



平成 27 年度日本財団助成事業
3次元艤装設計ツールの導入による
中小造船所の人材確保事業
事業報告書

平成 28 年 3 月

CAJS 一般社団法人日本中小型造船工業会

目次

はじめに

「AutoCAD Plant3D・管ナビ」編

1. 機関室モデル図作成	1
2. Auto CAD Plant3D 及び管ナビの操作講習会	1
(1)講習会の担当とスケジュール	1
(2)アンケート結果	1
(3)まとめ(課題)	2
3. Plant 3D 及び管ナビを使用した実船設計トライ並びに管ナビ機能追加、機器登録	3
4. 機器等登録について	13
5. まとめ	13
付録	13

「艀装生産管理」編

序	15
1. 書面調査	17
(1) 概要	17
(2) 分析	25
(3) まとめ	31
2. 実地調査	33
総括	33

3. 艀装生産管理システム仕様概要.....	35
あとがき.....	37
名簿.....	38

はじめに

中小造船各社や設計外注業者会社では設計技術者の高齢化と人手不足が益々深刻化している。

3次元設計支援ツールを導入すれば、設計業務を熟練者と未熟練者の間での分担、生産管理への活用等が可能で、人材問題を解決できると言われているが、中小型造船各社や設計外注業者では、3次元CADは導入・保守費が高いなどの理由から導入が進んでいない。

このため、廉価でかつ操作容易で多くの中小造船所や設計外注業者が導入可能な艤装設計支援ツール(3次元配管 CAD システム(管ナビ))を整備し、未熟練者に対する管理・指導への活用法を整理する。

また、3次元設計情報を現場の生産管理にも活用可能な艤装生産管理システムを構築し、その普及促進を図ることを目的として3カ年計画で事業を実施している。

初年度にあたる今年度は、実船の3次元機関室モデルによる Auto CAD Plant 3D 及び管ナビ操作講習、Auto CAD Plant 3D 及び管ナビを使用した実船設計トライ及び管ナビ機能追加・機器登録を行うと共に、艤装生産管理システム構築のため、会員造船所への生産管理に関する書面調査、更に書面調査回答内容から、中小型造船業の典型的な姿を示していると想定される造船所を6社抽出し、書面調査を補強するために、回答内容を現地現物で確認する実地調査を行ない、会員造船所の艤装生産管理の現状を分析、把握した。

詳細は各章を参照されたい。

「AutoCAD Plant3D・管ナビ」編

「AutoCAD Plant3D・管ナビ」編

1. 機関室モデル図作成

Auto CAD Plant 3D 及び管ナビ操作講習と実船設計トライで共通図面を使用することを目的とし、造船所から実船の機関室図面提供により、二次元の機関室を三次元モデル化した。

2. Auto CAD Plant 3D 及び管ナビの操作講習会

Auto CAD Plant 3D 及び管ナビの操作習得を目的として、3日間の講習会を開催した。

(1) 講習会の担当とスケジュール

平成 27 年 5 月 24 日～26 日の3日間(株)NTTデータエンジニアリングシステムズ関西支社にて講習会を開催し、造船所 10 名、設計会社5名が参加した。

(2) アンケート結果

3日間の講座期間中、初日と最終日に操作習得状況を把握する目的で受講者にアンケートを実施した。

以下アンケートを示す。

※初日アンケート

No.	コメント
1	造船所ごとに違う部品（スリーブ、排水金物）などの製作は各社でモデリングしているとかかり時間がかかると思う。バルブのように数値をうちこむだけでは可能か？ 45度、90度以外のエルボにも対応してもらいたい。88度は使用頻度が多い。
2	造船所特有の機器（質問にあったスリーブ等）も貴社で用意して欲しい。
3	管ナビインストール手順書はないか？
4	操作が非常に簡単でわかり易かった。斜めに引く管の接続がもっと簡単にできると良いと思う。
5	言葉ではわかりにくところがあったが、テキストがあったのでわかりやすかった。
6	データの共有化についてはどのようにするのか？ YARDによって使用金物（スリーブサイズ、長さ）が異なるが、対応は造船所毎にするのか？ 船殻、艤装との進捗は造船所にて工程調整が重要と思われる。
7	フラモの配管の場合は継手や枝はどうなるか？
8	今までいくつか3Dエディタを使っていたが、配管に使うのであれば、一番使いやすいのではと思う。

※最終日アンケート

① 操作の習得状況

・回答結果

講習のわかりやすさ	Plant3D	管ナビ	船殻構造	スクリプト
①わかりやすい	6	6	5	6
②ほぼわかりやすい	6	7	7	7
③少しわかりにくい	2	1	2	1
④わかりにくい	0	0	0	0
⑤不明	0	0	0	0

② 講習のわかりやすさ

・回答結果

講習のわかりやすさ	Plant3D	管ナビ	船殻構造	スクリプト
①わかりやすい	6	6	5	6
②ほぼわかりやすい	6	7	7	7
③少しわかりにくい	2	1	2	1
④わかりにくい	0	0	0	0
⑤不明	0	0	0	0

③ テキストのわかりやすさ

・回答結果

テキストのわかりやすさ	Plant3D	管ナビ	船殻構造	スクリプト
①わかりやすい	9	9	8	8
②ほぼわかりやすい	3	4	5	4
③少しわかりにくい	2	1	1	2
④わかりにくい	0	0	0	0
⑤不明	0	0	0	0

(3) まとめ(課題)

以上の回答結果及びコメントから、3日間の講習会での成果はPlant 3D、管ナビ、船殻構造、スクリプトの4項目別で大多数の方から理解度を得ていることから、高い達成度が出た。

特にテキストのわかりやすさについては高評価であるため、自社に戻ってからの学習にも活用可能であることが分かった。

一方でコメントには今後改善していくことによってより使いやすいソフトになる意見が多く出されたため、実船設計トライを各社で実施することにより意見集約を行っていくこととした。

3. Plant 3D 及び管ナビを使用した実船設計トライ並びに管ナビ機能追加、機器登録

講習会を終えた後、本事業に参加している造船所(設計外注業者を含む)に管ナビのレンタルを開始し(レンタル数:11 法人 16 ライセンス)、実船設計トライを行った。

実船設計トライにより、造船所や設計外注業者からの出た要望・調査をまとめたものは次のとおり。

機能	分類	改良概要	要求内容
管符号採番	新規	管符号採番機能を新設	管モデリング及び管割後、自動で管番号が付加される機能を追加
			採番されたことが、管モデル上で視覚的に判断できる機能を追加
一品図出力	改良	一品フィルタの選択項目を追加	管一品図出力単位の設定
		集計表作成機能を追加	管一品図リスト(管一品形状サムネイルの表示を含む)
			材料集計表の出力
		区画情報を追加表示	「区画」を追加
		カッティングプランを追加表示	カッティングプランの追加(カッティング標記の標準化を含む)
			カッティングプランは追寸の表示
		図形表示方法を改善	表示、表現、記号の標準化
			寸法線の付け方(見易く、文字大きく)
			ノンスケール表示(部品を固定サイズ、管は実寸)
		ファイル出力の効率化(処理の継続)	PCFファイル出力の効率化(一品図が作れない場合)
		ベンダー曲げの可否をチェック	ベンダー曲げ可能判定と判定結果表示
フランジ先付け判定	フランジ等の先付け判定と判定結果表示		
フランジのボルト穴振り角度を表示	フランジのボルト穴振り角度に対応した表示		
加工後のエルボ情報を表示	カットバックエルボの材料表		

機能	分類	改良概要	要求内容
エルボバンド 変換	改良	管工場毎のバンド径で一 括変換	バンド半径の一貫性
			現状スペック入力式から、スペック選択 式に変更
			配管口径選択方法の改良
バンド配置	改良	認識ピッチを指定	バンドモデル作成方法の見直し
バンド製作 図出力	新規	バンド製作図出力機能を 新設	バンド製作図出力フォーム選択機能
			バンド製作図出力単位の設定機能
			表示、表現の標準化
			形状に関係なく全てのバンド製作図を 出力
バンド集計リ スト作成	新規	バンド材料集計リスト作成 機能を新設	バンド材料集計表の出力機能(標準化 を含む)

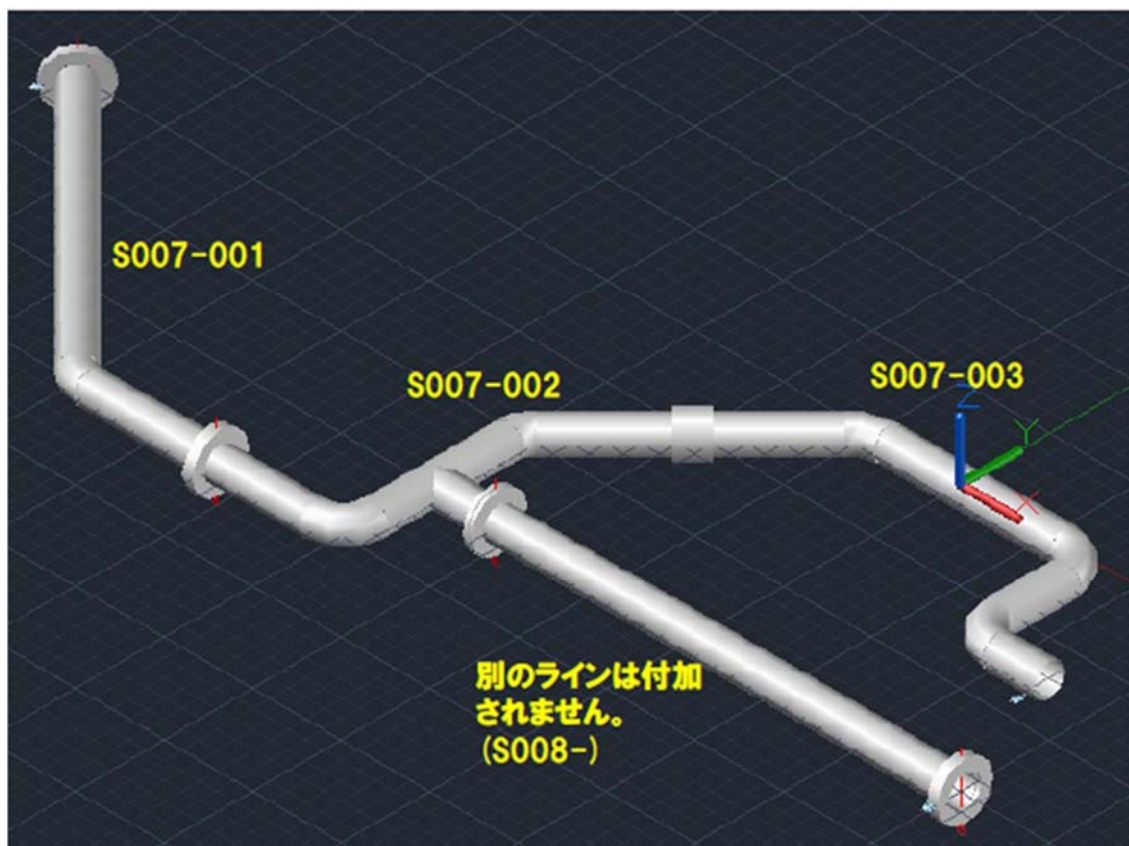
講習会でのアンケート結果では、管符号採番自動化と一品図出力におけるカッティングプラン表示およびバンド製作図出力の要望が多く寄せられた。アンケート結果を踏まえ、複数の造船所および管製作会社に対し、一品図の改良案を提示し、管ナビへの要望事項についてのヒアリングを実施した。ヒアリングで出された要望事項について、NDESにてプログラム開発の実現可能性を考慮して本機能追加案を考案し、本事業参加会社に説明、承認を得て追加を行った。

各機能追加の詳細は以下のとおり。

(1) 管符号採番

符号を自動採番する機能を新設する。

- ・ライン番号単位で採番する。(ライン番号一追番)
- ・ラインに定義した流れ順で採番する。
- ・フランジ、またはスリーブで管符号を分ける。



(2) 集計表作成機能追加

管一品図出力時に、目次、材料集計表を出力する。

The image displays two summary tables. The first is the '諸管集計表' (Pipe Summary Table) with columns for No., 管径号 (Pipe No.), 径 (Diameter), 形状 (Shape), 処理 (Treatment), 総立重量 (Total Weight), and 備考 (Remarks). The second is the '一品材料集計表' (Single Part Material Summary Table) with columns for No., 材料 (Material), 材質 (Material Type), 径 (Diameter), 数・長さ (Quantity/Length), and 備考 (Remarks).

No.	管径号	径	形状	処理	総立重量	備考
1	S007-001	100		メッキ	3.4	
2	S007-002	125		メッキ	4.5	
3	S007-003	100		メッキ	2.1	

No.	材料	材質	径	数・長さ	備考
1	フランジ	SS400	100A	34	
2		SS400	125A	12	
3		SS400	150A	9	
4	エルボ	FSGP 45ES	100A	15	
5		FSGP 90ES	100A	13	

(3) 区画情報追加

区画情報を追加する。

PCFファイルに区画情報を追加して、一品図に表示する。

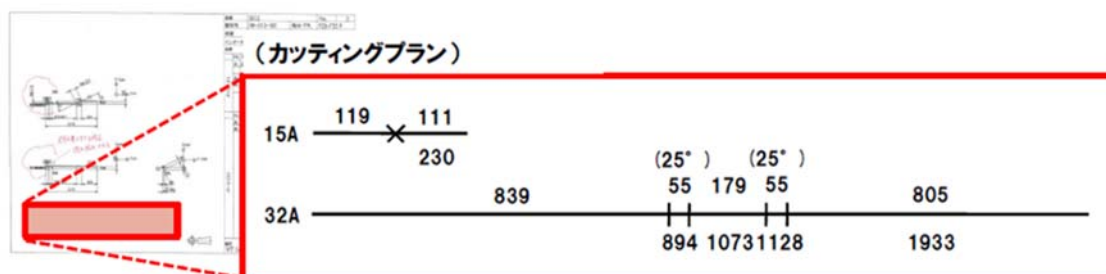
The image shows a table with project information and a technical drawing. The table has columns for 区画 (Area), 管径号 (Pipe No.), and 形状 (Shape). The drawing shows a pipe assembly with a red box highlighting the area information.

区画	管径号	形状
A11	8007-045	ベンダー-R

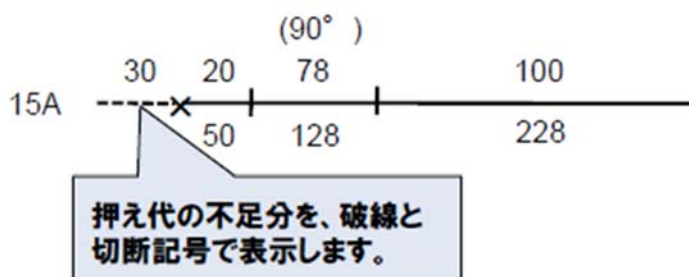
(4) カuttingプラン追加

カuttingプランを出力する。

- ・ライン上段に各寸法、下段に累進寸法を表示する。



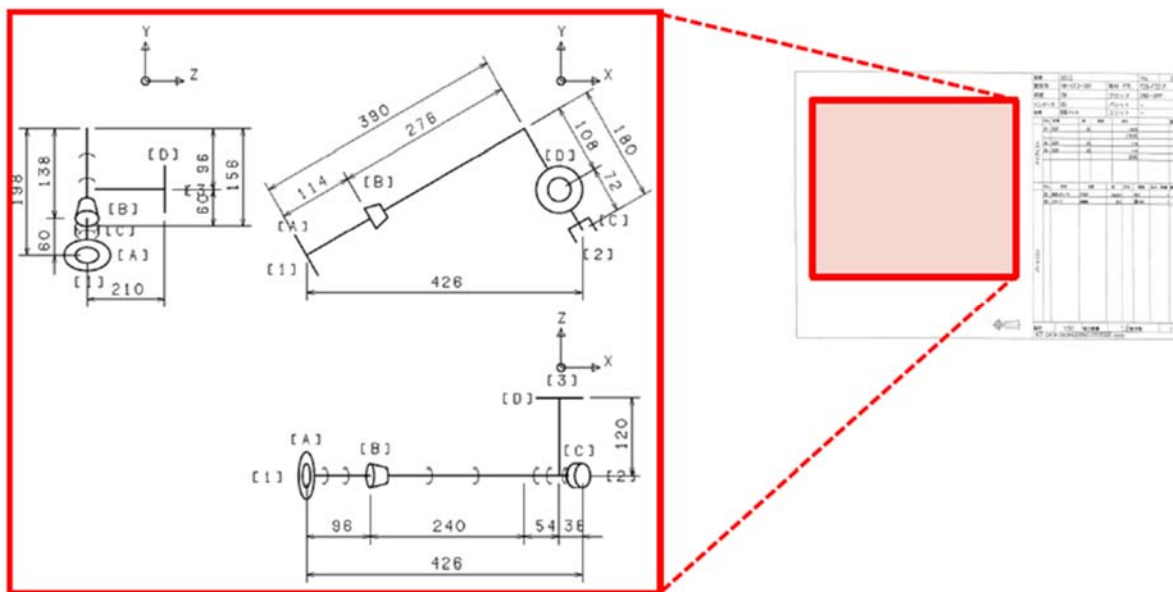
- ・ベンダーおよびフランジテーブルより、押さえ代、つかみ代、抜き代を考慮し計算する。



(5) 図形表示方法の改善

図形表示方法を見直す。

- ・一品図をデフォルメ表示する。
- ・管は実長のスケール、部品は固定サイズで表示する。



・作図図形一覧

管・継手類		
No.	部材名	作図記号
1	管、継手類 (真上)	
2	管、継手類 (真下)	
3	管 (斜め上)	
4	管 (斜め下)	
5	フランジ (平面)	
6	フランジ (斜め上)	
7	フランジ (斜め下)	
8	スリーブ (真横)	
9	スリーブ、ワット (斜め上)	
10	スリーブ、ワット (斜め下)	
11	スリーブ、ワット (真横)	
12	ソケット (真横)	
13	ベンダー	
14	曲り (垂直変位)	
15	突合せエルボ (斜上下)	

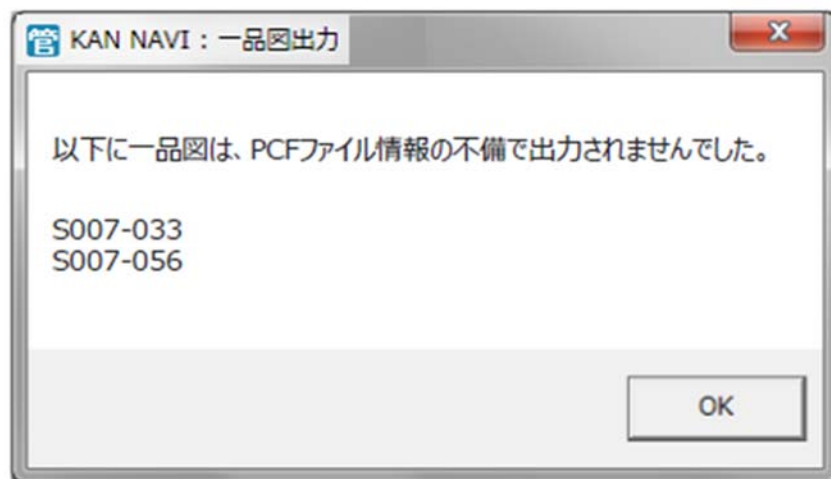
管・継手類		
No.	部材名	作図記号
16	突合せエルボ (真上)	
17	突合せエルボ (真下)	
18	突合せエルボ (真横)	
19	差込みエルボ (真横)	
20	差込みエルボ (斜上下)	
21	差込みエルボ (真上)	
22	差込みエルボ (真下)	
23	イモ	図形なし
24	管端拡張 ホッパー	
25	ネジ切り (真横、斜上・下)	
26	バックリング (真横)	
27	ユニオン[N型] (真横、斜上・下)	
28	ユニオン[B型] (真横、斜上・下)	
29	突合せ (真横、斜上・下)	
30	1/2" x 1/2" (1/2" x 1/2") 1/2" x 1/2" (斜め上)	

管・継手類		
No.	部材名	作図記号
31	1/2" x 1/2" (1/2" x 1/2") (真横)	
32	絞り (真横、斜上・下)	
33	突合せTビース (真横)	
34	突合せTビース (真上)	
35	突合せTビース (真下)	
36	差込みTビース (真横、斜上・下)	
37	差込みTビース (真上)	
38	差込みTビース (真下)	
39	180° x 1/2" x 1/2" (真横)	
40	180° x 1/2" x 1/2" (真上・下)	
41	180° x 1/2" x 1/2" (斜上・下)	
42	180° 差込み1/4" (真横)	
43	180° 差込み1/4" (真上・下)	
44	180° 差込み1/4" (斜上・下)	
45	180° 差込み1/4" (真横)	
46	180° 差込み1/4" (真上・下)	
47	180° 差込み1/4" (斜上・下)	

(6) ファイル出力の効率化

作成されない一品図があっても次へ進むようにする。

・現在、PCFファイル情報の不備などで一品図出力できない場合は処理を中断しているが、改良後は最後まで処理を行い、出力できない一品図は最後にエラーを表示する。



(7) 加工後のエルボ情報の表示

加工後のエルボ情報を材料表に出力する。

・材料表の種別、個数は切断前のものを出力するが、重量はカット後のものを出力する。

No.	材料	材質	径	圧力	種別	数量	重量
[A]	スリーブ	PG370-E	150		SV	1	7.3
[B]	エルボ	PG370-E	150		90ES	1	4.7
[C]	エルボ	PG370-E	150		45ES	1	1.8

加工後の重量を出力します。

(8) エルボベンド変換

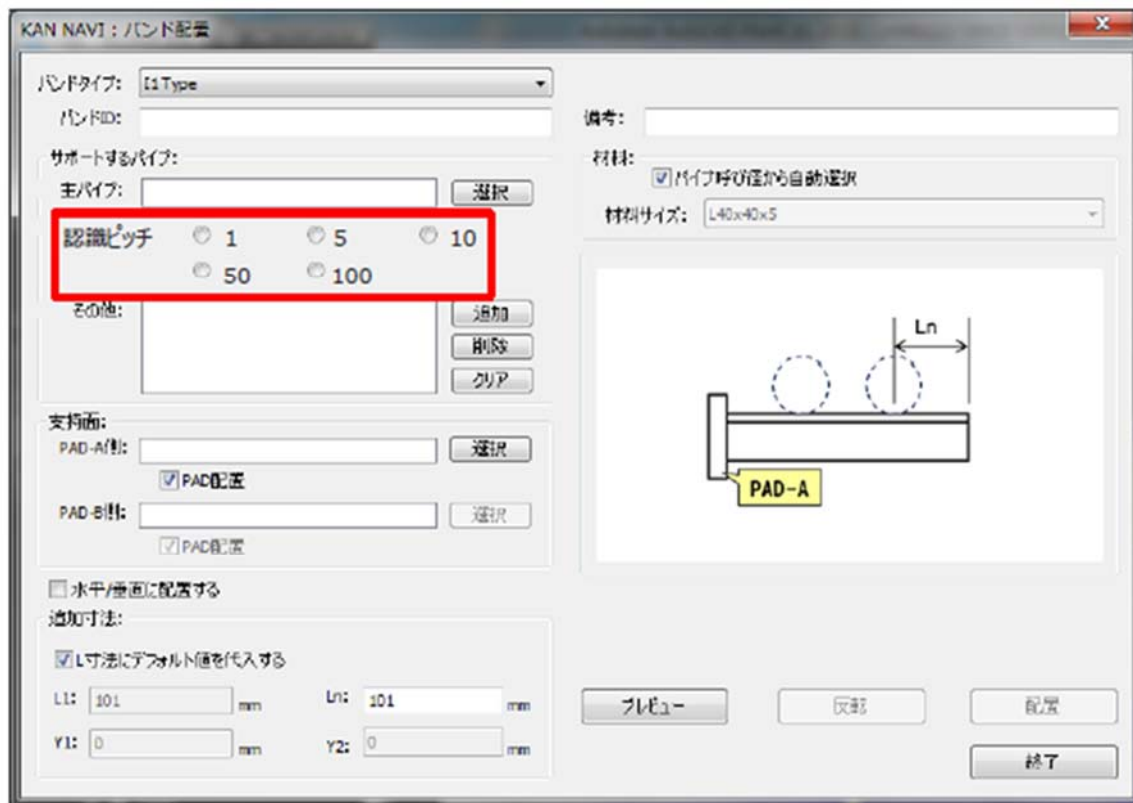
管工場毎のベント径で一括変換する。

- ・配管スペック、呼び径、曲げ径を選択する。
- ・モデルのベント曲げ径を一括変換する。
- ・管工場毎のベント情報を管理する。



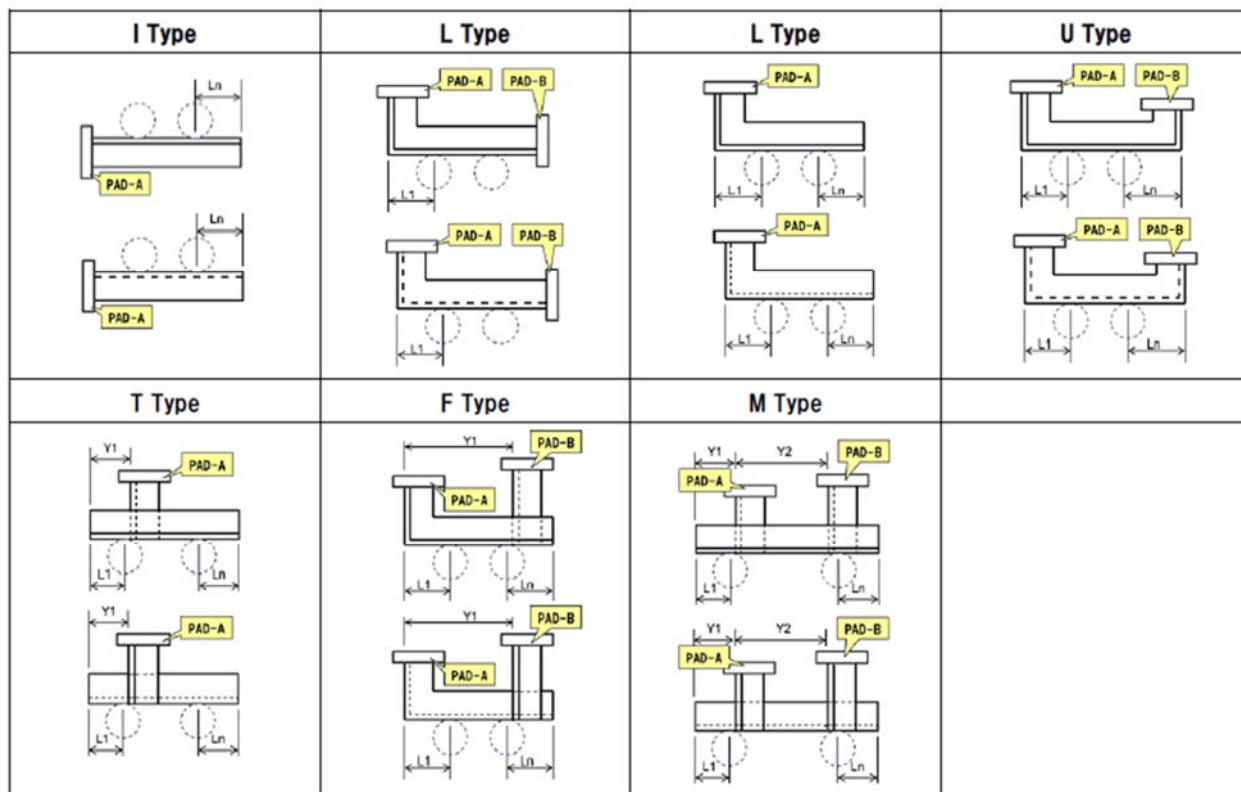
(9) バンド配置認識ピッチ指定

パイプ指示で認識ピッチを指定できる様にする。



(10) バンド作成の簡便化

サポートモデルの標準パターンは全7タイプある。



(11) バンド製作図出力

バンド製作図出力機能を新設する。

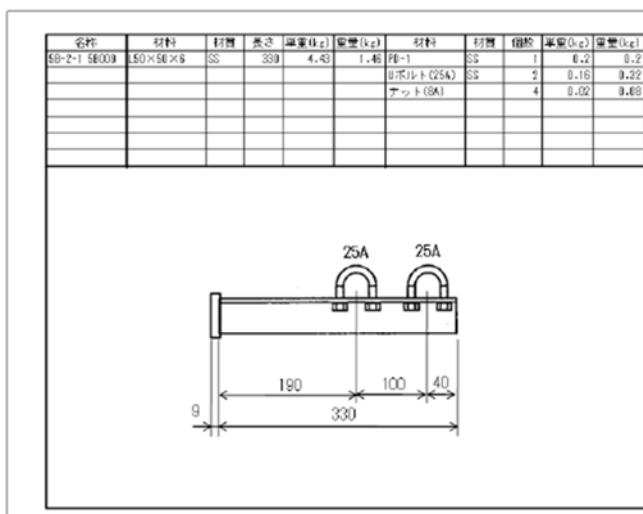
- ・バンド集計表、バンド製作図を出力する。



(12) バンド製作図出力結果

出力結果

バンド仕様書						
品番	9999	品名	A-1			
品名	材料	口径	仕様	長さ	重量	重量
ボルト						
	15A	SS		2	1	3
	32A	SS		15	12	18
	50A	SS		40	13	55.9
	80A	SS		27	17	45.9
	100A	SS		54	2	108
アングル	L75x7.5	SS		3476	10	34790
	L75x7.5	SS		6479	12	77748
	L75x7.5	SS		4548	14	63972
	L80x8.0	SS		369	18	6942
	L100x100	SS		2370	20	47400
ワット	PO1	SS		19	0.2	38
	PO2	SS		2	0.4	0.8



◆管ナビのバンド配置コマンドでモデリングされたサポートについては生成されるが、任意にモデリングされたサポートについては、寸法線およびパターン化できないものは生成されません。

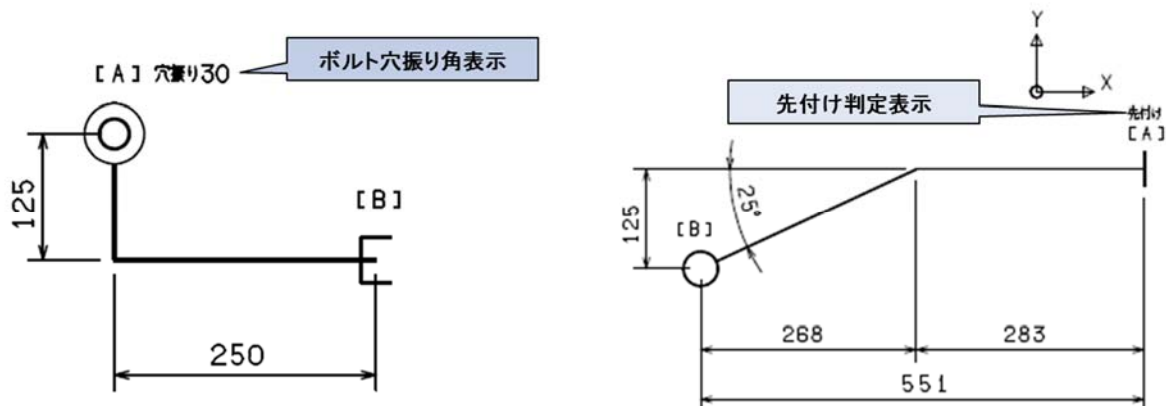
(13) フランジのボルト穴振り角表示

■ボルト穴振り角表示

・モデリングにおいて、使用者がフランジにボルト穴振り角を設定しておくことにより、管一品図を出力した際に、フランジのボルト穴振り角が管一品図に出力される。

■先付け判定

・つかみ代より先付け判定を行い、OK の場合は「先付け」表示する。



4. 機器等登録について

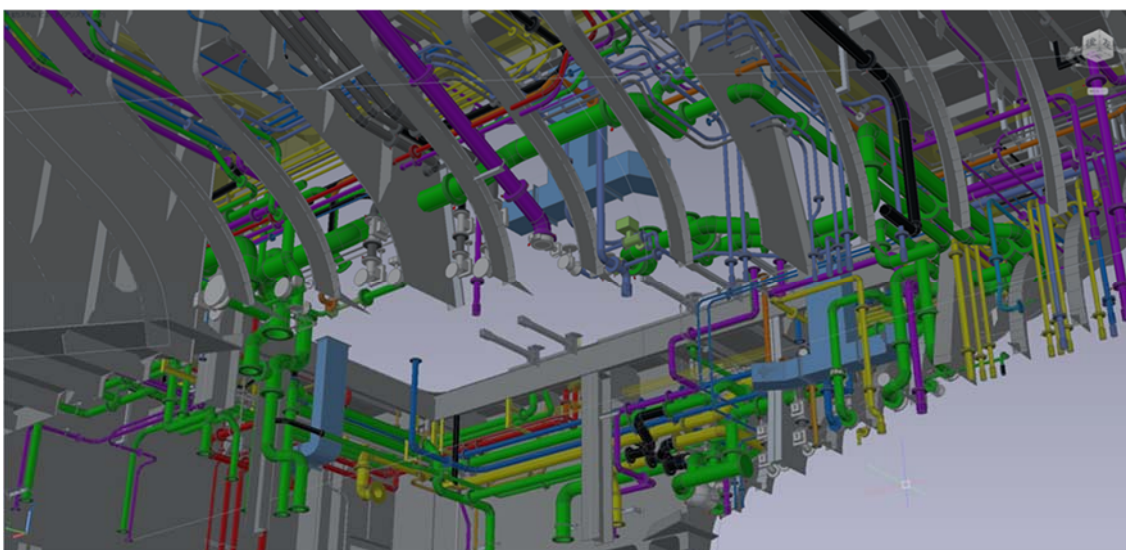
機器等登録については、参加造船会社に登録機器のアンケートを取り、メーカーに対してデータ提供の依頼をした。アンケートの結果から本事業参加造船所の管ナビでの実船設計に間に合うように登録時期の優先度を考慮して、180品目に絞り込みを行った。(付録参照)

5. まとめ

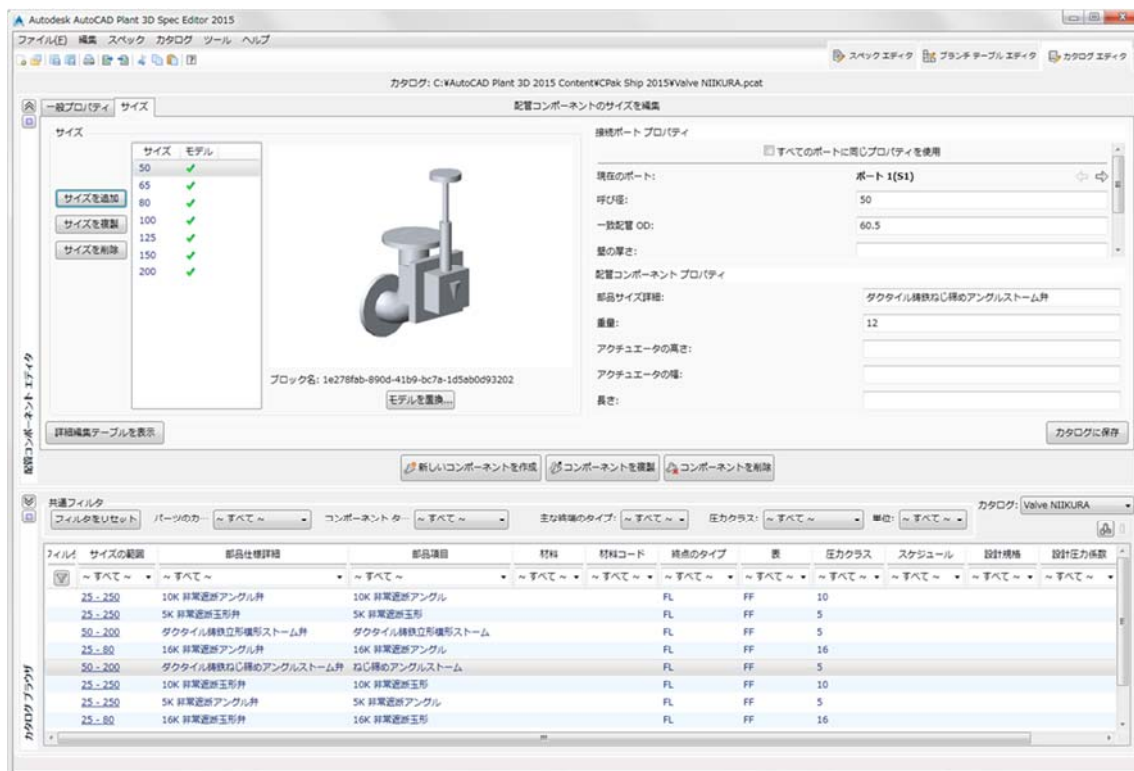
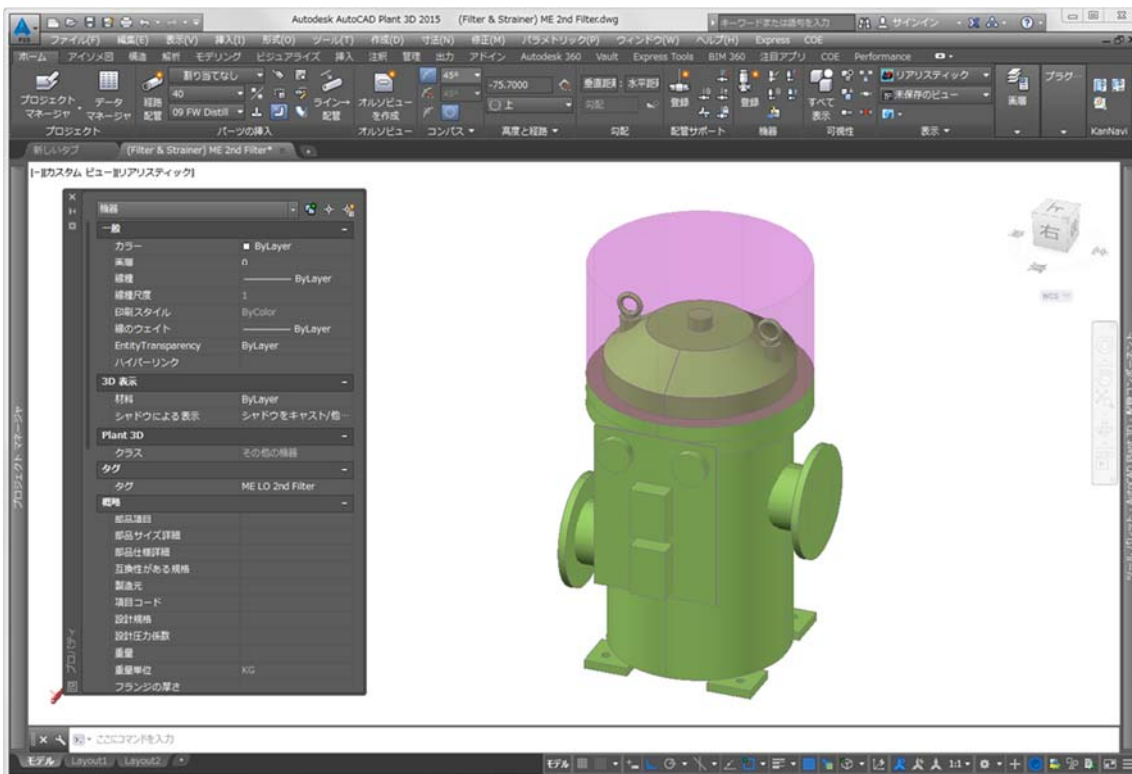
本業務における教育、利用環境整備、機能開発、機器等登録を実施・完了する事で、次年度以降における実船での3次元設計適用と、艤装設計技術者の育成を本格的に推進する事が可能となった。

■付録

付1. 機関室モデル図



付 2. 機器／部品登録イメージ



「艤装生産管理」編

「艀装生産管理」編

序

一般社団法人日本中小型造船工業会では、2015年度から3年計画で、「3次元艀装設計ツールの導入による中小造船所の人材確保」事業を開始した。

この事業は、当会会員の造船所において、設計技術者の現場技能者が不足し、設計や製造部門に影響を及ぼしていると言う背景がある事から、未熟練者の活用並びに艀装製造工程の効率化を目的として3次元配管設計ツールの導入、普及に取り組むことを目的としたものである。3次元CADソフトは便利なツールであるにも関わらず、導入があまり進んでいない。主な理由として次の2点が指摘されている。

- ①. 設計外注業者からみると、発注元造船所によってツールが異なり、かつ汎用性が低いツールが多い。従って、ハードソフトの導入費用と操作習熟工数の負担の割には、適用業務が限られ採算が取れない。多くの造船所では常に一定量の設計外注に依存する状態にあり、設計外注業者に使ってもらえないツールは実用的ではない。
- ②. 導入時には「設計工数が減る」「設計期間が短縮される」と期待するが、実際には設計工数が減らず、その分遅れが発生し、「間に合わせるために2次元で」が横行して3次元設計ツールの活用が進まない。

当事業においては当初から、汎用的なCADアプリケーション「Auto CAD Plant 3D (AUTODESK社製品)」に追加したツール「管ナビ (NTTデータエンジニアリングシステムズ社製品)」を導入することとしており、これにより①項の解決は十分に期待出来る。

一方②項の解決のためには、設計ツールの範囲を超えて、以下の2つの方針を併せ持つ必要があると考えるに至り、本事業の中で艀装生産管理システムも扱うこととした。

- (1) 3次元設計ツールは、設計の手間が増えるのが当たり前である。そうやって苦勞して作った貴重な設計情報モデルを、製造や調達の色々な局面で何度も活用して、設計でかかった手間の何倍もの効果を得て差し引きで儲けよう、設計部門ではなく製造部門や調達部門でコストを下げ、設計部門には十分な工数を与えよう、というのが成功する導入思想と考える。
- (2) 従って、設計システムの機能拡充よりもむしろ、3次元設計ツールの周辺機能として生産管理システムや調達管理システムをいかに充実できるかが、3次元設計ツール導入・定着の成否を分けると考える。逆説的だが、設計に3次元を使わせる経営的な強制力を生むために、優先して充実すべきは設計以外の機能である。

具体的には、3次元設計ツールと連携した艀装生産管理システムの充実によって、生産工程での典型的な困りごとを解消し、設計の手間を上回る効果が生産現場で得られる姿を目指すこととした。

- 必要な艀装品が見つからない時に、設計の手配漏れなのか、調達の発注忘れなのか、納期遅れで届いていないのか、届いているが行方不明なのか、等々がすぐに分からず、対処が遅れる。
- 取付時期によらず、品目ごとに番船単位で一括納入されるので、モノが溢れて置き場所に困る、探したり取り出したりするのに苦勞する、長く置いている間に錆びる・壊れる。
- 来月必要な〇〇は目の前にあるのに、今日必要な〇〇が無い。
- モノを集めてみて初めて納期遅れに気づく。
- ブロック艀装の範囲が「できるものをできる時期に」と曖昧であり、ブロック艀装率向上を目指している割には生産能率が上がらない。
- 取付部品リストのような帳票が存在せず、図面を見てモノを集めている。そのため、集め忘れたモノを再度取りに行ったり、不要なものを誤って持ってきて行方不明の原因になったりする。
- モノ集めは単純作業のはずだが、実際には以上のような困りごと多く抱えて臨機応変を要するため、現場リーダーにしかできない高度な作業になってしまっている。現場リーダーが本来行うべき業務にかけるエネルギーが削がれていく。

本年度は、艀装生産管理システムの構想設計を、図1の流れに沿って行った。この構想設計に基づき、来年度に詳細仕様策定とシステム開発を行っていく予定である。

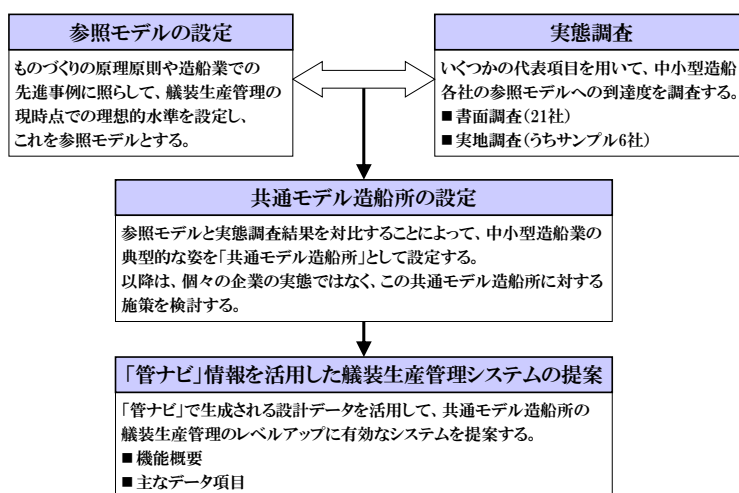


図1 艀装生産管理システム構想設計の流れ

1.書面調査

(1) 概要

中小型造船業の艀装生産管理の現状水準を把握し、それに応じたシステム仕様を適確に設定する材料とすべく、会員企業 53 社を対象に書面調査を行い、21 社 22 事業所から回答を得た（平成 27 年 7 月）。

現状水準を測るためには、比較対象が必要である。そこで今回は、ものづくりの原則や造船業での先進事例に照らして、艀装生産管理の現時点での理想的水準を設定し、これを比較対象とすることとした。これを本報告書では「参照モデル」と呼ぶ。そして、いくつかの代表項目を用いて、調査対象各社と参照モデルを対比することにより、現状水準を把握することとした。

参照モデルは、図 2 のように設定した。設計～生産計画～調達～集材・配材～生産実行という大きな流れにおいて、次のような管理が行われる姿である。

- 製品設計上に品物を定義する。
- 設計定義された品物情報が、必要な精度とタイミングで漏れなく生産計画に渡される。
- 品物情報に基づき、艀装施工ステージの最適化が事前に検討・計画され、その物量に従って部位別（ブロックや区画）かつ施工ステージ別の日程と工数が展開され、日程同期化・工数平準化が計画される。
- 部位別（ブロックや区画）かつ施工ステージ別の日程に基づき、各品物の納期が計画される。生産日程計画・工数計画がよく練られていることにより、この計画納期と後の実際の生産進捗が大きくずれることはない。
- 設計定義された品物情報と、計画された納期に基づき、各品物が調達先に発注される。
- 納期を過ぎてから遅れに手を打つのではなく、納期前に先回りして納期管理を行う。こうすることにより納期遅れが減少し、また仮に遅れるものがあったとしてもそれを踏まえた策を事前に採ることができる。
- 計画納期と実際の生産進捗が大きく変わらないので、「届いているのに使われない」という滞留品が減る。前項と合わせ「遅れもなく早すぎることもなく、すぐに必要なものだけが目の前にある」状態に近づく。
- 艀装施工ステージ計画に基づき部位別・ステージ別艀装品リストが発行される。これに従って、あらかじめ仕分けを踏まえた保管や、リストを活用した効率よく漏れのない集材作業や取付作業が行われる。
- 部位別・ステージ別艀装品リストに未納情報が載っており、集材作業においては、未納の品物をそれと知らずに探すムダが無くなる。また生産現場においては、欠品を踏まえた作業手順や配員を事前に採ることができる。

- 必要な艀装品が万一見つからないときに、設計の手配漏れなのか、調達の発注忘れなのか、納期遅れで届いていないのか、届いているが行方不明なのか、等々がデータ上ですぐにわかり、タイムリーに対処できる。

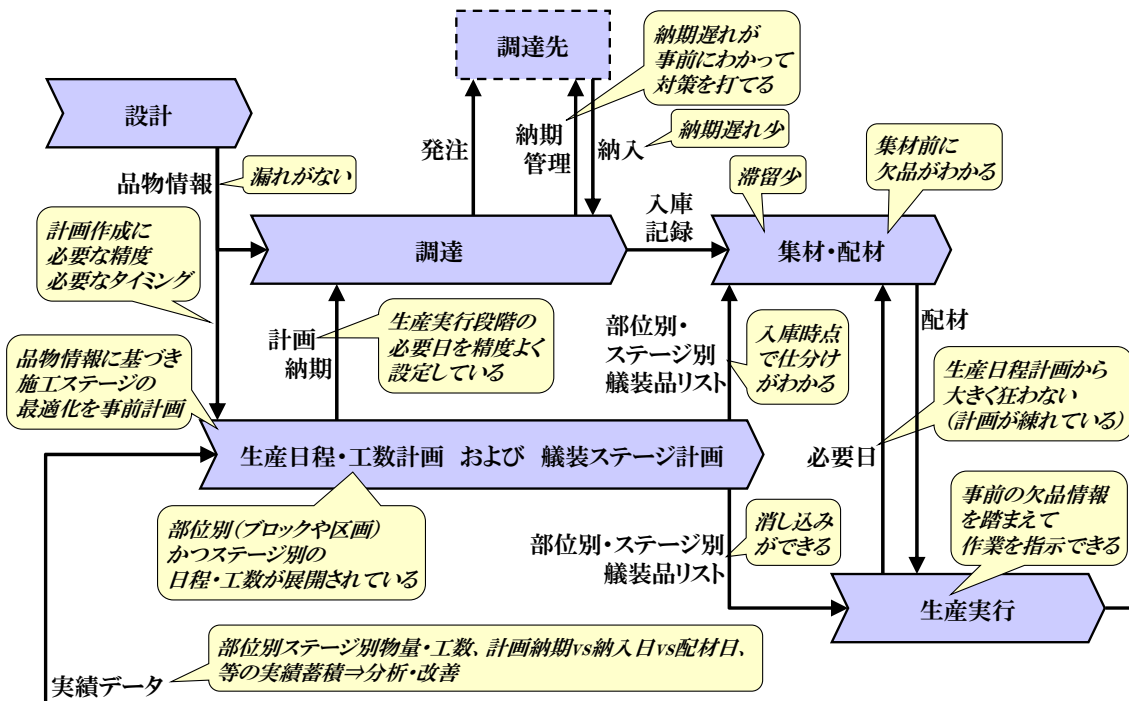


図2 参照モデル

この参照モデルと対比して調査対象各社の水準を測る代表項目として、次の7つの設問を用いた。参照モデルと逐一比較するのではなく、これらの項目を代表として調査すれば、全体は推定できるという考えである。

- 問1 「番船別製造中日程」あるいは「工程別製造中日程」に相当する生産計画のつくり方
- 問2 進捗チェックの方法
- 問3 能率目標の有無
- 問4 小組工程における先行艀装の実施状況
- 問5 外部調達艀装品の納期設定方法
- 問6 外部調達艀装品の納期管理方法
- 問7 部位別・ステージ別艀装品リストの有無

以上の考え方のもと、以下に示す調査用紙を対象各社に送付して回答を返送していただく形で書面調査を行った。原則として各設問の選択肢の中で最上位のものが参照モデルと同等、即ち「現時点での理想的水準」に相当する。

生産管理の現状に対する書面調査

この調査は、貴社の現状の優劣や巧拙を評価するものではありません。真に有効な生産管理システムを構築するために、まず現状水準を客観的に把握して改善余地を探ることを目的としています。主旨をご理解賜り、ご回答をよろしくお願い申し上げます。

選択式のご回答は、選択肢の□にチェックをご記入ください。厳密に一致していなくても、近い選択肢があれば、それを選んでいただければ結構です。

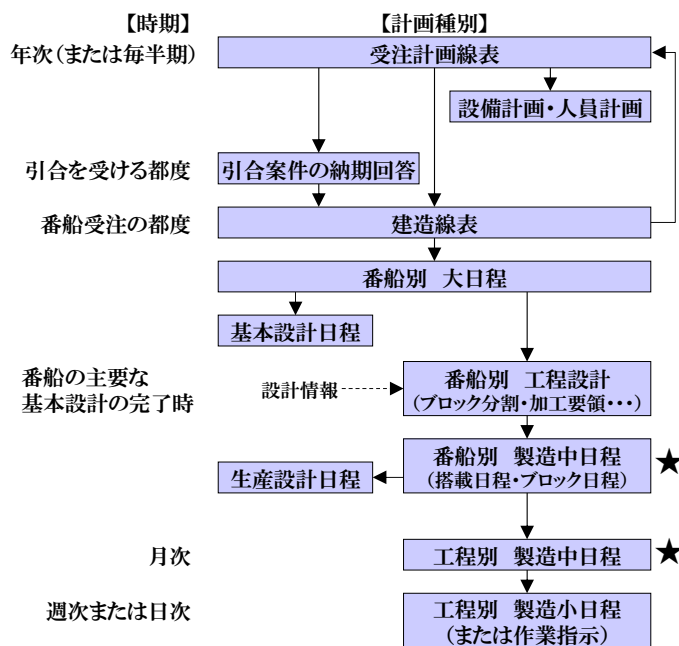
貴社名 _____

問 1

造船業の生産計画プロセスの一例を下図に示します。

下図★印の「番船別製造中日程」あるいは「工程別製造中日程」に相当する貴社の生産計画表(※)について、おうかがいいたします。

※厳密に下図に該当している必要はなく、貴社の中で最も近い位置づけの生産計画表で結構です。



(1) 時間軸の目盛は何を使っていますか。

旬 週 日 半日 その他()

(2) 船殻小組の計画は、組立ブロック別ですか、それとも更に細かい単位ですか。

組立ブロック別 小組製作ロット別 小組別 その他()

(3) 船殻組立の計画は、ブロック別ですか。

ブロック別

ブロック群にまとめて(二重底ブロック群、外板ブロック群、等)

その他()

(4) 上記(3)のご回答が「ブロック別」の場合:

船殻組立の計画は、ブロック毎に1本のスケジュール線ですか、それともブロックの中を更に工程別(配材・取付・機械溶接・手溶接等)に分けていますか。

ブロック毎に1本のスケジュール線であり、その中の工程は分けていない

工程別に分けている(具体的な分類:)

その他()

(5) ブロック艤装の計画は、ブロック毎に1本のスケジュール線ですか、それともブロックの中を更に工程別や職種別(配管・鉄艤・電装等)に分けていますか。

ブロック毎に1本のスケジュール線であり、その中の工程や職種は分けていない

工程別や職種別に分けている(具体的な分類:)

その他()

(6) 計画作成の際に、各工程の作業負荷の山積および平準化を行なっていますか。行なっている場合、作業負荷の指標に何を使っていますか。また、どういう期間単位で負荷を合計して山積をしていますか。

鋼板切断: 行なっている

→負荷指標: 重量 板枚数 標準工数 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

船殻小組: 行なっている

→負荷指標: 重量 溶接長 標準工数 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

船殻組立: 行なっている

→負荷指標: 重量 溶接長 標準工数 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

ブロック艤装: 行なっている

→負荷指標: 艤装重量 管本数 標準工数 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

ブロック塗装: 行なっている

→負荷指標: ブロック重量 塗装面積 標準工数 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

船殻外業: 行なっている

→負荷指標: 溶接長 その他()

→山積単位: 月 旬 週 日 その他()

行っていない

(7) 計画作成の際に、上記(6)の作業負荷以外に、山積・平準化を行なっている項目がありますか。

船殻小組定盤面積 船殻組立定盤面積

出棟後ブロック置場面積(ブロック艀装および屋外ブロック塗装含む)

船台クレーン(反転・総組・搭載・船台上作業) ブロック搬送台車 高所作業車

その他()

問 2

1 日では終わらない作業において、完了目標だけではなく途中の進捗目標を設けていますか。代表的な例として、船殻組立とブロック艀装と船殻外業についてご回答をお願いいたします。

船殻組立:

途中の進捗目標を設けている

→ 毎日「今日の定時間内でここまで」という目標を設けている

「ここまでを X 月 X 日の X 時」という中間目標を設けている

その他()

完了目標だけである

ブロック艀装:

途中の進捗目標を設けている

→ 毎日「今日の定時間内でここまで」という目標を設けている

「ここまでを X 月 X 日の X 時」という中間目標を設けている

その他()

完了目標だけである

船殻外業:

途中の進捗目標を設けている

- 毎日「今日の定時間内でここまで」という目標を設けている
- 「ここまでを X 月 X 日の X 時」という中間目標を設けている
- その他()
- 完了目標だけである

問 3

次の各工程に能率目標を設定していますか。設定している場合、管理指標には何を使っていますか。

鋼板切断:

- 設定している
 - 単位時間あたりの重量(あるいは1トンあたりの時間)
 - 単位時間あたりの枚数(あるいは1枚あたりの時間)
 - 単位時間あたりの切断長(あるいは切断長 1m あたりの時間)
 - 標準工数÷実績工数(あるいは実績工数÷標準工数)
 - その他()
- 設定していない

船殻小組:

- 設定している
 - 単位時間あたりの重量(あるいは1トンあたりの時間)
 - 単位時間あたりの溶接長(あるいは溶接長 1m あたりの時間)
 - 標準工数÷実績工数(あるいは実績工数÷標準工数)
 - その他()
- 設定していない

船殻組立:

- 設定している
 - 単位時間あたりの重量(あるいは1トンあたりの時間)
 - 単位時間あたりの溶接長(あるいは溶接長 1m あたりの時間)
 - 標準工数÷実績工数(あるいは実績工数÷標準工数)
 - その他()
- 設定していない

ブロック艀装:

- 設定している
 - 単位時間あたりの艀装重量(あるいは艀装重量 1トンあたりの時間)
 - 単位時間あたりの管本数(あるいは管 1 本あたりの時間)

標準工数÷実績工数(あるいは実績工数÷標準工数)

その他()

設定していない

船殻外業:

設定している

→ 単位時間あたりの溶接長(あるいは溶接長 1m あたりの時間)

標準工数÷実績工数(あるいは実績工数÷標準工数)

その他()

設定していない

問 4

船殻小組段階で先行艤装している品物はありますか。ある場合、その作業所掌は船殻職ですか、艤装職ですか。

ある

→作業所掌: 船殻職 艤装職

→主な品目: ()

ない

問 5

外部調達品の納期をどのように設定していますか。代表的な例として、購入機器(発電機、ポンプ、甲板機械、航海計器等)と、外注製作品(管受台、梯子、床枠床板、通風ダクト等)についてご回答をお願いいたします。

購入機器

納期日について

建造線表の搭載開始日や進水日等の節点日を参照し、品目に応じて節点の何日前・何日後という基準に沿って納期日を設定している

ブロック日程計画等を参照して各品目の取付位置と取付ステージ(※)に基づいた取付日を想定し、それに沿って納期日を設定している

その他()

※ 本紙で言う取付ステージとは、例えば小組艤装・組立定盤艤装・ブロック出棟後艤装(反転・正転)・船台艤装・進水後艤装、といった艤装段階の分類を指す。

分納について: それぞれ括弧内に代表的な品目をご記入ください

同じ品目は、すべて同一の納期日としているもの

()

同じ品目であっても、取付日に応じて別々の納期日を設定しているもの

()

外注製作品

納期日について

- 建造線表の搭載開始日や進水日等の節点を参照し、品目に応じて節点の何日前・何日後という基準に沿って納期日を設定している
- ブロック日程計画等を参照して各品目の取付位置と取付ステージに基づいた取付日を想定し、それに沿って納期日を設定している
- その他()

分納について：それぞれ括弧内に代表的な品目をご記入ください

同じ品目は、すべて同一の納期日としているもの

()

同じ品目であっても、取付日に応じて別々の納期日を設定しているもの

()

問 6

外部調達の艀装品の納期管理をどのように行なっていますか。

- 必要な品物を集める際に、足りないものを発見したら調達先に督促する
- 納期日を過ぎても納入されていない品物を、伝票や納品台帳の類から定期的に抽出し、調達先に督促する。(例：毎週月曜日に、先週までの納期遅れ品を抽出して、調達先に督促する)
- 間もなく納期を迎える品物を、伝票や納品台帳の類から定期的に抽出し、調達先に事前確認する。(例：毎週月曜日に、来週に納期を迎える品物を抽出して、調達先に事前に念押しする)
- その他()

問 7

取付ブロック・取付ステージ別の艀装品リストを作成していますか。作成している場合、どの部門が作成していますか。

- 原則としてすべての品目が載った、取付ブロック・取付ステージ別の艀装品リストが作成されている
→作成所掌： 設計部門 生産計画部門 艀装部門 その他()
- 配管のみ(管一品、管受台、弁等)、取付ブロック・取付ステージ別の艀装品リストが作成されている
→作成所掌： 設計部門 生産計画部門 艀装部門 その他()
- 作成されていない
- その他()

以上です。ご協力に感謝申し上げます。

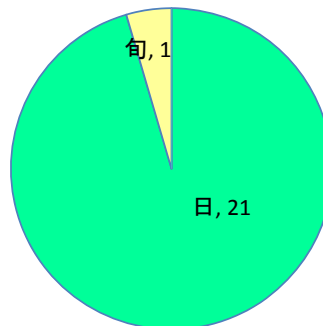
(2) 分析

21社22事業所の書面調査回答を集計した結果を以下に示す。グラフ上の各項目の詳細な意味は、前掲の調査用紙の各選択肢をご参照いただきたい。各項目の後ろの数値は件数である。件数合計が母数を超えるものは、複数回答があったものである。

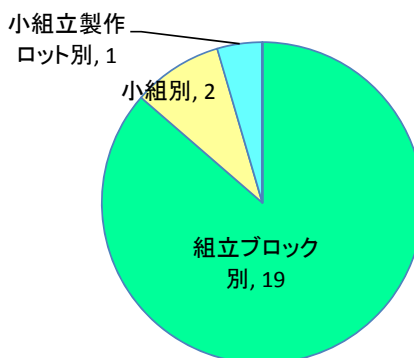
問1

「番船別製造中日程」あるいは「工程別製造中日程」に相当する生産計画表

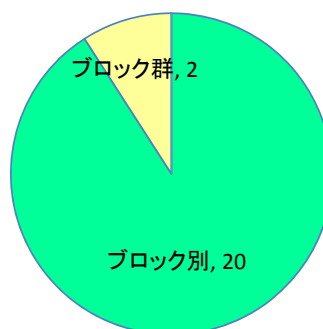
(1) 時間軸の目盛



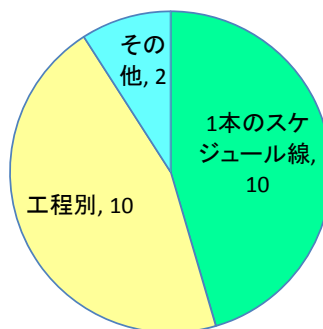
(2) 船殻小組の計画は、
組立ブロック別か、
更に細かい単位か。



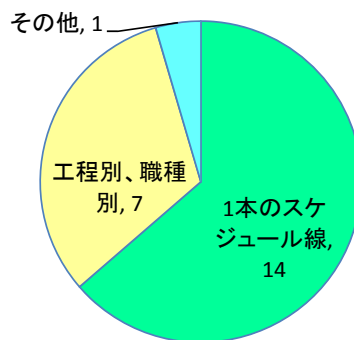
(3) 船殻組立の計画は、
ブロック別か。



(4) 前項回答について
ブロック毎に1本の
スケジュール線か、
ブロックの中を更に工程別
に分けているか。

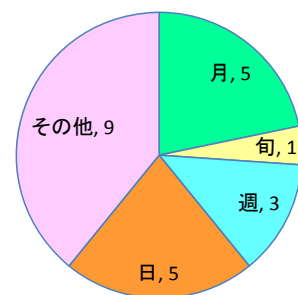
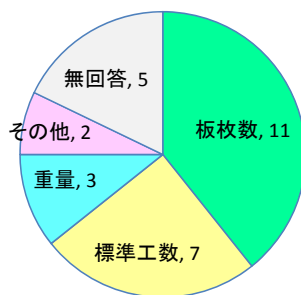
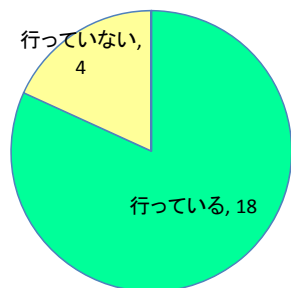


- (5) ブロック艀装の計画は、
 ブロック毎に1本の
 スケジュール線か、
 更に工程別や職種別
 に分けているか。

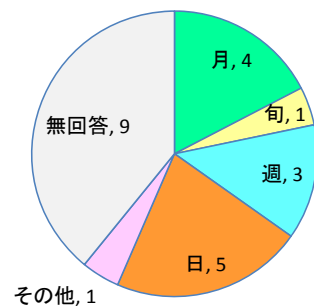
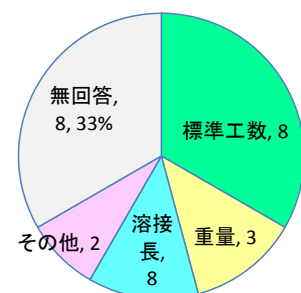
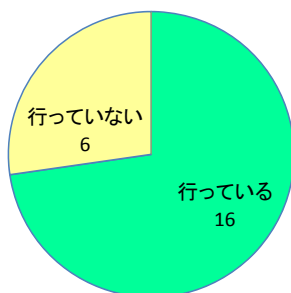


- (6) 計画作成の際に、各工程の作業負荷の山積・平準化を行っているか。
 行っている場合、作業負荷の指標に何を使っているか。
 また、どういう期間単位で負荷を合計して山積をしているか。

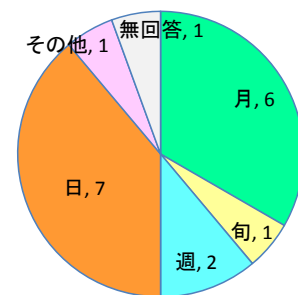
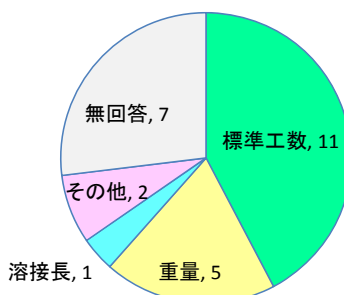
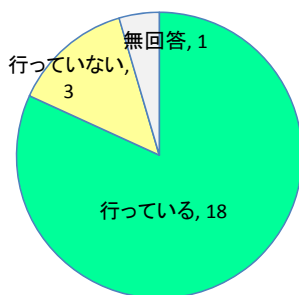
鋼板切断



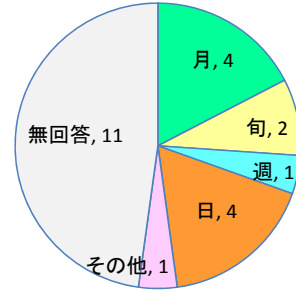
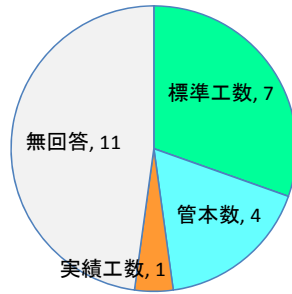
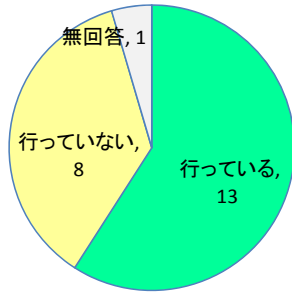
船殻小組



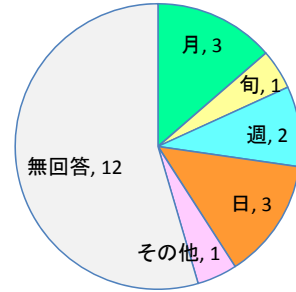
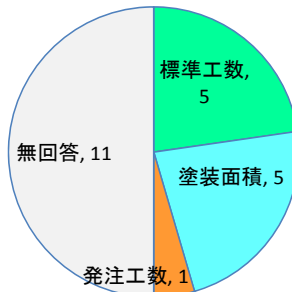
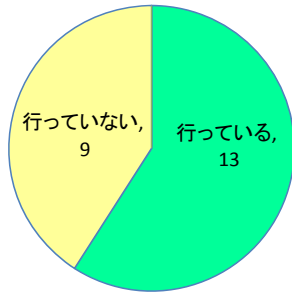
船殻組立



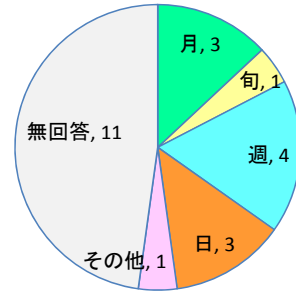
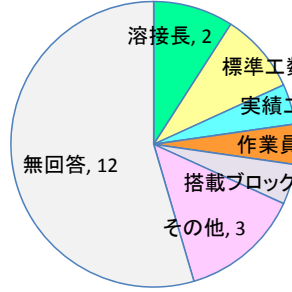
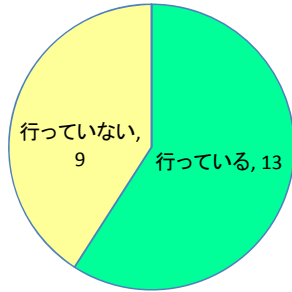
ブロック艀装



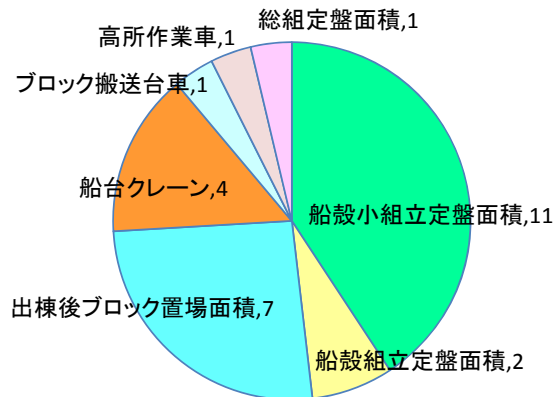
ブロック塗装



船殻外業



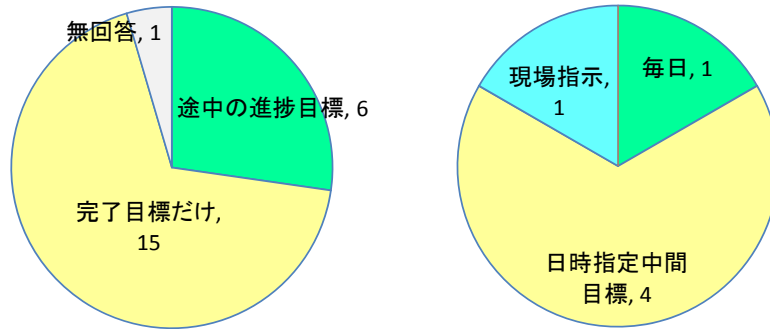
(7) 計画作成の際に、
上記(6)以外に、
山積・平準化を
行っている項目



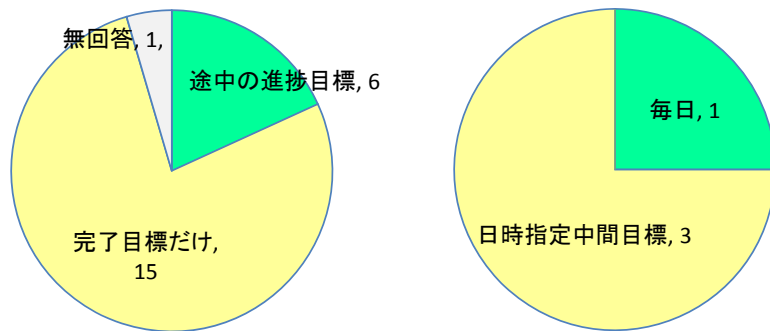
問 2

完了目標だけではなく途中の進捗目標を設けているか。

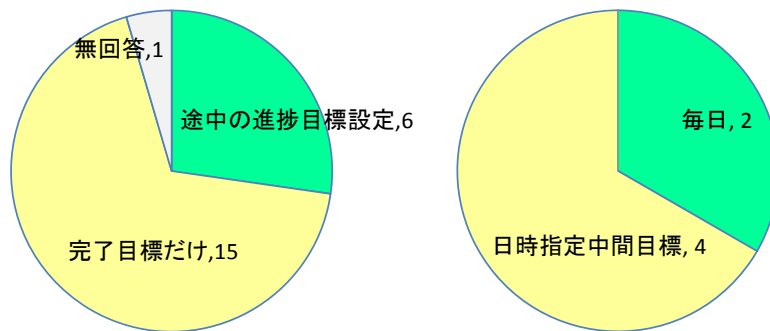
船殻組立



ブロック艀装



船殻外業

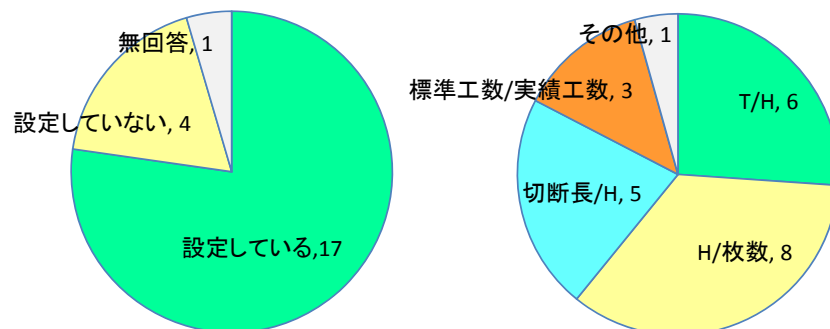


問 3

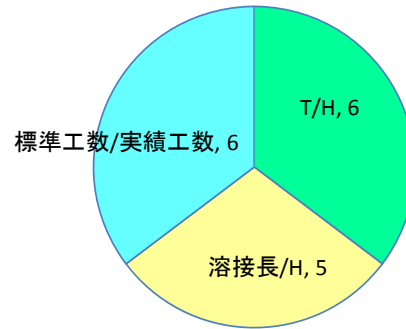
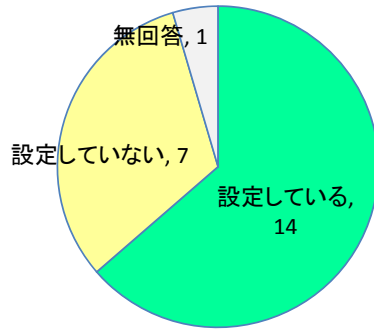
次の各工程に能率目標を設定しているか。

設定している場合、管理指標に何を使っているか。

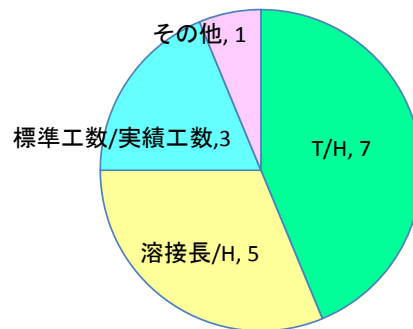
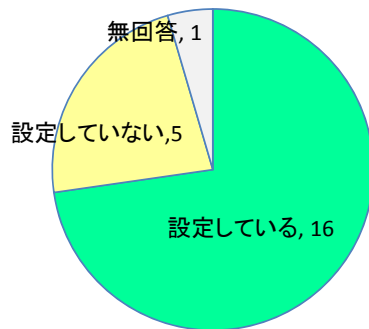
鋼板切断



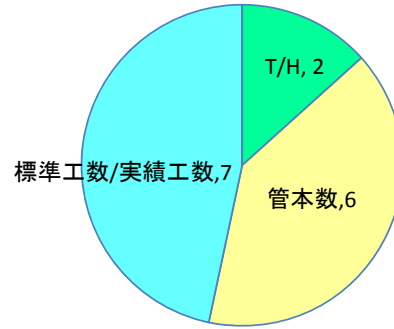
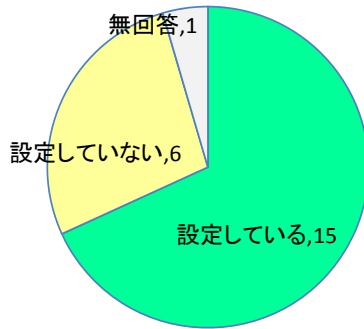
船殻小組



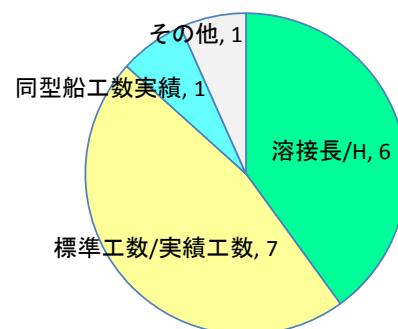
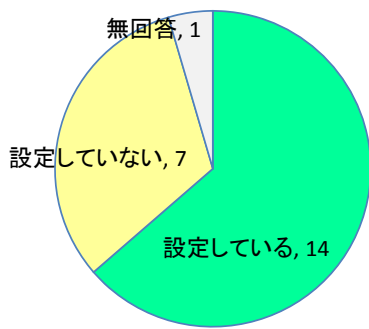
船殻組立



ブロック艙装

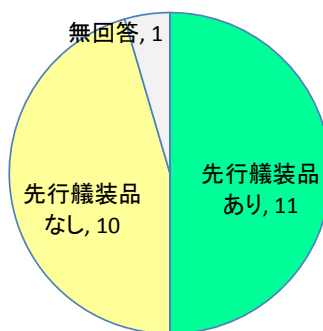


船殻外業

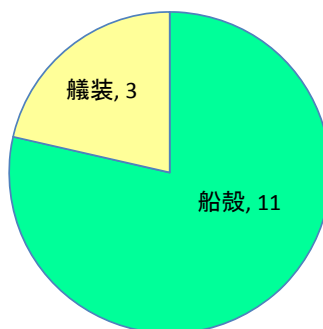


問 4

船殻小組段階で
先行艀装している
品物があるか。



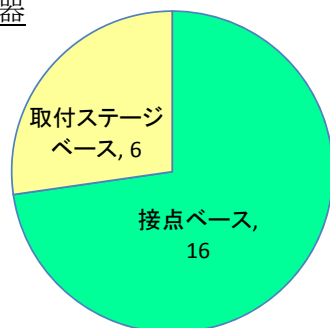
ある場合、その作業所掌は
船殻職か、艀装職か。



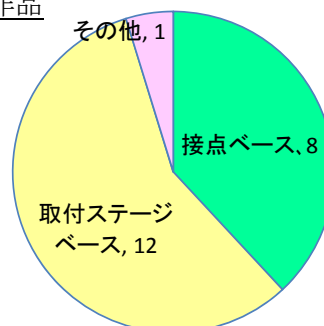
問 5

外部調達の艀装品の納期をどのように設定しているか。

購入機器

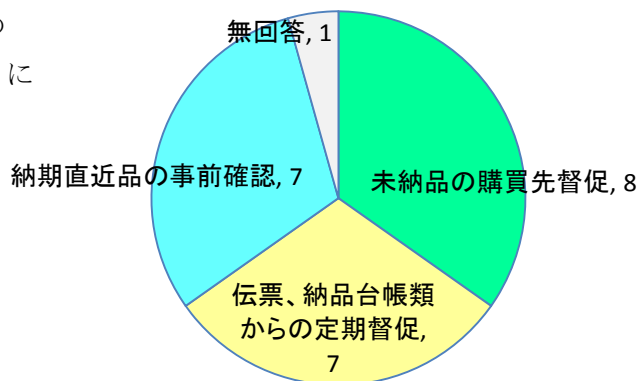


外注製作品



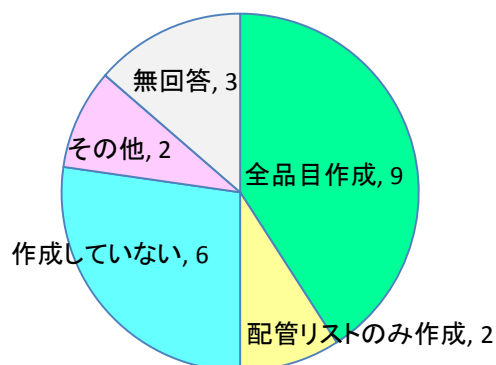
問 6

外部調達の艀装品の
納期管理をどのように
行っているか。

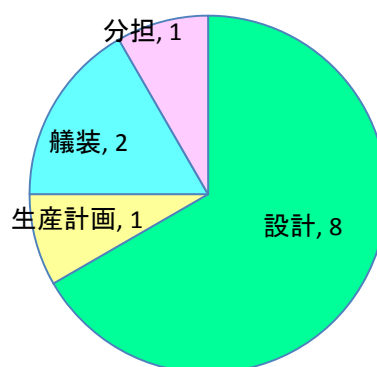


問 7

取付ブロック・取付ステージ別の
艀装品リストを作成しているか。



作成している場合、その作成部門。



(3) まとめ

以上の集計結果から各社各項目の水準には、当然のことながら、ばらつきがあることがわかる。グラフには表れないが各社の回答そのものに立ち返れば、「X社は項目Aが高水準だが項目Bが不十分。Y社は項目Aが不十分だが項目Bが高水準。Z社は項目AもBも中庸」といった状態であり、ひと括りで語ることは難しい。

しかし参照モデルと対比しながらいくつかの事項に着目することによって、中小型造船業の艀装生産管理の現状水準を、以下のように認識することができた。

- 部位別・ステージ別艀装品リストが作成されていない造船所が多い【問7】。
- リストが無いというだけで断定はできないが、「できるだけ先行艀装しよう」「残ったものが後ステージ」という施工方針程度にとどまり、艀装施工ステージ計画が曖昧であることが推定される。
- 計画納期の設定基準について、購入機器は大半の造船所が、外注製作品も半数近くの造船所が、部位別・ステージ別ではなく建造線表の節点ベースである【問5】。
- また、部位別・ステージ別納期という回答の造船所であっても、同じ品目は船舶単位で一括納期として、同一品目の中で納期を分けることは殆ど行われてい

ない【グラフには表れていないが各社の問 5 記述欄より】。これは理想的水準に照らせば、本来の意味での部位別・ステージ別納期ではない。

- 外注製作品は調達期間が短く、詳細設計と生産日程計画が済んでから発注する品物であり、それが上記のように部位別・ステージ別納期になっていないということは、艀装施工ステージ計画と艀装生産日程計画が不十分であることの表れと推定される。
- 線表の節点ベースであればあるほど計画納期はマージンをもって早めに設定されがちであり、また一括納期であればあるほど後で使う品物も先頭納期に届いてしまう。従って艀装品置場がモノで溢れ、いろいろな面で保管・集材業務の非効率を生んでいることが推定される。
- 艀装品置場がモノで溢れることを嫌って、調達先に対して、造船所の実際の進捗に合わせた納期調整（遅延依頼）を行うことも多いと推定される。
- 生産日程計画は日単位で作成されている【問 1(1)】。しかしその日程が成立する前提となる負荷山積・平準化は、艀装においては月・旬・週単位、あるいは確固たる定量的負荷山積が無い（無回答の大半がこれと仮定）という状態である【問 1(6)ブロック艀装】。そのような状態では、日単位で日程計画を作成したとしても、計画通りに進捗する裏付けは無く、遅れの原因となる。
- 船殻においても程度の差はあれ同様のことが言える【問 1(6)船殻小組および船殻組立】。従って船殻も生産日程計画段階で既に遅れの原因を抱えており、艀装はその遅れのしわ寄せを受ける。
- 納期管理は「遅れてから督促」が 2/3、更にその半数は「品物を集める時に遅れに気づく」状態である【問 6】。上記各項で述べてきたように、計画納期の精度・粒度が低く、また工事進捗も計画から遅れるので、計画納期を軸に管理するよりも、実際の成り行きに合わせて対処する方が有効になってしまっていると推定される。

2. 実地調査

総括

書面調査・実態調査どちらを見ても、当然のことながら各社に個性があり、その水準にはばらつきがあった。しかし今回の観点のすべてがうまくいっている造船所は存在せず、そういう意味で艤装生産管理システムを当事業で開発することは有意義である。

ばらつきがある以上は、個々の造船所の事情に過不足なく合わせたシステムを、当事業で開発することは現実的ではない。そこで実態調査で把握した中小造船業に典型的な問題群を抱える姿を「共通モデル造船所」として設定し、以降はその架空の造船所に対して効果的なシステムを企画することとする。箇所は違えど各社とも必ずどこかに「共通モデル造船所」の姿が当てはまる部分があるはずであり、共通のシステムであっても、それぞれそういう箇所を中心に各社独自に有効活用していただけると考える。

以上の考え方のもと、「共通モデル造船所」の姿を図3のように設定した。参照モデルと対比して、主に以下のような問題を抱えている姿であり、それらはいずれも実態調査で把握したものである。

- 艤装施工ステージ計画が生産計画段階で行われていない。何をどのステージで施工するかは実行段階の判断や実際の進み遅れに依存している。
- そのため、特に先行艤装の日程と工数が曖昧で、「船殻日程の合間を見て、できる範囲で先行艤装をやりなさい」という計画になってしまっている。
- 先行艤装範囲が曖昧なので、実際にどのように施工されても欠品が起きないように、品目毎に先頭納期、即ちその品目を取り付くであろう部位・ステージの最も早い時期を一括納期として設定して発注している。
- 一括納期であることと、計画と実際の工事進捗の差が大きいことから、「届いたまま、しばらく使われない」という滞留品が多い。保管場所がモノで溢れている。
- 保管場所がモノで溢れて困るので、調達先と頻繁に納期調整をしている。
- 部位別・ステージ別艤装品リストが存在しないため、いろいろな局面で非効率やムダを生んでいる。
- モノを集めてみて初めて欠品に気づく。
- 実行段階になって「あの品物が届いていないから、どうしようか」を考える。
- 必要な艤装品が見つからないときに、設計の手配漏れなのか、調達の発注忘れなのか、納期遅れで届いていないのか、届いているが行方不明なのか、等々がすぐにわかるデータが無い。

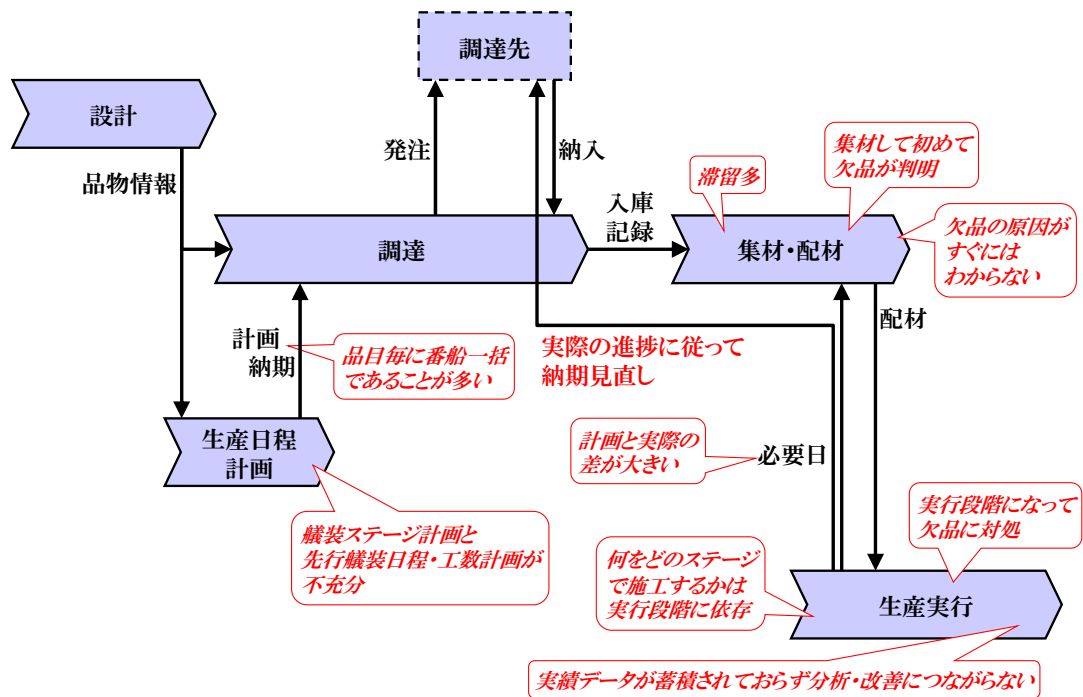


図3 「共通モデル造船所」の姿

次章では、この共通モデル造船所に対して効果的な艦装生産管理システムの概略仕様を提案する。

3. 艤装生産管理システム仕様概要

ここまでの調査・検討を踏まえて、まず、共通モデル造船所に対して効果的な艤装生産管理システムのコンセプトを、次のように提案したい。

コンセプト：設計・生産計画・調達・生産実行を貫く「艤装品台帳システム」

- ① 「管ナビ」上の艤装品を当システムにリスト情報として取り込める。
「管ナビ」以外の艤装品も別の方法で当システムに載せることができる。
- ② リスト上で艤装施工ステージを計画できる。
- ③ 部位別・ステージ別に納期を設定できる。
- ④ 部位別・ステージ別艤装品リストが出せる。
- ⑤ リスト上で各艤装品のステータスがタイムリーにわかる。

参照モデル上においては、このコンセプトは図4の薄色箇所を除く範囲を実現しようとするものである。

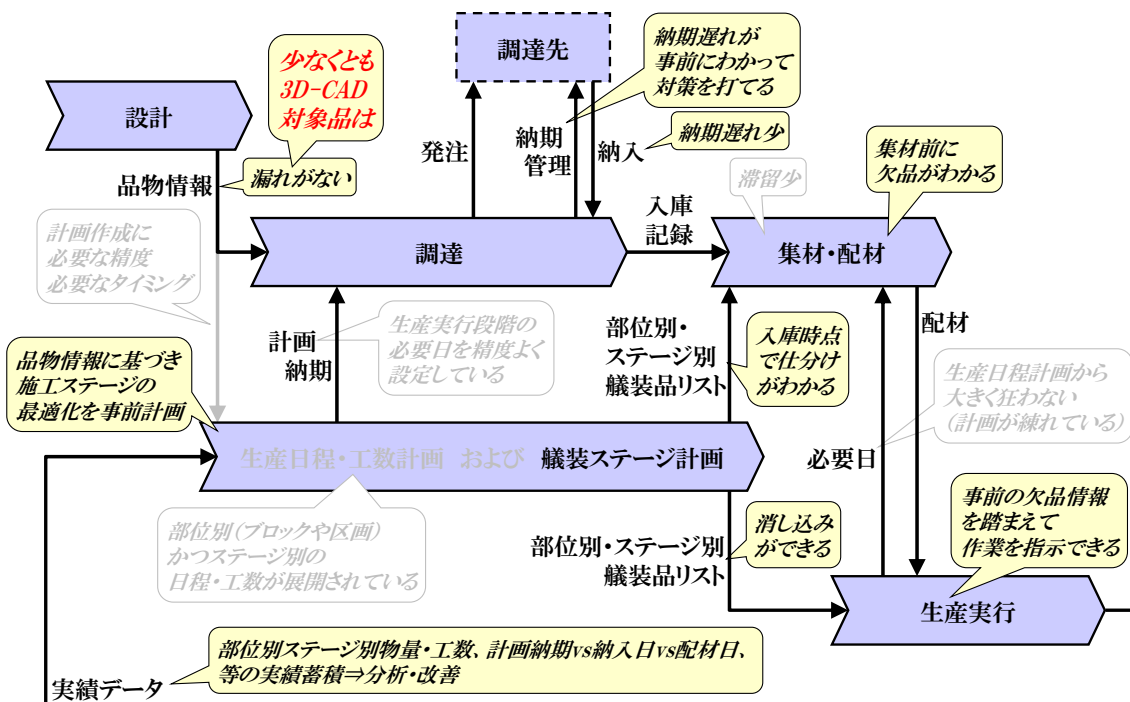


図4 今回提案する艤装生産管理システムのコンセプト（薄色箇所を除く範囲）

「事前に十分に練られていて後の実行段階で大きくずれない生産日程計画・工数計画」は、共通モデル造船所に不足している重要な項目の一つであるが、これは薄色として今回の範囲から除いている。このテーマは艤装単独の問題ではなく船殻・艤装一体で取り組む

べきことであり、対象となる工程や情報も広範囲になることから、当事業の枠組みを大きく超えてしまうと判断した。今後の新たな事業機会に期待したい。

システムのプラットフォームには、本格的データベースアプリケーションを採用してしまうとデータの整合性維持などに融通が利かず厳密な運用が求められ、またユーザー側でのカスタマイズも困難になる。そこで **Microsoft EXCEL** のリストとマクロを用いたシステム（あるいは同程度のもの）を想定する。こうすることにより、前記のような各社独自の活用も可能となると考える。

そのようなシンプルなプラットフォームを念頭に置きながら、前記コンセプトを実現できる艤装生産管理システムの概略機能と主なデータ項目を、業務の流れに沿って以下の一覧表の通り提案する。この表の範囲内で 22 の機能、17 のデータ項目であり、今後詳細設計段階で増えていくとしても、**Microsoft EXCEL** のリストとマクロで充分に対応可能な規模と考える。

あとがき

本事業では、廉価かつ操作容易で多くの中小造船所や設計外注業者が導入可能な汎用性のある艤装設計支援ツールとして、AUTODESK 社の Auto CAD Plant 3D 及び株式会社 NTT データエンジニアリングシステムズの「管ナビ」を選び、以下の整備を実施した。

3次元配管 CAD(Auto CAD Plant 3D)及び「管ナビ」の価格は、それぞれ 581,000 円(消費税別、1ライセンス/年)、1,600,000 円(消費税別、1ライセンス)、合計 2,181,000 円(消費税別)であり、3次元配管設計ソフトの中では安価である。そのため、設計外注業者も十分に購入可能な価格である。

操作性については、3日間の講習を行い操作出来る事が確認出来た。また、Auto CAD Plant 3D、管ナビを用いて、実船機関室 2 次元図面から 3 次元機関室図を作成し、さらにそれを使用して、実船設計トライを行い、造船所からの「管ナビ」機能についての要望を集約し、「管ナビ」の機能追加、180 項目の機器登録を行った。

艤装生産管理システム構築として、会員造船所への書面調査、及び実地調査を行い、現状の艤装生産管理の状況が把握出来た。

2016 年度以降も継続して Auto CAD Plant 3D 及び「管ナビ」の操作性検証を実施するとともに、艤装品台帳システムを作成する予定である。

最後に、当事業にご協力頂いた関係各位に厚く御礼を申し上げます。

「3次元艤装設計ツールの導入による中小造船所の人材確保」事業 参加者名簿

(順不同:敬称略)

氏名	所属・役職
三浦 理宏	函館どつく株式会社室蘭製作所 船舶設計部 設計課 課長
土谷 憲一	函館どつく株式会社函館造船所 船舶設計部 機電設計課 機装管艤係長
豊川 剛	北日本造船株式会社 設計副本部長
盛田 忠明	北日本造船株式会社 設計部 部長
林崎 誠	北日本造船株式会社 製造本部 製造副本部長
東 忍	北日本造船株式会社 生産管理部 部長
森 陽彦	北日本造船株式会社 設計部 構造担当 次長
熊谷 行修	株式会社神田造船所 設計部 管装設計課 課長
小澤 一久	株式会社神田造船所 設計部 管装設計課
川瀬 宗廣	中谷造船株式会社 東京営業所 所長
吉永 貴史	中谷造船株式会社 機装設計担当
森 惇一	佐々木造船株式会社 設計部 甲板部担当
大和 勇二	浅川造船株式会社 設計部 船体課 課長
白石 究	旭洋造船株式会社 工作部 船殻課 課長
福屋 悟	旭洋造船株式会社 設計部 機電設計課 機関設計係長
青坂 亮摩	福岡造船株式会社 設計部 機装設計課 課長
堺田 和昌	株式会社白杵造船所 設計部長
篠田 壯則	株式会社白杵造船所 設計本部 設計部 配管設計課 主任
川口 朋秀	佐伯重工業株式会社 設計部 基本機電部長
宗 博行	佐伯重工業株式会社 設計部 機電設計課 課長
立川 公彦	佐伯重工業株式会社 設計部 機電設計課
広瀬 稔	佐伯重工業株式会社 設計部 次長 兼 生産設計課 課長
山本 計夫	サンケイ設計株式会社 代表取締役
加賀城恭兵	サンケイ設計株式会社

「3次元艤装設計ツールの導入による中小造船所の人材確保」事業 オブザーバー参加者名簿

氏名	所属・役職
谷川 文章	国立研究開発法人海上技術安全研究所 構造基盤技術系 上席研究員
松尾 宏平	国立研究開発法人海上技術安全研究所 構造基盤技術系 主任研究員
広崎 貴	株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ 造船ビジネスユニット 営業部長
高倉 俊治	株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ 造船ビジネスユニット営業1課 アカウントリーダー
尾崎 雅	株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ 開発本部 ソリューション開発統括部 船舶ソリューション開発部長
澤田 和弥	株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ 開発本部 システム開発統括部 エンジニアリングシステム開発部 第一船舶システム課 課長
浜岡 哲也	株式会社NTTデータエンジニアリングシステムズ 設計サービス開発部 第一技術課

この報告書はポータルレースの交付金による日本財団の助成金を受けて作成しました。

平成 27 年度 日本財団助成事業
「三次元艀装設計ツールの導入による中小造船所の人材確保」
事業報告書

2016 年(平成 28 年)3 月発行

発行 一般社団法人 日本中小型造船工業会

〒100-0013 東京都千代田区霞が関 3-8-1

虎の門三井ビルディング 10 階

TEL : 03-3502-2062 FAX : 03-3503-1479