

# 大型船体平行部の高精度な建造のためのレーザー・ アークハイブリッド溶接の適用に向けた基礎研究

内野, 一成

<https://hdl.handle.net/2324/4475075>

---

出版情報 : Kyushu University, 2020, 博士 (工学), 課程博士  
バージョン :  
権利関係 :

氏 名： 内 野 一 成  
論 文 名： 大型船体平行部の高精度な建造のための  
レーザ・アークハイブリッド溶接の適用に向けた基礎研究  
区 分： 甲

### 論 文 内 容 の 要 旨

造船業界では船体の建造にアーク溶接が多く用いられており、溶接入熱が原因で生じる溶接変形によって、ひずみ取りと呼ばれる変形の矯正作業や後工程での船体ブロック精度の悪化を招いており、船体建造に関係する技術者の間では、溶接変形を抑制することは永遠の課題だと認識されている。そこで、アーク溶接に置き換わる新技術として期待されている溶接法が、溶接変形の抑制効果を有するレーザ溶接とルートギャップ裕度に優れる従来のアーク溶接の両者の利点を活用できるレーザ・アークハイブリッド溶接（以下ではハイブリッド溶接と称する）である。

特に欧州をはじめとする海外造船所では盛んに研究が行われ、客船などを建造する造船所では実適用が進んでいる。一方国内を見ると、近年では造船所向けの研究事例もいくつか報告されているものの実船への適用として公知されている事例はごく僅かである。その理由として、国内造船所の多くは、原油や石炭・鉄鉱石などを運ぶタンカー、バルクキャリアに代表される一般商船を主力製品としており適用される板厚が厚いこと、そして現有の切断設備によって得られる開先精度ではハイブリッド溶接に求められる許容値を達成できないことが挙げられる。一般商船において強度部材と称される船体の強度を担保するための構造部材の板厚は 10 mm 以上、接合部長さも 20 m を超える部分もあり、建造時のルートギャップ裕度として 2mm 程度は許容する必要もある。このような現状を鑑み、大学や船級、造船所他、多数の関係者が参画した共同研究委員会も発足されたが、現在までの研究報告からはハイブリッド溶接が造船所に広く普及する技術になったとは言い難い。

すなわち、一般商船の船体を構成する厚板の接合にハイブリッド溶接を利用するためには、現状の船体建造工程で許容されている開先裕度に対応でき、かつ、開先加工時にも機械切削やレーザ切断などの比較的成本が高い加工を適用すること無く、船体強度部材レベルの板厚や接合長に対してハイブリッド溶接を適用可能とすることが必要である。また、レーザに対する作業者の安全性を考慮すれば、ハイブリッド溶接施工を実施する場所は遮光などの区画制限が要求されるため、ロボットなどによる自動施工とする必要がある。これらの観点から船体構造を眺めると、船体平行部の板継溶接や、平行部板材にロンジと称されるスティフナを接合するなどの工程であれば、初期コストを考慮しても導入ができるのではと期待される。

そこで本研究では、上述の研究背景を考慮し、船体平行部の板継接合を想定した突合せ継手をハイブリッド溶接で製造することを前提として、造船所に普及するための課題を克服する新しい工法について検討した。なお、想定した突合せ継手の製造では、片面多電極サブマージアーク溶接が適用されることが多いが、長尺の大入熱溶接であるため、著しい角変形が生じることが多く、現状の船体建造工程にハイブリッド溶接をすぐに導入するとすれば、同溶接法が有するメリットを最大限に享受できる部位であると期待される。

第 1 章は緒論であり、ハイブリッド溶接法の特徴と研究動向について説明し、海外造船所と国内造船所の適用事例を例に挙げながら、造船所に広く普及しない問題点を定義し、本研究の目的を述べた。

第2章では、国内造船所の現有設備と施工法を鑑み、ハイブリッド溶接を適用するための課題と、適用によって得られるメリットについて説明し、本研究のターゲットについて明示した。

第3章では、溶接条件に関する先行実験の結果を纏めた。ハイブリッド溶接はレーザパラメータとアークパラメータの組み合わせが無数に存在するため、ビードオンプレートでの先行実験を行い、各種パラメータが溶接性状にどのような影響を与えるのか検討を行った。

第4章では、造船所で一般的に用いられている溶接補助材料である開先充填材およびセラミック製裏当て材を利用し、ハイブリッド溶接による突合せ継手製作の検討を行った。

第5章では、NCプラズマ切断において微小な切断角度を設定し、溶接裏面に向かって広がる $\Delta$ 形の開先に加工した突合せ継手製作の検討を行った。

第6章は結論であり、本研究の総括と将来課題を述べた。