

造船技能評価基準の策定及び造船技能研修・検定・コンクールの 開発に関する取り組み

村上 睦尚*, 松尾 宏平**, 藤本 修平**, 津村 秀一**
竹澤 正仁**, 谷口 智之**, 林原 仁志*, 松井 貞興*
田中 義照***, 穴井 陽祐**

Developing Criteria, Training Materials, Proficiency Tests and Contests for Skills Evaluation on Professional Skills and Technology of Shipbuilding

by

Chikahisa MURAKAMI, Kohei MATSUO, Syuhei FUJIMOTO, Syuichi TSUMURA,
Masahito TAKEZAWA, Tomoyuki TANIGUCHI, Hitoshi HAYASHIBARA, Sadaoki MATSUI,
Yoshiteru TANAKA, Yosuke ANAI

Abstract

We have been working on the skill transfer for about 20 years. For example, we have developed visual educational manuals, working assistant systems, etc. In this paper, new criteria, training materials, proficiency tests and contests for skills evaluation on special skills and technology to improve shipbuilding efficiency are discussed. These have been developed for skill workers on welding, hull assembly, piping equipment, electric equipment, painting or shell forming. The following results were obtained: (1) The criteria for skills evaluation can visualize the work content and its skill level that workers can do. (2) The training materials have been used in shipyards and worker suppliers, and effect has been confirmed. (3) The proficiency tests and contests have been carried out. (4) The outcome of this project not only encourages the level of skill but also expects to shorten the necessary time.

* 構造安全評価系, ** 構造基盤技術系, *** 研究特命主管

原稿受付 平成31年2月12日

審査日 平成31年3月11日

目 次

1. まえがき	6
2. 造船技能評価基準の策定	7
3. 電気機装専門技能研修	8
3.1 はじめに	8
3.2 研修内容の作成	8
3.2.1 造船技能評価基準に基づく研修シラバスおよび研修カリキュラムの開発	8
3.2.2 学科講習	12
3.2.3 実技講習	13
3.3 電装研修の実施	15
3.3.1 研修の実施	15
3.3.2 研修の評価	16
3.4 まとめ	17
4. 船舶塗装技能専門研修	17
4.1 はじめに	17
4.2 研修の開発	18
4.2.1 研修カリキュラム	18
4.2.2 3D-VR 塗装シミュレータ	18
4.2.3 実技研修の内容	18
4.2.4 学科研修の内容	22
4.3 研修の成果	22
4.3.1 研修実施の概要	22
4.3.2 シミュレータによる技能の定量評価	23
4.3.3 チェックリストによる技能評価	23
4.3.4 理解度確認テストによる知識の評価	24
4.3.5 研修の効果	24
4.4 まとめ	24
5 造船溶接専門技能研修	24
5.1 はじめに	25
5.2 研修の全体構成	25
5.3 学科講習の開発	26
5.4 実技講習の開発	27
5.5 平成 30 年度造船溶接専門技能研修中級コースの実施とアンケート結果	27
5.5.1 平成 30 年度造船溶接専門技能研修中級コースの概要	27

5.5.2 アンケート結果.....	28
5.6 まとめ.....	29
6. 造船技能検定（造船溶接2級）.....	29
6.1 はじめに.....	29
6.2 造船技能検定（造船溶接2級）の開発.....	30
6.2.1 学科試験の開発.....	30
6.2.2 実技試験の開発.....	31
6.3 造船技能検定（造船溶接2級）の実施概要.....	32
6.4 造船技能検定（造船溶接2級）の成績分析による考察.....	32
6.4.1 学科試験結果の分析に基づく考察（出題分野ごとの正答率）.....	32
6.4.2 学科試験結果の分析に基づく考察（中級研修受講者と未受講者の比較）.....	33
6.4.3 実技試験結果の分析に基づく考察（中級研修受講者と未受講者の比較）.....	34
6.4.4 実技試験結果の分析に基づく技能の様相の考察（作業時間とビード外観の関係）.....	34
6.5 アンケート結果に基づく造船技能検定（造船溶接2級）の総評.....	34
6.6 まとめ.....	35
7. 造船技能コンクール.....	35
7.1 はじめに.....	35
7.2 造船技能コンクールに関する取り組み.....	35
7.3 造船技能コンクールの紹介.....	36
7.3.1 配管艀装の部.....	38
7.3.2 造船溶接・船殻組立の部.....	41
7.3.3 コンクールの運営.....	42
7.4 まとめ.....	44
8. 船殻生産設計技術基礎研修.....	44
8.1 はじめに.....	44
8.2 設計基礎研修の企画.....	45
8.2.1 シラバスの開発.....	45
8.2.2 教材の開発.....	46
8.3 設計基礎研修の実施.....	49
8.3.1 研修の実施.....	49
8.3.2 研修の評価.....	50
8.4 まとめ.....	51
9. あとがき.....	51
謝 辞.....	52

1. まえがき

わが国の製造業においては、年齢構成等により技術伝承が危ぶまれており、造船業においてはその現象が特に顕著である。その理由としては、従来の造船工作現場における技能伝承は熟練工が技能を初心者に体で覚えさせるという方法で行われているためである。これには、いわゆる徒弟制度が現代の若者には受け入れ難いことや、指導者以上の技能の熟練を期待し難い、熟練するのに時間がかかるなどの問題がある。そのため、「ぎょう鉄」や「配管艤装」などの造船建造に係わる特殊技能の習得には 10 年以上を要することから、少数の高齢な熟練技能者によって技能が維持されており、これを次世代へ伝承し、維持・向上させることが重要である。

このような状況の中で、平成 10 年度より（国研）海上・港湾・航空技術研究所海上技術安全研究所（以下、海技研とする。）では、造船業における技能伝承問題に対する試みとして専門技能研修用教材の作成に取り組んでいる。具体的には、これらの問題を解消するためには、①技能習得期間の短縮、②コミュニケーション及び知識のギャップの解消、③文章や写真では伝わらない「動き」の熟練技能を記録に残す、の課題を解決する必要があった。そこで、著者の所属する研究チームは、図 1 に示す「ぎょう鉄」、「配管艤装」、「歪取り」、「機関据付」、「電気艤装」の映像（DVD）教材、更に、個別技能の伝承だけでは解消されない艤装工程の整流化を図る試みとして作成した「艤装工程管理」の教材を開発した。「ぎょう鉄」については曲面形状の幾何を解析的に取り扱うことに基づく新しい船体曲面外板展開システムとして「曲率線展開システム」及び「プレス施工支援システム」を開発した。その後、平成 26 年度より、今治地域造船技術センター向けに、造船溶接、船殻組立、配管艤装、ぎょう鉄、電気艤装、塗装の造船 6 職種について、職業能力開発の観点から造船技能評価基準、専門技能研修、技能検定要領、技能コンクール要領の開発に取り組んできた。技能の客観的、具体的かつ適正な評価体制は、造船技能者にとって自身の能力の客観的把握やキャリア形成のための目標・指針となるだけでなく、企業（造船所）側にとっても、自社が求める能力要件を具体的に示すことで、公正な人事評価制度や系統的な人材育成制度の構築への活用、従業員への自社の経営方針の提示、それに向けた理想の人材像の整理、明確化など、貴重な機会となる。

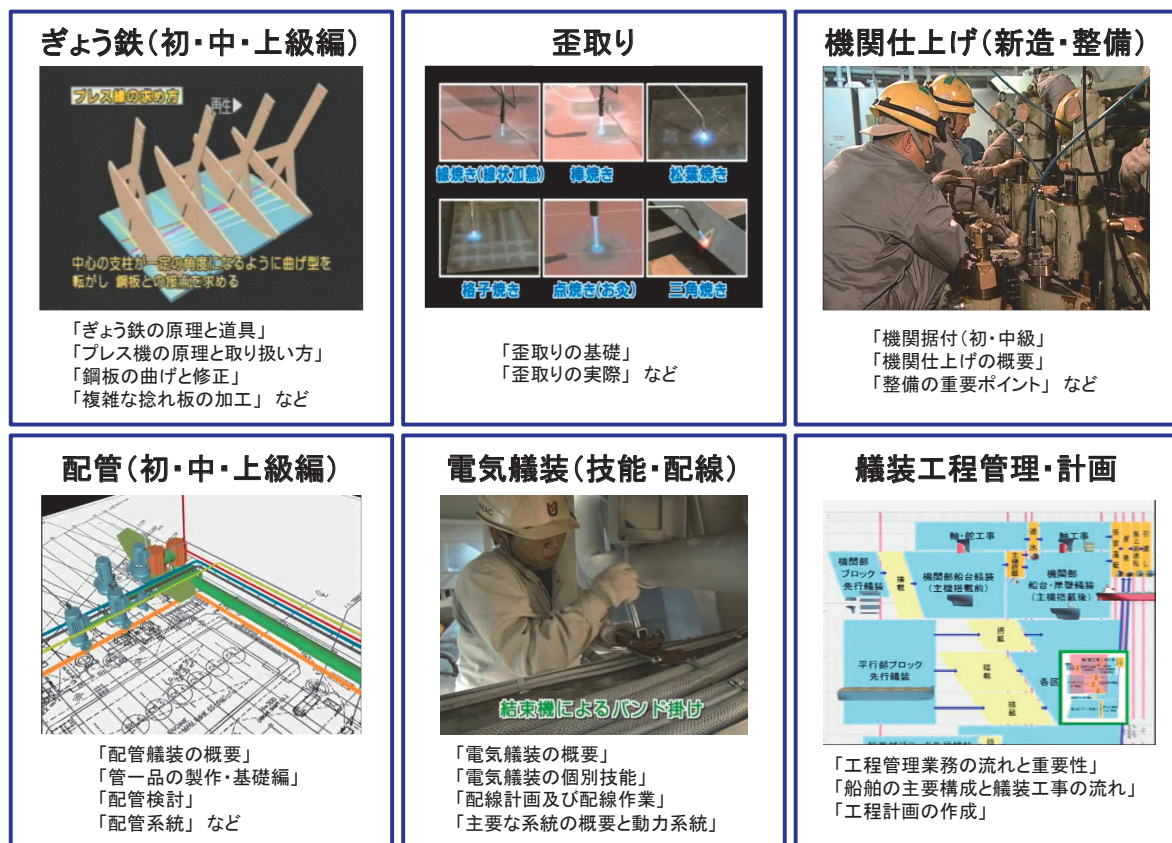


図 1-1 海技研が開発した技能研修用映像教材

平成26年度から5箇年で実施した造船技能評価基準の策定、造船塗装専門技能研修、電気機装専門技能研修、配管機装専門技能研修、船殻組立専門技能研修、造船溶接専門技能研修、技能検定（造船溶接）、技能コンクール（船殻組立・造船溶接、配管機装）、船殻生産設計技術基礎研修の開発及び実施の内、本報告では、造船技能評価基準の策定、造船塗装専門技能研修、電気機装専門技能研修、造船溶接専門技能研修、技能検定（造船溶接）、技能コンクール（船殻組立・造船溶接、配管機装）、船殻生産設計技術基礎研修の開発及び実施について詳細に報告する。

2. 造船技能評価基準の策定

平成26年度から2箇年で、造船における主要な技能・職種として、造船溶接、船殻組立、配管機装、ぎょう鉄、電気機装、造船塗装の6職種それぞれについて、

- ・造船技能評価基準
- ・技能検定要領
- ・技能コンクール課題要領

の素案を作成した。さらに、平成28年から3箇年で各種専門技能研修と共に、完成版として完成させた。

「造船技能評価基準」は造船技能の評価基準を具体的に記述し定めたものであり、各職種の技能要件を規定している。図2に示すように、造船技能評価基準に基づき、「技能検定」及び「技能コンクール」が展開される。主要な造船6職種（造船溶接、船殻組立、配管機装、ぎょう鉄、電気機装、造船塗装）について、それぞれをレベル1～レベル4の4段階にレベル分けした上で、各レベルに必要な能力を具体的に規定した。造船技能評価基準の策定にあたっては、中央職業能力開発協会の「職業能力評価基準」に倣っており、仕事の内容を「職種」、「職務」、「能力ユニット」に分けた上で、その評価基準として「能力細目」を、その能力細目の実行に必要な知識として「必要な知識」を規定している。また、（一社）日本中小型造船工業会が平成15年度に作成した「造船技能評価基準および造船技能資格制度に関する試案」についても参照しつつ策定を行った。

完成した造船技能評価基準は、6職種、20能力ユニット（この内、すべての職種に共通する「共通能力ユニット」は5つ）のものとなっている。レベルについては、表2-1に示す。本報告の一連の取り組みにより、今後、着実かつ効果的な技能レベルの向上及び習得期間の短縮が期待される。

各能力ユニットの各レベルについての「能力細目」とその「必要な知識」は造船の実態に沿うよう、今治地域のはほぼすべての造船所に対する職務分析（実地調査、ヒアリング等）に基づいて規定された。そして、様々な造船所の実態を最大公約数的に取りまとめて、必要な技能を「能力細目」としている。各技能を対象にした技能評価基準の具体的な内容については以降の各技能の章において報告する。

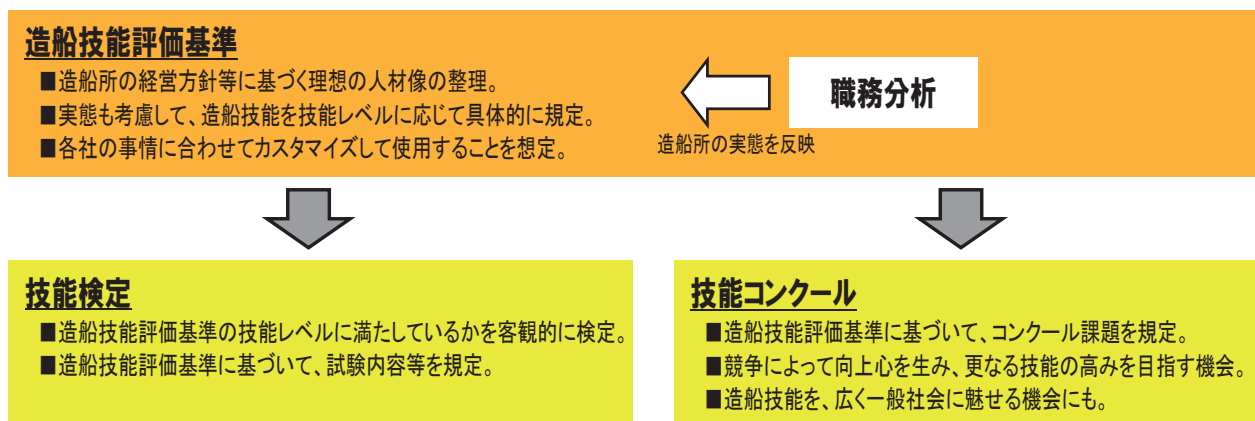


図2-1 技能評価基準に基づく技能検定及び技能コンクールへの展開

表 2-1 技能評価基準におけるレベル設定

レベル	名称	内容	センター 研修	技能 検定
0	初任造船技能者	・初任者で、指導を受けて基礎的な作業に従事できる	初任者	—
1	初級造船技能者	・指示や指導の下、一人で基本的な作業を完了することが出来る。		3 級
2	中級造船技能者	・自分自身の判断により、標準的な作業を完了する事が出来る。 ・同僚や後輩へ、基本的な作業に関し、適切な手順や作業の意味・理由が分かる様に指導を行い、作業を完了するように導くことが出来る。	中級	2 級
3	上級造船技能者	・自分自身の判断により、高度な作業を完了することが出来る。 ・部下へ、基本的・標準的な作業及び集団で分担する仕事を、適切な手順や作業の意味・理由が分かる様に指導を行い、定められた期間内に完了するように導くことが出来る。		1 級
4	造船管理監督者	・担当する職種の仕事の工程を、工場全体のスケジュールに沿うように計画出来る。 ・工作物が達成するべき品質を指示することが出来る。 ・担当する職種の仕事・作業について、より少ない工数 / より高い品質の工作物が得られる様に改善策を考案することが出来る。		特級

3. 電気艦装専門技能研修

本章では、今治地域造船技術センターに開設された電気艦装専門技能研修の教材開発、企画、研修の実施について報告する。

3.1 はじめに

電気艦装で扱う部分は、電源動力装置、通信・計測・航海装置、各部の自動化のための装置、照明等の設計、配置設計およびそれらの施工である。近年、自動化、電気推進、船内ネットワーク、自律航行船の研究などにより、電気設備の重要性がより大きくなっている。電気艦装では、電気関連機器類の設置工事およびそれらに必要な電気動力線・制御線の電線布設工事のみならず、各種機器台や電路を設置するための電路金物の溶接工事まで多岐にわたり、陸上の電気工事とは異なり、電気および鉄工の知識・技能も必要とされる。

船舶艦装工程の現状と課題を把握するため、平成 20～22 年度に電気艦装に関する調査を実施しており、平成 22 年度には電気艦装技能研修用映像教材を作成している。また、平成 29 年度に実施した造船技能評価基準策定にあたり大手電装会社へのヒアリングから、自身の判断により標準的な作業を完了でき、後輩に指導できるようになる造船技能評価基準電気艦装レベル 2 に達成するには、9～10 年程度の経験年数が必要な状況である。

そこで、従来は 9～10 年程度の経験年数が必要となる造船技能評価基準電気艦装レベル 2 へのステップアップへの育成期間短縮と効果的・高能率的な技能習得、技能・知識の均一化を目標として、平成 29～30 年度の期間に、今治地域造船所・電装会社の実態に即した電気艦装・専門技能研修中級コースの開発および研修を実施した。本章では、造船技能評価基準・電気艦装レベル 2 を基盤とした研修カリキュラムおよびシラバスの策定、学科および実技講習の教材の開発、研修の実施について報告する。

3.2 研修内容の作成

平成 29 年度に、電気艦装・専門技能研修中級コース（以下、電装研修と呼ぶ）の研修を新規開設し、対応する部会（以下、電装部会と呼ぶ）を設置した。造船技能評価基準・電気艦装レベル 2 を基盤とし、学科および実技講習の教材の開発と 2 回の研修および評価を実施した。平成 30 年度は、前年度の結果を受けて、研修カリキュラムおよび研修シラバスの整理、研修内容の改善、学科および実技講習の教材の改良と、1 回の研修実施および評価を行った。

3.2.1 造船技能評価基準に基づく研修シラバスおよび研修カリキュラムの開発

電装研修の内容については、電装部会での審議を実施し、以下の研修概要とし、造船技能評価基準に基づく研修カリキュラムおよび研修シラバスを開発した。ただし、造船技能評価基準の全項目を対象とするのは講習時間

や設備等の関係で現実的ではないため、研修として適切かつ効果的な内容となるように電装部会を中心に検討し、選択している。

- 1) 受講対象：電気艤装レベル1からレベル2へのレベルアップを目指す者
- 2) 達成目標：造船技能評価基準・電気艤装・レベル1からレベル2にステップアップするときに、必要となる知識及び技能を習得する。
- 3) 講習時間：16時間
- 4) 学科講習：電気艤装レベル2の「必要知識」に対応した座学
- 5) 実技講習：電気艤装レベル2の「職務遂行のための基準」に対応した実習

研修シラバスの学科内容および実技内容については表3-1の通りである。研修シラバスを実施するにあたり、研修カリキュラムも同様に表3-2のように作成している。また、造船技能評価基準と、学科および実技の対応については、電装溶接、配線、結線・チェックの3つに対して、表3-3にて下線で示す。

表3-1 研修シラバス

講義名	研修時間	到達目標
学科1：電装の概要	1.0時間	・電路図/金物取付図から電路/機器台金物の位置と金物種類を確認できる。（※学科2と合わせて到達） ・系統図/電路図/配線図/配置図からそれぞれの電線の配線経路を確認できる。（※実技/学科と合わせて到達） ・電線のバンド掛けの固縛状態及び電線曲げ半径が適正であり、船級規則に適合していることを確認できる。（※実技/学科と合わせて到達） ・シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で結線図に示された機器、結線する電線と心線の記号を確認できる。（※実技/学科と合わせて到達）
学科2：溶接／配線	1.0時間	・電路図/金物取付図から電路/機器台金物の位置と金物種類を確認できる。（※学科1と合わせて到達） ・自身の判断により溶接の良否の判定方法を説明できる。
学科3：検査/結線	1.0時間	・指導を受けて、試験方案により、各種検査試験の手順と項目を確認できる。（※学科5と合わせて到達） ・船内における各種検査試験における計測結果等を評価項目リストと照らし合わせて評価し、記録できる。（※学科5と合わせて到達）
学科4：船舶電気/安全	0.5時間	・電装溶接、配線について、本人及び指導する後輩が作業を行う場所の安全が確保されているか確認できる。
学科5：結線/工程把握	1.0時間	・指導を受けて、試験方案により、各種検査試験の手順と項目を確認できる。（※学科3と合わせて到達） ・自身及び後輩の実施した結線について、電線端末処理、結束、機器内での心線さばき、端子の圧着が適切であるか、社内標準等を参考に確認し、更に回路チェックを行うことができる。（※実技/学科、実技1、実技2と合わせて到達） ・船内における各種検査試験における計測結果等を評価項目リストと照らし合わせて評価し、記録できる。（※学科3と合わせて到達）
実技/座学：測長・配線	2.0時間	・系統図/電路図/配線図/配置図からそれぞれの電線の配線経路を確認できる。（※学科1と合わせて到達） ・ブロック/区画における配線経路を、図面に記載の無い情報も含めて指示を受け確認できる。 ・電線のバンド掛けの固縛状態及び電線曲げ半径が適正であり、船級規則に適合していることを確認できる。（※学科1と合わせて到達） ・シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で結線図に示され

		た機器、結線する電線と心線の記号を確認できる。(※学科1と合わせて到達) ・結線対象機器の電線固縛方法、端子の位置と種類を確認できる。
実技1：貫通処理、結線チェック	2.5 時間	・指示を受けた場所において、電線の導入、電線の整列及び針金による仮固定や配線端末の切断作業を行うことができる。 ・グラウンド及びコーミング貫通部に、防火構造要領を確認し、各区画に適合する材料を選択してパテ埋めを行うことができる。(※学科1と合わせて到達) ・グラウンド及びコーミング貫通部のパテ埋めについて、適切に施工されたことを確認できる。(※学科2と合わせて到達) ・シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で端子の圧着及び結線を行うことができる。(※実技2と合わせて到達) ・自身及び後輩の実施した結線について、電線端末処理、結束、機器内での心線さばき、端子の圧着が適切であるか、社内標準等を参考に確認し、更に回路チェックを行うことができる。(※学科5、実技2と合わせて到達)
実技2：結線・チェック	2.0 時間	・シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で端子の圧着及び結線を行うことができる。(※実技1と合わせて到達) ・自身及び後輩の実施した結線について、電線端末処理、結束、機器内での心線さばき、端子の圧着が適切であるか、社内標準等を参考に確認し、更に回路チェックを行うことができる。(※学科5、実技1と合わせて到達)

表 3-2 研修カリキュラム

		1 時限	2 時限	3 時限	4 時限	
一日目	午前	(学科 1) 電装の概要	(学科 2) 溶接／配線	(実技/座学) 測長・配線		
		・関連図面（系統図、電路図、配線図、配置図、金物取付図） ・電線の種類と用途 ・電路の種類と用途 ・機器の種類と端子形状 ・船級規則	・電路の種類と用途 ・機器台金物の種類と用途 ・アーク溶接作業 ・防火構造規則 ・貫通部の処理作業	・関連図面（系統図、電路図、配線図、配置図、金物取付図） ・電線の種類と用途 ・電路の種類と用途 ・機器台金物の種類と用途 ・電線固縛作業 ・船級規則	・電線の種類と用途 ・機器の種類と端子形状 ・電線端末処理作業 ・心線さばき・結線作業	
		5 時限	6 時限	7 時限	8 時限	
	午後	(実技 1) 貫通処理、結線チェック			(学科 3) 検査/結線	(学科 4) 船舶電気/安全
		・貫通処理（防火防水） ・多心線処理（スプリング式コネクタ、スプリングクランプ式端子台） ・回路チェック ・絶縁抵抗計測	・検査及び試験の実施 ・電線端末処理作業 ・心線さばき・結線作業		・感電災害 ・事故事例	
		1 時限	2 時限	3 時限	4 時限	
二日目	午前	(学科 5) 結線/工程把握	確認筆記試験	(実技 2) 結線・チェック		
		・検査及び試験の実施 ・電線端末処理作業 ・心線さばき・結線作業	・確認テスト、並びにその解説を行う。	・太い電線処理（発電機結線） ・絶縁抵抗計測（メガ） ・自己保持回路製作 ・回路チェック		
		5 時限	6 時限	7 時限	8 時限	
	午後	モックアップを用いた技能試験				グルー プ討議

	・研修用モックアップを用いて溶接良否、配線、結線の要素を対象に作業を行う。	・グループ単位	・講師による講評
--	---------------------------------------	---------	----------

表 3-3 造船技能評価基準・電気艤装レベル2 との対応

ユニット名	細目	職務遂行のための基準	対応する学科・実技講習
電装溶接	①電装溶接の段取り	電路図/金物取付図から電路/機器台金物の位置と金物種類を確認すると共に、それを後輩へ指示している	学科1, 学科2
		ブロック/区画における金物取付位置を、図面に記載の無い情報も含めて判断し、取付けのためのマーキングを行っている。本人及び指導する後輩が作業を行う場所の安全が確保されているか確認している	学科4
		個人で携行する用具(保護具、メジャー、石筆、レンチ)をそろえると共に、必要に応じて、複数人で共有する携行品(溶接トーチ、ガストーチ、グラインダ)を確認しそろえている。また、現場に設置されたアーク溶接機の配線、ガス切断機のガス配管を接続し、アーク溶接機の安全装置の動作確認をするように指導している。	本講習では取り扱わない
		取り付けるべき金物及び作業に必要な資材を、作業のやり易い配置でそろえている	本講習では取り扱わない
	②電装溶接の実施	電路金物の取付け足及び船殻構造のガス切断・孔明作業を、電路図・マーキング線に基づいて行う様、後輩を指導している	本講習では取り扱わない
		金物をマーキング線に一致するように、位置修正がやり易い手順を考えてアーク溶接により仮付溶接している	本講習では取り扱わない
		仮付した金物を、社内標準等に基づき適切な条件を判断して、アーク溶接により本溶接するよう後輩を指導している	本講習では取り扱わない
	③電装溶接の終了と評価	マーキング線及び社内標準に照らして、ガス切断の精度及び切断面の粗さが適切であるか判定する様、後輩を指導している	本講習では取り扱わない
		自身の判断により溶接の良否を判定すると共に、後輩に判定方法及び補修方法を指導している	学科2
配線	①配線の段取り	系統図/電路図/配線図/配置図からそれぞれの電線の配線経路を確認すると共に、それを後輩へ指導している	学科1, 実技/学科
		ブロック/区画における配線経路を、図面に記載の無い情報も含めて指示を受け確認している。本人及び指導する後輩が作業を行う場所の安全が確保されているか確認している	学科4, 実技/学科
		個人で携行する用具(電工ナイフ、巻きドライバ、引掛スパナ)をそろえると共に、必要に応じて、複数人で共有する携行品(結束機、電線カッター)を確認しそろえている。配線経路のガイドローラーなどを設置している	本講習では取り扱わない
		ワッパ巻き及びドラム巻きした電線を搭載し、船内で配線開始位置に振り分けている。外面保護の為に養生を行っている	本講習では取り扱わない
	②配線の実施	電線表又はラベルの読み取り方、電線の種類の見分け方、電線検尺巻取り装置の操作方法を後輩に指導している。また、図面からキルビメータ、針金、定規等により電線長さを計測し、デッキ高さや電路の上下、結線代などの、設計では明示されないを社内標準等により補って、電線表又はラベルを作成している	本講習では取り扱わない
		指示を受けた場所において、電線の導入、電線の整列及び針金による仮固定や配線端末の切断作業を行うと共に、それらの方法を後輩に指導している。また、単独で作業する区画について、他の区画にまたがる箇所又はやや複雑な経路の配線を行っている	実技1

		巻きドライバ及び結束機により電線のバンド掛けを、船級規則に適合する間隔で行っている。 <u>グラウンド及びコーミング貫通部に、防火構造要領を確認し、各区画に適合する材料を選択してパテ埋めを行っている</u>	学科 2, 実技 1
	③配線の終了と評価	電線のバンド掛けの固縛状態及び電線曲げ半径が適正であり、船級規則に適合していることを確認している。また、電路上の電線の整列や端末処理が適切に行われていることを確認している	学科 1, 実技/学科
		<u>グラウンド及びコーミング貫通部のパテ埋めについて、適切に施工されたことを確認している</u>	学科 2, 実技 1
結線・チェック	①結線・チェックの段取り	<u>シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で結線図に示された機器、結線する電線と心線の記号を確認している。また、単純な機器について図面のみ取り方を後輩に指導している</u>	学科 1, 実技/学科
		<u>結線対象機器の電線固縛方法、端子の位置と種類を確認している。電源側遮断機が切られており安全が確保されているか確認している</u>	実技/学科
		結線に必要な個人で携行する用具(電工ナイフ、ニッパ、ドライバ、ワイヤストリッパ、圧着工具、ビニルテープ)をそろえている。指導を受けながら、検査試験に必要な用具をそろえている	本講習では取り扱わない
		<u>指導を受けて、試験方案により、各種検査試験の手順と項目を確認している。また、系統図により結線チェック対象の機器に対応する電源を確認している</u>	学科 3, 学科 5
	②結線・チェックの実施	<u>シールド線の処理等、高度な技能を要する機器を除き、自身で端子の圧着及び結線を行っている。単純な機器の結線方法を後輩に指導している</u>	実技 1, 実技 2
		船内における各種検査試験を実施している。また、トラブルが見つかった場合は上司に報告し、対応の指示を仰いでいる	本講習では取り扱わない
	③結線・チェックの終了と評価	<u>自身及び後輩の実施した結線について、電線端末処理、結束、機器内での心線さばき、端子の圧着が適切であるか、社内標準等を参考に確認し、更に回路チェックを行っている</u>	学科 5, 実技 1, 実技 2
		<u>船内における各種検査試験における計測結果等を評価項目リストと照らし合わせて評価し、記録している。</u>	学科 3, 学科 5
		電工ナイフ、圧着工具、ドライバに傷や動作不良が無い点検する様、後輩を指導すると共に、発電機試験用の負荷等特殊な設備の片付けをしている	本講習では取り扱わない

3.2.2 学科講習

電装研修で使用する教材として、電気艤装中級研修テキスト、学科試験問題を開発した。本研修では開発したテキストを用いて、6.5 時間の学科講習を実施した。テキストおよび学科試験問題の概要について以下に示す。

1) 教材の開発

専門技能習得に必要な知識に関する内容を記述した電気艤装中級研修テキストを開発した。本研修では、開発したテキストのほかに、電気艤装技能研修用映像資料（DVD）と、実際に用いられる設計図面等を活用した学科講習を実施している。研修テキストの目次と一例を図 3-1 に示す。テキストの内容は理論や知識に加え、実技講習に直結した技能の手順・ノウハウも示している。

目次

1-①「電気艀装の概要」	p. 1
1-②「電装溶接・貫通処理」	p. 27
1-③「測長・配線」	p. 43
1-④「結線（多心線・他）」	p. 65
1-⑦「SE 検査」	p. 85
1-⑧「不具合・安全衛生」	p. 99
2-①a「結線（発電機）」	p. 129
2-①b「発電機試験」	p. 145

発電機 単独運転試験		
試験内容	発電機の並列運転での負荷特性のデータを取る。	
NO.	説明写真	説明文
1		発電機並列運転の仕方の手順をもとに、2台を並列運転し、2台とも負荷75%、周波数60Hzにセットする。 水櫃負荷にて負荷試験用の水櫃の極板を降ろし、負荷を調整する。 周波数はガバナハンドルにて操作。
2	データ用紙 	データを取る。 負荷を75%→100%→75%→50%→25%→20%→25%→50%→75%→100%→75%と基準の発電機に掛けていき、負荷ごとのもう一方の発電機の電力(W)、電流値(A)、電圧(V)、周波数(Hz)の値を取る。
3		※発電機3台の場合 ※発電機並列運転の仕方の手順をもとに、2台を並列運転し、その後、同じ重荷でもう1台の発電機と並列を掛けて、3台とも負荷75%、周波数60Hzにセットする。 ※押し紐操作にて負荷試験用の水櫃の極板を降ろし、負荷を調整する。 周波数はガバナハンドルにて操作。
4	データ用紙 	データを取る。 負荷を75%→100%→75%→50%→25%→20%→25%→50%→75%→100%→75%と基準の発電機に掛けていき、負荷ごとのもう2機の発電機の電力(W)、電流値(A)、電圧(V)、周波数(Hz)の値を取る。
5		

(a) 研修テキスト目次

(b) 発電機 単独運転試験 (2-①b)

図 3-1 電気艀装中級研修テキスト（一例）

2) 学科試験

学科講習の達成度合いを評価するため、本研修では学科試験用問題を開発した。研修問題の内容は、研修シラバスに沿って15問は真偽法、15問は多肢択一法の全30問を作成している。

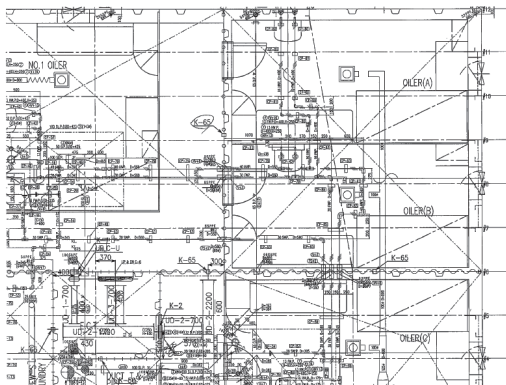
3.2.3 実技講習

本研修では、表2-2で示した研修カリキュラムのとおり、(実技/座学) 測長・配線、(実技1) 貫通処理、結線チェック、(実技2) 結線・チェックの3回に分けて実技講習を実施している。また、達成度を評価するため、技能試験を実施した。それぞれの概要は以下の次の通りである。

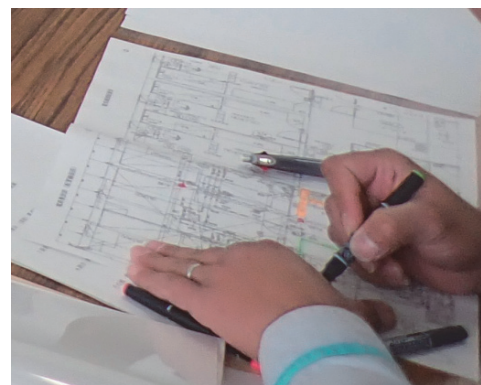
1) 実技講習内容

・(実技/座学) 測長・配線

テキストと合わせて実際の電路図を用いて、配線経路を作図する実習を行う。図3-2に示すような電路図、電気機器配置図、照明系統図、通信系統図から、適切な配線経路を作図する。



(a) 電路図

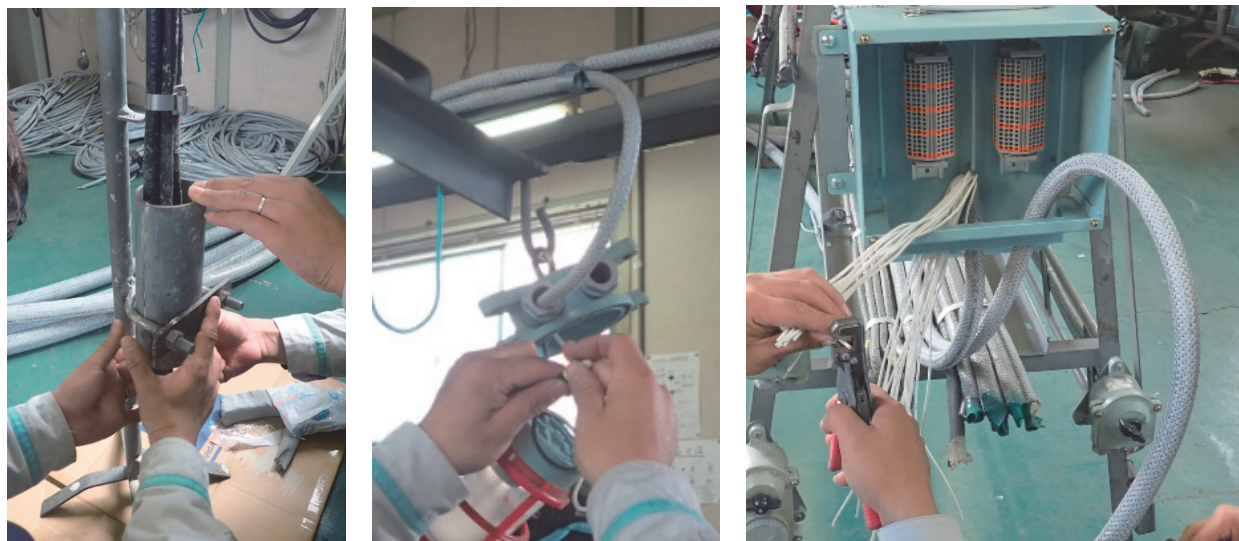


(b) 作図の様子

図 3-2 (実技/座学) 測長・配線の様子

・(実技1) 貫通処理, 結線チェック

防火防水区画で必要な貫通処理の実技を, 貫通部を模擬したモックアップを用いて実施した。また, スプリングコネクタ式コネクタの取り扱い, スプリングクランプ式端子台での処理, 自己保持回路の実習を, 実物もしくは模型を用いて実施している。その様子を図 3-3 に示す。



(a) 貫通処理

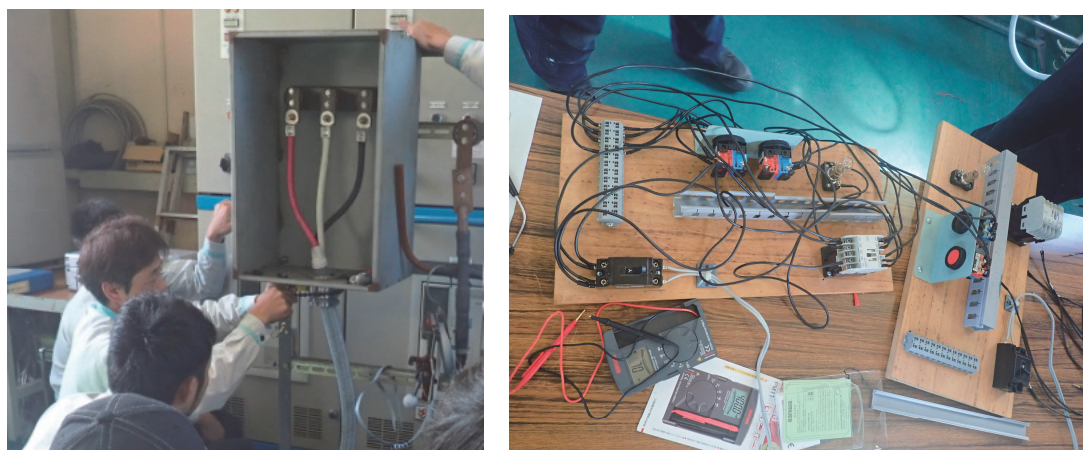
(b) スプリングコネクタ式コネクタ

(c) スプリングクランプ式端子台

図 3-3 (実技1) 貫通処理, 結線チェックの様子

・(実技2) 結線・チェック

発電機などの結線で必要な太い電線の処理, ポンプなどの始動にも用いられる自己保持回路の製作の実習を実施した。その様子を図 3-4 に示す。



(a) 太い電線の処理

(b) 自己保持回路

図 3-4 (実技2) 結線・チェックの様子

2) 技能試験

実技講習の達成度を評価するため, 図 3-5 に示すような技能試験用のモックアップと, 技能試験用の電路図, 系統図, 回路図を開発した。技能試験では, 表 3-4 で示すように, 作業時間を含めた造船技能評価基準に基づく項目について評価し, 実技講習の達成度合いを評価している。

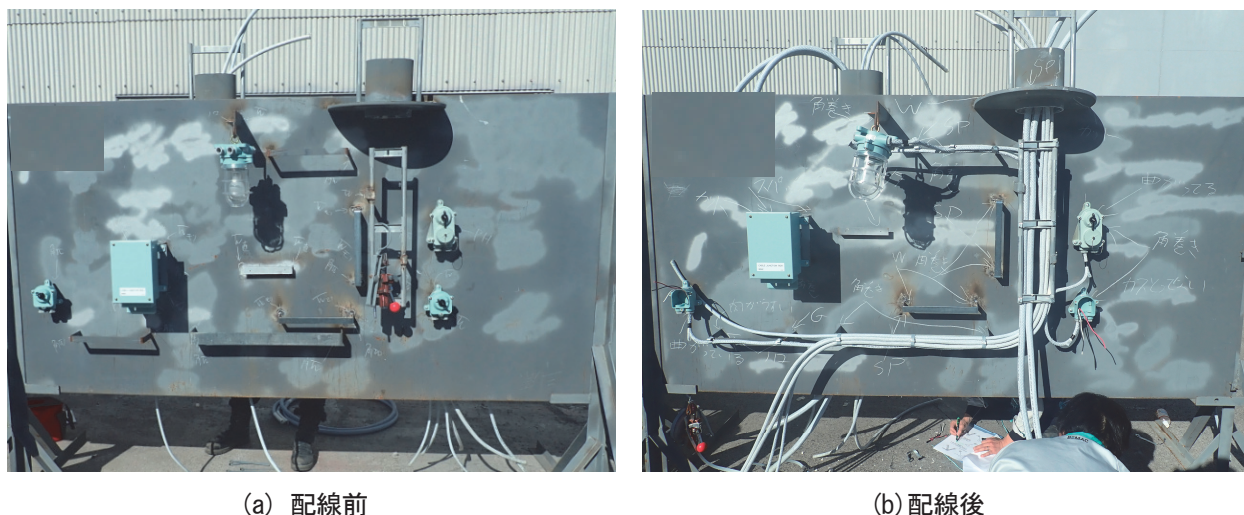


図 3-5 技能試験の様子

表 3-4 技能試験の評価項目

実技チェックリスト項目		
電装溶接	1	溶接の良否判定
配線	2	図面どおりの配線
	3	電線の導入、整列、並び（美観）
	4	電線のバンド掛けの固縛状態及び電線曲げ半径
	5	コーミング貫通部のパテ埋め
結線・チェック	6	端子の圧着及び結線（多芯接続箱、スイッチコンセント、作業灯）
	7	電線端末処理、結束、機器内での心線さばき（多芯接続箱、スイッチコンセント、作業灯）
	8	誤結線
一般	9	作業時間の遅れ
	10	作業の正確性
	11	工具の準備状況・作業時の整理・整頓、清掃状況
	12	その他（よかった点、最大1点）
参考時間	溶接良否判定までの時間(分)	
	モックアップ製作時間(分)	

3.3 電装研修の実施

3.2 節で開発した研修シラバス，カリキュラムおよび教材等を用いて電装研修を実施している．本研修の実施について報告する．

3.3.1 研修の実施

電装研修はこれまでに以下の日程で開催された．

- ・平成29年2月15日（木）～2月17日（土） 平成29年度第1回電気機装・専門技能研修中級コース
- ・平成29年2月22日（木）～2月24日（土） 平成29年度第2回電気機装・専門技能研修中級コース
- ・平成30年10月19日（金）～10月20日（土） 平成30年度第1回電気機装・専門技能研修中級コース

本研修の講師は、電装作業に熟練した今治地域の電装会社が担当した。受講生は、募集を通じて平成 29 年度は各開催に 10 名、平成 30 年度は 8 名にて実施された。場所は電装会社および今治市波止浜支所で実施しており、テキストに基づく学科講習をスライドに写しながら、説明し、講義が進行された。

3.3.2 研修の評価

本研修の効果を評価するため、学科試験と実技試験の結果および、受講生に対するアンケート結果について次の 1)～3)にて考察する。

1) 学科試験

3.2.2 学科講習で示す学科試験について、代表して平成 30 年度の試験結果を図 3-6 に示す。この結果から、7 割～9 割近い得点となっており、おおむね評価基準で定める知識の習得が達成できているといえる。個々人で見た場合も 7 割を大きく下回る結果ではなく、全受講生が知識の習得が達成できたといえる。また、経験年数によらず、得点できているため、早期の受講が効果的であると考ええる。

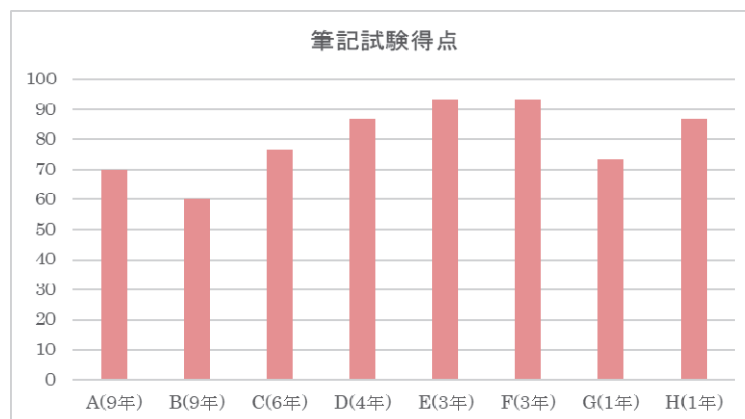
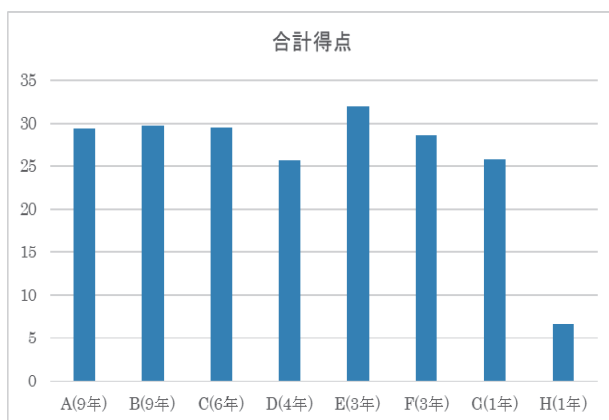


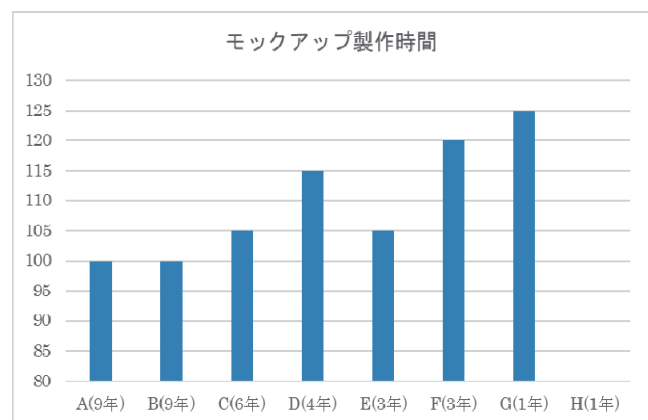
図 3-6 学科試験の結果（カッコ内は経験年数）

2) 実技試験

3.2.3 実技講習の技能試験用モックアップを用いた技能試験に対する表 3.4 の評価項目に基づく結果を図 3-7 に示す。受講生 H については、電装の実務作業経験がない者であったため、評価から除外して考えると、経験年数によらず 8 割～9 割近い得点となっており、評価基準で定める作業がおおむね達成できているといえる。また、得点と製作時間を比較すると、得点も高く作業時間も短い受講生（A, B, C, E など）がおり、経験年数が 3 年目の受講生も含まれるため、早期の受講が効果的であると言える。



(a) 評価項目の合計得点



(b) モックアップの製作時間（分）

図 3-7 技能試験の結果（カッコ内は経験年数）

3) アンケート結果

研修の最後に、受講生に向けたアンケートを実施している。アンケートの結果では、今回の研修に対する評価として8名中7名が非常に役に立った、1名が役に立ったと回答しており、役に立たなかったという回答はないことから、本研修が有意義であることを示している。研修時間（2日間）についても7名がちょうど良いと回答しており、おおむね適切であったと判断できる。一方で、実技と学科のバランスについては、5名がこのままでよいと回答していたため、おおむね問題はないが、研修内容に対する意見として、発電機試験の内容について実機に基づく説明があると良いとの回答が1件あった。

そこで、来年度については、図3-8のように、実機の配電盤と小型モータを用いた試験への改善を検討している。表3-2で示すカリキュラムの2日目1限目（学科5）結線/工程把握における座学を、配電盤を用いた講習に変更することを予定している。



(a) 実機の配電盤



(b) 小型モータ

図3-8 実機の配電盤を用いた講習準備

3.4 まとめ

今治地域造船技術センターにて開講された「電気機装・専門技能研修中級コース」の企画、研修シラバス、カリキュラム、教材の開発、研修の実施要領を作成した。研修は、平成29年度、平成30年度あわせて28名の受講生が研修を受講した。開発および実施された研修の概要は以下のとおりである。

- ・研修シラバスおよびカリキュラム： 造船技能評価基準・電気機装レベル2を基盤とし、1回の研修あたり、学科講習6.5時間、実技講習9.5時間の2日間にて8名の受講生で実施された。
- ・学科講習および学科試験： 造船技能評価基準・電気機装レベル2に必要な知識を含む全5回の学科講習を開発し、達成度の評価のための全30問の学科試験を作成した。
- ・実技講習および技能試験： 造船技能評価基準・電気機装レベル2の職務遂行に必要な能力に対応するように、全3回の実技講習を開発し、達成度の評価のため、モックアップを用いた技能試験を開発した。

また、来年度は、2日目1限目（学科5）結線/工程把握における座学を、配電盤を用いた講習に変更することを予定している。

引き続き、本研修を通じて今治地域の生産性の向上につながることを期待する。

4. 船舶塗装技能専門研修

4.1 はじめに

造船塗装は船舶の寿命を左右する極めて重要な作業工程である。しかし、その技能教育については、ほとんど現場での見よう見まねにより行われており、上達の度合や速度は作業者によってばらつきが大きい状態である。今治地域造船技術センターでは、地域の造船業のレベル向上や活性化等を目的とし、造船技能一般のより客観的、

具体的な評価体制の構築に取り組んでいる。その一環として、これまで体系立った研修制度がなかった造船塗装についても技能者向け研修を開発した。研修には 3D-VR 塗装シミュレータを用いた。シミュレータは作業訓練の際に実物の塗料を使用せず、また実際にスプレーガンから液体を噴霧させる必要もないため、安全に、何度も繰り返してトレーニングが行える等の利点がある。以下では開発した研修の内容およびその成果について述べる。

4.2 研修の開発

4.2.1 研修カリキュラム

「造船技能評価基準」の「造船塗装」に基づき、研修を構成した。今治地域造船技術センター所属の各企業の塗装担当技術者等を委員とした塗装業務研修検討部会を組織し、研修内容を定めた。平成 28 年度から平成 30 年度までの 3 年間で研修内容の策定、研修の実施および改良を実施した。

4.2.2 3D-VR 塗装シミュレータ

研修には旭エレクトロニクス社製の塗装シミュレータ SPT-3D を用いた。スクリーン上に投影した視差画像を、専用ゴーグルを通して見ることで塗装対象物等を 3 次的に表示する方式を採用した。もう一つの選択肢であるヘッドマウントディスプレイ方式との違いは、訓練実施中の受講生以外の講師やその他の受講生も専用ゴーグルの着用により VR 上での塗装作業を立体的に観察できる点にある。図 4-1 に塗装シミュレータを用いた研修時の様子を示す。



図 4-1 塗装シミュレータを用いた研修の様子

4.2.3 実技研修の内容

実技研修では熟練の塗装技能者 3 名を講師とし、受講生のトレーニングに対し適宜コメント・助言をする。また、以下に記す VR シミュレータの機能を活用し技能獲得の加速化を図った。

【スプレー塗装の定量評価】

スプレー塗装技能の基本として、スプレー対象物（被塗物）に対してスプレーガンとの適切な位置関係（被塗物との距離、角度）を保ちつつ適正な速度でガンを操作することが肝要となる。このスプレーガンの基本操作ができていないかを評価するため、図 4-2 に示す 6 項目の指標について定量的に評価する。

各項目の概要を以下に記す。

① スプレーガン距離

スプレーガンと被塗物との間の距離を計測し、トレーニング中のガン距離の平均値、標準偏差、最小値、最大値を算出する。これらの値が基準範囲内であれば A 評価とし、基準範囲からのずれに応じて評価値を下げる。

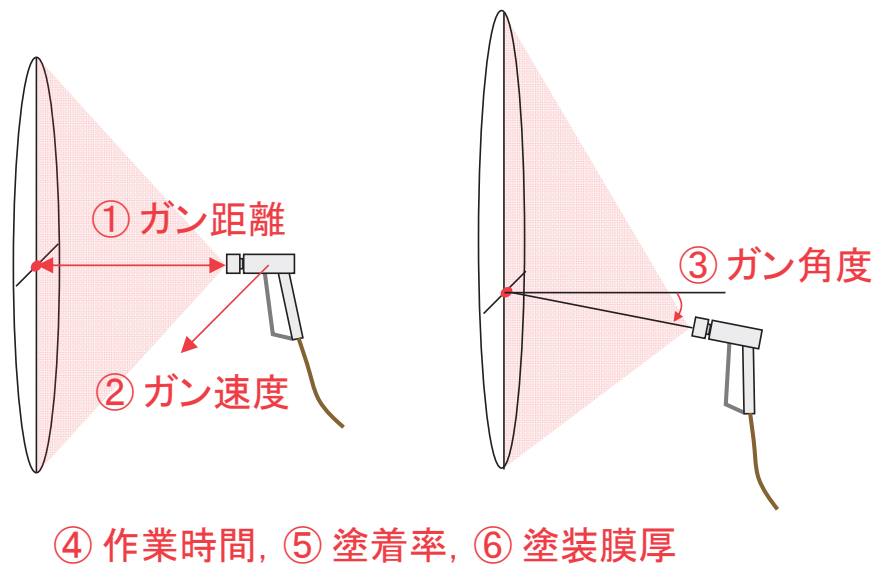


図 4-2 塗装作業の定量的評価項目（6項目）

② スプレーガン速度

スプレーガンのスプレーガン先端（ノズルチップの中心）の延長線と被塗物の交点の移動速度を計測し、トレーニング中のガン速度の平均値、標準偏差、最大値、最小値を算出する。これらの値が基準範囲内であればA評価とし、基準範囲からのずれに応じて評価値を下げる。

③ スプレーガン角度

スプレーガン先端（ノズルチップの中心）の延長線と被塗物のなす角度（水平方向角度、垂直方向角度の2種）を計測し、トレーニング中のガン角度の平均値、標準偏差、最大値を算出する。これらの値が基準範囲内であればA評価とし、基準範囲からのずれに応じて評価値を下げる。なお、スプレーガン角度はゼロ度（ガンと被塗物が直角に交わる）のとき最高評価となる。

④ 作業時間

トレーニングの開始から終了までの時間を計測し、基準の時間内であればA評価とする。基準時間からの超過に応じて評価値を下げる。

⑤ 塗着率

塗料の総吐出量（トレーニング時間中にスプレーから吐出した塗料の総量）と、塗着量（被塗物に付着した塗料の量）の比率として算出する。基準比率以上であればA評価とする。基準値を下回る場合は、その差に応じて評価値を下げる。

⑥ 塗装膜厚

トレーニング終了後に塗装面の膜厚の平均値と標準偏差を算出する。これらの値が基準範囲内であればA評価とする。基準範囲からのずれに応じて評価値を下げる。

以上の6項目により、スプレー塗装技能を定量的に評価する。平均値、標準偏差、最大・最小値など複数の評価値を有する項目については、所定の重みづけをして各評価値を足し合わせ、単一の評価値（点数）を算出する。

【トレーニング支援機能】

以下に記すトレーニング支援機能を活用し、研修のより一層の効果増大を図った。図4-3はガン距離の適正範囲を表示する機能である。スプレーガンの中心から被塗物に向かってレーザーポインタの様なポインタが出ており、ガン距離が適正な範囲にあるときにはポインタの色が緑、適正範囲を外れている（近すぎる、または遠すぎる）ときには色が赤となる。受講生がトレーニング中にガン距離不適正に気づきやすくなる機能である。

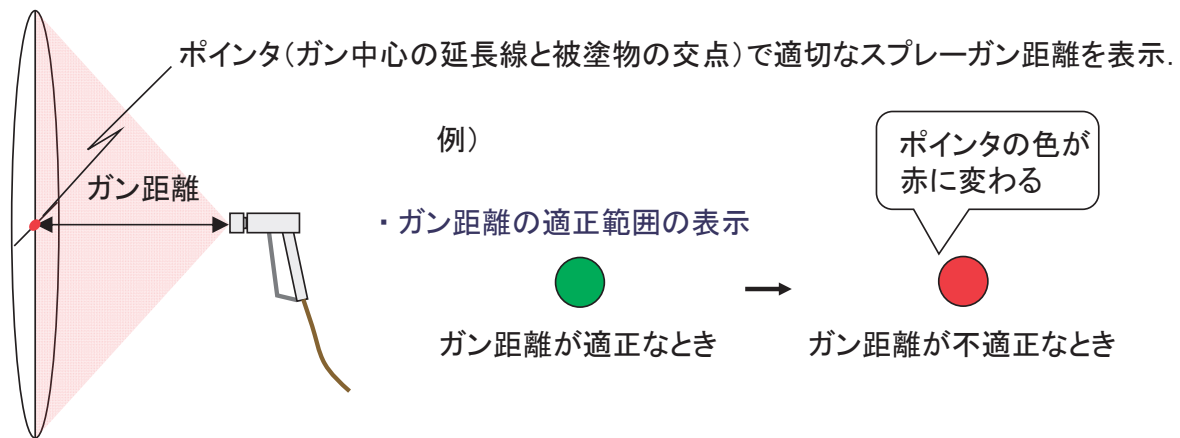


図 4-3 ガン距離の適正範囲表示機能

図 4-4 は塗装膜厚の表示機能である。塗装した箇所の膜厚分布を、膜厚に応じたカラーのグラデーションで表している。白色の部分は膜厚過剰部、黒色の部分は膜厚不足部を示す。塗装箇所の最大・最少膜厚の数値も表示される。トレーニング時は塗料色の表示で塗装作業を行い（塗装色の濃さ、スプレーパターン、ガン距離、ガン速度等の条件からおおよその塗装膜厚を把握しつつ塗装を行う）、トレーニング終了後にグラデーションを表示して塗装膜厚分布を評価する、といった使い方をする。また、トレーニング中にも随時塗料色 ⇄ グラデーションの表示切り替えができ、膜厚の過不足を視認しながらの訓練も可能である。自らの塗装作業の良否が瞬時に、かつ一目で判るため、作業の振り返りに大変有用な機能である。

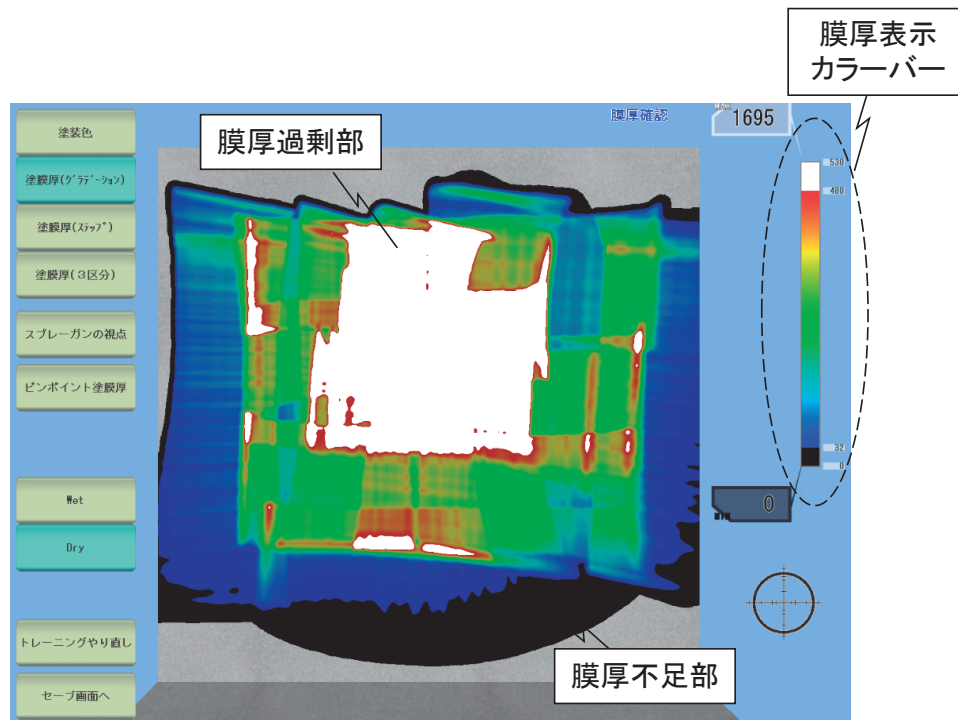


図 4-4 塗装膜厚の表示機能

図 4-5 はスプレーガン軌跡の表示機能である。軌跡は、ガンのトリガーが ON（塗料吐出）のときに赤色、OFF のときに青色と色を変えて表示でき、適切なタイミングでトリガー操作ができていないか等の検討に役立つ。造船塗装は一般に塗装対象面積が大きいので、効率的な作業のためには適正なガン軌跡で塗装を行うことが肝要である。図 4-5 では、（トリガー ON の）ガン軌跡が比較的整った基盤目状になっており、（平面壁を対象とした塗装作業の）理想的なガン運行がなされていたことが見て取れる。また、基盤目状にガンを動かす際には、切り返

し（ガンの動く方向を転換させる）時にトリガーを OFF にし、スプレーを停止させる必要がある（切り返しの際にスプレーを出したままだと被塗物に塗着せず，塗着効率が低下する等の問題が起こる）．ガン軌跡の色を確認することで，切り返し時に適切にトリガーを OFF にしているかが判る．

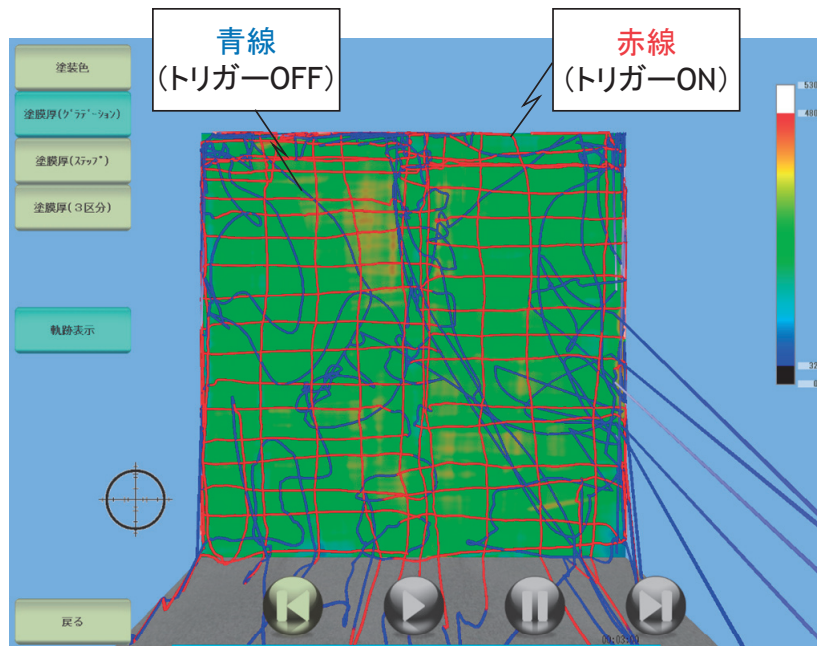


図 4-5 スプレーガン軌跡の表示機能

図 4-6 はトレーニングの再生機能である．実施したトレーニングの内容を，動画として再生できる．再生時にも前述の膜厚のグラデーション表示やガン軌跡の表示機能が使用できる．動画は再生，停止，早送り，早戻しができ，塗装作業のチェックに有用な機能である．

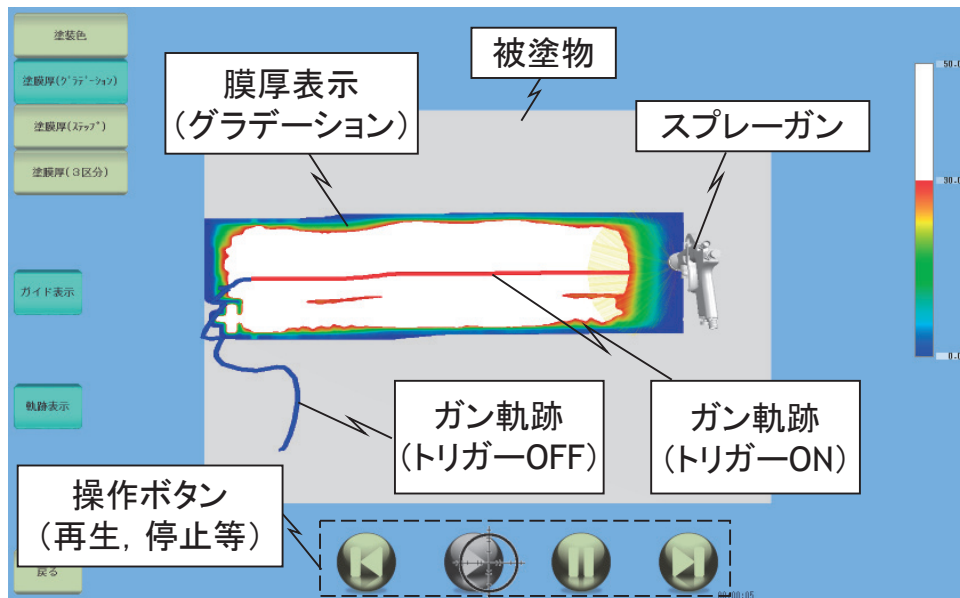


図 4-6 トレーニングの再生機能

【塗装対象物】

図 4-7 に研修で使用した塗装対象物（被塗物モデル）を示す．(a)平坦な壁面，(b)船舶のバラストタンク内を模擬した形状（天井面），(c)タンク内模擬形状（床面），(d) (a)に側壁を付加した形状，(e) (c)に側壁を付加した形状

の5種である。(b)、(c)、(e)は実際のタンク内形状を模擬し、構造部材（ロンジ）を配置している。ロンジの塗装は（天井面や床面によりスプレーガンの動きが制限されるため）比較的難度の高い作業となる。また、(d)や(e)の様に側壁があると（壁と壁の間の）隅の部分の塗膜が過剰になりやすいため、これらも比較的塗装が難しいモデルである。

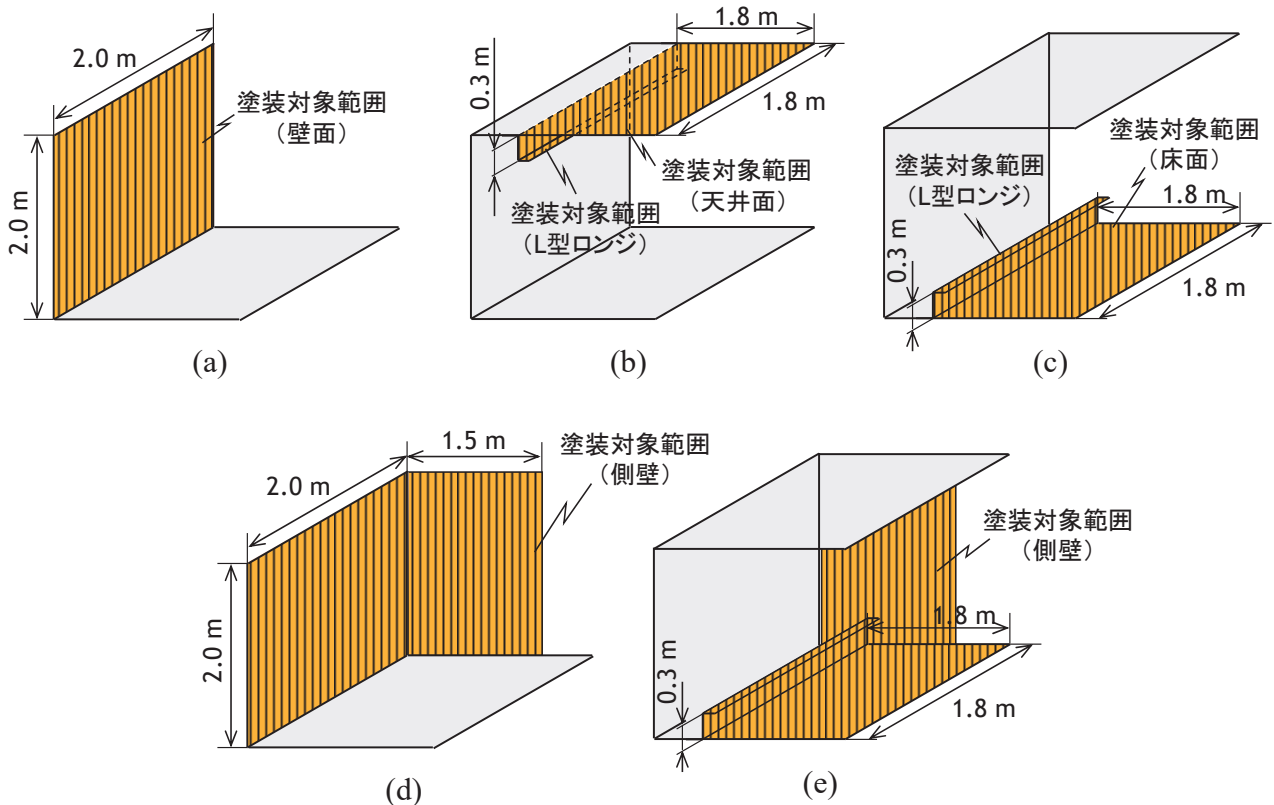


図 4-7 シミュレータの塗装対象物モデル

4.2.4 学科研修の内容

学科研修では造船塗装作業者が保有すべき基礎的知識について、テキストを用いた座学講義を受講する。テキストは研修専用に開発した。学習項目としては、塗料（塗料の組成、塗料各成分の機能等）、塗装施工（塗装の目的、使用する機器、適正な塗装方法等）、塗膜欠陥（塗膜欠陥の発生原因とその防止法、修正法）、有機溶剤の取扱い（有機溶剤の取扱い上の諸注意、保護具等）、PSPC（Performance Standard for Protective Coatings）の基礎である。PSPCはIMO（International Maritime Organization：国際海事機関）で採択された塗装性能基準（塗料や塗装方法の要件等が規定されている基準）であり、その内容は一定以上の大きさの船舶の建造に関わる塗装技能者にとって必須の知識となっている。

4.3 研修の成果

4.3.1 研修実施の概要

平成29年度、30年年度において研修を各2回実施した。平成29年度研修では、造船所の推薦を受けた熟練塗装技能者3名を講師とした。受講者の経験（技能レベル）に合わせて実技講習の内容を適宜変更した。シミュレータの技能評価機能による実技の点数評価やチェックリストを用いた評価等から、実技に関する到達目標について研修を通して改善が見られ、研修の効果が確認できた。一方で、シミュレータが1台のみのため、トレーニングを受けている者以外の受講生の待ち時間が多いとの課題が明らかとなった。

平成30年度は前年度と同様に、3D-VR塗装シミュレータを活用した実技研修内容とした。実技講師は平成29年度と同じ人員であり、研修も円滑に実施できた。前年度からの課題であった「受講生一人あたりのシミュレータ利用時間の増大」を図るため研修時間割を見直し、受講生を2班に分け、実技と学科を交互に受講する方式を

採用した。少人数で実技を実施することで受講生の手待ち時間（他の受講生が実技研修を行っている時間）が減り、集中した研修ができた。加えて、より一層充実した研修内容とするため、シミュレータに「2度塗り」等の新規機能を追加した。2度塗りは、塗料を2回に分けて重ね塗りする塗装法で、バラスタタンク内等の厚塗り塗装で一般的に行われている方法である。シミュレータに2度塗り機能を追加することで、より現場に即した塗装訓練が実施できるようになった。

4.3.2 シミュレータによる技能の定量評価

研修効果の確認方法として、前記の評価項目6項目の点数化を行った。各項目を100点満点で採点し、合計600点満点で評価した。図4-8は平成30年度の各受講生計8名の研修前後での点数の比較である。図4-8(a)、(b)はそれぞれ1回目、2回目の研修の結果である。各受講生の点数を棒グラフで示したものであり、水色が研修初日終了時点、橙色が研修終了時点での成績である。すべての受講生について、研修の受講により点数が向上している。3日間の研修により、スプレーガン操作等について技能向上が確認できた。

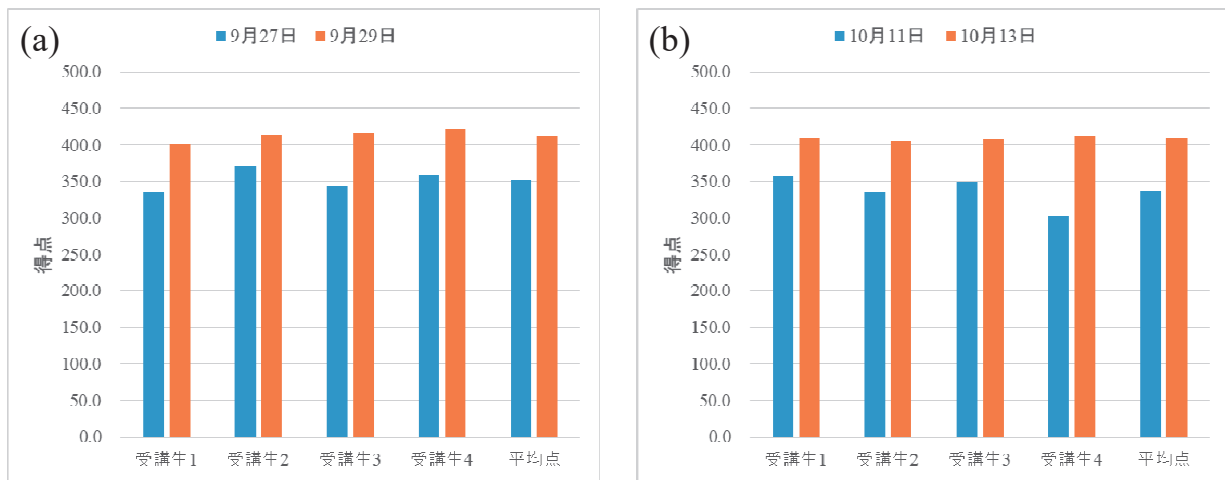


図4-8 実技研修の効果（スプレー塗装技能の定量評価結果）

4.3.3 チェックリストによる技能評価

前述の定量評価だけでは評価しきれない実技の項目をチェックリストにまとめ、実技講師による○×評価を行った。チェックリストの内容は、作業中の姿勢や体の動かし方は適正か、自分に合った塗装条件（塗装機圧力、スプレーガンのノズルチップ）が選択できているか、バラスタタンク内模擬形状の塗装手順は妥当か等である。平成30年度の研修各回について、各受講生のチェックリスト達成項目数（項目の総数は14である）の変化を図4-9に示す。青色は研修初日の、赤色は研修終了時点での達成項目数である。研修が進むにつれて達成項目数が増加していることが判る。チェックリストによる評価からも、スプレーガン操作等について技能の向上が確認できた。

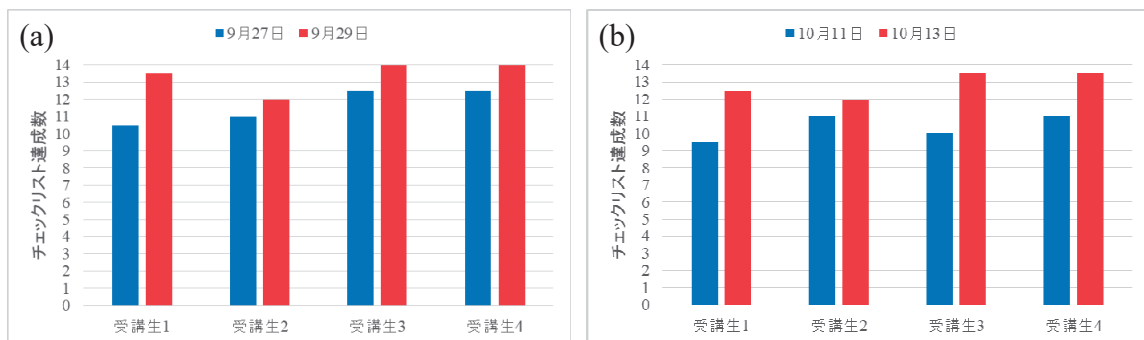


図4-9 実技研修の効果（チェックリストによる評価結果）

4.3.4 理解度確認テストによる知識の評価

学科研修の到達度を評価するため、理解度確認テストを実施した。テストは「塗料・塗装施工・PSCP」,「塗膜欠陥・有機溶剤」の2種について、それぞれ真偽判定問題（○×テスト）15問および多肢択一問題15問の計30問で構成した。図4-10に平成30年度の理解度確認テストの採点結果を示す。図中の点が受講生各人（8人分）の採点結果である。7～8割程度の得点（受講生の平均値）が得られており、学科研修に対する理解度もおおむね高かった。

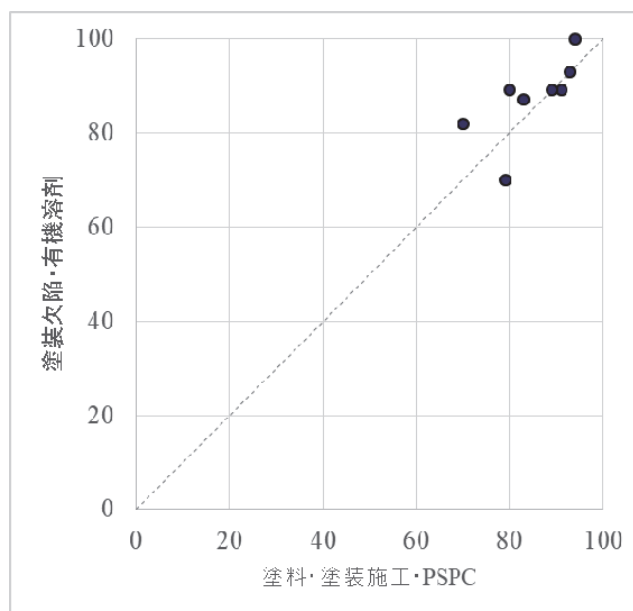


図4-10 理解度確認テストの結果

4.3.5 研修の効果

実際に研修を実施した上での、3D-VR シミュレータ使用の特筆すべき効果としては、前記の各種支援機能に加えて、塗装結果の良否が即時的に判断でき、的確な講師コメントを受けることで受講生が直ちに自分の作業内容の不足点を認識し修正できる点が挙げられる。実際の塗装作業では塗膜乾燥後の評価となり時間間隔が開いてしまう、また、実際に塗膜乾燥後に作業者自身が塗膜の状態を確認しに行くこともほとんどない等、自らの塗装作業の結果を振り返る機会があまりない。今回の研修の様にシミュレータを活用することで実際の塗装作業での訓練に比べて技能向上の加速化が期待できる。実際に、研修終了後の受講生アンケートでも「自分の弱点やクセが判りやすかった」、「講師の指摘により自分の弱点を発見できた」等の回答が複数あった。シミュレータの特長を活かした研修内容とすることで、従来の訓練法に比べて技能向上の加速化が期待できる。

4.4 まとめ

今治地域造船技術センターで開催された「造船塗装専門技能研修」の研修カリキュラム、教材等を開発した。研修は平成29年度、30年度の各年に2回ずつ、合計4回実施され、あわせて14名が受講した。3D-VR 塗装シミュレータを活用した実技講習ならびに専用テキストを用いた学科講習から構成され、いずれの講習も有意義であった旨の評価を得た。本研修を継続して実施していくことにより、今治地域での造船塗装施工の生産性向上につながっていくと期待できる。

5 造船溶接専門技能研修

本章では、造船溶接専門技能研修中級コース教材開発、企画、実施について報告を行う。本研修は3章の電気機械研修、4章の造船塗装研修ならびに8章の生産設計研修のように新規開発ではなく、今治地域造船技術センターにおいて平成19年度から既に実施されているものを対象に、造船技能評価基準の作成に伴い既存研修の大幅

な見直しを図ったものである。本科目では既存研修の良い点を残しつつ、造船技能評価基準を基盤とする形に研修内容の整理を行った。また研修実施後に受講者、及び受講者所属会社の上司に対するアンケート調査を行った。

5.1 はじめに

本研修は、造船技能評価基準における「造船溶接」の職種、「炭酸ガスアーク溶接」の能力ユニットを対象として、レベル1の水準を達成しレベル2へのステップアップを目指す技能者を受講対象者としている（入社後およそ3年から5年程度経過した技能者を目安としている）。図5-1に当該部分の造船技能評価基準を抜粋して示す。

なお、6章において同職種・能力ユニットに対する造船技能検定を実施しているが、技能検定は技能者が自身の技能レベルが所定の水準に達しているかどうかを客観的に測るための検定試験である。一方、研修はレベル2に到達していない技能者を対象として、レベル2へのステップアップを後押しすること、及びレベル2へのステップアップを果たした後に中堅技能者として後輩を指導するための素養を身に付けてもらうことを目的としている。

選択 能力ユニット	能力ユニット名	炭酸ガスアーク溶接
	概 要	小組立、中組立、大組立ステージにおいて、炭酸ガスアーク溶接(CO2溶接)を行う能力。

能力細目	職務遂行のための基準
①炭酸ガスアーク溶接の段取り	- 船殻工作図を基に、鋼種、脚長寸法や溶接方法(連続/タック(千鳥))の指示を受け、段取りしている - 溶接対象を確認し、形状、板厚、開先形状、区画(タイト面等)から、図面指示・社内基準を基に溶接順番、溶接条件(脚長、パス数)を判断している - 溶接する部位に、油分・ゴミが無く適切な状態であることを確認し、必要に応じて清掃を実施・指示している - 自分の作業場所の安全が確保されていることを確認している - 設備・工具の準備・点検：溶接機と送給機の接続ケーブル状態チェック・動作点検、ガスホースのチェック・接続、ワイヤのセット、エアツールの準備と、個人で携行する道具(ペンチ、ハンマー、予備品)の準備を指導している - 効率的な作業となる様に簡易自動台車の段取りをする様、指示をしている - 適切な保護具を準備し、装着している - 上司の指示又は社内基準を基に、溶接対象に適合したワイヤを判別し、準備している
②炭酸ガスアーク溶接の実施	- 下向・横向・立向突合わせ溶接について、必要に応じてエンドタブの取付、確認を適切に行い、板厚・開先形状と溶接姿勢に適した、電流、電圧、運棒法で、効率よく、かつ検査等を踏まえて最低限要求される美観かつ品質が良いビードとなる様に行っている - 突合せ継手の裏波出しを行っている - 全姿勢の隅内溶接について、脚長と溶接姿勢に応じた適切な電流、電圧、運棒法で、効率よく、かつ検査等を踏まえて最低限要求される美観かつ品質が良いビードとなる様に行っている - 作業の手直し・手戻り(治具の外れ、追加の清掃作業等)がないように、かつ溶接の変形(残留応力)を考慮して、溶接の取りかかり順番を決定している - 簡易自動台車の溶接条件設定及びレール等設置を適切に行い、作業効率をよくするため可能な限り台車の走行範囲を広く配置し、必要に応じて多台を管理して溶接を行っている - 簡易自動台車の使用方法を指導している - アークエアガウジング作業を、後の溶接しやすさを考えた適切なトーチ角度、電流、溝掘の深さで行い、グライディングによってハツリ部の処理を行っている - 修正の必要な部位に対して、適切にビードを除去し、手直しや傷埋めの溶接を行っている
③炭酸ガスアーク溶接の終了と評価	- 溶接後のビードのスラグ除去・清掃を行い、ビードを目視観察して、手直しすべき寸法・形状の溶接欠陥は無いが、余盛・脚長の寸法は適切かを判定している - 溶接欠陥を目視確認して原因を推定し、溶接条件及び運棒法を修正している - 送給機や個人携行の道具に傷や動作不良が無いかを点検し、必要に応じて簡単な部品交換を行うと共に、修理の要否を上司に報告している

●必要な知識	
1. 図面 ・船殻工作図 ・溶接記号 2. 溶接作業法 ・電気的基础知識 ・溶接の一般知識 ・溶接機と治工具 ・CO2溶接 ・溶接欠陥 ・溶接部の補修法 ・溶接変形・残留応力 3. 材料 ・鋼材の種類、規格、用途 ・溶接材料の種類および用途	4. 関連規則 ・自社の施工標準書 ・日本鋼船工作法精度標準(JSQS) 5. 関連資格 ・アーク溶接特別教育 ・研削といし取替等業務特別教育 ・船級協会の技量資格 6. 安全衛生 ・感電災害 ・眼の障害 ・火傷および皮膚障害 ・火災および爆発 ・粉じん障害および中毒・酸素欠乏等 ・高所作業

図 5-1 造船技能評価基準の抜粋

5.2 研修の全体構成

研修内容の概要を表5-1に示す。既存の研修では総研修時間が16時間（2日間）となっており、研修受講者、及び研修受講者を派遣する職場の負担などを考慮して、研修時間が大幅に増加することがないように研修内容の見直しを行った。その結果、見直し後の研修においても研修の総時間は16時間（2日間）とした。

また、既存の研修では実技講習の理解度を図る確認テスト（以降では実技試験と呼ぶ）が実施されておらず、研修内容の見直しを図るとともに、受講者の技能の到達度を測る実技試験を採り入れることとした。なお、学科講習の理解度を測る確認テスト（以降では学科試験と呼ぶ）については既存研修でも実施されており、講習内容の見直しとともに学科試験の内容についても見直しを行った。

表 5-1 研修内容

履修項目（時間）	主な内容
学科 1（1.0）	安全と溶接の一般知識に関する学科講習を行う。
学科 2（1.0）	溶接施工に関する学科講習を行う。
学科 3（1.0）	溶接欠陥とその防止策に関する学科講習を行う。
学科 4（1.0）	JSQS と溶接変形に関する学科講習を行う。
実技講習（8.0）	立向き上進突合せ溶接を対象として、2 層仕上げにより継手の製作を行う。
学科試験（0.5）	学科 1～学科 4 の理解度を測る確認テストを行う。
実技試験（2.0）	実技の到達度を測る確認テストを行う。
研修全体の振り返り（1.5）	研修で得られた技能・知識を模造紙にまとめ、研修受講者、講師の前で発表を行う。

5.3 学科講習の開発

学科講習の作成に当たっては、図 5-1 中の下段の表に示される「必要な知識」について、項目の細分化を行った。更に、この細分化した知識の理解度を 5 段階設定し本研修で対象としている能力ユニットのレベル 2 相当の技能者に求められる知識の理解度を決定した。知識の理解度を示す表現、及びその尺度を表 5-2 に示す。なお、レベル 2 の技能者には、後輩への指示・指導を行うことも求められるため、技能者自身の理解度の尺度とともに、後輩への指示・指導の尺度も設定した。

表 5-2 知識レベルの表現とその尺度

知識レベルの表現	技能者自身の理解度の尺度	後輩への指示・指導の尺度
基礎的	キーワードを知っている。	-
基本的	専門用語を使った会話ができる。	-
標準的	定性的検討ができる。	キーワードの意味を解説できる。
詳細な	定量的検討ができる	テキストを見ながら解説できる。
高度な	その他の分野との相関を考慮して複合的に判断できる。	テキストを自ら作ることができ、研修講師を務めることができる。

その後、図 5-1 中の中段の表に示される「職務遂行のための基準」のうち、より重要と考えられるものを実行するために必要となる知識を中心に学科講習の開発を行った。またレベル 1 からレベル 2 にステップアップする際に「必要な知識」に追加される項目（例えば溶接変形・残留応力）については、学科講習を開発する上で必須の項目とした。その結果、学科講習は 4 つの学科で構成されることとなり、それぞれの学科の主な内容は (1) 安全と溶接の一般知識、(2) アーク現象と溶接ビード、(3) 溶接欠陥、(4) JSQS である。（なお、船体区画の名称等の一部の「必要な知識」については技能者が従事する作業エリア毎に必要な知識が異なるため、本講習の学科では取り扱わないこととした。）

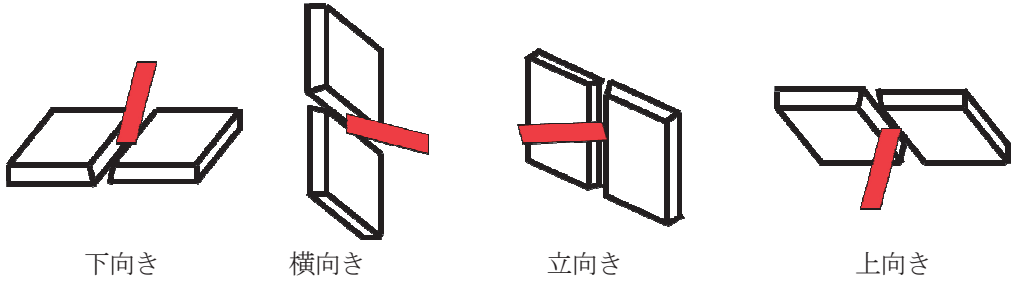
学科試験の作成にあたっては、造船技能検定の学科試験（6 章参照）の形式を参考に、正誤問題と多肢択一問題として出題することとした。知識の定着を促す目的で 4 つの学科講習のそれぞれの終盤にミニテストを実施するとともに、4 つの学科講習が終わった後に改めて学科試験として 4 つの学科講習の内容を網羅する試験を実施した。

5.4 実技講習の開発

表 5-3 に造船技能評価基準に規定されるレベルに応じた継手形式と溶接姿勢の組合せ及び溶接姿勢の模式図を示す。表 5-3 に示すように、レベル1 からレベル2 にステップアップする際に追加される溶接姿勢は、(1) 上向きすみ肉溶接、(2) 立向き下進突合せ溶接、(3) 横向き突合せ溶接、(4) 立向き上進突合せ溶接の4つである。

本研修の受講対象者は、いわゆる内業工程で溶接を行う技能者であるため、実技講習の内容として(4) 立向き上進突合せ溶接を採用した。(4) 立向き上進突合せ溶接は(1)～(3)と比べて施工頻度が高く、船体強度上重要な個所に適用される場合が多い継手形式と溶接姿勢の組み合わせである。

表 5-3 造船技能評価基準のレベルに対応した溶接姿勢及び溶接姿勢の模式図

	レベル1	レベル2	レベル3
すみ肉溶接の姿勢	水平、下向き、立向き	下向き、立向き下進、横向き、立向き上進、上向き	下向き、立向き下進、横向き、立向き上進、上向き
突合せ溶接の姿勢	下向き	下向き、立向き下進、横向き、立向き上進	下向き、立向き下進、横向き、立向き上進、上向き
溶接姿勢の模式図	 下向き 横向き 立向き 上向き		

実技の指導に際しては、欠陥が発生しやすい条件（電流、電圧、運棒等）について注意点を教えることは可能である。一方、ビード形状が滑らかで美しいビードとなる条件は1つに定めることができず、技能者の指導方法を一概に定めることができないのが現状である。既存の研修では「技能の捉えなおしと再認識」を目的に、各種溶接条件の変化がビード形状にどのような変化を与えるかを体験させる内容となっており、その時々に応じて講師が助言を行う方式で技能講習を実施していた。見直し後の実技講習においても既存の指導方法を踏襲することとした。

実技講習で用いるピースは、講習時間の制約もあり2層で溶接が完了できることを想定した板厚と開先形状となっている。1層目は溶接線全長を溶接し、2層目は溶接線の半分のみの溶接を行う。2層目の溶接を完了した後、ビード形状をスキャンする装置を用いビード形状の計測を行い自身が理想とするビード形状との相違を確認し、条件を変えて次のピースの製作を行う。また内在欠陥の評価については超音波探傷試験により評価することとしており、研修開始時に製作したピース、及び技能者自身が最も良いビード形状のピースと判断した2つのピースについて評価を行っている。

実技の到達度を測る実技試験に用いるピースは、実技講習で用いたピースよりもサイズ（板厚、長さ、幅）を大きくし、狭開先とすることで実技講習に用いるピースよりも難易度が高くなるよう設定した。なお、実技試験の結果は、6章の造船技能検定の採点基準を参考にビード外観と時間の評価のみ行っている（内部欠陥の評価は行わない）。

5.5 平成30年度造船溶接専門技能研修中級コースの実施とアンケート結果

5.5.1 平成30年度造船溶接専門技能研修中級コースの概要

平成30年度研修の概要を以下に、その様子を図5-2に示す。なお、研修の効果については6.4.2節、及び6.4.3節において記述する。

- 日程 : 10月26日（金）、10月27日（土）

- 実施場所 : 株式会社新来島どっく（トレーニングセンター、会議室）
- 受講者数 : 7名



(a) 学科講習の様子



(b) 実技講習の様子

図 5-2 平成 30 年度造船溶接専門技能研修中級コースの概要

5.5.2 アンケート結果

本研修の終了直後に受講者本人に対するアンケート，及び本研修からおおよそ 1 ヶ月経過した後に受講者所属会社の上司に対するアンケート調査を実施した。

受講者本人に対するアンケート結果を一部抜粋して表 5.4 に示す。表 5.4 に示す通り，過半数(4/7)の受講者が本研修は「非常に役に立った」と評価しており，本研修は受講者の技能向上に有効であると考察できる。また，大半の受講者(6/7)が「座学と実技のバランスはこのままで良い」と評価している。

表 5.4 受講者アンケートの結果抜粋

設問	回答		
研修の評価について	非常に役にたった 4 名	役に立った 1 名	どちらかという役に立った 2 名
上記の理由	● 溶接知識・技術の向上ができた。 ● トーチの振り方や電気の合わせ方が再認識できた。 ● 分からないことを色々と教えてもらえた。 ● 知らなかった知識を見て、聞いて、習得できた。	● UT・RT にあったやり方。	● 色々なやり方が見れたから ● (無回答)
実技と座学のバランスについて	このままで良い 6 名	実技を長くしてほしい 1 名	

受講者所属会社の上司に対するアンケート結果を一部抜粋して表 5.5 に示す。表 5.5 に示す通り，おおよそ半数(2/5)の受講者所属会社の上司が本研修は「役に立った」と評価している。また，大半の受講者所属会社の上司(4/5)が「研修時間はちょうど良い」と評価している。

あるアンケート回答者からは，「従業員に溶接などの知識，技術を教えてもらえるので他の従業員も順に受けさせたいと思います。」という高評価が得られている。一方で，「学んで資格などを取ることにより待遇面で評価，

差が出れば尚良いと思う。」という意見もあった。研修の評価について「取得メリットがない」として「不明」の回答についても、同様の意見と考えられる。

表 5-5 受講者所属会社の上司へのアンケートの結果抜粋

設問	回答		
研修の評価について	役にたった 2名	不明 2名	無回答 1名
上記の理由	● 現場で2~3年がたつと、「教えてもらう」、「人に訊く」ということがなくなり、技術の向上が難しいので。 ● 座学などの基礎知識が身についていると思う。	● 取得してもメリットがない。 ● （無回答）	● （無回答）
研修時間について	ちょうど良い 4名	長い 1名 (1日程度が良い)	

5.6 まとめ

本章では、造船技能評価基準の作成に伴い既存研修の見直しを行った結果について概説を行うとともに、平成30年度造船溶接専門技能研修中級コースの概要について報告を行った。また、本研修実施後に行った、受講者本人に対するアンケート、及び受講者所属会社の上司に対するアンケート結果について、一部抜粋して紹介した。

受講者本人に対するアンケート調査の結果、本研修は受講者の技能向上に有効であると考察できる。また、受講者所属企業の上司に対するアンケート調査の結果、本研修は有用であると期待される。

6. 造船技能検定（造船溶接2級）

技能検定は、技能者が自身の技能レベルが所定の水準に達しているかどうかを客観的に測るための検定試験である。平成26年度から平成27年度にかけて、造船業における主要な技能・職種として（1）造船溶接、（2）船殻組立、（3）配管艤装、（4）ぎょう鉄、（5）電気艤装、（6）造船塗装の6職種について造船技能検定素案の作成を行った。その後平成28年度から平成30年度にかけて、造船溶接の職種を対象にレベル2の水準に達しているかどうかを測る検定試験を実施した。本節では造船技能検定（造船溶接2級）の企画、実施について報告を行う。

6.1 はじめに

図6-1に本検定で対象とする職種、能力ユニットの造船技能評価基準を示す。技能検定試験の内容や範囲は造船技能評価基準と整合するとともに、「造船溶接技能検定試験の試験科目及びその範囲並びにその細目」という資料を作成し明文化して規定した。技能検定は、「学科試験」と「実技試験」で構成されており、「学科試験」は真偽法による出題25問、多肢択一法による出題25問の計50問で構成されている。一方、「実技試験」は当該レベルで規定する代表的な技能要素を織り込んだ課題製作（製作等作業試験）としている。実技試験、学科試験の両試験において60点以上を得点すると合格となる。

なお、造船技能評価基準では技能をレベル1, 2, 3, と「レベル」を用いているが、技能検定では技能を3, 2, 1級と「級」を用いている。

選択 能力ユニット	能力ユニット名	炭酸ガスアーク溶接
	概 要	小組立、中組立、大組立ステージにおいて、炭酸ガスアーク溶接(CO2溶接)を行う能力。

能力細目	職務遂行のための基準
①炭酸ガスアーク溶接の段取り	○ ■船殻工作図を基に、鋼種、脚長寸法や溶接方法(連続/タック(千鳥))の指示を受け、段取りしている ○ ■溶接対象を確認し、形状、板厚、開先形状、区画(タイト面等)から、図面指示・社内基準を基に溶接順番、溶接条件(脚長、パス数)を判断している ○ ■溶接する部位に、油分・ゴミが無く適切な状態であることを確認し、必要に応じて清掃を実施・指示している ○ ■自分の作業場所の安全が確保されていることを確認している ○ ■設備・工具の準備・点検：溶接機と送給機の接続ケーブル状態チェック・動作点検、ガスホースのチェック・接続、ワイヤのセット、エアツールの準備と、個人で携行する道具(ペンチ、ハンマー、予備品)の準備を指導している ○ ■効率的な作業となる様に簡易自動台車の段取りをする様、指示をしている ○ ■適切な保護具を準備し、装着している ○ ■上司の指示又は社内基準を基に、溶接対象に適合したワイヤを判別し、準備している
②炭酸ガスアーク溶接の実施	○ ■下向・横向・立向突合わせ溶接について、必要に応じてエンドタブの取付、確認を適切に行い、板厚・開先形状と溶接姿勢に適した、電流、電圧、運棒法で、効率よく、かつ検査等を踏まえて最低限要求される美観かつ品質が良いビードとなる様に行っている ○ ■突合せ継手の裏波出しを行っている ○ ■全姿勢の隅内溶接について、脚長と溶接姿勢に応じた適切な電流、電圧、運棒法で、効率よく、かつ検査等を踏まえて最低限要求される美観かつ品質が良いビードとなる様に行っている ○ ■作業の手直し・手戻り(治具の外れ、追加の清掃作業等)がないように、かつ溶接の変形(残留応力)を考慮して、溶接の取りかかり順番を決定している ○ ■簡易自動台車の溶接条件設定及びレール等設置を適切に行い、作業効率をよくするため可能な限り台車の走行範囲を広く配置し、必要に応じて多台を管理して溶接を行っている ○ ■簡易自動台車の使用方法を指導している ○ ■アークエアガウジング作業を、後の溶接しやすさを考えた適切なトーチ角度、電流、溝掘の深さで行い、グラインダによってハツリ部の処理を行っている ○ ■修正の必要な部位に対して、適切にビードを除去し、手直しや傷埋めの溶接を行っている
③炭酸ガスアーク溶接の終了と評価	○ ■溶接後のビードのスラグ除去・清掃を行い、ビードを目視観察して、手直しすべき寸法・形状の溶接欠陥は無い、余盛・脚長の寸法は適切かを判定している ○ ■溶接欠陥を目視確認して原因を推定し、溶接条件及び運棒法を修正している ○ ■送給機や個人携行の道具に傷や動作不良が無いかを点検し、必要に応じて簡単な部品交換を行うと共に、修理の要否を上司に報告している

●必要な知識 1. 図面 ・船殻工作図 ・溶接記号 2. 溶接作業法 ・電気の基本知識 ・溶接の一般知識 ・溶接機と治工具 ・CO2溶接 ・溶接欠陥 ・溶接部の補修法 ・溶接変形・残留応力 3. 材料 ・鋼材の種類、規格、用途 ・溶接材料の種類および用途	4. 関連規則 ・自社の施工標準書 ・日本鋼船工作法精度標準(JSQS) 5. 関連資格 ・アーク溶接特別教育 ・研削といし取替等業務特別教育 ・船級協会の技量資格 6. 安全衛生 ・感電災害 ・眼の障害 ・火傷および皮膚障害 ・火災および爆発 ・粉じん障害および中毒・酸素欠乏等 ・高所作業
--	---

図 6-1 造船技能評価基準の抜粋

6.2 造船技能検定（造船溶接 2 級）の開発

6.2.1 学科試験の開発

図 6-2 の「試験科目及びその範囲」(左列) に示すように、学科試験の範囲は図 6-1 中の下段の表に示された必要な知識と対応している。学科試験の開発に際しては、図 6-2 の「試験科目及びその範囲の細目」(右列) に示すように、造船技能評価基準に示された必要な知識について細分化を行った。さらに知識の理解度を 5 段階設定し、造船溶接の職種に求められる知識の理解度を決定した。(理解度の表現と尺度については 5 章を参照)

図 6-1 に示す「溶接機と治工具」を例にとると、(1) 溶接機の構成、(2) 溶接機の電源特性、(3) 治工具の用途の 3 つへ細分化を行った。(1) 溶接機の構成、並びに (2) 溶接機の電源特性については、標準的知識を有する事と規定している。一方、造船溶接の職種の技能者は (3) 治工具の用途に関する知識はさほど必要とされないため、基本的知識を有する事と規定している。

必要な知識の細分化、細分化された知識毎の理解度を設定し、これに応じた学科試験問題の作成を行った。また、より実務的な内容となるよう、実務で必要とされる知識を多く出題するよう工夫を行っている。

試験科目及びその範囲	試験科目及びその範囲の細目
1 図面 溶接記号	溶接記号に関し、次に掲げる事項について基本的知識を有すること。 (1) 溶接継手の種類 (2) 開先の種類 (3) 基本記号 (4) 突合せ溶接 (5) 隅肉溶接
2 溶接作業法 電気の基礎知識	電気に関し、次に掲げる事項について基本的知識を有すること。 (1) 電流・電圧・抵抗・オームの法則 (2) 抵抗の接続 (3) 直流・交流
溶接の一般知識	溶接に関し、次に掲げる事項について基本的知識を有すること。 (1) 溶接法の分類 (2) 造船に使用される溶接
溶接機と治工具	溶接機に関し、次に掲げる事項について標準的知識を有すること。 (1) 溶接機の構成 (2) 溶接機の電源特性 治工具に関し、次に掲げる事項について基本的知識を有すること。 (1) 治工具の用途
CO2 溶接	CO2 溶接に関し、次に掲げる事項について標準的知識を有すること。 (1) 溶接前の準備作業 (2) 溶接条件（電流・電圧等）と溶融現象の関係 (3) パス間温度
溶接欠陥	溶接欠陥の種類および防止方法に関し、次に掲げる事項について標準的知識を有すること。 (1) 溶接欠陥の種類 (2) 溶接欠陥の防止策
溶接部の補修法	溶接部の補修法に関し、次に掲げる事項について基本的知識を有すること。 (1) ガウジング作業
溶接変形・残留応力	溶接によって生じる変形に関し、次に掲げる事項について基礎的知識を有すること。 (1) 溶接変形の発生機構 (2) 溶接変形の種類 (3) 溶接変形の低減方法

図 6-2 造船溶接技能検定試験の試験科目及びその範囲並びにその細目の抜粋

6.2.2 実技試験の開発

実技試験は突合せ溶接継手の製作とし、溶接姿勢は立向き上進溶接とした。これは、造船溶接の職種においてレベル1からレベル2にステップアップする際に追加される溶接姿勢のうち特に重要な溶接姿勢である(5.4節参照)。参考として、造船技能評価基準においてレベル1～レベル3の技能者に求められる溶接姿勢を表6-1に示す。

表 6-1 造船技能評価基準のレベルに対応した溶接姿勢

	レベル1	レベル2	レベル3
すみ肉溶接の姿勢	水平、下向き、立向き	全姿勢	全姿勢
突合せ溶接の姿勢	下向き	下向き、立向き下進、 横向き、立向き上進	全姿勢

実技試験の作成にあたっては、すでに実施されている溶接に関する技能検定試験（JIS、WESの溶接技能者評価試験、船級協会の技量試験等）との差別化、並びに本事業全体の目標である今治地域造船業の生産向上を見据え、作業時間の配点に重きを置いている。また実技試験の評価を簡素化することを目的に、曲げ試験等の破壊試験は行わず、放射線透過試験による非破壊検査によって内在欠陥の評価を行っている。表6-2に実技試験の採点項目及び配点を示す。なお採点項目の詳細については「検定秘」として別途定めている。

表 6-2 実技試験の実施形式、採点項目と配点

実施形式	採点項目	配点
製作等作業試験	ビード外観	100
	内部欠陥	
	作業態度	
	作業時間	

6.3 造船技能検定（造船溶接 2 級）の実施概要

これまでに実施した造船技能検定（造船溶接 2 級）の実施概要を表 6-3 に、平成 29 年度の実施の様子を図 6-3 に示す。これまで延べ 86 人が受験し、合格率はおおよそ 7 割である。

表 6-3 造船技能検定（造船溶接 2 級）の実施概要

平成 28 年度	日程	平成 29 年 2 月 18 日
	実施場所	株式会社新来島どつく
	受験者数	43 名
平成 29 年度	日程	平成 29 年 11 月 18 日
	実施場所	今治造船株式会社
	受験者数	23 名（再受験者（学科免除）4 名を含む）
平成 30 年度	日程	平成 30 年 11 月 3 日
	実施場所	株式会社新来島どつく
	受験者数	20 名（再受験者(学科免除)5 名を含む,）



(a) 学科試験の様子



(b) 実技試験の様子

図 6-3 平成 29 年度造船技能検定（造船溶接）の様子

6.4 造船技能検定（造船溶接 2 級）の成績分析による考察

6.4.1 学科試験結果の分析に基づく考察（出題分野ごとの正答率）

平成 28 年度～平成 30 年度までの学科試験の出題分野ごとの正答率について比較を行った。その結果を平成 30 年度の得点率が高い順に整理して図 6-4 に示す。全ての年度において、安全衛生分野の正答率が高いことから、今治地域の造船溶接技能者の安全意識が高い水準にあると考察できる。一方、電気の基礎知識、溶接記号、並びに溶接材料の分野の得点率が低い。これらの知識分野は、レベル 2 相当の技能者に身につけておいてほしい知識であるものの、全ての造船所で必ず使用する知識ではないため、実作業との親和性が低く正答率が下がったと推察される。

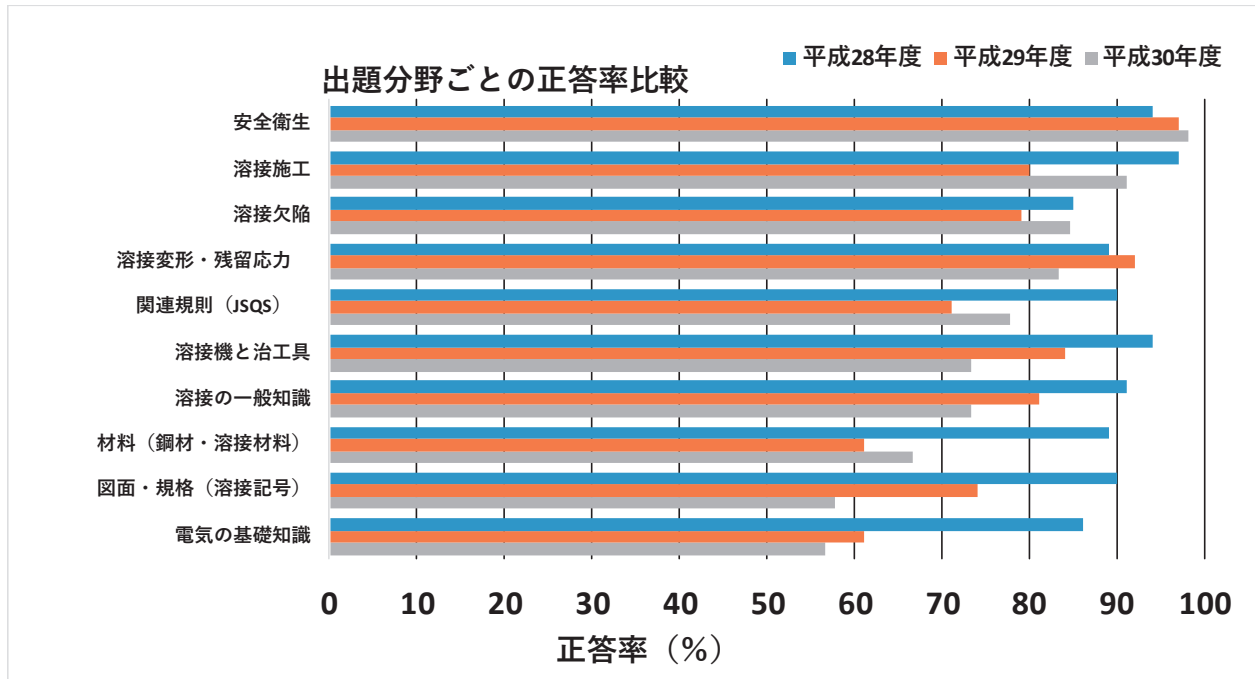


図 6-4 出題分野ごとの正答率の比較

6.4.2 学科試験結果の分析に基づく考察（中級研修受講者と未受講者の比較）

平成30年度の学科試験結果について、5章に記載の溶接中級研修を受講後に本検定を受講者した者（6名）と中級研修を受講していない者（9名）について、出題分野毎の得点率の比較を行った。出題分野ごとの得点率を研修受講者、および研修未受講者で整理した結果を図6-5に示す。中級研修受講者と未受講者で得点率の差が大きかった出題分野は、差が大きい順に、溶接記号、溶接変形・残留応力、JSQSの順であった。これら出題分野の知識については、中級研修を受講することによって経験で身に着けてきた知識が系統的知識に再整理されたと期待できる。

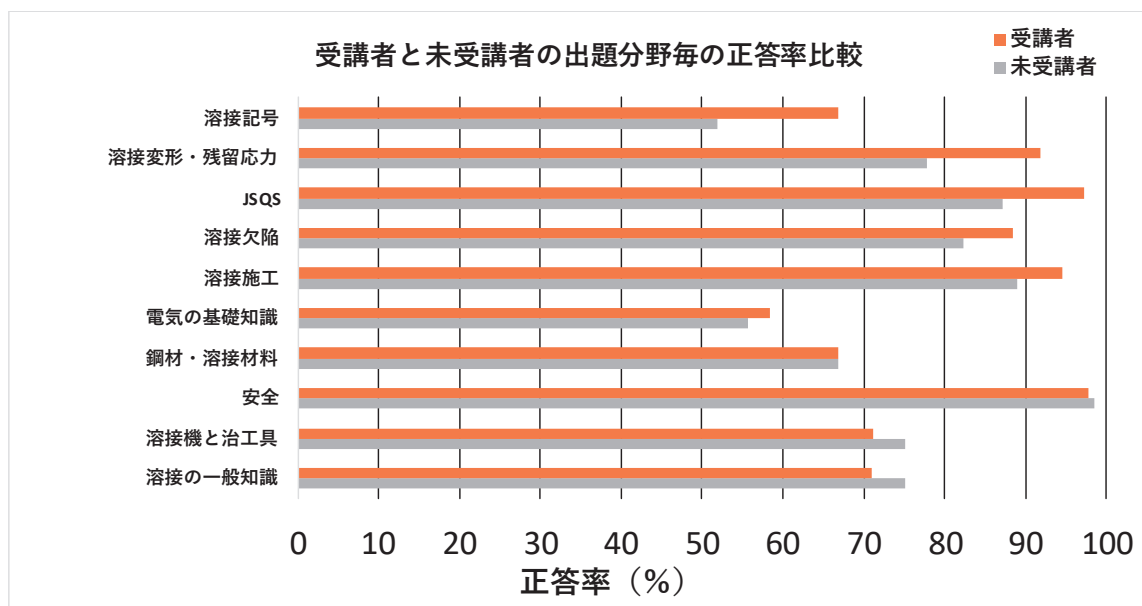


図 6-5 溶接中級研修受講者と未受講者の正答率の比較

6.4.3 実技試験結果の分析に基づく考察（中級研修受講者と未受講者の比較）

平成 30 年度の実技試験結果について、5 章に記載の溶接中級研修を受講後に本検定を受講者した者（6 名）と中級研修を受講していない者（9 名）について得点の比較を行った。なお、再受験者 5 名は比較対象から除外している。中級研修未受講者の平均得点は 53 点であったのに対し、中級研修受講者の平均得点は 70 点であった。このことから、中級研修受講者はこれまで経験で身に付けてきた方法を系統的知識と結びつけて再理解するとともに、練習を繰り返すことで自身の技能レベルを向上させたと期待できる。

6.4.4 実技試験結果の分析に基づく技能の様相の考察（作業時間とビード外観の関係）

図 6-6 に平成 28 年度から平成 30 年度の合格者について、所要時間とビード外観による減点との相関関係を分析した結果を示す。直線回帰による分析であるものの、所要時間が短い受験者は減点が少なくなる（ビード形状が滑らかとなる）傾向があった。この結果から、造船技能評価基準レベル 2 以上の技能に相当する技能者は、ビード外観などの品質に留意しつつ効率よく作業を行っていると考えられる。

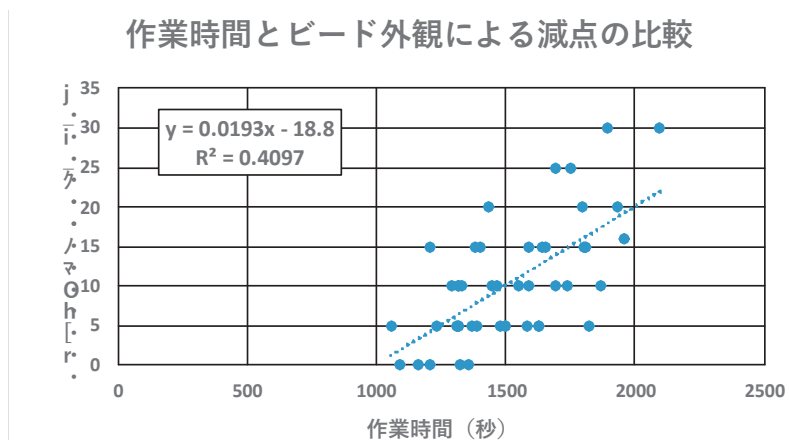
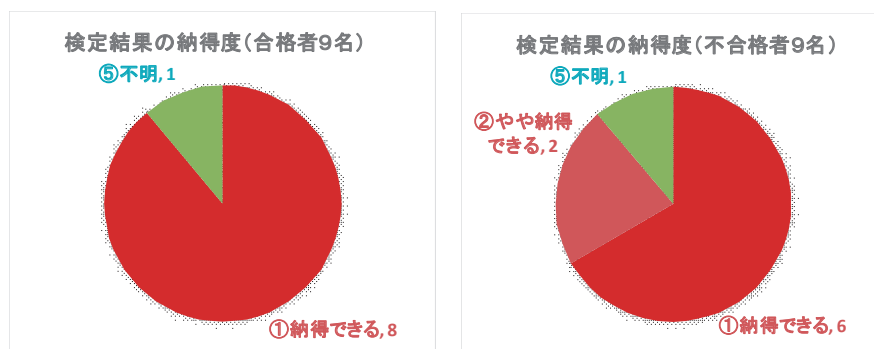


図 6-6 合格者の時間とビード外観による減点の相関関係

6.5 アンケート結果に基づく造船技能検定（造船溶接 2 級）の総評

平成 30 年度の受験者本人、及び派遣元企業に対してアンケート調査を実施した。

受験者本人に対して実施したアンケートの結果を抜粋して図 6-7 に示す。なお、アンケート結果は合格者 9 名、および不合格者 9 名の合計 18 名から回答を得た。図 6-7 に示すように、検定の可否結果について大半の受験者が納得できると回答している。なお「不明」と答えた受験者は、採点要領の詳細がわからないため不明と解答している。合格者、不合格者ともに受験結果に納得していることから、本検定は造船溶接 2 級の検定試験として妥当であったと考えられる。



(a) 合格者の結果への納得度合

(b) 不合格者の結果への納得度合

図 6-7 平成 30 年度造船技能検定受験者に対するアンケート結果の抜粋

検定実施後およそ1ヵ月が経過した後に派遣元企業に対して実施したアンケート結果を抜粋して、表6-4に示す。なお、造船会社4社から回答が得られた。過半数の派遣元企業(3/4)が、検定受験後に業務に臨む姿勢に良い変化が見られ、受験者の技術向上に繋がると回答しており、本検定は技能者の技能の到達度を測るだけでなく、技能者のモチベーション向上にも繋がっていると期待できる。また、今後も継続的に受験者させたいという回答が得られていることから、本検定は有用であると期待される。

表 6-4 受講者アンケートの結果抜粋

設問	回答	
検定受験後に業務に臨む姿勢に良い変化がみられるか	どちらかと言えば見られる 3社	見られない 1社
受験者の技術の向上に繋がると感じるか	感じる 3社	感じない 1社
今後も技能検定を受験させたいと思いますか	思う 3社	思わない 1社

6.6 まとめ

平成26年度から平成27年度にかけて（1）造船溶接，（2）船殻組立，（3）配管艀装，（4）ぎょう鉄，（5）電気艀装，（6）塗装の6職種について造船技能検定素案の作成を行った。その後，平成28年度から平成30年度にかけて，造船溶接の職種を対象にレベル2の水準に達しているかどうかを測る検定試験を実施した。

受講者に対するアンケート結果から，合格者，不合格者ともに受験結果に納得していることから，本検定は造船溶接2級の検定試験として妥当であったと考察できる。また，派遣元企業に対して行ったアンケート結果から，技能検定試験を受けることで業務に臨む姿勢に良い変化がみられ，及び受験者の技術の向上に繋がるとの回答が得られており，技能者のモチベーション向上に繋がっていると期待される。また，今後も継続的に受験者させたいという回答が得られていることから，本検定は有用性であると期待できる。

一方，5章にも記載したように，技能検定によってレベル2の認定を受けたとしても，現状では待遇や評価に差が出るような仕組みがないのが現状である。今後は，この点の実現に向けた取り組みが期待される。

7. 造船技能コンクール

7.1 はじめに

今治地域では今治地域造船技術センター主導のもと「造船技能コンクール」が毎年開催されている。これまで平成26年度から始まり，平成30年度には第5回目となるコンクールが開催された。本コンクールでは，造船技能評価基準に基づいて設定された課題形状を，設定時間内になるべく早く，指定された寸法精度で，美観に配慮しつつ，かつ安全な作業で製作することを評価基準としている。競技者にとってコンクールは，自身の技能を試すとともに，競技者同士で造船技能を競い合いつつ，さらなる高みを目指す向上心を得る機会となる。さらには，今治地域の造船技能者が自らの能力を出し合い，互いに切磋琢磨することで，地域全体の造船技術の底上げ，造船技能者の地位向上，ひいては賃金向上等の処遇改善の促進に繋がることが期待される。また，一般社会に造船技能を広く紹介するという点においても貢献できる。造船業界における技能コンクールは，本コンクール以外にも各造船所独自による類似の取り組みが数多く見られるが，造船技能評価基準に基づいた実施要領・審査要領を策定している事例として，本コンクールは特徴的である。本稿では今治地域造船技術センター向けに取り組んだ技能コンクールに関して報告する。

7.2 造船技能コンクールに関する取り組み

これまで当所では，平26年度から平成30年度の5年間にわたり全5回のコンクール事業に取り組んできた。

初めの平成 26 年度、平成 27 年度の 2 年間では、造船における主要な技能・職種として、造船溶接、船殻組立、配管艤装、ぎょう鉄、電気艤装、造船塗装の 6 職種についてコンクールの課題要領を開発し、そのうち第 1 回（平成 26 年 配管艤装の部）、第 2 回（平成 27 年 造船溶接・船殻組立の部）において成案として採用された。また平成 28 年度から平成 30 年度の 3 年間では、引き続き実施要領、審査要領の開発ならびに運営の補助を行った。過去 5 年間で実施した主な内容は以下のとおりである。

- (1) 実施要領の策定
 - (a) 造船技能評価基準に基づく課題形状の設定
 - (b) 課題形状に対する要求仕様（精度基準など）の明確化と周知
- (2) 審査要領の策定
 - (a) 造船技能評価基準に基づく評価方法の設定
 - (b) 支給部材・作業機器など競技者の責によらない評価のばらつきの最小化
 - (c) 競技中の罰則行為（不安全行動など）の明文化
- (3) 開催における運営の補助
- (4) コンクール結果の分析による造船技能評価システムへのフィードバック
- (5) 継続的なコンクール運営に向けた簡易的な開催指導書の作成

これらの項目の実施にあたり、職業能力開発の専門家（職業能力開発総合大学校、中央職業能力開発協会、愛媛県職業能力開発協会、愛媛県立今治高等技術専門校）及び今治地域造船技術センターに加入する造船各社の関係者らへの、ヒアリング等による内容の確認や、助言を貰いつつ、様々な協議や試行を繰り返しつつ事業に取り組んだ。

7.3 造船技能コンクールの紹介

本節では過去に開催されたコンクールの概要ならびにコンクール結果に関する考察について報告する。過去 5 回の開催において実施された競技種目は 2 種目ある。それぞれ「配管艤装」ならびに「造船溶接・船殻組立」である。第 1 回、3 回、4 回コンクールでは配管艤装の部が開催され、第 2 回、第 5 回コンクールでは造船溶接・船殻組立の部が開催された。過去 5 回の開催概要を表 7-1 に記載する。

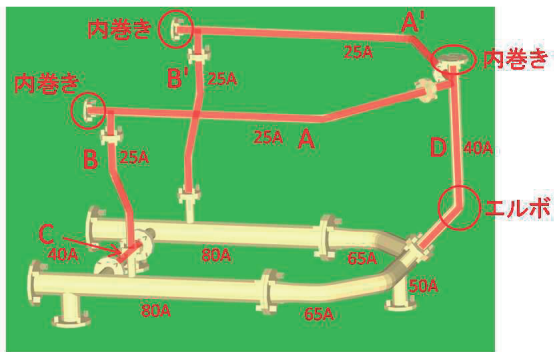
表 7-1 過去に開催された造船技能コンクール概要

	課題種目	開催日	開催場所	競技者数	標準時間
第 1 回	配管艤装	平成 27 年 4 月 26 日（日）	今治造船(株) 本社工場内	2 人×10 組	4 時間
第 2 回	造船溶接・ 船殻組立	平成 28 年 2 月 14 日（日）	(株)新来島どっく 大西工場内	2 人×10 組	4 時間 30 分
第 3 回	配管艤装	平成 29 年 1 月 29 日（日）	今治造船(株) 本社工場内	2 人×10 組	3 時間 30 分
第 4 回	配管艤装	平成 29 年 12 月 10 日（日）	今治工業高等学校 機械造船科実習棟	2 人×8 組	3 時間
第 5 回	造船溶接・ 船殻組立	平成 30 年 12 月 16 日（日）	今治工業高等学校 機械造船科実習棟	2 人×6 組	2 時間 30 分

コンクールの競技当日に向けた流れを説明する。まず公募により出場する競技者が決定すると、競技者に向けた選手説明会が開催される。そこではコンクールの実施要領や課題内容などについて運営側から競技者に説明が行われる。コンクールの競技前日には、競技者による競技ブースの下見、ならびに使用機器類の点検・試運転等の実施を通して翌日に向けた準備が行われる。競技はチーム制となっており 2 人 1 組での参加が要件となる。競技には標準時間が設定されており、この時間を基準として競技終了までに要した時間に応じて採点される。また標準時間とは別に打ち切り時間が設定されており、この時間を超過したチームはその時点で競技終了となる。競技終了後には競技委員により、作品のできばえや寸法精度などの各種評価項目に従って各チームの

採点が行われる。過去5回のコンクールにおける課題形状、ならびに競技の様子をそれぞれ図7-1から図7-5に示す。

コンクール課題は毎回異なる形状が設定され、競技者は課題内容を事前に把握したうえで当日に臨む。競技に対する事前準備や練習量がコンクールの結果に大きく影響するため、チームによっては、当日の作業手順を事細かに資料にまとめて臨む姿も見られた。

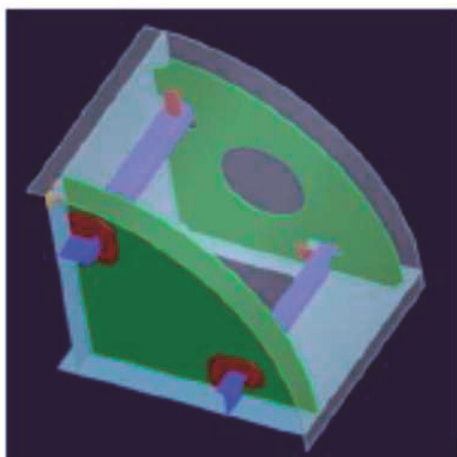


(a) コンクール課題



(b) 競技の様子

図7-1 平成26年度 第1回造船技能コンクール（配管艤装の部）

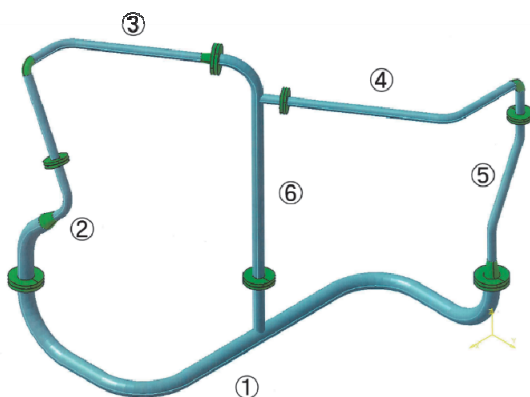


(a) コンクール課題



(b) 競技の様子

図7-2 平成27年度 第2回造船技能コンクール（造船溶接・船殻組立の部）

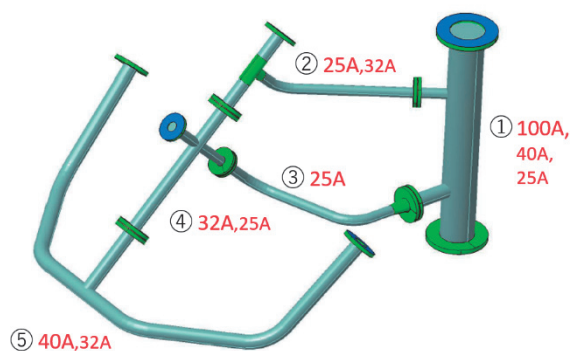


(a) コンクール課題



(b) 競技の様子

図7-3 平成28年度 第3回造船技能コンクール（配管艤装の部）

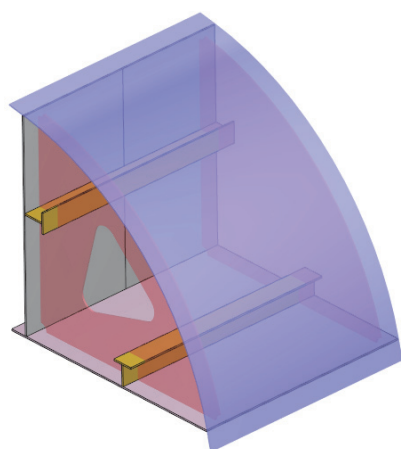


(a) コンクール課題



(b) 競技の様子

図 7-4 平成 29 年度 第 4 回造船技能コンクール（配管艤装の部）



(a) コンクール課題



(b) 競技の様子

図 7-5 平成 30 年度 第 5 回造船技能コンクール（造船溶接・船殻組立の部）

7.3.1 配管艤装の部

過去 5 回のコンクールの開催において、第 1 回、第 3 回、第 4 回では「配管艤装」が競技種目となった。本項では、本項では第 4 回造船技能コンクールを具体例として、その実施内容について報告する。

(1) 実施概要

第 4 回コンクールの実施概要は以下のとおりである。

- (a) 開催日：平成 29 年 12 月 10 日（日）（下見日：平成 29 年 12 月 9 日（土））
- (b) 実施場所：今治工業高等学校 機械造船科 実習棟
- (c) 参加要件：2 名 1 組のチーム制。参加資格として、配管職種の経験年数が 10 年以下の者。
- (d) 競技課題：「造船技能評価基準」配管艤装レベル 2。
- (e) 競技時間：標準時間 3 時間（打切時間 4 時間）

競技課題の難易度は「造船技能評価基準」配管艤装レベル 2 相当に設定しているため、競技への参加要件はその技能に相当する技能者を想定して配管職種の経験年数が 10 年以下の者としている。また、第 4 回コンクールでは、出場した競技チームは 8 組（2 人 1 組）であり、今治地域の造船所 11 社から出場した。チーム数と出場企業数とが異なるのは、異なる企業による混合チームが含まれているためである。

(2) 課題形状

第 4 回コンクールにおける課題形状は、図 7-4 に示す船舶の錨の形状を模擬して設計された。課題形状の考案において、課題形状の製作に必要な技能要素を分解・分析することで、造船技能評価基準の配管艤装レベル 2 に相当するように難易度が設定されている。ただし、評価基準に記載された全ての項目を課題に取り入れるのは競

技時間や会場設備等の観点から現実的ではないため、コンクール課題として適切な項目を選択した上で採用した（表7-2参照）。課題形状に含まれる作業要素を表7-3に示す。

形状の設定にあたり、平成28年度に実施したコンクールの結果を踏まえ、作業要素の重複する管一品を無くす、使用する管径を再検討する等の改定を行っている。

表 7-2 第4回造船技能コンクール 課題形状に含まれる技能要素と造船技能評価基準との対応

対応	造船技能評価基準における該当項目（「配管艤装 レベル2」より抜粋）
	管への野書き作業について、以下を行っている。
○	・ 掴みシロ等、管加工を考慮した野書き作業
○	・ 簡単な相貫線を含む直管への野書き作業
	マーキン線に従って、以下の切断作業を美観、作業時間にも考慮して行っている。
○	・ ガス/鋸/砥石による管の切断作業
×	・ 枝切機による管の切断作業
○	パイプベンダーによる曲げ作業を美観、作業時間にも考慮して行っている。
×	焼き曲げ、張り曲げ、えび曲げによる管の曲げ作業を行っている。
○	管一品図を読み取り、複雑な管への管付き金物や枝管の仮組立、仮付け溶接作業を美観、作業時間にも考慮して行っている。
	溶接作業において、次のいずれかの作業を美観、作業時間にも考慮して行っている。
△	・ 手棒、CO2 溶接機を使用した溶接及び裏波溶接作業
×	・ Tig 溶接作業
×	・ 溶接ロボットを使用した溶接作業
○	グラインダ、ディスクサンダー（ディスクグラインダ）、タガネによる仕上げ作業を美観、作業時間にも考慮して行っている。
×	製作した管加工品を行き先別のパレットまたは保管場所に迅速に仕分けしている。
×	作業の要点・コツを後輩に指導している。
×	周囲の作業状況を把握し、不備な点などがあれば上司に相談したり、後輩に変更や修正の指示をしている。
△	作業中の軽微な不具合や問題に対して、原因を特定し、対策を講じている。

表 7-3 第4回造船技能コンクール 課題形状の作業要素等

パイプベンダーによる 必要な曲げ回数	① 管	0
	② 管	1
	③ 管	2
	④ 管	0
	⑤ 管	4
	総計（回）	7
フランジ枚数		16
T ピース個数		1
レジャーサ個数		11
枝管箇所		5
配管径の種類（種）		4
概算重量（kg）		46

(3) 配点比率

競技結果の採点項目・配点・採点方式を表 7-4 に示す。第 4 回コンクールでは、過去に実施した配管艤装を種目としたコンクールの結果を分析し、配点比率の見直しを行った。具体的には、一品の寸法精度が全体の寸法精度に大きな影響を与えるため、一品の寸法精度の配点比率を上げ、全体の寸法の比率を下げた。さらには、生産性を重視する観点から、作業時間及びできばえの比率を上げた。

表 7-4 第 4 回造船技能コンクール 採点項目・配点・採点方式

採点項目		配点比率		採点方式
		(参考) 第 3 回	第 4 回	
作品採点	全体の寸法	30%	15%	基準の寸法精度に応じて加点される
	一品の寸法	20%	25%	
	できばえ	20%	25%	できばえの状態に応じて加点される
作業時間		20%	25%	標準時間を基準に加点あるいは減点される
作業態度		10%	10%	採点項目に該当しない場合は加点される
合計		100%		

(4) コンクール評価結果の分析および考察

第 4 回コンクール（平成 29 年度 配管艤装の部）の結果について、前回の開催にあたる第 3 回（平成 28 年度 配管艤装の部）のコンクール結果と比較しつつ、その分析内容と考察を以下に記載する。

(a) 課題形状

コンクールの実施にあたり技能要素とその難易度の設定について、造船技能評価基準レベル 2 相当となるよう課題設定が行われており、実際の結果においても、ほとんどのチームが設定された時間内で競技を終えた。したがって、技能要素とその難易度の設定は概ね妥当であったと考えられる（課題を競技時間内に製作できなかったチームが続出する、ほとんどのチームが易々と競技を終える等は見られなかった）。また、課題は 3 次元的に複雑な形状で、形状をうまく読み取れず作業を中断して図面読解に時間を割くチームも見受けられた。したがって、コンクール課題は図面読解を試すにも良い課題であったと評価した。

(b) 配点比率

平成 28 年度では、課題の評価方法にエアテストを採用したが、それらが一品できばえの評価項目の配点に含まれていたこともあり、結果的に一品できばえ 1 箇所ごとの配点が非常に小さくなってしまった。そのため、平成 29 年度では他の採点項目の配点とのバランスを考慮して、一品できばえの採点箇所については、評価可能な箇所を全て採点対象とするのではなく、採点箇所を限定することで配点を調整した。コンクールの実施結果を分析したところ、ある採点項目のみが総得点に大きく影響して順位が決まることもなく、比率の設定は概ね妥当であったと考えられる。

(c) 上位チームの成績比較から見る技能の実態についての考察

トップのチームは、すべての項目で秀でているかという観点（成績優秀者は偏り無く技能を有するかという点）については、決してそうとは言えない結果となった。例えば、全 8 チームの内、優勝チームは一品寸法精度では 4 位、枝管のできばえでは 6 位である。また、準優勝チームについても、一品寸法精度、フランジできばえともに 4 位、レジャー・T ピースのできばえは 5 位である。優勝チーム・準優勝チームは大きなミスをすることなく各項目で 8 割～9 割程度の得点を重ね、作業時間による加点で他のチームを大きく引き離れた。平成 28 年度と比較して生産性を重んじて作業時間の配点を増やした本コンクールの趣旨に沿ったチームが優勝チームとなっている。

各項目で最も順位が高かったチーム（最も偏り無く得点を得たチーム）は総合 3 位のチームであった。総合 3 位のチームは最も多くの採点項目で高順位となっているが、作業時間による得点の差で優勝・準優勝チームに逆転を許した。作業時間が長くなった要因は、合わせ管にミスが発生し本来不要の管の切断・溶接を行ったからである。仮に、このチームがミスなく作業を終えていれば、オールマイティなチームが優勝となった可能性もある。

今後、コンクール出場者のハイレベル化が進むと、オールマイティでかつ作業時間も上位に入ることが優勝の条件になると考えられる。

7.3.2 造船溶接・船殻組立の部

過去5回のコンクール開催において、第2回、第5回の開催では、「造船溶接・船殻組立」が競技種目となった。本項では第5回造船技能コンクールを具体例として、その実施内容について報告する。

(1) 実施概要

第5回コンクールの実施概要は以下のとおりである。

- (a) 開催日：平成30年12月16日（日）（下見日：平成30年12月15日（土））
- (b) 実施場所：今治工業高等学校 機械造船科 実習棟
- (c) 参加要件：2名1組のチーム制。参加資格として、造船溶接あるいは船殻組立の経験年数が15年以下の者。
- (d) 競技課題：「造船技能評価基準」炭酸ガスアーク溶接レベル2、廃材レベル2、取り付けレベル2。
- (e) 競技時間：標準時間2時間30分（打切時間4時間）

競技課題は「造船技能評価基準」炭酸ガスアーク溶接レベル2、配材レベル2、取付レベル2と設定しており、競技への参加要件は相当の技能者を想定して造船溶接あるいは船殻組立の経験年数が15年以下の者と設定した。また第5回コンクールでは、出場競技チーム数は6で今治地域の造船所9社から出場した。チーム数と参加者数が異なるのは、異なる企業による混合チームが含まれていたためである。

(2) 課題形状

第5回コンクールにおける課題形状については、図7-5に示すビルジ部の形状を模擬して設計を行った。課題形状の考案において、課題形状の製作に必要な技能要素を分解・分析することで、造船技能評価基準の炭酸ガスアーク溶接レベル2、配材レベル2、取付レベル2に相当するような課題に設定した。

競技スペースが幅3.2mとやや狭く、また、競技中にクレーンを自由に使うことができないため、作品を一辺800mm、板厚を6mmとコンパクトに設定し、作品を回転させる必要がないように組立手順を図7-6の通り指定した。組立手順の指定においては、競技者の技量の差が出やすいように意図的に難所を組み入れた（図の垂直になったGIR、TOPにFR1、FR2を差し込む箇所）。また、平成27年度（第2回）のコンクールでは組上げに専用定盤を用いたが、本年度は会場の設備の関係から、アングル材2本を敷き、その上に課題を乗せた状態で競技を行った。

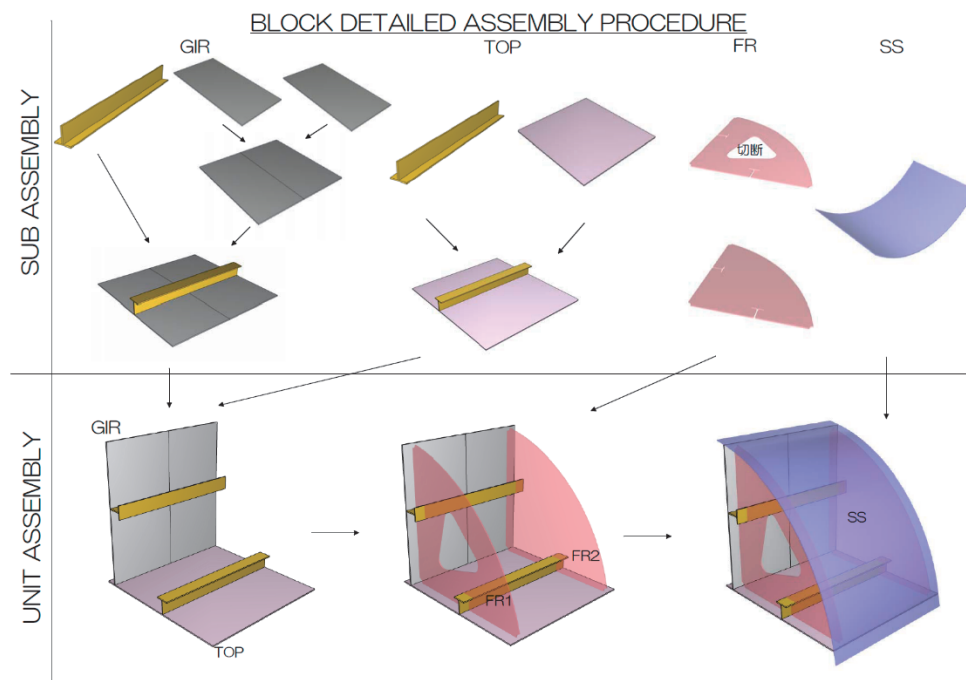


図7-6 第5回コンクールにおいて指定された組立手順

(3) 配点比率

競技結果の採点項目・配点・採点方式を表 7-4 に示す。第 5 回コンクールでは、組立手順を指定している関係から、作業時間の配点を増やし、生産性を重視する採点方式とした。

表 7-5 第 5 回造船技能コンクール 採点項目・配点・採点方式

採点項目	配点比率	採点方式
寸法精度	40%	基準の寸法精度に応じて加点される
できばえ	20%	仕上がり具合に応じて加点される
作業時間	30%	作業時間の短さに応じて加点される
作業態度	10%	不適切な作業をしなければ加点される

(4) コンクール結果の分析および考察

本課題は前述のとおり組立手順を指定しており、フローアを両側から差し込む時点でオブジェ全体の精度がある程度保証されるため、チームの技量によって差がつくのは寸法精度よりもむしろ作業時間であると考え、採点方式においては作業時間を特に重要視した。図 7-7 に、6 チームの得点の内訳を示す。図より、明らかに作業時間が勝敗を最も左右していることがわかる。しかしながら、多少他の項目を犠牲にしても、作業スピードを重視したチームの順位が高かったかという、そういうわけでもない。現に優勝チームは寸法精度でも 6 チーム中 1 位の得点をとっており、また、得点の分析から、作業スピードと寸法精度・できばえには正の相関がみられることが分かった。これは作業中に寸法精度を高く保つほど作業の手戻りが少なくなるからであり、生産性の向上には高い精度を保つことが改めて重要であるということが分析により明らかとなった。また、配管艤装の部と同じく、作業態度と作業時間ならびに精度には相関は見られない結果となった。

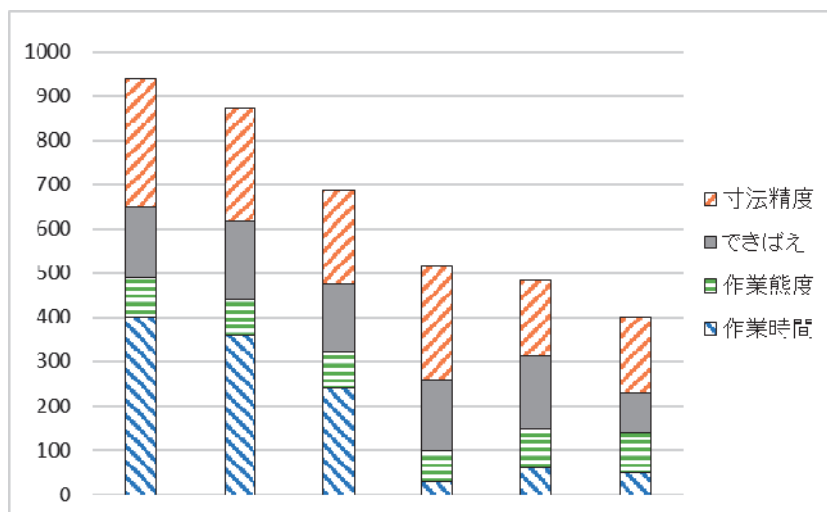


図 7-7 6 チームの得点の内訳（左から合計得点の高い順）

7.3.3 コンクールの運営

造船技能コンクールの開催にあたり、競技運営に関する取り組みについて報告する。

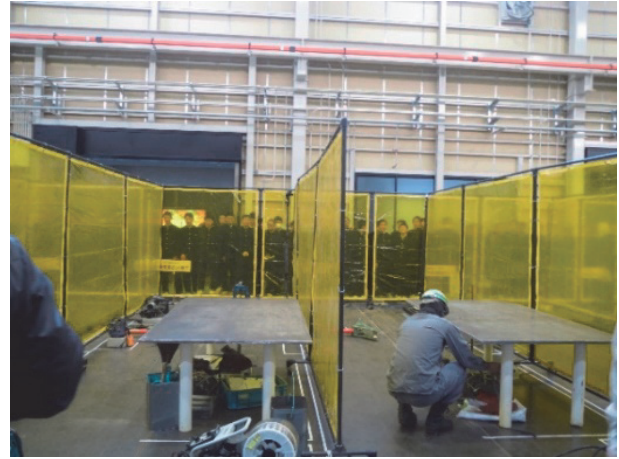
(1) 開催場所に関する検討

競技会場は、第 1 回から第 3 回までは今治地域にある造船所敷地内にて開催されていたが、第 4 回・第 5 回では愛媛県立今治工業高等学校の造船機械科実習棟にて開催された。そのため第 4 回と 5 回については、多くの今治工業高校の生徒が観戦に訪れて、より賑やかなコンクールとなった（図 7-8 参照）。造船所以外におけるコンクールの開催の場合でも、運営関係者らの協力により会場準備・片付けは滞りなく完了することが出来た。

また、競技ブースについても、造船所で実施した場合と同様に、事前に試行を通じて安全面について確認を行うことで、競技当日も大きな問題が発生することはなかった。コンクールの意義の一つに、造船および造船技能について広く普及することが挙げられる。その観点からも高等学校という、より一般的な場所で開催することが出来たことは、今後のコンクールの継続・発展において非常に重要な点であるといえよう。



(a) 開会式の様子

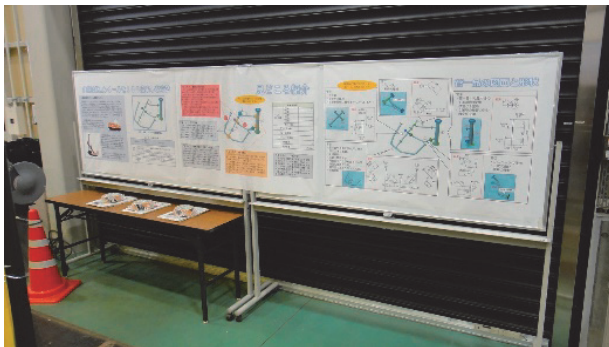


(b) コンクールの競技開始を待つ生徒

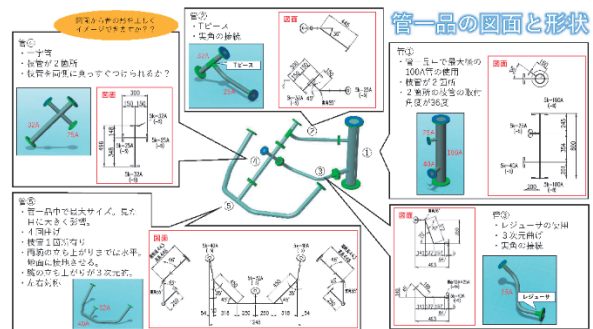
図 7-8 今治工業高校でのコンクールの開催(第4回造船技能コンクール)

(2) 会場内展示ポスターの作成

平成28年度の第3回コンクールから、競技中の見どころ等を紹介したポスターを作成し会場内への展示を行っている。これは見学者へのコンクールに関するさらなる理解を促すことを目的としている。第4回コンクールでの会場の様子を図7-9に示す。



(a) ポスター展示の様子



(b) ポスター内容の一部

図 7-9 ポスター展示の様子(第4回造船技能コンクール)

(3) モニタを利用したコンクールの解説

競技中のブース内の様子などを会場内に設置したモニタに中継し、コンクール関係者が見学者に対して競技内容や造船技能に関する解説を実施した(図7-10参照)。今後も継続的に来場者を楽しませつつコンクールの見どころや造船業の魅力を伝えるためにも、さらなる工夫・改善が必要であると考えます。



(a) 第4回造船技能コンクール



(b) 第5回造船技能コンクール

図 7-10 モニタを用いた競技解説の様子

7.4 まとめ

当所は、今治地域造船技術センターが主催する「造船技能コンクール」について、平成26年から平成30年度の5年間にわたって、実施要領・審査要領の開発ならびに開催の運営補助などを行った。本事業の取組みに関する考察を以下に要約する。

(1) 課題形状・審査要領策定の重要性について

課題形状ならびに審査要領の策定は、どのような技能をどの程度重視するかに係る。引き続きコンクールを開催するにあたって、その効果を最大限高めるためには、今治地域で望まれる造船技能者の人材像を念頭におき、造船技能評価基準に基づき課題形状・審査要領を策定することが重要であると考ええる。

(2) コンクール結果の分析による造船技能評価システムへのフィードバック

コンクールの採点は審査要領における採点基準に基づいて行われた。これらの結果から効果的な技能評価に必要な項目を抽出し、配管艤装、造船溶接及び船殻組立の専門技能研修における技能評価システム（実技技能到達度評価シート）に反映した。

(3) 作業標準化の点について

同じ課題形状を製作するにあたって、チーム間で作業方法が異なる点が見られた。このことはすなわち一つの課題にいくつもの作業手順が存在することを意味する。これは標準作業体制の構築の観点からは今後の課題といえる。また、課題に対して綿密な作業手順書（時系列の作業手順と役割分担）を用意したチームが見られた。造船作業を定量化、標準化、一般化する重要な取り組みにおいて、普段の業務にもその経験が活かされることを期待する。

造船技能コンクールは、出場した競技者らが自身の技能レベルを認識するだけでなく、造船所サイドにとっても今治地域の造船技能の現状や問題点を知る貴重な機会になっていると認識している。今後もコンクール開催を通じて、今治地域の造船業の競争力強化、造船技能者の地位向上、くわえて、来場者へ造船業の魅力をアピールすることで来場者が造船業界へ就職、就職後にコンクールに出場するようなサイクルが生まれれば理想的であると考ええる。

8. 船殻生産設計技術基礎研修

本章では、今治地域造船技術センターに開設された設計基礎研修の教材開発、企画、研修の実施について報告する。

8.1 はじめに

平成29年度より、技術者向けの研修として「設計基礎研修」が開講された。今治地域の造船所には様々なバックグラウンドやスキルレベルを持った人材が入社する。それらの者に対して、系統的かつ統一的な教育・育成シ

システム、個々人に適した教育・育成内容を提供し、実際の設計実務に携わる社員の知識・スキルを一律にそろえ、研修による知識・スキル保有の保証をした後に、実務着手後の継続的な育成（OJT）や実業務活動に就かせることを目的として設計基礎研修が企画された。

設計基礎研修の企画、準備作業は平成28年度から着手している。今治地域造船技術センター内に、今治地域の造船所の担当者らを委員とする「生産設計基礎研修検討部会」を設置し、検討部会の承認を取りつつ作業を進めた。研修は船殻の生産設計を対象とし、当所は研修の企画及びその準備作業を行った。本報告では、設計基礎研修について、その準備状況からその実施を含む活動に関して報告を行う。

8.2 設計基礎研修の企画

設計基礎研修の企画、準備作業は平成28年度から行った。企画、準備作業にあたっては、当所及び株式会社 エスエス・テクノロジーが、日本中小型造船工業会の委託を受けてそのコーディネート業務を担当した。

平成28年度については、研修プログラム全体の企画として、シラバスの策定、教材の開発を実施した。また、平成29年度、30年度については、実際の研修の立ち上げに向けて研修プログラム、教材の調整、講師の選定、そして、研修の実施と評価を行った。生産設計基礎研修検討部会の他、今治地域造船技術センターの事業検討委員会及び日本中小型造船工業会が開催する東京部会での助言、承認を受けて、研修は企画、実施された。特に、東京部会においては、職業能力開発総合大学校及び中央職業能力開発協会から職業能力開発の専門家が委員として出席し、職業能力開発の観点からの助言を受けた。本研修は職業能力開発の知見を反映して開発されたことが特徴である。

8.2.1 シラバスの開発

設計基礎研修の実施にあたって、始めに、研修の基盤となるシラバスの開発を行った。シラバスは、造船設計基礎研修検討部会の審議により決定した以下の研修概要に基づき開発されている。

- ・ 受講対象：設計業務に携わる新入社員、加えて、生産設計の基礎を確認したい若手設計者。
- ・ 講習時間：80時間（CAD演習を含む）
- ・ 講習内容：生産設計（船殻）の基礎。工作図の検討や現図の演習を含む。

シラバスは、今治地域の生産設計業務の実態、受講対象者の実態を正確に反映したものでなければならない。このため、平成28年度において、今治地域の造船8社（新来島どつく、今治造船、浅川造船、檜垣造船、伯方造船、山中造船、村上秀造船、藤原造船）を訪問し、生産設計業務の実態や造船設計基礎研修に対する要望等のヒアリングを行い、シラバス及び教材の開発に反映させている。造船所の実態調査、職業能力開発総合大学校及び中央職業能力開発協会からの助言を受けて作成したシラバス上の学科及びその到達目標を表8-1に示す。

シラバスの開発過程において、今治地域の造船事情に特化した内容（講義で使用するデータ、図面類は今治地区の実際の造船所のものを使用等）とすること、理解の促進と実践力を養うためCADを援用しながら研修を構成することを重視し、これらを本研修の特徴と位置付けた。また、本研修を経て、どのような知識、スキルを、どの程度身につけさせることができるのか、何ができるようになるのかについて「到達目標」として明記し、そこから研修内容を定めた。「到達目標」を明記することは、研修生を派遣する造船所サイドにとっても、派遣させるための判断基準になるとの評価を受けている。研修のプログラム、内容及び使用した教材は、シラバスの規定事項に基づいて開発されている。

表 8-1 シラバスの学科内容と到達目標

学科	到達目標	時間数
学科1：船舶の基礎	船種ごとに船舶の見分けができる。 船舶に関する主要寸法について正しく説明できる。 船舶に関する規則体系についてその概要を説明できる。	4
学科2：造船の基礎と生産設計	我が国の造船産業の概況について説明できる。 今治地域の造船産業の概況、特徴について説明できる。	4

	建造の流れを上流工程から下流工程に向かって順に説明できる。 生産設計の業務内容についてその概要を説明できる。	
学科 3：造船の図面表記	単純な構造の機械部品について、第 3 角法で製図できる。 基本的な CAD 操作ができる。 造船図面の種類を特定できる。 造船特有の図面表記法について正しく説明できる。	8
学科 4：構造図の読み取り	一般的な船種（ばら積み船、タンカー、コンテナ船）について、その構造方式、主要な部材を判別できる。 簡単な船体構造（船体中央部）について、構造図からその構造を正確に読み取れる。	8
学科 5：建造法・工作法	生産設計部門が出図する図面・帳票類を判別できる。目的に応じて、必要な図面を選択し、その記載内容を読み取ることができる。 生産設計に関連する建造法・工作法の概要を説明できる。	12
学科 6：工作図の作図	工作図の目的、記載内容を正しく説明できる。 簡単な船体ブロック（船体中央部）について、工作図からその構造や施工要領を正確に読み取れる。 簡単な船体ブロック（船体中央部）について、ブロック組立法に応じて、施工要領を工作図として出図できる（小組・中組名、部材付番、開先、逃げ等の情報を付加すること）。	16
学科 7：現図	現図の業務についてその概要を説明できる。 線図から任意の断面における断面形状を取ることができる。 簡単な形状について、その展開図を作図できる。	26

8.2.2 教材の開発

8.2.1 項で記載したシラバスに基づき、研修で使用する教材を開発した。教材として開発、準備したものは以下の通りである。

- 教科書：WORD 形式で作成され、内容が文章で記述されている。研修生が独学でも学べるよう、生産設計に関する総合的な内容を記載している。
- 講義用スライド：講師が講義の際に、教室前方の大型ディスプレイに映して解説する際に利用するもの。POWER POINT 形式。
- 演習問題集：演習の重点化のため、教科書、研修用スライドに加えて、「演習問題集」を正式な教材として整備した。講義内容を実際の問題として表現したもので、講義内容を補足するものとして使われる。演習問題集には、シラバスに従って合計 48 個の問題が掲載されている。

その他、実際の船舶、造船所における生産設計業務、今治地域の造船所の特徴を実感するため、今治地域の造船所から実際の関連図面（バルクキャリア、ケミカルタンカー、コンテナ船の一般配置図、キープラン、工作図、現図関係の図面、帳票類）を準備し、これらを講義中に自由に参照できるものとした。教材についても、造船所、職業能力開発総合大学校及び中央職業能力開発協会からの助言を受けつつ開発を進めた。

本研修の特徴として、CAD による演習の重点化が挙げられる。座学のみならず、研修中に CAD の操作、CAD を使った生産設計の実習を行うことで、生産設計の理論の理解を促すほか、生産設計業務にあたっての実践的なスキルを早期に身に付けることを狙っている。このため、研修には CAD の利用を想定した生産設計業務に関する演習課題集を準備している。また、演習課題の実施のため、今治地域造船技術センターに 11 台（うち、1 台は講師用）の CAD システムが導入された。研修のために準備された CAD システム等の仕様は以下の通りである。

- PC：Microsoft Windows10 搭載デスクトップマシン
- CAD システム：AutoCAD 2017
- 3 次元マウス：3Dconnexion SpaceNavigator

- ・ プリンター（講義室で1台のみ）
演習問題集の表紙とその内容の一例を図8-1に示す。

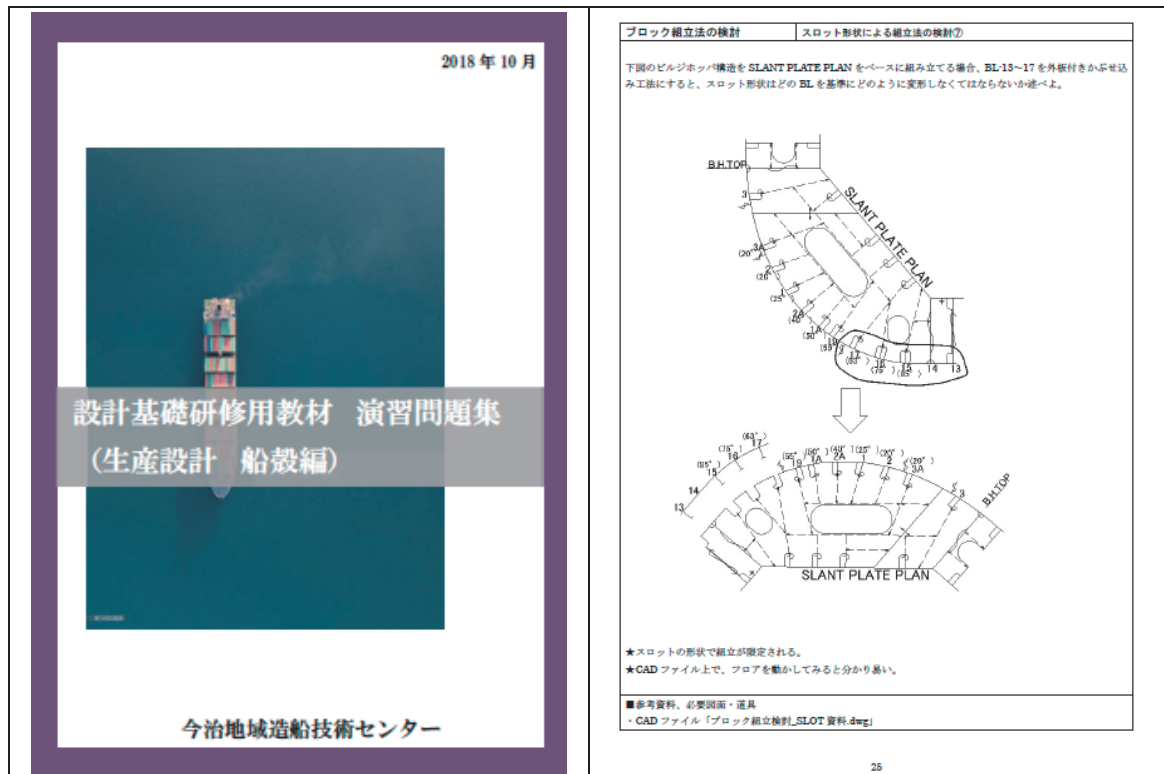


図8-1 演習問題集の様子

また、線図の扱いや現図展開の理解にあたって、3次元的なイメージ作りが重要である。このため、これらの説明にあたっては図8-3に示すように3次元CADによる3次元モデルを用いた解説を行い、受講者に直感的な理解ができるように工夫している。

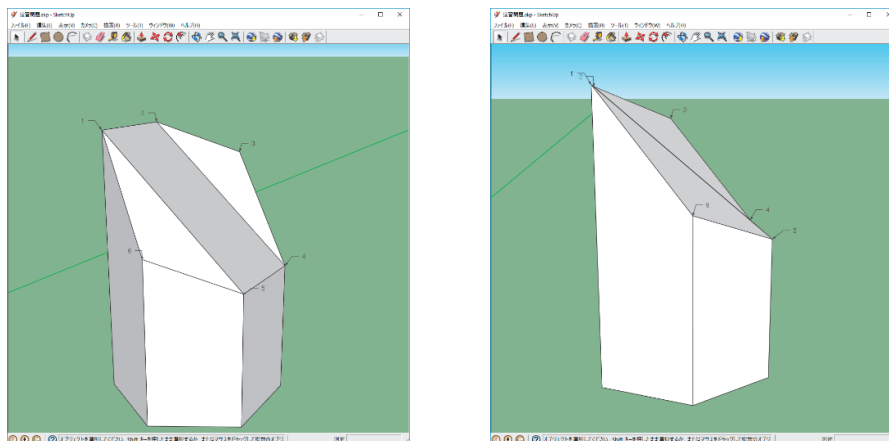
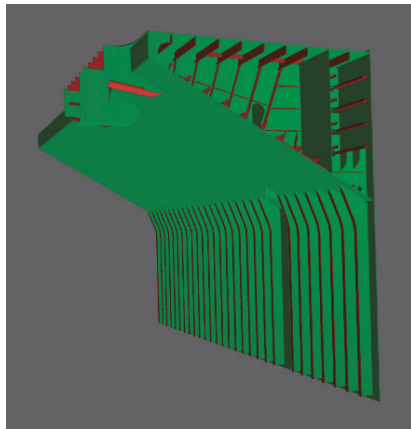


図8-2 3次元モデルによる3次元イメージでの解説の例（物体形状のイメージ）

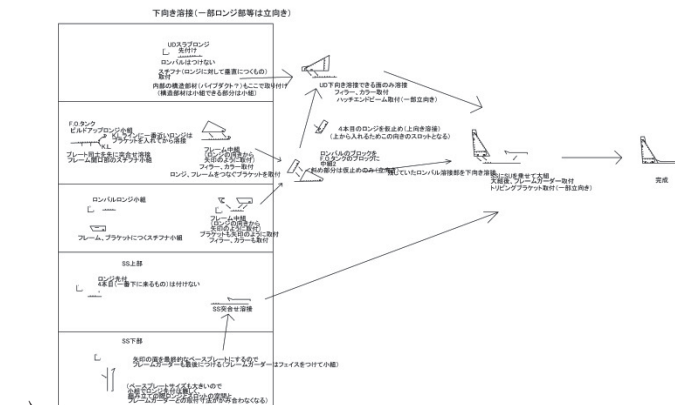
研修では、受講生の自主的な考察や自発的な自己表現、コミュニケーションを促すため、ワークショップ形式の検討会や発表会の機会も用意している。図8-3は、あるブロック（例として、ばら積み船のトップサイドタンクブロック）について、小組、中組、大組に分割し、適切な組立法、ブロック分割や施工法に応じて、継手、溶接の向き記号、スロット形状を検討するものであるが、全受講生が自身の検討結果を発表、講師による講評を受ける方式で実施された。

演習問題：ブロックについて、小組、中組、大組に分割し、適切な組立法を検討せよ。また、ブロック分割や施工法に応じて、継手、溶接の向き記号、スロット形状を定めよ。



課題のブロック

(実際は2次元構造図で検討させている)

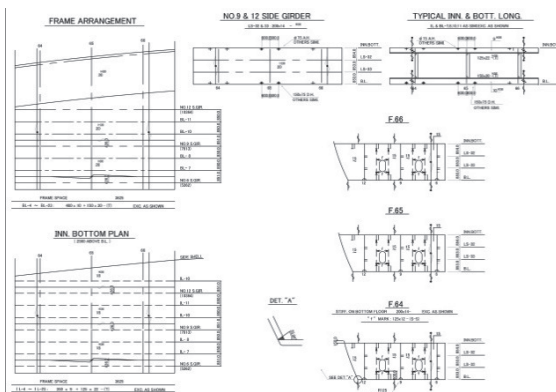


実際の受講生の解答例

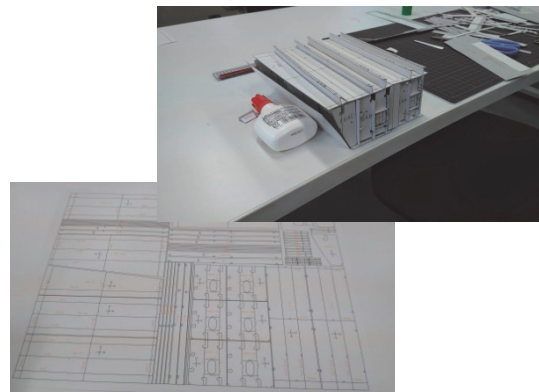
図 8-3 ワークショップ形式の演習問題の一例（ブロック組立法の検討）

現図についても、線図からの断面形状の取得、様々な展開図、外板展開を含む一品図の取得、ネスティング等についてCADを用いた演習を準備した。最後に、総合演習として、図 8-4 に示すようにあるブロックの構造図から、組立法の検討、工作図の作図、一品図の取得、部品表の作成、ネスティングまでを一貫して行い、自身で検討した組立法に基づき、ペーパークラフトでブロックの模型製作を行う演習まで行い、生産設計業務の一通りを通して実施し、その業務内容の全体像を理解させる演習問題を準備した。

演習問題：ブロックについて、工作図、部品表、組立指示書を作成せよ。また、すべての部材を展開、取材し、ネスティングした後、ペーパークラフトで組立指示書に従ってブロックを作成せよ。



課題となるブロックの構造図



ネスティング図とペーパークラフト模型

※船殻の生産設計業務をすべて通しで体験する演習。つまり、組立方の検討から工作図の作図、部材の取材（外板展開も含む）、部品表、ネスティング図の作成。

※そして、最後に自分が取材した部品を紙に印刷し、ペーパークラフトでブロック作成。矛盾がないかを確認する。

図 8-4 総合演習問題の一例

8.3 設計基礎研修の実施

8.2節で開発したシラバス及び教材を用いて、今治地域造船技術センターにおいて平成29年、30年度にそれぞれ2回ずつ「設計基礎研修」を開講した。開講された本研修の実施について報告する。

8.3.1 研修の実施

設計基礎研修は、これまで以下の日程で旧今治コンピュータカレッジ内の教室に於いて開催された。

- ・ 平成29年9月25日（月）～10月6日（金）
- ・ 平成29年10月16日（月）～10月27日（金）
- ・ 平成29年7月23日（月）～8月3日（金）
- ・ 平成30年10月15日（月）～10月26日（金）

本研修にあたって、講師は今治地域の造船所の職員が担当した。シラバスを大きく5項目に分類し、それぞれの項目に講師を配置した（「工作図の作成」と「現図」については担当時間が多いため、それぞれ2名体制とした）。

受講生については、1回の研修にて定員10名を想定とし、受講生の募集が行われた。受講資格として、当該年度に新しく入社した新入社員その他、新入社員に限らず船殻の生産設計業務に携わったことのない者も対象としている。この結果、すべての研修で定員10名（平成29年9月の研修のみ11名が受講した）の受講生が参加した。受講したものは生産設計に配属された新入社員に限らず、多様な者が受講した。平成30年度に受講した20名の受講生の従事年数及び配属先を示したものが図8-5である。従事年数を0年と申告した受講生は12名、1年とした者が4名、2年とした者が3名、3年とした者が1名であった。また、配属先について、生産設計に配属されている者は12名、その他の所属先として、設計一般、艤装設計、船型開発、生産管理、工作現場、営業の者も参加している。

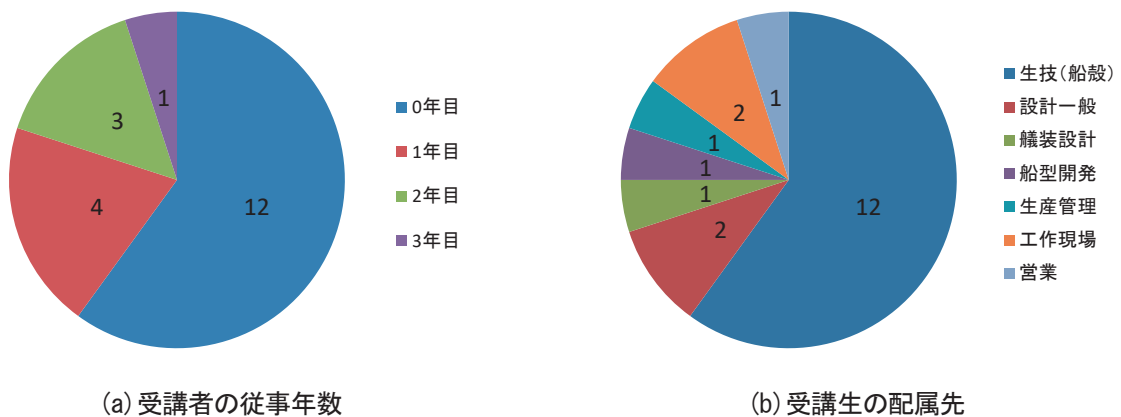


図8-5 平成30年度受講生（合計20名）の従事年数と配属先

教室内に、CADシステムがインストールされたPCが10台配置され、教室前方の教壇には講師用のPC、スライドや参考図面等を映し出すための大型ディスプレイ、ホワイトボード、プリンターが設置された。各講義の担当講師が教壇に上がり、講義用スライドをディスプレイに表示、適宜、ホワイトボードで補足説明をしつつ、講義が進行された（図8-6参照）。



図 8-6 講義風景

研修では、最終日に受講生の理解度を計測するため、筆記試験によるチェックテストを実施した。これによって、「到達目標」に達成しているかの参考となす。チェックテストは、技能検定制度を参考とし、真偽法（30 問）と多肢択一法（20 問）による出題とした。

8.3.2 研修の評価

結論として、本設計基礎研修は生産設計業務への導入支援として効果があることが確認できた。受講生のアンケート結果からも満足度が高かったことを示している。研修の効果は本研修が有する以下の特徴が大きく貢献していると考察する。

- ① 生産設計の理論や業務の流れを系統的に教育するものであったこと。
- ② 実践に即した演習に重きを置く研修であったこと。
- ③ 自社以外の造船所からの者たちと同じ時間を共有できたこと。

上記①及び②に関して、本研修では合計 80 時間の研修時間の多くを演習に使っている。ここでの演習課題は以下の観点で作成されていた。

- ・ 生産設計業務の理論のエッセンスを取り出した課題であること。
⇒ブロック組立法の検討，線図からあらゆる断面を取る演習，曲り外板の外板展開など，工作図の作図及び現図のエッセンスを演習課題にした。
- ・ 実際の生産設計業務をなるべく模擬したものであること。
⇒演習内容は実際の業務とほぼ同じだが，対象（例えばブロック）を簡略化することで演習時間内に抑えられ，かつ，論点を絞ることで業務のエッセンスが理解できるように工夫された。

このような演習課題を用いた教育は，通常の OJT ベースでは事例がないとのことであった。例えば，曲り外板を基線展開法等で展開する演習について，昨今，外板展開を手展開したことがあるという造船設計者自体が少ない。生産設計業務の全体像を俯瞰し，また，それを一貫して体験することで，短期間のうちに効率的に自身が取り組む業務に対する理解を深められるものと評価している。講義を担当した講師からも，このような機会があれば早期の育成に大いに役立つであろうとのことであった。

到達度については研修の最後に実施したチェックテストにおいても定量的に計測できる。平成 30 年度の 20 名の受講生におけるチェックテストの結果としては，平均得点：38.05 点，分散：14.3，最高点 45 点，最低点 30 点（2 名）であった。ただし，筆記形式によるチェックテストは以下の観点から，必要なすべての知識，スキルを

定着しているとは判断できず、今後は、到達目標達成への正確な計測の観点から、チェックテストの問題の設定、チェックテスト以外の到達度計測法の導入などを検討する必要がある。

- ・ チェックテストでは、問うこと、計測することが難しい知識、スキルがあり、これらの点については不問にしている。
- ・ 到達目標に対するチェックテストの問題の難易度を正しく設定できていない。

また、短期間の内では、演習を交えたとしても、習得の難しいスキルがあることを再認識した。具体的には以下のような点である。

- ・ 図面の読解。構造図、工作図から船殻構造の3次元イメージを読み取ること。
- ・ 工作法（ブロック組立法）についての深い検討。多面的な考慮事項や様々な対処法。
- ・ 展開法。特に、複雑な部品の展開になると、部品の3次元イメージができない、展開のイメージができない、展開手法が容易に理解、習熟できない。

これらについては、本来、短期の研修で身につけられるものでなく、実業務に入ってから自習やOJTで時間をかけて学ぶものである。しかし、研修や指導の工夫次第で、これらについてもより効果的に伝授できるのではないかと考える。つまり、

- ・ 業務を教えるのではなく、その業務に関する考え方を教えるように工夫する。
- ・ 3次元CAD等を使って、よりビジュアル的に表現する。

特に船殻構造、線図、現図展開の解説において、問題の本質や原理の理解に3次元CADは強力なツールになりうると思われる。今後は、3次元CAD機能を使った演習問題の設定が更に重要になるものと思われる。

また、③に関しては、特に小規模造船所からの受講生から、本研修に参加することにより貴重な経験を行うことができたと評されている。研修の講師は、大中規模の造船所から派遣された者がほとんどであったため、講義内容は大中規模の造船所のプラクティスを踏まえたものとなっている。小規模造船所の受講生は、大中規模造船所の業務体系（例：事前に工作法を十分に検討し、それを工作図として図面出図することなど）や導入技術（例：3次元CADを使って図面出図したり、各種物量を算定することなど）について学習する機会を得ることができた。造船所の規模によって建造方針や適用する工作法は異なるが、将来を担う人材がより先進的な事例に触れることは長期的にも有益なものと思われる。

8.4 まとめ

当所は、今治地域造船技術センターにて開講された「設計基礎研修」の企画を行い、そのシラバス、教材の開発及び研修の運営の準備作業を行った。研修は、平成29、30年度に合わせて4回実施され、これまで41名の受講生が研修を受講した。研修は以下の点で特徴がある。

- ・ 今治地域の実態に基づき、研修内容及び到達目標をシラバスに定め、それに基づき、研修プログラム及び教材が定められた。
- ・ CADの操作、図面の作図等、演習やワークショップを重点化し、受講生が主体的に学習し、実業務を早期に習得できるようにプログラムされている。
- ・ 講師はすべて造船所の講師が担当するなど、今治地域で研修を主体的に運営できるようになっている。

引き続き、本研修を通じて今治地域の生産設計業務の維持、向上に貢献できることを期待する。

9. あとがき

造船特有の技能に熟練した職人の数は相変わらず減少傾向にあり、それでも現在の船舶建造数を維持するためには、建造工数の削減、生産性の向上が必要である。このような現状から、本プロジェクトは短期間での技能及び技術の継承、すなわち、新人の教育期間の短縮および現在既に船舶建造に携わっている従業員の技能レベルの向上を目的としている。本報告において紹介した一連の研修や検定・コンクールは、すでに今治地域の造船・舶用関係者で実施可能なものとなっている。これらの取り組みが他の地域に展開され、さらには、わが国造船業の競争力強化、造船技能者の地位向上に貢献してくものと考えている。

謝 辞

本事業は、一般社団法人日本中小型造船工業会の委託を受け行われた。関係者に深くお礼を申し上げる。また、職業能力開発の観点から、職業能力開発総合大学校、中央職業能力開発協会、愛媛県職業能力開発協会、愛媛県立今治高等専門学校の専門家の方々、船舶建造に関する技能、技術等に関する調査、情報提供、研修・検定・コンクールの実施への協力などにおいては、愛媛県、今治市及び今治地域造船技術センターに所属する造船・船用関係事業所の方々に多大なるご支援をいただきました。ここに感謝の意を表します