



## “Hourai Maru”

名村造船所／くみあい船舶

# 新機軸のタンク搭載したLPG船

名村造船所が今年竣工した、3万8000m<sup>3</sup>型LAG/LPG（液化アンモニアガス／液化石油ガス）運搬船“Hourai Maru”は、このクラスのガス船として世界初の「IMOタイプB独立方形タンク」を採用し、安全性やメンテナンス性を向上させた新鋭船だ。名村造船所としてはおよそ10年ぶりのLPG船建造だったが、入念な事前準備でblankを乗り越えただけでなく、ガス船の実績と経験を一步前へと進めた。（対馬和弘）

## ガス船のステップ

名村造船所の液化ガス船への取り組みは、およそ20年前から始まった。初めて手掛けたのが8600m<sup>3</sup>型の小型LPG船。2000年に国内の船主から受注し、02年に竣工した。

さらに当時、この小型船とほぼ並行して、中型のLPG船（MGC）市場にも進出していた。2000年に海外向けに初の2万2500m<sup>3</sup>型2隻を受注し、02～03年にかけて竣工。これに続いて07～08年にも、同型のLPG船2隻を竣工した。

これら建造船ではいずれも、防熱タンクにいわゆる「セミレフ」方式を採用していた。LPG船で石油ガスを液化する方式には、圧力を加えて液化する加圧式と、冷却によって液化する低温式があるが、セミレフ式は「半冷加圧」、つまり冷却と圧縮で液化して貯蔵する方式だ。タンクの取り扱いなどにメリットがあるが、一方ではニッチな船型でもある。内航船などの小型LPG船は加圧式が多く、大型外航船では常圧・冷却で液化する「フルレフ式」が一般的だ。そこで名村造船所はセミレフ式での実績を踏まえ、次のステップとしてフルレフ方式のLPG船に挑むことを決めた。

前回建造船よりも一回り大きい3万8000m<sup>3</sup>型のフルレフ式LPG船を開発し、15年にくみあい船舶から受注を獲得した。

### 入念な事前準備

名村造船所が中型LPG船を前回建造したのが08年だったので、既に10年近くが経っていた。この間、ベ



テラン層が一斉に定年退職を迎えたため、ガス船の設計経験者はほぼ引退しており、製造現場でもLPG船の建造を経験した管理者クラスがほとんど残っていなかった。しかも、従来のセミレフとは異なり、今回は初のフルレフ式。この新鋭船への挑戦に、設計や製造の各部からやる気に満ちた中堅社員たちが抜擢され、<sup>ばってき</sup> 全社横断のLPG船プロジェクトチームが発足した。

起工する1年半以上前から、毎週1回、メンバーが皆で集まり、勉強しながら検討項目を一つずつ確認してきた。「疑問点や分からない点があれば、すぐに皆で取り掛かり、その場で解決するよう努めた」とメンバーの1人は語る。造船所のOBをアドバイザーとして招いたり、模型を作って実際の搭載実験も行うなどして入念に確認を続けた。

設計も、早い段階から取り組み

始めた。「注意したのは重量や重心。デッキ上にタンクなど搭載物が多く船の重心が高くなるため、復原性の影響も考慮しながらシビアに検討した」と設計担当者は振り返る。

製造現場の準備も周到に行う必要があった。課題となったのが、低温貨物を格納するタンクなどに用いられる特殊な低温用鋼材の扱いだ。通常の鋼材とは溶接時の電流値などの諸条件が異なる。しかも、低温用鋼の施工後には、低温靱性（強さ）を確認するためシャルピー衝撃試験と呼ばれる試験を行う必要があるが、施工中に作業者が目視等で認識できるものではないため、溶接の施工管理が重要になる。このため、事前に試験を重ねて最適な施工法を見つけ、ハンドブックを製作して事前の講義も行うことで、作業への施工法の教育を建造前に十分に行った。「低温用鋼を余分に注文



ARナビゲーションシステム

重ねる、見える

フルノENVISIONシリーズ・ARナビゲーションシステム（型式:AR-100M）は、拡張現実（Augmented Reality）技術を活用した大型船舶向けの航行/操船支援システムです。船舶の前方に向けて設置したカメラの映像をディスプレイ上に映し出し、その映像上にAR技術を用いて航行に必要な情報を重畳表示します。

フルノENVISIONシリーズでは、運航中の乗組員の操船や見張りを視覚的にサポートすることで航海の安全・安心に寄与することを目的とし、将来の自律航行船の実現に向けて、さらなる技術革新を目指しています。



ARナビゲーションシステム（型式:AR-100M）は新造船だけでなく、既存船にもご装備いただけます。装備条件等につきましては弊社問合せ先までご連絡下さい。

古野電気株式会社

本社/船舶営業部 662-8580 西宮市芦原町9番52号 (0798) 63-1203  
 関東支店 101-0024 東京都千代田区神田和泉町2番6号(今川ビル) (03) 5687-0432  
 広島支店 723-0065 広島県三原市西野1丁目4番10号 (0848) 63-1191

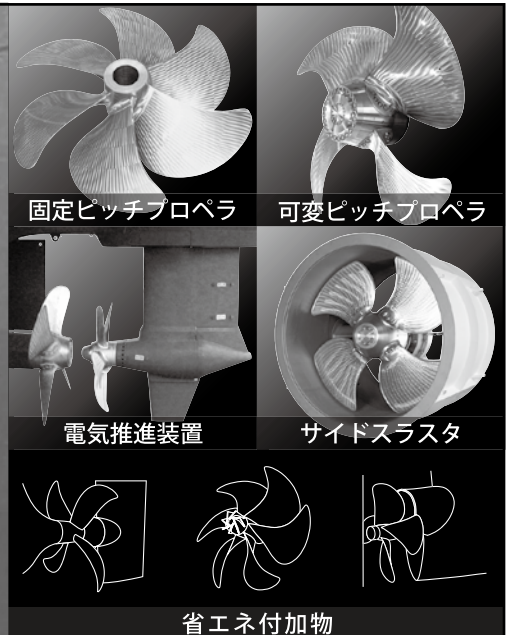
※ 弊社問合せ先は事情により変更する場合があります。弊社ホームページに最新情報を掲載していますので、ご参照下さい。

[www.furuno.com](http://www.furuno.com)

NAKASHIMA  
We Go Beyond

限界小翼面積と NHV 技術の融合  
NonHubVortex

NHV



[www.nakashima.co.jp](http://www.nakashima.co.jp)

ナカシマプロペラ 株式会社

〒709-0625 岡山市東区上道北方 688-1  
 TEL 086-279-5111 FAX 086-279-3107

するわけにはいかないが、もし機械の誤作動や溶接の失敗で新たに手配しようとしても、特殊な材料なので納期が長い。失敗は許されないのので、事前の準備をしっかりと必要があった」と担当者は話す。

## 安全なタンク

名村造船所が受注した3万8000m<sup>3</sup>クラスのLPG船は、日本国内で他に建造する造船所がない。過去を振り返ってみても、日本では一部の造船所が数隻を建造した程度だ。この一方、この大きさのLPG船は現在、韓国の現代尾浦造船が世界市場をほぼ独占している。新規に市場参入を図る名村造船所が、製品面で差別化を図る上で着目したのが、カーゴタンクだった。

名村造船所の新型LPG船の最大の特徴は、フルレフ式の多目的LPG船としては世界初採用となった「IMOタイプB独立方形タンク」だ。

LPG船では、船体から独立したカーゴタンクがホールド内に配置され、支持台などで支えられている。通常、LPG船で採用されるのは「タイプA」と呼ばれる方式だ。このタイプでは、タンク構造が通常の船舶の船体と同種的设计基準で設計されている。仮にタンクが損傷を受けて貨物が大量に漏えいした場合に備えて、タンクの周囲には貨物全量を格納できるようなスペースが二次防壁として設けられている。

一方、名村造船所が採用した「タイプB」は、同じ独立タンクでも思想が全く異なる。タンクそのものに、安全性を追求して特殊な設計と厳密な解析で十分な強度を持たせているので、疲労などで損傷するリスクが極めて低い。また、万が一貨物が漏えいしても漏えい量は限られている。安全性に優れたタンクといっていよう。

さらに、メンテナンス面でのメリッ



タンク搭載時

トもある。LPG船ではタンクだけでなく二次防壁部でも材料に低温用鋼が用いられる。タイプA方式は貨物全量の漏えいに備えて、二次防壁の全面に低温用鋼を使うが、タイプBは万が一の漏えい量が少ないため、二次防壁が一部だけでよく、大半は普通鋼だ。低温用鋼は特殊な鋼材のため手配は簡単ではない。就航後にもし岸壁などと接触して船体が損傷を受けた場合でも、補修で普通鋼を使えば、コストや補修期間などの点でメリットが大きい。

事前のタンクの設計や強度解析などに手間がかかるが、安全性とメンテナンス性には優れる。このタイプB方式のタンクが、大きな製品差別化のポイントになった。

## 荷役の柔軟性

ワールドワイドでの配船を想定しているため、国内外のターミナルに柔軟に荷役できるような工夫もこらしている。

例えば、ブースターポンプを2基搭載している点。これは、岸壁から陸上基地までの距離が長いターミナルでも、船から十分な圧力で貨物を積み出せるよう、貨物を加圧できる工夫だ。また、低温貨物を受け入れられない陸上設備でも荷役できる





## Challenging the Next Stage



**DAIHATSU**

ダイハツディーゼル株式会社

〒531-0076 大阪市北区大淀中1丁目1番30号  
TEL(06)6454-2393 FAX(06)6454-2682

[www.dhtd.co.jp](http://www.dhtd.co.jp)

# M MITSUI E&S

## 株式会社三井E&Sマシナリー

2018年4月1日、三井造船は三井E&Sグループに生まれ変わりました  
そして三井E&Sマシナリーは引き続き「三井-MAN B&Wエンジン」をご提供します

おかげさまで2018年6月、累計生産1億馬力を達成いたしました。

## 伝統と革新を胸に

### 船舶用電気機器トータルサプライヤー

安全航行を支える信頼性の高い製品を  
開発・提供いたします。



**TAIYO**  
ELECTRIC CO.,LTD.

 大洋電機株式会社

〒101-0053 東京都千代田区神田美土代町1-1 住友商事美土代ビル9F <http://www.taiyo-electric.co.jp>  
TEL:03-3293-3061(代) FAX:03-3292-7002(代)



ブースターポンプを2基搭載



カーゴヒーター

ように、貨物を積み出し時に温めて陸上タンクに送るためのカーゴヒーターも設けた。

上甲板の上には、カーゴタンクとは別のタンクとして「デッキタンク」が左右2基設置されている。貨物をカーゴタンク内に積み込む際、タンク内を冷やしておく必要があるため、デッキタンクにあらかじめ貨物を入れ、タンクに移しながら再液化装置を使用して徐々に冷却していくためのものだ。また、例えばプロパンから、次にアンモニアに積荷を変更する場

合、ガス交換を通常は積地で行う必要があるが、デッキタンクにあらかじめアンモニアを入れておいて積み地への航海中にガス化してカーゴタンクに充填させれば、積み地での荷役時間が短縮できる。

船の寸法にも配船の柔軟性を持たせている。このクラスの船が入港するターミナルでは、船の全長に制限がかかることが多い。名村造船所は北欧や日本、カリブ海など世界各地のLPGターミナルを対象に汎用性のある船の寸法を求め、全長183

mであれば制限にかからないと判断した。また、さまざまな水深に対応できるように、喫水も10.4mの浅喫水に抑えた。この浅さで貨物タンク容積3万8000m<sup>3</sup>を確保できるように、全体の寸法を決めている。

このほか、陸上設備との貨物の接続口であるカーゴマニホールドの配列や高さなどにも気を配った。海外港湾の標準的な配列だけでなく、国内ターミナルでも使いやすいよう追加している。



甲板上にデッキタンクを搭載した



マニホールドの配列も工夫



## ■主要目

全長×幅(型)× 夏季満載喫水(型)	182.97m×29.60m× 10.40m
総トン数	2万5458総トン
載貨重量	2万8894重量トン
主機関	MAN B&W 6G50ME- B9.5×1基
定員	25人
船級	日本海事協会(NK)
船籍	マーシャル諸島

## ■主要機器リスト

舵取機	川崎重工業
甲板機	川崎重工業
ガスシステム	Babcock LGE
主機関	三井 E&S マシナリー
発電機エンジン	ダイハツディーゼル
ボイラー	大阪ボイラー製作所
プロペラ	ナカシマプロペラ
発電機/電動機	大洋電機
配電盤/始動器盤	寺崎電気産業
無線航海計器	古野電気

## シェールガス由来の プロパン

中型のフルレフ式LPG船は、大型LPG船が取り扱うブタンやプロパン、プロピレンなどの貨物だけでなく、アンモニアの輸送が主体になる。本船は、いずれも搭載できる多目的ガス船となっている。

この船で特徴的なのは、エタンの含有率が高いプロパンも搭載できる点だ。通常、国内などで流通しているプロパンは液相で2.5mol%までのエタンを含むが、本船はエタン含有率5mol%のプロパンまで搭載できる。背景には、近年拡大しているシェールガスで産出されるプロパンのエタン含有率が高いことが挙げられる。このため、カーゴタンクの設計温度を、前船のマイナス48度から、マイナス50度にまで引き下げて対応した。

エタン含有率の高さを考慮して再液化装置も改良した。フルレフ船はカーゴタンク内への侵入熱によって貨物が気化するため、この気化ガス(ボイル・オフ・ガス)を再び液化してカーゴタンク内に戻す仕組みになっている。気化したプロパンにエタンが多く含まれていると、再液化装置にエタンがたまり気化しにくくなる問題があるため、装置を工夫しているという。

このほか、主要な貨物となるアンモニアの搭載に対応して、ポンプは電動モーターと一体型のサブマージド式ではなく、電動モーターをポンプから分離して甲板上に据え付ける

ディーゼル式ポンプを採用している。また船内に必要箇所には、アンモニアの腐食性に対応した材質も使用している。

## 環境・省エネにも対応

近年の大きなテーマである、環境と省エネにも配慮した。

省エネ性能に関しては、最適船型と省エネ型の船尾付加物を採用。推進性能を向上させて、燃料消費量の低減を図った。

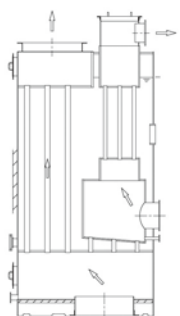
最新の環境規則にも対応している。IMO(国際海事機関)のバラスト水管理条約に適應するため、IMOの承認に基づいたバラスト水処理装置を搭載。また2020年から始まる硫黄酸化物(SO<sub>x</sub>)全海域規制に対しては、SO<sub>x</sub>を除去するスクラバーを就航後に改造で容易に搭載できるよう、日本海事協会から船級符号「EGCSR-G」を取得している。

## 周到な建造計画

名村造船所の伊万里事業所では、18年にこのLPG船の建造が始まった。10年ぶりの液化ガス船の建造にも関わらず、工程の混乱や大幅な遅

## M/V HOURAI MARU

就航おめでとうございます



— 煙管式コンポジットボイラー —  
M/V Hourai Maruに搭載いたしております

型 式 : OVS2  
設定圧力 : 0.5~0.8MPaG  
蒸 発 量 : 油 焚 側 / 400~3,000kg/h  
排ガス側 / 300~3,000kg/h  
火 炉 : 完全水冷壁式  
対応燃料 : LNG, LPG, HFO, MDO, MGO

・2,000缶以上の豊富な実績  
・高いメンテナンス性能  
・修理、点検、アフター部品の充実対応



株式会社  
大阪ボイラー製作所

Tel : +81-6-6471-2451  
Mail : marine@osakaboiler.co.jp



進水



中堅社員がプロジェクトメンバーを率いた

れもなく、工事は進んだ。事前に入念な準備を進めていたこともあるが、建造が始まってからも、スムーズに行えるような体制が取られていた。

伊万里事業所は複数の船種を建造するプロダクトミックスを取っているため、LPG船建造時も並行して他のさまざまな船の素材が製造ラインに流れていた。溶接施工法や溶接材料が異なるLPG船用の低温用鋼と、普通鋼が製造ラインに混在するため、LPG船用タンクに関わる工程は内業工場内でも分離してリスク低減に努め、どうしても混在する場合は、LPG船と他船の間に注意書きの看板を立ててしっかり分けし、取り違えのないよう心掛けたという。

また、タンクの防熱素材のポリウレタンフォームは引火性が高いため、防火管理も徹底。火気専用の監視員を設けて確認する体制を取った。

工程の進捗にも気を配った。例えば、ステンレスのパイプは点数が膨大で進捗管理が難しい。そこで事前に全てリスト化し、毎日作業の進捗状況を詳細まで把握しながら、残りの仕事量を見極め、工程を管理した。

初のフルレフ船として、今後のLPG船事業につなげるために品質管理も徹底した。例えばタンク内の清掃。万が一、ゴミなどがタンク内に残っていると、就航後に水分が付着して不具合が発生し得る。そこで責任者クラスが毎回、タンク内の状態を最終確認し、自信を持って完了する体制とした。

苦労もあった。このLPG船の建造時、名村造船所とグループの佐世保重工業では、VLCCやアフラマックス・タンカーなど艤装比率の高い船の建造が集中していた。このため艤装工が不足し、LPG船だけにリソースを集中することができなかった。さらに他造船所での建造船の関係で、ステンレスの溶接工を社外から集めることも難しいという問題に直面した。

それでも「人手不足も含めて、建造が始まってからの課題やトラブルは全て想定していた範囲内だった。想定外のトラブルには一切遭遇しなかった」という。19年3月11日に、LPG船を納期通りに無事に引き渡すことができた。

## 自信につながる

“Hourai Maru”と名付けられた本船。世界各地でアンモニアなどの輸送を行う中でも、高い評価を得ている。ガス船に強い北欧のブローカーなどの間でも、本船の名前は有名になっているという。

プロジェクトを率いた社員たちにも、大きな自信をもたらした。「タンクを搭載するまでは、タンクがはまらない夢を何度も見たが、1基目の搭載が順調にいったからは次の搭載が楽しみになり、最短記録も狙った」「工期も非常に厳しかったが、それを守れた達成感は大きかった」とプロジェクトメンバーらは、苦労と達成感を口々に話し、「今回の経験が次のガス船にもつながる」と意気込む。

名村造船所といえば、これまででもVLCCやガス船、大型鉍石船など、新しい船に1隻ずつ挑戦し、課題を乗り越えながら着実に対応力を広げてきた。今回のLPG船も、次の成長につながる1隻となりそうだ。 **C**