

PrimeShip IPCA Ver.4.5 / Ver.4.5Nの新機能紹介

— Design-IPCA —

船体部

1. はじめに

PrimeShip IPCA (Integrated Program for Determining Ship Performance Capability)は、排水量、トリム、復原性、縦強度、グリーンヒーリングモーメント等の一連の船舶性能計算を行い、ローディングマニュアル、復原性資料等の完成図書の自動作成を可能とする船舶性能計算総合プログラムであり、1996年にPC-Windows版としてVer.1をリリースした。本年（2008年）に至るまで毎年にもわたり、最新の国際条約及びNK鋼船規則へ対応するためのメンテナンスを行い、一方でIPCA使用者の要望に応えよりユーザーフレンドリーなツールとなるよう改良を続けてきた。

本年（2008年）4月にリリースしたVersion 4.5/4.5Nは、2009年1月1日に発効するSOLAS確率論的損傷時復原性の改正規則（IMO Resolution MSC.194(80)）へ対応すべく計算機能の強化を行うとともに、他ツールとのインターフェース機能を大幅に向上させた。

以下に、IPCAの主な機能と最新版の新機能、改良点について紹介する。

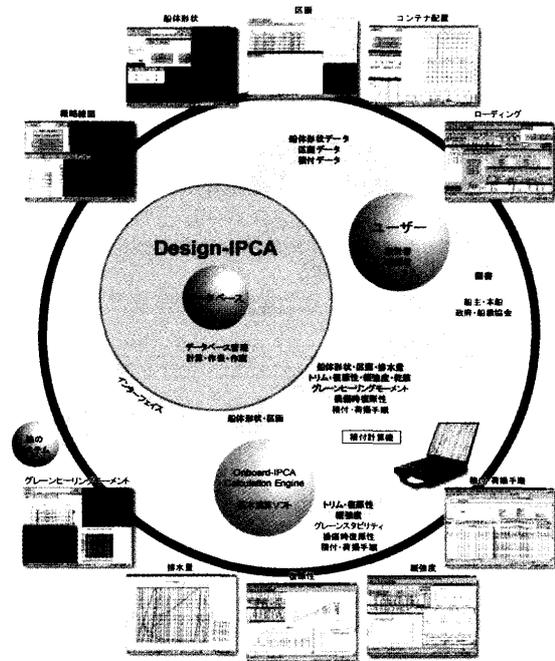


図1 IPCAシステムの概要

2. IPCAシステムの概要

IPCAには、設計用に開発されたDesign-IPCAと Onboard Computer用の基本演算に用いられる Onboard-IPCA Engineがある。IPCAシステムの概要を図1に示す。

Onboard-IPCA Engineは、積付計算機プログラムメーカーにDesign-IPCAの演算Engineのみを抽出し供与しているため、Design-IPCA用に入力されたデータをそのまま使用することが可能であり、両者の計算結果は全て同一（精度誤差がゼロ）となる。

本稿ではDesign-IPCA（以下、IPCAと称する）の機能等について解説する。

3. IPCAの主な機能

IPCAの主な機能を以下に列挙する。

(1) 船舶性能計算関係

- ・ 船型線図作成
- ・ 排水量計算
- ・ 容積計算
- ・ トリム計算
- ・ 非損傷時復原性計算
- ・ 決定論的損傷時復原性計算（D-SDS）
- ・ 確率論的損傷時復原性計算（P-SDS）
- ・ 縦強度計算

(2) 乾舷計算関係

- ・ ICLL66/88Protocol乾舷計算
- ・ 限定近海船用乾舷計算（満載喫水線規則第二章十節）
- ・ 内航船用乾舷計算（満載喫水線規則第三章）
- ・ Barge用乾舷計算
- ・ Type A /Type B-100/B-60対応浸水計算

(3) グリーンヒーリングモーメント計算

- ・ Trimming
- ・ Un-trimming

- (4) Bulk Carrier 追加要件 (SOLAS XII 章、CSR) 関連
- ・ 任意の貨物倉浸水時における復原性、縦強度計算
 - ・ 喫水の変化に応じた各貨物倉の許容積載荷重の判定
 - ・ 喫水の変化に応じた隣接貨物倉の許容積載荷重の判定
 - ・ 積付、荷揚手順の作成
- (5) 完成図書の作成
- ・ 復原性資料
 - ・ ローディングマニュアル
 - ・ 損傷時復原性計算書 (D-SDS、P-SDS)
 - ・ 穀類積載図書
- (6) インターフェース (他のツールとの双方向利用)

入力データの Import (I)、Export (E)

- ・ General Particular (I&E)
- ・ Deck & Profile (I&E)
- ・ Set-in Superstructure (I&E)
- ・ Offset (I&E)
- ・ Hatch Coamings (I&E)
- ・ Openings & Deck Edges (E)
- ・ Appendages (I&E)
- ・ Windage Area (E)

計算結果等の Export

- ・ Windage Area Table
- ・ Hydrostatic Table
- ・ Bonjeans Table
- ・ Cross Curves
- ・ Capacity Table
- ・ Volume Curves
- ・ Grain Heeling Moment Curves
- ・ Flooding Angle Curves
- ・ Trim Calculation Result
- ・ Weight Distribution Table
- ・ Results of Longitudinal Strength Calculation
- ・ Bulkhead Correction
- ・ Results of Intact Stability Calculation
- ・ Results of Grain Stability Calculation
- ・ Condition Plan and Longitudinal Strength Graph

4. IPCA の特長

- (1) 非対象船型や多胴船型へは原則的に対応できないものの、単胴船である一般商船を標準的な適用船型としているため、要求される入力点数が少なく、極めて短時間で計算を完了することができる。また、日本語のヘルプが充実している。
- (2) 常に最新の国際条約、鋼船規則に対応したプログラムが提供される。
- (3) 完成図書に含まれる関連資料を他のソフトと比べて簡便に作成可能である。

- (4) IPCA は NK の検証用ツールとしても使用されているため、復原性、縦強度の承認、乾舷指定、グレーン計算の承認が迅速である。

5. 最新版 (Ver.4.5/4.5N) の新機能及び改良点

5.1 2009 年 SOLAS 対応損傷時復原性計算機能 (II-1 章 B-1 部関連) の強化

2009 年 1 月 1 日以降に起工する船舶に適用される 2009 年 SOLAS (IMO Resolution MSC.194(80)) に対応した IPCA を Ver.4.5N、現行 SOLAS 対応版を Ver.4.5 としてリリースした。両者の違いは確率論的損傷時復原性の部分だけであり、その他の機能は同じである。今回 Ver.4.5N に対し機能強化を行った。

5.1.1 Matrix の強化

100 ケースを越える損傷ケースを自動作成するために区画位置を模式的に入力する Matrix を 2009 年 SOLAS 対応版 Ver.4.5N で 3×4 から 6×6 にサイズアップした (図 2)。これにより区画を多数有する PCC や区画形状が複雑なコンテナ船での定義方法の幅が広がり、より詳細な損傷ケースの作成が可能となった。一例を図 3 に示す。

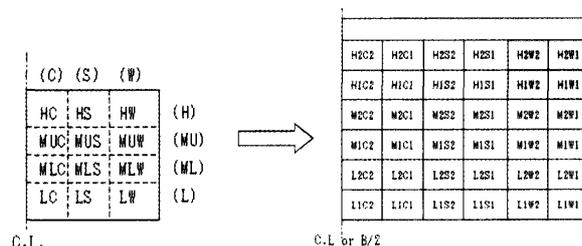


図 2 Matrix の強化

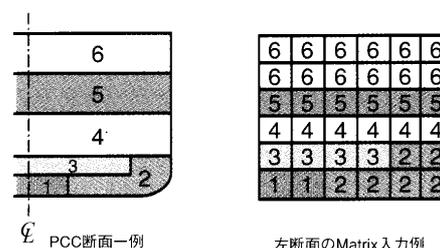


図 3 6×6 の Matrix の入力例

5.1.2 幅方向の損傷範囲入力

1 区画浸水で定義可能な Wing 幅方向の損傷範囲入力可能位置を 2 箇所から 5 箇所に強化。これに伴う入力数増加を抑えるため複数区画浸水時の入力値を 1 区画浸水での入力値から自動作成する機能を追加した。1 区画浸水では最大 5 種の Wing 幅を定義可能で、複数区画浸水は 9 区画まで可能なため最大 45 種の幅方向の損傷範囲を自動作成するよう改良を行った。

5.1.3 区画の連結

SOLASの規定によれば、全ての損傷の組み合わせに対する生存確率係数Sの最小値、つまり最も厳しい浸水ケースを考慮する必要がある。このため区画の連結定義を行った場合でも、連結しない場合の方が厳しくなった場合を自動的に考慮することが可能のように改良を行った。

5.1.4 中心線を越えた損傷計算

現行SOLASでは「幅方向の損傷範囲は、船体中心線までで中心線縦通隔壁が損傷する場合を除く」と規定されている。しかし、2009年SOLASでは「船舶の幅Bの半分より大きくなる場合を除く」との記述に留まり、IMO作成のExplanatory Noteにも中心線を越える損傷を考慮可能と記載されている。IPCAでは片舷（S舷）モデルを使用して損傷計算を行っているが、Matrixの入力で反対舷（P舷）の区画を一部定義することにより対応可能な場合があるためヘルプに明記した。

5.1.5 浸水区画の組み合わせ

通常、最下層区画のみの浸水した場合には、重心が下がり安定するため他の浸水ケースより厳しくなることはない。従前のIPCAでは計算時間短縮のため最下層区画のみの損傷ケースを除いていた。しかし、2009年SOLASより新たに軽荷航海喫水での損傷時復原性計算の要件が追加され、喫水より上方では各水平水密境界で垂直方向の損傷範囲を制限することができるため、浅い喫水である軽荷航海喫水では最下層区画のみの浸水も算入可能となる場合が想定される。このため、最下層区画のみでの浸水ケースも考慮可能となるよう変更した。

5.1.6 GZmaxの求め方の変更

現行SOLAS要件では、GZmaxは図4のようにRange（平衡状態の角度を超える20度以下の正の復原てこの範囲）内の値と規定されているが、2009年SOLASではGZmaxの規定にはRange内とする記載が無く、IMO SLF (Sub-committee on Stability and Load lines and on Fishing vessels safety) 50th sessionにおいて取り扱いについて議論された。その結果、2009年SOLASでは図5に示すようにGZmax値はRangeの範囲に依らないことが確認された。このためIPCA Ver.4.5NにてGZmax値の取得位置について修正を行った。

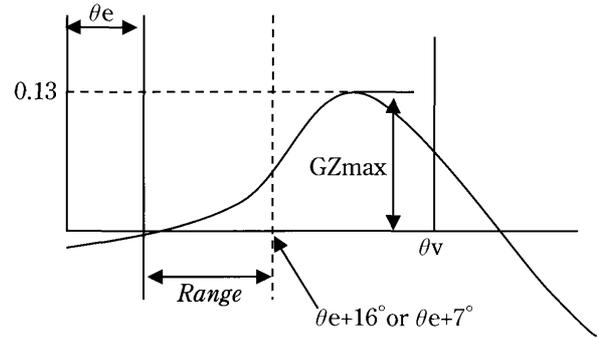


図5 2009年 SOLAS の GZmax

5.1.7 浸水ケース直接入力欄に船楼区画を追加

損傷ケースの修正する際等に使用する「Direct Input flooding case」の入力欄に船楼区画定義欄を追加し、船楼区画の入力を可能とした。これにより船楼区画への二次浸水時の対応等が柔軟に行えるようになった。

5.2 Data Import 及び Export 機能の強化

以下のDataについてCSV形式データによる Import および Export 機能を追加した。

- Loading Condition Data
- Opening 情報
- Windage Area
- 損傷時復原性計算 (D-SDS) の損傷ケース

5.3 CSR-Bulk 縦強度計算機能の強化

CSR適用のばら積貨物船の縦強度計算に関し、鋼船規則CSR-B編 5章1節2.2に規定されている横置隔壁部のせん断力修正の計算機能を追加した。(図6、図7)

Item	FR13	FR14	FR15	FR16	FR17	FR18	FR19
Deck Area	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400
Deck Area	18.525	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200	18.200
Deck Area	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400	26.400
Deck Area	22.471	26.875	26.875	26.875	26.875	26.875	26.875
Deck Area	26.198	26.198	26.198	26.198	26.198	26.198	26.198

図6 せん断修正用語数値入力画面

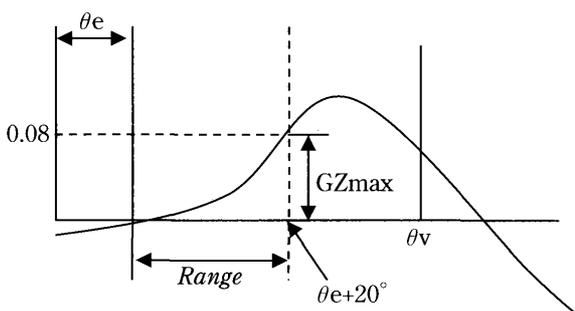


図4 現行 SOLAS の GZmax

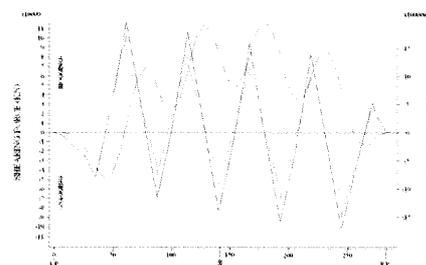


図7 せん断修正結果の一例

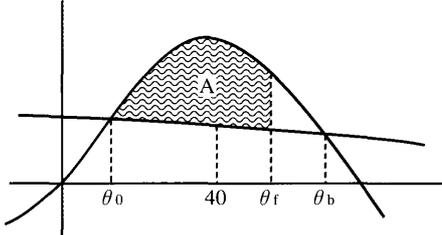
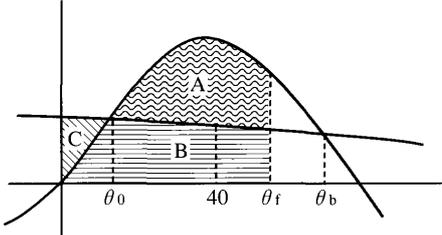
	従来要件	改正要件
G ₀ M	0.5m 以上	0.15m 以上
残存動復原力 A	0.09m-rad 以上  <p>θ_f: 海水流入角、$40 + \theta_0$のうち小さい角度</p>	0.09m-rad 以上  <p>θ_f: 海水流入角、θ_bのうち小さい角度</p>
面積比	規定無し	$1.4 \times (A+B) \geq B+C$

表1 Tug Boatの新旧要件対比表

5.4 Damage Opening 入力可能点数の増加

損傷時復原性計算時に使用する空気管や通風筒等の開口定義入力可能数が50個であったのを200個に強化した。

5.5 Tug Boatの非損傷時復原性計算の改訂

Tug Boatに対する追加のStability要件について、改正された鋼船規則検査要領U2.2.1-4に対応するため復原性計算機能の修正を行った。従来要件と改正要件の対比を表1に示す。

5.6 Bargeの乾舷計算の改訂

Resolution MSC.143(77)により改正された満載喫水線条約におけるBargeに関する免除規定に対応するため乾舷計算機能の修正を行った。

6. 結び

IPCA-Linkとの双方向利用を強化するためCompartment DataのImport及びExport機能を現在開発中である。また、2009年SOLAS第II-1章B-2部第9.8規則に規定されている二重底高さ軽減用の損傷時復原性計算機能の開発等、規則対応も随時行っていく予定である。