

超音速船の衝突における乗員の安全性の評価について

Safety Evaluation for an Occupants on Board in a Collision of a High-Speed Boat

染谷 実

平成2年6月

第20回安全工学シンポジウム講演会予稿集

各種プロジェクトの進行により、近い将来、増加するものと見込まれる超高速船が、万一、衝突事故を起こした場合の乗員の安全性について、実際の船を用いた実験の代わりに人体を力学的にモデル化して衝突事故をシミュレーションする評価手法を用いて検討した。

人体の力学モデルは、自動車関連で研究実績のあるものを参考にした。このモデルは、5つの剛体からなり、これらをつなぐ関節部には抵抗モーメントが仮定されている7自由度のものである。

衝突の様子は、百トン余りの大きさの超高速船が、数十ノットの速さで直進してきて、停止中の六万トンクラスの鉱石運搬船の真横に衝突する場合を想定し、衝突により、被衝突船の船側の隣あった2本のトランスリングが共に塑性関節を生じて破壊していく場合（ケース1）並びに衝突船の船体中心がちょうど被衝突船の横隔壁部分に衝突し、衝突船の船首がくさび状に横隔壁に喰い込んでいく場合（ケース2）の二通りに分けて検討した。

人体の支持装置としては、条件の最も厳しい場合を除いてはラップベルトだけを着けているものとした。

また、着席中の乗員の頭部が前の座席のシートバックに衝突するという二次衝突のケースについても検討してみた。乗員が被る傷害の部位や様子は様々なものが考えられるが、本研究では最も重要な頭部についてアメリカの連邦自動車基準に採用されているHIC (Head Injury Criterion)により、衝突時の乗員の安全性の評価を行った。

シミュレーションの結果、ケース1では衝突速度が30ノット以上になると、かなり危険であると評価されたが、ショルダーベルトも装着するとラップベルトしか着用しない場合に比べてHIC がかなり低下することが確認された。ケース2では衝撃力は小さいが、被衝突船の内部への突入量が大きいため破口が船室まで達することによる危険の方が問題となろう。

高速船の安全航行についてき一考察（第2報）

Safety Navigation of High Speed Vessel (2nd)

田中邦彦, 沼野正義, 福戸淳司, 村山雄二郎

平成2年7月

計測自動制御学会

本報告では、先報の実験から得られた知見をもとに高速船の衝突問題を、船舶の遭遇とその避航処理に分けて考えて、高速船の安全性を評価する方法について考察を行った。

衝突確率は次式から得られると考えられる。

$$(\text{船舶の衝突確率}) = \sum_{s=1}^{\infty} (s \text{ 隻遭遇の発生確率}) \times (\text{避航処理に失敗する確率})$$

2隻遭遇の確率は高いが、その避航処理は比較的容易である。また、sが3隻以上の場合には、遭遇確率は低くなるが、その避航処理の失敗確率は大きくなる。そのため、2隻遭遇の場合が船舶衝突確率に反映するのは、遭遇頻度の高い場合である。遭遇頻度の低い場合には、避航処理の難しい遭遇隻数sが大きい場合が支配的となる。遭遇問題を操船の現実的な問題として考えると、複数船遭遇問題は、2隻遭遇の連鎖と考えるのが妥当であり、この考えにたてば、船舶航行をモデル化してシミュレーション実験することができ、航行の安全に関する諸要因の評価が可能となる。

高速船対高速船（1隻）の避航操船実験を行い、出会い角度、相手船速度が避航限界距離へ与える影響を求めた。また、相手船が2隻の場合の避航操船実験を行った。

高速船の安全性を評価する要素として、船舶の衝突発生メカニズムに基づいた衝突確率を求める方法を提案した。実際の遭遇問題に対しては、これを2隻遭遇の連鎖して捉えることで避航の解が得られる。一般的には、他船に関する情報が正確に得られるとすれば、速度の余裕があること、高速船同志は航路を交差させない等の施策により、航行の安全を確保することが可能である。更に、現実的な遭遇問題を分析することによって、高速船の衝突問題を、船舶遭遇頻度や諸要因から評価することができ、これを基に高速船の安全に関する議論が可能となる。