のよう 油の先端速度  $u$  油の厚さ  $h$  油の動粘性係数  $\nu$  からの レイノルズ数を用いる。

$$Re = \frac{u h}{\nu}$$

このレイノルズ数をパラメータとして 油の厚さと水路の水深の比  $h/d$  の関係として整理したものが fig. 3 である。

記号の印は下表に示すとうりである。

Re 数		
●	2~3	} マシンオイル
○	3~4	
○	90~110	} 軽油
⊖	110~130	
⊕	130~	

軽油の分子粘性係数は 各測定値を平均し  $0.05 \text{ cm}^2/\text{sec}$  程度であるのに対し マシンオイルは 約  $1.3 \text{ cm}^2/\text{sec}$  ほどである。

fig. 3 には Benjamin がキャビテーについて得た結果をあわせて記入した一応の上限値と考えた。

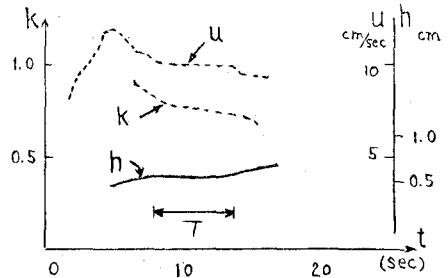


Fig. 2 測定例

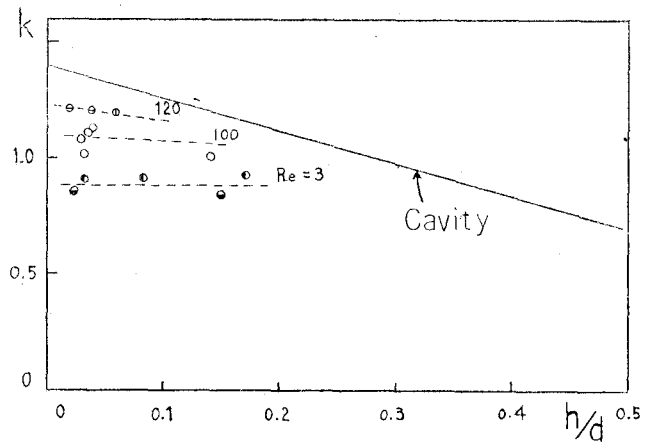


Fig. 3  $h/d$  についての速度係数  $k$

### 3. 結論

慣性領域における 油の拡がり速度を与える係数  $k$  の値は 今回の実験の範囲では  $Re$  数により 異なった値をとることもわかるし 軽油とマシンオイルという 粘性の違う油については 初速いかならず 見られた。  $Re$  数との詳細な関係は 検出中である。

これから 油の流出速度は 流出する流量、厚さが同じであれば その粘性によっても異なっていると思われる。 実験値と比較する際にも このことは 留意すべきであると思われる。

また 水深の浅い領域に流出する油の速度は 水深の影響を受けるかという問題は 今回の実験では データが少なく 今の段階では 結論づけることは できなかった。

なお fig. 2 に示したように  $h$  の値がある程度 時間か圧力あとも増加したという事象を考えると やはり 水路長の不足が感じられた。

### 4. 参考文献

- 1) T Brooke Benjamin : Gravity current and related phenomena, J. Fluid Mech (1968)
- 2) M. B. Abbott : On the spreading of one fluid over another, La Houille Blanche (1961)