

# LNG バンカリング船“KEYS Azalea”について

## LNG Bunkering Vessel “KEYS Azalea”



三菱造船株式会社  
営業部  
商船グループ

海運業界はカーボンニュートラル社会実現のブリッジソリューションとして LNG 燃料への転換を進めている。LNG バンカリング船は、大型船舶への LNG 燃料の大量供給に適しているため、近年世界的にその重要性が高まっている。

“KEYS Azalea”は、KEYS Bunkering West Japan 株式会社向けに三菱造船株式会社が建造した、西日本で初めて稼働する LNG バンカリング船であり、九州・瀬戸内地域の各港に寄港する外航 LNG 燃料船向けの LNG バンカリング事業及び LNG の内航輸送事業に従事している。

### 1. 本船の概要

“KEYS Azalea” (以下、本船)の主要目を表 1 に示す。

表1 “KEYS Azalea”の主要目

全長	82.4 m	船速	約 12.0 kn
全幅	18.2 m	主発電機	ダイハツ 6DE23DF
喫水	4.8 m		1170kW×3
総トン数	4744	推進電動機	西芝電機 NTIKE-RCK5
LNG 積載容量	3533 m <sup>3</sup>		890kW×2

本船は、従来型 LNG 輸送船としての機能と、船舶へ Ship to Ship 方式で LNG 燃料供給を行うバンカリング船としての機能を兼ね備えた船舶であり、以下の特徴を有している。

- 1) 貨物タンクは容積約 3500m<sup>3</sup>の外部防熱方式の円筒形独立型タイプ C タンクを 1 基装備している。タイプ C タンクは二次防壁が不要であり、小型 LNG 輸送船や LNG 燃料船に一般的に採用されるタンク型式である。本船は、タンク容積の船長方向中心位置が船舶の浮心の近傍になる様に設計している為、バンカリング前後の船体トリムの変化が少なく、最小限のバラスト操作でオペレーションできる。
- 2) LNG バンカリング船としては国内で初めて LNG と MDO (Marin Diesel Oil) の両方を燃料にできるデュアルフューエル電気推進システムを装備しており、本船自体から排出される CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, PM (粒子状物質) を従来船に比べて大幅に削減している。
- 3) ホースハンドリングクレーンを 2 基装備した貨物マニホールドをミッドシップ付近と船首部のそれぞれ両舷に配置し、LNG 燃料船のサイズ・船型やバンカーステーション配置に合わせて使用するマニホールドを柔軟に選択可能としている。
- 4) Ship to Ship 係船設備としてフォーム式フェンダー及びフェンダーダビットを合計 4 組装備している。
- 5) サイドスラスターを船首尾に装備しており、港湾内における離着岸を容易にして荷役時間の短縮を図っている。

図1はLNG燃料船へのバンカリングを終えて離舷する本船の様子である。

次章以降では、LNG貨物のハンドリング設備やそれを制御する統合自動化システムの特徴を説明する。



図1 バンカリング直後の本船 (KEYS Bunkering West Japan 株式会社提供)

## 2. ガスハンドリング設備

本船には、LNG燃料船へのバンカリング、陸上基地での積荷・揚荷や、航海時の発電機関へのガス供給、貨物タンクや貨物配管の不活性化、ガス化、クールダウン等の多様なオペレーションが要求される。ここでは、これらのオペレーションを実現可能とするために搭載されている主要機器及びガスハンドリング機能について説明する。

### 1) LNG ポンプ

貨物タンク内にLNGバンカーポンプを2台装備している。これらは貨物タンク内LNGの移送に用いられ、貨物陸揚げ時及びバンカリング時に使用する。また、バンカーポンプに加え小型のポンプを併設しており、タンクのクールダウンやLNG気化器を経由した発電機関へのガス供給を可能としている。

### 2) ガスコンプレッサ

ガスコンプレッサを2台装備している。これらは貨物タンク内のボイルオフガス(BOG)を発電機関及びGCU(Gas Combustion Unit)へ供給する役割を担うほか、タンクウォームアップ時に貨物蒸気を循環させる用途にも使用される。

### 3) LNG 気化器 及び ガスヒーター

シェル&チューブ式のLNG気化器とガスヒーターを装備している。

LNG気化器は、BOGが不足する場合にLNGを強制気化させて発電機関へ供給し、LNG燃料供給の安定性及び冗長性を確保するために使用される。

ガスヒーターは、発電機関やGCUに供給するガスを適正な温度まで加熱し、機器の安全性や燃焼効率を確保するために使用する。

### 4) GCU

GCUはオペレーション中に発生する余剰のLNGガスを安全に処理する装置である。配管ラインのパーズやタンクの不活性化といったオペレーションでは窒素(N<sub>2</sub>)が混入したLNGガスが発生するが、GCUではこのような不活性ガス混じりのガスも安全に処理することが可能である。

### 5) 窒素発生装置

メムレン式窒素発生装置を装備している。これらは配管ラインのパーズやタンク不活性化などに必要となる窒素ガスを生成するために使用される。

#### 6) 貨物配管

貨物配管には防熱が施されている。配管設計においては、ベローズ式伸縮継手やオフセット配管を適用することで、船体変形や低温による熱変形に起因する過大な応力を回避し配管や接続機器を保護している。また、タンク及び貨物配管には安全弁が設けられ過度な圧力上昇から貨物システムを保護している。

#### 7) 計量・分析システム

本船にはガス計量システム及びガス成分分析装置を搭載しており、燃料船側に供給した LNG の供給量および組成を正確に計測し、商取引に使用することができる。

#### 8) Ship to Ship LNG 移送システム

極低温フレキシブルホースを用いた LNG 移送システムを装備し、様々な LNG 燃料船に柔軟に対応し、且つ安全にバンカリングを行う事が可能である。ホースは、上述のホースハンドリングクレーンを使用して LNG 燃料船のバンカーマニホールドに接続される。バンカーマニホールドとの接続口には極低温対応の Quick Connection を装備し、ホースの接続/切断作業の迅速化を図っている。また、緊急離脱装置及び船舶間距離検出装置を装備しており、LNG 燃料船との距離が拡大する場合や火災等の緊急時に迅速にホースを切り離すことができる。

#### 9) LNG 燃料船へのガスハンドリング支援機能

本船は LNG 燃料船側が必要とするガスハンドリング作業の支援を行うことが可能である。具体的には、LNG 燃料船との接続状態において、上記で紹介した本船の搭載機器を使用することで、LNG 燃料船側の燃料タンク不活性化、ガッシングアップ、ウォームアップといったオペレーションを実施することができ、LNG 燃料船へのバンカリング以外の付随的なガスハンドリングも本船側で安全に行うことを可能としている。

### 3. 統合自動化システム

本船の制御装置は IAS(Integrated Automation System, 統合自動化システム)を採用している。IAS は船内プラントの制御および監視を、遠隔の制御場所から集約して行えるシステムであり、大型外航 LNG 輸送船等の高付加価値船に搭載される場合が多い。LNG は取扱いが極めて難しいため、本船でも船内プラントの自動化が重要なテーマであった。本船の IAS は、三菱造船株式会社(以下、当社)が長年の LNG 輸送船建造で培った自動化技術が反映された、大型外航 LNG 輸送船と同等の高度な制御機能を有するシステムとなっている。

本船の操舵室および機関制御室には、IAS の操作端末として HIS (Human Interface Station)が設置されており、HIS のモニタには図 2 に示すように、カーゴタンク内の圧力、温度、液位、ポンプの運転状態、各種警報をはじめとした、船内プラントのデータが集約して表示される。監視のみならず、乗組員は HIS から補機やバルブを遠隔で操作することが可能である。

本船の IAS には様々な自動制御が実装されており、取扱いが難しい LNG のオペレーションを安全に実施できるよう設計されている。例として、IAS には LNG バンカリングの為の自動シーケンスが実装されており、バンカリング開始・終了時のバルブおよびバンカーポンプの一連のオペレーションは、シーケンスにより自動化されている。また、カーゴタンクから発電機関へガスを供給する燃料供給システムの制御も IAS に実装している。ガスコンプレッサや LNG 気化器、ガスヒーターを使用した燃料供給システムおよびその制御は、当社製品で多数の実績がある LNG 燃料船向け FGSS(Fuel Gas Supply System)のノウハウを活かして設計されており、本船においても負荷変動への追従性や操作性に優れた自動制御を実現している。この様に、本船では熟練を要するガスハンドリングに関するオペレーションの多くが IAS によって自動化されており、IAS は乗組員の負担軽減や操作ミス防止に寄与している。

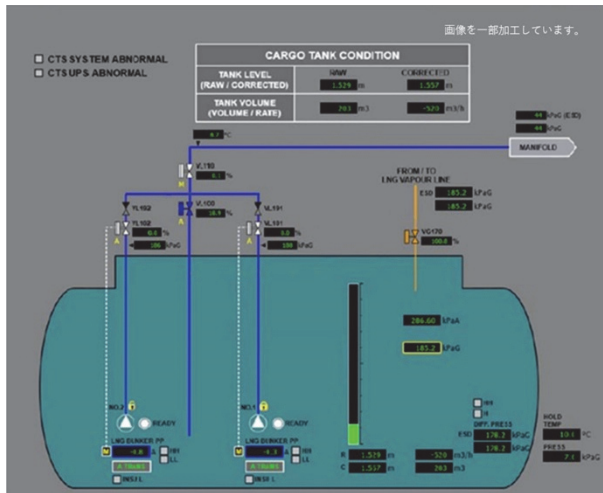


図2 IAS の操作画面例

## 4. 今後の展開

2050年までに国際海運からのGHG総排出量をゼロとする“2023 IMO GHG削減戦略”の採択を受け、海事業界はLNGやアンモニア等のガス燃料への転換を進めている。当社は長年にわたるLNG輸送船の設計・建造で培ってきたガスハンドリング技術を活かして、ガス燃料転換を支える船舶や燃料供給システムを提供することにより、海の脱炭素化社会の実現に貢献していく。