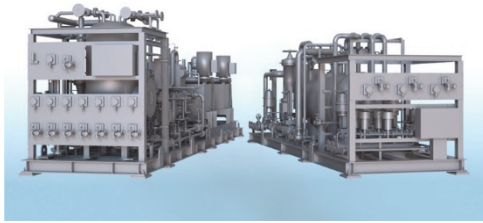


船舶の未来を変える アンモニア燃料ハンドリングシステム MAmmoSS[®] — カーボンニュートラルへの確かな一歩 —

Ammonia Supply and Safety System (MAmmoSS[®]) Changing the Future of Ships
- A Definitive Step Toward Carbon Neutrality -



三菱造船株式会社
マリンエンジニアリングセンター
エンジニアリング営業部

2023年7月に開催された国際海事機関(IMO)の第80回海洋環境保護委員会(MEPC)において、2050年までに国際海運からの温室効果ガス(GHG)総排出量をゼロにする“2023 IMO GHG 削減戦略”が採択された。その後、同戦略で掲げられた削減目標の達成を目的とする規制として、“GHG 排出削減のための中期対策(IMO GHG 中期対策)”が MEPC83 で承認された。IMO GHG 中期対策の“使用燃料の GHG 強度規制”や“IMO ネットゼロ基金による脱炭素化の促進”は国際海運における脱炭素化に向けた取組みを加速することが期待されたが、2025年10月に開催された臨時 MEPC において、IMO GHG 中期対策の採択が1年延期されることが決定した。

一方で、GHG 排出削減への取組みは待ったなしの状況にあり、燃焼しても CO₂ を排出しないアンモニアは、海運業界の GHG 排出削減に大きく寄与する次世代船用燃料として注目されている。アンモニアは毒性を有する流体であるため、船上で安全にハンドリングするための技術が不可欠であり、余剰アンモニアを安全に処理するためのアンモニアガス除害システムの装備が必要となる。

本報では、三菱造船株式会社が提供する、アンモニア燃料船に不可欠なアンモニア燃料ハンドリングシステム MAmmoSS[®]について紹介する。

1. 取組み状況

三菱造船株式会社(以下、当社)は、アンモニアも運搬可能な多目的ガス運搬船建造及び LNG 燃料ガス供給システム(LNG FGSS) 提供を通じて培った液化ガスハンドリング技術を活かし、アンモニア燃料ハンドリングシステム(Mitsubishi Ammonia Supply and Safety System 以下、MAmmoSS[®])の開発に取り組んだ。三菱重工業株式会社総合研究所長崎地区において、アンモニアガス除害システム(Ammonia Gas Abatement System 以下、AGAS)の検証設備を設置し、船上でのアンモニアオペレーションを想定した各種シナリオに基づく処理性能の実証を行った。図1に AGAS 実証設備を示す。

これらの検証結果を踏まえ、当社は、競合他社に先駆けてアンモニア燃料船市場への参入を果たした。さらに、海洋システムインテグレータとして、他社が建造するアンモニア燃料船に対する造船エンジニアリングサービスや建造支援等、お客様ニーズに応じた付加価値の高いサービスの提供にも積極的に取り組んでいる。



図1 AGAS 実証設備

2. 特長

2.1 アンモニア燃料ハンドリングシステム(MAmmoSS[®])

アンモニア燃料船には 2 元燃料エンジンを搭載するだけでなく、船舶の仕様や運用面を踏まえた適切なアンモニア燃料ハンドリングシステムの構築が不可欠である。例えばシステムの仕様や構成は、エンジンの種類・大きさ、アンモニア燃料タンク仕様、船内配置等によって左右される。

MAmmoSS[®]は、アンモニア燃料供給システム(Ammonia Fuel Supply System 以下、AFSS, Fuel Valve Train(FVT)を含む)、AGAS 及びこれらを統合して制御する AFSS 制御装置(AFCS)で構成されている。各要素機器はモジュールに組み込んで納入されており、複数のモジュール型番を取りそろえることで多様な船舶やあらゆる船用アンモニア内燃機関に対応している。これにより、前述の諸条件に合わせ最適な仕様、構成のシステムを提供できる。

全てのモジュール型番は同一の機器構成・配置を採用しており、さらに分割可能なモジュール配置となっているため、様々な船内配置の制約に柔軟に対応可能である。

2.2 アンモニア燃料供給システム(AFSS)

AFSS は、アンモニア燃料をエンジンが利用可能な温度・圧力に調整し、エンジンへ供給する装置である。アンモニア燃料は、エンジンからの要求信号に従い、アンモニア燃料タンクから AFSS モジュール及びその制御装置によって自動的にエンジンへ供給される。通常、AFSS はエンジン室とは別の燃料調整室内に設置され、二重管を通してエンジン室へアンモニア燃料を供給する。

AFSS は、エンジンへのアンモニア供給形態によって、図 2 に示すとおり 2 種類に分類される。気体で供給するものを LP AFSS と呼び、発電機エンジンやボイラ向けに用いられる。一方、液体で供給するものを HP AFSS と呼び、主エンジン向けに用いられる。

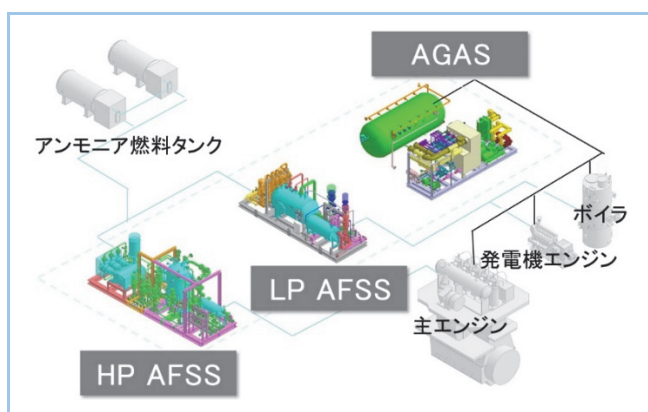


図 2 アンモニア燃料供給システム(AFSS)

2.3 アンモニアガス除害システム (AGAS)

AGAS は、アンモニア燃焼機器及び関連配管内部に残存するアンモニアを安全に処理する装置の総称である。例えば、エンジンの燃料をアンモニアから重油へと切り替える際には、不活性ガスにより押し出されたアンモニアガスがバルブユニットから排出される。LNG 燃料の場合、この排出ガスはベントポストを通じてそのまま大気放出されるが、アンモニアは毒性があるため、大気放出時に濃度規制が設けられている。そのため、AGAS で無害化処理を行ってから放出する必要がある。

無害化方式は、アンモニアが水に溶けやすいという性質を利用し、アンモニアを水に吸収させる方法である。排出ガスはこの AGAS を通すことで大気放出基準を満足する濃度まで無害化される。処理工程で生成されたアンモニア水は寄港時に陸揚げが必要であるが、エンジン排気ガスの NO_x 処理用 SCR 用還元剤として利活用することが可能である。なお、アンモニア水は産業廃棄物の手続きが必要であるが、当社ではアンモニア水を再生し産廃手続きを不要とするアンモニア排水処理システムを開発中である。

余剰アンモニアガスの無害化処理が必要なオペレーションのタイミングと処理対象を表 1 に示す。特にブラックアウトなどの緊急燃料切替えは、突然発生するオペレーションであり、短時間で大量のアンモニアガスを処理しなければならない。また、不活性ガスでアンモニアを押し出すページ操作の初期には高濃度のアンモニアガスが流入し、その後濃度が徐々に低下し最終的にはほぼ不活性ガスとなるため、ガス組成が大きく変化する。こうした運転条件下では、即応性が高く、広範囲なガス濃度に対応できる、水吸収方式の AGAS が適している。一方、入出渠前後などに燃料タンクから排出される大量のアンモニアガスを計画的に処理する場合などは、ガス燃焼装置 (GCU) で焼却する方が適している。

除害処理方式の比較を表 2 に示す。アンモニアを水吸収方式で定常処理する方法としては、充填塔方式のスクラバが一般的である。しかし、大量のガス処理が必要な場合は充填塔の断面積を大きくするか、複数台設置するなど、船上での限られたスペースでの設置が困難となる。さらに、充填塔方式では充填物が吸収液に濡れていることが必要だが、船体動揺下では充填物が部分的に濡れなくなり、吸収性能が大幅に低下する恐れがある。そこで当社は、短時間で大量のガスを受け入れ、船体動揺の影響を受けずにアンモニアを粗吸収処理する第一希釈槽と、その後段で粗吸収後のアンモニアガスを排出基準濃度まで吸収・希釈処理する第二希釈槽からなる装置構成を採用している。

表1 アンモニアガス処理が必要なオペレーション

処理タイミング	処理対象	対応機器
通常燃料切替時	燃料供給配管	AGAS
緊急燃料切替時(ブラックアウト等)	燃料供給配管	
メンテナンス時	エンジン, AFSS 等のメンテナンス部	
燃料バンカリング後	バンカーステーション～燃料タンク	船上ガス燃焼装置 or 船外処理
入渠前 燃料タンク ガスフリー	燃料タンク	
出渠後 燃料タンク ガッシングアップ	燃料タンク	

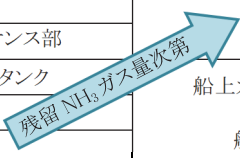


表2 除害処理方式の比較

比較項目	当社	充填塔方式(スクラバ)	
除害性能	(船体動揺下)	影響なし	大幅に低下する可能性有(*1)
	(ブラックアウト時)	影響なし(*2)	ポンプ停止に伴う除害機能喪失
除害排水量	相対的に少ない(*3)	相対的に多い(*3)	
薬液要否	不要	要 (吸収液として硫酸を使用する場合)	
海水要否	不要	要 (吸収液として海水を使用する場合)	
除害排水の腐食性	相対的に低い(*4)	相対的に高い (除害排水に薬液・海水を含む場合)	

*1 船体動揺下では充填物が部分的に濡れなくなり、除害性能が大幅に低下する可能性がある。

*2 ブラックアウト時であっても、希釈槽内でアンモニアガスが吸収液に吸収される。

*3 当社の場合、アンモニアガスは希釈槽内で効率的に攪拌され吸収液に吸収される。
一方、充填塔方式の場合、塔内に大量の吸収液を散水する必要があるため、相対的に排水量が多い傾向にある。

*4 除害排水は、腐食性を考慮した濃度管理がされている。

3. 今後の展開

当社は、高度な設計・解析技術及び品質管理体制を活かし、安全性と信頼性を最優先したアンモニア燃料ハンドリングシステムときめ細やかなエンジニアリングサービスを提供することで、アンモニア燃料船の普及に貢献し、海運業界の脱炭素化を推進していく。さらに、海運業界に限定せず、事業領域の拡大にも積極的に取り組み、カーボンニュートラル社会の実現に向けて尽力し、世界規模での環境負荷低減に貢献していく。

MAmmoSS®は、三菱造船株式会社の日本における登録商標です。

製品についての情報は当社 Web サイトをご参照下さい。