

〈連載89〉

高速船の安定性



大阪府立大学海洋システム工学科助教授

池田 良穂

最近 高速船がブームである。高速純客船から、高速カーフェリー、高速貨物船まで華やかに登場しており、21世紀の海上交通の立て役者の一人として、他の交通機関と競走していくための地固めをしているようにも見える。筆者は、比較的短距離のルートにおいては、2000～3000総トンまでの超高速カーフェリー（40～50ノット）が、他の輸送・交通機関との競走力も十分にあるため、極めて有望であると考えてるし、1000kmを越える航路によっては30ノット前後までの長距離カーフェリーや、高時間価値の需要が発掘できればさらに長距離の航路にTSLのような高速貨物船にも将来性があると思う。

高速船 を考えるにあたって技術的に重要なことのひとつとして、高速時の安全性の問題がある。この中でよく知られているのは、追波中での安定性の問題である。前号において紹介した50ノットの超高速カーフェリー「サンフラワー」に韓国で乗船した時には、追

波中で舵が効かなくなり、大きく蛇行しながらの航海を体験したが、こうした操縦性の問題のみならず、特に追波中においては復原力の減少が場合によっては船の転覆の原因にまでなることが、最近の日本国内を中心とする勢力的な研究によって明らかにされている。この問題は、IMO（国際海事機関）によっても取り上げられ、このほど「追波中の操船ガイドダンス」としてとりまとめられるに至った。すなわち、船長が操船する時の危険からの回避法をとりまとめたものである。

それでは、追波中での危険な状態はどのような時に起るのか。それは波の位相速度（波の山が移動する速度）と船の速度が近くなり、船が波と一緒に走るような状況において最も厳しい状況になる。波の位相速度は、波の波長 λ を波の周期 T で割ると求められる。波の波長と周期との間には、 $\lambda = 1.56T^2$ という関係があるから、位相速度 V_w は、 $1.56T$ となる。海の波の中で比較的パワーを持っているのは周期6～10秒の波であるから、その波の位相速度は9～16m/s、すなわち時速32～

60kmとなり、ちょうど最近の中速から高速船の速度17~32ノットとよく似た値となる。危険な状況に陥るもうひとつの条件として、船の長さや波長が比較的近いという条件がある。周期6~10秒の波の波長は56~156mであり、これも最近の高速旅客船や高速カーフェリーなどの大きさをちょうど含んでいる。このことから、最近の高速カーフェリーの性能を検討するにあたっては、追波中の安全性に十分な配慮をすることが必要であることが分る。

このような状況の中で、最も危険なのは、波の前面に船が張り付くようになって、滑り降りる時に舵が効かなくなり、波を横から受けるような姿勢で一気に傾いてしまうブローチングと呼ばれる現象である。このような状態になりそうな時には、船のスピードを船の長さの平方根の1.8倍以下に落とす必要がある。

船のスピード(ノット)が波の周期(秒)の1~2倍になった時には、船の後方から高い波が続けて数発襲ってきて、大振幅の横揺れを引き起こすことがある。この場合にも、スピードを落とすなどをして、この危険領域から脱出することを薦めている。

船の横揺れ固有周期の波と当たった場合の同調時には、大きな横揺れを生じることはよく知られている。追波の場合には、波との出会い周期(実際に船が揺れる周期。船が走っている時には、波の周期とは異なる。)が横揺れ固有周期の半分になった時にも、危険な横揺れが始る。これはパラメトリック励振と呼ばれる現象で、走りながら横揺れが次第に大きくなっていくことがある。この時には、船は固有周期での横揺れを行うので、船の縦揺れ

の周期のちょうど2倍の周期で横揺れするという、ちょっと変わった揺れ方をするのに特徴がある。

さらに、最近になって筆者が目しているのが、波のない海上を高速で航走する時の不安定性である。これは一般的には追波中での不安定性よりもさらに高速で生じる現象で、突然大きな横傾斜が生じて、傾いた状態がそのまま戻らない状態が続くものである。実験的な研究によると、この状態においては、復原力が大きく減少しており、その原因は船首船底附近に働く動圧の左右非対称性、船体が発生する波による水線面形状の変化、波の左右非対称性、などが寄与しているものと思われるが、それぞれがどの程度の寄与をしているのかはまだ明らかになっていない。この不安定性を避けるには、船首部にスプレイスプリットを設けて、スプレイを下方にたたき落とすことが有効との報告もあり、対症療法としては使うことができる。

筆者の大学の水槽の高速電車(最高速度15m/s)を使って、幾隻かの模型の実験を行っており、フルード数が1.4~1.5に達すると突然発生するケースが多い。一般の船ではなかなかこのフルード数にはならないが、今後の船舶の高速化が進めば大きな問題になることも考えられる。