

欧州の溶接技術と疲労寿命改善対策の動向調査

中山 伸
三菱重工株式会社

1. はじめに

この度、日本船舶海洋工学会の若手研究者・技術者活性化事業にかかわる海外派遣により、平成19年10月30日から11月10日まで欧州に渡航しましたので、ここに報告致します。

2. 目的

近年、船舶の生産性の向上に対するニーズが高まり、船体へのハイブリッドレーザー溶接やFSW(Friction Stir Welding)などの生産性の高い溶接施工法の適用が注目されている。特に欧州では、世界に先駆けてハイブリッドレーザー溶接が船体に適用されており、船級協会などを含めた技術動向を把握することは、国際競争力確保の観点から重要であると考えられる。

また、CSR(Common Structural Rules)などの導入に伴って、UIT(Ultrasonic Impact Treatment)処理などの溶接継手の疲労強度の改善技術に対するニーズが高まってきており、これらの技術動向を把握することが重要と考えられる。

そこで今回の訪問では、レーザー溶接などの溶接技術に関する船級協会の動向調査、およびUIT処理などの疲労強度改善処理の動向調査を目的とし、表1のスケジュールで訪問した。著者は材料/溶接関係の研究活動に従事しているが、船級協会の材料/溶接担当者と直接議論を交わす機会がなかったため、今回の訪問では船級協会の担当者との面識を得ることも目的とした。

表1 訪問スケジュール

日付	訪問先/経路
10/30	中部国際空港→オスロ(ノルウェー)
10/31	Det Norske Veritas
11/1	オスロ→ハンブルグ(ドイツ)
11/2	Germanischer Lloyd
11/3	ハンブルグ→ロンドン(イギリス)
11/5	Lloyd's Register
11/6	The Welding Institute
11/7	ロンドン→ノルショーピン(スウェーデン)
11/8	sapa
11/9	ノルショーピン→パーペブルグ(ドイツ)
11/10	Meyer Werft
11/13	フランクフルト→関西国際空港

3. 調査結果

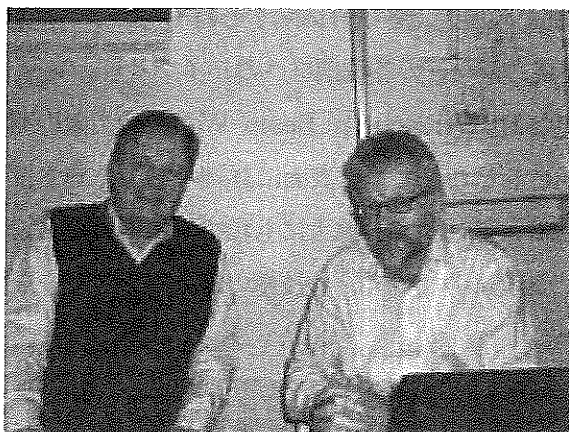
(1) Det Norske Veritas

DNV では、Malthimussen 氏に取りまとめ頂き、レーザー溶接、および UIT 処理、疲労強度評価に関して打ち合わせを実施した。

DNV はハイブリッドレーザー溶接の実船構造への適用に関する研究開発を実施し、ハイブリッドレーザー溶接のガイドライン¹⁾を整備している。

UIT 処理は、修造船に対して適用実績はあるが、新造船に対しての適用実績は無いようである。UIT 処理の効果に関しては、実船環境を考慮した上での検証が必要との見解で一致した。

内圧が作用する管の不安定破壊発生を防止するためにアレスト設計委員会と同様の活動をパイプライン関連の研究活動で取り組み中とのことである。



Lohne 氏(左)と Marthinussen 氏(右)

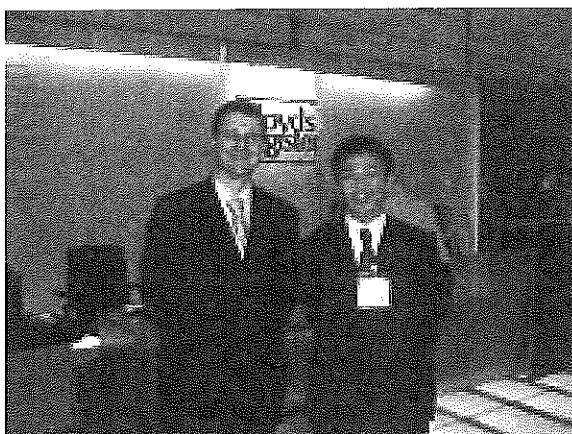
(2) Lloyd's Register

LR では、材料関係の統括者である Howarth 氏に手配頂き、実務担当者の Przydatek 氏らと打ち合わせを行った。

レーザー溶接に関しては、欧州 5 船級でまとめたガイドラインをベースに、継手強度の要求特性を策定しており、LR のガイドライン²⁾として整備しているようである。Przydatek 氏からは、この他にレーザー溶接に関して実施工現場特有の問題点等の貴重な情報もご紹介頂いた。

UIT 処理については、LR も実船環境での効果を検証する必要があると考えているようであり、耐食性などを含めた UIT 効果の検証試験を別途実施している機関があるとの情報を頂いた。

なお、LR 訪問に先立ち、短時間ながら GL でも疲労関係の意見交換を行った。



Przydatek 氏(左)と著者(右)

(3) The Welding Institute

TWI では、Wylde 氏に取りまとめ頂き、各項目に関する打ち合わせを実施した。

TWI では、高グレード鋼や高張力鋼などの各種鋼材へのハイブリッドレーザー溶接の適用性の検証³⁴⁾や真空度の低い環境で接合可能な EBW(Electron Beam Welding)装置の開発等に対する取り組み状況、および電子ビームを磁力で湾曲させることで鋼材表面に詳細な加工を施す技術等を紹介して頂いた。また、FSW の開発元として、FSW の適用対象の拡大にも積極的に取り組んでいる。

TWI の技術者は、基礎技術の開発のみでなく、各技術の応用範囲までを見据えた上で研究活動をおこなっていることに感銘を受けた。



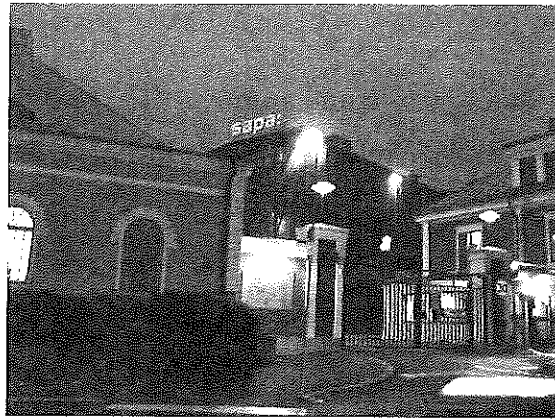
著者(左)と Wylde 氏(右)

(4) sapa

sapa は、ノルショーピン市(スウェーデン)近郊のヒンスポングという都市にアルミ押し出し型材と FSW パネルの製造工場を有している欧州ではシェア 3 位を誇るスウェーデンのアルミ押し出し型材のメーカーである。近年、北米 3 位の Alcoa と合併し、世界的なシェアの拡大に取り組んでいる。

FSW 継手は、DNV、LR などの主要船級協会の承認を得ており、欧州の造船会社に納入している。

Sapa では、工場の機器の稼働状況、生産状況等を管理する特別な管理室などは設置しておらず、工場内の LAN に接続することで、これらの状況を把握することができるようなシステムを構築していた。



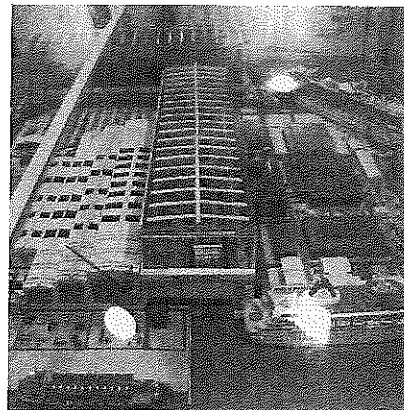
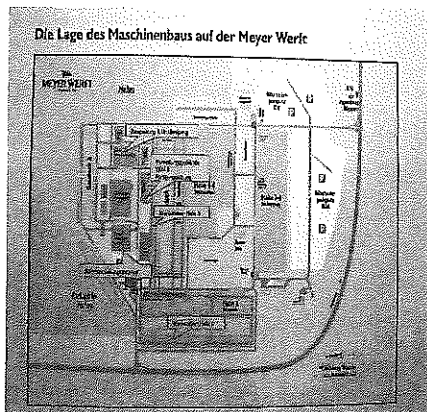
sapa ヒンボング工場にて

(5) Meyer Werft

Meyer 造船所の見学は、パーペンブルグ市の観光協会が主催する一般見学に参加した。

Meyer 造船所では、全ての工程が屋内で実施されており、主要ドックの外周に沿って見学コースが配置されており、建造中の客船の組み立て状況が確認できるようになっていた。

また、見学コース内に展示されていた船体構造モデルでは、骨材の隅肉溶接部にハイブリッドレーザー溶接が適用されているのを確認できた。



Meyer 造船所レイアウト

4. おわりに

今回の訪問では、欧州船級協会の担当者との面識を深めることができた上に、念願であった TWI を訪問することができ、非常に貴重な経験をさせていただきました。

最後になりましたが、このような機会を設けて下さった、日本財団および日本船舶海洋工学会の関係各位に深く感謝いたします。

参考文献

- 1) DNV Guidelines No. 19 Qualification and approval of hybrid laser welding, April 2006
- 2) Guidelines for Approval of Laser Welding, Lloyd's Register, May 2005.
- 3) CM Allen, Hybrid laser-MAG welding procedures and weld properties in 4mm, 6mm, and 8mm thickness C-Mn steels
- 4) C.H.J Gerritsen, C.M. Allen, Development and Evaluation of CO₂ Laser-MAG Hybrid Welding for DH36 Shipbuilding Steel

2007 年度若手研究者・技術者海外派遣

派遣者氏名	中山 伸
派遣者所属	三菱重工業(株)技術本部長崎研究所
調査テーマ	欧州の溶接技術と疲労寿命改善対策の動向調査
訪問国	ノルウェー，イギリス，スウェーデン，ドイツ
派遣期間	2007 年 10 月 31 日～11 月 10 日
紹介者	
1. DNV/並川氏	Det Norske Veritas
2. LRS/武田氏	Lloyd's Register
3. TWI/福田氏	UK Dodwell
4. GL/Niederstucke 氏	Germanisher Lloyd
訪問先面談者 所 属	
a Marthinussen 氏	Det Norske Veritas
b Przydatek 氏	Lloyd's Register
c Wylde 氏	The Welding Institute
d. Pollicino 氏	Germanisher Lloyd
調査内容(1)	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 船殻構造への Laser 溶接/Hybrid Laser 溶接の適用状況 ・ 継手の疲労強度改善技術(特に UIT 処理)の適用状況 ・ 極厚板溶接継手の靱性確保に対する研究活動 <p>DNV はハイブリッドレーザー溶接の実船構造への適用に関する研究開発を実施し、ハイブリッドレーザー溶接のガイドラインを整備している。</p> <p>UIT 処理は、修造船に対して適用実績はあるが、新造船に対しての適用実績は無いようである。UIT 処理の効果に関しては、実船環境を考慮した上での検証が必要との見解で一致した。</p> <p>内圧が作用する管の不安定破壊発生を防止するためにアレスト設計委員会と同様の活動をパイプライン関連の研究活動で取り組み中とのことである。</p>	
調査内容(2)	
<ul style="list-style-type: none"> ・ 船殻構造への Laser 溶接/Hybrid Laser 溶接の適用状況 ・ 継手の疲労強度改善技術(特に UIT 処理)の適用状況 <p>レーザー溶接に関しては、欧州 5 船級でまとめたガイドラインをベースに、継手強度の要求特性を策定しており、LR のガイドライン 2)として整備しているようである。Przydatek 氏からは、この他にレーザー溶接に関して実施工現場特有の問題点等の貴重な情報もご紹介頂いた。</p> <p>UIT 処理については、LR も実船環境での効果を検証する必要があると考えているようであり、耐食性などを含めた UIT 効果の検証試験を別途実施している機関があるとの情報を頂いた。</p>	
調査内容(3)	

- ・ Hybrid Laser 溶接の研究開発動向
- ・ FSW の研究開発動向
- ・ 最新の EBW 応用技術の動向

TWI では、高グレード鋼や高張力鋼などの各種鋼材へのハイブリッドレーザー溶接の適用性の検証 3)4) や真空度の低い環境で接合可能な EBW(Electron Beam Welding)装置の開発等に対する取り組み状況、および電子ビームを磁力で湾曲させることで鋼材表面に詳細な加工を施す技術等を紹介して頂いた。また、FSW の開発元として、FSW の適用対象の拡大にも積極的に取り組んでいる。TWI の技術者は、基礎技術の開発のみでなく、各技術の応用範囲までを見据えた上で研究活動をおこなっていることに感銘を受けた。

調査内容(4)

GL の担当者とは個人的に面識があったため、短時間であるが下記項目に関して討議した。

- ・ 疲労強度評価要領に関する動向

近年、風力発電では、時系列応力解析結果に基づく疲労強度評価が実施されているようである。

特記事項

有益な情報を入手するために、事前に質問内容を具体化することで、下記の項目の調査を完了し、当初目的を達成できたと思います。

- ・ 欧州の船級協会(DNV, LR, GL)での最新の溶接技術の認証動向調査
- ・ TWI での Hybrid Laser 溶接や FSW の技術開発動向、および EBW の応用技術などの最新技術
- ・ アルミ型材のメーカー-sapa の FSW パネルの生産設備の見学