

航走波による係留船舶の動揺

大阪市立大学工学部 正 員 小田一紀
 大阪市立大学工学部 正 員 倉田克彦
 兵庫県 正 員 平井住夫
 貝塚市役所 神前 裕

1. ま え が き

最近の大港湾のように、港口と岸壁との間の距離が長くなると、港内を船舶が比較的大きな速度で航行して大きな航走波を発生させ、岸壁に係留されている小型船舶に大きな影響を及ぼす場合が生じる。航走波は古くから造船工学の分野で研究されてきたが、それらの主たる目的は船の造波抵抗を知ることであって、航走波そのものの特性、その伝播に伴う波の変形あるいはそれが他の船舶や構造物に及ぼす影響等について調べたものは数少ない。本稿では、航走波の特性と、係留小型船舶の航走波による動揺が係留施設の形式によってどのように異なるかを実験によって調べた結果を述べる。

2. 実験施設および実験方法

幅 6.7 m, 水深 18.3 cm, 長さ約 40 m の水路中を 3,624 G.T., 満載状態のフェリーの 1/60 の模型 (垂線間長 136.7 cm, 幅 24.3 cm, 吃水 9.8 cm) を曳航し、それによって生じる航走波ならびに棧橋等に係留された 199 G.T., 満載状態の小型貨物船の 1/60 の模型 (垂線間長 83.3 cm, 幅 15.0 cm, 吃水 5.45 cm, 固有周期; roll 1.28 s, pitch 0.6 s, heave 0.6 s) の動揺を測定した。航走波の測定は、航走船の針路に関して係留船の重心位置と対称の位置において、容量式波高計によって行なった。

小型貨物船は、棧橋、直立岸壁あるいは透過式係留施設 (ドルフィン構造) に係留され、その動揺をポテンシオメータを利用した 6 自由度船体動揺測定装置によって測定した。

航走船の針路と係留船との間の距離は 254 cm である。

3. 実験結果

航走波の時間波形と平面波形パターンのフルード数 $Fr = V_s / \sqrt{gh}$ (V_s : 船速, h : 水深, g : 重力加速度) による違いを示したものが図 - 1 である。水深が比較的浅い水域で発生した航走波は、 $Fr < 0.8$ の範囲では図 - 1 (a) のように、深海におけるのと同様の平面波形パターンを呈し、船速と同じ位相速度を持った diverging wave と transverse wave とから成っている。 $0.8 < Fr < 0.9$ の範囲では波の峰線と針路とのなす角度が 90° に近づいて行き、波高が大きくなる (図 - 1 (b))。 $0.9 < Fr < 1.0$ の範囲では船首から針路と直角方向に水路全幅にわたって延びた峰線を持つ波が現われる (図 - 1 (c))。この波は、diverging wave と Fr が 1 に近づいた場合に現われる "衝撃波"、とでも言うべき波を重ねたものであって、この波のエネルギー伝播速度は船の速度と等しく、航走船から絶えずエネルギーが供給されるようになるため、波高がさらに大きくなる。 $Fr > 1.0$ になると、

Kazuki ODA, Katsuhiko KURATA, Sumio HIRAI, Yutaka KÔZAKI

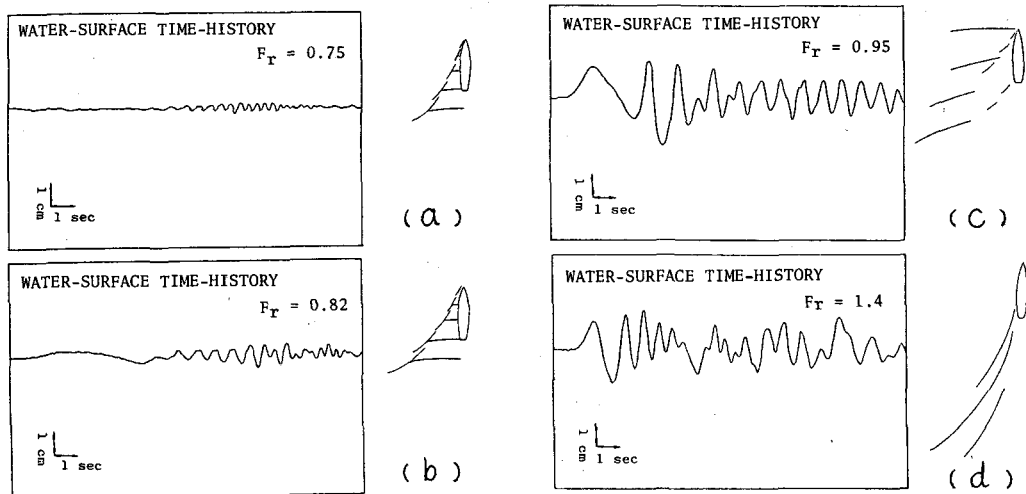


図-1. 航走波の時間波形と平面波形パターン

航走波の伝播速度が船の速度より遅くなるため、航走波は船から取残され、比較的峰線の長い diverging wave が尾を曳くような形となり(図-1(d))、波高は Fr の増加に比例して漸減するようになる。

航走波による係留船の動揺は $Fr < 0.8$ の範囲では小さく、 $Fr > 0.8$ となればその振幅は急激に大きくなり、入射航走波の波高との間には、 $Fr < 0.9$ の範囲において一義的な関係が見られた。 $Fr > 1.0$ になればその振幅はほとんど増加することはない(図-2参照)。ただし roll のみは他の mode の運動とは異なり、 $Fr > 1.0$ となった場合にもその振幅が増大していく。これは $Fr > 1.0$ の場合、 Fr が増大するにつれて航走波の峰線と針路とのなす角が減少し、波の入射方向が係留船の舷側と直角な方向に近づくようになるためと考えられる。

動揺の時間波形をフーリエ解析し、その成分波の振幅を調べたところ、roll では船の固有周期と同じ周期の成分波の振幅が大きくなり、その他の mode の運動では、入射航走波の卓越周期と同じ周期を持つ成分波の方が卓越している。

係留施設の形式の違いによる動揺の差異について調べてみると、直立岸壁の場合 pitch の振幅が他の形式に比べて大きくなっているが、sway, roll および yaw の最大振幅は逆に低減し、特に sway の最大振幅は図-2に示すように80%近く減少する。直立岸壁の場合、岸壁と直角方向の水粒子の運動が小さいため、sway が生じにくくなるのであろう。

(参考文献) Johnson, J.W.: Ship Waves in Navigation Channels, Proc. 6th Conf. on Coastal Eng. Chap. 40, pp 666-690, 1958 など

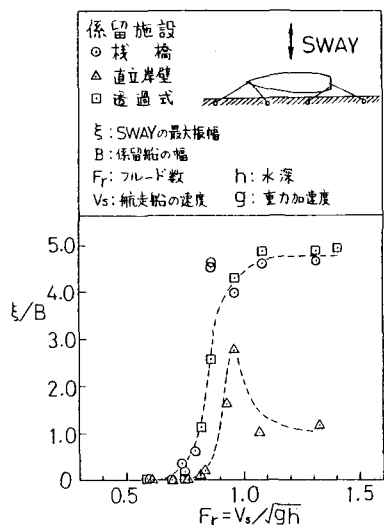


図-2 swayの最大振幅のフルード数による変化