

## REM添加ワイヤを使用したレーザ・アークハイブリッド溶接の船体建造工程への適用拡大に向けた検討

後藤, 浩二  
九州大学

中田, 智也  
九州大学

内村, 友哉  
九州大学

安藤, 彰芳  
JFEスチール (株)

他

<https://hdl.handle.net/2324/4822577>

---

出版情報 : Preprints of the National Meeting of JWS. 111, 2022. JAPAN WELDING SOCIETY  
バージョン :  
権利関係 :

# REM 添加ワイヤを使用したレーザー・アークハイブリッド溶接の 船体建造工程への適用拡大に向けた検討

九州大学 ○後藤 浩二, 中田 智也, 内村 友哉  
JFE スチール (株) 安藤 彰芳, 松下 宗生,  
半田 恒久, 伊木 聡

Study on the Application of Laser-arc Hybrid Welding with REM Additive Welding consumables  
in the Hull Construction Stage

by GOTOH Koji, NAKADA Tomoya, UCHIMURE Tomoya, ANDO Akiyoshi, MATSUSHITA  
Muneo, HANDA Tsunehisa and IGI Satoshi

キーワード : レーザ・アークハイブリッド溶接, REM 添加ワイヤ, 船体建造 Keyword:  
Laser-arc Hybrid Welding, REM (Rare Earth Materials) Additive Welding consumables, Hull  
Construction Stage

## 1. 緒言

レーザー・アークハイブリッド溶接 (LAHW) は溶接変形を大幅に抑制できるため, 船体建造工程における変形矯正工程を大幅に削減できると期待されている. また, 同溶接法において REM 添加ワイヤを使用することでスパッタ量が大幅に低減できるため, 塗装下処理の簡略化にも寄与することが期待される. 本研究では, LAHW に REM 添加ワイヤ (KC-550, JIS Z 3312: YGW18 相当) を適用する溶接法の一般商船建造への導入拡大を目的に, 船体用圧延鋼材 KE36 (板厚 16 mm) を供試材として施工承認試験での施工溶接長に相当する溶接長を有する突合せ継手 (溶接長 1,000 mm, I 形で機械加工による開先) を製作し, 継手特性 (強度, 靱性, 疲労) や溶接部組織について検討した.

## 2. 溶接施工条件とビード外観

溶接施工条件は, レーザ出力 12 kW, アーク電流 400 A, 電圧 36 V, 溶接速度 1,600 mm である. Fig. 1 に溶接後のビード外観の一例を示すが, LAHW に REM 添加ワイヤを採用することでスパッタを大幅に低減できることを確認した.



Fig. 1 Example of weld bead appearance (front side, around 600 mm weld length).

## 3. 突合せ継手の特性評価

日本海事協会による LAHW ガイドラインに沿って継手の力学特性を評価した. 継手引張試験及び側曲げ試験結果を Fig. 2 に示すが, ガイドライン要求を満足することを確認した. また, シャルピー衝撃試験結果を Fig. 3 に示すが, KE36 の試験温度 -20 °C における規格値 (23 J) を上回ることに加え, 試験温度 -60 °C での試験でも規格値を上回ることを確認した. なお, 非破壊試験 (RT, UT) も実施したが有害な欠陥は確認されなかった.

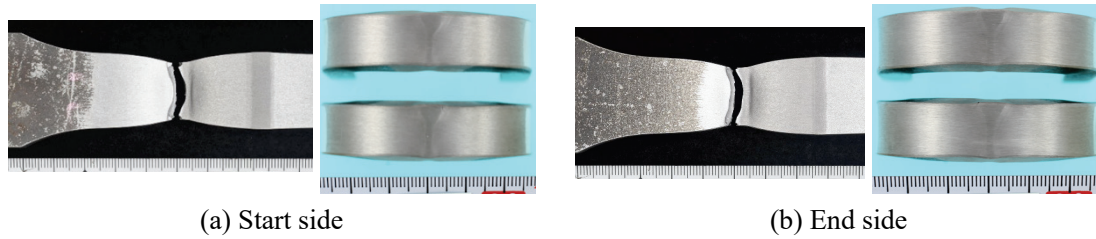


Fig. 2 Appearance of specimens after tensile and side bend tests.

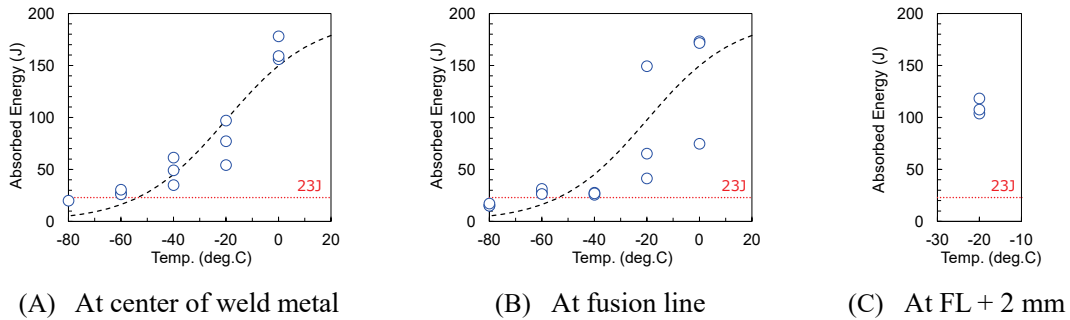


Fig. 3 Result of Charpy impact test.

### 3. 疲労強度特性

突合せ継手から溶接線直角方向に軸力を付与する試験片を抽出して疲労試験（応力比 0.05）を実施した。結果を Fig. 4 に示す。同図には CO2 溶接による継手との比較のため JSSC D curve も併記した。Fig. 2 から、ハイブリッド溶接継手の疲労試験結果は、JSSC D curve よりも上側に位置すること、有限寿命領域の勾配の観点から判断すると、アーク溶接継手よりも良好な耐疲労性能を有することが確認できる。

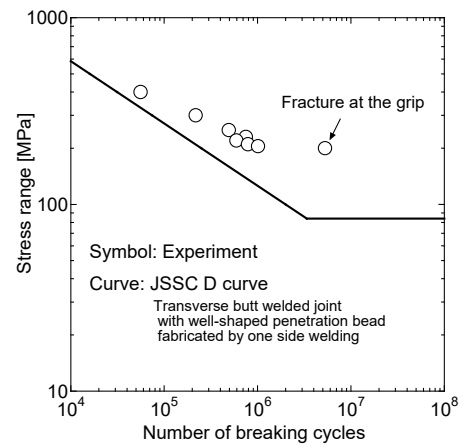


Fig. 4 S-N curves.

### 4. 突合せ継手溶接金属部のマクロ及びミクロ組織観察と溶接金属成分分析

溶接金属のマクロ観察では無欠陥であることを確認した。ミクロ観察では溶接金属上部において強度と靱性確保に必要なアシキュラーフェライト組織を確認した。一方、溶接金属中央及び下部で靱性が劣るベイナイト組織の形成を確認した。溶接材料の改善ならびに溶接施工法の改善などにより、アシキュラーフェライト組織の形成を助長させることが必要であると推察される。EPMA による金属成分分析では、溶接金属の表面側と裏面側で成分（Mn, Cr, Cu, Ti）が大きく変化していることが確認された。

### 5. 結言

LAHW に REM 添加ワイヤを適用する溶接法の一般商船建造への導入拡大を目的に、継手特性（強度、靱性、疲労）について検討し、同溶接法の有用性を確認した。実船建造への導入に向けて、適用可能板厚やギャップ裕度について一層の拡張が期待される。