

M

106

No.

Date 58.7.18

別冊-砕氷船の所要馬力について

1. 砕氷のための動力と砕氷効率

頁  
1

2. 航行中の周期と速度

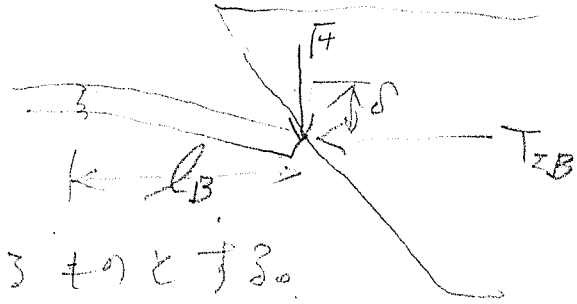
4~5

3. 式

# 1. 砕氷のための動力と砕氷効率

氷は船の推力を受けて図の  
ように下方に力  $F$  を受け、丁度

$\delta$  だけ変位した時  $l_B$  だけ割れるものとする。



力  $F$  が氷を割るためになす仕事は

$$\frac{1}{2} F \delta, \quad (1.1)$$

$l_B$  だけ割れるから 単位長さだけ割る為の仕事は

$$R_{PIB} = \frac{F \delta}{2 l_B} \quad (\text{kg}), \quad (1.2)$$

所要動力は 船速を  $V$  とし

$$P_{IB} = \frac{F \delta V}{2 l_B} = R_{PIB} \cdot V, \quad (1.3)$$

一方推力  $T$  と  $F$  は (0.4) 式より

$$F = \eta_H T, \quad (1.4)$$

$$\eta_H = \cot \theta \frac{1 - \mu \tan \theta}{1 + \mu \cot \theta}$$

船が砕氷のために費した動力を  $P_{DIB}$  とすると

砕氷の推力  $V T_{IB} = \eta_p P_{DIB}, \quad (1.5)$

砕氷の為の所要動力 (1.3) と  $P_{DIB}$  の比を

砕氷効率と仮定すると

$$\eta_{IB} = \frac{P_{IB}}{P_{DIB}} = \frac{\eta_H \eta_p}{2} \left( \frac{\delta}{l_B} \right), \quad (1.6)$$

具体的に「L5世」をとりあげ、氷はつりこは2次元理論  
を使用して計算して見た。

「L5世」  $L = 134^m$ ,  $B = 28^m$ ,  $d = 9.75^m$  } (1.7)  
 $\Delta = 18,600^t$ ,  $30,000HP$ .  
 船首氷切角  $\theta = 21.3^\circ$

さて氷の力は2次元理論によれば、氷厚  $t$  に対し

$$\frac{F\delta}{2B\ell_B} \approx 1.48 \frac{\sigma_t^2}{E} t = 1.25 t \quad (1.8)$$

今は  $\sigma_t = 5 \times 10^4 \text{ kg/m}^2$ ,  $E = 9.5 \times 10^8 \text{ kg/m}^2$  と仮定する

それ故  $R_{PIB} = \begin{cases} 35 \text{ kg} & \text{for } t = 1 \text{ m} \\ 70 \text{ kg} & \text{" } 2 \text{ m} \end{cases} \quad (1.9)$

なお、氷の計算より

氷厚 $t$ (m)	$F/B$	$\ell_B$	$\delta$	$\ell_B/\delta$
1 m	1770 $\text{kg/m}$	18.5 m	0.60 m	308
2 m	1,820	31.3	0.86	364

$\frac{\ell_B}{\delta} = \frac{e^{-\mu}}{2} \frac{F}{\sigma} \left( \frac{12 \rho g t^3}{E} \right)^{1/2}$

一方 (1.4) に  $\theta = 21.3^\circ$ ,  $\mu = 0.1$  とすると

$$\eta_H \approx 1.96 \approx 2, \quad (1.10)$$

それ故 (1.6) より  $\eta_p \approx 0.5$  と比較。

$$\eta_{E,B} \approx \begin{cases} \frac{1}{600} & \text{for } t = 1 \text{ m} \\ \frac{1}{1700} & \text{for } t = 2 \text{ m} \end{cases} \quad (1.11)$$

砕氷の爲に必要に船舶の動力は  $V = 3 \text{ m/s}$  とすると

$$P_{DIB} \approx \begin{cases} 60,000 \text{ kg-m/sec} = 600 \text{ kW} & \text{for } t = 1 \text{ m} \\ 150,000 & = 1,500 \text{ kW} \quad t = 2 \text{ m} \end{cases} \quad (1.12)$$

この値は小さすぎるように思われる。

②次に流体抵抗  $R_w$  を

$$R_w = C_D \frac{\rho}{2} B d V^2, \quad (1.13)$$

の形式をとり  $C_D = 1$  とおくと  $V = 3 \text{ m/s}$  とし

$$R_w V = \frac{\rho}{2} B d V^3 = 376,000 \text{ kg}^{1/2} \text{ m}^{1/2} \text{ s}^{-1} \approx 3,760 \text{ kW}$$

となり、軸馬力から見てかなり妥当な値のように思われるが (1.12) のように3倍位か、現実に近い値であったか。

また今は平均値で論じてしまっているが、実際にはエンジンの荷重は大きく変動するからその余裕を見ているのだろうか。

いづれにしても砕氷に必要なパワーは想像を絶する位小さく、一舟の推力で氷をのり上げて割る形式の砕氷効率は大変悪い車だけは確かであろう。

## 2. 縦ゆれ周期と速度

砕氷しながら航走する時は、縦ゆれと横ゆれを  
船の固有周期で  
しているようである。

これは一度氷がゆれると船首が沈み、次に船首が  
上がった時氷の上に出るからであろう。

一斉氷板にぶつつかると抵抗が大きいためであろうから  
この点から適正な速度は、縦ゆれの固有周期を  $T_p$  とすれば

$$V \doteq l_b / T_p \quad , \quad \dots (2.1)$$

「らせ」の場合  $T_p = 6 \sim 7 \text{ sec}$  と考えられる故

氷厚 1m の時  $V \doteq 6$  結 である。  
逆に

この速から強制的に縦ゆれをさせて砕氷する事

が考えられるがその為に必要な強制モーメントは  
明らかに氷の反力  $F$  かける半船長で大きくなる。

$F$  は高を数十トンで、氷が割れるまでの時間は  
船の固有周期に比較すれば「ほんの瞬間にすぎない」  
故、最も実際的な方法としては船首前方に  
上下に動く砕氷装置をとりつけてこれで周期  
的に割りながら進むのがよからう。

それに必要な動力は今度は(1.3)に機械効率  
を考えたものでよく極めて小さいと考えられる。

また流体抵抗についても船と氷板の間の氷が  
楽に動ける位の隙間があれば"ずつと小さく存在と  
考えられるから少し船幅より広く割ってあげれば  
よい。

その装置の碎氷周期を $T_E$ とすれば"適正  
速度は(2.1)同様に表わせる。

あるいは適正速度は70RPMトルクやスラストに  
大きい<sup>周期的</sup>変動が"出ないように選ぶ"と考えるもよかろう。<sup>(?)</sup>

いづれにしてもこの場合は動的の問題と存るので  
運動を考慮ねは"ならず", 周波数又はインテリヤル  
応答試験が必要と存する。