

NK 汎用船体構造解析支援システム「NASTASS」について

—NK Advanced Ship STructural Analysis Support System—

筒井 康治*, 伊沢井野己*, 山下 慎一*,
赤木 正則*, 村上 裕司**

1. まえがき

昭和 50 年代から直接強度計算手法に基づいた船体構造設計が、ばら積み貨物船の二重底構造等を手始めとして採用されるようになり、大型船の設計は Design by Rule から Design by Analysis へと移行してきた。さらに、解析手法 (Analysis) も 3 次元骨組みモデルや平板モデルによる解析から 3 次元板骨モデルによる有限要素法 (以下、3 次元 FEM という) 解析へと、高精度かつ複雑化してきている。本会では、昭和 63 年版の検査要項から「直接強度計算に関する検査要項」を定めており、各種の船舶の船体構造設計がこの検査要項に基づいて行われてきている。

こうした直接強度計算による設計に基づいた図面を審査するにあたり、船級協会として設計の安全性を確認するための計算を行う必要が生ずるが、この計算には多大な工数を要する。最近の国内国外の大手造船所ではごく普通に採用されている、3 次元 FEM による船体構造解析の計算結果を得るためには、一般に市販されている対話型構造解析用プリポストプロセッサを使用した場合、20 日から 1 ヶ月近い日数を必要とする。直接強度計算結果を計算書の形式に取り纏めて船級協会に提出する造船所の設計担当者によれば、計算書作成も含め 2～3 ヶ月の工数を費やしているのが実情とのことである。こうした造船所の 3 次元 FEM による高精度な構造解析結果に対し、従来の簡易な骨組みモデルによる計算結果をもとに設計変更を求めるのは、図面審査担当者にとって辛い状況となっており、短時間で造船所の計算と同等以上の精度の計算結果が得られるシステムの必要性が唱えられるようになった。また、特異な損傷を生じた船舶については、船協協会としての原因解明のためしばしば構造解析を行う必要が生ずるが、簡単な解析モデルであっても週単位の計算時間を要することが多く、適切な修繕工事のためにより早い対応がもとめられていた。

このような状況を改善するために、本会では、「検査要領に基づいた 1/2 Hold×2 程度から 3 Hold 長さ程度の 3 次元 FEM による直接強度計算結果を、1～2 週間程度の

期間で得られるシステム」を目標に、平成元年から EWS (Engineering Work Station) 上で稼働する、船体構造解析支援システムへの開発に着手し、平成 6 年度に当初予定していた全ての機能を有する「NASTASS」が完成した。現在のバージョンは、HP 9000 シリーズ及び SUN Sparc Station の X-Windows 上で動作する。

本システムは、解析の対象を薄板構造である船体構造に限定することにより、市販の一般構造解析システムの利用では成し得ない「1～2 週間程度で計算結果の得られるシステム」を実現している。このために、パラトリックな形状表現である「パーツ」という部分構造要素と、このパーツの周辺に付けられた、部材を自動的に配置結合し解析モデルの組み上げを容易にする「結合コード」という特徴的な機能が考え出された。このパーツがモデル化のノウハウとして蓄積され再利用されることにより、かなりの時間短縮と省力化が可能となる。

また、使用者自身が新たな断面形状・部材形状を表現するパーツを登録することで、機能を拡張していくことが可能であり、成長していくシステムとなっている。

本稿では、これらの解析モデル作成機能、本会検査要領に基づいた設計確認のための評価システム等の、NASTASS の構造解析支援のための特徴的な機能を紹介するとともに、本システムを使用した解析事例をいくつか紹介する。

2. 船体構造解析システムの開発

2.1 本会で開発された船体構造解析システム

本会における船体構造解析システムの開発は、昭和 40 年代に開発された、BCSTAP¹⁾²⁾、CCSTAP³⁾、LCSTAP⁴⁾ という、船体構造解析プログラムの開発に遡る。それぞれ、ばら積み貨物船、コンテナ船、LNG 船を対象としたバッチ処理による各船種専用のプログラムシステムである。

3 次元立体構造モデルによる解析を当時のコンピュータ上で実行するために、これらのシステムは、BCSTAP で採用された二重底サンドイッチ格子構造モデルや板骨複合構造モデル、さらに CCSTAP で追加採用された剛体端部柔連結付要素のような、種々のプログラミング上の工夫が凝らされている。要素や解析演算処理部分 (以下、ソルバー) の精度が議論され、実船計測による計算結果の検証

* 調査解析部

** 船体部

に重きが置かれた時代のシステムであった。

昭和50年代末に開発された NKBULK⁵⁾ は、数多く生まれた FEM 解析用のソルバーの中で確固たる地位を築いた MSC/NASTRAN を使用し、ばら積み貨物船の 1/2 Hold×2 の船倉構造を 3次元 FEM モデルで解析するシステムであった。前述の BCSTAP の構造モデルでは評価できなかった、トップサイドタンクやビルジホッパータンク内のトランスリング構造や、横隔壁構造部材の強度検討が行えるシステムであったが、システムの形態としては、BCSTAP と同様にバッチ処理によるプログラムシステムであった。

2.2 市販の対話型構造解析システム利用上の問題点

本会においても、いくつかの市販の対話型プリポストプロセッサを導入し、利用してきた。しかしながら、一般の対話型システムで構造解析を実行する場合、同一造船所の類似した設計の船であっても、構造部材の配置・寸法・形状が異なれば、解析対象船毎に初めから解析モデルを作成しなければならない場合が多く、過去の解析モデルの再利用ができないというプリプロセッシング上の問題点が指摘されていた。NASTASS では、パーツという部分構造要素の蓄積、及び、過去の解析モデル全体／部分構造の読み込み機能を持たせることによりこの問題点の解決を図った。

また、構造解析を熟知した解析担当者が、船種に応じて構造部材の取合い・形状・荷重負荷の方法等を考慮しながら、3次元的に解析モデルを構築しなければならない等の、熟練を要するという問題点もある。解析担当者としては、構造解析を熟知した専門家ではなく、入って2～3年目の船の構造がある程度わかった図面審査担当者を念頭に置いて、本システムの開発は進められた。

2.3 開発コンセプト実現のために

本稿の冒頭で述べたように、本システムに与えられた基本的なコンセプトは、

① 3次元 FEM モデルによる直接強度計算を1～2週間程度で行えるシステム
というものであった。さらに、構造解析の専門家ではない図面審査担当者が処理が行えるよう、

② 入出力が容易で、詳細な構造解析の知識を必要とせず処理を進められるシステム

が要求され、

③ 図面審査に便利な様式で結果の得られるシステムとすることが、NASTASS 開発プロジェクトの具体的な目標とされた。

以上のようなコンセプトを満足するシステムとは、どのようなものかを検討して、②については船種毎の構造解析ノウハウを盛り込んだ、船の用語による対話型システムとし、③については市販のプリポストプロセッサのような変形図・応力図等の計算結果出力が得られるのみならず、

本会の検査要領に定められた判断基準に基づき、応力評価・座屈評価・ブーミング解析等の評価及び解析支援のための機能を持たせることで対応できるとの結論になった。

技術的に難しい問題があったのは、①のコンセプトであり、これを実現する操作性を有するシステムはどのようなものかを検討し、ボトルネックとなるデータ生成部では、図1に示すような要領で解析モデルを作成できれば、コン

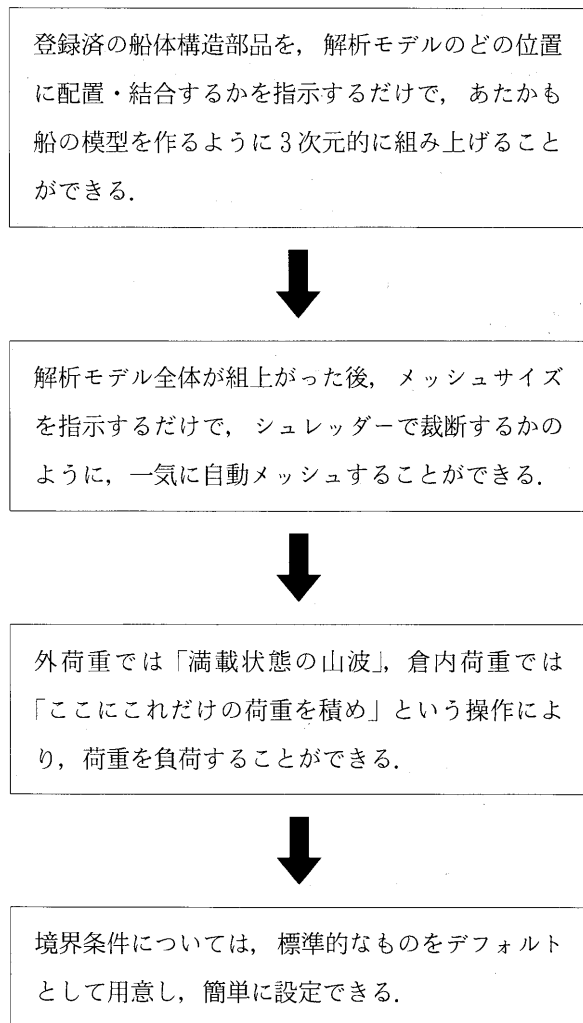


図1 解析モデル作成の想定イメージ

セプトを満足できるのではないかとイメージを想定して検討を進めた。

後述するパーツ、結合コードのような数々の斬新なアイデアが開発プロジェクトチームの検討の中で生まれ、①～③のような開発コンセプトを実現する NASTASS が完成した。

2.4 NASTASS のシステムの概要

NASTASS のシステム構成は、図2に示すように、データ生成システム、MSC/NASTRAN をソルバーとする解析部、及び、設計評価システムの3つの部分から構成されている。

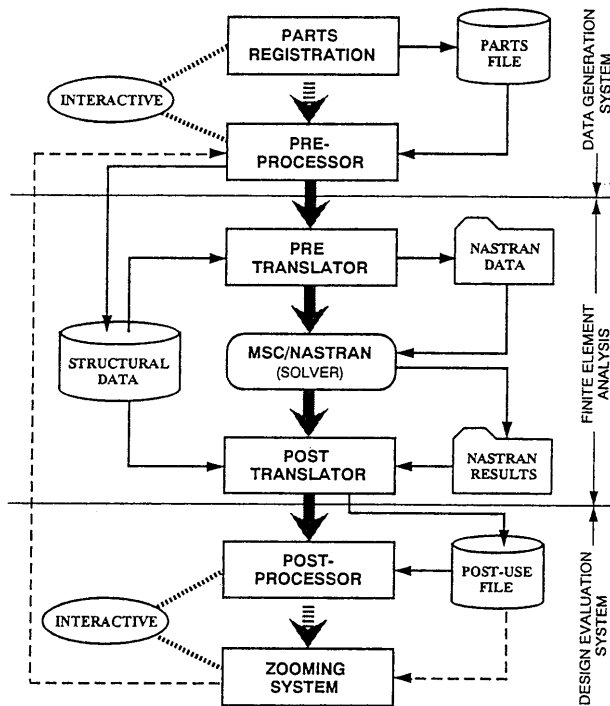


図2 NASTASS のシステム構成

データ生成システムには、プリプロセッサ部と、このプリプロセッサで使用されるパーツを定義するパーツ登録システムがある。さらにプリプロセッサ部は、船の用語を使用して対話型入力を容易にした専用システムと、この専用システムを補いハッチカバーのような任意の部分構造解析を対象とする汎用システムに分かれている。市販の一般構造解析プリプロセッサは汎用システム部分に相当する。1～2週間で計算結果の得られるシステムは、船体構造部品ともいべきパーツの登録と、タンカー・チップ船・コンテナ船・ばら積貨物船について、それぞれの船種の構造解析ノウハウが盛り込まれた専用システムにより実現されている。

解析部のソルバーは、MSC/NASTRAN を対象としており、プリトランスレータにより NASTASS 構造データファイルから NASTRAN のバルクデータを生成し、計算実行後のパンチアウトファイルを、ポストトランスレータによってポスト処理用ファイルに変換して、設計評価システムで使用する。

設計評価システムには、応力評価機能・座屈評価機能等を有するポストプロセッサ部と、計算結果からズーム計算のための境界条件等を自動生成するズームシステムとがある。計算結果を効率良く検討し、設計の安全性を確認するための評価機能が用意されている。

図3に本システムのプリプロセッサ部・ポストプロセッサ部と市販の一般プリポストプロセッサとの関係を示す。プリプロセッサ部の専用システムと、ポストプ

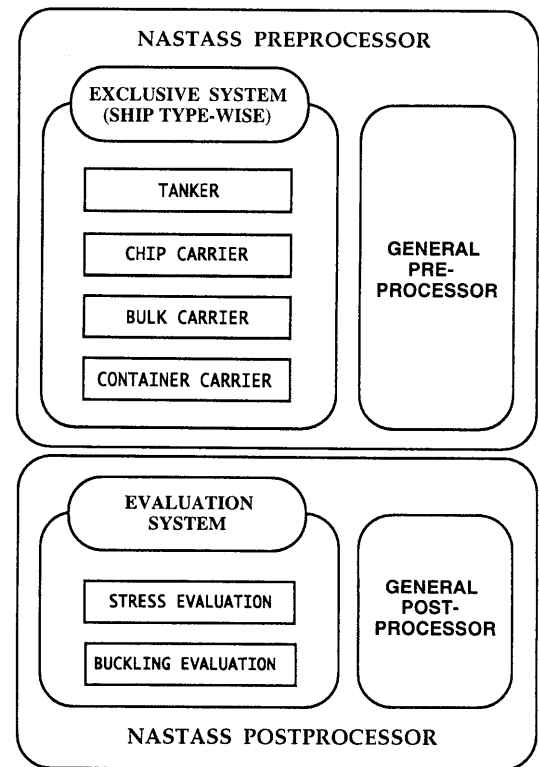


図3 プリプロセッサ部とポストプロセッサ部

ロセッサ部の評価システムが、NASTASS を構造解析支援システムとしている所以である。この特徴的な機能について、次項以降に説明を加える。

3. 専用システム

3.1 パーツと結合コード、メンバー

船体構造は各種の構造部材に分けることができると考えられるため、各々を部分構造要素として取り扱うこととした。この部分構造要素は「パーツ」と呼ばれ、形状のみ有し寸法はパラメータとして与えられる状態で登録しておく。こうすることによる利点は、船の大きさや船種が異なっても同様の部材形状であれば、解析する際に解析対象船舶の実際の寸法を与えることにより、種々の船型に適用できることである。このパラメトリックな形状表現である部分構造要素により、類似した船舶を解析する際に初めから解析モデルを作成する必要がなくなり、かなりの時間短縮と省力化が可能となっている。

このパーツは、2次元平面上で点と直線・円・円弧・複合曲線から構成されており、パーツ登録システムを使用して、簡易 CAD のような操作方法で対話式に作成する。パーツが他の部材と取合う箇所には、「結合コード」という線名称が付けられており、配置・結合の自動認識が行われ、解析モデルのどの位置に配置するかを指定するだけで、あたかも船の模型を組み立てて行くように、画面上で配置を確認しながら自動的かつ3次的に結合し組み上げられ、解析のための全体モデルを構築することができる。

実寸法を与えられたパーツは、「メンバー」と呼ばれる実寸法部分構造要素になり、使用者が自分で識別し易い名称をつけて管理下に置く。このメンバー名は、部分構造の認識のために随時参照される。

類似船の解析に使用されたパーツはノウハウとして蓄積し再利用することによって、省力化を図っている。システム開発時に想定した断面形状・構造配置・部材形状から外れると使えないという、従来型専用システムの根本的欠点は、本システムでは解決されており、使用者自身が新たなパーツを登録することにより、容易に機能を拡張していきけるシステムとなっている。すなわち、NASTASS は成長していくシステムになっている。

3.2 専用システムと汎用システムの関係

NASTASS は、当初、市販プリポストプロセッサをベースに、各船種専用の入力部を開発する方針で検討を始めた。しかしながら、市販プリポストプロセッサのブラックボックスの部分を残したまま開発作業を進めるのは困難であり、また、ベースとしたプリポストプロセッサの機能に縛られることなく、バージョンアップの影響も受けずにシステムを構築していくためには、NASTASS 専用の汎用システム部の開発が不可欠との結論に達したいきさつがある。

すなわち、全ての専用システムは、汎用システムの機能の上に各船種専用の入力操作部を設けたものであり、モジュール化された共通の機能を呼び出す手順（マクロ）が専用システムに記述されているのである。

3.3 専用システムの解析モデル構築手順とパーツ

図4に示すような、専用システムにおける解析モデル構築手順につき順をおって説明し、各操作で参照されるパーツの働きと、専用システムの強力な船体構造解析モデル作成機能を紹介することとする。

(1) 縦強度部材の生成

外板・甲板・縦通隔壁等の縦強度部材は、登録されている船体横断面形状を表現する「スイープパーツ」のパラメータに実船の配置寸法を与え、「フレーム番号の何番から何番まで」という船の用語による指示で、一気に作成することができる。船長方向の痩せのモデル化は、スイープパーツの前端の横断面形状と、後端の横断面形状をパーツに与えるパラメータの値を少しずつ変えて定義し、解析モデル全体を何段階かに分けてスイープさせることによって表現する。スイープパーツに定義されている線には名称が付けられており、(2)で述べる結合コードで参照される。

(2) 横強度部材の生成

二重底肋板・トランスリング構造・ダブルハル横桁等の横強度部材は、登録されている「一般パーツ」の中から選択する。パーツにパラメータが定義されていれば実船の部材形状寸法を与え、「どのフレーム番号に配置する」のかという指示を配置表という構造エディタ（表1）の形式で与

表1 構造エディタ＝配置表

フレーム 番 号	TSTK TRANS	HOPP TRANS	FLOOR TRANS	HATOH HEOOAM	HATOH TRANS
151-0		1	1		
154-0	1	1	1		
157-0		1	1		
160-0	1	1	1	1	1
163-0		1	1		
166-0	2	2	2		
169-0		1	1		
172-2	1	1	1	1	1
175-0		1	1		
178-0	1	1	1		
181-0		1	1		

えることにより、解析モデル全体にわたって、一度に作成・配置することができる。

縦強度部材との取合い部は、予め一般パーツに「どこに配置・結合する部材であるか」を認識する結合コードが与えられている。例えば、図4の二重底フロアの一般パーツでは、上辺に INBM、下辺に SHELBM、各ガータ位置に BMGR 0、BMGR 1、…、BMGR 4 といった具合に結合コードが与えられており、それぞれ、内底板、船底外板、各二重底縦桁の位置に合せてパーツが伸縮し配置・結合される。張り詰めの横強度部材にあっては、何のパラメータを与える必要もなく、配置表にタイプ番号を埋めるだけでパーツの四周に付けられた結合コードにより自動的に配置・結合される。配置表は、構造エディタともいうべき機能を有しており、配置表の変更に連動して横強度部材の配置が一挙に変更される。他部材との取合い部は自動的に認識され、結合部にはメッシュ分割の基準線（ブロック線）が自動的に発生される。

(3) 横隔壁構造の生成

横隔壁構造については、配置するフレーム番号、上部・下部スツールの形状寸法、波型隔壁等の隔壁形状を、画面に表示される船の用語による指示に従って部材配置寸法を入力していけば、専用システムが固有のシステムパーツを使用して自動生成する。横隔壁構造は船種により構造が異なるが、専用システムでは船種に応じて入力を容易にした画面を用意している。

図5のコンテナ船の解析モデルの事例では、通常の水密横隔壁のほかに、船倉中央部に非水密の部分横隔壁が設けられるが、各々のメニューを選択し、「水平桁のベースラインからの高さ」「垂直桁のセンターラインからの距離」という要項でパラメータを必要個数入力していけば、システム

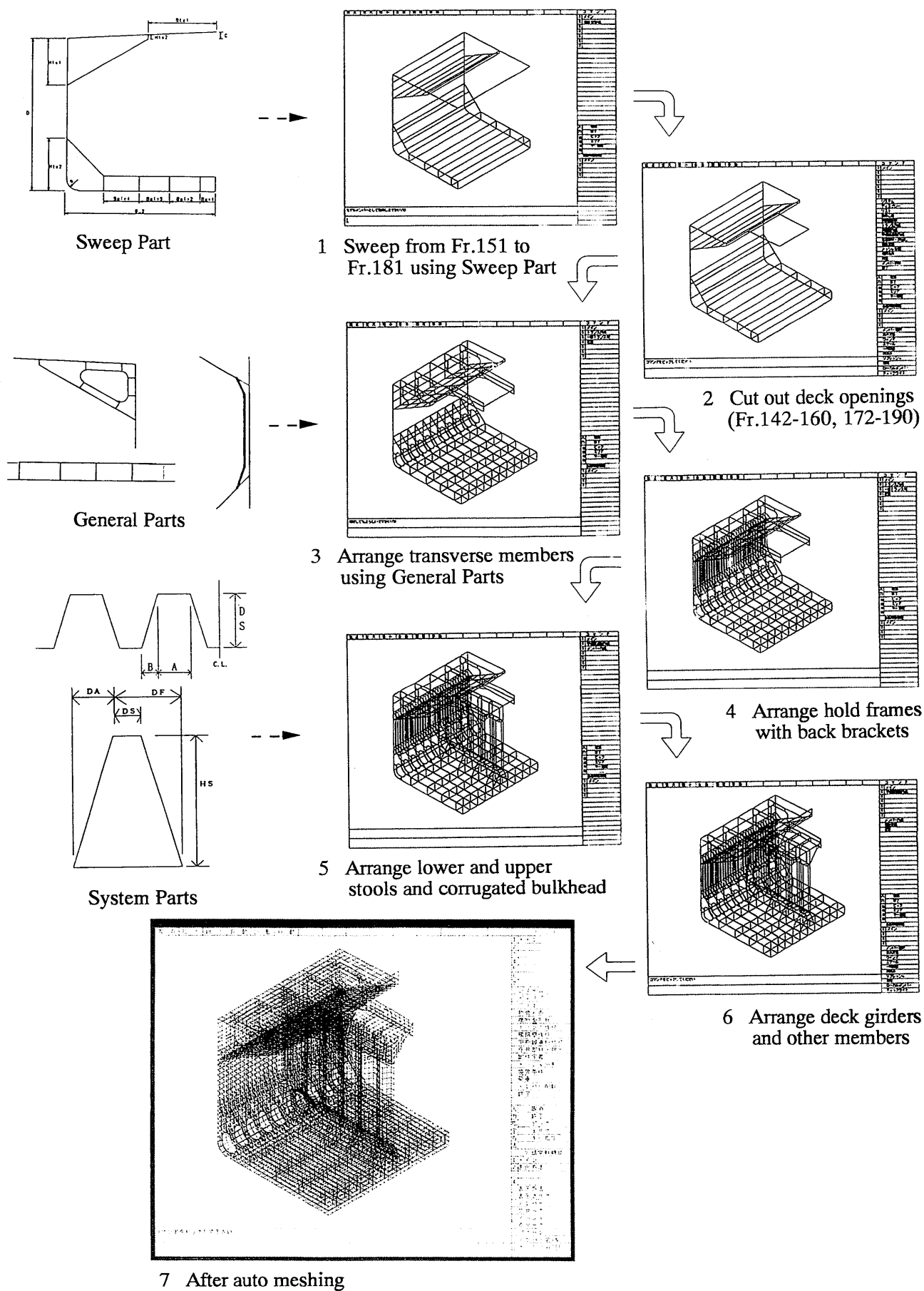


図4 専用システムの解析モデル構築手順とパーツ

が自動生成を行う。ばら積貨物船やチップ船の波型横隔壁の場合、非常に複雑な取合い部となるが、これも自動認識されトップサイドタンク斜板やビルジホッパータンク斜板並びにスツール等に、波型のメッシュ分割基準線（ブロック線）を自動発生する。

(4) その他の部材の生成

(1)～(3)以外の部材については、専用システムから汎用システムの機能を直接利用して生成することができる。

図3で示したように、本システムのプリプロセッサ部・ポストプロセッサ部は、市販のプリポストプロセッサの機能を包含したものとなっており、専用システムに用意された標準的な処理に従わない場合でも対処できる。

(5) 剛性定義

以上で生成された構造部材の板厚は、配置する前の形状寸法が定められた段階でも与えることも可能であり、配置した後の段階で個別に与えることも可能である。ロッドとしてモデル化されるフェースプレート等の剛性の付与も同様に任意の段階で与えられる。

小骨類の配置については、既に配置済の板部材にメッシュ分割の基準線となるブロック線を追加した上で、「この位置からこの位置まで」という操作によりビーム・ロッドの配置を指示し、剛性を与えて定義する。

(6) 自動メッシュ

「メッシュの一辺の長さは 500 mm 以下」という要領で

指示することによって、図1で想定したように、解析モデルをシュレッダーにかけるようにモデル全体を自動メッシュすることができる。自動メッシュ分割を変更したい場合は、任意に各辺の分割数を変更できる。

また、ズーミング再解析を必要としない1回の計算で評価できる解析モデルの構築を目的として、一部の構造部材だけをより細かいメッシュにするため、パーツに実寸法を与えたメンバーの単位や、フレーム番号の何番から何番までという範囲の指定による部分構造の再メッシュが自由に行える。

(7) 荷重の負荷

荷重についても、図1で想定したイメージを現実のものとしている。検査要項に基づいた波浪変動圧を考慮した外荷重や、定められた荷姿による倉内荷重を、必要なパラメータと「この区画に積載せよ」という指示を与えるだけで自動生成してくれる。

外力は、外板が1次的に受け、外板はロンジ材等の小骨によって支えられ、小骨は桁材によって支えられるというのが実船の荷重伝達経路である。通常の解析モデルではロンジ材等は1本1本モデル化する訳ではないため、この荷重伝達経路をそのままシュミレーションすることはできず、通常は桁材に荷重を負荷するのが構造解析の常道である。市販のプリポストプロセッサを使用して単純に面圧で荷重を負荷すると、縦式構造の場合、実船の状態に比

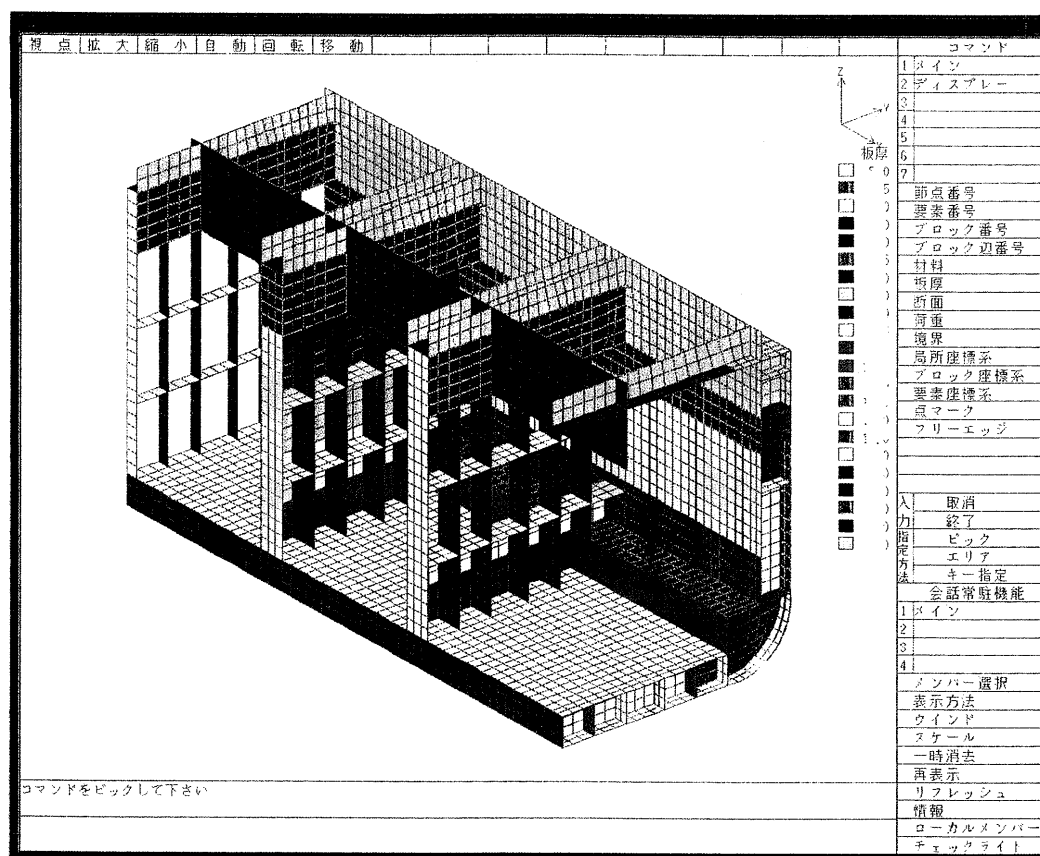


図5 ポストパナマックスコンテナ船解析モデル

べ、横桁の荷重分担が減り縦桁の荷重分担が増えるという誤った計算結果になる。専用システムでは、入力を簡便にするばかりでなく、こうした誤りを犯さないようにデフォルトの荷重負荷方法をガイダンスとして示し、また、変更することもできるように考慮されている。こうした構造解析のノウハウは随所に盛り込まれている。

3.2 で述べたように、専用システムは汎用システムの上に構築されたシステムであり、本会の検査要領以外の荷重についても当然対応している。荷重テーブルという荷重の関数表現を有しており、「この荷重テーブルを、船側外板に外力として負荷する」という要領の操作で容易に与えることができ、船の長さ方向の荷重の変化にも対応可能である。

(8) 境界条件

解析モデルの端部やセンターラインでの境界条件は、通常はデフォルトで済むよう考慮されており、また、メニューで選択することにより、使用者が任意に設定することも可能である。

4. 設計評価システム

4.1 ポストプロセッサ機能

ポストプロセッサとしての機能は、MSC/NASTRAN の計算結果を処理する意味において、市販のプリポストプロセッサと同様の機能を持つことは当然のことである。変位座標変換・応力座標変換機能を有し、図化機能として、変形図のほか、板要素、及び、ビーム・ロッド等の骨要素の各種応力図・部材力図を濃淡図、ベクトル図、円図、等高線図、数値図、棒グラフ等のような表示機能を有するのはいうまでもない。

しかしながら、計算結果評価をする上で、通常の作図機能のほかに以下のような要請がでることがよくある。

- ① 二重底構造のフロアの応力だけを表示したい
- ② 船倉中央の横断面で、絶対変位量ではなく、センターライン上の点からの相対変位量が欲しい。
- ③ ハードコピーを取ったら文字が読めないようになってしまうので、表示色を変えたい

一見つまらないことのようにであるが、こうした船体構造解析結果を評価する上で実的な機能が、構造解析のベテランのノウハウを盛り込んだ形で整備されている。本稿の掲載図を作成するにあたり、③の機能は大いに役立った。

市販のプリポストプロセッサと機能的に異なるのは、例えば①では、本システムにはパーツに実寸法を与えたメンバーという概念が存在し、ワイルドカードを使用した船体構造部材名称の略号のキー入力によって、ピック等の操作によるばかりでなく、特定メンバー名を持つ部材だけを一度に取り出すことが可能になっている。システムのターゲットを船体構造解析に限定することによって、船の用語で解析結果の評価を行うことができる。

図6は、メンバー選択機能を使用して、BMSHEL(船底外板)、SDSHEL(船側外板)というメンバーを2回ピックアップするだけで抽出した表示例である。

図7は、FR*というメンバ名のワイルドカードを使用して、フレーム番号(FRxx)を先頭に持つメンバー、すなわち、トランス材を一挙に抽出した後、横隔壁構造を一時消去して表示している。尚、FRxxはシステムが配置表に基づいて自動的に設定してくれるものであり、使用者は表1に示したようにTSTKのTRANSというメンバ名だけを認識すればよい。

4.2 応力評価機能

本システムは、荷重条件をいくつかのサブケースに分けて計算し、任意の荷重ケースを線型に重ね合わせて、新しい荷重条件を作成する機能を有している。この機能によって、多様な荷重の組合せによる荷重ケースの応力評価を簡単なものになっている。

こうした直接強度計算手法により設計される船は、高張力鋼が多量に採用される。応力評価にあたっては、解析モデルのメッシュに対応した実船構造部材の鋼材グレードによって、軟鋼材用の許容応力、HT 32用の許容応力、HT 36用の許容応力とそれぞれ比較検討する必要がある。さらに、部材によっても検査要領に定められた許容応力は異なっており、応力評価の作業を面倒なものとしている。

評価システムの応力評価機能では、こうした何段階もある許容応力を区切りの数値として、色分けして表示する機能を備えている。

Alternate Loading時の積付倉側に浸水した場合の水密隔壁強度を検討した事例を図8及び図9に示す。ミーゼスの等価応力を、図8では濃淡図により表示しており、高応力部が一見してわかる。一方、図9は応力評価機能による色分け表示図であり、本会検査要領に定められている、軟鋼材に対する許容応力18.0及び20.0 kg/mm²、HT 32用の許容応力23.1及び25.6 kg/mm²、HT 36用の許容応力25.0及び27.8 kg/mm²を境界値として色分け表示している。図8の高応力部であっても、妥当なグレードの鋼材が使用されていれば規則上の問題はないことが、図9で容易に判断できる。

4.3 座屈評価機能

本会の検査要領には、直接強度計算により構造部材の寸法を決定する場合、座屈強度を別途検討することが定められている。自動メッシュ機能の性格上、計算のためのメッシュと、座屈強度を検討するスチフナ等で囲まれた実船のパネルとの間に相関関係はない。座屈評価システムは、使用者が指示した実船のパネル形状に従って、最小2乗法により関連するメッシュの応力値から応力勾配を求め、座屈検討用の応力値を計算し、検査要領に定められる座屈検討算式で座屈安全率を算出する。

座屈評価機能の事例を図10に示す。座屈検討の結果は、

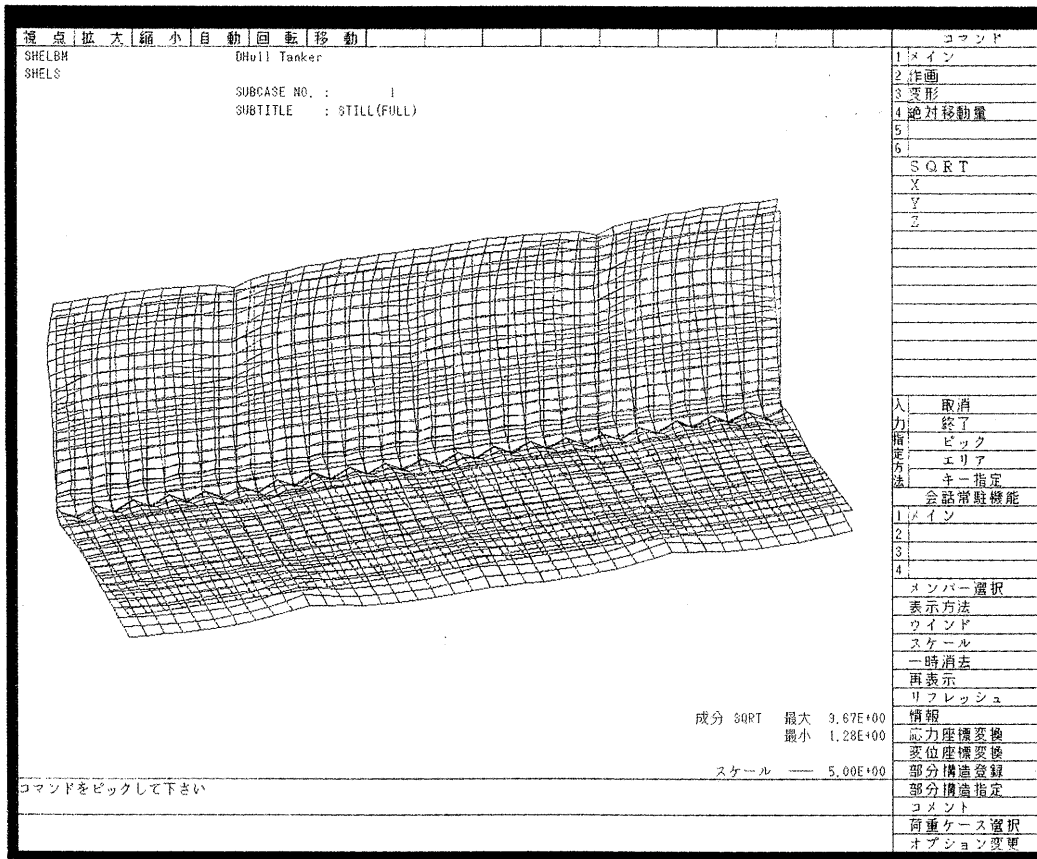


図 6 満載状態の外板の変形 (Tanker)

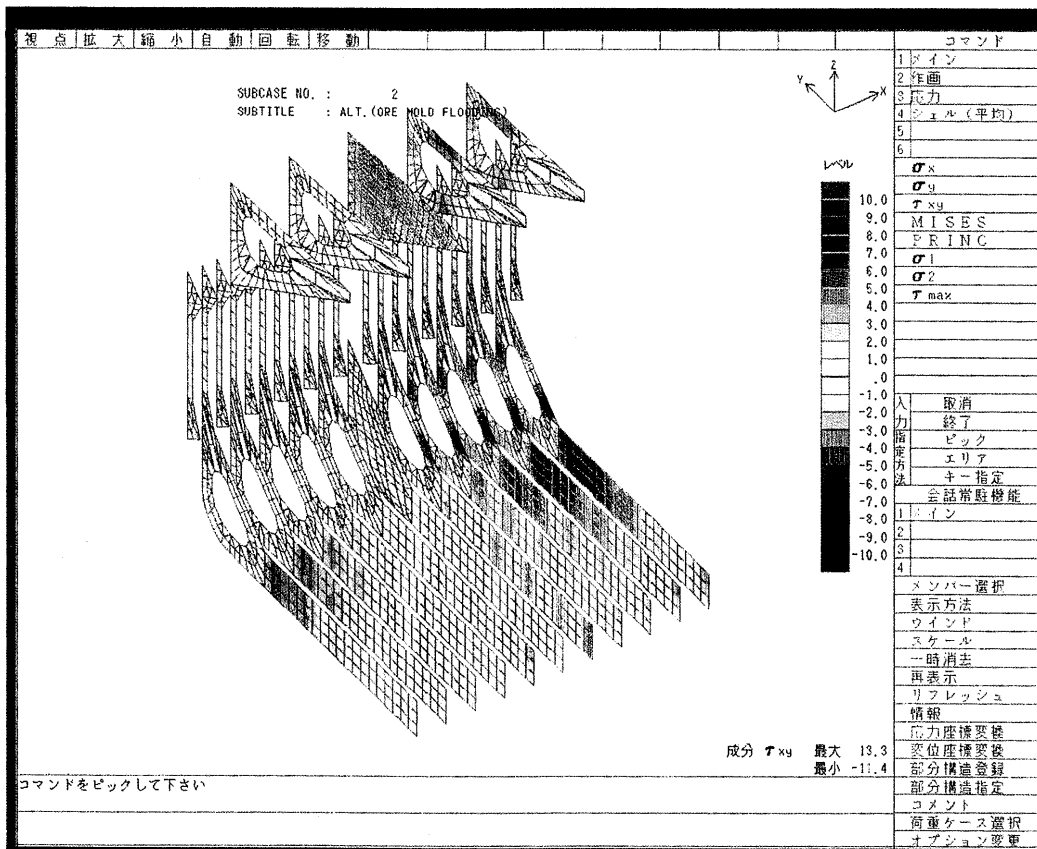


図 7 トランス材の剪断応力 (Bulk)

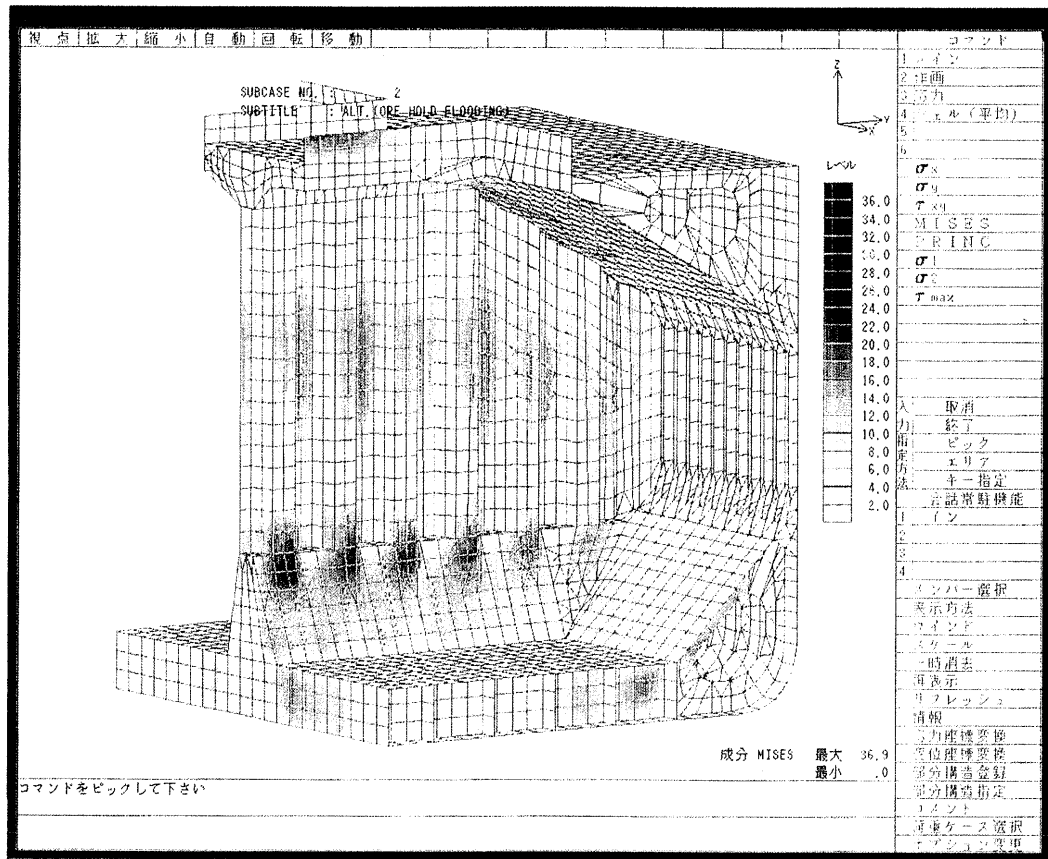


図8 船倉浸水後の水密隔壁強度検討 (Bulk)

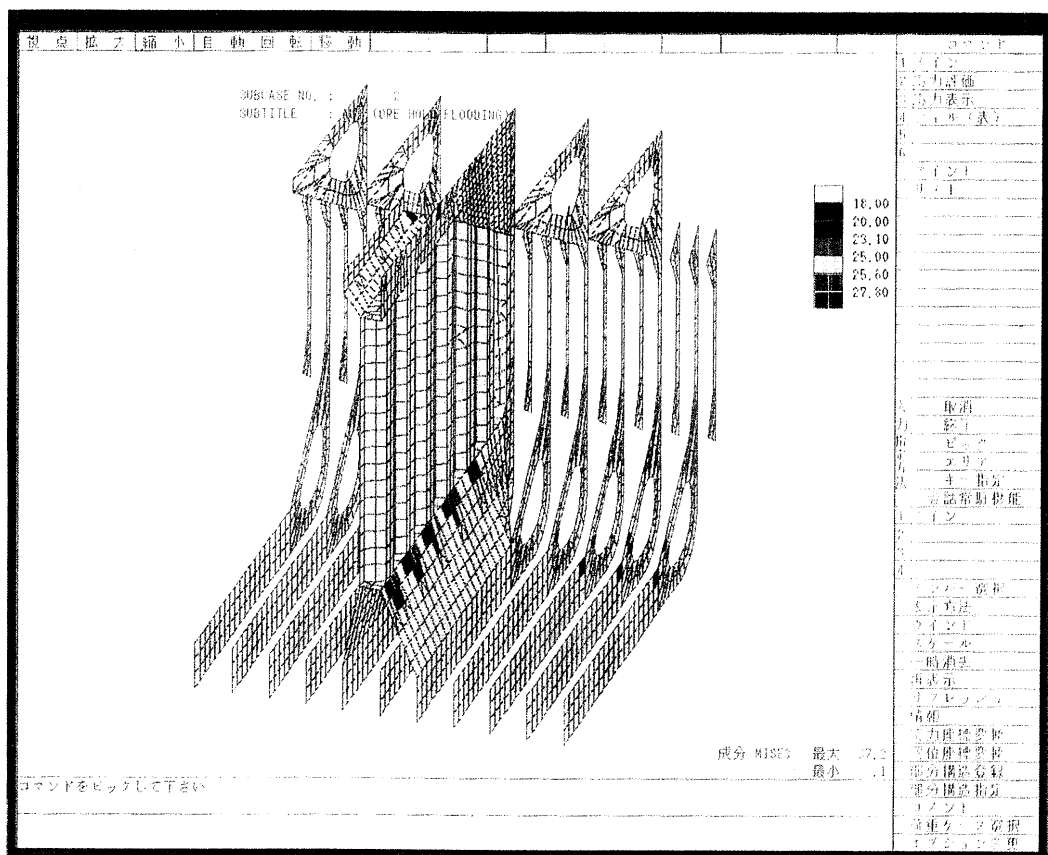


図9 応力評価機能による色分け表示 (Bulk)

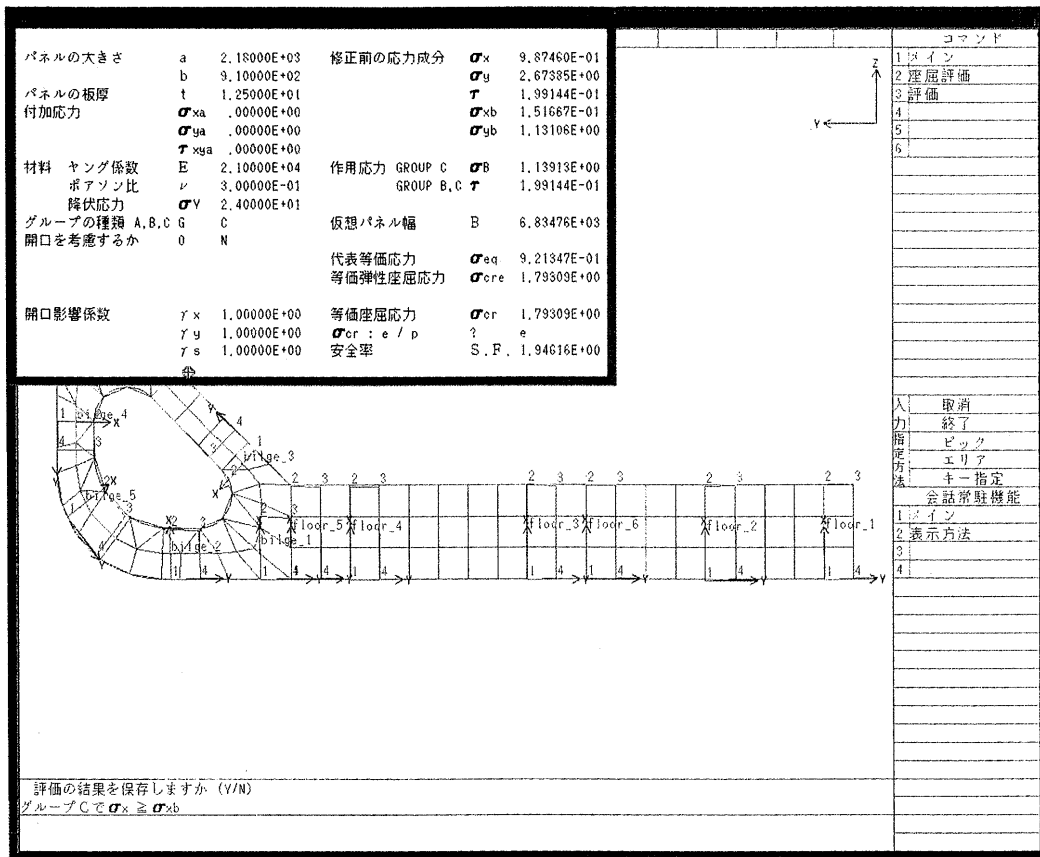


図 10 二重底・ピルジホッパタンク内フロアの座屈評価 (Bulk)

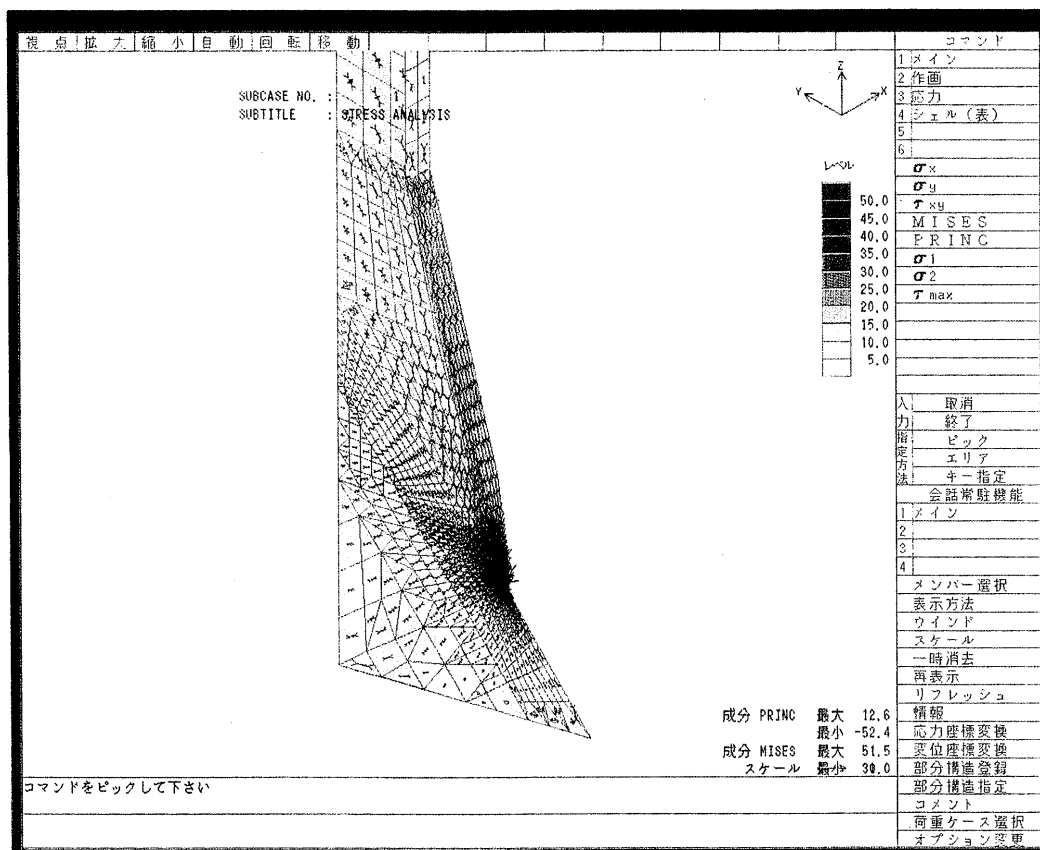


図 11 ホールドフレーム下端部のズーム解析 (Bulk)

検討パネルの位置を表示する図と、使用者が任意に編集可能な座屈検討のパラメーター一覧表で出力可能である。

4.4 ズーミングシステム

NASTASS のプリプロセッサで作成された解析モデルの局部構造について、より詳細なズーミング計算を実行するシステムである。MASTRAN の計算結果を取り込んだポスト用ファイルから、形状データ（メンバー・ブロックを含む）や境界条件を自動生成することができる。境界条件は、境界辺上の節点変位を補間して強制変位による拘束データを自動生成する。荷重は、元々のコースメッシュモデルに負荷されていたものをそのまま受け継いでいるが、ズーミング範囲以外の荷重分担の成分も入っている可能性があり、基本的には再設定が必要である。

ズーミングシステムを使用して、応力集中を検討した事例を図 11 に示す。

5. あとがき

短期間で高精度の 3 次元 FEM の船体構造解析結果を得られるシステムとして、パーツや結合コードの概念を持つ、NASTASS の完成を報告した。構造解析ノウハウともいべきパーツが蓄積されて行くことにより本システムは成長し、解析モデル作成・評価のための期間は更に短縮できるものと考えられる。

使用する EWS (Engineering Work Station) のメモリやハードディスク容量の許す限り、NASTASS データベースの定義ファイルを修正することにより、大規模な解析モデルの処理も可能となっている。応力集中・疲労強度

検討のような極めて細かいメッシュが必要な場合のために、本システムにもズーミングシステムを用意しているが、基本的には、細メッシュによる「高精度・一発解析」を目的としたシステムである。本システムは、本会の PrimeShip という統一されたコンセプトの下に、PrimeShip-HULL の一翼を担うシステムとして統合化される計画であることを付言しておく。

終わりに、本稿で紹介した NK 汎用船体構造解析支援システム NASTASS の開発にあたり、多大な御尽力を賜った開発プロジェクトチーム関係各位、並びに、開発推進のために御理解、御尽力を賜った多くの役職者の方々に対し、紙面をお借りしてあらためて感謝の意を表させていただきます。

参 考 文 献

- 1) 山本善之, 他: 「バルクキャリアの構造解析プログラム」, 「日本海事協会誌 No. 142 (1973 年 1 月)」
- 2) 山本善之, 他: 「NK のバルクキャリアの構造解析プログラム」, 日本造船学会誌 Vol. 131 (1972 年 6 月)
- 3) 田代新吉, 他: 「コンテナ船構造解析プログラム」, 日本海事協会誌 No. 151 (1975 年 4 月)
- 4) 新田顕, 他: 「LNG 船構造解析プログラム」, 日本海事協会誌 No. 151 (1975 年 4 月)
- 5) 斎藤和彦: 「ばら積み貨物船の構造解析について (その 1)」, 日本海事協会誌 No. 203 (1988 年 4 月), 「同 (その 2)」, No. 205 (1988 年 9 月)