

低変態溶接溶接材料による伸長ビード溶接法（日本海事協会承認）

国際産学連携溶接計算科学研究拠点リーダー 麻 寧緒

船舶修繕工事での活用に向けて、大阪大学、長崎総合科学大学、(株)三和ドックが研究主体となり、研究開発を進めてきた「低変態温度溶接材料を用いた伸長ビード角回し溶接法（LTT 伸長ビード溶接法）」(図 1) が、日本海事協会（NK）の溶接施工法承認を取得しました。これによって実船への試適用が可能となり、実用へ大きく踏み出すこととなります。

本研究開発は、船舶に生じた疲労亀裂の再発を防止するためには、応力状態を把握した上で構造の変更や増厚を行う必要がありますが、限られた修繕期間では抜本的な対策を採れないケースが少なくありません。

LTT 伸長ビード溶接法を適用すれば、溶接を行うだけで疲労強度が大幅に向上する*1ため、有効な再発防止策となることが期待され、これを実証するため、科学技術振興機構 研究成果最適展開支援プログラム(A-STEP)*2の支援により研究開発を進めてきました。

一般に溶接部には溶接金属の収縮により大きな引張残留応力が発生しますが、低変態温度(LTT)溶接材料は冷却過程で変態膨張を生じたまま室温に至る(図 2)ため、大きな圧縮残留応力を発生させることが出来ます。この性質をうまく利用し、疲労亀裂の発生が多い角回し溶接部の疲労強度向上を目指して研究開発を行いました。

修繕工事では全姿勢溶接に対応できることが必須であり、これに対処できる CO₂ 溶接用低変態溶接材料を神戸製鋼所(株)と共同して取り組み、数値解析にて伸長ビードに大きな圧縮残留応力を生成できることを確認しながら、伸長ビード溶接に最適な LTT フラックスコアードワイヤ (DW-168FP) を開発しました。

また、アドバイザーとして、矢島材料強度研究所、志賀強度・接合研究所、日本郵船(株)に参加頂き、船修繕現場の環境や制約条件を念頭に、下向・横向・立向上進・上向の全溶接姿勢で適用できる施工法(図 1)の確立を行うと同時に、開発した LTT 溶接金属の靱性/延性特性や耐腐食性、耐溶接割れ性等に問題が無いことも確認してきました。

そして、開発した新 LTT 溶接材料を用いて実施した多数の疲労試験により、下向・横向・立向上進の3姿勢では目標とした従来比4倍以上を、6倍打切レベルの疲労寿命延伸(疲労強度では1.8倍以上)で達成し(図 3)、上向姿勢も一部課題は残るものの十分な寿命延伸が見込まれる結果を得ました。今後は今回承認された溶接施工法に従い、実船への試適用を進め、効果の検証を行っていきます。

また、本溶接法は船舶修繕に限らず、新規溶接構造物などの疲労寿命向上にも貢献できる技術であるため、他分野への応用についても展開していく予定です。

*1：日本海事協会(NK)の業界要望による共同研究スキーム(2012-2015)

*2：科学技術振興機構 A-STEP プログラム(VP3031808871(2018-2019)と JPMJTR202D(2020-2022))

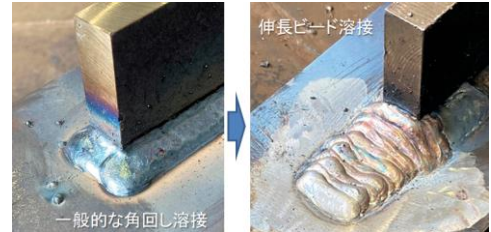


図1 LTT伸長ビード溶接(立向上進姿勢時)

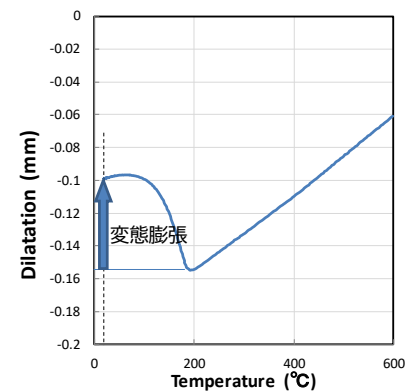


図2 LTT(DW-168FP)溶接金属の一例

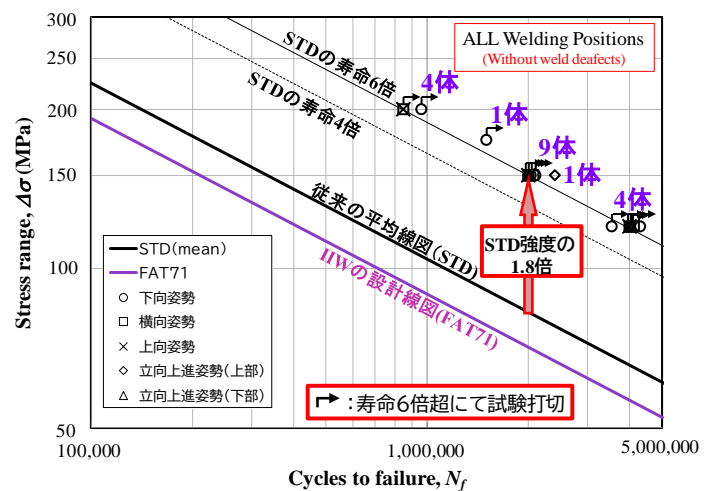


図3 打切繰り返し数まで到達した未破断の全姿勢の疲労試験体の結果