

海洋構造物の新設に伴う航跡分布の変化予測に関する実証分析

鳥取大学工学部 正 会 員 喜多 秀行
鳥取大学大学院 学生会員 ○横川 元一
鳥取大学工学部 正 会 員 奥山 育英

1. はじめに

可航水域に海洋構造物を新設する際には、周辺の海上交通に及ぼす影響を予め把握しておく必要がある。しかし、船舶の通過コースの変化を予測する従来の方法は、他の構造物や船舶を考慮していないため、幅員海域にそのまま適用できない。そこで本研究ではこれらの影響を考慮して、幅員海域への適用を可能とすべく従来の予測モデルに改良を加え、観測データを用いてその妥当性を検討した。

2. 航過距離分布の推定に関する従来の研究

構造物の周辺を航行する船舶の操船者は、構造物が存在することによって生じる様々な危険を想定して航行している。先に、著者の1人は、危険回避のための操船方法に着目することにより、操船者の通過コース選択を表-1に示す3つの操船基準として整理し、これをもとに海洋構造物の新設に伴う航跡分布の変化を推定するモデル¹⁾を提案した。

このモデルは、非幅員海域においては実測値とよい一致が見られるが、幅員海域においては観測結果よりも障害物に対する側方航過距離を過大に評価する傾向がある。これは衝突を避けるべき対象物が単一であるという暗黙の前提があったためであるが、他の障害物や船舶が存在する場合には特定の対象物に対して側方航過距離を大きく取ることがかえって大きな危険をもたらすこともありうる。そのため幅員海域に対する推定モデルはこれらのことを考慮に入れなければならない。

3. 幅員状態を考慮した航過距離分布推定手法

海洋構造物が設置されている幅員海域を航行する際の主たる危険は当該構造物への衝突、ならびにそれを避けようとして生じる周辺航行船舶への衝突の2つであり、操船者は通常、状況に応じて表-1に示した操船基準に対応する離隔距離を確保すべくコースを選定して危険を避けていると推察される。離隔距離の構成要素 S_{ij} には、ほぼ確定値をとるもの

表-1 衝突対象物に対する避航操船基準

【操船基準1】 定常的な航行中に生じる最大の側方偏位に対しても構造物に衝突しないだけの離隔距離(S_1)に対応したコースラインを選ぶ
$S_1 = S_{11} + S_{12} + S_{13} + S_{14}$ S_{11} : 応答遅れによる側方偏位量 S_{12} : ムツ層 S_{13} : 不測のおれ量 S_{14} : 航過船に対する構造物クリアランス
【操船基準2】 逆航制動による避航時にも構造物に衝突しないだけの離隔距離(S_2)に対応したコースラインを選ぶ
$S_2 = S_{21} + S_{22} + S_{23} + S_{24}$ S_{21} : 逆航制動による側方偏位量 S_{22} : ドリフト量 S_{23} : 不測のおれ量 S_{24} : 漂流船に対する構造物クリアランス
【操船基準3】 大角度転舵による旋回避航時にも構造物に衝突しないだけの離隔距離(S_3)に対応したコースラインを選ぶ
$S_3 = S_{31} + S_{32} + S_{33} + S_{34}$ S_{31} : 旋回に要する最大横距 S_{32} : ドリフト量 S_{33} : 不測のおれ量 S_{34} : 航過船に対する構造物クリアランス

(S_{12} , S_{14})と確率的に変動するもの(S_{11} , S_{13})があり、前者の和を W 、後者の和を F 、その最大値を F^M とすると、

$$W_i = S_{12} + S_{14} \quad (1)$$

$$0 \leq F_i = S_{11} + S_{13} \leq F^M \quad (2)$$

と表せる。対象物との間に W_i 以上の間隔が確保できなければ衝突を避けられず、逆に離隔距離の最大値 $S^M_i (=W_i + F^M_i)$ だけ離れて航行すれば衝突の恐れはない。また、 F_i は $[0, F^M_i]$ でほぼ等確率に生じする²⁾と考えてよいことから、図-1で位置 X を航行する着目船が海洋構造物に対する衝突危険度 $R_{H_i}(X)$ は、

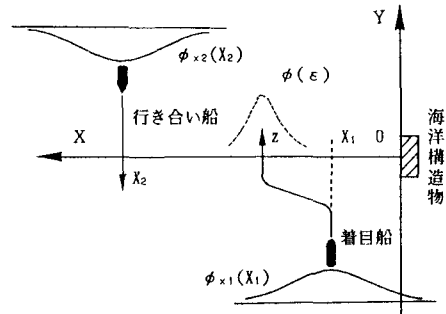


図-1 設定した座標系

$$R_A(X) = \begin{cases} 1 & \text{for } 0 \leq X \leq W_A \\ 1 - \frac{X - W_A}{F_A} & \text{for } W_A \leq X \leq S_A^m \quad (3) \\ 0 & \text{for } S_A^m \leq X \end{cases}$$

として与えられ、同様にして、行き合い船の位置が X_2 である時の行き合い船との衝突危険度 $R_B(X_2 - X)$ も求めることができる。ここに、添字A, Bはそれぞれ海洋構造物に対するものと行き合い船に対するものを意味しており、また添字_iの表記を省略した。

従来のモデルでは $R_1(X)$ のみに着目していたが、行き合い船に対する危険をも同時に考慮するためには、 $X=X_1$ を航行している着目船が危険度の和 R ,

$$R = R_1(Z) + R_2(X_2 - Z) \quad (4)$$

を最小にする目標点 $X = Z$,

$$Z = \begin{cases} \frac{F_B W_A + F_A (X_2 - W_B)}{F_A + F_B} & \text{for } W_A \leq X_2 - W_B \\ & \text{and } X_2 - S_B^m \leq S_A^m \\ S_A^m & \text{for } X_1 \leq S_A^m < X_2 - S_B^m \\ X_1 & \text{for } S_A^m < X_1 < X_2 - S_B^m \\ X_2 - S_B^m & \text{for } S_A^m < X_2 - S_B^m \leq X_1 \end{cases} \quad (5)$$

へコースを変更するものと考えればよい。ただし、現実には操船上の不確実性が存在するため、実際の航行位置は、 $X = Z + \varepsilon$ (ε はランダム項) となる。

このようにして求められる変位後の航行位置 Z を、 ε の分布 $\phi(\varepsilon)$ 、海洋構造物が設置される以前の着目船の航跡分布 (事前航跡分布) $\phi_{X_1}(X_1)$ 、着目船が構造物周辺区間を航行している間に最接近する行き合い船の航跡分布 $\phi_{X_2}(X_2)$ に関してたみ込みを行うことによって、実際の航行位置 X の分布 $\phi_X(X)$ を推定することができる。

4. モデルの現象説明力に関する実証分析

検討の対象とした水域は、明石海峡航路の周辺水域である。事前航跡分布は明石海峡大橋の橋脚建設のための作業区域が設置される以前の昭和61年3月の観測データ³⁾、事後航跡分布は同年11~12月の観測データ⁴⁾を用いた。

この作業区域は、橋脚のように衝突することがそのまま大きな惨事につながる“固い”構造物ではなく、通常の航路分離線と同様のブイで囲まれた水域

であるため、操船基準1に相当する操船がなされるものと推察される¹⁾。

作業区域に対する側方航過距離分布の実測値と計算値とを比較した結果を図-2に示す。提案したモデルによる推定値は観測値と良好な一致を見せ、従前のモデルと比較しても現象をよりよく説明していることが理解される。

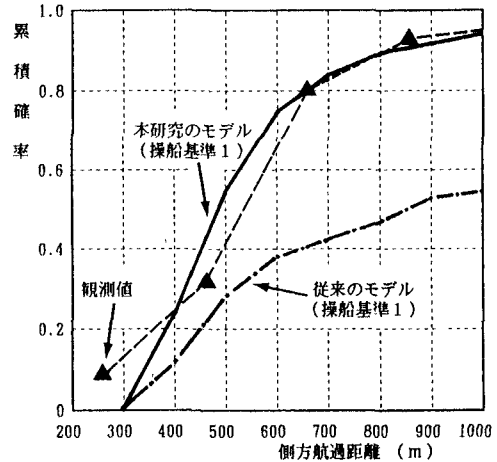


図-2 計算値と観測値の対比

5. おわりに

本研究では、従来考慮されていなかった行き合い船に対する衝突危険度を組み入れることにより、海洋構造物に対する側方航過距離分布の予測モデルを幅狭海域に適用することが可能となった。このモデルは比較的良好な現象説明力を持つことが確認されているが、行き合い船の回頭の可能性の考慮など、いくつかの改良を図ることも必要である。

最後に、実証分析に用いた観測データを提供いただいた神戸商船大学原潔教授、大島商船高等専門学校辻啓介講師に謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 喜多秀行・辻俊昭：海洋構造物による航跡分布の変化予測に関する基礎的研究，土木学会第43回年次学術講演会講演概要集，IV，pp.286-287，1988
- 2) 神戸商船大学港湾運航技術研究会：瀬戸内海航路の余裕水深と航路幅員に関する調査報告書，pp.37-48，1964
- 3) 神戸海難防止研究会：昭和60年度明石海峡船舶交通実態調査報告書，1985
- 4) 神戸海難防止研究会：昭和61年度明石海峡船舶交通実態調査報告書，1985