

BINSIGHT

第10号 // 2024年5月

代替燃料 - LNG

海運業界はかつてない難題に直面する中、脱炭素化とゼロエMISSIONの達成に向けて奮闘しています。

海運の脱炭素化は、地球環境を守るための急務であると同時に、業界で代替燃料にシフトする動きが見られるように、新たなイノベーション分野にもなりつつあります。



本号のパートナー

Waves Groupは、海事・オフショアエネルギー業界向けにサービスを提供する世界有数の独立系コンサルティング会社です。必要不可欠な助言や分析、データを提供することでお客さまを支援し、業務の結果への自信と確信を高めています。

あらかじめ計画されていたプロジェクトも、突発的な出来事も、全世界をカバーする対応チームが年中無休でサポートします。長年の実務経験を通して積み重ねてきた確固たる実績を基に、詳細な技術分析やデータに裏付けされた実用的なアドバイスを提供することで、不確定要素を減らし、問題をスムーズに解決します。

船長、機関士、造船技師、海上土木技師などの専門家からなるチームが、火災、海難救助、オフショアエネルギー、クレーン、代替燃料、海事データの収集・分析などの分野で専門知識を提供します。海難事故、紛争、港湾運営、オフショアエネルギーインフラの建設・解体をはじめとする各種プロジェクトに関して、開始から終了、そしてさらにその先までお客さまをサポートします。

ロンドン、サウサンプトン、シンガポール、ヒューストン、ロッテルダムに事業所を構えており、世界中のプロジェクトに迅速かつ効率的に対応します。

脱炭素化に移行するための新たな燃料として現在最も普及しているのは、**液化天然ガス(LNG)**ですが、メタノールや水素などもゼロエミッション燃料候補として台頭しつつあります。将来的にどの燃料が本命になるかはまだ不透明で、この先の需要増に応えるためにさまざまな代替燃料が必要になる可能性もあります。

代替燃料を選ぶにあたっては、意思決定プロセスの一環として、リスクの確認・評価を入念に行うなどデューデリジェンスを実行する必要があります。また、リスク評価の際は、エンジンメーカーや燃料サプライヤー、船級協会、船体保険者、本船の旗国当局など、幅広い関係者に相談することが求められます。

主な検討事項:

1. エンジンへの適合性と影響

エンジンメーカーに相談し、導入を検討している代替燃料が本船のエンジンに適合できるか、エンジンの改造が必要になるかを確認してください。

2. 燃料の管理

代替燃料の取り扱いにはその他の燃料とは異なる作業上の危険が伴うおそれがあるため、船員に訓練をきちんと受けさせることが不可欠です。

3. 健康・安全・環境(HSE)

代替燃料は環境的には大きなメリットがあるかもしれませんが、代わりに安全上のリスクを高めるおそれがあります。そのため、導入の際にはHSEリスクの入念な評価も併せて実施し、燃料取扱時はこれを船内における安全対策の基盤としてください。

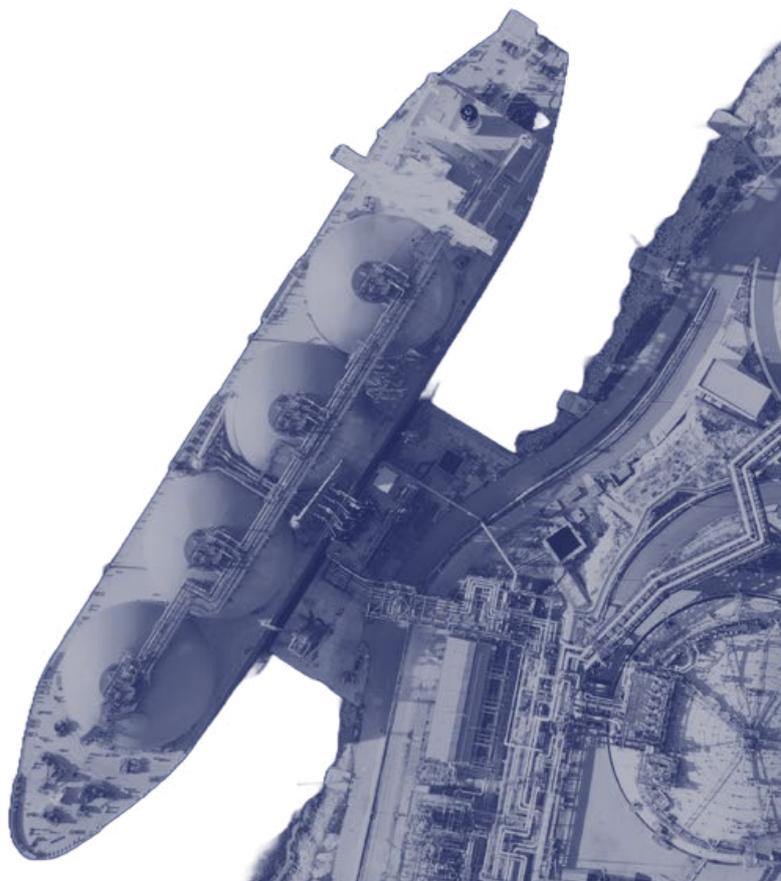
4. 品質

代替燃料について今はまだ国際規格が定まっていないため、適切な燃料を供給してもらえるよう、明確かつ詳細なスペックを船主が定める必要があります。

ブリタニヤのロスプリベンション部門はWaves Groupと合同で、バイオ燃料や液化天然ガス、メタノール、アンモニア、水素などの主な代替燃料の導入に関するアドバイスを提供しています。各代替燃料の導入を検討する際に重視すべき点は、保管、取り扱い、給油、安全性、緊急時対応の適切な方法です。

本ガイダンスでは**液化天然ガス(LNG)**について取り上げます。LNGはこれまで長年、LNG輸送船が貨物として輸送し、燃料にも使用してきましたが、今回はLNGを燃料専用積載する船舶を対象に解説します。LNGは環境にやさしく、供給量が増えており、船舶燃料として安心して使用できる技術も確立されていることから、さまざまなタイプの船舶で従来の化石燃料に取って代わる燃料として広く普及するようになりました。とはいえ、LNGも化石燃料の一種であり、ゼロエミッション燃料に今後求められる要件や期待値は満たせないかもしれません。そのため、他のゼロエミッション燃料がさらに普及するまでのあくまでつなぎ的な燃料とみなされることが多いです。

燃料としてのLNGには、給油、保管、船内取り扱いに関する具体的な方法を記載した「ガスまたは低引火点燃料を使用する船舶の安全に関する国際コード」(IGFコード)が法律上の要件として適用されます。



保管

LNG燃料の保管に使われているタンクは主に2種類あります。1つは**タイプC圧力タンク**です。LNGに圧力をかけて保管することができます。通常は甲板上に設置され、かなりのスペースを必要とします。もう1つは**メンブレン式タンク**です。船体の中に埋め込まれるのが一般的で、LNGを沸点以下に保つために専ら防熱が必要になります。

LNGをタンク内で極低温状態で保管することは難しく、最終的に何らかの形で熱侵入が発生し、LNGの蒸発を引き起こしてしまいます。熱侵入の原因となりうるのは、船体の揺れに伴う液体の振動や、タンク外部からの熱伝導などです。その結果、液体燃料が蒸発してタンク内の圧力が高くなります。タンク圧を適切な状態に維持できないと、圧力逃がし弁から燃料が突然放出する事態にもなりかねません。こうした放出は燃料の浪費や環境被害につながるだけでなく、余分な圧力をベントした後も逃がし弁が閉じず、場合によってはタンク全体のベントを許してしまうリスクもあります。このような事態を防ぐためには、以下の点を心がけてください。

1. タンクへの熱侵入が起きないように気をつける。
タンクおよび極低温配管の防熱状態をきちんと保ち、サーモカメラで低温箇所を確認し、温度が上がっている場合は防熱機能が損なわれている箇所を修理しましょう。
2. タンク圧を常に監視する。タンク圧が高くなるほどLNGの温度も高くなります。LNGを消費し続けていれば圧力を低く保ち、温度も保つことができます。ただ、これは二元燃料船においては傭船者との争いの原因になるかもしれません。LNGよりもう1種類の液体燃料のほうが価格が安いときは、傭船者としては安い燃料を消費して燃料費を抑えたいからです。しかし、安いほうの燃料を消費してLNGを消費していないと、LNGタンク内の圧力(および温度)が上がってしまいます。傭船者からそのような要請があった場合は、タンクの温度と圧力を保つためにもLNGの消費が必要だということを理解してもらう必要があります。

給油

LNGは極低温での保管が必要で、従来の燃料と特性が大きく異なります。船舶に給油(バンカリング)する際も安全面でのさまざまな問題やリスクがあり、対策が必要です。

LNG特有のリスクに対処するためには、入念な計画と適合性調査が必要です。船舶から船舶、陸上施設から船舶、トラックから船舶など、各バンカリング方法に合わせた具体的な作業手順を策定しなければなりません。また、作業をスムーズに進めるためには、適合性評価も必要となります。このようなしっかりした調査や手順を実施することで、万が一漏洩や噴出があった場合でも、燃料移送装置が安全な状態に戻り、LNGの流れを止めることができます。これを実現するためには、以下の点が求められます。

1. 船舶の設計段階で船舶給油シナリオを決めておく。それによって給油可能量と給油速度の限界が明確になり、移送装置が給油作業に適切かが分かる。
2. 本船における燃料受け取り可能流量を最大12 m/sまでとする。
3. 緊急停止(ESD)作業時の圧力の急上昇を考慮しておく。
4. 漏洩検知装置を設け、作業範囲を適切にカバーし、漏洩を迅速に見つけられるようにする。
5. 燃料移送装置は、機能失敗確率が低い安全度水準(SIL)を満たしたものを使用する。
6. 安全手順を定め、船員への訓練を実施することで、危険区域を割り出し、作業区域内に発火リスクが存在しないようにする。
7. 作業区域付近で水幕を使用し、漏洩して蒸発するLNGの量を抑えるとともに、タンクの防熱を維持する。
8. 船舶から船舶へバンカリングする際は、燃料が噴出しないように係船索を常時監視し、必要に応じて対応する。これは通常であれば適合性評価の一部であるが、噴出して緊急停止に陥らないよう、現場作業者による注意が求められる。
9. バンカリング作業の前にESD装置をテストする。
10. バンカリング中の並行作業(SIMOPS)を認めるか決める。

取り扱い

LNGは低温であり、大気に触れると蒸発してしまうため、格納装置に保管し、ESD装置につなげたガス検知装置を使って、漏洩が起きないように監視する必要があります。バンカリングや保守、修理のために格納装置や配管に穴を開けなければならない場合は、イナートガスを注入して中のLNGを必ず除去してください。イナートガスは極低温下でも液状化・固体化しないものでなければならないため、この場合は窒素が適しています。また、保守のために装置を開けたときは、LNGを送り込む前に中を乾かして清浄にし、不活性状態にする必要があります。

安全性

LNGは温度が非常に低いため、空気や地面や水に触れると蒸発し始めます。そのため、仮に漏洩しても、時間が経てば環境への影響は小さくなるでしょう。ただし、漏洩すると蒸気雲を形成します。蒸気雲は暖まると消散してしましますが、蒸発速度によっては最初は冷たいことがあります。冷たい蒸気は空気より密度が高いため、甲板付近に留まることで作業員がケガをしたり、発火源に流れていったりする可能性が高まります。温度が非常に低いLNGに触れると、低温やけどをしてしまいます。そのため、バンカリングの際はこの危険性をあらかじめすべての作業員に伝えておく必要があります。また、船主や管理会社は、作業員がLNGに暴露した場合に備えて救急手順を決めておくようにしてください。

緊急時対応

事故を防ぐために多くの壁を設けていても、緊急事態というのはいつどのような状況でも起こりえます。実用的な手順を事前に決めておき、関係者が訓練や定期的な練習を行ってその手順をマスターしておかない限り、もしそのような事態になってもうまく対処することはできません。

緊急時対応に関しては、計画に以下の目的を盛り込むようにしてください。

- 負傷者の救助・治療
- 負傷者以外の保護
- 財産・環境へのダメージの軽減
- インシデントの制御

また、LNGを使用する際は特に以下のような各種事態に備えた手順および訓練が必要です。

- 衝突および付近を通過中の船舶からの衝撃
- LNGの放出
- ベント
- 火災
- 移送中の漏洩

LNG火災の消火には主に、水、粉末消火剤、泡消火剤、イナートガス装置が使われます。しかし、蒸気漏れも止めなければ、火を消しても別の危険が生じてしまいます。蒸気がさらに溜まって爆発性雰囲気形成しないようにするには、漏洩を元から止めることが重要です。



水

十分な量を確保できる場合、水は、熱を浴びた、もしくは火を直に浴びた表面を冷やす優れた冷却剤となります。また、噴霧して水幕を作り、消火隊を守ることもできます。ただし、燃えている液体ガスだまりに注入することは絶対にしないでください。液体の蒸発が速まり、燃焼速度が増してしまいます。水は以下の用途に最も適しています。

- ・ 噴出する燃焼ガスの消火。ただし水の使用が望ましくない場合もある。
- ・ 蒸気雲の消散。発火前の段階で放水モニターを使用。
- ・ 極低温ガスが漏洩した場合の甲板の保護。発火前の段階で水を使用。
- ・ 発火した際に火元の近くにある鋼鉄構造物と配管の保護。放水モニターを使用。
- ・ 二次火災の消火促進(ただし、高出力の放水モニターを使用する場合、指示を誤ると船員を危険にさらすおそれがあるため、うまく連携を取る必要あり)。

粉末消化剤

粉末消化剤は、燃焼過程において活性化する遊離基を捕捉することで消火します。ただし、冷却効果はほとんどないため、蒸気が付近の高温部と接触すると再び発火してしまうおそれがあります。こうした危険は、粉末消化剤で消火する前に高温部を水で冷やしておけば防げるはずで、なお、粉末消化剤を噴霧した水と組み合わせて使用することは絶対にしないでください。

粉末消化剤は以下の用途に最も適しています。

- ジェット火災の消火
- ベントマストでの火災の消火
- 甲板上での火災の消火

泡消火剤

プール火災(LNGが貯蔵されている場所での火災)が発生した場合は、高膨張泡消火剤を使うことで放熱を抑え、蒸発速度を遅くすることができます。ただし、効果を発揮させるには少なくとも1~2メートルの厚さが必要になるため、周囲が囲われた場所以外での使用には適していません。泡消火剤は以下の用途に最も適しています。

- ・ 周囲が囲われているLNGプールでの火災時。厚さ最大2メートルになるまで噴射。
- ・ LNGプールへの噴射。蒸発速度を抑え、蒸気雲の形成を防ぐ。

イナートガス装置

閉鎖空間で火災が発生した場合は、船内に貯蔵しておいた窒素やCO2を使って、火勢を維持できなくなるまで酸素濃度を薄めるのが効果的です。イナートガスは以下の用途に最も適しています。

- ・ 閉鎖空間での火災。ただし、空間を素早く不活性化できるよう、イナートガスについて十分な流量を確保できる場合に限る。
- ・ ベントマストおよびベントライザーでの火災。

閉鎖空間に注入する場合は、酸素が再度入り込んで再発火しないように冷却対策を施しておく必要があります。

代替燃料のリスクに関するその他の検討事項については[脱炭素化ガイダンス](#)(英文のみ)をご覧ください。

詳細

ご不明な点がありましたら、[ロスプリベンション部門](#)までお気軽にお問い合わせください。

免責事項

本レポートは、THE BRITANNIA STEAM SHIP INSURANCE ASSOCIATION EUROPE(クラブ)が発行したものです。執筆時点での情報の正確性には万全を期していますが、これらの情報の完全性または正確性についてはいかなる責任も負いません。本レポートの内容は法的助言ではないため、個別の問題に関して具体的な助言が必要な場合は、必ずクラブにご連絡ください。

(翻訳)ブリタニヤ・ヨーロッパ日本支店

こちらは英文の日本語訳です。日本語訳と英文の間に齟齬がある場合は英文の内容を優先くださるようお願い申し上げます。