

航路上の船舶衝突確率について (横切りのない場合)

京都大学工学部 正会員 黒田勝彦
 京都大学工学部 正会員 喜多秀行
 日本住宅公団 正会員 堀 高志

1. はじめに

航路計画を策定する場合、安全性の検討は経済性の検討と共に不可欠なものである。特に昨今の交通量増加や船舶の大型化に伴ない、海難事故が多発化・大型化している状況下ではなおさらである。このような見地から筆者らは航路計画策定の際に検討すべき諸要因を明示的に組み込んだ船舶衝突事故率推定モデルの開発を進めてきた。本報告は船舶の衝突形態をさらに詳しく表現することにより先に提案したモデル¹⁾²⁾の改良をはかろうとするものである。前のモデルは避航中の2船は3船に衝突することはないと仮定していたが今回は、この点に重点を置いて考察する。

2. 解析の仮定

- (i) 水路及航路 —— 水路は幅が一定で横切り航行のない西側通航航路とする。
 (ii) 通航船舶の船型構成 —— 航行船舶は一定の船型構成分布をもつ。
 (iii) 船舶交通特性 —— 航行船舶は独立に定速航行し、水路の船舶交通流は定常とする。
 また、船舶の速度は船型別に正規分布に従うものとする。
 (iv) 避航と避航開始距離 —— 避航は艀舵のみで行ない、行き合い関係では出会い2船は同時に避航を開始する。追い越し関係では追い越し船のみ避航を行ない、必ず被追い越し船の右側へ避航するものとする。反航船との避航開始距離 l_H 及び同航船との避航開始距離 l_0 は正規分布に従うものとする。このとき平均・分散は式(1)³⁾となる。

$$l_H = -931.4 + 459(V_1 + V_2), \sigma_H = 437 \text{ (m)} \quad \text{ただし } V_1, V_2 \text{ は出会い2船のそれぞれの速度 (m/min)} \quad (1)$$

$$l_0 = 326 - 139X_1 + 344X_2, \sigma_0 = 102 \text{ (m)} \quad \text{ただし } X_1 \text{ は追い越し船の, } X_2 \text{ は被追い越し船の総トン数 (GT)}$$

3. 出会い及衝突の定義、衝突確率

横切り航行を考えていないため、船舶を船幅を直径とする円で表現する。そして出会い事象を「円で表現された船舶が掃引するであろう領域内に円づく円で表現された他船がいる事象」と定義する。また、船型・速度・艀舵角などから避航限界距離を求め、衝突を「避航開始距離が避航限界距離より短くなったとき」と定義する。この際、着目船が、①反航船と衝突する ②同航船に追突する ③同航船に追突される の3つの場合に分けて検討する。まず、出会いの定義より着目船の船型がA、進行方向がd、他船の船型がKのときの出会い確率 P_{dAK} を求める。次に衝突の定義より出合った船舶との衝突確率 $P_{c,dAK}$ を求める。一方、避航中と出合った船舶以外の3船に衝突する確率 $P_{c,dAK}$ を次のようにして求める。ここでは避航終了後、3船との距離 l が避航限界距離に足りず、止むなく衝突にいたる場合のみを考慮する。船舶は避航終了時、船首間隔 l なる2船間に割り込む形となる(図1参照)。そして、船首間隔 l の分布は指数分布に従い、かつ着目船がどの位置に割

り込むかがすべて同等であるとしてこの衝突確率を求める。以上から1回の出会いにおけるお3船を考慮した衝突確率は、

$$P_{DAK} = P_{DAK} \{P_{1,DAK} + (1 - P_{1,DAK}) \cdot P_{2,DAK}\} \quad (2)$$

となる。

4. 水路の平均衝突危険度

着目船が水路内を航行中、出会う可能性のある船型Kの船舶の隻数を N_{DAK} とすると、進行方向dに航行する船型Aの船舶が水路を通過するときの衝突確率は次式のようになる。

$$P_{dA} = 1 - \prod_{i=1}^K (1 - P_{dAK(i)})^{N_{dAK(i)}} \quad (3)$$

ただし、船型を1~Kとし、K(i)は船型iを意味する

これをもとに、着目船の船型・進行方向の生起確率を考慮して水路の平均衝突危険度が求められる。そのプロセスチャートを図2に示す。

5. 数値計算結果

避航中のお3船との衝突を考慮した衝突確率に及ぼす航路幅W、航路長 L_c 、交通量Qの影響をみた。その結果を図3~5に示す。図より衝突確率に対して交通量・航路長は比例関係に、また航路幅はその常用対数が比例関係にあることがわかった。したがって航路幅拡張による衝突事故軽減は、航路幅が狭いときがより有効であると言える。

(参考文献)

- 1) 河野・長尾・黒田: 海上交通事故分析の確率・統計理論による基礎的研究 土木学会第35回年講概要集第4部, 1980
- 2) 黒田・喜多: 通航船舶制限が海上衝突事故率に与えた影響, 第3回土木計画学研究発表会講演集, 1981
- 3) 運輸省第3港湾建設局: 海上交通計画調査報告書, 1973

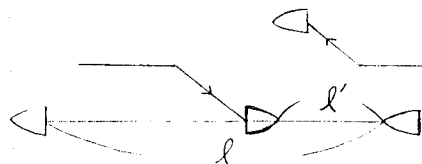


図1 お3船との衝突

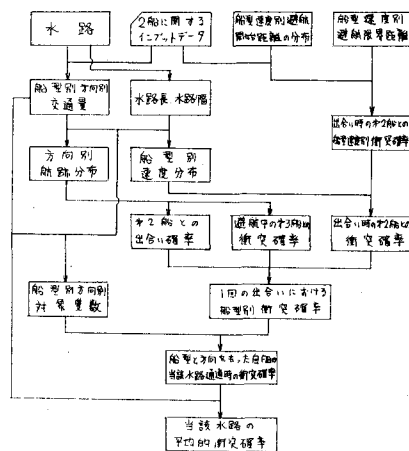


図2 任意水路における衝突確率推定のプロセスチャート

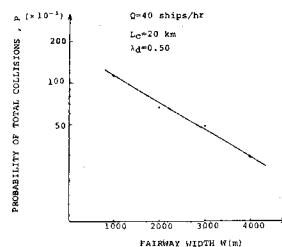


図3 COLLISION PROBABILITY VERSUS FAIRWAY WIDTH

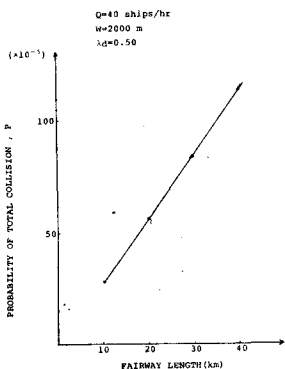


図4 COLLISION PROBABILITY VERSUS FAIRWAY LENGTH

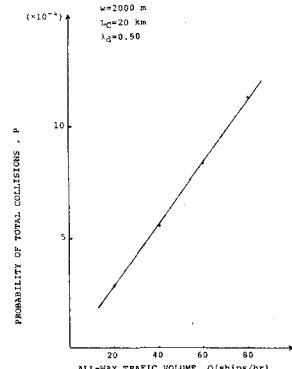


図5 COLLISION PROBABILITY VERSUS TRAFFIC VOLUME