

係岸船舶の動揺特性とその要因に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 上田 茂 鳥取大学工学部 正会員 盛川 仁
鳥取大学工学部 正会員 池内 智行 鳥取大学大学院 学生員 ○土屋 京助

1.はじめに：港内静穏度の検討において、係岸船舶の動揺量は非常に重要な割合を占めている。これは、船舶の動揺量が荷役に直接影響するためである。したがって、港内静穏度を検討する際には、係岸船舶の動揺特性をある程度理解する必要がある。本研究では、波・風・係留の各条件を変化させて、船舶の動揺量を求め、その影響を検討する。

2.計算条件の設定：今回検討するのは、係岸船舶の動揺に外力として働く波・風、復元力として働く防舷材の影響である。シミュレーションの対象とした船舶は、50,000DWT の一般貨物船(全長：216m、船幅：31.5m、喫水：6.73m、排水量：28200 トン)である。係留索は、テトロンエイトロープ(φ=60)を 8 本使用した。防舷材は、定反力型(800H)、または反力漸増型(空気式 1200H×1600φ)のものを 8 個使用した。表-1 に今回検討した条件を示す。また、図-1 に対象船舶の係留状況を、図-3 に今回使用した防舷材の特性を示す。

表-1 計算条件		
要因	因子	計算条件
船体	船種、船型、艀荷状態	一般貨物船50,000DWT(空艀)
	波高(m)	0.5
	周期(s)	4~14
波	波向き(deg)	0~180
	風向き(deg)	0~360
	風速(m/s)	0.5,10,15,20
係留系	構造	直立岸壁
	係留ロープ	テトロンエイトロープφ=80mm
	防舷材	定反力型 反力漸増型(空気式)

3.動揺シミュレーション：係岸船舶の動揺シミュレーションは、周波数解析により求めた風力・流体力・波力を浮体の運動方程式(1)に代入し、Willson・θ 法により時間ステップごとに解いていく。このときのθ の値は 0.4 とし、タイムステップは 0.20s、積分の回数は 30,000 回とした。

$$\left(\frac{W}{g} + Ma\right)\ddot{U} + C\dot{U} + KU = F(t) \dots\dots\dots (1)$$

ここに、W：浮体の重量、および慣性モーメントマトリクス g：重力加速度、Ma：付加質量マトリクス U：x,y,z 方向変位ベクトル、U= (u,v,w, θ_{xx}, θ_{yy}, θ_{zz})、C：減衰係数マトリクス K：復元力係数マトリクス、F(t)：荷重ベクトル である。

4.各要因の影響：数値シミュレーションにより求めた係岸船舶の動揺成分に着目して、表-1 で設定した要因の影響を調べる。

4.1 波の影響：波向きによる影響が大きかったのは、スウェイとロールである。その他の成分の動揺量は、許容動揺量と比べてほとんど影響はなかった。図-3 は、波向き別のスウェイとロールの動揺量を示したものである。スウェイ、ロールともに波向き 75° ~105° の間で許容動揺量を大きく上回る動揺が生じている。これは、係留索の張力が小さいために動揺が大きくなったと考えられる。このため、舷側に波が直角に当たる場合、係留索の張力の調整、または、防舷材の変更等が必要になると考えられる。図-4 は、波周期別のサージの変化を表している。波周期の影響はどの動揺成分においても現れており、どの動揺成分も周期が大きくなると動揺が大きくなっている。

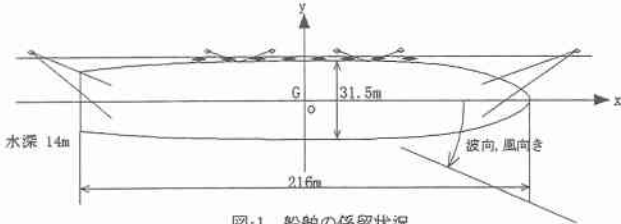


図-1 船舶の係留状況

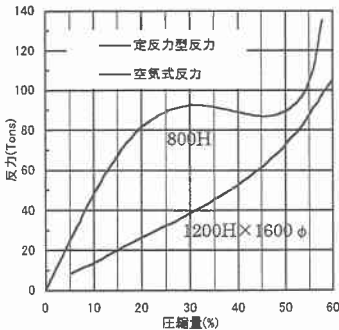


図-2 防舷材の特性

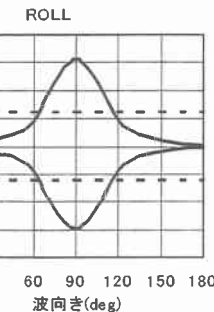
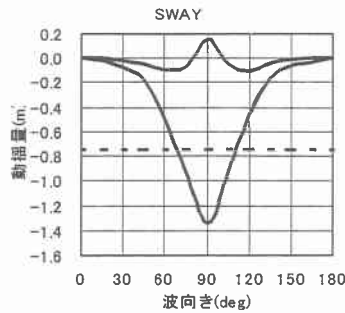
4.2 風の影響：風向きによる影響が大きかったのは、サージとスウェイである。図・5 は、風向き別のサージとスウェイの動揺量を示したものである。サージは、風が舷側にほぼ直角に吹く場合を除いてほとんどが許容動揺量を超えている。また、スウェイに関しては、風向きが $195^{\circ} \sim 345^{\circ}$ で吹き付ける場合、船舶が岸壁から最大で 3.5m 程度離れている。これら、2 成分の動揺が大きくなった原因として、係留索の張力不足が考えられる。したがって、係留索に張力をかけて船舶が岸壁から離れるのを防がなければならない。風速による影響は、ヒープ、ピッチを除く 4 成分で見られる。図・6 は、風速別のスウェイの動揺量である。船舶に作用する風圧力は風速の二乗に比例することから、風速が大きくなると動揺量も大きくなると考えられる。

4.3 防舷材の影響：図・7 は、波向きが 90° 、風なしの状態において、防舷材の特性を変えたときのスウェイの動揺波形である。まず、防舷材がない場合は、無係留の場合とおなじ動揺をしている。次に定反力型と空気式の波形をしてみる。どちらも、船体が防舷材から受ける反力により、岸壁から離される方向の動揺が生じる。この現象は、係留系の非対称性が強いほど顕著に表れることから、定反力型のほうがとがった波形になっていると考えられる。

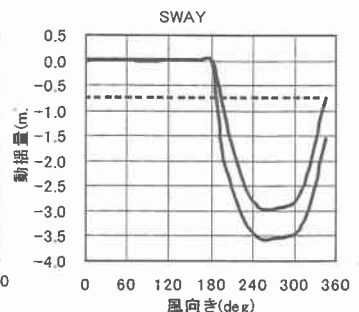
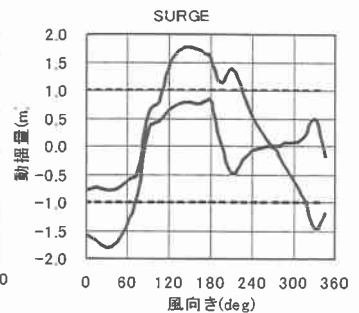
5. おわりに：係岸船舶の動揺を波・風・防舷材に着目して調べた。今回は、シミュレーションにおいて係留索の張力が小さかったため、船舶の動揺が大きくなった。今後は、係留索の張力を変更し、係留索の影響も検討する必要がある。

参考文献

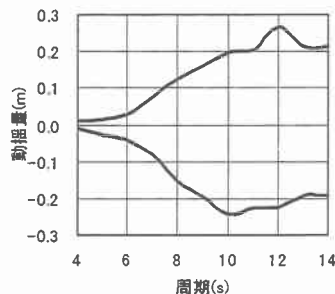
上田 茂：「係岸船舶の動揺解析手法とその応用に関する研究」、
港湾技研資料 NO.504、1984



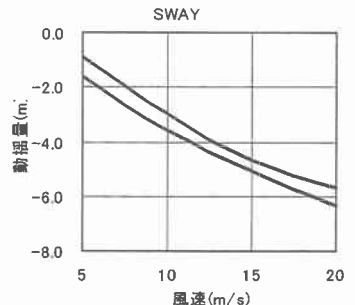
図・3 波向き別動揺量
(周期 8s、風なし、定反力型)
SURGE



図・5 風向き別動揺量
(波力なし、風速 10m/s、定反力型)
SWAY

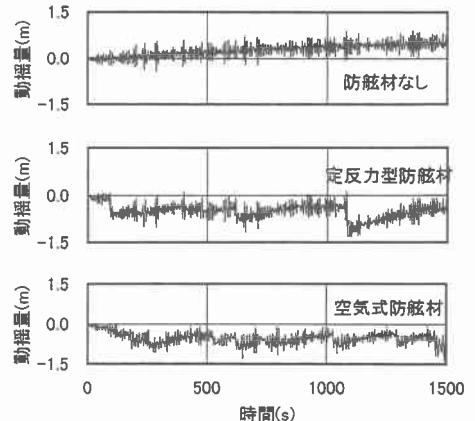


図・4 波周期別動揺量
(波向き 75° 、風なし、定反力型)
SURGE



図・6 風速別動揺量
(波力なし、風向き 270° 、定反力型)
SWAY

* 図・3～図・6 において、実線は動揺の最大値(黒)、動揺の最小値(灰)を、
破線は許容動揺量を表す。



図・7 防舷材の効果(波力なし、波向き 90°)