

レーザ・アークハイブリッド溶接の船体上部構造適用に向けた研究開発

成松, 久雄

<https://hdl.handle.net/2324/4475073>

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： 成 松 久 雄
論 文 名： レーザ・アークハイブリッド溶接の船体上部構造適用に向けた研究開発
区 分： 甲

論 文 内 容 の 要 旨

世界的な経済の減速と拡大する需給ギャップという厳しい外部環境の中、造船事業を継続し競争力を維持していくためには、既存技術の改善に留まらず革新的な技術を取り入れた次世代の船舶建造技術の基盤を整備し、さらなる船舶建造高品質化・効率化をはかり生産コストを低減していく必要がある。一方で、労働生産人口の減少による熟練労働力の確保が難しくなることが将来的に予想される中、一層の自動化・省人化を図ることも事業継続には必須となる。

レーザー・アークハイブリッド溶接は入熱量が小さく溶接変形を抑えることができる高精度・高品質の溶接技術である。同溶接法は使用する大出力レーザー光が人体に及ぼす影響からの保護の観点から、十分な遮光環境の下でロボットによる自動溶接とする必要があるが、自動溶接であり、近年の製造業全般に検討が加速している IOT 技術との親和性が強いため、建造に資する工数や人員数を大幅に合理化できる可能性も指摘されている。

レーザー・アークハイブリッド溶接の商船建造現場への導入に際して先行する欧州の造船所では、建造船種を客船や艦艇等の薄板を主に使用するものに特化させていることを背景に、10 mm 程度までの薄板における溶接継手の製作に適用している。しかしながら、レーザーを単独で使用する溶接と比較してギャップ裕度に勝るレーザー・アークハイブリッド溶接でも、従来のアーク溶接と比較すると開先裕度に対する制約は厳しいものがあり、溶接施工中に開先近傍を強固に拘束するため非常に大がかりな付帯設備の使用が必要不可欠であるため、多船種プロダクトミックスでの建造を主体とする日本の造船業では、この手法をそのまま導入することは設備コストの観点からも許容できない。

以上述べた背景に基づき、本研究では、レーザー・アークハイブリッド溶接装置を既存生産ラインへの置換導入が容易な汎用性の高い形で開発することを目的とし、溶接変形抑制に対するニーズが高く、強度的な要求条件が比較的低い、船体上部構造の建造への適用を目的に、適用板厚範囲が 12 mm までの片面 1 パス突合せ継手の製造ラインの構築に取り組んだ。なお、実験室レベルの溶接装置とは異なり溶接長 15m 以上の突合せ溶接を安定的に施工するため、溶接線のリアルタイムトラッキング技術を活用した、自律的溶接施工条件制御技術を実装させることにした。

加えて、船体上部構造の建造コストを抑制する観点から、安価なコイル材や型鋼の利用可能性も検討した。

第 1 章では、本研究の背景と目的および論文の構成について述べ、レーザー・アークハイブリッド溶接法の特徴について説明し、同溶接法に関する研究動向と造船分野における適用事例を紹介した。

第 2 章では、一般商船の船殻大組ブロック寸法を想定した、溶接長 15 m の超長尺の突合せ継手及び片側貫通 T 継手製作が可能となるレーザー・アークハイブリッド溶接装置を造船工場の生産ラインに実装するために必要な設備構成を論じ、大掛かりな拘束装置を用いることなく、レーザーセンサーを用いて溶接線のズレとギャップの大きさをモニタリングし、溶接線に倣うと共にギャップに応じてインラインで溶接施工条件を制御するシステムを備えたシステムを構築した。

第 3 章では、15m 長尺溶接試験による技術課題を抽出し、スパッタ及びヒューム対策、ギャップ対策について検討し、適正な仮付けの検証など、リアルタイムに溶接線をモニタリングして溶接条件を制御するトラッキング技術を搭載し、ギャップ変動自律対応型のレーザー・アークハイブリッド

溶接システムを用いて一般商船の船体構造に適用されるレベルの長尺溶接を実施するにあたっての種々の課題解決に取り組んだ。

第4章では、レーザ・アークハイブリッド溶接で突合せ継手を作成する場合の溶接条件作成について論じ、代表例としてKA材12mm厚の溶接条件を紹介し、その継手性能についての調査結果を報告した。

第5章では、溶接変形抑制に対するニーズが高く、強度的な要求条件が余り厳しくなく主に軟鋼材が適用される船体上部構造の建造への適用を目的に、レーザ・アークハイブリッド溶接を用いた上部構造の製作に適したT継手溶接条件に関する検討を行った。

第6章では、強度的な要求条件が余り厳しくなく主に軟鋼材が適用される船体上部構造の製作において、建造コスト低減の観点からコイル材の使用範囲拡大を念頭に、板厚5.5mmのKA規格材を用いてコイル材とシート材の性状差異や熱加工難易度の違いを調査検証した。合わせて、国産鋼材に対して価格優位性を有する海外材との比較も試みた。

第7章はまとめであり、本研究の総括を記す。