

揚重シミュレーションシステムの導入

松尾 俊郎*

Toshirou Matsuo



建造過程での搭載や反転作業の要領については、安全性が最も重要視されなくてはならない。同作業においては計画段階で、姿勢によって掛かる負荷を計算し、それに応じた補強の追加や構造の一部変更を検討している。この場合、熟練者の知識と経験によってあたりを付け、局部的な強度計算を行っているのが現状である。設計での吊図業務においては、定期的な強度計算の勉強会などを実施し、熟練者から若年者への技能伝承を実施しているが、熟練者並みの知識と経験を身に付けるまでには、相当な時間が必要とされる。

従来のシミュレーションシステムは、社内で開発した VISION を用いてのアプリケーションが開発されているが、VISION モデルの構造定義が上流に特化しているために詳細となっていない事や、強度計算までのサポートを行っていない事など、十分な機能を備えていなかった。必要とする安全で効率的な吊りシミュレーションが可能な仕組み構築の為に、VISION の機能強化を行うか、市販のアプリケーションの導入を検討するかを選択に迫られた。検証の結果、市販の揚重シミュレーションシステムの機能が非常に優れている事が明らかとなり、導入を決定した。

本稿では、その揚重シミュレーションシステムの紹介と、検証の過程を報告する。

1. 緒言

船舶の建造は通常、船全体をいくつかのパーツに分割した「ブロック」という単位で行われている。まず、個々の部材を組み立て製造し、完成したブロックをクレーンで吊り上げ、徐々に大きな単位に組み合わせる事により船全体を完成させていく。このブロックを吊り上げる作業を総称して「揚重（ようじゅう）」と呼んでいる。

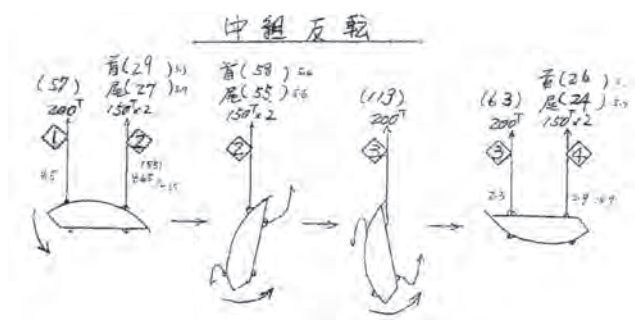
揚重は、搬出・搬入・反転・起立・配材・搭載などの様々な施工ステージで行われており、安全性が最も重要視されなくてはならない。一つ間違えると重大な事故につながる可能性があり、人的被害・物的被害ともに甚大なものになってしまう。ゆえに、揚重の計画は綿密な検討と精度が要求される。

2. 揚重計画の歴史

揚重計画は情報作成の変革とともに大きく進化してきた。豊富なスキルと膨大な時間を要した手作業による検討から、

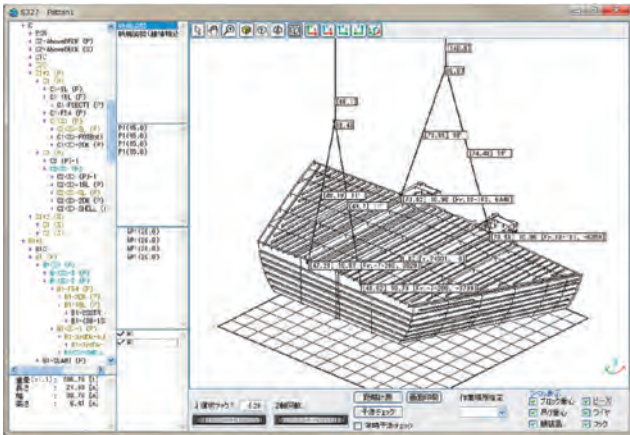
VISION による簡易シミュレーションでの検討、本稿で紹介する揚重シミュレーションシステムへと進化している。

手作業による検討では、重量・重心も一品一品、手計算にて算出しなければならなかった。また、第1図に示す通り、検討から図面指示まで全て手書きのため、膨大な時間を要していた。



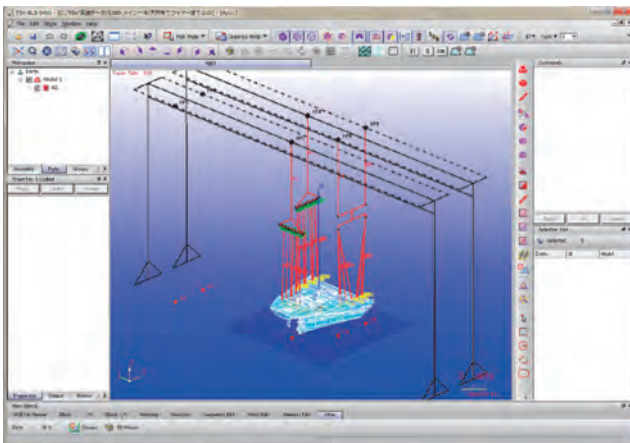
第1図 手書きによる図面指示

その後、一品生成が2次元CADへと進出し、重量算出がシステム化され、重心算出もVISIONを活用する事により自動算出が可能となった。また、第2図に示す様に、VISIONでは簡易シミュレーションによる検討が可能で、現象・プロセスが目に見える形となっていた。図面指示においてもVISIONの画像を活用した3次元の立体的な表現が可能となった。しかしながら、艤装品との干渉確認や、強度確認と補強の検討などにおいては、進展しなかった。



第2図 VISIONによる検討

今回、導入を検討した揚重シミュレーションシステムでは、重量・重心の自動算出はもちろんのこと、第3図に示す様に、クレーン2基相吊りも可能になるなど、実践に近いシミュレーションによる検討が可能となる。さらにシミュレーションデータを利用し、艤装品との干渉確認や、強度確認と補強の検討も可能である。



第3図 揚重シミュレーションシステムによる検討

本システムは、株式会社テクノスター殿が開発された、揚重計画を行う業務のための3次元シミュレーションシステムである。

- ・正式名称 (TSV-BLS:Block Lifting Simulation System)

3. 検証と結果

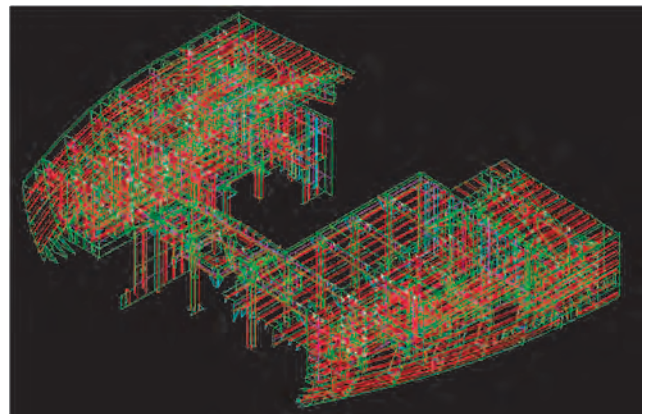
3. 1 検証

本システム導入に向け、有効性を確認すべく、次の点に重点をおき検証を実施した。

- ・3次元船殻モデルの有効活用は可能か
- ・より実践に近いシミュレーションは可能か
- ・強度計算は可能か
- ・艤装品との干渉チェックは可能か

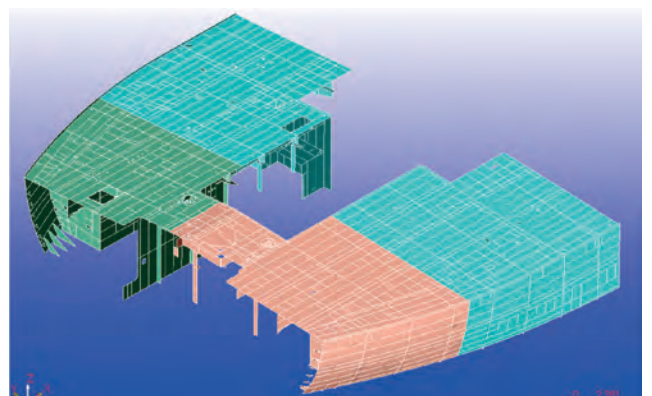
3. 1. 1 3次元船殻モデルの有効活用

船殻生産設計における生産情報の作成は、AVEVA 社の Vantage Marine 11.6 を使用して3Dモデルを作成し、それを一品形状へ展開している。第4図に3Dモデルの例を示す。



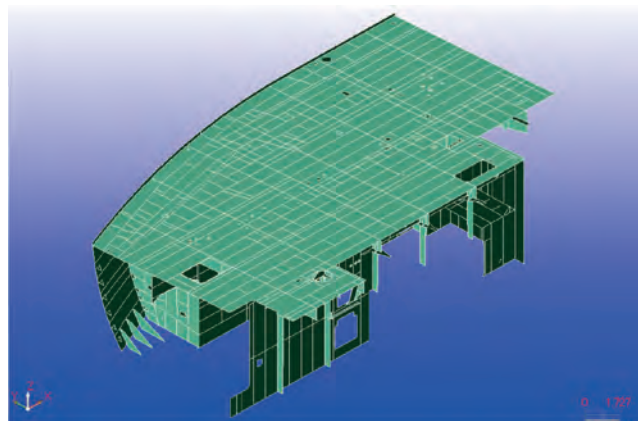
第4図 Vantage Marine の生産モデル

この3DモデルをXML変換する事により、本システムへ取り込める事が確認出来た。既存のモデルを使用出来るためモデル作成の必要がなく、なおかつ現物のブロックと同じモデルが表現でき、シビアな検討が可能となった。第5図に取り込み後の例を示す。



第5図 取り込み後のモデル

また、第6図に示す様に、揚重システムへ取り込んだ後にブロックの分割・結合の編集も可能なため、柔軟な対応が可能である。

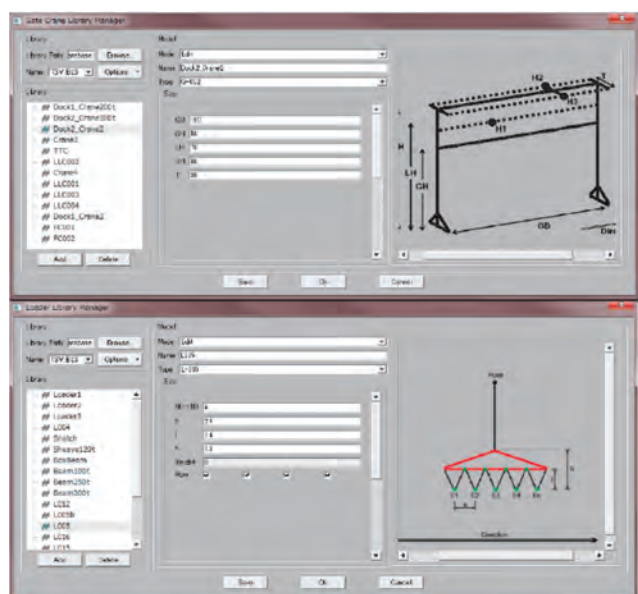


第6図 ブロックの分割・結合図

3. 1. 2 より実践に近いシミュレーション

現状のシミュレーションは VISION を用いて実施しているが、VISION モデルは小物部材を省いた簡易モデルとなっているため、荷重算出の際は係数を掛けて対応している。フック点が3点有り、1点に対してワイヤーは2本までとなっているため、簡易的なシミュレーションとして、揚重作業のイメージを掴むために使用している。

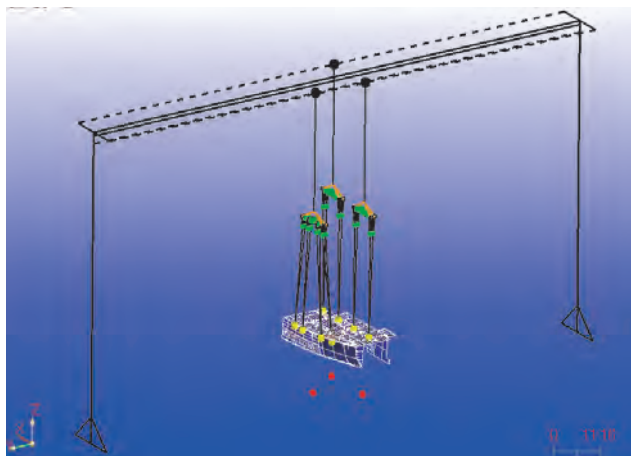
本システムでのシミュレーションでは、前項に記載の通りモデルは現物での検討が可能となったが、現場の実作業に近づけるために、さらにクレーン・天秤においても、弊社仕様カスタマイズを行った。第7図に登録画面を示す。



第7図 クレーン及び天秤の登録画面

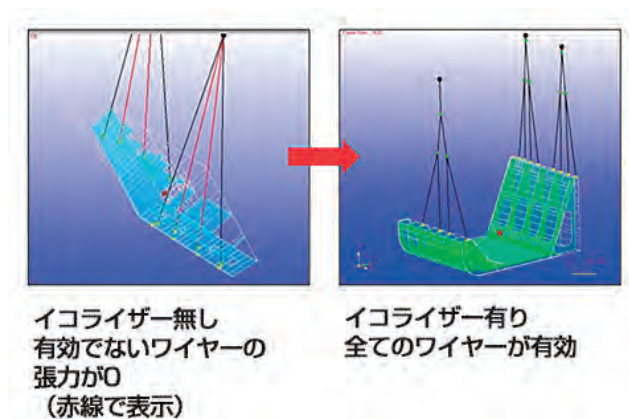
施工ステージによってクレーンを始めとする設備の違いがあり、それらの違いによって検討内容も大きく変わってくるため、それぞれの現場での実作業を再現するにあたっては重要な要素である。

第8図にカスタマイズを施した各アイテムを活用しての、シミュレーションのサンプルを示す。



第8図 揚重シミュレーションサンプル

また、イコライザ機能が搭載されており、滑車を使用した状態と同様に荷重が均等に分配されるため、現物と同じ吊点での検討が可能となった。詳細を第9図に示す。この機能により、実際と同様な負荷の掛かり方となり、このあとの強度確認でより正確な検討が可能となった。



イコライザ無し
有効でないワイヤーの
張力が0
(赤線で表示)

イコライザ有り
全てのワイヤーが有効

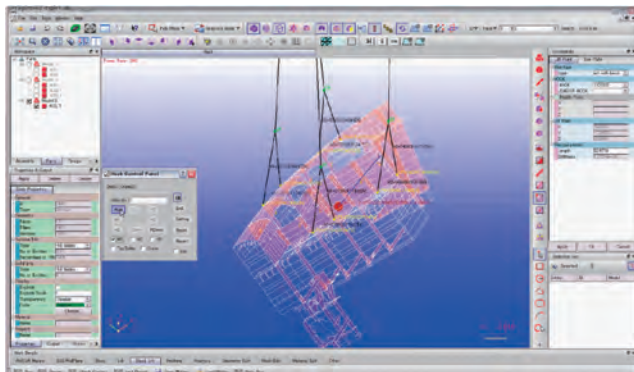
第9図 イコライザ機能¹⁾

実際の設備、吊点の位置でのシミュレーションが可能となり、ワイヤー軌道も実践に近い状態で表現されるため、ワイヤーと船殻構造の干渉チェックが視認で可能となった。また、ワイヤー自体の表示も干渉した場合は、実際と同じように折れて表示されるため、容易に判断が可能である。

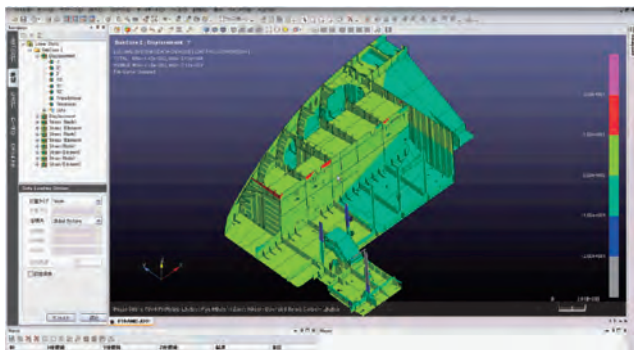
3. 1. 3 強度確認

強度確認は、最もスキルが必要とされる作業であるが、現状では、姿勢変化による負荷を計算し補強の要否や局所的な強度計算など、熟練者の知識と経験が必須条件となっている。

揚重シミュレーションシステムでは、シミュレーションの一連の流れの中から、任意に姿勢を選択して強度計算を行う事が出来る。強度計算を行う姿勢に関しては、負荷の高い状態の選択がポイントとなる。第10図はシミュレーション時、最も強度不足が懸念される姿勢である。その姿勢で強度計算を実施した結果を、第11図に示す。



第10図 シミュレーション

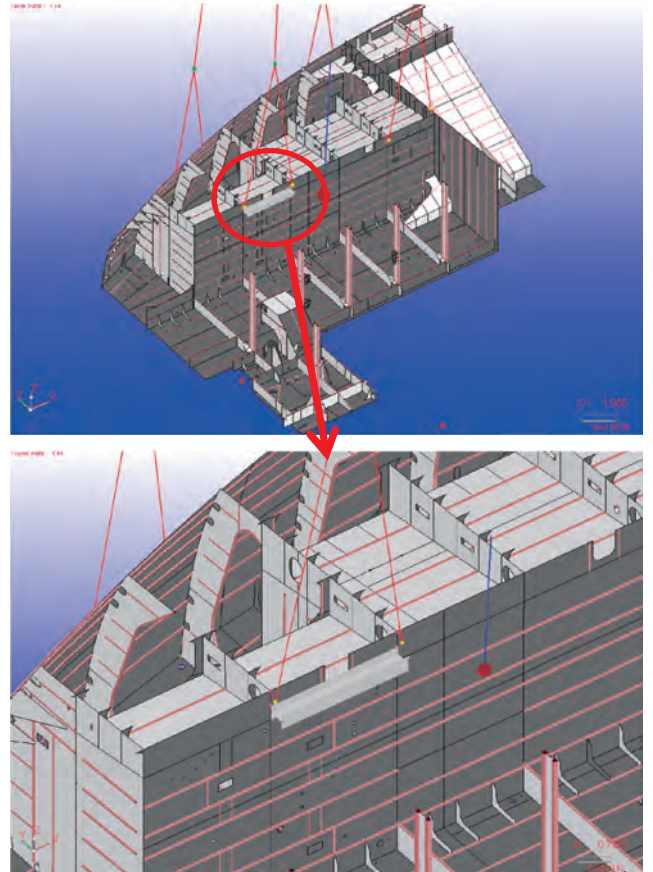


第11図 強度計算結果図

強度計算後のモデルの色は、その部位に掛かった応力値によって変化するため、色を視認する事により強度不足の確認が可能である。第10図の姿勢の際、吊点の近くに工事穴が開いており、強度不足を懸念していたが、第11図の解析結果図で示す通り、揚重シミュレーションシステムでも赤色で表示され、強度不足を確認する事が出来た。

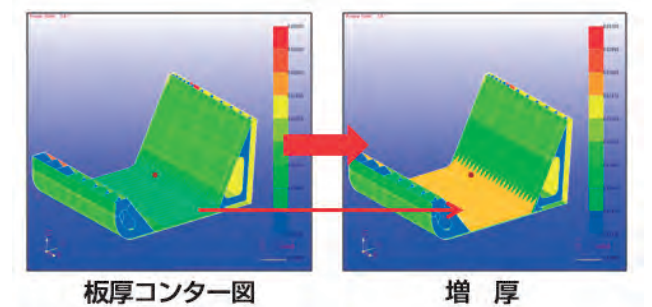
強度不足の箇所は吊り要領を再検討するか、補強を追加しなければならない。現状の補強追加は、熟練者の知識と経験により位置を決定し、安全面を考慮して過剰気味に補強を行っていた。

揚重シミュレーションシステムでは補強機能も搭載されており、第12図に示す様に、強度不足箇所に補強を追加して再度、強度計算を実施し、不足分を補えているかの確認や、補強材の最適化に有効である。



第12図 補強検討図

強度不足の対応としては、第13図に示す様に、増厚による補強も機能として備わっているが、板厚の変更は早い段階で検討を行い、上流設計へのフィードバックが必要となるため、揚重計画としてはあまり現実的ではない。ただし、流用船の次船検討などでは有効と成り得る。

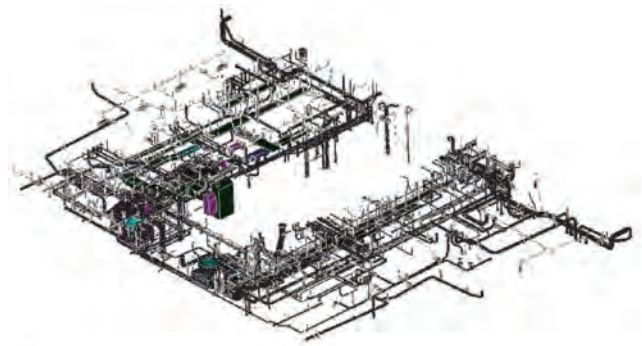


第13図 増厚による補強¹⁾

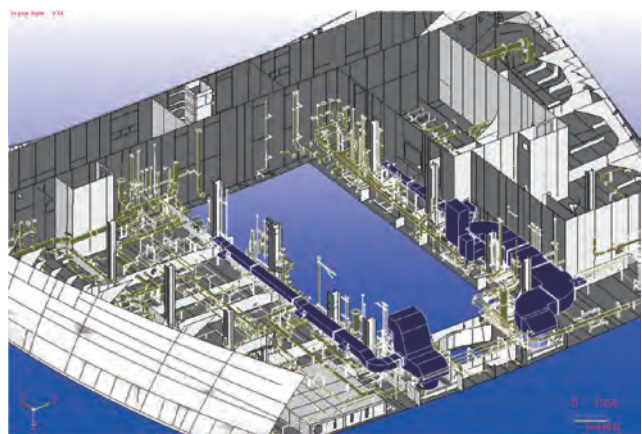
3. 1. 4 艀装品との干渉チェック

現状の艀装品との干渉チェックは、揚重計画・検討が完了し、吊ピースの位置が決定した後に、艀装品関係部門へ協議図を出図している。艀装品と干渉した場合は関係先と協議を実施し、吊ピースの移設または、艀装品の取り付けステージの見直しなどを検討する。吊ピースを移設することになると、再検討作業が発生し、吊ピース位置変更の図面修正など後戻り作業となってしまう。

揚重シミュレーションシステムでは、艀装品も取り込む事が可能である。第14図が取り込んだモデル図である。第15図の様に、船殻構造と一体化してシミュレーションを実施する事により、艀装品とのワイヤーまたは吊ピースなどの干渉チェックが視認にて可能である。



第14図 艀装品取り込みモデル



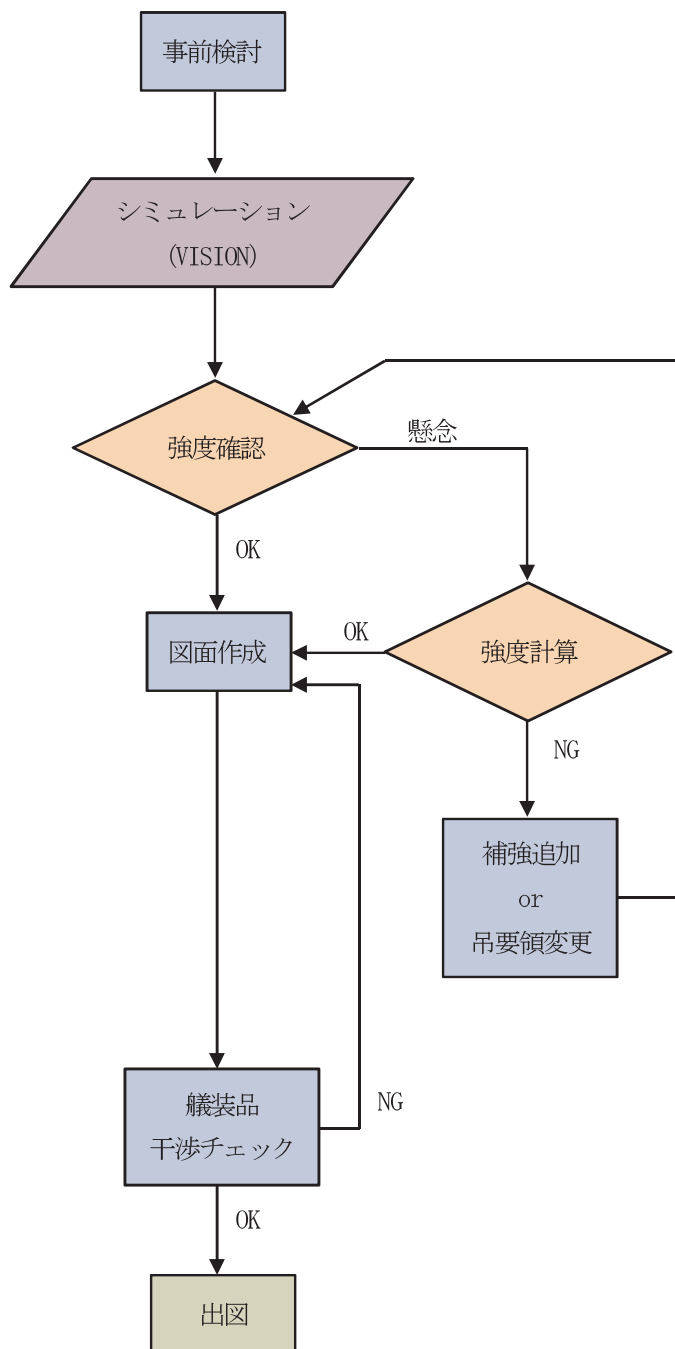
第15図 船殻と艀装品一体モデル

艀装品とワイヤーの干渉チェックについては、艀装担当者、揚重担当者ともに双方の業務内容に関しては熟知しておらず、難しいものがあつたが、艀装品まで取り込んでシミュレーションする事により、結果が目に見える形となり、誰でも容易に判断が可能となった。

4. 運用の実現

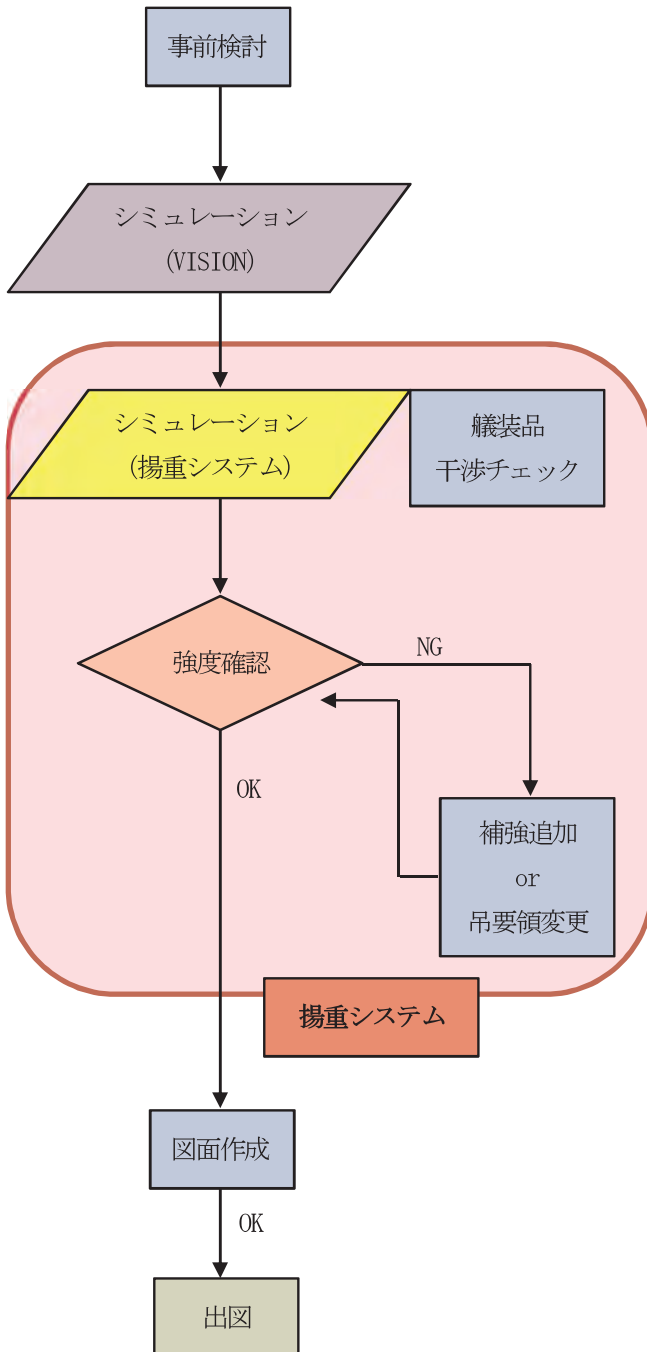
前項で紹介した検証結果により、本システムの有効性と信頼性が確認出来た。本システムを導入するに当たって、実船適用を想定した運用の流れを精査し、現状との比較を行った。

第16図に現状のフローチャートを示す。強度計算や艀装品干渉チェックでは、条件を満たしていない場合は、後戻り作業が発生してしまう。



第16図 現状のフローチャート

第17図に新フローチャートを示す。旧フローチャートと比較してみると、シミュレーションで強度確認と艤装品との干渉チェックが可能なので、後戻り作業を削減する事が可能である。VISIONについては、上流設計の進捗度合によっては先行して簡易的な検討が必要となるため、長所を生かして併用していく。



第17図 新フローチャート

5. 今後の課題と将来展望

5. 1 今後の課題

今後の課題として、使用ユーザの拡大が急務である。現在、本システムを使用できる者は1名しかいないため早期に教育を実施してユーザを増やす必要がある。

まだ導入して間もないという事もあり、突発的に危険箇所の強度確認や分析において、実際の運用で活用している。今後、運用の定着が最大の課題となるが、艤装品を取り込むと著しくレスポンスが低下する、などの現象も見られるため、システムのカスタマイズ等も含めて、最も効率的な運用方法を模索しながら確立させていかなければならない。

5. 2 将来展望

本システムのシミュレーションでは、図面を作成するうえで必要となる情報がほとんど揃っているため、将来的には、シミュレーションから図面に展開できる様な仕組みを目指すことに、構想を膨らませている。

また、解析姿勢を選択する際にはシミュレーションのモーションデータの保存が必須となるが、その情報を現場へ提供してタブレット端末で閲覧出来るようになれば、現場での事前検討の効率化に繋がると考える。

6. 結言

本システムを使用しての運用はまだ始まったばかりだが、揚重シミュレーションシステムの活用による品質向上のメリットは大きい。今後さらなる業務効率化のために、本システムをいかに有効活用できるかが重要になってくる。

また、揚重シミュレーションシステムは、現在も様々な機能の開発、改善が行われている。今後もルーチンの中で、更なる効率化を目指して、弊社のニーズに合ったカスタマイズを行って、有効なツールとして定着出来るよう努めていく。

謝辞

最後に、本調査研究を遂行するにあたり、技術支援をいただいている株式会社テクノスターの関係者の皆様、また導入に際してご協力いただきました、名村情報システムの関係者の皆様に深く御礼申し上げます。

参考文献

1) 株式会社テクノスターホームページ:

<http://www.e-technostar.com/products/tsv-bls/>