

京都大学工学部	正会員	喜多秀行
京都大学工学部	正会員	長尾義三
京都大学工学部	正会員	黒田勝彦

1. はじめに 航路計画を策定する際、そこを利用する船舶の航行安全性に対する検討が重要であることは言うまでもない。何らかのリスクが内在するシステムの改良計画を策定する場合、リスクの分析とその評価を行なうことが必須となる。この点が通常の施設計画と異なる点であり、航路改良計画に関しては、海難事故の分析・評価を航路の設計変数と明確に対応づけて行なうことがこれに相当する。このことを踏まえて、本研究では、航行安全性の向上を目指した航路改良計画の方法論を、リスク・アセスメントの考え方に基いて提案する。

2. 航路改良計画のシステム把握とサブシステムの解析 航路改良計画を一つのシステムと捉え、これを構成するサブシステム相互の関連をリスク・アセスメントの手順と対応づけて整理したものが図-1である。

まず、対象とする航路を、その上を航行する船舶交通流をも含めて明らかにすることから作業は始められる。これを航路システムと呼ぶこととすると、それを特徴づける要素は、航路特性、交通特性、船舶特性、操船者特性、ならびに自然条件に大別される。このうち、操作可能な要素のすべてが本来は検討の対象となるのだが、ここでは簡単のため、航路幅のみをもって計画変数とする。

次に、明らかにされた航路システムと検討対象となるリスクとの関連づけを行なう「リスク決定システム」に進む。本システムは、航路システムにどのようなリスクが存在するのかを列挙すると共にその性格を明らかにし、計画策定時に考慮すべき重要なリスクを抽出する「リスクの同定」、および、原因となる航路システム構成要素と結果として生じるリスクとの関係を定量化する「リスクの推定」の両者からなる。航路におけるリスクには衝突、乗り揚げ、沈没、火災、機関故障などがあるが、本研究ではまず衝突のみをもって航路改良の際考慮すべきリスクとし、筆者らによるOSHICOP-モデル¹⁾を導入してこれを見積もることとする。

一方、「旅行（航行）時間推定システム」は、混雑により生ずる航路通過所要時間の増分を推定するシステムである。ここでは、先に開発した船舶の航行挙動に基づくシミュレーション・モデル²⁾を改良して用いる。図-2は実績値ならびに同一条件の下での推定値を比較したものであり、ほぼ良好な現象再現性が認められる。

図-1は航路改良計画のシステム把握を示すフローチャートである。図-2は旅行時間の推定値と観測値との対応を示す散点図である。

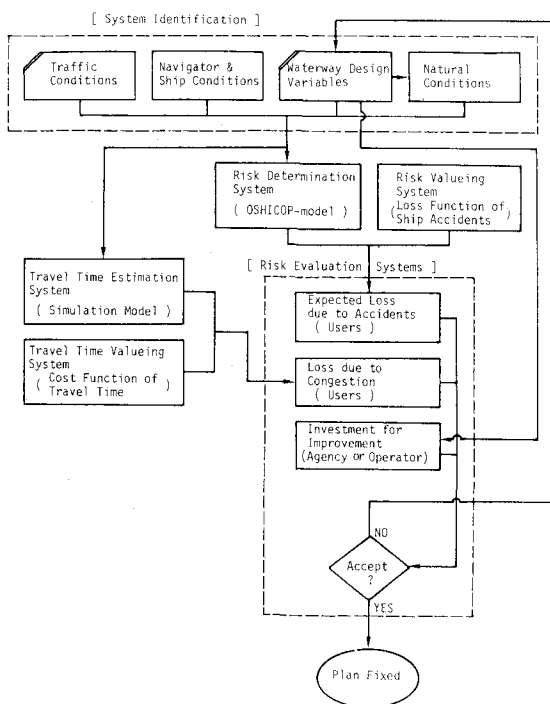


図-1 航路改良計画のシステム把握

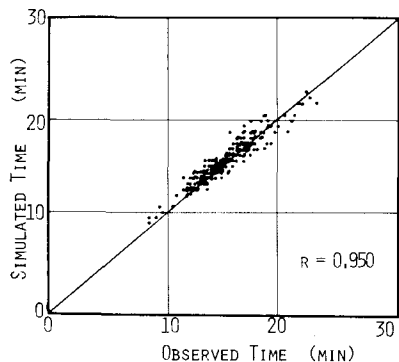


図-2 旅行時間の推定値と観測値との対応

さて、「リスク決定システム」により見積もられたリスクと「旅行時間推定システム」により求められた旅行時間とは互いに異なる単位を持っているため、このままでは比較することが困難である。そのため両者を共通の尺度に変換しておくことが要請される。本研究では航路改良費用と比較する必要上これらを貨幣タームで表わすこととする。この手続きを行なう部分が「リスクの価値評価システム」である。ここでは、衝突により被る船体と積荷の被害をもって衝突がもたらす損失とし、衝突事故に関する調査資料を収集・解析することによってこれを求めた。結果を図-3に示す。また、混雑によりもたらされる損失は、燃料費、船費、貨物金利によりその大部分が占められるため、これらを計算することにより算定する。

「リスク評価システム」は、リスクの受け手、すなわちリスクの減少ないし回避を望む評価主体が、どの程度ならばそのリスクを許容するか、そしてさらに、どの対応策が最も望ましいものとなるかを探るシステムである。本研究では、リスクを減少させるための努力とリスクの減少によりもたらされる便益とを比較することにより評価を下そうとする「リスク・費用・便益法」の考え方をとるため、種々の航路改良計画代替案の中から、純便益が最大となる代替案が選択される。

3. 数値計算例 延長10km、幅員500m、時間交通量40隻の一方航路を拡幅してより高い航行安全性を確保するための改良計画の例を考えよう。パラメータ $\mu_{\omega}=1.60$ 、 $\sigma_{\omega}=0.25$ で規定される船型構成は、ほぼ現在の浦賀水道航路におけるものに相当する。混雑による遅れ損失と事故損失の和の期待値をもって利用者の総期待費用とし、先に述べた方法で航路幅 W の変更に伴うその変化を示したものが図-4である。一方、改良費用が掘削土量に比例すると仮定すれば、単位土量あたり掘削費用と航路断面を与えることにより、これを求めることができる。図-5は期待総費用の減少分としての利用者便益と、図中に示した断面を想定した場合の航路改良費用、ならびに両者の差として与えられる純便益が、改良後の航路幅によって変化する様子を示している(C_T 、 T 、 r_s はそれぞれ単位土量掘削費用、耐用年数、社会的割引率を表わす)。本図より、設定条件の下では、900mの航路幅が最も望ましい代替案とみなされることが理解されよう。

以上の検討から、本研究で提唱する方法論と用いたモデルの有効性がある程度示されたと考えるが、紙幅の制約上、詳細は講演時に述べることにする。

参考文献

- 1) 黒田・喜多：OSHICOP-モデルによる航路整備と航行規制効果の検討，土木学会論文報告集，No. 343，1984
- 2) 喜多・黒田・河野：避航領域に着目した海上交通容量の一試算，土木学会第38回年講概要集，1983

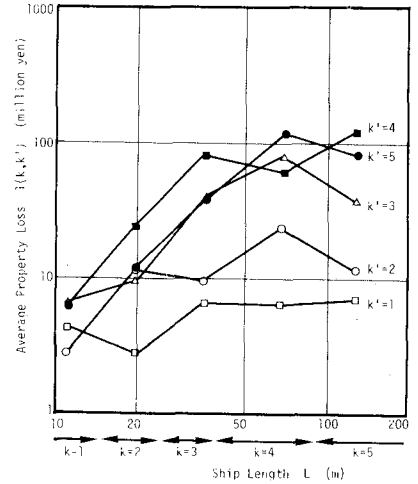


図-3 船型対別平均損害額

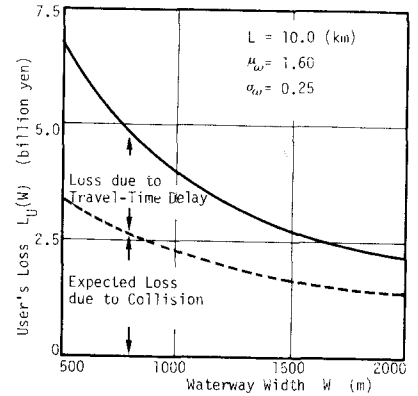


図-4 利用者の期待費用

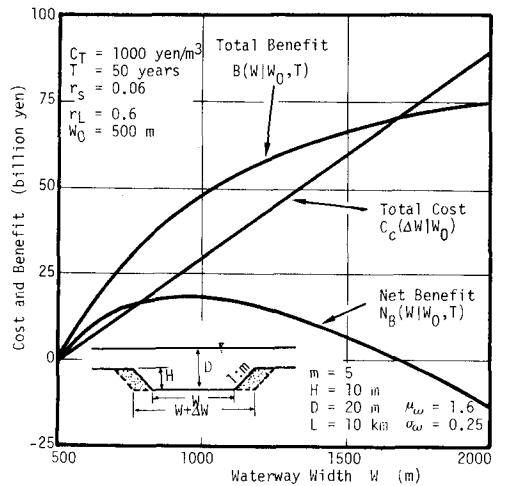


図-5 航路拡幅に伴う純便益の変化