株式会社名村造船所

船殻生産設計における情報作成効率化への取組み

山下　貴洋*
Takahiro Yamashita

船殻生産設計における情報作成作業は船体を構成するほぼ全ての部材について,現場作業の効率化はもちろんの事,艤装設計または設計上流工程より到来する各種新ルール上での要求や船主からの要求など膨大な情報を取り扱う.また,それらの情報に少しでも間違いがあれば即,不具合に繋がることから,この情報作成作業においては極めて高い集中力と一定の専門スキルを必要としており,情報作成作業担当者の大きな負荷となっている.

情報作成の効率化は,作業担当者の負荷を軽減すると共に,間違いを防ぎ,品質向上に大きく寄与する重要な取組みである.

今回は,船殻生産設計における情報作成作業において主となる3Dモデリング作業に使用しているソフトウェアであるAVEVA Marine12.1(以下,AM12.1と記す)の導入やAM12.1において艤装設計と連携した取組みのほか,Spis Hull/CADWINシステム[1)]の改善などの船殻生産設計システムの開発活動について紹介する.

1．緒言

単に船殻生産設計が作成している情報と言っても幅が広い.工事用線図情報に始まり,材料取材情報,外注ビルトアップ関連の情報作成,各ブロック図作成,吊図作成,足場図作成,部材表作成,一品情報作成,ネスティング作業,マーキン図作成,物量算出,HNSW算出など多岐に渡る.設計における作業はどれも同じことが言えるが,それぞれにおいて極めて専門的な知識と経験を必要とする作業が多い.

船殻生産設計における,最も作業時数を要するのが一品情報作成であり,そこに掛かる作業負荷を軽減する事が効果的である.一品情報作成作業全体を見渡せば大半は繰り返し作業の組合せで,高度なスキルを要する作業は船首や船尾部の曲り部や特殊個所などに限定される.全体からすれば比較的少人数に効果はあるが,この様なスキルを要する曲り部等のシステム改善についても,考慮して行かねばならない.数年前までは,2DCADを利用し曲り部材などの展開作業を行っていたが,正確な形状を作り出せるスキルを身につけるためには,何年もの年月を要した.この問題を打開できるツールとして登場してきたのが3DCADである.3DCADは2DCADの様に直線や曲線を組合せて部材形状を作るのではなく,実物を仮想空間に定義する作業である為,物体形状の認識し易さが決定的に異なる.これは,熟練の2DCAD作業者が脳内で3Dをイメージしていた部材形状を,3DCADを用いる事で素人でも正確に定義出来れば,正規の部材形状を容易に認識することが出来る.仮想空間の中でいわば船そのものを作る為に,船殻生産設計情報がそのままが取り出せるとも言える.そのため,新人などの経験が浅い作業者であっても,習熟度が増すにつれて,2DCADでは難しかった作業個所も短い期間で担当出来る様になってきた.これは,担当者の守備範囲を広げ多能化の推進や管理業務の経験を徐々に行えるなどのメリットは大きいが,2DCADの場合は1本の線で表現出来ていたものが,壁やロンジなどの物を定義し表現するために,単純に作業の置き換えだけでは,作業効率は良くならない.これらの背景を踏まえて3DCAD導入において得たメリットを最大限に発揮するための調査研究開発活動を行った.

原稿受理日：July 22,2016
*株式会社名村造船所　船舶海洋事業部　設計本部　船殻設計部　船殻生産設計課

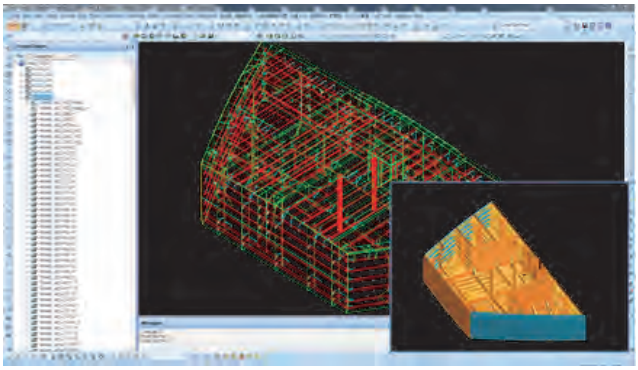
2．船殻 3DCAD の新バージョン導入

2．1　AM12.1 の環境構築と実船適用

船殻生産設計では3DCADは，AVEVA社製のソフトウェアを採用している．2009年に第320番船において，AM12.1の前身となるVANTAGE　Marine11.6　SP4(以下，VMと記す)を本格的に採用した．それ以来，VMを利用してきたが，2013年においてAVEVA社よりVMを含む以前のバージョンに対してのサポートの打ち切りが発表された．VMにおいては，CADとしての操作性が今一歩のところもあり，不具合案件も少なくなく改修の目途も立たなかったので，これを機に本格的にAM12.1へのバージョンアップを検討する事となった．

また，艤装設計においてはAM12.1からの導入のため，VMとのバージョン差により，船殻モデルの取り込みに手間が掛かり別メーカのモデル情報を取り込んでいるイメージに近かった．背景モデルとしての利用や干渉チェックは出来ていたが，それ以上の用途の見込みは薄かった．

AM12.1からはソフトウェアの基本的なアーキテクチャが刷新され，データベース機能にオブジェクト指向のDabaconが取り入れられ，GUI(Graphic User Interface)の変更やセキュリティの強化など大幅な改善がなされた．AVEVA社が得意とするプラント用3DCADをベースに，Marine系のソフトウェアが取り込まれた，といった印象である．第1図にAM12.1の画面を示す．



第1図　AM12.1

AM12.1へのバージョンアップに際しては，モデリング作成時数増の懸念や一品情報出力に不具合が無いかなど運用に耐えうるかどうか詳細に確認する必要があった．

機能面での検証項目は大項目で34項に渡り確認したが，各種設定ファイルやDB構成等の詳細項目ごとにそれぞれ比較を行った．とりわけ膨大な量の設定ファイル内容の確認に時間を費やす事となったが，すでに艤装側がAM12.1を利用しているため，共存できるよう配慮が必要であった．操作性での検証項目は，大項目で36項において検証を行ったが，この資料はVMとの操作性の違いを説明する資料として大いに活躍した．

これらを踏まえて，バグが少なく安定したバージョンを見極める難しさがあったが第399番船においてAM12.1の実船適用を開始した．検証結果を踏まえてAM12.1を適用する事によるメリット・デメリットは次の通りである．

・メリット

(1)メーカサポートが有効であり，不具合や改善内容が受け入れられ，モデリングの効率化が見込まれる．

(2)データベースが細かく設定出来る為，構外外注業者等への業務委託が比較的容易である．

(3)艤装モデルと船殻モデルが同居する事により，リアルタイムでのコンカレントエンジニアリングが実現し，設計のリードタイム短縮などの効果が見込める．

・デメリット

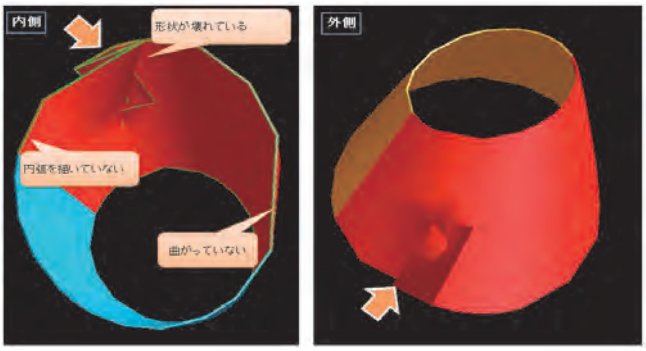
(1)データベース容量が肥大化する．
小まめなメンテナンスを行えば1隻あたり40GB程だが，放置すれば100GBを超す事もある．

(2)VMに比べていろいろと機能が増えて出来る事も多くなったが設定が複雑で，専門要員を要する．

(3)流用船に対する機能不足．モデル情報のコピー機能などのTool機能がVMの時よりも利便性に欠ける．

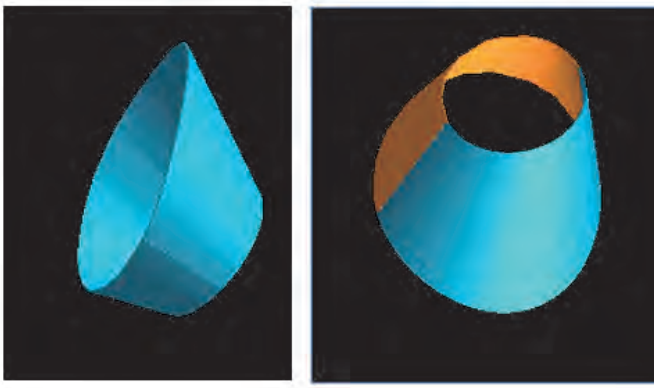
2．2　全構造モデル化への挑戦

モデリングにおいて，ほぼ全構造においてモデリングを実施しているが，曲り部や特殊箇所においてはモデリング出来ない個所があった．特に外板周りにおいて形状が複雑になり易いベルマウス台座においてモデリングを行い検証した．第2図に示すが，最初は，複雑な形状のため見た目もうまく形状をなしていない．



第2図　ベルマウス台座モデル(修正前)

その後，幾つかの設定方法を変更しモデリングをやり直した結果，第 3 図に示すとおり比較的滑らかな形状にてモデルが完成した．



第 3 図　ベルマウス台座モデル(修正後)

しかし，一品展開において外形形状やマーキンライン等の情報が，正確ではない為に，モデルまでの作成に留まった．外形の展開が手展開時の情報に近づくのであれば，後の情報付加作業が軽減に繋がる為，今後の課題となっている．これは，AM12.1 がタスキ展開法のみを採用している為であり，他の展開方法も実装する様要求していく必要がある．

２．３　AM12.1 のカスタマイズ機能への取り組み

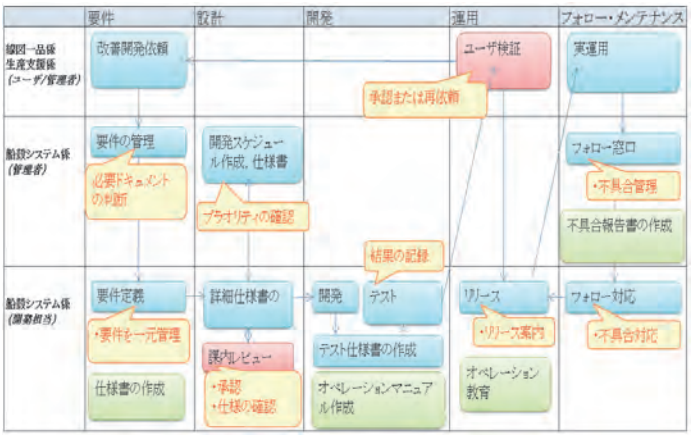
AVEVA Marine の特徴の一つで，エンドユーザによりカスタマイズが可能なマクロ言語が提供されており，これにより，独自の機能を開発する事が可能である．これは，他の 3DCAD にはほとんど無い機能で非常にありがたい反面，プログラミングの専門知識を要する．VM の場合では Vitesse と呼ばれていた機能で，利用出来るプログラミング言語はフリーウェアでオープンソースの Python だった．AM12.1 からは AVEVA 社独自のマクロ言語で PML(Programmable Macro Language) と Microsoft 社の C#に変更された．C#は汎用的な開発言語で開発出来るエンジニアも多い反面，無制限にプログラムを作れてしまう．そのため，実行形式のファイルを作成しないなど，開発に関する取り決めや運用時のフローを以下のとおり纏めた．第 4 図にフローを示す．

・開発に関する取り決め

(1) 原則として，AM12.1 のマクロプログラムとしてのみ開発を行う．ファイル形式は，DLL 形式にて Add in として提供し，実行ファイル形式での開発は行わない．

(2) 弊社の基幹システム等のデータベースアクセスは行わない．AM12.1 のデータベースのみに限る．

(3) 開発の規模としては，各単体のプログラムにおいて中小規模のものを対象とする．



第 4 図　AM12.1 の PML・C#による開発フロー

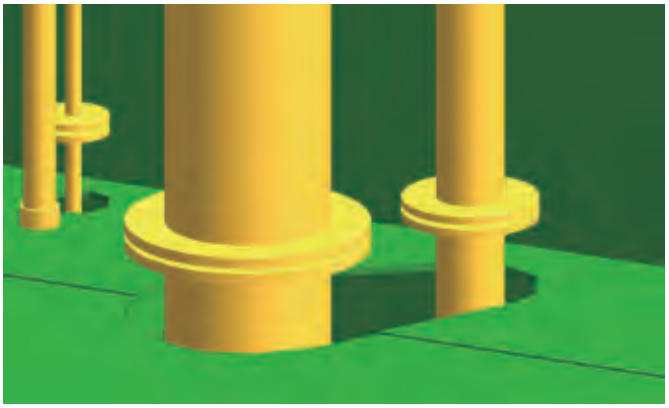
３．艤装モデルとの連携

３．１　Hole Management 機能の検証

現状の船殻モデルにおける穴明けは，船殻のモデラーがブロック図や穴開け図を見て，モデル上に穴を定義し開けていた．人手によるトレース作業には不具合は付きものであり，チェックに時間を要してしまう問題があった．

AM12.1 の持つ機能として，PIPE 等の艤装品関連の穴開けを管理出来る Hole Management という機能(第 5 図)がある．

例えば，壁を PIPE が貫通する場合に艤装側より穴開けの要求をすることにより，船殻部材に穴を開けるものである．この機能を利用すれば，穴開けの不具合は無くなるはずであるが，弊社の運用に耐えられる機能かどうか，艤装生産設計課と協業しながら検証を行った．



第 5 図　Hole Management により開孔したホール

結果としては，新船や 1 隻だけの建造であれば利用可能であるが，流用船では艤装と船殻の情報をリンクさせる情報が欠落してしまい，実運用では耐えられないとの結論に至った．AVEVA 社への是正依頼は行っているものの，システムの根幹に関わる内容を含んでいるために，即時改修とはいかないとの回答を得ている．

今後は社内開発によりシンプルで弊社の運用に適したマクロプログラムを開発する事としている.

また,運用面においては穴開けの承認所掌がAM12.1を利用していない船殻設計課の為に,他の汎用CADやExcelなどに簡単に穴情報を出力し確認出来る仕組みを開発するなどの課題は残っている.

３．２　船殻モデルの進捗状況の見える化

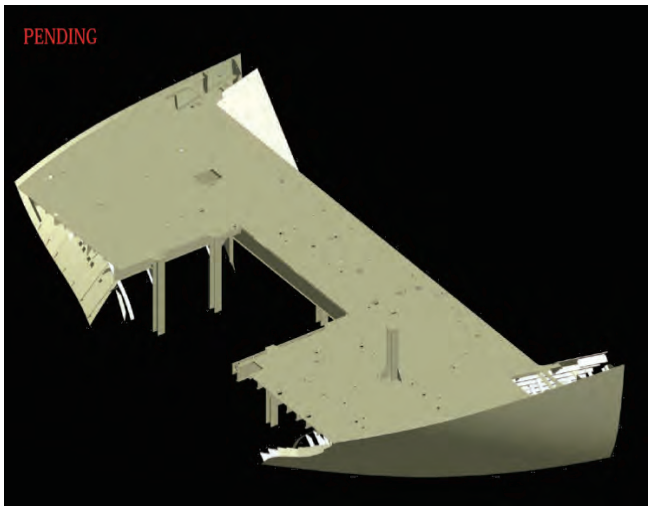
AM12.1 で船殻と艤装のバージョンを統一したことにより,艤装側へリアルタイムでの船殻背景モデルを提供出来るようになった.リアルタイムで提供と記述したが,実情は船殻が作成したモデルが,意図せずに艤装側でそのまま見られてしまう事になるが,船殻の状態が作成途中なのか,完成しているのか,どのような状態なのか全く判らない.船殻モデルにおいて,改正が発生すると予め判っているなら,ある程度作成した状態で止めておくなどの場合もある.それらの打開策として設計工程工数管理システムの進捗率とリンクさせ,船殻モデル作業者が入力した進捗率を判断し,モデルの色分けを行う仕組みを艤装生産と協業し,それぞれの所掌範囲において開発した.進捗状況の入力は作業者がコントロールする事になるが,完了したかどうか自動的な判別は難しく現時点ではベストな方法と考える.

色分け状況が確認できたら,干渉チェックを行い船殻構造と艤装品の干渉が無いか最終確認を行う.

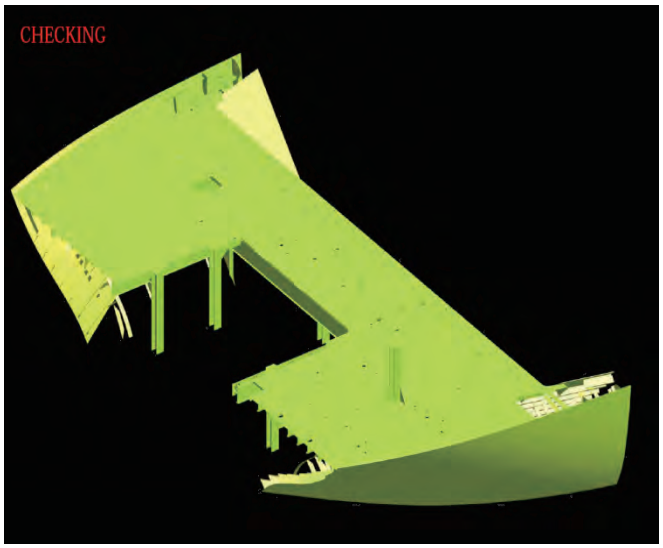
第１表　船殻背景モデルの状態と進捗率

設計工数工程管理システムへの入力	モデルの状態
SPIS 作業　進捗率 90%未満	PENDING
SPIS 作業　進捗率 90%以上	CHECKING
検図後の手直し作業　進捗率 100%	COMPLETE

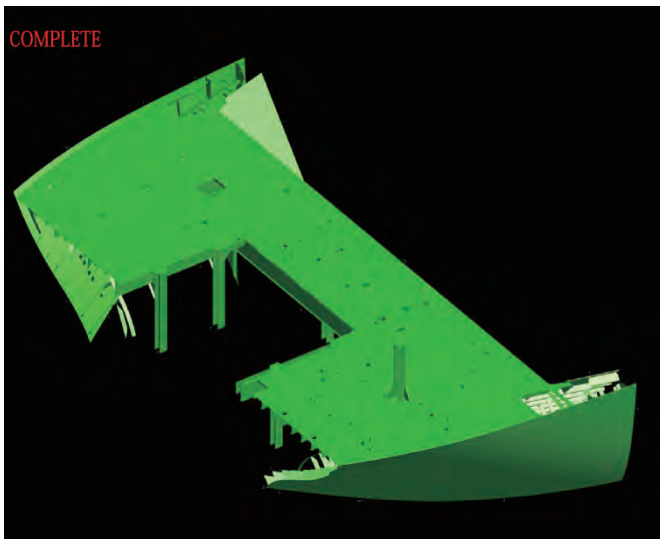
これらの意味合いとしては,PENDING は船殻モデル担当者により作業中,CHECKING は船殻一品図の検図作業中か検図による指摘事項の対応中,COMPLETE は一品完了となり次のステージであるネスティングへ情報を渡せる状態である.第６図から第８図に船殻背景モデルの状態を表す.



第６図　船殻モデル（PENDING 状態）



第７図　船殻モデル（CHECKING 状態）



第８図　船殻モデル（COMPLETE 状態）

4．関連システムの開発活動

4．1　Spis Hull / CADWIN システムの開発

Spis Hull は開発当初は, VM のみの対応だったが AM12.1 への移行に合わせて, AM12.1 対応の Spis Hull の開発を行った.

これも AM12.1 のソフトウェアを構成する基本的なアーキテクチャが変更された為であり, インターフェースとなる機能を維持するために開発を行った. リリースした直後は, 一品分解処理がうまく機能しない場合があり, 大半はモデル情報に原因があったのだが, その原因を調査する為に時間が掛ってしまうケースがあった.

この他にも, さまざまな不具合対応やシステム改善を行った. 一品情報に関する内容では, Seam を跨ぐ Hole について一品分解処理時にマーキン情報へ自動変更する機能や, 耐食鋼などの特殊鋼板への対応, 2DCAD 機能を利用した千鳥溶接記号や足場ピースマーキン記号を任意に付与出来る機能を追加開発した. また, ラインウェルダーの設備はシステム的な機能は導入当初からほとんど変更されておらず, ロンジ間の寸法は 3 桁までの表示しか出来なかったものを 4 桁に対応出来るよう改善した.

CADWIN においては, 各種 NC 切断機に対する問い合わせや現場対応, ネスティング関連に関する改善や不具合対応を行ってきた. 現場の小組の為に自動ネスティング機能を利用した定盤配置シミュレーションシステムを構築し提供を行った. 現場設備において NC#5 がリプレースされる際の対応や, 開先が無い(V0) 要素でガース長さが 5000mm 以上の場合は 2R3P(R 面取り) 切断を行わない様な対応, 部材の形状が複雑な場合で微小開先がある場合は部材形状に影響が出ない様自動的に判断し処理する等, 多種多様な改善をしてきた.

これからも, 3D モデル情報と NC 切断情報の中間に位置する Spis Hull/CADWIN は, その時々の船種や状況に応じて迅速に臨機応変な対応を行っていかなければならない. これは, 船殻生産設計の情報作成における中核をなすシステムの宿命といえる.

4．2　新外板システムの開発

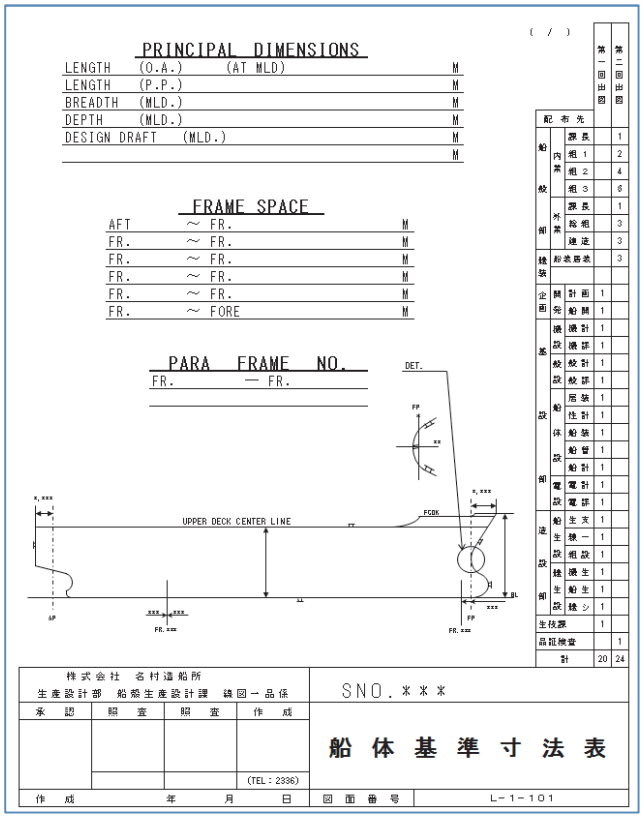
旧システム(Unix) の撤廃により, 関連する外板の仕組みも見直す事となった. 外板関連の情報作成には, 職人の技術と言うべき要素が多い. 船首部や船尾部などの曲り部の展開技術は, 最たるものである. 全体の情報量からすると多くはないが, 対応出来る人材が少ないため, システム化を推進し, 若年者の早期の技術取得を急がねばならない.

本研究において開発したシステムを下記に列記する.

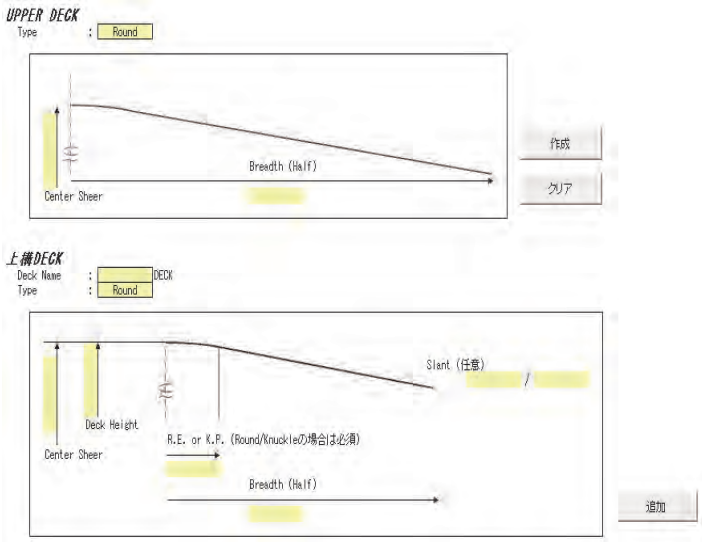
(1) 船体基準寸法表(第 9 図, 第 10 図)

旧来の Excel シートに, 計算マクロを組み込み出図までの時間短縮を狙い開発を実施した.

今まで手計算や CAD に描画し計測して算出していた Deck などの各種寸法等, 自動で算出する.



第 9 図　船体基準寸法表（表紙）

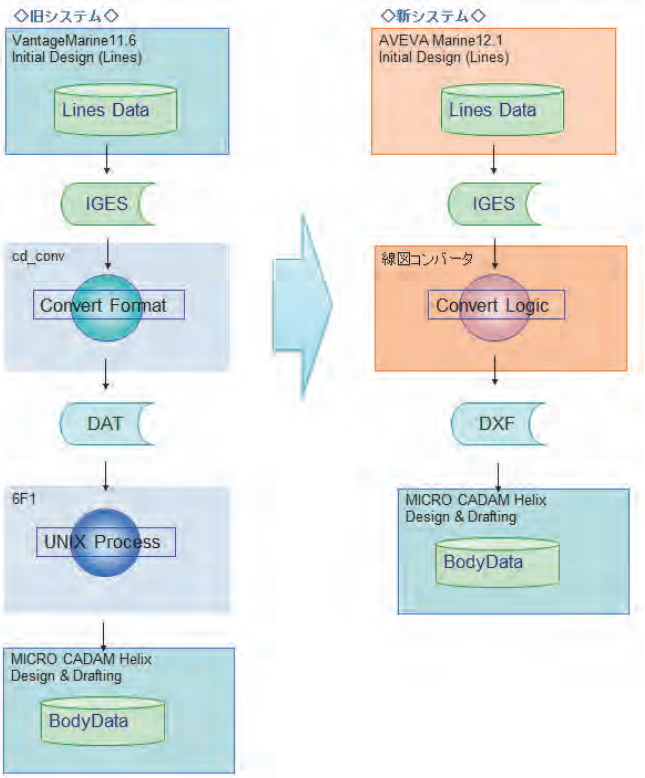


第 10 図　船体基準寸法表（マクロ計算部分）

(2)線図変換プログラム

図 11 に示すように Lines から出力される線図情報を 2DCAD へ変換するシステムのリプレースを行った.

3DCAD の一般的なインターフェースである IGES ファイル形式から, 2DCAD のこれも一般的な DXF ファイル形式に変換するコンバータを開発した. 汎用的である為, 将来性に期待が持てるが, 今後は 2DCAD へのデータ変換を介さない運用方法の調査していきたい.



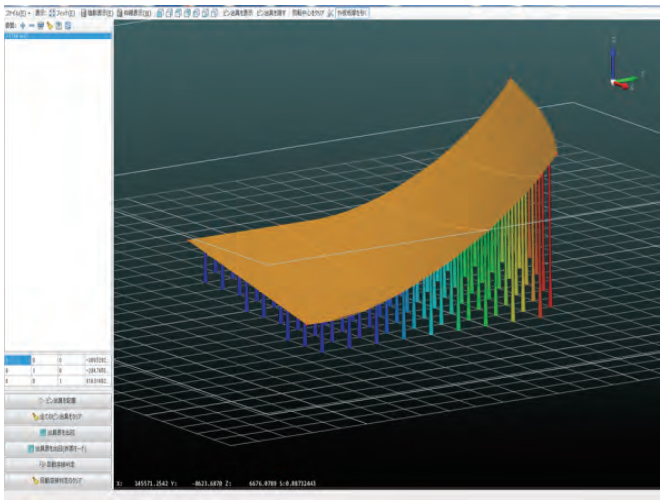
第 11 図　線図変換プロセスの新旧対比フロー

(3)組立治具表出力システム(第 12 図)

組立治具表も線図変換プログラムと同様に, 旧システムのリプレースとして開発を行った. 図面の元となる情報に 3DCAD 情報を利用する事とした.

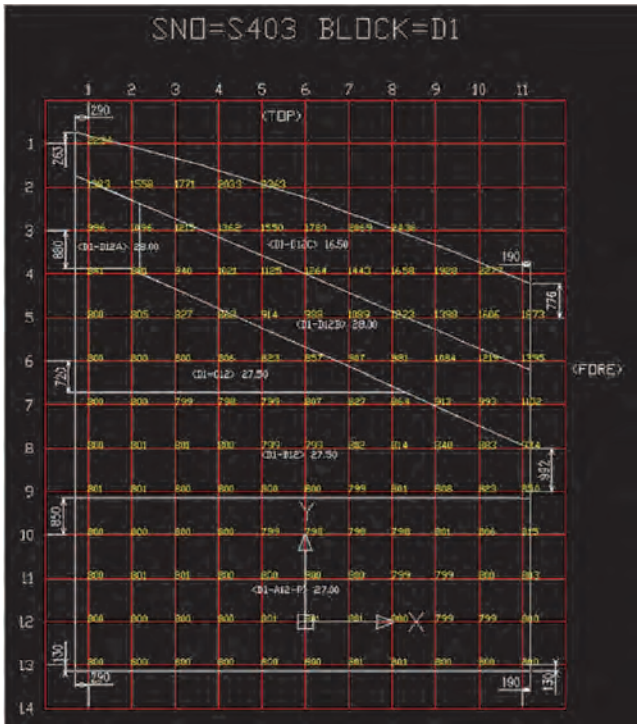
第 12 図　組立治具表出力システム

時折現場からのフィードバックがあり, 配置姿勢を見直す場合がある. 本研究において, 新たに開発を行った機能として, 3D イメージで配置姿勢をシミュレーション可能と出来るよう 3DCAD 情報を取り込める機能を実装した(第 13 図). 合わせて自動溶接可否判定機能を有し自動溶接が出来ない角度であれば, アラームを出力する.



第 13 図　配置姿勢シミュレーション

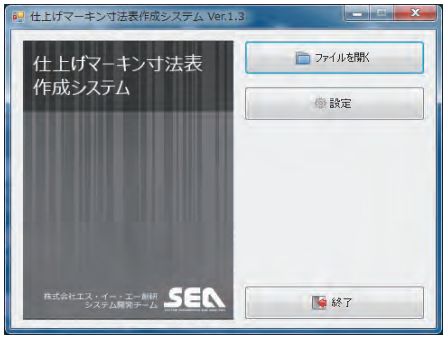
現場の定盤に合わせた 1000×1000 の格子上にユニバーサル治具の高さを記載したものを出図する. DXF 形式でファイルを作成するために, ハンドリングが良く紙面でも電子データでも対応が可能である(第 14 図).



第 14 図　新組立治具表

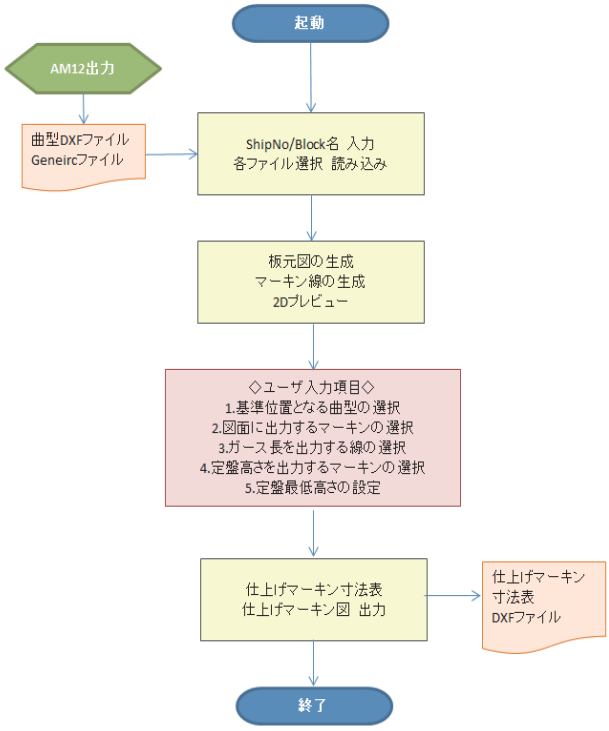
(4)仕上げマーキン寸法表作成システム(第15図)

仕上げマーキン寸法表のシステム化は,必要とする情報が曲げ型と外板の情報が一致しておく必要があり,AM12.1から出力する情報だけでは不足する懸念があった.



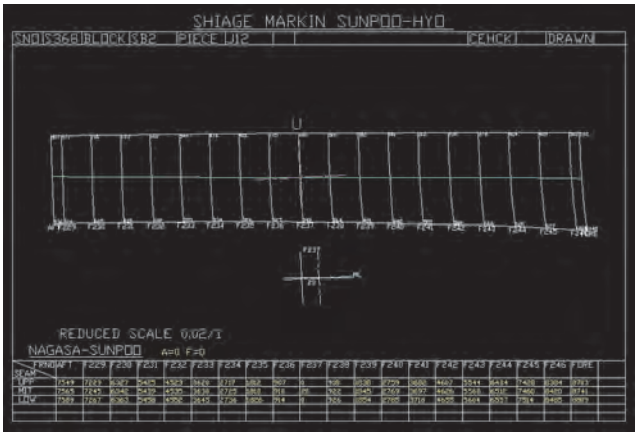
第15図　仕上げマーキン寸法表

しかし,仕上げマーキン寸法表を作成する過程において,対話式のプログラムとする事により,人の判断において正確な情報を選択し,結果的に正しい図面を出力する事が出来る仕組みとした（第16図).



第16図　仕上げマーキン寸法表作成時のフロー

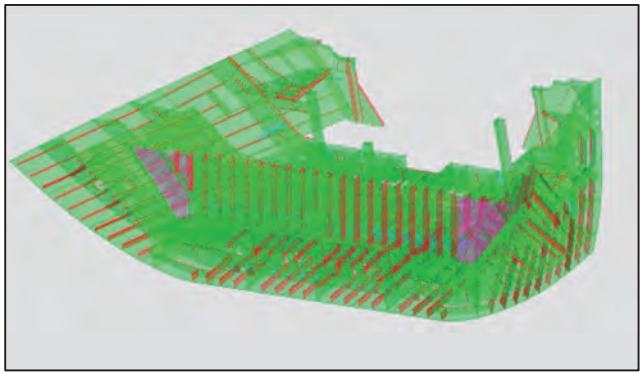
仕上げマーキン寸法表(第17図)は,比較的に曲りがきつい外板において必要とする.一旦熱曲げを行った後,フレームラインなどのマーキンラインを修正するため,精度を要する重要な図面である.



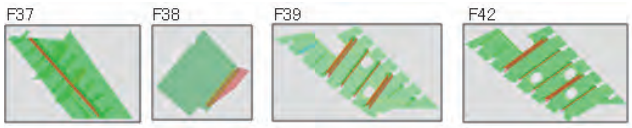
第17図　仕上げマーキン寸法表

4．3　管理物量算出の仕組み構築

管理物量算出の仕組みは,当初の目論見としてはAssembly Planning を利用した運用形態にて検討を進めていた(第18図,第19図).実際の施工は複雑でSEQ単位での施工となるうえに,ブロック単位での施工を前提としているAssembly Planningを利用しようとすると,運用上の工夫が必要となり,情報作成に時間を要す事が判った.



第18図　Assembly Planning 部材登録

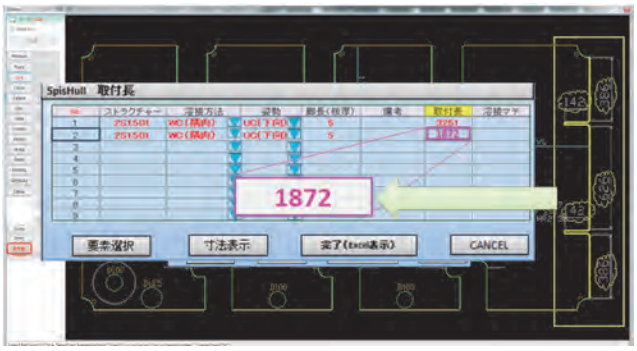


第19図　先行小組単位での部材登録

Assembly Planning では,部材表の作成機能も持っていて,部材名を自動的に付与してくれるAuto Naming機能がある.この機能を利用し,作業負荷軽減に役立てたいが機能上の制約により, Assembly Planning を利用した物量算出等の機能は保留となった.

しかし,物量算出に掛る時間短縮は現場へのジャストタイムでの情報提供に繋がる為に, Spis Hull での一品最終

形状から，溶接長を取り出す仕組みを開発しリリースしている．求めたい取付長の要素部をドラッグする事により取付長の合算値を容易に求められる（第20図）．

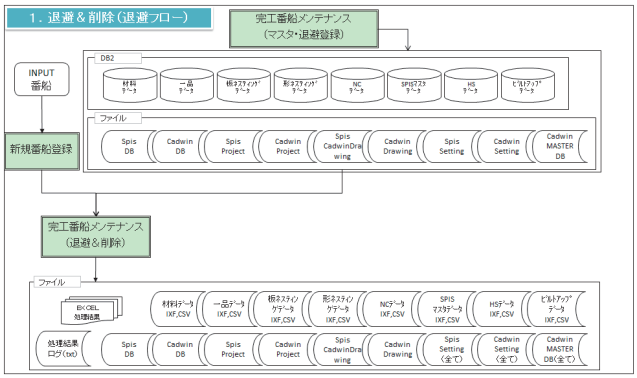


第20図　取付長算出機能（Spis Hull）

4．4　完工番船メンテナンスシステム

船殻生産設計が抱えるシステム情報は，種類と量の多さが際立ち，定期的なメンテナンスを要する．旧システム（Unix）を利用していた時は，ユーザが利用していない時間を利用し夜遅くや休日を利用しメンテナンスを行っていた．データのリストア時も保管しているテープから該当のテープを探す必要があった．

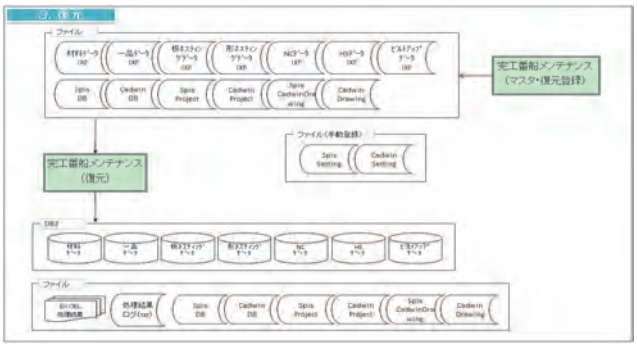
バックアップは，旧来のテープ方式を廃止して外付けのHDD に保存する事とした．そのため，リストアを数ステップの操作で可能となった（第21図）．



第21図　完工番船メンテナンスシステム（退避フロー）

保証工事などの過去番船のデータも旧システムの場合，予め保管している膨大な紙のリストから該当の部材を探し出し，一意に付与された番号を調査し復元していた．

完工番船メンテナンスシステムで保存された情報は，Windows ベースのため，人を選ばず時間を掛けずに復元する事が出来るようになった．保証工事時の対応には急を要する場合が多いため，大いに役立つと期待されている（第22図）．



第22図　完工番船メンテナンスシステム（復元フロー）

5．今後の課題について

3DCAD 情報作成が定常化してから，さまざまなステージおいて利用価値が見出され，用途拡大の可能性が膨らんできた．そのため，3D 情報作成時数の短縮は避けられない．精度向上も同様で，Spis Hull や CADWIN の機能をフルに利用し，不具合の抑制や機能改善を図り取組んでいく．

AM12.1 への移行を果たし周辺システムの対応も一段落したが，本格的な効率化の対応はこれからが本番であり，特に AM12.1 のマクロプログラム作成を加速し 3D 情報作成に費やす時間を短縮する事が，これから真っ先に取り掛かるべき課題である．

6．結言

本研究開発では，船殻生産設計が取り扱う膨大な情報作成作業において，作業の効率化や不具合のミニマイズ化を推進するために，様々なシステム開発を行ってきた．

これからも，情報作成に掛かる負荷を軽減する事が重要で，特に 3D モデル情報が設計情報の核となって来ると考える．AM12.1 のマクロ言語を利用したカスタマイズはこれからだが，3D モデル情報作成の負荷軽減・作業効率化は永遠のテーマと掲げ，より良いシステム作りに注力していく．

謝辞

本研究開発にあたり，有用なアドバイスやご協力をして頂きました関係部署の皆様，技術支援を頂きましたアヴィバ株式会社の皆様，開発にご尽力頂きました CADWIN System Co.，Ltd. の皆様，株式会社エス・イー・エー創研の皆様，名村情報システム株式会社の皆様に深くお礼申し上げます．

参考文献

1）山下貴洋：船殻生産設計における新システムの紹介，名村テクニカルレビューNo.16　2013 年，　pp.46-53