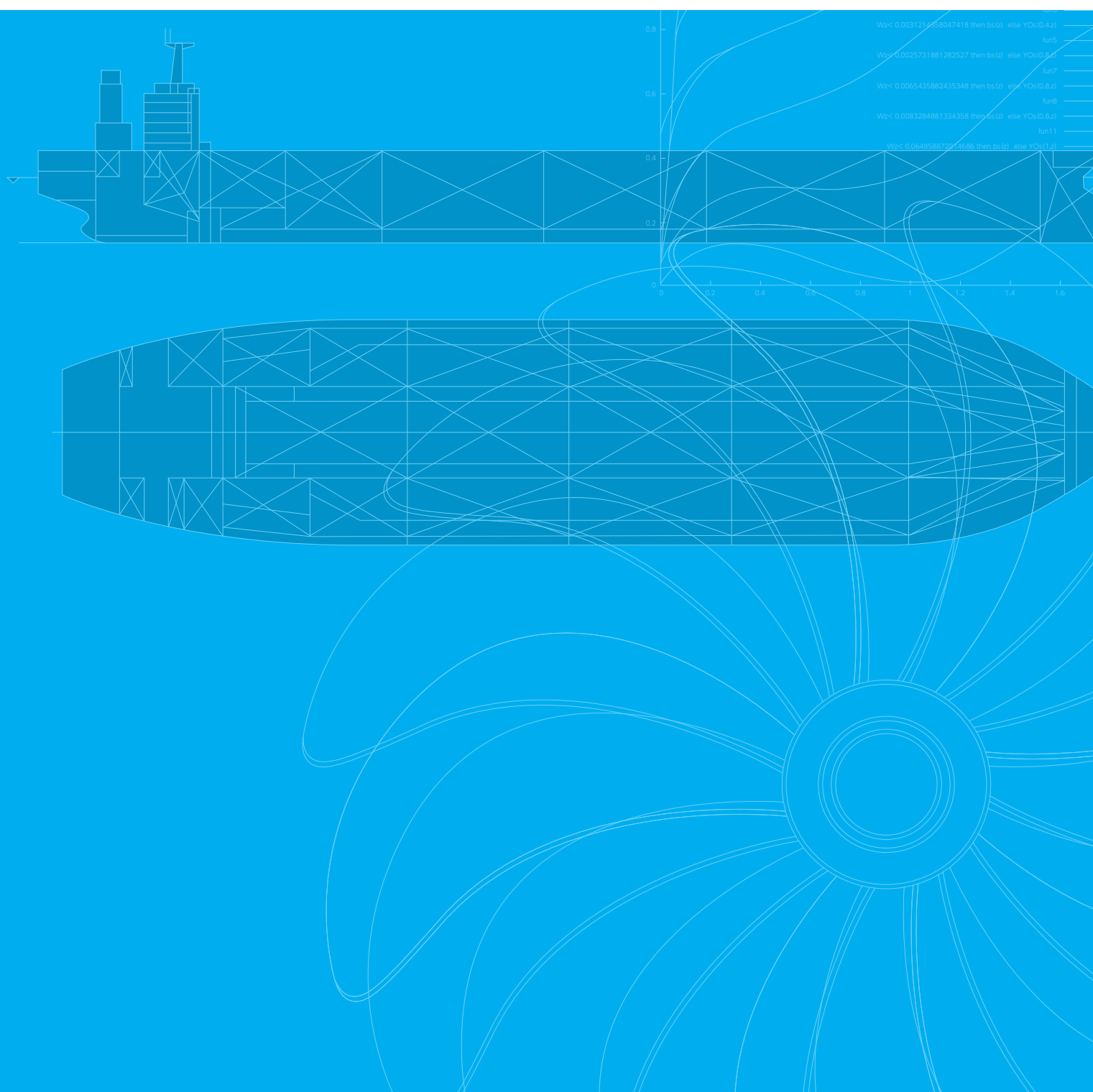


造船の最先端を見つめる技術情報誌

SRC NEWS

Shipbuilding Research Centre of Japan

No.102
JUN 2018



CONTENTS



高速度ビデオカメラ撮影とプロペラ変動圧力の同期計測

3



造船技術設計ノート「高速艇の復原性と安定性」(2)

5



大型消防救助艇「おおえど」が就航
—東京消防庁 臨港消防署に配属—

11



ミャンマー事情

14



造船業におけるレーザ・アークハイブリッド厚板溶接法に係る
共同研究について(その6)

17



国際海事展「SEA JAPAN 2018」に
船尾カットモデル等を出展

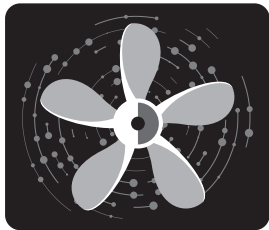
19



当センターは東日本大震災復興キャンペーンを応援しています。

一般財団法人 日本造船技術センター

〒180-0003 東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号 吉祥寺スバルビル3階 TEL 0422-40-2820 FAX 0422-40-2827



高速度ビデオカメラ撮影と プロペラ変動圧力の同期計測

1.はじめに

商船が実船装備するプロペラでは、作動状態においてキャビテーションが発生している。しかしながら、通常、プロペラはキャビテーションを考慮して設計されるため、実際に悪影響が出る事は滅多にない。一方、プロペラ効率を向上させるような設計をしようとすると、キャビテーションが大きくなるという関係があるため、多少キャビテーションが大きくても悪影響が出ないような高効率プロペラを模索しているというのが、商船用プロペラ設計の最前線である(例えば、文献1)等)。

つまり、高効率プロペラは高い効率と引き換えにキャビテーションが多少大きくなるような設計をせざるを得ないが、そのキャビテーションが船体、舵、プロペラに対して悪影響を及ぼさなければ、問題ないという事である(近年、海棲生物への悪影響を心配する声が上がリ、研究が始まっているが、ここでは紙幅が限られているので省略する)。プロペラキャビテーションの悪影響は、2種類あり、1つはキャビテーションエロージョンによるプロペラ損壊であり、もう1つはキャビテーションによるプロペラ変動圧力の増加(に伴う、船尾振動の増加)である。

キャビテーションエロージョンについては、SRC News No.87

号で紹介した高速度ビデオ撮影により、キャビテーションの発生から消滅までを詳細に観察する事で、悪影響の有無を大体判断する事が可能になっている。一方、キャビテーション現象は発生から消滅まで時系列的に進捗しているが、変動圧力の評価は周波数領域で行われており、一定の傾向は得られても直接的な関係を把握する事は難しいのが現状である。

今回、当センターが導入した高速度ビデオカメラ撮影とプロペラ変動圧力の同期計測システムは、キャビテーション現象の動画と変動圧力の時系列を同期計測して、可視化する事を可能にするものである。つまり、キャビテーションの発生から消滅までの現象と変動圧力の時系列変化の直接的な関係を把握する事が可能となり、新しい観点、評価軸によるプロペラ設計が期待できる。以下、本システムの詳細について解説する。

2. 同期計測システムについて

本システムは、横河電機社製のXviewerEYE(Xビューワ)を利用して開発したものである。Xビューワは通常のPCにインストールするソフトウェアであり、①同ソフトをインストールしたPC、②フォト

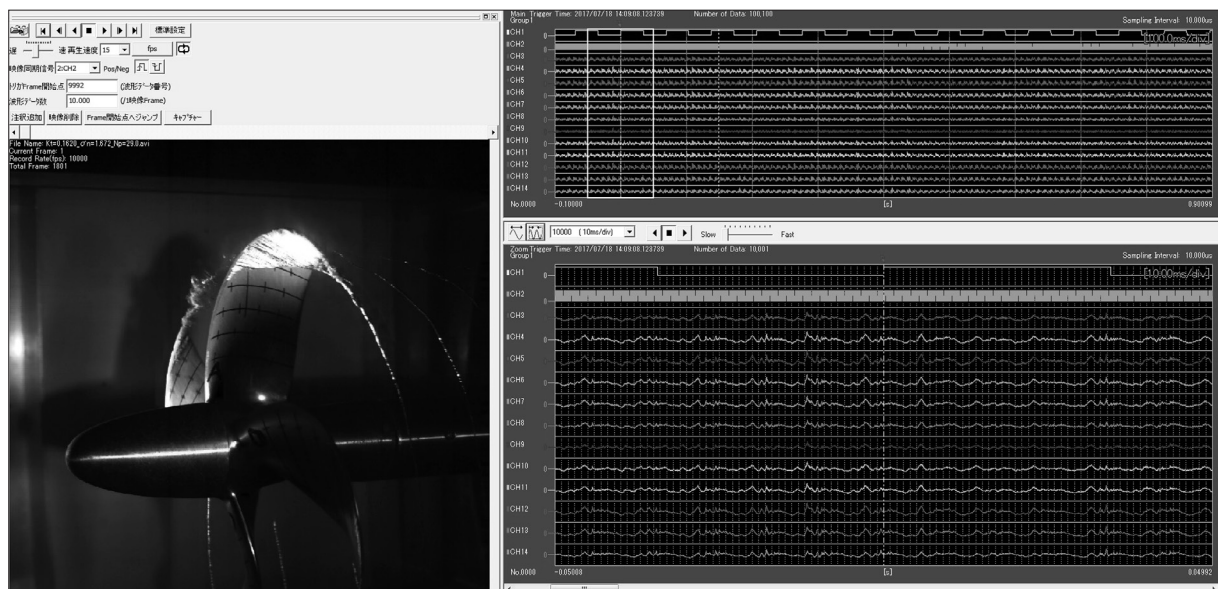


図-1 XviewerEYEインターフェース

ロン社の高速度ビデオカメラ、③横河電機の波形測定器とを相互に接続する事で、動画と波形データの同期計測が可能となる。導入した②高速度ビデオカメラと③波形測定器のスペックは次のとおりである。①のPCは通常の汎用PCであるので、記載を省く。

○高速度ビデオカメラ

フォトロン社製 FASTCAM SA5

キャビテーション撮影時の撮影フレーム数：10,000フレーム/秒

○波形測定器

横河電機社製DL-850

測定Ch数：14(圧力センサ12、プロペラ回転信号1、同期信号1)

キャビテーション撮影時の収録点数：10,000点/秒/Ch

ここで、当センターが行った同期計測の例を示す。図-1がXビューで計測結果を可視化している様子である。左側に撮影された動画、右側に計測された変動圧力の時系列が表示されており、右上は時系列の全体で、右下が時系列を拡大し全Chを表示した状態である。Xビュー上では、動画を再生しながら、それに対応する変動圧の時系列(換算前の電圧値)が表示されている。図-2～図-4にこれらを拡大したものを示す。時系列上の2点鎖線が動画に対応する時刻である。なお、基準翼の翼端がシャフト中心

の直上に位置した時の翼角度が0°である。

これらの図に基づいて、現象の解釈を簡単に試みる。図-2と図-3ではキャビテーションは大きい、十分に発達して安定した状態にあり、そこでの圧力は小さい。そこから急激に圧力が立ち上がり、図-4でピークを迎えている。この時、キャビテーションは翼面から剥がれはじめている状態にある。その後、図-5は、キャビテーションが消失しつつある状態にある。

今回は事例紹介なのでこれ以上の解釈は行わないが、こういった解釈を蓄積し考察を行っていく事で、キャビテーション現象と変動圧力の関係についての理解を深め、プロペラ設計に反映していく事が可能であると考えている。

本計測は、キャビテーション試験の計測項目の一つとして提供しているので、興味がある方は、試験センター企画渉外担当までお気軽にお問合せ下さい。

- 1) 山崎正三郎ほか：限界小翼面積プロペラの研究—第1報
小翼面積プロペラの設計、模型実験と実船実験一、日本船舶
海洋工学会論文集 第18号、2013.

(試験センター技術部 新郷 将司)

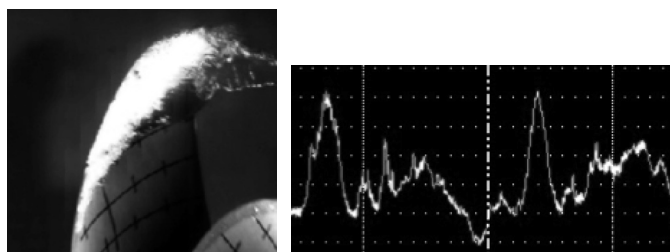


図-2 キャビテーションの様子と時系列(翼角度=40°)

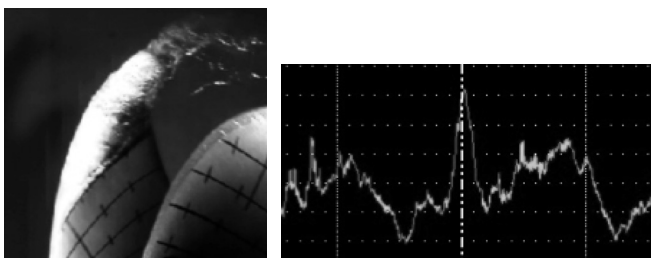


図-4 キャビテーションの様子と時系列(翼角度=60°)

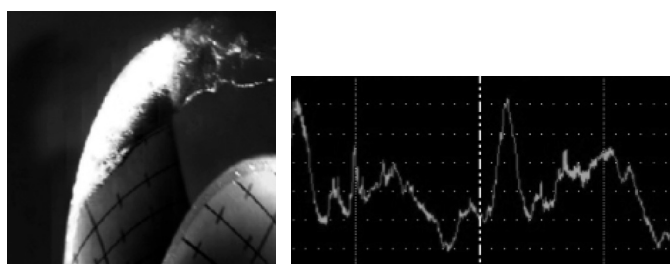


図-3 キャビテーションの様子と時系列(翼角度=50°)

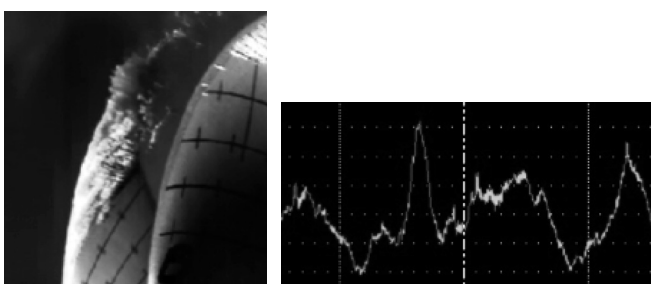


図-5 キャビテーションの様子と時系列(翼角度=80°)



造船設計ノート 「高速艇の復原性と安定性」(2)

はじめに

要請により前回から覚書に類する設計ノートを執筆することになった。もとよりベテランに対してではなく次世代を担ってくれる若人たちの役に少しでも立てばと思う内容である。従って研究論文ではないので文章もさることながら私の思い込みやミスもあるかもしれないことを念頭に置いて読んでいただければ幸いである。

ところで当センターは、国内造船業の現状に鑑みて主に設計ポテンシャルの低下を補い、先達たちの遺産の上にさらに発展させることができればと願い、昨年4月より総合コンサルティング事業室を発足させた。その趣旨(SRC NEWS 100号参照)に基づきこのところNKさんとコラボする形で国内のあちこちでの講演や造船会社等に対して直接間接のご説明をしてきたが、どこでも総論大賛成という意見を多く頂いてその方向性の間違っていないことに意を強くした。しかし、各論を具体的に発展させるに当たり、たちまち困難に遭遇することが多いのが実態でここ数年どう対処すればいいか思案を巡らせてきた。

まず私に特に危機感を抱かせる大きなきっかけとなったのは、意外に知っている人がいなかった欧米での動きであった。その中でも一つ大きく衝撃を覚えた事例を簡単に紹介しておこう。

それは、英国造船業の衰退が決定的になった頃、1985年に国家機関としてのBritish Ship Research AssociationとNational Maritime Instituteを母体として設計コンサルティング専門会社としてBMT(British Maritime Technology)が発足したことである。この英国式戦略とも思える動きにその後も随時フォローしてきたが、水槽機関を有して出発した同社は創立後なんと10年で10倍の発展をし、2017年のAnnual Reportによれば現在では従業員数は1,500人、売上高約250億円、進出国は35か国に達し、R&Dへの投資は売り上げの4%に達してまさに船舶の一生を通じた設計建造管理を含むゆるぎない総合コンサルティング会社に成長している。今やBMTに限らずその他の欧州のコンサルや船級協会はアジア諸国ならず日本国内にも攻勢をかけている実態があることは認識しておくべきである。

翻ってかつて実務で大いにお世話になった素晴らしい「造船設計便覧」を生んだ日本は、それを他国に無断でコピー活用された恨みもあってか中韓国の追い上げの中で競争への目が先んじて、その後各団体、会社は技術上とても閉鎖的になってきた。現在、韓国大手3社だけで設計陣容約1万人を擁しているのに比べ我が国の総勢1万人弱の人材は20~30社に個別分散している。団塊世代を中心とした高齢層の離職をカバーするための若年層の採

用を急いで員数を合わせてきたように見えるが、他の業種に比べて明らかに両層の乖離は開くばかりである。造船各社を下支えしてきた設計会社は、この10年で1/3に減少していて、70%が10名未満、85%が20名未満と規模は小さく専門化され、高齢化が進み総合対応力の低下は否めない。この現状で今後は先に述べたBMTのような欧米の力に頼ることなく追いつき追い越せるものが見込めるのかどうか疑問である。

造船は組み立て労働集約産業である。取り敢えず過去の実績データと道具と設備があれば、所謂太宗船についてはあるレベルにはすぐに追いつくことが可能である。中韓の造船業がその実例に他ならない。ゆえにその後を追っているインド、インドネシア、ベトナムなどはその轍を踏むことよっての成長を目指しているように見える。1隻でも実績ができれば同種のものはお手ものとなる。人材も気の利いたチームがワンギャング揃えばなんとかなる。勿論、追いつき追い越す努力、それは引き続きすべきであろう。

しかし、そうしたところで大学の造船科の数も大幅に縮小した日本はもはやBMTに追いつくことは難しいのではないだろうか。片や造船業の衰退した英国や米国の学会は艦艇があるとはいえRINA、SNAME共に依然として実務面での実力を含めその存在感は大きい事も事実である。

自動車でいえば、中国はガソリン車でのエンジンの開発に追いつこうとするのを諦め、一足飛びに構造の簡単なEV車に方向転換した。気が付けばこの分野での日本の立ち遅れは明らかである。要するに競争社会で生き抜くためには、内外を見つめて戦略的に手を打つタイミングというものがある。ここまで来れば日本の造船技術の維持と発展を強固なものにするためには要するに過去と同じ轍を踏むのではなく異なるパラメータの上での勝負を試みる必要があるのではないか。そこで色々考えた挙句に次の手しかないのではないかと考えるようになった。

当センターは、国内の優に4,000隻近い実船として建造された実績のある船型データを有しており、約10年前からこれらを整理、無次元化してデータベース化し、ニューラルネットワークや遺伝アルゴリズム手法を用いて船型中心の開発システム“SRC Tips”を完成させた。これを活用すれば船型のずぶの素人でも取り敢えずパソコンを使って実績に裏付けられた最先端の性能を持つ船型を瞬く間に創生することが可能となる。同時に当センターの研究で水槽試験に対しても6mクラスの模型試験は「京」を使えばCFDで十分代替が可能なが示されている。

要するに経験上示された轍をそのまま踏むのではなく船型だ

けでなく設計各パートでこれと蓄積されたビッグデータを使って同じことをシステムとして構築すればベテランの指導や教育を待たずして次世代の設計者が先達の到達レベルの設計まですぐに追いつくことが可能になるのである。

今時ディープラーニングを使用したAIなどは急速に発達しつつある。勿論その採否は人が行うのであるが、構築されたデータベースを用いた設計にAIの機能を発揮させてさらに先をいくアイデアを提案できることも可能であろう。国内で培われた設計ポテンシャルを集約して例の設計便覧的なデータベースとシステム構築をするメリットは計り知れなく、過去実績のある船種に対しては苦勞なく到達点に達することができる。一言で言えば「造船設計便覧」の見直しと最新システム化である。そうして過去見えてこなかった新しいものに目を向ける余裕をもつことができる。勿論実現にはかなりの関係者の同意と時間とコストがかかるが、引き続き造船技術を維持発展させていく積りであれば、目前の手間賃仕事に甘んじることなくコストアップからでも手を付けるべき課題ではないだろうか。

後に続くものは過去の歴史を紐解き由って来たる由縁を学ぶべきことは言うに及ばない。中世日本歴史上の真の意味での「百姓」が待望される。若者はダイバーシティを目指さなければならない。国内で要素技術に先鋭化された技術者以外に真の意味での Naval Architectが育成されなければならないと思うのであるが。今後はこういうノートも目的を同じくしてデータベースの一環として設計システムの中の特記データとして組み込まれることが望ましい。データベースを制する者が全てを制す時代となろう。

前回は主として復原性規則の成り立ちと考え方について観てきたが、考え方の基本になった船型は排水量型で高速艇船型とはずいぶん異なるものである。これをそのまま適用することで果たしていいものか、手元にあったデータ解析結果を見ながら考察していくことにしよう。要するに設計を進めるに際しては、規則や過去の轍を踏んでいくだけでなく、常に問題意識をもって沸いてくる疑念と立ち向かいつつ歩みたいものである。

1. 高速艇船型の横揺れ減衰性能

停止時の横揺れ減衰性能を考える場合の表現法として現行の判定法で使われているBertinの表現によるいわゆるN係数(ここでは以下N値と呼ぶ)を使用する場合を考えることにする。現行ルールによる判定法で使用するN値には、ビルジキールを有する通常船型の船舶では0.02、その他の船舶では管海官庁の定める値を用いることがルールに明記されており、これ以外の値を用いる場合にはそれなりの計測を行うか、または相当の根拠を示す必要がある。しかし、実際上は個々船を設計する際に中々このようなことは難しいので、通常0.02の値がそのまま用いられることが多く、ハードチェーン型高速艇についてもこれに倣うことが一般的である。

しかし、実際の艇で経験される波浪中同調動揺角の絶対値は、現行の判定法で用いられている算定式で得られるもの程大きくならないようである。

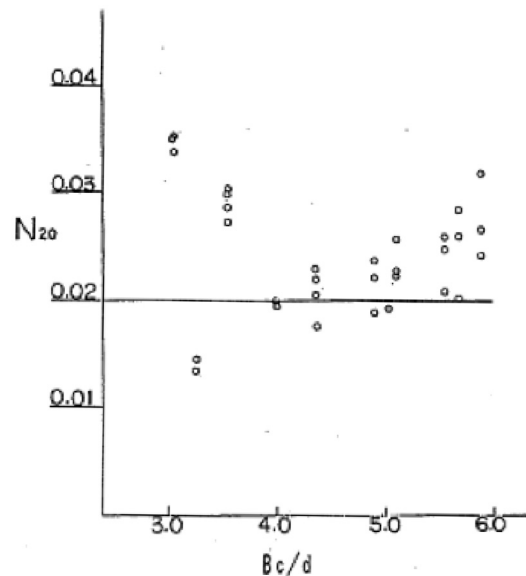


Fig.1 静水中のN値

静水中の高速艇船型による模型試験の結果を平均横揺角20 degのN値について整理してみるとFig.1のようになり、大半は0.02よりは大きいことが窺える。

そして喫水dに対してチェーンの幅Bcが大きい程、N値も大きくなる傾向にあり、概ね0.02から0.03の間に存在している。また丸型船型のビルジの形状は丸く、それに比べてここで対象とするハードチェーン船型ではビルジ部分はチェーンの存在によって角張っており、チェーンは横揺性能に関して一般船舶のビルジキールに相当する役目も果たすものと考えられ、その取付高さや深さによってN値にも大きな影響を及ぼしているものと思われる。

チェーンの取付角の影響を見るために、L=26m、B=6.3m、D=3.0m、d=1.12m、Bc/d=5の標準的な高速艇船型に対して模型試験を実施した結果を整理してみるとFig.2が得られた。なお、この場合に用いた模型は実船に対して1/25縮尺のものである。

この図から水平線に対するチェーンの取付角 θ が0(ゼロ)に近くなればN値は増大する傾向をみせ、45degを越えると余り差は出ていないことが分かる。なお、 θ はチェーン材が、水平線とのなす角度を表している。尚、本試験はチェーンの船体後部没水部分のみに対して実施したものであり、取付部分の没水深度は喫水の10%程度である。

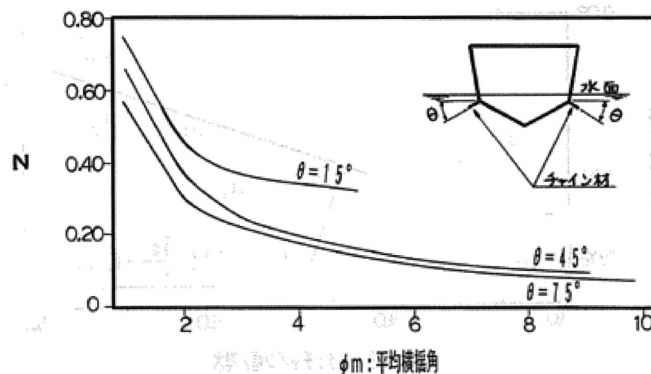


Fig.2 チェーン取付角によるN値

2. 停止時の波浪中減衰性能

静水中での横安定性に対しては動的復原性の判定が問題になるが、それには波浪中での同調動揺角が問題である。高速艇の場合、乗員や設計者の間では実際の同調動揺角は一般船型で用いられている下記に示す現行ルールによる算式で求められる値より現実にはかなり小さいと言われてきた。

$$\theta_0 = \sqrt{138\gamma s/N}$$

$$\gamma = 0.73 + 0.6 \times OG/d$$

ここに、

OG：直立状態時の重心から水線面までの垂直距離(m)

d：鋼船ではキールの上面から測った平均喫水

s=p-qT

T：横揺れ周期(sec)

すなわち、N値の大きさは θ_0 の大きさに大きな影響を与え、例えば、N値が0.02の場合と0.03の場合では θ_0 に20%もの差が生じる事になるのでN値は横安定性能を判定する際には非常に重要な要素であることが分る。

既に前項で静水中のN値については、一般にルールで使用される標準値0.02より大きくなることが推測された。

そこで規則波中の高速艇模型に対する同調横揺試験の結果から得られたデータを基に以下に示す方法で改めて整理をし直して波浪中に於けるN値を逆算して静水中のN値と比較してみることにする。

波浪中に於けるN値の計算方法としては、模型試験で計測された規則波の波長(Lw)と波高(Hw)を用いて、計測された同調横揺れ角度： θ_a から下記の式により、波浪中のN値(Nw)を逆算して求めることにした。

すなわち、最大波傾斜角 Θ は、

$$\Theta = 360 \times Hw / 2 / Lw$$

$$\theta_a = \sqrt{\pi \gamma \Theta / 2Nw}$$

従って

$$Nw = \pi \times \gamma \times \Theta / 2\theta_a^2$$

ここに、 θ_a ：計測された同調横揺れ角度(deg)

Nw：波浪中N値

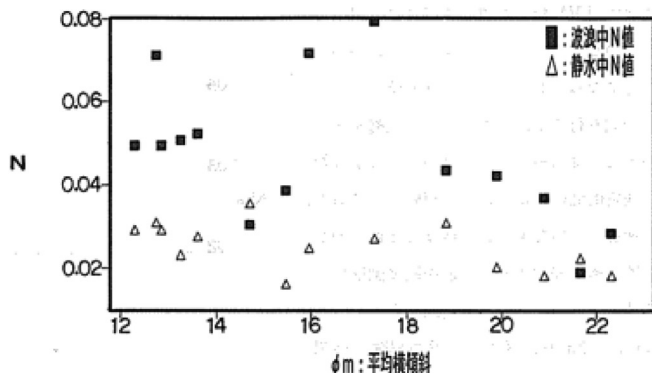


Fig.3 停止時の波浪中N値

以上の結果、静水中と波浪中のN値を比較してみるとFig.3が得られた。

この図をみると静水中のN値(Ns)に対し、波浪中では更にその値が大きくなる傾向にあることが分かる。即ちNs値を用いて波浪中の同調動揺角を算定すると過大な動揺角度を与える方向にあることを示しており、一般に言われてきたことを裏付ける結果が得られた。

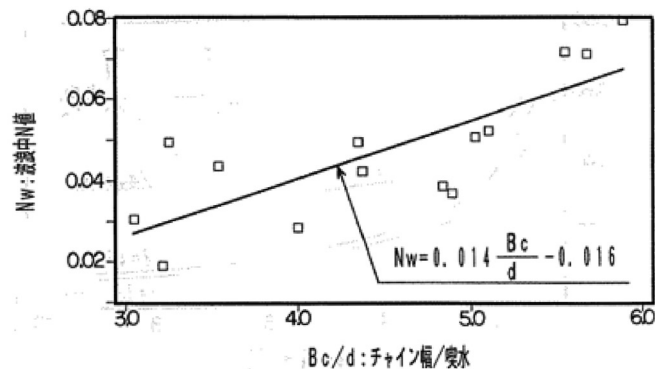


Fig.4 波浪中N値(Nw)の推定

さらにこのNwをBc/d(チェーン幅/喫水)ベースに整理してみるとFig.4が得られた。

この図をみると、静水中における場合と同様にBc/dが大きくなるに従ってN値も大きくなる傾向にあることが分かる。これらのデータから平均値を最小2乗法により求めると次の算式が得られ、この算式を使用することによってより実態に即した波浪中の同調動揺角を推定することができることになる。

$$Nw = 0.014Bc/d - 0.016$$

次に同じくBc/dをベースに、NwがNsの何倍位になっているかを整理し直してみると、Fig.5のようになる。

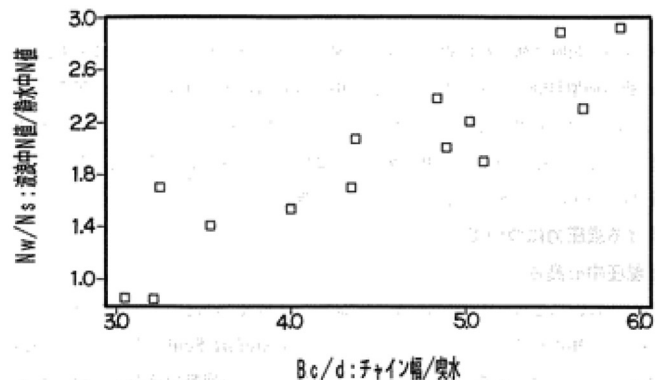


Fig.5 波浪中Nwと静水中Nsとの比較

ここでもBc/dが大きくなるに従って、Nw/Nsが大きくなる傾向が窺える。即ち、波浪中同調動揺角を求める場合のN値は静水中の値、Nsではなく、波浪中の値、Nwを用いる方がより実際であることを示している。

従って、波浪中同調動揺角を求める算式は次のように改める事ができる。

$$\theta_w = \sqrt{138\gamma s / N_w}$$

ここに、 θ_w : 波浪中の同調横揺角 (deg)

さらに追記すれば、高速艇の場合 γ (有効波傾斜係数)を先の数式で計算すると1より大きな数値が得られる場合があるが、この場合は理屈から言っても1に留めるべきであろう。

3. 航走時の減衰性能

一般的に高速艇は停止している時には初期GMが大きいため横揺れ周期が短く、ぐらぐらと横揺れするが、走り出すと途端にしゃんとして揺れなくなることはよく知られていることである。しかし、高速艇船型に対して定量的に報告された例は少ない。

航走時の横揺れの減衰に関して、ディープV型高速艇の模型試験結果の例をFig.6に示す。なお、実船の要目は、LWL=42.0m、B=7.8m、Bc=6.6m、D=3.9m、d=1.15m、W=130t、Vs=約27knであり、模型は実船に対して1/11.7の縮尺のものをを用いている。

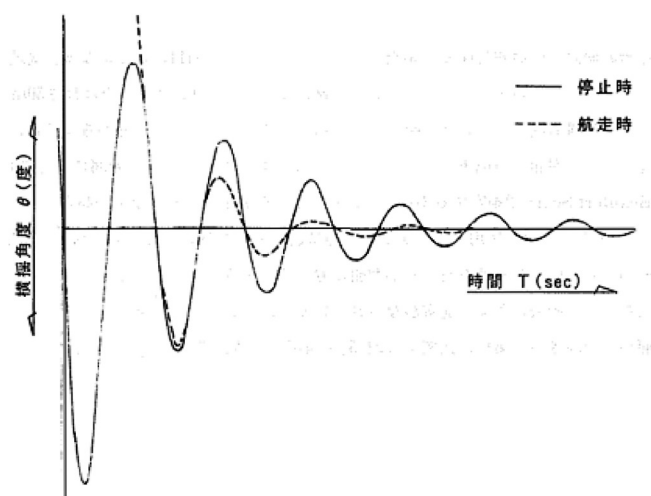


Fig.6 航走時の静水中横揺減衰曲線

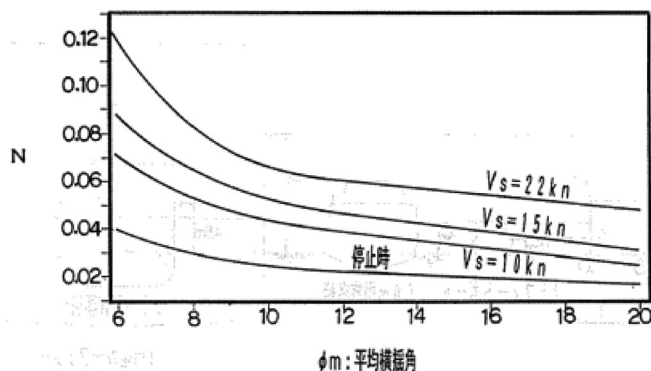


Fig.7 航走時における静水中Ns

この図から航走中では如何にその減衰が急速に起こるかがよく分かる。また同じ模型を使ってその速力の変化に応じてN値がどのように変化するかを平均横揺れ角 ϕ_m をベースに示したものがFig.7である。

平均横揺角20degに於けるN値で比較すると停止時に比べ20knでは2倍以上の値を示している。即ち、航走していれば波浪中に於ける同調動揺角は停止時よりはるかに小さくなることが推定される。

高速艇船型では、航走していれば停止時に比べ更にN値係数も増大するので航走していれば更に安全側の結果を与えることになる。

4. 停止時に海面上で受ける風圧

4.1 風速と風圧中心高さ

海上で船が受ける風圧は、風と水面との摩擦の影響で海面高さが増すに従って風速が増加している。海面約40mで一定の値を示すことは古くから知られていることである。またいわゆるBeaufort Scaleで示される風速は海面上5mの高さに於けるものであることも同様である。しかし、ここで対象とする高速艇はその大きさの絶対値が小さく、風圧を受ける船体も上部構造物を含めてもその高さが低く、海面上の高さに応じた風速分布を無視できない範囲にあるといえる。

現在、就航している高速艇の海面上の絶対的高さを比較して図示してみると、Fig.8のようになる。高速艇の図のうち、小さい方は長さ25フィートクラスのプレジャーボートの代表的なものであり、大きい方は長さ50mクラスの世界最大級のもので、かつ上部構造物が大きい旅客艇のものを示す。この図からみても分かるように、対象とする高速艇は一般の船舶と比べてその海面上の風圧中心までの絶対的高さは高々1~3mの範囲に限定されている。従って、就航海域をBeaufort Scaleで規定する場合でも、その受ける風速はその風圧中心高さに応じて、海面上5mの標準風速に対して補正をした上で使用する方がより実態に近いと考えられる。

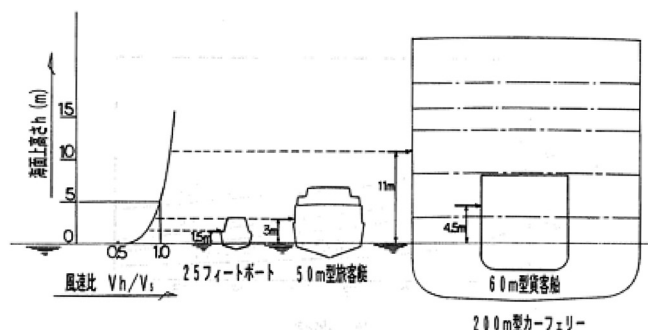


Fig.8 実用船型による風速分布比較

前項では横揺れ角の算定に関して現行のルールに拠れば実態に比較して大きな値となり、安全側であるとはいえ過酷な判定結果を与える事を示したが、ここでは高速艇の特性を考慮した

海面上の風速の影響が判定結果にどのくらいの影響を与えるかについて検証してみる事にする。同時にこの問題は、当然海面上の絶対的高さの低い通常船型を有する小型船にも当てはまることでもある。

ここでは実際の海面上の風速分布についての計算方法は実際の分布に近い、海面上高さの7乗根に比例する説を採用してみると次のようになる。

すなわち、海面上 h の高さでの風速(V_h)は、

$$V_h/V_0 = [h/h_0]^{1/7}$$

$$\therefore V_h = V_5 [h/h_5]^{1/7}$$

ここに、 V_5 ：海面上5mの高さでの風速
 h ：海面上高さ
 h_5 ：Beaufort Scaleでの標準高さ(=5m)

上記の式を用いて、例えば海面上2mの高さに風圧中心を持つ一般的大きさの高速艇について風圧力の値を比較すると、Beaufort Scaleの基準高さ5mを基準として計算する場合に比べ77%に軽減されることになり、より実態に即した算定式となり、高速艇の特性を考慮した適正な設計を行うには適当ではなからうか。

一方、風圧力(P)は次式で表すことができる。

$$P = C_D \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v^2 \cdot A$$

従って上記の海面上高さの補正を加えれば、上式は次のようになる。

$$P = C_D \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot V_h^2 \cdot A$$

$$= C_D \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot [V_5 (h/h_5)^{1/7}]^2 \cdot A$$

4.2 風圧による傾斜モーメント

風圧による傾斜モーメントは船が風下側に傾斜する時は、5deg位までは直立時のそれと殆ど変わらないが、それよりも傾斜角が大きくなってくると急激に減少していき、瘦形船ほど早く減少していく傾向があることは良く知られている。この事実を高速艇船型にも適用すると、Fig.9のような関係となり、傾斜角に応じてモーメントのレバーが実質上減少することを加味することができる。

すなわち、風圧傾斜モーメント(M)は、

現行ルールで用いている式では $M_w = P \cdot A \cdot H$

傾斜角に応じた式では $M_s = M_w \cdot \cos^2 \theta$

ここに、 M_w ：現行ルールに拠る風圧傾斜モーメント

M_s ： θ を考慮した風圧傾斜モーメント

P ：風圧力

A ：風圧側面積

H ：風圧傾斜レバー

θ ：横傾斜角

となる。

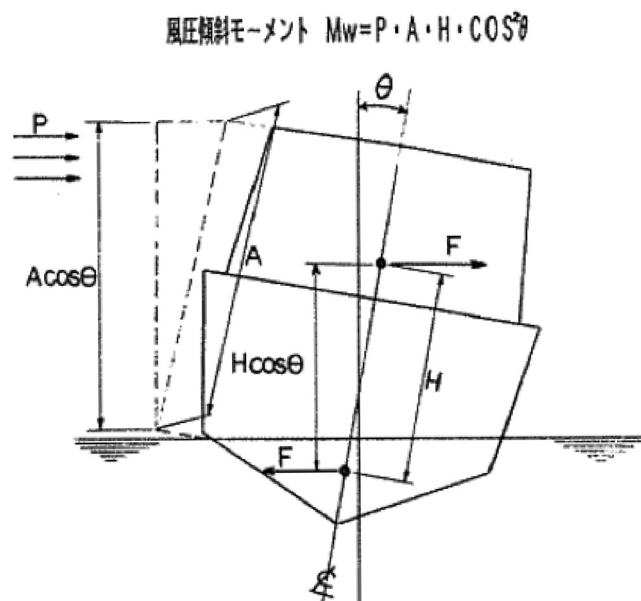


Fig.9 風圧傾斜モーメントの算定

この考え方を適用すると、現行ルールの考え方に比べて風圧傾斜モーメントは、10deg傾斜した場合には97%、20deg傾斜した場合には88%、30deg傾斜した場合には75%と大幅に減少する事になる。平均的な高速艇の波浪中での実際的な同調動揺角は20deg.前後と考えられるから、少なくとも現行ルールの考え方より風圧傾斜モーメントは、10%程度は軽減して考えても良いということになる。

但し、図からも想像されるように、実際面での高速艇の挙動は風圧を受けて傾斜を起こすとすぐに船首を振り、真横風を受けない方向に回頭する傾向が強いこと、さらに傾斜すると水中部船底が平坦になってある傾斜角以上に傾斜することなく、横流れする傾向が強いことが経験上知られている。この度合いについては、今後もう少し定量的に検証していく事が必要であろう。

5. 復原性に関する特性のまとめ

以上、高速艇船型の停止時の横安定性について実用的な観点から考察した結果をまとめると次の通りとなる。

- 1) 横安定性を考える場合、最も重要な指標の一つであるN値については、チャインを有する高速艇船型では、船型、付加物等によって大きく変化し、その値は通常型船舶に比べて大きい。
- 2) 波浪中の横揺減衰性能は静水中より大きく、また停止時より航行時の方が大きくなる傾向がある。
- 3) 従って横安定性を判定する際の停止時の波浪中同調動揺角を算定する場合は、以上のことを考慮して行うべきであり、その値は通常型船舶をベースにして作られている現行のルールによる算式で得られる値よりかなり小さくなる。
- 4) 高速艇にとっては海面上の風圧中心高さは最大級の大型艇でもせいぜい3m程度であり、より正確な風圧力の値を得るためにはBeaufort Scaleで示される海面上5mの高さで固定して

考えるのではなく船体の実際の海面上の高さを勘案するべきである。

- 5) 風圧による傾斜モーメントは、船の大きさ、水線下の船型、喫水等を考慮して傾斜角の影響を考えた方がより实际的と言えるが、高速艇の場合、ある傾斜角以上では横流れを起こし、それ以上の大傾斜とならない傾向があることも考慮する必要がある。

一方、波浪中の同調横揺角が過大になるのは、式中の波強制力係数である γ の大きさに問題があるとも考えられる。高速艇の γ 値は現行ルールで用いる簡易式によると、一般に高速艇船型では通常型船舶と異なり、喫水が浅いので船体の重心は水面より上方にあることから $OG > 0$ となり、 γ は過大な値を与えていると考えられる。

従って、 $\gamma \geq 1$ となる場合は、或いは $\gamma = 1$ に止めるのが妥当ではないかとも考えられる。

6. 本考察案による現行判定法との比較

前項に示す数値計算法に基づき、下記の2つの算式を用いて計算した場合の現行の計算式による場合との定量的比較を試みる。

- 1) 停止時の不規則波中同調動揺角 θ_0 の計算についてN値としては N_w を用いる。
- 2) 一方、定常風による風圧力(P)を算出する場合は、海面上の高さを考慮していわゆる7乗根ルールを採用する。

試算供試艇の例：

$L_{OA} \times B \times D \times d = 35.0\text{m} \times 6.70\text{m} \times 3.30\text{m} \times 1.15\text{m}$
 $L/B = 5, B_c/d = 5, W = \text{約} 110\text{t (排水量)}$
 $h = 2.5\text{m}, V = \text{約} 35\text{kn (速力, } Fn = 1.0)$
 航行区域：近海区域以上（現行法標準風速は26m/s）

この結果、現行の方法ではこの航行区域に対して適合していないことになるが、本考察を考慮した試算では、これを大幅に上まわる結果となり適合することになる。

ついでに述べると、私が同クラスの某艇に乗船し、強風下波高数mに達する波浪中を高速で航走した際、船底衝撃による乗り心地の問題はともかくとした大傾斜を起こすこともなく復原性上何ら不安を覚えることがなかった体験上の感覚にも符合する結果を与えている。

同様の計算を大小様々な代表的高速艇を例に取り、同時に異なる航行区域に対して計算を行った結果をFig.10に示す。縦軸は、現行判定法による安全指数に対する比率を示しており、まず横揺れ修正係数を採用した場合、現行ルールによる同調横揺れ角に比較し平均して55%から65%程度に減少することが分かる。

また、風圧修正係数を採用した場合には、通常の船舶に比較して高速艇の海面上の絶対高さが低いため風圧傾斜モーメントのレバーの大きさは現行ルールによる算定式に対し平均して75%から85%程度に小さくなる事が分かる。

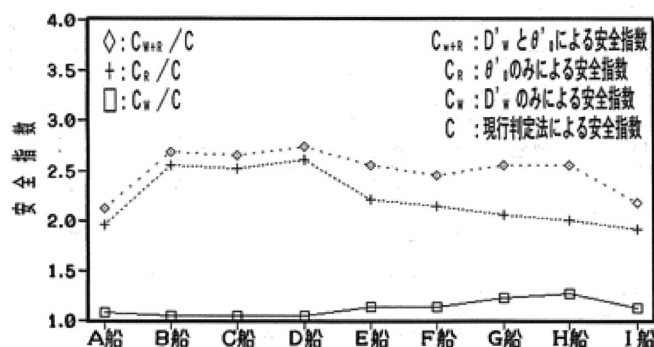


Fig.10 各種高速艇に対するC係数計算結果

おわりに

以上、主に停止時的高速艇船型の復原性に対する特異性について考察してきたが、少なくとも基本計画段階では、従来のルーチンにだけ沿って設計を進めるのではなく広範囲にその対象船の特性を考慮しながら進めていけば、より安全性を高めるだけでなく設計者自身のポテンシャルを高め、その後の発展に寄与できていくことになるのではないかと思います。

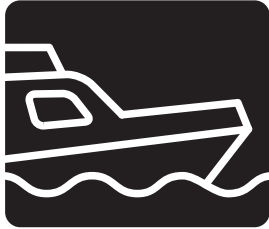
勿論ここで述べたことをそのまま実用艇の設計に反映させることは、現行ルールを逸脱することにもなるので今すぐには難しい。要は、どんな問題でも日常のルーチン作業を鵜呑みにして進めるのではなく、常に問題意識を持って解決を試みる姿勢を失わないようにしたいということである。そういう意味での考え方の一例として読んで頂ければ幸いです。

高速艇船型の特性についてさらに加えれば、十分大きなGMを有し問題ないと考えられる大型の高速艇が高速航行時に不安定現象を起こすことが散見された。先に欧州の軍用艇などで問題になり、国内の水槽試験でも類似の現象が確認された。その後欧州では設計を進めるに際してそれぞれ独自のクライテリアを設けて対処する様子があちこちで見られた。しかし、根本的な解決は未だなされているとは言えない。日本国内ではこの問題についての議論や論文は殆ど見かけないが、次回では、経緯も含め、把握している限りのデータの紹介も含め、考えてみたい。

参考文献：

- [1] 鷺尾祐秀、土井 明、“高速艇船型の復原性に関する一考察”、西武造船会会報82号（平成3年8月）
- [2] 丹羽誠一、“高速艇工学”、舟艇協会出版部（1971）
- [3] 菅井和夫、“小型高速船の耐航性”、日本造船学会・第2回耐航性に関するシンポジウム（昭和52年12月）
- [4] 池田良穂他、“小型ハードチェーン艇の横揺れ減衰力の一推定法”、関西造船協会誌 第213号、平成2年3月
- [5] 第11基準研究部会研究報告書、“高速艇に関する調査研究報告書”、日本造船研究協会（昭和54年3月）
- [6] 日本造船研究協会第17研究部会研究報告書、“船舶の波浪中に於ける復原性に関する研究”

（技術顧問 兼総合コンサルティング事業室長 鷺尾 祐秀）



大型消防救助艇「おおえど」が就航

—東京消防庁 臨港消防署に所属—



放水試験中の「おおえど」

1. はじめに

東京消防庁は、これまで9艇の消防艇を保有して東京港や周辺水域での消防救助活動や離島における災害等への対応をしてきた。

国や東京都が進める東京港への豪華客船の誘致や、平成32年に東京オリンピックの開催が予定されていることから、東京港内における船舶災害への対応強化が課題であった。

このような背景を踏まえて、東京都は「水上災害の大規模化、複雑化に備える」との考えに基づき、日本初のタグボート型大型消防救助艇の建造方針を策定し、平成27年度に基本設計を行い、29年度中に新艇を導入することとした。

平成28年度に行われた入札の結果、新潟造船(株)が落札して建造が進められてきましたが、平成30年3月14日に引渡されて臨港消防署に配属されました。

当センターは、東京消防庁からの委託で消防艇「おおえど」(以下「本艇」という。)の基本設計及び製造監督補助等業務を実施しましたので、以下に本艇の概要を紹介します。

2. 建造工程

起工年月日 平成29年 7月20日

進水年月日 平成29年 10月 5日

竣工年月日 平成29年 3月14日

3. 基本コンセプト

本艇は、東京港や周辺海域のほか、離島での災害にも対応でき、大型船舶に対する曳航作業、消火及び救助活動等が可能なよう以下のコンセプトに基づき基本設計を実施した。

- 総トン数は200トン未満とする。
- 航海速力13ノット以上を確保する。
- 曳船及び押船としての構造、機能、性能等を有し、陸岸最大曳航力490kN以上を確保する。
- 屈折式放水塔体を設置して搭乗用バスケットを取付け、水面上高さ約15mまで上昇可能とする。
- 情報管理室を設置し、活動時の利便性を図る。

4. 船舶の概要

(1) 主要目等

船 質	鋼 製	計画満載喫水(型)	2.95m
全 長	37.60m	総トン数	198トン
幅(型)	9.70m	最大速力	14.4ノット
深さ(型)	3.95m	航海速力	13ノット
航行区域	平水区域(沿海仕様)		
最大搭載人員	22名(船員:10名、旅客12名)		

(2) 主要装備

〈甲板機械関係〉

揚びょう兼揚索機	1基	
揚びょう機	30kN×14m/min	
揚索機	24.5/12.25kN×45/90m/min	
ブレーキ力	784kN	
船尾曳航ウインチ	19.6/9.8kN×45/90m/min	1基
ブレーキ力	784kN	
総合油圧ポンプユニット	20.6MPa×120L/min	1式
	45kW×AC220V	
クレーン装置	3段ブーム伸縮式	1基
搭載艇	全長3.85m×全幅1.80m	1隻

〈機関室機器〉

主機関	1,471kW×750min ⁻¹	2基
推進装置	Zプロペラ	2基
発電機	100kVA×1,800min ⁻¹	2基
停泊用発電機	22kVA×1,800min ⁻¹	1基
主空気圧縮機	20.0m ³ /h×2.94MPa	2基
油水分離器	処理能力0.15m ³ /h	1台
海洋生物付着防止装置		2台
ふん尿等浄化装置	全自動一体型 接触酸化槽式	1台

〈消防装置関係〉

屈折式放水塔体	1式	
バスケット付、放水銃	3,000L/min×1組	
消防ポンプ	25,000L/min×150m	1基
消防ポンプ駆動用機関	1,080kW×1,842min ⁻¹	1基
流出油処理剤散布装置		1基
放水砲	10,000L/min	2基
放水銃	600L/min	2基
自衛噴霧装置		9基
消火薬剤混合装置		1基
色水混合装置		1基

〈航海計器、無線・通信設備〉

磁気コンパス	1式
レピータコンパス	1式
船首方位伝達装置	1式

GPS航法装置	1式
船舶自動識別装置	1式
レーダー	1式
電子海図表示装置	1式
ソナー	1式
風向風速計	1式
汽笛	1式
GMDSS設備	1式
無線装置	1式
船舶電話	1式



操舵室コンソール

5. 本船の特徴

(1) 主要寸法等

活動時、特に屈折式放水塔体伸長時における復原性能を配慮すると共に、搭載艇や曳航ウインチの設置、ヘリコプターによる救助活動スペースの確保などを考慮して船幅は9.7mとした。

総トン数200トン未満の条件のもと、船橋甲板及び航海船橋甲板を有する配置とし、活動に必要な情報管理室等を設けた。

(2) 航海速力の確保

本艇は、従来の消防艇に比較して業務内容が多様化しているために、一般のタグボートに比較して活動範囲も広く十分な速力を確保することが要求されていた。そのため、フレームライン形状の十分な検討を実施し、海上公試運転にて最大速力14.4ノット、航海速力13ノット以上を計測した。

(3) タグボート機能

① 旋回性能

本艇は、Z-ペラ推進装置を採用した2基2軸方式であり優れた旋回性能を有している。海上公試運転における旋回試験結果は以下のとおりであり、十分な旋回性能を有している計測結果が得られた。

左旋回(発令時速力13.1kt、舵角35°)

回頭角度 360°

所要時間 45.5sec

最大旋回横距DT 56m
 最大旋回縦距DA 69m
 右旋回(発令時速力13.0kt、舵角35°)
 回頭角度 360°
 所要時間 44.5sec
 最大旋回横距DT 53m
 最大旋回縦距DA 66m

② 曳船・押船機能

船首に揚びょう兼揚索機1台、船尾に曳航ウインチ1台を装備して曳船としての機能を有すると共に、押船としての作業も可能なよう船首にゴムフェンダーを装備している。

以下に陸岸曳航力試験の計測結果を示す。

前進曳航力(主機負荷110%)

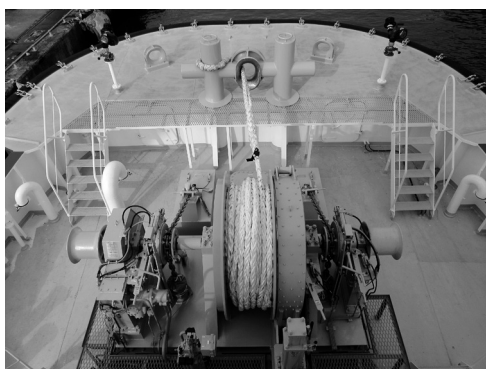
平 均 509kN(51.9t)
 瞬間最大 530kN(54.0t)



船尾曳航ウインチ

後進曳航力(主機負荷110%)

平 均 463kN(47.2t)
 瞬間最大 483kN(49.3t)



揚びょう兼揚索機

(4) 屈折式放水塔体

屈折式放水塔体は伸長時に水面上高さ約15mまで上昇することが可能であり、船側方向に左右各90°まで回転することが出来る。そのため、以下に示すような活動が可能である。



屈折式放水塔体

① 高所からの消火活動

本艇は船橋甲板後部に屈折式放水塔体を設置しており、他船災害時に高所からの消火・救助活動が可能である。

屈折式放水塔体先端部には使用荷重300kgfのバスケットが装備されており、バスケットに取付けた放水銃により水面上高さ約15mからの他船への消火活動を可能としている。

② 大型船舶への移乗・救助活動

大型船舶の災害発生時には屈折式放水塔体を伸長して移乗することができ、船内に取り残された旅客等の救助活動ができる。



搭載艇及びクレーン装置

(5) 搭載艇

本艇は上甲板船尾部に5人乗り複合艇が搭載されており、緊急かつ小回りを要する場合や浅水域での救助活動が可能である。複合艇の揚げ降ろしは船尾上甲板に装備した伸縮式クレーンで行える。

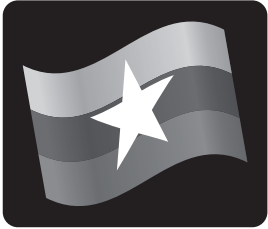
6. おわりに

「おおえど」は、習熟運転等を経て万全の態勢で臨港消防署棧橋に係留されております。

本艇の基本設計及び製造監督補助等業務を進めるにあたり、常に積極的なご支援とご高配を賜りました東京都殿、東京消防庁殿、臨港消防署の方々に対し厚くお礼申し上げます。

また、建造に当たられた新潟造船株式会社殿が、豊富な経験に基づき誠意をもって尽力されたことを付記します。

(技監 太田 悟)



ミャンマー事情

昨年(2017年4月)と本年(2018年1月)、ミャンマー(ヤンゴンとラカイン州)に出張する機会を得ました。

ミャンマー(元ビルマ：以下、ミ国)は、東南アジアにあっても、一般的な日本人にとって、近隣国のタイ、ベトナムなどに比べ、これまで、あまり馴染みのない国だったと思います。

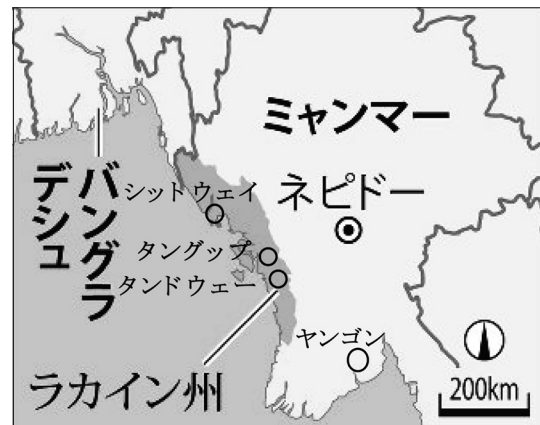
しかしながら、当センターでは、海外造船協力センター(OSCC：海外協力部の前身)と称した時代から、我が国の政府開発援助(ODA)の一環として、自航式米穀バージ20隻を建造した「ビルマ国河川輸送増強計画(1978年)」や、自国籍船舶の修理を国内で行うための「船舶修理ドックヤード建設計画調査(1984年)」、また、JICAや東京MOU事務局が実施する人材育成プログラムを通じて、合計40名のミ国研修員を受入れるなど、コンサルタントあるいは研修実施機関として、この国の発展に少なからず関わって来ました。ミ国では、1988年に26年間続いた社会主義政権が崩壊したのち、長い間、軍事政権による民主勢力の弾圧が続き、他国との経済交流も極めて限定的なものでした。

ところが、2016年3月、アウン・サン・スーチー氏を事実上のトップリーダーとする民主政権発足後は、我が国の経済協力も一変し、2016年11月、国家最高顧問として、同氏が来日した時には、官民合わせて、「2016年度から5年間で8千億円の経済協力」を行う意図が表明されました。

この度の出張は、ミ国では、「海運における安全対策が不十分であり、本(2015)年3月にはラカイン州沖でのフェリー沈没事故のため64名の死者が生じるなど、政府系海運サービスの安全向上は急務(外務省HP)」となっており、ミ国政府からの要請を受け、我が国のODAの一環として、「ミャンマーの内陸水運公社に対し、少数民族地域であるラカイン州において活用される中古旅客船等を供与する(同省HP)」ため、調達代理機関である一般財団法人 日本国際協力システム殿からの委託により、当センターがコンサルタントとして現地調査を実施したものです。

現地では、ラカイン州における旅客船の係留桟橋や造船所を訪問するとともに、ヤンゴンで内陸水運公社(IWT)や海事局関係者との面談を行い、旅客船の建造や運航に関わる現場の状況を調査しました。

しかしながら、調査内容の詳細をこの場で、ご紹介することはできないため、本稿では、筆者が現地で触れたミャンマーの人々の日常に関する印象的なものをご紹介します。



ヤンゴン

最初の訪問地ヤンゴン(元ラングーン)は、2006年10月、現在の首都ネーपीドーに遷都されるまで、首都が置かれていたミ国最大の都市(人口約500万人)で、1841年から第二次世界大戦後の独立まで、途中、日本軍による3年間の占領期間を除き、英国の植民地とされていました。この間、英国により、病院、大学などの社会インフラが整備され、今も写真のように、植民地時代に建てられた建築物が、その名残を見せてくれます。



植民地時代を偲ばせるヤンゴンの街並み

市内のダラ地区には、2014年、日本のODAにより供与された旅客フェリー3隻(船名：チェリー1,2,3)が就航しており、毎日3万人が利用するとのこと、ヤンゴン市民の足(運賃100チャット：約10円)として活躍しています。チェリー2号に乗船し、ヤンゴン河を10分

程で渡り、対岸にある創立1852年というダラ造船所(IWT保有)を訪問しました。ここでは、乾ドックや係船ウインチなど、創立当時の設備の一部が今も立派に稼働しており、工場長いわく、世界最初の蒸気船は、ここで建造されたそうです。



満船状態で航走する「チェリー2」

仏教とパゴダ

ミャンマーは、ビルマ族(約70%)とその他多くの少数民族からなる他民族国家で、そのほとんどが仏教徒(約90%)です。パゴダ(現地語で「パヤー」)は仏舎利(仏様のお骨)が納められており、仏僧の修行の場であり、また、仏教徒の聖なるお祈りの場でもあります。

元JICA研修員らと旧交を温め、彼らの案内で、ヤンゴン市街の北、シンダグの丘に金色に輝くシェダゴン・パヤー(写真)を訪問することができました。仏塔は信者からの寄進による金箔で覆われており、塔の最頂部には総計5,451個のダイヤモンドと1,383個のルビーが据えられているそうで、人々の信仰のあつさが偲べれます。



金色に輝くシェダゴン・パヤー

境内には、観光客や異教徒も入ることができますが、土足(靴下を含め)は厳禁です。現地の人々は平気なようですが、直射日光に焼かれたタイルを素足で歩くのは大変でした。

この国では、「何日に生まれたか」よりも「何曜日に生まれたか」が重要で、生まれた曜日によって、その人の人生や性格が決まるそうです。そのため、境内には、曜日ごとの祭壇が建っており、その曜日生まれの人々が熱心にお祈りしていました。自分の誕生の曜日を知らない人のため、これを調べる表も用意されています。

ラカイン州

ラカイン州では「シットウェイ」と「タングップ」を訪問しました。ラカイン州には、この国では少数派のイスラム教徒が多く住んでいます。

ヤンゴンから空路シットウェイに向かい、最初の現地調査を実施しました。シットウェイでは、滞在中、日本からのODAにより無償供与された中古旅客船が現地に回航され、両国の要人が出席する引渡し式(新船名「キスパナディ1」)と、一般公開(体験航海を含む)が大勢の人々を集めて賑々しく行われました。このイベントは現地のマスコミも大きく採りあげ、人々の関心の高さが伺えます。



一般公開される「キスパナディ1」

シットウェイでの現地調査のあと、次の目的地タングップには、一旦空路でヤンゴンに戻り、その後、タンドウェーまで空路で行き、そこから陸路(ミニバン)で向かいました。

タンドウェーからタングップへの移動は、直線距離では40キロ程度しかないものの、これを結ぶ道路の約半分は未舗装で、大蛇のようにうねる河とこれに連なるクリーク(小川)を避けつつ、うねりうねって、埃にまみれた2時間余りの強行軍でした。

また、4月とはいえ、日中は40度近くになる強烈な日差しです。そんな環境で、ミャンマーの人々が男女を問わず、日常的に着用する民族衣装「ロンジー」は、長めのスカートのような外観で、輪状に縫った布を腰に巻き付けて固定した、見るからに過ごしやすいような

衣装です。現地に同行してくれたIWTのエンジニアも、涼しそうに身に付けていましたが、ロンジーの着用は公式の場でも見られます。

また、写真のように、ミャンマーの女性が頬に黄土色や茶色っぽい、一見、メリケン粉を塗布したような化粧をしているのを目にします。これは、「タナカ」と呼ばれる天然の化粧品で、化粧と日焼け止めの効果があるそうです。残念ながら(?)、日本でポピュラーな「田中」姓とは何の関係もないそうで、「タナカ」と呼ばれる木の粉をペースト状にして商品化したものです。タナカは老若男女を問わず付けるそうですが、やはり女性が多く、強い日差しからデリケートな女性の肌を守っているのでしょう。



タナカを施したミャンマーの女性

ホテル

ミャンマーには、外国人が利用できる宿泊施設として、「ホテル」と「ゲストハウス」があります。ヤンゴンとシットウェイではホテル(1泊80米ドル程度)を利用しました。どちらも、3つ星クラスのホテルでしたが、ヤンゴン滞在中は、毎晩、停電を経験しました。電力供給が安定していないようです。

一方、タングップでは、去年はゲストハウスしか手当できず、これを利用しました(1泊22米ドル)。料金は大変、魅力的なのですが、シャワーのヒーターは不調、蚊やクモとの相部屋など、やはり家賃相応ということでしょうか。因みにタングップに到着して解ったことですが、新たにホテルがオープンしており、本年はここに泊まったところ、日本のビジネスホテルともほとんど遜色ありませんでした。

交通事情

ミャンマーでは、車は、日本とは逆の右側通行ですが、走る車の多くが日本の中古車です。面白いのは、「〇〇工務店」とか、「〇〇株式会社」など、日本語の表示をそのまま残した商用車が沢山走っていることで、日本製であることが一種ステータスになっているそうです。また、日本から輸入された中古バスも路線バスとして沢山走っており、「JR」や「神奈川中央」などの表示もそのままです。ただ、日本からのバスの場合、乗客の乗降口が歩道側では

なく車線側となるため、乗客の昇降時は大変危険で、見ているだけでハラハラしました。ところが、本年の訪問時には、左扉のバスが一掃されており、急速に発展していることが伺われます。

ヤンゴンでは、急激に増加した車の数に、道路・信号などのインフラ整備や交通マナーの浸透が追いつかず、事故や渋滞が激しいそうです。車が激しく行きかう車道の真ん中を、小さな子供の手を引く女性が悠然と横断する光景を目にして、これを実感しました。

ヤンゴンではバイクの運転が禁止されているとのことで、実際、市内では姿を見ませんでした。一方、地方に行くと、バイクや自転車が庶民の貴重な交通手段らしく、時折、写真のような乗合自動車にもお目にかかりました。



耕運機のエンジンで走る乗合自動車

通貨

ミャンマーの通貨は「チャット」で、1チャットは0.1円程度です。日本円からチャットへの直接換金は難しく、一旦、米ドルに換金します。面白いのは、紙幣の綺麗さ(新古)と、額面の大小により換金レートが異なることです。綺麗で、大きい額のドル札ほど交換レートは良くなります。

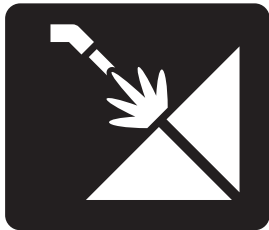
タングップの散髪屋さんはカットだけなら1,000チャットです。また、街中のレストランでもメニューを見ると、並んでいる数字は日本円としても違和感がない程ですが、これがチャット価格なので食事は楽しく摂れます。

ミ国におけるいい話

この国では、忘れ物は必ず戻ってくるそうで、これは子供の頃からの「道徳教育」の賜物とのこと。さすれば、海や陸での安全規則の浸透も遠からず実現できるものと思われます。

最後にミャンマーにおける船舶の安全と本プロジェクトの成功をお祈りしつつ筆を置きます。

(海外協力部 能田・磯崎)



造船業における レーザ・アークハイブリッド厚板溶接法に 係る共同研究について(その6)

1. はじめに

レーザ・アークハイブリッド溶接法の実用化に向けた課題を解決することを目的とした本研究は、造船現場の溶接工数を削減するための方策として有効であり、当センターの総合コンサルティング事業を通じて業界に裨益するものとして当センターは積極的に取り組んでいます。国交省の推進する「海事産業の生産革命(i-Shipping)による造船の輸出拡大と地方創生のための推進すべき取り組みについて」(平成28年4月5日答申)が目指す方向にも合致しています。

当センターでは、平成26年度より、一般財団法人日本船舶技術研究協会、国立大学法人九州大学、国立研究開発法人海上・港湾・航空技術研究所、一般財団法人日本海事協会、愛知産業株式会社、ジャパンマリンユナイテッド株式会社、株式会社名村造船所、三井造船株式会社、三菱重工海洋鉄鋼株式会社とともに共同研究を実施してきました。本研究は、平成26年度および平成27年度においてその基礎的技術に関する研究は終了し、一定の成果を得た

ところ。当センターにおいては、実用化の段階に一層近い研究を平成28年度および平成29年度の2か年の予定で、前記の参加者に加えてJFEスチール株式会社、前田工業株式会社、今治造船株式会社、常石造船株式会社の参加も得て実施してきましたが、昨年末に溶接装置の一部が壊れるというトラブルがあり、終了予定を6か月延長し、平成30年9月末まで研究を行うこととなりました。本号では、これまでの研究実施状況および今後の研究内容について概要を報告します。

2. 研究実施状況

(1) レーザ・アークハイブリッド溶接装置の改造

九州大学で実験に使用していたレーザ・アークハイブリッド溶接装置は、門型の走行台車を用いるタイプであり、基礎試験レベルの溶接施工が想定されていたこともありパソコンにより制御されていました。アーク溶接に使用されている装置は欧州のFronius製でした。これらを、より一層の汎用性かつ国内造船所に導入する



図1 改造後のハイブリッド溶接装置

際の利便性に加え、任意姿勢での溶接施工を可能とすることも念頭に、門型の走行台車を「走行スライダー機構+6軸マニピレータ(ロボットアーム型)」に、制御系をプログラマブル・ロジック・コントローラ(PLC)制御系に、アーク溶接機をダイヘン社製のデジタル溶接機に変更しました。これらの改良により、同溶接システムを造船所がハイブリッド溶接を導入する際のプロトタイプとして位置づけることができる上に、種々の溶接パラメータ(アーク電流、電圧など)の取得も容易となることから、溶接施工に対するIoT技術の導入に関する研究への利用も可能となります。実際に制作した改造後のハイブリッド溶接装置は図1に示す外観となります。しかしながら、昨年末に溶接装置の一部が壊れるというトラブルがありました。

(2) これまでの研究で得られた主な成果

① 平成26年度・平成27年度

(イ) 片側完全溶込みT接手の適正溶接条件の導出

板厚とギャップの目標値(ウェブ板厚14mm、ギャップ無し)の「片側完全溶込みT接手」の適正溶接条件の導出を達成するとともに、強度等の評価を行い、本継手が評価基準(NKのレーザ・アークハイブリッド溶接ガイドライン：第2版)を満足することを確認しました。

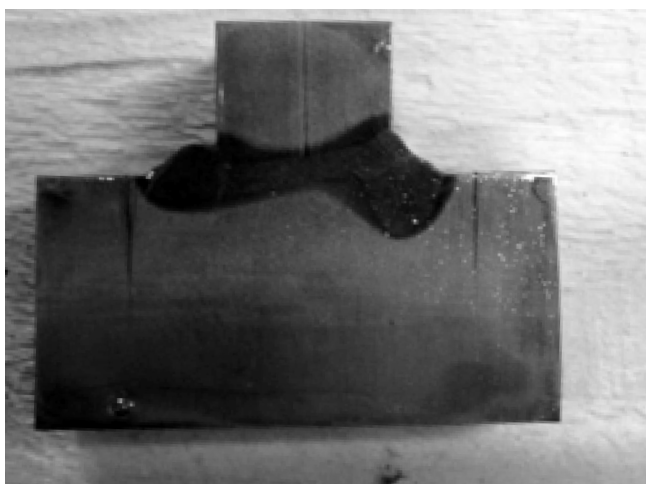


図2 片側完全溶込みT接手
(付加物板厚14mm、ギャップ無し、プライマーなし)

(ロ) シームトラッキング装置

前田工業(株)が自動車向けに開発したシームトラッキング装置に着目し、本装置が厚板のレーザ・アークハイブリッド溶接に適用可能か検討を実施しました。その結果、ドライ運転(レーザとアークの溶接無し)の場合、十分なトラッキング精度(X軸方向で±0.1mm、Z軸方向で±0.15mm)を有することを確認しました。

(ハ) 溶接品質を劣化させない仮付け方法

フィラーワイヤーを用いず、レーザ単独で仮付を行う方法を

開発し、仮付部に欠陥(ポロシティ等)が発生しないことを確認しました。

② 平成28年度・平成29年度

(ニ) 突合せ継手における接合面性状の影響の検討

開先加工方法がプラズマ切断およびガス切断である板厚17mm鋼板の突合せ溶接の施工条件を探索しました。その結果、良好なビード外観および断面マクロを得ることのできる施工条件を探索できましたが、表ビードにスパッタが散見されるため、スパッタ低減に向けた検討の必要があることが分かりました。

(ホ) 片側完全溶込みT接手における接合面性状の影響の検討

上記の(イ)と同様に開先加工が行われた鋼板につきT接手での施工条件を探索しました。その結果、同様にスパッタ低減に向けた検討の必要があることが分かりました。

(ヘ) スパッタの低減方策

アーク溶接についてアーク安定剤として適量のREM(Rare Earth Metal)が添加されたワイヤを用い、電極の正負を入れ替えた極低スパッタCO₂アーク溶接技術(J-STAR® Welding)を利用したところ、大幅なスパッタ低減効果が得られることが確認されました。

(ト) ハイブリッド溶接を用いた溶接長2,500mmの片側完全溶込みT接手製作実証試験

これまでの300mm～1,500mmといった溶接長のハイブリッド溶接と比較し、ヒューム処理およびレーザ出力の低下対応措置が重要であることが判明しました。ヒュームについては集塵機を1台から2台に増設する対策を取り、出力低下については施工途中に出力を増大させることにより良好な施工結果を得ることができました。

(チ) ハイブリッド溶接を用いた溶接長2,500mmの突合せ接手製作実証試験

突合せ継手では、適切な仮付けが重要な要素であることが確認できました。また、前記(ニ)と同様にレーザ出力の低下についても勘案する必要があることが判明しました。

(3) 溶接装置修理終了後に実施する研究

溶接装置修理が終了次第、本研究の最終試験項目である以下が実施される予定です。次号ではその試験結果を中心に報告したいと思います。

① ハイブリッド溶接を用いた溶接長5,000mmの片側完全溶込みT接手製作実証試験

② ハイブリッド溶接を用いた溶接長5,000mmの突合せ接手製作実証試験

(企画室 田中 信行)

Topics

国際海事展「SEA JAPAN 2018」に 船尾カットモデル等を出展

当センターは、平成30年4月11日から13日まで東京ビッグサイトにおいて開催された「SEA JAPAN 2018」に出展し、国土交通省などの後援のもと日本の船用工業、造船関係団体、研究機関等により構成されたテーマゾーン“Japanパビリオン”において、総合コンサルタント事業室の業務説明パネル、当センター全体の業務説明パネル、新開発の貼付型圧力センサーを貼付した6m模型船の船尾部分を活用した船尾カットモデルを展示いたしました。

また、会期中に同パビリオン内のショート・プレゼン

テーション・コーナーで、当センターより、CFDを活用した船型設計の技術、FBG、SPIV、キャビ変動圧を用いた新しい計測技術のプレゼンテーションを行い好評を得ました。

「SEA JAPAN」は、国内最大の海事展であり、本年は、過去最大の出展者数となる程の盛況で、期間中、当センターの展示スペースにも多数の方が来場し、パネルの説明を読んだり、説明員に質問したりしていました。

(企画室 田中 信行)



ショートプレゼンテーション



船尾カットモデル展示

委員会等

- 第3回 SPCG委員会(平成29年度)
平成30年1月17日 日本造船技術センター大会議室
- 第140回 HRC委員会
平成30年1月17日 日本造船技術センター大会議室

- 第19回 理事会(通常)
平成30年3月8日 日本造船技術センター役員会議室
- 第4回 SPCG委員会(平成29年度)
平成30年3月23日 日本造船技術センター大会議室

- 第141回 HRC委員会
平成30年3月23日 日本造船技術センター大会議室
- 第12回 評議委員会(臨時)
平成30年3月30日 日本造船技術センター役員会議室

編集後記

新年度を迎え、入社式で新入社員に対する社長の挨拶が行われました。ネット上に公開された社長挨拶の内容を見てみると、「会社の理念」、「会社の歴史と将来ビジョン」、「新入社員に期待すること」という構成になっているものが多いようです。会社を経営し、発展させていく上で欠くことができない事柄を、短く・分かり易く新入社員に伝える構成になっています。新入社員に、できるだけ短期間に会社の戦力になる人材に育てて欲しいという気持ちが込められているのでしょう。

ただ、筆者の目から見ると、新入社員一人一人が、こうした会社の方針に自分の考え方を合わせて行動し、組織全体として大きな力にしていこう努力することは勿論大事なものの、これだけに縛られて社会人生活を送っていると遠からず疲労困憊してしまいそうで心配です。定年延長が実施され、長い会社人生活となっていますから、どこかで息抜きをして緊張を和らげる術を身に付けておくことも大事なように思われます。

そこで、「無事これ名馬」と「人生万事塞翁が馬」の二つの諺を敢えて紹介することにしました。新しく社会人になった方がこの文を読んで、心のどこかに留めておいて貰えたならばと思います。

「無事これ名馬」は競馬会の言葉で「馬主にとっては、少しぐらい素質の秀でているということよりも常に無事であってくれることが望ましい。」ということの意味し、頑健に走る馬を称賛する言葉として使用されているようです。これはサラリーマンにもあてはまるどころですが、昨今の状況を見ていて、体だけでなく心も含めて健康に働き続けることができることがもっと重要だと少し意味を拡張してこの言葉を選んだところ です。

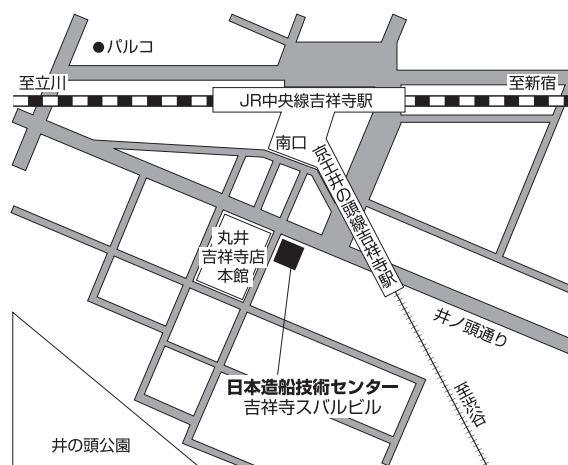
また、「人生万事塞翁が馬」は改めて説明するまでもありません。社会の移り変わりのスピードがますます速くなっている現在だからこそ、現状にあまり一喜一憂せず生きてゆくと持ち持つことも大事な事かと思ひます。

申し込みの受付

試験等の申し込み、問い合わせは
下記までご連絡をお願いいたします。

〒180-0003
東京都武蔵野市吉祥寺南町1丁目6番1号
吉祥寺スバルビル3階
TEL 0422-40-2820

地図





Shipbuilding Research Centre of Japan
一般財団法人 日本造船技術センター
<http://www.srcj.or.jp>