

船舶の統計特性に基づく船舶接岸用防舷材の設計に関する研究

鳥取大学工学部 F10-会員 上田 茂
鳥取大学大学院 学 生 員 ○平野 敏彦
中央開発株式会社 寺崎 誠

港湾空港技術研究所 正 会 員 山本 修司
港湾空港技術研究所 正 会 員 白石 悟
(株)ブリヂストン 山瀬 晴義

1. はじめに¹⁾

防舷材を設計する際、現行法では最大船型または標準船型に対する接岸速度と偏心係数を与えることで確定的に求めている。しかし、実際には任意の対象船舶の重量トン数に対するそれらの諸値は必ずしも一定ではなく、バラツキを有している。そのため、計画船型通りに船舶が入港しても船舶の接岸エネルギーが防舷材の吸収エネルギーを越える可能性がある。本研究では接岸エネルギーを赤倉²⁾により求められた船舶の統計特性に基づき算定し、統計的手法による船舶接岸用防舷材の設計について考察した(図-1)。

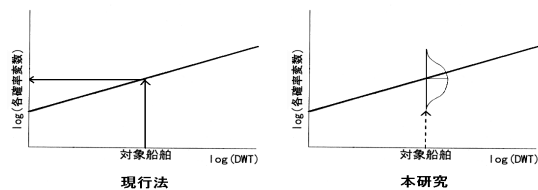


図-1 現行法と本研究

2. 本研究の防舷材設計手順

対象船舶の重量トン数と排水トン数、接岸速度などの回帰式を用いて各諸元を算定する。その際、各諸元の分布形は赤倉²⁾により正規分布に近似する。ただし、ある種の防舷材の吸収エネルギーは規格値に対し正規分布に従うことから、やや安全側であると思われるが、ここでは保証される最低値として規格値の90%を用いた。設計基準式は $G = Z \cdot E_{cat} - M \cdot V_b^2 \cdot C_M \cdot C_e / 2$ である。ここに、 Z :防舷材規格値に対する低減係数、 E_{cat} :防舷材規格値、 M :船舶質量、 V_b :接岸速度、 C_M :仮想質量係数、 C_e :偏心係数である。これらを用いて、適切な超過確率に対する吸収エネルギーと安全係数を検討した。その手順を以下の図-2に示す。

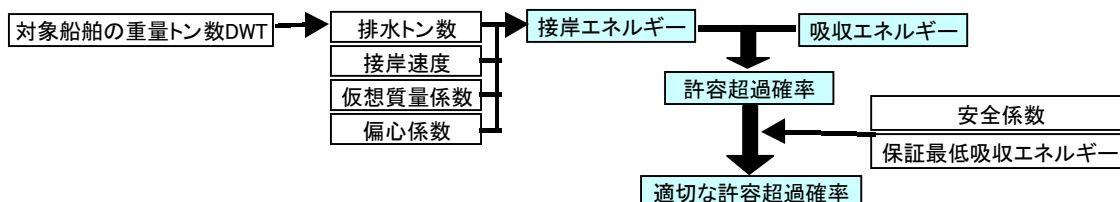


図-2 研究の手順

3. 防舷材の設計に関する確率変数の統計的特性および推定方法

(1) 接岸エネルギーに関する確率変数^{4) 5)}

接岸エネルギー E_s の算定に必要な M :船舶質量や V_b :接岸速度、 C_M :仮想質量係数、 C_e :偏心係数は、重量トン数 DWT との関係式(図-3～6)より求めた。

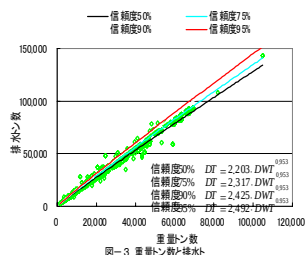


図-3 重量トン数と排水量

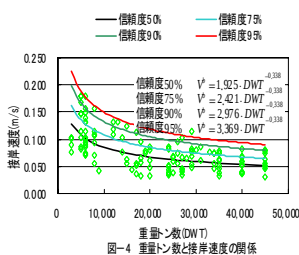


図-4 重量トン数と接岸速度の関係

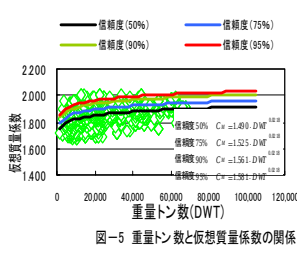


図-5 重量トン数と仮想質量係数の関係

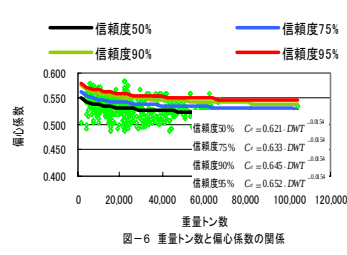


図-6 重量トン数と偏心係数の関係

キーワード：船舶接岸用防舷材、統計特性、接岸エネルギー、吸収エネルギー、超過確率、安全係数

連絡先(〒680-8552 鳥取市湖山町南 4-101 Tel: 0857-31-5286 FAX: 0857-28-7899)

(2) 防舷材の設計

一例として、35,000DWT 船舶の防舷材の設計例を表 - 1 に示す。ここでは、設計は接岸速度の信頼度 75%、90%、95%とDT, C_M , C_e の信頼度 75%、90%、95%の9通りの組み合わせで行なった。

(3) 確率変数の算定結果

図-3～6に示した関係式より、1例として35,000DWT 船舶についてDT, V_b , C_M , C_e について算定した分布形を図-7～10に示す。

表 - 1 防舷材の設計(35,000DWT)

接岸速度 (信頼度)	DT, C_M , C_e (信頼度)	防舷材 吸収エネルギー
75%	75%	13.0 (tfm)
	90%	14.1 (tfm)
	95%	14.9 (tfm)
90%	75%	19.6 (tfm)
	90%	21.4 (tfm)
	95%	22.5 (tfm)
95%	75%	25.1 (tfm)
	90%	27.4 (tfm)
	95%	28.8 (tfm)

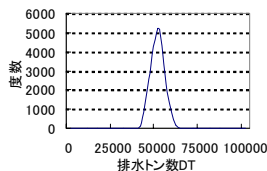


図-7 排水トン数の算定結果

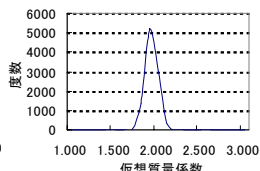


図-9 仮想質量係数の算定結果

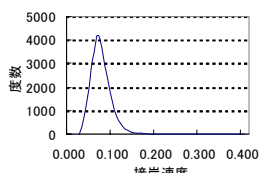


図-8 接岸速度の算定結果

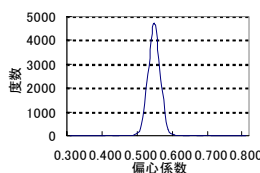


図-10 偏心率の算定結果

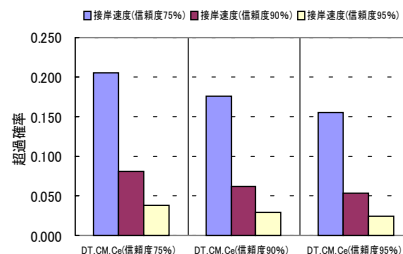


図-11 超過確率の算定結果(35,000DWT)

4. 超過確率の算定

ここでは、モンテカルロシミュレーションにより超過確率を求めた。例えば 35,000DWT 船舶については、DT, V_b , C_M , C_e を乱数発生させ接岸エネルギーを求め、表-1 に示した防舷材の吸収エネルギーと比較した。なお、シミュレーション回数は10,000回である。算定結果を図-11に示す。

5. 安全係数の算定

適切な許容超過確率を満足するために必要な防舷材の保証最低吸収エネルギーと安全係数を算定した。図-12は、例えば接岸速度の信頼度 95%として設計した場合の超過確率と安全係数を示したものである。

6. まとめ

接岸エネルギーに最も影響を与える確率変数は、接岸速度である。これは、接岸エネルギーが接岸速度の自乗に比例するためであると考えられる。

現行法により適切な許容超過確率を満たすためには、本研究で得られた安全係数を接岸エネルギーに見込む必要がある。

以上のことは、防舷材の設計において、接岸エネルギーに関する各諸元を統計的に扱うことの必要性を示唆している。

参考文献

- 1) 上田茂・梅村亮・山本修司・赤倉康寛・白石悟・山瀬晴義(2000) : 統計的手法による船舶接岸用防舷材の設計に関する研究、第56回土木学会年次学術講演会
- 2) 赤倉康寛・高橋宏直・中本隆(1998) : 統計解析等による対象船舶の諸元、港研資料、No.910、23 p .
- 3) 守屋義一・吉田行秀・伊勢博・宮崎和行・杉浦淳(1991) : 船舶の接岸速度に関する現地調査 海岸工学論文集第38巻、pp.751-755 .
- 4) 上田茂(1981) : 大型タンカーの接岸力に関する研究、港研資料、Vol.20、No.2、pp169-209 .
- 5) (社)日本港湾協会(1999) : 港湾の施設の技術上の基準・同解説、pp.48-55 .

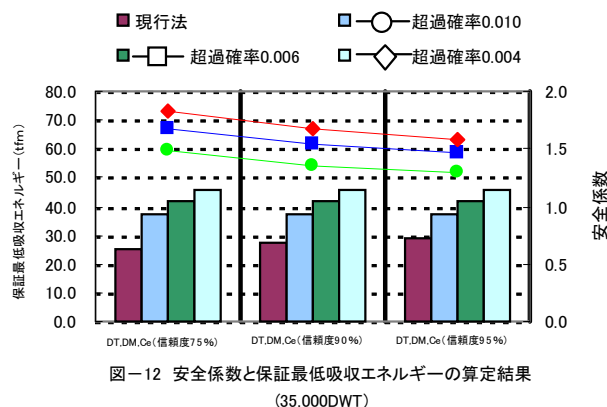


図-12 安全係数と保証最低吸収エネルギーの算定結果 (35,000DWT)