

船型による航走波の特性の違い

大阪市立大学工学部 正 員 倉田 克彦
 大阪市立大学工学部 正 員 小田 一紀
 大阪市立大学大学院 学生員 〇北浦 胤亮
 大阪市立大学大学院 松井 圭一

1. まえがき

港口と岸壁との間の距離が長くて、港内を航行する船舶の速度が比較的大きい場合、あるいはタグボートのような小型船舶が岸壁付近をかなりの速度で航行する場合、それらによって生じる航走波の係留船舶に与える影響は大きなものとなる。ここでは、タグボートによる航走波の特性を模型実験により調べ、フェリーの場合の実験結果と比較して、船型による航走波の特性の違いを調べた結果を述べる。

2. 実験

実験に使用したタグボートの模型は、表-1に示す大きさを持つものである。水深 $h=18.3\text{cm}$ (縮尺を $1/60$ とすれば現地における水深 $h=11\text{m}$) の場合、および水深吃水比 $h/ds=2.5/1$ をフェリーの場合と同じにした場合について、航走波の測定を行なった。なお実験方法については文献¹⁾に詳しい。

表-1 模型船の諸元

諸 元	Tug boat
船 長 $Ls(\text{cm})$	46.7
船 幅 $Bs(\text{cm})$	14.6
吃 水 $ds(\text{cm})$	4.3

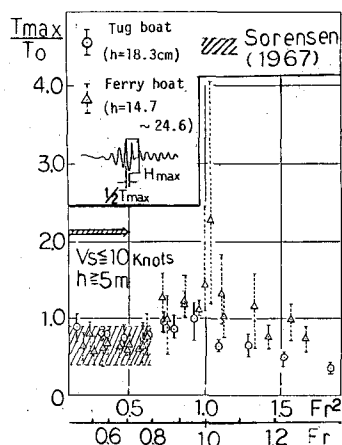
3. 解析方法

最大周期 $T_{\max}$ ならびに最大波高 $H_{\max}$ を記録紙上の波形から読み取り、また磁気テープ上の波形記録を 0.03sec 間隔でサンプリングして得られた 256 個のデータを用いて、航走波波形のフーリエ変換を行なった。

4. 実験結果

最大周期 $T_{\max}$ とフルード数の自乗 $Fr^2 = V^2/gL$ (V : 船速, g : 重力加速度) との関係を図-1 に示す。縦軸は最大周期 $T_{\max}$ と特性周期 $T_0 (=2\pi\sqrt{L/g})$ の比である。タグボートあるいはフェリーと船型が異なっているにもかかわらず $Fr^2 < 0.7$ すなわち $Fr < 0.8$ の場合には $0.6 < T_{\max}/T_0 < 0.8$ となるようである。この値は、Sorenson²⁾による現地観測の結果とほぼ同じであり、 $Fr < 0.8$ の範囲では船型、水深等にかかわらず $T_{\max}/T_0 = 0.6 \sim 0.8$ となることが確かめられた。

図-2 より、最大波高 $H_{\max}$ の無次元量 $H_{\max}/(V^2/g)$ の値は、タグボートならびにフェリーのいずれの場合も $Fr^2 \leq 0.8$ まで Fr とともに増加し、 $Fr^2 > 0.8 \sim 0.9$ となれば次第に減少する。波高の最大値を示す Fr^2 の値はタグボートの場合には $0.85 (Fr=0.92)$

図-1 最大周期 $T_{\max}$ の比較

一方、フェリーについては0.90($Fr=0.95$)と船型による Fr の値の違いは小さい。また、フェリーの場合、最大波高 H_{max} を吃水 d で無次元化した値は d/d_0 には関係せず Fr のみによるということが示されているが、タグボートについては、 H_{max}/d_0 は Fr , d/d_0 の両者に関係することが判った。

測点1における最大波高 $[H_{max}]_1$ を基準とした時の他の測点 j における最大波高 $[H_{max}]_j$ の値、すなわち $K_j = [H_{max}]_j/[H_{max}]_1$ の測点 j と測点1との間の距離 ΔX_j と航走波の特性波長 $L_0 (=2\pi U^2/g)$ の比 $\Delta X_j/L_0$ による変化を図-3に示す。この図よりフェリーの場合に述べたことが船型に関係なく言え、最大波高は距離のほぼ $-1/3$ 乗に従って減少する。

図-4ならびに図-5にタグボートおよびフェリーの場合の航走波をフーリエ変換した結果の1例を示す。図-4のタグボートの場合、周期0.4secと0.5sec付近の波が比較的大きな振幅を持っており、この付近の周期が見掛上の最大周期として現われていると考えられる。図-5のフェリーの場合、周期が0.2sec, 0.4sec, 0.5sec, 2.0sec付近の波の振幅が大きくなっている。2.0sec付近の波は、見掛上、最大波には現われておらず、タグボートと同様に0.4~0.5secの波が最大波に関係していると考えられる。 Fr が大きくなるにつれて、振幅の分布形状は全体的に長周期側へ移って行く傾向が見られた。

5. まとめ

- 1) 航走波の最大周期は、船型に関係なく $Fr < 0.85$ の場合 $0.6 < (T_{max}/t_0) < 0.8$ となる。
- 2) 最大波高は、 $Fr < 0.85 \sim 0.9$ の範囲で Fr とともに増加し、 $Fr > 0.85$ となると減少する。
- 3) 最大波高は、船型に関係なく針路からの距離のほぼ $(-1/3)$ 乗に従って変化する。
- 4) 航走波のフーリエ変換の結果、周期による振幅の分布にはいくつかの山が生じる。また、 Fr の増大とともにその分布形状は全体的に長周期側へ移動する。

(参考文献) 1) 倉田・小井: 浅海水路中の航走波の特性および滞留船舶に及ぼすの影響, 第30回海岸工学講演会論文集, pp.598~602, 1983. 2) Sørensen, R.M.: ship-generated waves, Advances in Hydroscience, Vol. 9, pp.49~83, Academic Press, New York, 1973.

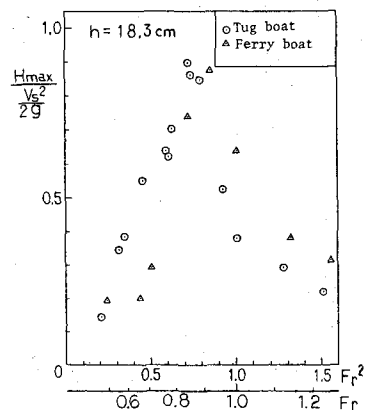


図-2 最大波高 H_{max} の比較

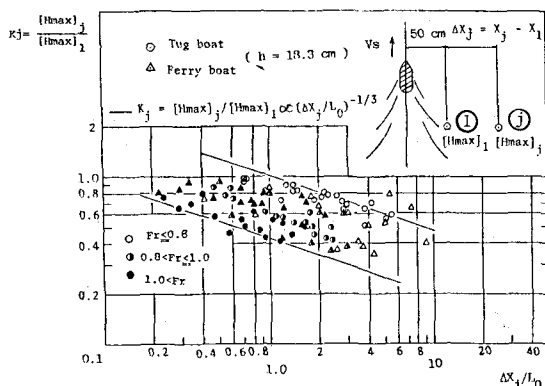


図-3 最大波高 H_{max} の針路からの距離 X_j による変化

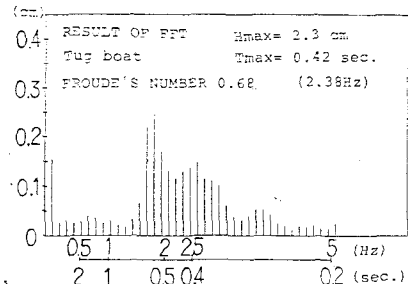


図-4 タグボートにおる波のフーリエ変換

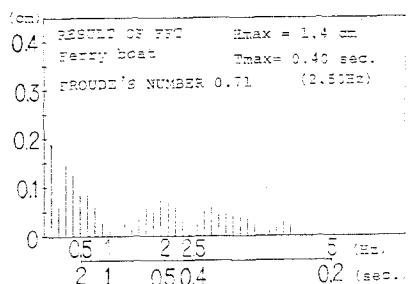


図-5 フェリーにおる波のフーリエ変換