

POD 研究動向と可視化技術 PIV についての調査

正員 犬飼 泰彦*

1. はじめに

この度、日本船舶海洋工学会の若手活性化事業に係わる海外派遣により、2005年11月19日から11月30日にかけて、イタリア・ベルギー・スウェーデン・フィンランドの4つの施設を訪問する機会を与えていただいたのでここに報告する。なお、現在筆者はIHIマリンユナイテッドで流体性能グループに属し、船型やプロペラ設計に従事している。今回の訪問は「POD研究動向と可視化技術PIVについての調査」を目的としている。

周知のように、ここ十数年、欧州ではPODを装備した船が次々に建造されている。一方、日本では、高速フェリーへのCRPOD採用やSuper-Eco-Ship等目覚ましい成果はあるものの、欧州に比べるとPOD採用実績は比較にならないほど少ない。環境負荷の少ない電気推進船への関心は増す一方であり、弊社も含め日本の造船所にとって今はまさに研究段階から実機採用への過渡期であると言える。そこで、今回、POD実績の豊かな欧州を訪問先に選び、流体力学の観点から欧州におけるPODの取り組み、実機採用時の問題点や注意点などを聞くこととした。特に推進性能に及ぼす尺度影響は興味深いテーマの一つであり、発表論文を見渡してもまだ分からないことが多いようである。そうした問題の解明にはまずPOD周りの複雑な流れ場の精査が不可欠であると思われる。流体の可視化技術として従来のLDVに代わるPIV (Particle Image Velocimety) が大きな注目を浴び、欧州では各産業を股に掛けたPIVNET2というプロジェクトが進行している。そこで今回PIVNET2参加機関を訪れて最新の流れ場計測法についても同時に調査することとした。

2. 調査目的とスケジュール

表1に調査スケジュール及び訪問先を示す。PIVについてはPIVNET2参加機関であるINSEAN、

表1 調査スケジュール

11月19日(土)	成田→ローマ着
11月20日(日)	休日
11月21日(月)	INSEAN 訪問
11月22日(火)	ローマ→ブリュッセル着
11月23日(水)	VKI 訪問
11月24日(木)	ブリュッセル→ヨーテボリ着
11月25日(金)	SSPA 訪問
11月26日(土)	ヨーテボリ→ヘルシンキ着
11月27日(日)	休日
11月28日(月)	ABB 訪問
11月29日(火), 30日(水)	ヘルシンキ→成田着

VKI (Von Karman Institutue), PODについてはABB, SSPAを訪問して調査を行った。

3. 調査内容

3.1 INSEAN

ローマから地下鉄とバスを乗り継いで1時間くらいのところにあり、草原の中にポツリと研究施設棟が建っている。

INSEANはPIVNET2参加機関の中で唯一船舶関連の研究を行っている機関である。PIVの計測原理はSimpleで以下のように纏められる。

- 1) 流場中に細かい粒子を混入させ、連続的に時刻 T と $T+\Delta T$ にその粒子の写真を撮影する。
- 2) ΔT の時間に粒子が移動する距離を求めて速度やベクトルを算出する。
- 3) カメラが一つなら2次元流れ、二つなら3次元流れの計測が出来る。

PIVの最大のメリットは広い空間内の同時多点計測が可能であることにある。点計測技法であるLDVで同様の計測を行うと莫大な時間が必要になる。Dr. FeliceとMr. Calcagnoが立ち代りPIVの原理、研究成果などを説明してくれ、夜7時過ぎに警備員が回ってきて追い出されるまで議論は白熱した。研究室のパソコンで見せてもらったプロペラ

* (株)アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド

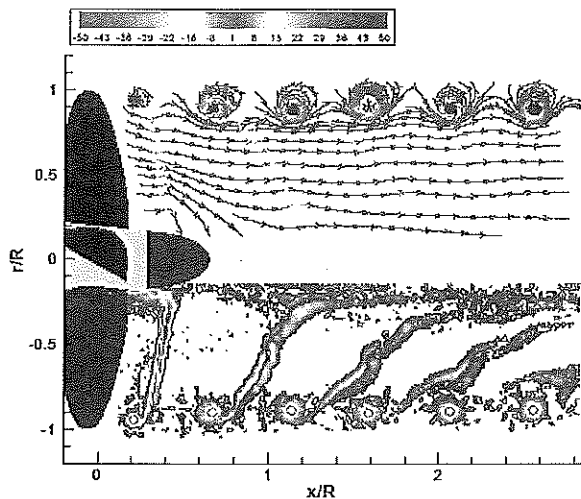


図1 PIV計測例（プロペラ後流）

後流のアニメーションは非常に興味深いものだった（図1）。イタリア海軍からの仕事が多いという立場柄、過度の時間変化が計測できるという長所を生かして潜水艦の音源特定にPIVが活用されることが多いようだ。チップボルテックスの強さなどがビジュアルとともに量的に把握でき、スケッチやVTR等基本的には肉眼に頼る他無いキャビテーション試験に応用すれば現象への洞察がより深まるのではと思った。INSEANでは未実施だそうだが、POD周りの流れ観測にも非常に適しているように感じる。

3.2 VKI

次にPIVNET2参加機関の一つであるVKIを訪れた。ブリュッセルのおもちゃ箱をひっくりかえしたような街並をバスで抜けると森の傍らにVKIが現れる。かの有名なVon Karman氏が設立した施設でNATOの科学者養成学校として機能している。船の研究こそしていないが航空機関連や環境関連のテーマを中心に幅広い研究活動を展開している。それほど大きな敷地ではないが、大小43もの実験施設を持っている。Dr. RiethmullerとDr. TheunissenからVKIの概要、PIVの適用例、PIV画像解析アルゴリズムの研究について説明を受け、その後、敷地内の実験施設の見学をした。PIV適用分野は多岐にわたり、インクを安定して噴出するインクジェットの開発やより効果的なエアカーテンの開発など企業と密着した面白いテーマの研究について今回紹介してくれた。

PIVが多種の研究の強い促進剤になっていることが良く分かった。

夜はDr. Theunissenお勧めのバーに行った。店内にはなんと4000種類以上のビールが並びメ



写真1 VKI入り口に飾られた創設者 Von Karman氏の写真

ニューはタウンページほどの厚さがある。ベルギー名物のムール貝をつまみに飲むビールは格別においしかった。

3.3 SSPA

順々に北上していき、POD調査の訪問先としてスウェーデン第2の都市ヨーテボリの街中に位置するSSPAを訪れた。気温はローマ、ベルギーと比べると断然寒くなり雨が降りがちな天候になる。雨でも傘を差さない地元の人たちの姿が目立つ。聞くと雨はよく降るから傘は持ち歩かないし差しもしないと言っていた。真偽はともかくあの寒さの中びしょ濡れになって歩くのは正気の沙汰とは思えなかった。SSPAではMr. RosendahlにPOD設計時の注意点や取り組みについて話を伺った。よく知られているように欧州ではFASTPOTやOPTIPOD等大規模なPOD開発プロジェクトが組まれており、SSPAもそのプロジェクトに参加している。実船の性能推定法、尺度影響の考え方等について詳しく聞きたかったが、実船搭載で実際に問題になるキャビ

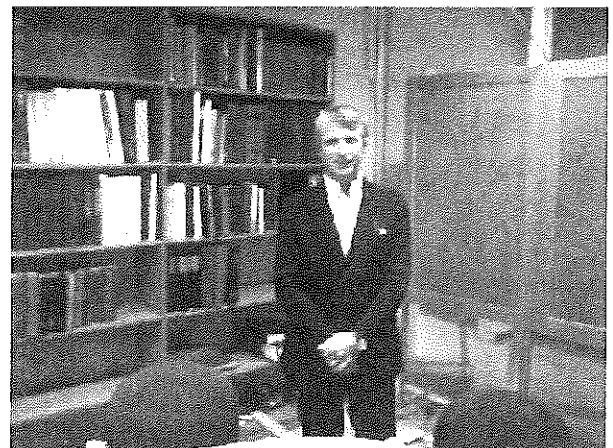


写真2 Mr. Rosendahl (SSPA)

テーションの問題や船型や POD 形式を含めた最適設計に注力しているようで話の大部分がそれに関するものだった。今後は船種、船速を包括的にカバーするパラメトリック試験を実施して最適設計手法を確立される予定らしい。あくまで現実的な研究の取り組み方に感心した。

3.4 ABB

最後の訪問先 ABB はヘルシンキに位置し今回の訪問地の中では最北地にあたる。他の土地ではまだ降っていない雪がここでは当然のように降り積もり相当寒い。ABB では流力性能担当者が2名しかおらずあいにく出張中で不在だったため営業の Mr. Hackman が対応してくれた。搭載数、発電機量ともにシェア世界一の POD メーカーであり、氏の「もはやライバルはいない」と自信に満ちた発言が ABB の勢いを表すようで印象的だった。膨大な量のパワーポイントを用意してくれ、AZIPOD の概要や CRP-POD の開発について説明してくれた。その中でも高速フェリーに搭載した CRP-POD の成功に氏が非常に興奮していたのが印象的だった。これまで客船や砕氷船等推進性能以外のメリットで採用する例が多かったが推進効率の優れた CRP-POD 成功でメガコンや他大型商船への搭載という新しいマーケットが一気に広がったと感じている様子だった。25th の ITTC でも触れられているように POD では実機性能推定法が確定しておらず推定値よりも実際の試運転では好成績になることが多いようだ。SSPA でもそうだが、尺度影響についてあまり関心を持っていないのが意外だった。それよりもマーケットを広げる研究、すなわち高馬力化、高速化に対応した POD 開発への取り組みに関心が向っている様子だった。

今回の滞在最後の晩は地元の名物トナカイのステーキを食べに行った。意外にさっぱりとしていてくせがなくおいしい。おつまみに頼んだんにくとマッシュルームのオリーブオイル漬けが非常においしく、家に帰った後、早速我が家のレシピの一つに加わった。



写真3 トナカイのステーキ

4. おわりに

今回の訪問で一番強く感じたのは、EU プロジェクトの規模の大きさと進め方の巧さだ。POD のプロジェクトのように実用化に即した研究を進める一方、PIV のような基礎研究を着実に進める。国家を越えて大規模に応用・基盤技術両面から研究を押し進める EU の底力を強烈に感じた。

一方、これまで推進性能以外のメリットを生かした POD 採用が多かったからか、もしくは日本人ほど細かいことを気にしないからか POD 採用船の馬力推定精度をあまり気にしていないのが意外だった(ただ単に機密事項で聞き出せなかっただけなのかもしれないが)。何れにせよ実機採用経験の多い彼らにとってもまだ POD 尺度影響は難しい問題なのだろう。成熟分野といわれる造船でこのようなまだ誰も分かっていない問題の存在を明確に意識できたことは今回の成果の一つであると考えている。PIV という優れた実験技術と CFD を組み合わせこの難解な問題の解明に一役買えたらと思う。

今回得られたコネクションを継続させるとともに、新しい技術の研究・開発に取り組んでいきたい。

最後に今回このような機会を与えていただいた日本財団と日本船舶海洋工学会及び関係者各位に対し、この場を借りて厚く御礼申し上げます。



犬飼 泰彦 (いぬかい やすひこ)

(株)アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド
基本設計部 流力性能グループ
流体力学

yasuhiko_inukai@ihimu.ihl.co.jp

2005 年度若手研究者・技術者海外派遣

派遣者氏名	犬飼 泰彦
派遣者所属	(株)アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド 基本設計部
調査テーマ	CRPPOD 設計 (特に尺度影響) に関する研究動向及び流体可視化技術 (PIV) についての調査
訪問国	イタリア、ベルギー、スウェーデン、フィンランド
派遣期間	2005 年 11 月 19 日 ~ 11 月 30 日
紹介者	
1. Dr. Fabio Di Felice	INSEAN
2. Dr. M. L. Riethmuller	Von Karman Institute
3. Mr. Lars. Gustafsson	SSPA
4. Mr. Thomas Hackman	ABB
訪問先面談者 所属	
a Dr. Fabio Di Felice	INSEAN
b Dr. M. L. Riethmuller	Von Karman Institute
c Mr. Ted Rosendahl	SSPA
d Mr. Thomas Hackman	ABB
調査内容(1)	流体可視化技術 (PIV) の調査
PIV の原理、取り組み、研究成果について調査した。PIV によるプロペラ後流計測結果やビルジ渦計測結果を見ながら議論を行い、PIV のメリットを理解した。また、計測精度や解析の煩雑さが PIV のデメリットであり、それに対してどのように対応していく予定か説明を受けた。	
調査内容(2)	流体可視化技術 (PIV) の調査
EU プロジェクト「PIVNET2」参加機関の VKI を訪問し、PIVNET2 の全容と VKI の PIV への取り組みについて調査した。各工業分野 (洗濯機、エアカーテン、インクジェット等) への PIV 適用例、PIV 解析アルゴリズムの開発について説明を受けた。	
調査内容(3)	POD 設計に関する研究動向についての調査
EU の POD プロジェクトメンバーである SSPA を訪問し、流体力学的な観点から POD 設計時の注意点や研究の取り組みについて調査した。キャビテーションが厳しく、特に CRPPOD の場合は後方のプロペラのキャビテーションに注意しなければならないことや、今後の高馬力/高速化に対応した POD を開発中であることが分かった。	
調査内容(4)	POD 設計に関する研究動向についての調査
POD 最大手の ABB を訪問し、POD 設計時の注意点や研究の取り組みについて調査した。特に CRPPOD の最新研究動向について、その効果と問題点について詳しく議論した。	

特記事項

PIV という新しい技法について、実験器具、実験結果を目の前に説明を受け、刺激的で非常にためになる調査が出来たと考えている。特に POD 周りの複雑な流場を計測するのに最適な計測法であることがよく分かり、INSEAN, VKI を訪問できたことは今後の研究への応用を考えて非常に良い

経験となった。

また ABB,SSPA 訪問前は POD の尺度影響についてはばかりが気になっていたが、実機搭載に際しキャビテーションや操縦性が重要であることが分かり、今後 POD 設計の機会が出来た際のよい参考になったと考えている。尺度影響についてあまり詳細な話を聞けなかったのが残念だが、実際にまだ尺度影響については実機経験の多い彼等にとっても未解明のことが多いようであり、そのことが分かっただけでも今回の収穫だと考えている。