

船舶建造効率化のための情報技術
に関する勉強会
(後期)

報告書

2012年3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 船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会	
1. 1. 1 経緯と目的	
1. 1. 2 検討内容	
1. 1. 3 検討方法	
1. 1. 4 実施期間	
1. 1. 5 勉強会の体制	
1. 1. 6 検討結果	
1. 2 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会	
1. 2. 1 経緯と目的	
1. 2. 2 検討内容	
1. 2. 3 検討方法	
1. 2. 4 実施期間	
1. 2. 5 勉強会の体制	
1. 2. 6 検討結果	
2. 活動状況報告	p6
2. 1 委員名簿	
2. 1. 1 船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会	
2. 1. 2 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会	
2. 2 勉強会の検討経緯	
2. 3 勉強会の活動状況	
2. 3. 1 前期勉強会	
2. 3. 2 後期勉強会	
結言	p13

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、平成22年9月～平成23年8月にかけて、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。

その結果、今後さらに深堀する技術として、

- レーザー溶接技術
- 船舶建造モニタリング技術

の2つを取り上げ、それぞれ

「船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会」

「船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会」

を設立し、平成23年11月～平成24年3月にかけて、次年度のプロジェクト化のためのフィージビリティ・スタディを実施した。

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 船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会

1. 1. 1 経緯と目的

我が国造船業界は、韓国、中国との激しい国際競争を続けているが、生産規模や生産コストで勝る韓中に対し厳しい戦いを迫られており、国際シェアは低下している。さらに最近では、史上最高水準まで進んだ円高（及びウォン安）により、価格競争力は一段と低下している。また、今後数年内に、ここ数年で中国等で大拡張された建造能力が需要に対して過剰になる需給ギャップ問題が顕在化する見込みであり、一定の規模をもった産業として造船業を国内に維持できるかどうかの瀬戸際の段階にきている。

こういった状況を克服するためには、建造工程の生産性を高め、生産コストの低減を図る取組みを進めていくことが不可欠である。既存技術の改善に留まらず、新しい技術を積極的に取り入れ、船舶建造工程に適用することで、次世代の船舶建造技術の基盤を築いていくことも重要である。

レーザー溶接は入熱量が小さくひずみを抑えることが出来る高精度・高品質の溶接技術であり、自動化や情報技術との組み合わせにより、現行のブロック建造工程自体も大きく合理化できる可能性を持った技術である。一方で、レーザー溶接はアーク溶接と比較して、非常に接合部材間のギャップ裕度が小さいことや、溶接速度が遅いこと等の課題を抱えている。

このため、本勉強会では、次年度に「レーザー溶接技術の船舶建造工程への適用に係る調査研究」のプロジェクト化に向けて、フィージビリティ・スタディを行うことを目的とする。

1. 1. 2 内容

本勉強会では、以下の項目の調査研究を実施した。

- (1) レーザー溶接/切断技術に関する文献調査（研究開発動向、他分野の事例等）及び特許調査
- (2) レーザー溶接実験のためのハードの検討
(レーザー溶接機、周辺機器等のハード検討)
- (3) レーザー溶接/切断導入による費用対効果の試算
- (4) 次年度の研究計画策定

1. 1. 3 検討方法

- (1) レーザー溶接/切断技術の文献調査、特許調査は船技協から海技研に調査委託して行った。
- (2) レーザー溶接実験を行うに必要な継手等は造船所でスペック等を検討した。
- (3) レーザー溶接導入による費用対効果は造船所で検討した。
- (4) レーザー溶接研究計画は阪大の片山先生の指導の元に事務局で策定した。

1. 1. 4 実施期間

2011年11月9日 ～2012年3月 までの5ヶ月

1. 1. 5 勉強会の体制

船技協をプラットフォームとする勉強会を組織し、下記の体制において、3回の勉強会を実施した。

- ・大阪大学 片山先生 (主査)
- ・東京大学
- ・海上技術安全研究所
- ・日本造船工業会
- ・日本海事協会
- ・造船会社各社
- ・JFE スチール
- ・IPG フォトニクスジャパン
- ・海事局
- ・船技協 (事務局)

1. 1. 6 検討結果

フィージビリティ・スタディの結果、実プロジェクト (2012 年度～2013 年度) では次の研究を行うことになった。

(1) レーザー溶接の適用工程

自動化が比較的容易な工程、ボリュームゾーンの工程等の条件から、

①平板板継、②ビルドアップロンジ製作・取付、③サブパネル製作、④上部構造のデッキを対象とする。

(2) 研究目標

上記の工程に用いる溶接継手に対する要求条件 (研究目標) は下記の通り。

	板厚 (mm)	溶接速度 (m/min)	溶接方向	ギャップ裕 度 (mm)	その他
突合せ溶接	～22mm	1000～ 2000mm	片側貫通溶接	～2(3) mm	・大気圧、裏当板有
隅肉溶接	ウェブ厚～ 15mm	1000～ 2000mm	両側溶接及び片 側貫通溶接	両側隅肉 ～(1) mm	・大気圧 ・横向溶接を基本 ※立向溶接については要 検討

(3) レーザー溶接の実験室実験

大阪大学接合技術研究所において、20KWファイバーレーザーを用いて、上記の研究目標を達成するための溶接条件を探るパラメータスタディを実施する。

(4) 継手の評価・検査方法の検討と実施

継手の評価方法・検査方法について開発・検証を行い、実験によって作成した試験片の評価を行う。

(5) 実適用の具体案の検討

実際の工場内に据え付ける実証機的设计・製作を行い、現場においてレーザー溶接の実験を行う。

(6) レーザー溶接技術に最適化した船体構造、建造工程の検討

レーザー溶接によるメリットを最大限活かすために、レーザー溶接技術に最適化した船体構造、建造工程の検討を行う。

1. 2 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会

1. 2. 1 背景及び目的

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、日本における造船業の存亡自体が問われている状況である。この状況において、我が国造船業が存続するためには、新興造船国に対して QCD (Quality/Cost/Delivery) の絶対的な競争力の向上が必要不可欠である。この競争力を向上するためには、船舶の建造工程におけるトータルな建造マネジメント手法の確立と高度化が命題であることに対する議論の余地はない。

高度な建造マネジメントを実現するためには、船舶の建造工程がどのような状況にあるのかを常に把握する技術が基盤技術として必要不可欠である。具体的には、建造現場での人や物、さらには作業の流れや生産物の状態（品質等）を見える化するための情報技術を確立し、造船工場をリアルタイムモニタリングし、そこで得られた膨大なデータを処理（データマイニングなど）することによって、建造工程における問題箇所を適切に把握し、問題発生に対する対応策を適切に講じることによって、トータルな QCD 向上を図ることである。

また、建造マネジメント手法を高度化するためには、マネジメントし易い建造工程を整備することも重要な課題である。船舶の建造工程においては溶接変形が起因となる工程の混乱が常に問題となる。この混乱は建造マネジメントを困難な問題とし、原因となる溶接変形を極小化する必要がある。これを実現するためには、レーザーを熱源とする切断や溶接などが有望であり、レーザー溶接を導入した建造システムの構築が期待される。したがって、レーザー溶接の導入による建造システムの革新を想定したモニタリング技術の確立も実施課題である。

このため、本勉強会では、次年度に「モニタリング技術等の船舶建造工程への適用に係る調査研究」のプロジェクト化に向けて、フィージビリティ・スタディを行うことを目的とする。

1. 2. 2 内容

本勉強会では、以下の項目の調査研究を実施した。

- (1) モニタリング技術動向調査
研究開発状況、他分野の事例 等
- (2) 他分野におけるモニタリング技術の応用事例（講演）
- (3) 次年度の研究計画策定

1. 2. 3 検討方法

- (1) モニタリング技術動向調査は船技協から東京大学に調査委託して行った。
- (2) 他分野におけるモニタリング技術の応用事例は、各界の有識者を招いてご講演を頂いた。
この講演資料を巻末に添付する。
- (3) 次年度の研究計画は、船技協と東京大学で策定した。

1. 2. 4 実施期間

2011年12月15日 ～2012年3月31日 までの約4ヶ月

1. 2. 5 勉強会の体制

船技協をプラットフォームとする勉強会を組織し、下記の体制において、4回の勉強会を実施した。

- ・東京大学 青山先生（主査）
- ・九州大学
- ・海上技術安全研究所
- ・日本造船工業会
- ・日本海事協会
- ・造船会社各社
- ・海事局
- ・船技協（事務局）

1. 2. 6 検討結果

フィージビリティ・スタディの結果、実プロジェクト（2012年度～2013年度）では次の研究を行うことになった。

（1）船舶建造工程に適したモニタリングデバイスの試作と実証試験

小型で安価なモニタリングデバイスを試作し、造船工場で実証試験を行う。デバイスは市販品によるカメラ機能、WiFi無線を用いた作業者の位置情報の取得も行う。

（2）モニタリングデータの処理方法の研究

モニタリングから得られた膨大なデータの処理方法を研究開発する。画像データから作業者の行動データを抽出する手法の構築／ソフトの開発、工場シミュレータとの連携等

（3）モニタリング実験サイクル

工場のモニタリングによって「何がモニタリングされるか？」を認知、評価し、次に造船所として「何をモニタリングしたいか？」を検討する。これにより、シーズとニーズのマッチングを図る。

（4）「見える化」による生産性向上の可能性のケーススタディ

（1）～（3）の研究開発を通じて得られたデータ・情報・ニーズ分析に基づいて、どこに工程上の無理・ムラ・無駄があるのか、工程の最適化の余地はないか、ケーススタディとして検討する。

2. 活動状況報告

2. 1 委員名簿（順不動、敬称略）

2. 1. 1 船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会

<主査>

片山 聖二 国立大学法人 大阪大学

接合科学研究所 接合機構研究部門 レーザー接合機構学分野 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）

青山 和浩 国立大学法人 東京大学

大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 教授

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

村上 睦尚 （独）海上技術安全研究所 構造系 構造解析・加工研究グループ 主任研究員

大井 健次 J F E スチール（株） 厚板セクター部 主任研究員

五十嵐 健司 （社）日本造船工業会 技術部 調査役

辻井 浩 三菱重工業（株） 船舶海洋事業本部 香焼船海工作部 生産計画課

技管チーム 主席チーム統括

江口 利也 （株）名村造船所 船舶海洋事業部 生産管理部

毛利 文孝 （株）名村造船所 船舶海洋事業部 生産管理部 溶接技術課

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

<アドバイザー>

山口 欣也 （一財）日本海事協会 材料艀装部 主管

齋藤 雄一 （一財）日本海事協会 材料艀装部

<オブザーバー>

松井 裕 （社）日本造船工業会 企画調整室 室長

岩田 知明 （独）海上技術安全研究所 構造系 保守管理技術研究グループ 主任研究員

林原 仁志 （独）海上技術安全研究所 構造系 構造解析・加工研究グループ 研究員

<関係官庁>

前田 崇徳 国土交通省 海事局 船舶産業課 専門官

末広 浩一 国土交通省 海事局 船舶産業課 振興係長

<事務局>

田中 護史 （財）日本船舶技術研究協会 常務理事

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

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

2. 1. 2 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会

<主査>

青山 和浩 国立大学法人 東京大学
大学院 工学系研究科 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

白山 晋 国立大学法人 東京大学
大学院 工学系研究科 システム創成学専攻 准教授

篠田 岳 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 機能システム工学専攻 教授

五十嵐 健司 (社) 日本造船工業会 技術部 調査役

柚井 智洋 (独) 海上技術安全研究所 海洋リスク評価系 システム安全技術研究グループ
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

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

嵩下 雄介 (株) 大島造船所 工作部 生産管理課 計画係

尾崎 義太郎 川崎重工業 (株) 坂出工場 工作部 工場課 組立係

厚 隆文 (株) サノヤス・ヒシノ明昌 水島製造所 工作部 外業課 スタッフ

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

大迫 貴庸 (株) 名村造船所 船舶海洋事業部 生産管理部 生産技術課 課長

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

知名 孝太郎 ユニバーサル造船 (株) システム開発部 津システムチーム 経営スタッフ

<オブザーバー>

松井 裕 (社) 日本造船工業会 企画調整室 室長

<関係官庁>

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

末広 浩一 国土交通省 海事局 船舶産業課 振興係長

<事務局>

田中 護史 (財) 日本船舶技術研究協会 常務理事

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

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

2. 2 勉強会の検討経緯

検討ステップ	期日	審議内容
1	2010年10月	当初は船舶建造工程の効率化技術として、情報技術（IT技術）を対象にした。①3次元計測技術、②PSPC対応塗装技術、③生産工程のモニタリング技術を取り上げ、委員各社に技術開発ニーズのアンケート調査を行い、その結果を紹介。
2	2010年12月	検討グループをグループA（①と③）、グループB（②）に分けて、技術開発ニーズを徹底的に議論。生産効率化の方向性として、工程の整流化、品質の向上、工数の削減ができたが、もっと尖った議論（高い成果を目標にしてそのために何が必要かを考える）することになった。
3	2011年1月	工数3割減の目標を掲げ、そのために必要な技術（情報技術に拘泥しない）を検討することになった。青山主査から生産工程効率化を統合する概念として建造クラウドが提出され、モニタリング（3次元計測も精度のモニタリングを含む）、シミュレーション、フィードバック、見える化の重要性が指摘
4	2011年5月	データモニタリングによる改善項目のアンケートを実施。レーザー溶接が初出願。計2回のアンケートより技術開発ニーズが次に集約された。①レーザー溶接（FSW含む）②人・物のモニタリング③リアルタイムのブロック寸法計測④パイプ組立シミュレーション⑤建造情報の一元管理⑥高速ブロック搭載方法
5	2011年7月	工数3割減を達成するための開発テーマとして、上記6テーマから、生産技術の改良として「レーザー溶接」、生産管理の改良として「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管理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）の2テーマに絞り込まれた。PSPC対応塗装技術は、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そちらで取扱うことになった。
6	2011年9月	「船舶建造効率化のための情報技術に関する勉強会」成果報告書作成。絞り込まれた2つのテーマに関して次年度のプロジェクト化を目指して、FS調査を行うことになった。
7	2011年11月 ～ 2012年3月	「船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会」を実施した。 ・レーザー溶接技術調査 ・レーザー溶接適用工程の検討 ・次年度研究計画・・・・等々
8	2011年12月 ～ 2012年3月	「船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会」を実施した。 ・モニタリング技術に関する有識者、メーカーの講演 ・次年度研究計画・・・・等々

2. 3 勉強会の活動状況

2. 3. 1 前期勉強会（2010年10月5日～2011年9月7日）

第1回勉強会を2010年10月5日（火）に開催し、その後2011年9月7日までに、6回の会議を開催した。

- (1) 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

- (2) 第2回勉強会 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

- (3) 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

- (4) 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

- (5) 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) 艤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

(6) 第3回勉強会 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

2. 3. 2 後期勉強会 (2011年11月9日～2012年3月13日)

「船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会」と「船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会」の2つに分けて勉強会を実施した。最後の会議は合同で行った。

2. 3. 2. 1 船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会

(1) 第1回勉強会 2011年11月9日(水) 於：船技協会議室

- 1) 次期プロジェクト：船舶建造高品質化・効率化技術の調査研究について
- 2) 勉強会計画書(案)
- 3) 造船向けレーザー溶接技術の現状と課題(案)
- 4) 講演
 - ①レーザー溶接技術(造船向けレーザー溶接技術-1(基礎))
 - ②最新のファイバレーザー技術とアプリケーション事例の紹介

(2) 第2回勉強会 2011年12月18日(水) 於：船技協会議室

- 1) 前回議事録の確認
- 2) レーザー溶接技術中間報告
- 3) 船舶建造におけるレーザー溶接適用に関する検討
- 4) MEYER WERFT 造船所のレーザー溶接の紹介(ビデオ)
- 5) 講演
 - ①深溶け込み溶接及びハイブリッド溶接について
 - ②レーザーアークハイブリッド溶接ガイドラインについて

2. 3. 2. 2 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会

(1) 第1回勉強会 2011年12月15日(木) 於：船技協会議室

- 1) 次期プロジェクト：船舶建造高品質化・効率化技術の調査研究について
- 2) 勉強会計画書(案)
- 3) 船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会
- 4) 講演
 - ①人間の位置計測技術と位置情報利用の現状
 - ②「パナソニックの工場見える化システム」のご紹介
 - ③「画像モニタリングによる製造現場改善～作業時間の自動計測と目視確認・判断の省力化」
 - ④位置検出技術による可視化の事例

(2) 第2回勉強会 2012年1月20日(金) 於：船技協会議室

- 1) 前回議事録の確認
- 2) モニタリング技術に関する委員の要望等(アンケート結果)

3) 講演

- ①ネットワークカメラによる造船工場の作業・安全観測
- ②ビデオ画像処理による作業情報の抽出
- ③建設現場における情報化技術による効率化について

(3) 第3回勉強会 2012年2月22日(水) 於：船技協会議室

1) 前回議事録の確認

2) 船舶の建造工程におけるモニタリング技術の活用の調査研究(仮称)来年度の事業計画イメージ

3) 講演

- ①生産工程計画技術のご紹介～「GP4」を中心として
- ②検知/モニタリング技術の整理
- ③造船海事産業における三次元レーザースキャナーの活用事例

2. 3. 2. 3 レーザー/モニタリング合同勉強会 2012年3月13日(火) 於：船技協会議室

1) 前回議事録の確認

2) 勉強会の検討経緯

3) 「船舶建造高品質化・効率化技術の調査研究」全体計画(案)

4) 高精度な建造システムの実現

5) 話題提供

6) レーザー溶接に関する文献調査等最終報告

7) レーザー溶接実験計画(案)

8) モニタリング技術のまとめ

9) モニタリング技術の実験計画(案)

10) 報告書目次案

． 結言

今回実施した2つの勉強会、

「船舶建造効率化のためのレーザー溶接技術に関する勉強会」

「船舶建造効率化のためのモニタリング技術に関する勉強会」

は、「レーザー溶接技術」と「モニタリング技術」の2つのテーマを次年度にプロジェクト化するためのフージビリティ・スタディとして実施したものである。その結果、

「船舶建造高品質化・効率化技術の調査研究」

という名称で2つのテーマは統合され、日本財団の助成を受けて実プロジェクトとして2ヵ年計画で推進することになった。これまで、約2年間に亘って実施してきた「船舶建造効率化のための情報技術に関する勉強会」は実プロジェクトとして実を結ぶこととなった。今後は、この実プロジェクトを達成し、所要の成果をあげる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青山 和浩 東京大学教授、片山 聖二 大阪大学教授、
(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。