# 35　任意形状漂流物体の漂流抵抗簡易推定法

環境・エネルギー研究領域 海洋汚染防止研究グループ ＊星野邦弘、原 正一、山川賢次
海洋開発研究領域 海洋資源利用研究グループ　　湯川和浩

## 1．まえがき

漂流物体の流体抵抗を知ることは、漂流物体の漂流速度や漂流方向を推定する上で必須である。また、損傷船舶の曳航時の曳航抵抗とも同一である。したがって「荒天下における航行不能船舶の漂流防止等に関する研究」の２つの中分類①漂流運動の研究および②最適曳航法の両方の研究テーマを進める上で必要不可欠な要素研究の一つである。本推定法は、数値計算や実験によらずデータベースから形状影響、３次元影響および流入角影響を含んだ形で最も正しいと思われる漂流抵抗を出力しようとするものである。入力データの作成に手間がかからず、即時に結果が出力されるため海難事故等の緊急時の曳航支援システムや漂流シミュレーションシステムに組み込む利用することを想定して開発している。

## 2．損傷船舶の漂流抵抗推定

任意形状漂流物体の漂流抵抗推定の流れを図-1に示す。開発する漂流抵抗推算プログラムは船舶以外の漂流物体にも対応するよう汎用性を持たせて開発している。推定法は通常の船舶か任意物体であるかによって大きく異なる。通常の船舶で転覆や損傷等を受けていない場合は「一般船舶流体力データベース」から最も対象船舶に近い流体力を選び漂流抵抗を推定する。「一般船舶流体力データベース」には現時点でタンカー、LNG船、コンテナ船、PCC、タグボート、各種バージ等の8種類、12隻のデータを準備している。データは流体の作用角度βが1度毎のデータとしてファイルに書き込まれる。「一般船舶流体力データベース」は国内外で発表されたデータを追加整備して行くことで充実していく予定である。

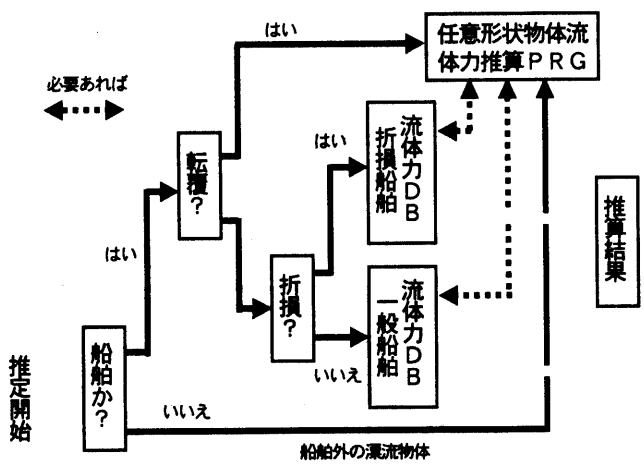



図-1　漂流抵抗推算の全体の流れ

「一般船舶流体力データベース」から漂流抵抗の概算値を知ることが出来るのは、船舶が外的な損傷を受けずに機関故障等により航行不能になった場合に限られる。一般的には、損傷船舶は浸水等により船体の傾きが生じ、場合によって折損や転覆により船の全体形状が大きく変わっていると考えられる。このような場合はあらかじめ実験で求めた折損等による流体力変化のデータベースから外挿、内挿により求めることになる。しかしながら、損傷時の船舶の漂流抵抗推算に使えるデータは、著者らの調べた範囲では海上技術安全研究所で実施した分割タンカー模型の流体力計測実験（未公表）のみである。従って、既存の船舶流体力計測実験結果のデータベース化により損傷船舶の漂流抵抗を簡便に推算するツールを作ることは現状では困難である。船舶流体力のデータベース化と合わせて、2次元、3次元物体に加わる流体力に関する既存の研究成果の組合せにより漂流抵抗を推算する漂流抵抗簡易推算法を作ることとした。漂流抵抗簡易推算法の出力結果の精度は、緊急時の漂流シミュレーション等に利用するためにおよその漂流抵抗を知る事を目的とし、操縦流体力係数のような細かい議論に耐え得るるものではない。

### 3．任意形状物体の漂流抵抗簡易推算法

任意形状物体の漂流抵抗推算方法を以下に説明する。図-2に任意形状物体の簡易推算法全体の流れ図を示す。

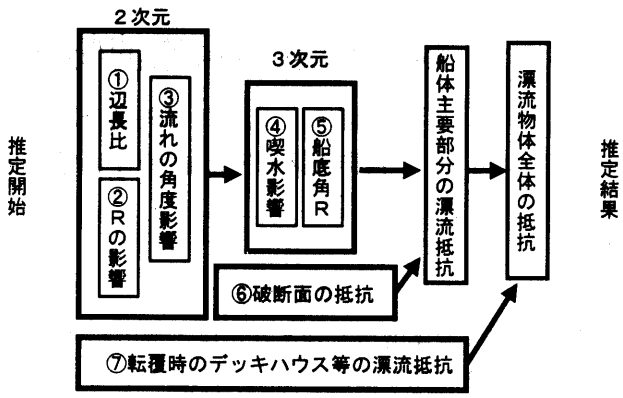



図-2　任意形状物体漂流抵抗簡易推算法

#### ① 2次元物体としての漂流抵抗

本推定法ではまず、船体等の漂流物体主要部分の2次元抗力係数を求める。この時、流れの作用方向βが0°、90°および180°の3パターンについて求める。2次元物体の形状としては図-3に示すA)矩形、B)船首R付・船尾R無、C)楕円の3種類のデータ[1]をプログラム内に用意している。それぞれのデータは長さ・幅比（L/D）で関数近似している。この3つの中から最も適合すると思われる形状を選択する。

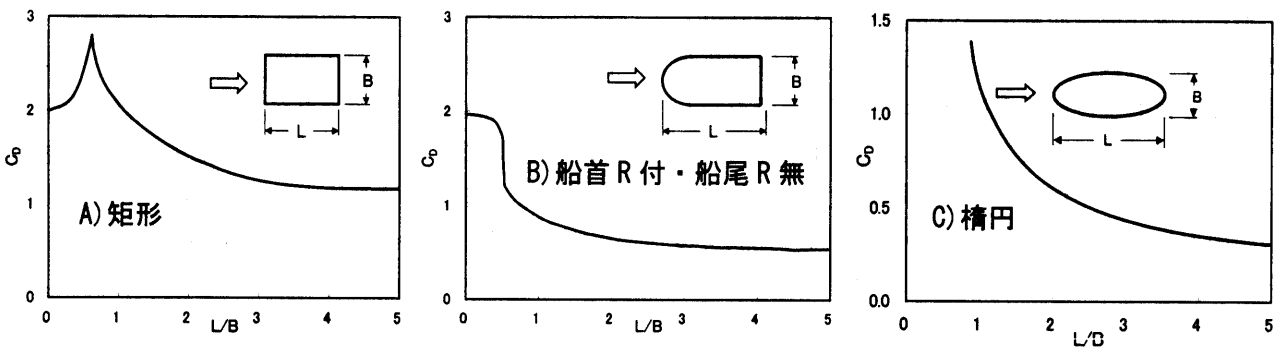



図-3　2次元柱状体の抗力係数

#### ② 2次元物体の角の丸みの影響

図-3A)の矩形柱のデータを使った場合でも図-4により角の丸みRの影響を考慮することが出来る。図-4は、角に丸みが付いていない場合の抗力を1とした場合の抗力係数変化率$K_R$のR/Bによる変化を示したものである。この場合図-3A)の矩形柱でL/Bが0.6付近の抗力係数のピークは角がシャープな場合の特徴であることに留意する必要がある。

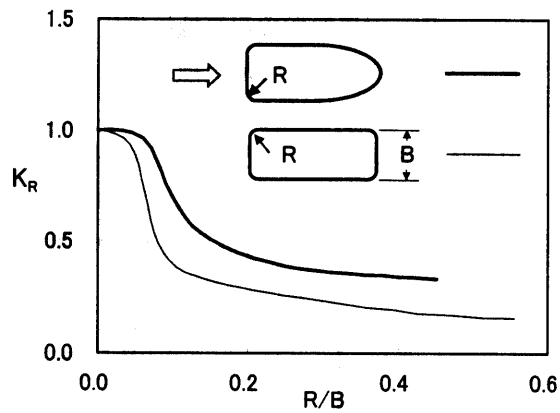



図-4　2次元柱状体のRの影響

#### ③ 流れの流入角度（漂流姿勢）

漂流物体の漂流抵抗は漂流姿勢と流れの作用方向によって異なる。図-6a)～c）に流れの作用方向による流体力とモーメントの変化[2]を示す。$C_D$、$C_L$、$C_N$の定義を図-5に示す。漂流抵抗は通常、漂流物体上に固定した座標$C_X$、$C_Y$、$C_N$で定義しているので座標変換を行う。漂流物体の2次元漂流力への換算は前述の①および②で求めたβ=0°、90°、180°の時の値を用いて図-6a)、b）、c)の値を修正することにより求める。図-6は当然、全ての形状について成り立ってうるわけでなくあくまで簡易に漂流姿勢の

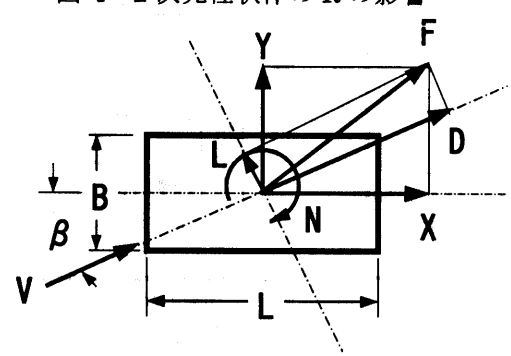



図-5　作用力の座標系

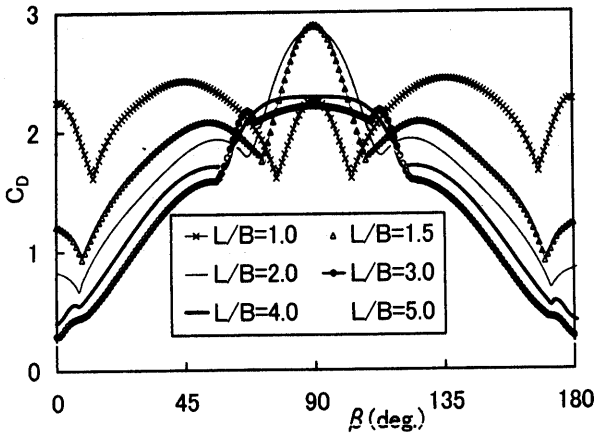



図-6 a) $C_D$のβによる変化

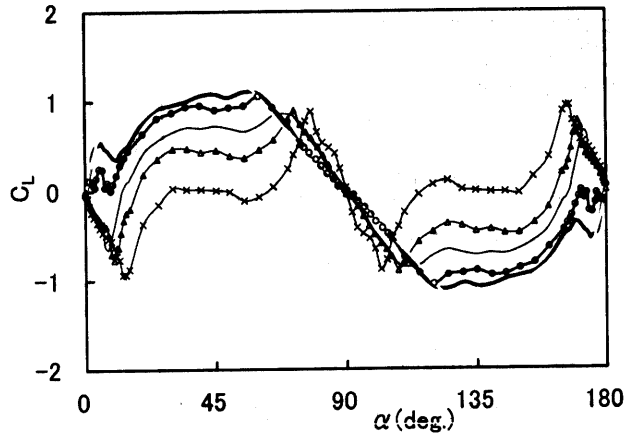



図-6 b) $C_L$のβによる変化

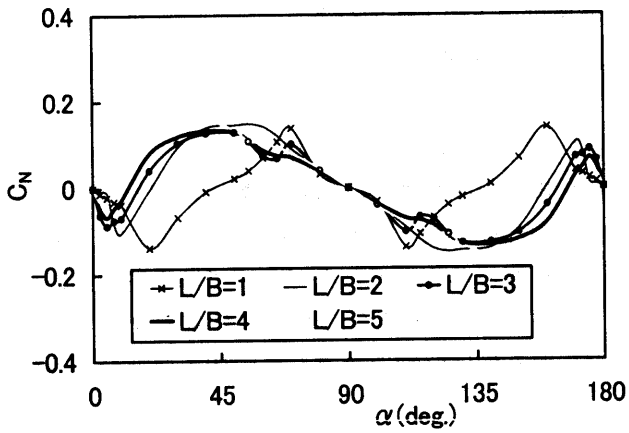



図-6 c) $C_N$のβによる変化

影響を考慮することを目的としており、プログラム内でL/Bとβの２変数の関数に近似して取り扱っている。

**④ 3次元（喫水）影響**

喫水影響は浮体の幅・喫水比（B/d）に対する2次元物体の抵抗に対する抵抗減少率として考慮する。図-7にB/dによる抵抗減衰率を示す。

**⑤ 船底コーナー丸み**

船底部のコーナー丸み影響による抵抗減少率の一例としてL/B=５の場合を図-８に示す。２次元物体の角の丸み影響を考慮した図-４を用いてこの影響を考慮した場合も大きな差はない。

**⑥ 損傷破断面の影響**

流れの正面に破断面があり内部に海水が入りこんでいる場合に漂流抵抗は破断面がない場合に比べて一般的に大きくなる。図-9は半円状の破断面がある場合の破断面深さによる抵抗の変化を示したものである。Kは破断面がない場合の抵抗係数に対する破断面ありの場合の抵抗抗係数変化率を示す。図の横軸は破断面の深さと直径との比である。

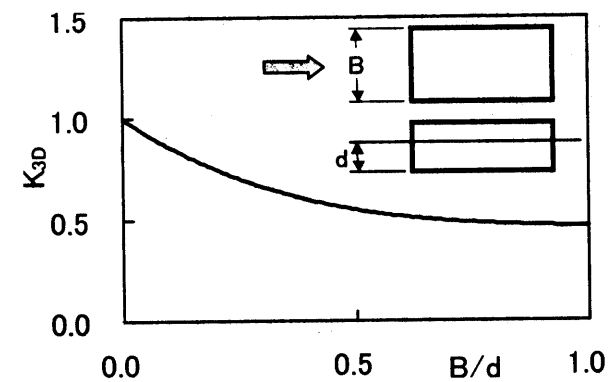



図-７ ３次元（喫水）影響

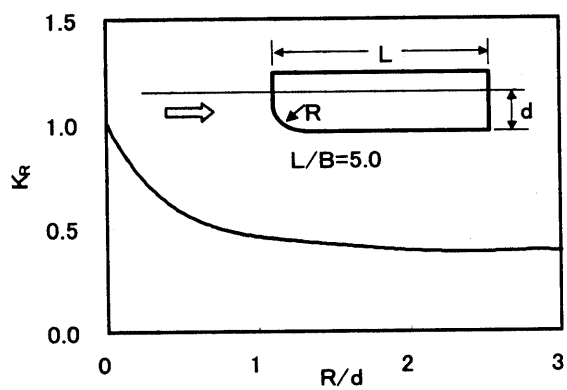



図-8 船底コーナー丸みの影響

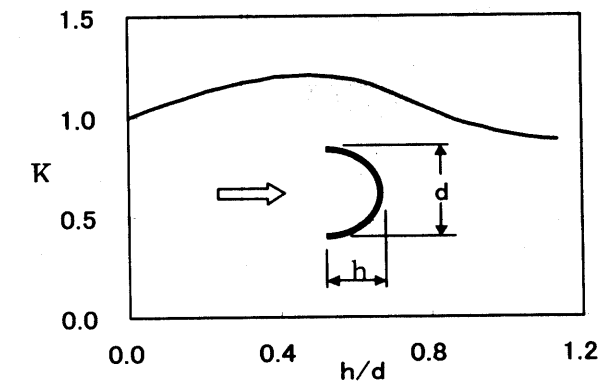



図-9 破断面の影響

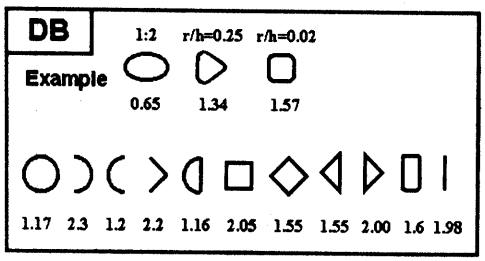



図-10　2次元漂流データベースの一例

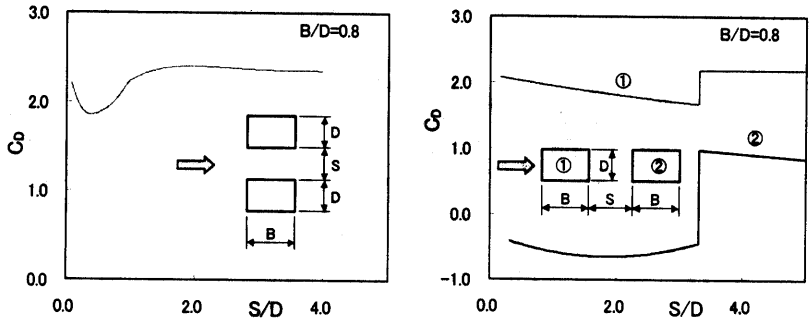



図-11　相互干渉影響

**⑦ 転覆時のデッキハウス等の漂流抵抗**

転覆時のデッキハウス等船体付加物の漂流抵抗への考慮は以下の手順で行う。

(1) 2次元漂流抵抗をデータベースより求める。(図-10)

(2) 3次元影響の考慮(図-7)

(3) 相互干渉および流向の考慮（図-11）
図-11は縦および横配列の角柱間の相互干渉影響である。データベースでは千鳥配列および円柱間の相互干渉影響も考慮できる。

(4) 取り付け位置を考慮して船体主要部分の漂流抵抗に加える。

## 4. 漂流抵抗推算結果の一例

図-12に任意形状物体漂流抵抗推算方法による漂流抵抗の推算結果の一例[3]を示す。対象としたものは船首が楔状でその他は箱型の幾何学形状モデルである。図中の丸印は実験結果であり、実験値と推算値は良く一致している。一般の船舶についても本推算法で推算を試みたが漂流抵抗の定量的な値はほぼ一致したが、$\beta$に対する変化はかなり異なる場合もあった。講演では通常船舶や損傷船舶の漂流抵抗推算の実例についても紹介する。

## 5. あとがき

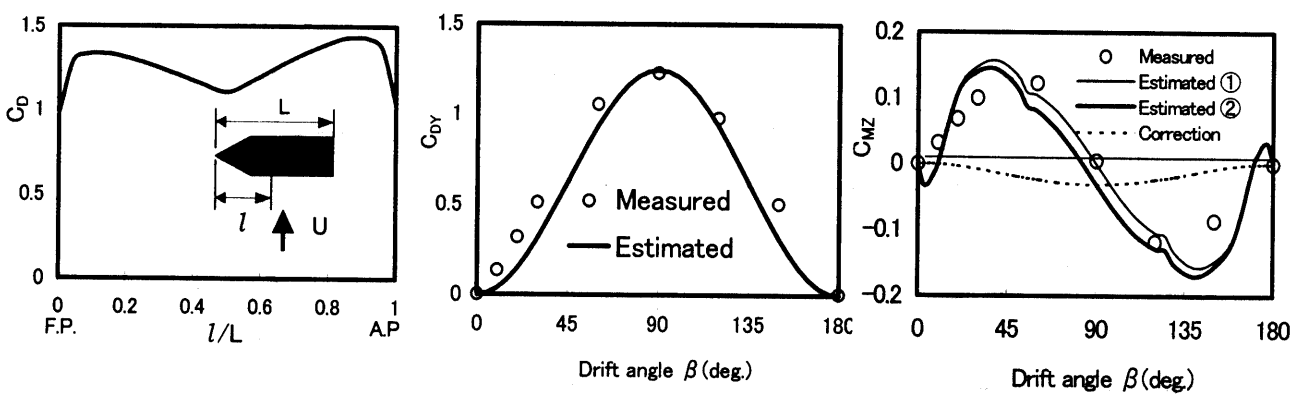
任意形状物体の漂流抵抗簡易推算法の概要を示した。開発しているプログラムはＰＣのウインドウ上で動くアプリケーションとして開発中であり、曳航支援システムや漂流シミュレーションシステム等の他のシステムへも組み込もことを想定している。現状では一般船舶等へ適用した場合の細かな推定精度に難があるが、元々物理的根拠が希薄な推定手法であるので実用性を優先し、通常船舶や損傷船舶の流体力データベースを充実させたい。その結果を組み込むことでより現実に添った結果が得られるようにプログラムの改良を行う予定である。

## 参考文献

1) Horner, S.F. : Fluid-Dynamic Drag, Published by the Author(1965)

2) 中村泰治他：構造基本断面の空力特性、日本風工学会誌 NO.36(1988)

3) 星野邦弘他：損傷・転覆船舶に働く流体力の推定について、西部造船会会報 第99号(2000)




(a) 横力分布（$\beta$ 180°）　(b) 横力$C_Y$　(c) 漂流モーメント$C_N$

図-12 漂流抵抗推算（幾何学船型の場合