

船舶建造効率化のための情報技術
に関する勉強会
(前期)

概要報告書

2011年9月



財団法人日本船舶技術研究協会

目 次

緒言	p1
1. 研究の概要	p2
1. 1 経緯と目的		
1. 2 研究内容		
1. 3 研究体制		
1. 4 研究期間		
1. 5 研究成果		
2. 活動状況報告	p8
2. 1 委員名簿		
2. 2 勉強会の作業状況		
3. 結言	p12

緒言

世界経済の減速と船腹需給ギャップの拡大、更に急激な円高の進行など今後造船市場での競争の激化が予想される中、我が国造船業が新興造船国に対する競争力を維持していくためには、更なる生産効率の向上が命題である。

(財)日本船舶技術研究協会では、以上の状況を鑑み、生産システムの効率化に向けた研究開発のテーマ探索のために、国立大学法人東京大学、(独)海上技術安全研究所並びに造船会社からは比較的柔軟な若い世代の参画を仰いで勉強会を立ち上げ、自由な立場から業界内での具体的な技術開発ニーズ等について審議を行ってきた。

本報告書はこれらの概要をとりまとめたものである。

1. 研究の概要

1. 1 経緯と目的

世界経済の減速と船腹需給ギャップの拡大を受けて今後造船市場での競争の激化が予想される中、我が国造船業が新興造船国に対する競争力を維持していくためには、商品である船舶の性能、品質、価格等を含めた競争力の向上に加え、リードタイムの短縮等による柔軟性の高い生産システムの構築が必要であると考えられる。

また、PSPC を例にとるまでもなく、船舶を取り巻く様々な安全・環境規制の強化は、船舶の建造工程に新たな作業を追加することも多く、今後とも規制の見直しが続く中、常に生産システムの全体最適を図るための方策が必要ではないかと考えられる。

このような状況の中、造船各社では、IT 技術の進歩を受けて3次元 CAD や生産計画・生産管理等様々な分野で生産工程の効率化、最適化を進めており、その結果、順次生産効率の改善等が図られてきているが、(1) 造船は産業規模が比較的小さくサードパーティーが造船の生産システム効率化に向けたそれ専用の技術開発を行う例は少ないこと、(2) 個別各社の生産システムは設計・調達・生産に係る思想、設備、人的制約に基づき最適化されており、現場に近くなればなるほど共同研究には馴染み辛いという認識があること等の理由から、生産システム関連の技術開発は比較的低調となっている。

日本船舶技術研究協会では、以上の状況を鑑み、生産システムの効率化に向けた研究開発を促進するためには、全員参加の研究開発ではなく研究開発成果を実際に活用する意欲のある有志企業による個別具体的な研究開発プロジェクトを検討する必要があると考える。そこで、業界から比較的柔軟な若い世代の参画を仰いで勉強会を立ち上げ、自由な立場から業界内での直近かつ具体的な技術開発ニーズ等について審議いただき、研究開発計画の立案につなげることを目的とする。

1. 2 研究内容

生産システムに関する技術は非常に範囲が広く議論が発散することを避けるため、まず、本勉強会では当面のテーマとして、以下の3つの情報技術の造船生産システムへの適用可能性を勉強会メンバーへのアンケート調査及び文献調査等により検討した。また、検討の過程において、レーザー溶接やFSW（摩擦圧接）等の新接合技術の重要性が顕在化し、これについても検討を進めた。以上の議論により、今後開発を行う必要があると考えられる具体的な研究ターゲットを抽出した。

(1) 3次元計測技術

製造ブロック、外板等の3次元計測を高速かつ簡便に行うことにより、ブロック、ブロック取り付け部材との取り合い部、外板形状等を短時間で効率よく計測し、

- ・ブロック作成時の精度管理
- ・ブロック搭載のシミュレーション
- ・最終的な形状管理

等を可能とする。

(2) P S P C対応塗装業務の効率化技術

P S P Cで要求される塗装や塗膜厚さ計測に関し、

- ・既開発のエッジ処理技術の高度化（後処理なしで塗装可能とする）
 - ・非接触型の膜厚計を用いて計測効率を向上させる
 - ・膜厚計測時の位置情報検出装置を組み合わせ、計測データ管理に繋げたり、塗装品質の向上に繋げる
- 等を可能とする。

(3) 生産工程のモニタリング

生産工程における人、物の動きをカメラとバーコードの組み合わせや、R F I D等の情報機器を用いて把握することにより、

- ・生産現場での人や物の流れの見える化を図る
 - ・これらの情報を組織内で共有させることにより、製造プロセスでの問題の早期発見や効率化や改善につなげる
 - ・安全確保面での課題の抽出を行う
- 等を可能とする。

1. 3 研究体制

(1) 関心のある各社の参加を得て、船技協をプラットフォームとする勉強会を設置した。

(2) 勉強会の座長については東京大学システム創成学科の青山和浩教授にお願いし、次の体制で実施した。

東京大学青山教授・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・・主査

造船各社若手

(独) 海上技術安全研究所

(財) 日本船舶技術研究協会・・・・・・・・・・・・・・・・代表幹事

1. 4 研究期間

2010年9月1日 ～ 2011年8月31日までの12ヶ月

1. 5 研究成果

(1) 生産現場の課題とニーズ

勉強会での議論により、生産現場での課題とニーズは次のように表せることが分かった。

①生産現場の課題

生産現場の主な課題は、工作不良による手戻りの発生や物品の遅配、天候不良などに起因する工程の乱れである。

②生産現場のニーズ

従って、生産現場のニーズは工作や工程の精度向上を計り、工程を整流化することであり、これにより作業の効率化、工数の削減を達成することができる。

(2) 工作・工程の精度向上を達成する手段

工作・工程の精度向上を達成する手段として2つのアプローチがある。1つは生産技術の改良であり、他の1つは生産管理方法の改良である。勉強会での審議により、生産技術の改良としては、工作（切断、溶接）そのものの精度を向上させるレーザー切断・溶接やFSW（摩擦攪拌接合）のような新接合技術が着目された。一方、生産管理方法の改良としては、情報技術（IT技術、3次元計測技術、モニタリング技術等）を用いた生産管理の改善方法を検討した。これ等を表1-1及び表1-2に示す。

また、PSPC対応塗装技術については、委員によるアンケート調査のみに止めた。その結果を表1-3に示す。

表 1-1 生産技術に関する研究テーマ

名称	内容	効果
新接合技術(レーザー溶接、FSW等)	工作(切断、溶接)の高精度化、高品質化	<ul style="list-style-type: none"> ・部材、ブロックの精度向上 ・工程の整流化 ・工数削減 等

表 1-2 生産管理に関する研究テーマ

名称	内容	効果
建造情報の一元管理	人・物の位置情報、工程進捗情報等がモニタリング且つ集計されて工場全体として効率的に統合管理できるシステム	<ul style="list-style-type: none"> ・不具合の原因把握 ・工程の整流化 ・作業の効率化
人の位置・移動等のモニタリングシステム	作業者の位置・移動・作業性(作業時間、作業手順)等をモニタリングするツール(RFID、監視カメラ等)やモニタリング結果を見える化するソフトより構成	<ul style="list-style-type: none"> ・ムダの無い日程計画、作業指示書 ・作業の実時間把握と標準時間設定 ・安全管理 等
物の位置・移動等のモニタリングシステム	部品、鋼材、ブロック等の位置・移動をモニタリングするツール(RFID、監視カメラ等)やモニタリング結果を見える化するソフトより構成	<ul style="list-style-type: none"> ・物探し時間の削減 ・物品管理の手間の削減 ・より良い移動経路、配置等の計画 ・作業の進捗状況の把握 等
部材、ブロック等の3次元寸法計測	鋼材の加工(切断、曲げ)及び組立(小組、大組)段階で使えるインプロセスかつリアルタイムの3次元寸法計測システム	加工・組立段階で精度管理することでブロックの精度不良による手戻り工事の減少
建造シミュレーション(仮想建造)	色々な船の建造法の生産性能をコンピュータ上でチェックできるシステム(多品種生産対応)	<ul style="list-style-type: none"> ・ネック工程の抽出と設計への早期フィードバック ・工程の整流化(作業の平準化)
高速ブロック搭載方法	搭載ブロックの3次元計測、ブロック支持条件による変形解析(自重変形等)、ブロックの搭載シミュレーション等の情報技術を活用したブロック搭載方法	<ul style="list-style-type: none"> ・ブロックの建付けをよりスムーズに高速に行うことができる ・作業者の勘と経験に依存したブロックの搭載作業からの脱却
パイプ組立シミュレーション	パイプの属性や形状・寸法のモニタリング結果を用いて、事前に仮想組立ができるシステム	管系全体の仮想組立による不具合洗い出しと効率的な組立方法

表 1 - 3 PSPC 対応塗装技術に関する研究テーマ

目的	具体的ニーズ	技術的アプローチ	
前処理作業の効率化	エッジ処理の工数削減	・エッジ処理技術(人手で1パスでエッジが取れる技術)	
		・切断時に端面処理まで出来る装置(シャープエッジ・端面処理忘れ)	
		・切断時に両面2R相当のエッジ処理が可能な切断技術	
		・エッジ処理を必要としない加工技術	
		・フリーエッジ処理技術の高度化(後処理レス)	
	ブラストの工数削減	・ロボットによるブラスト ・鋼板へのヒューム付着量の低減による、ブラスト工数増大抑制	
	ブラストの手直し作業の効率化	・狭隘部で携帯可能なバキュームブラスト ・狭隘部等プレプライマ除去作業の効率化(かならずしも必要でないが) ・グリッド回収作業の効率化	
		ブラストの評価基準の設定(人為的・恣意的評価からの脱却)	・錆落としグレードの画像処理による判定 ・ビジュアル付きの鋼材処理グレード
		その他	・溶接ビードの品質向上(スパッタ、フローホール、アンダーカット等の発生抑制) ・裏焼けMINを配慮した、構造及び施工法 ・裏ヤケ 現在のPSPC対応ではどうしても後から溶接工事が発生してしまうため裏ヤケができません。 そこで、緊急用だけでも方法として低温で溶接し裏ヤケを起こさない手はないか。 また、どの程度の温度まで熱されるとヤケと認められるのか。
	塗装作業の効率化	塗料工程の高速化	・高効率付着塗料(速乾性塗料等)
・低研掃塗料			
・塗装作業支援ロボット			
・ストライプコートの時間短縮			
・効率的な塗装仕様 SI(Self Inspection)機能付きの塗料などによる施工管理で、過厚膜とならないような塗装仕様にした			
・スプレー塗装作業の効率化 ルールを満たし、且つ過厚膜とならないような塗装 ・塗装作業の効率化 刷毛・ローラーでしか塗装できない場所(スクラップ等)に対しての膜厚をキープする方法。現状では回数を重ねることしかできないが、粘度を変えることで1回塗りの膜厚を上げられないか。また、スプレーガンの形状変更で塗装できないか。			
塗膜の品質向上	・過厚膜防止のハイビルト塗料 ・塗装不良が一目でわかる塗料、照射装置		
その他	・塗装メーカー間を超えたPSPC対応塗装システムの構築		
後処理作業の効率化	膜厚検査の効率化	・膜厚計の高性能化(非接触、広範囲等)	

(3) 今後の研究開発プロジェクト化の予定

(財)日本船舶技術研究協会では、今回の勉強会の成果を踏まえて、次年度以降に船舶建造効率化に関する研究開発プロジェクトを立ち上げる予定であるが、勉強会で提案された技術開発ニーズは次のように取り扱うものとした。

新接合技術については、FSWは造船で用いるような厚板鋼板への適用は未だ課題が大きい反面、レーザー溶接技術は既に適用可能な段階に来ていることから、レーザー溶接技術を取り上げることとした。

情報技術に関しては、表1-1の中のモニタリング技術やシミュレーション技術は建造情報の一元管理の中に含めて取り扱うことができるので、建造情報の一元管理というテーマに一本化した。

また、PSPC対応塗装技術に関しては、船技協においてPSPC対応の技術開発を別途進めているので、表1-2に示された技術開発ニーズはそちらで取り扱うものとした。

以上より、勉強会における議論の結果、以下の2点についてさらに具体的な調査研究を行っていくものとする。

(1) レーザー溶接技術

レーザー溶接の導入による工作の高精度化、高品質化

(2) 建造情報の一元管理

人・物の位置情報、工程進捗情報等がモニタリング且つ集計されて工場全体として効率的に統合管理できるシステム

これらについては、今年度中に一定のフェージビリティ・スタディを行うと共に、次年度以降は、レーザー溶接の造船適用に関する基礎的研究を実施する予定である。

<研究内容 案>

調査研究フェーズ1：実用化のためのフェージビリティ・スタディ（2011年度後期）

1. 文献調査
2. レーザー溶接実用化のための実験室実験計画
3. 建造情報の一元管理を可能とする技術要素の検討

調査研究フェーズ2：レーザー溶接の造船適用のための基礎的研究（2012～2013年度）

1. レーザー溶接継手の品質に関する研究
2. レーザー溶接に係る基準・標準の在り方の検討
3. レーザー溶接部の品質検査の在り方の検討

2. 活動状況報告

2. 1 委員名簿（順不動、敬称略）

<主査>

○青山 和浩 国立大学法人 東京大学
大学院 工学研究科 システム創成学専攻 教授

<委員>（途中交代した委員、代理出席委員含む、所属は委員会当時のものを示す）

○稗方 和夫 国立大学法人 東京大学
大学院 新領域創成科学研究科 人間環境学専攻 准教授

○濱田 邦裕 国立大学法人 広島大学
大学院 工学研究科 輸送・環境システム専攻 教授

○木村 元 国立大学法人 九州大学
大学院 工学研究院 海洋システム工学部門 准教授

○松井 裕 （独）海上技術安全研究所 海洋リスク評価系
リスク解析技術研究グループ 主任研究員

村上 睦尚 （独）海上技術安全研究所 構造・材料研究部門
生産技術研究グループ 主任研究員

高馬 圭 （株）アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド
横浜工場 生産技術部 生産計画グループ スタッフ

○小谷 敬仁 （株）アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド
横浜工場 生産技術部 生産計画グループ スタッフ

瀬戸 健匡 （株）アイ・エイチ・アイマリンユナイテッド
呉工場 工作部 外業グループ スタッフ

山本 秀寿 今治造船（株） 丸亀工場 工作グループ 塗装チーム 主任

高橋 宏和 今治造船（株） 丸亀工場 工作グループ 外業チーム スタッフ

○管 泰行 今治造船（株） 丸亀工場 工作グループ 組立チーム スタッフ

川野 清昭 （株）大島造船所 工作部 生産管理課 主任

尾崎 義太郎 川崎重工業（株） 坂出工場 工作部 工場課 組立係

○瀧本 研治 川崎重工業（株） 坂出工場 工作部 外業課 塗装係

厚 隆文 （株）サノヤス・ヒシノ明昌 水島製造所 工作部 外業課

浪越 正至 住友重機械マリンエンジニアリング（株）
製造本部 工作部 計画グループ 技師

山口 雄嗣 住友重機械マリンエンジニアリング（株）
製造本部 工作部 計画グループ

久保 貴裕 ツネイシホールディングス（株）
常石造船カンパニー 常石工場 生産部 加工グループ

林 創生 （株）名村造船所 船殻部 内業1課 組立1係 係長

○櫛田 信博 三菱重工業（株） 神戸造船所 造船工作部 外業課 船台係長

峰 高宏 三菱重工業（株） 長崎造船所 造船管理部 主任

○尾上 仁久 ユニバーサル造船（株） 技術研究所 生産技術研究室 主任研究員
宮下 哲治 ユニバーサル造船（株） 技術研究所 構造研究室 研究員

<オブザーバー>

末廣 浩一 国土交通省 海事局 船舶産業課 舟艇室 振興係長
前田 崇徳 国土交通省 海事局 船舶産業課 国際業務室 専門官
黒河 保 山中造船(株) 設計部 船殻設計課 係長
桶谷 光洋 (独)海上技術安全研究所 企画部 上席研究員

<事務局>

田中 護史 (財)日本船舶技術研究協会 常務理事
吉田 正彦 (財)日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット ユニット長 (前任)
田村 顕洋 (財)日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット ユニット長
森山 厚夫 (財)日本船舶技術研究協会 研究開発プロジェクトリーダー
仁平 一幸 (財)日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット チームリーダー (前任)
井下 聡 (財)日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット チームリーダー
諸富 恭子 (財)日本船舶技術研究協会 環境技術ユニット

注) ○はワーキング・グループ メンバー

2. 2 勉強会の活動状況

第1回勉強会を2010年10月5日（火）に開催し、その後2012年9月7日までに、6回の会議を開催した。

第1回勉強会 2010年10月5日（火） 於：船技協会議室

- 1) 本会の目的、主旨
- 2) 産業界を取り巻く環境変化について
- 3) 3次元計測技術について（アンケート調査結果、文献調査結果等）
- 4) PSPC対応塗装業務の効率化技術について（アンケート調査結果、文献調査結果等）
- 5) 生産工程のモニタリング技術について（アンケート調査結果、文献調査結果等）
- 6) 今後の勉強会の実施方法について

第2回委員会 2010年12月6日（月） 於：東京大学8号館502会議室

- 1) 第1回勉強会議事録の確認
- 2) 生産技術に関する最近の動向について
- 3) グループディスカッション（グループA、B）
 - グループAの3次元計測に関する議論
 - グループAのモニタリングに関する議論
 - グループBのPSPCに関する議論
- 4) 今後の勉強会実施方向

第1回ワーキング・グループ会議 2011年1月31日（月） 於：船技協会議室

- 1) 第2回勉強会議事録の確認
- 2) 生産技術の理想図作成方針
- 3) 建造情報の統合マネジメント
- 4) 今後の方針

第2回ワーキング・グループ会議 2011年5月30日（月） 於：船技協会議室

- 1) 第1回ワーキング・グループ会議議事録の確認
- 2) これまでのアンケート結果のまとめ
- 3) 陸上建造
- 4) 船舶建造効率化のための情報技術
- 5) レーザーで必要な生産技術／設計技術
- 6) 今後のスケジュール

第3回ワーキング・グループ会議 2011年7月6日（水） 於：船技協会議室

- 1) 第2回ワーキング・グループ会議議事録の確認
- 2) 勉強会報告書イメージ
- 3) 「レーザー溶接と情報技術が可能にする船舶建造の変革」の研究内容について

- 4) 「レーザー溶接などの新接合技術の導入による船舶建造プロセスのイノベーション」
を実現するための造船工場モニタリング技術の確立について
- 5) 艀装に関する情報技術調査
- 6) モニタリングデータの設計への活用について
- 7) 今後の作業項目など
- 8) 今後の予定

第3回委員会 2011年09月07日(水) 於: 船技協会議室

- 1) 第3回ワーキング・グループ会議議事録の確認
- 2) これまでの検討経過について
- 3) 勉強会報告書(案)
- 4) 閉会の挨拶

3. 結言

今回の研究は、生産技術分野における船舶技術開発の活性化を促進するための新たなプロジェクトの発掘・育成を行うことを目的として実施したものである。

このため、まず3次元計測、モニタリング技術、PSPC対応塗装技術等の情報技術の造船生産システムへの適用可能性を勉強会メンバーへのアンケート調査及び文献調査等により検討した。また、検討の過程において、レーザー溶接やFSW(摩擦圧接)等の新接合技術の重要性が顕在化し、これについても検討を進めた。その結果、プラットフォームとしての船技協の立場から、さらに検討を深めていくべき生産関連技術として、レーザー溶接技術と建造情報の一元管理の2つの技術分野を抽出した。今後は、これらの実プロジェクト化を達成し、所要の成果をあげることにより我が国海事産業の発展に資することとしたい。

最後に本研究の推進にご尽力いただいた主査の青山 和浩 東京大学教授、(独)海上技術安全研究所殿そして活発な審議をしていただいた委員各位等、多くの関係者の方々に感謝いたします。

勉強会事務局

発行 財団法人 日本船舶技術研究協会
〒107-0052
東京都港区赤坂2丁目10番9号 ラウンドクロス赤坂4,5階
TEL 03-5575-6425 (総務部)
03-5575-6428 (環境技術ユニット)
FAX 03-5114-8941
URL <http://www.jstra.jp/>

本書の無断転載、複写、複製を禁じます。