

第2回 アンモニア燃料船への安全かつ円滑なバンカリングの実施に向けた検討委員会
議事概要（要約版）

委員会概要
【日 時】：令和6年3月1日(金) 14時30分～16時30分 【場 所】：AP新橋 Kルーム (WEB会議併用)
議事内容
○事務局から説明 <ul style="list-style-type: none">・議題1 第1回委員会で得られた意見への対処方針について・議題2 LNGバンカリングガイドラインの概要について・議題3 アンモニア燃料船およびアンモニアバンカー船に求める設備要件（案）について・議題4 アンモニアバンカリングガイドラインの作成方針について・議題5 漏洩シミュレーションを実施するシナリオについて・その他全体としての意見
○主なご意見 <ul style="list-style-type: none">➤ 議題1「第1回委員会で得られた意見への対処方針について」<p>アンモニアとLNGの特性の違いに留意する必要があると感じる。LNGは、漏洩と着火の両方の要素が揃って初めて被害が発生する。一方、アンモニアは漏洩の要素だけで被害が発生することを考えると、何らかのフェイルセーフや1つの不具合があっても問題（被害）が生じない対策をしないと、LNGと同等の安全性が確保できない。その点を検討して欲しい。また上記の理由から、なるべく広い範囲でLNGバンカリング時の漏洩事例の調査をした方が良い。さらに、漏洩解析の結果として、LNG濃度がLEL（Lower Explosive Limit、爆発下限界）に達する範囲と比較して、アンモニア濃度が危険な範囲に達する範囲が桁違いに広い場合、どういう対策を講じることを考えているのかという点を質問したい。</p><p>→アンモニアはLNGと異なり漏洩だけで被害が生じるという視点は特に重要で、LNGバンカリングガイドラインのLNG燃料をアンモニア燃料に置き換えただけでは、対策として不十分であると考えている。したがって漏洩時の対策と設備要件について委員会に諮りたい。また、LNGバンカリングの漏洩事故の結果を第3回委員会で報告したい。さらに、漏洩範囲（影響を及ぼす範囲）が著しく広がった場合の対応策については、これから行うシミュレーション結果を見てから、委員や関係者と相談しながら進めていく方針で考えている。</p>➤ 議題2「LNGバンカリングガイドラインの概要について」<p>（意見なし）</p>➤ 議題3「アンモニア燃料船およびアンモニアバンカー船に求める設備要件（案）について」

- 別表1の「②アンモニアを安全に移送する際に必要となる設備」に記載されている貨物タンク温度計についての意見である。LNGの場合は、ロールオーバーを考慮してこの規定が加わったかと思うが、今回の委員会ではロールオーバーの懸念は考えているか。資料2-4に記載されている項目「2-12 LNG液温度モニタリング」にも関わるが、温度変化に係る検討がなされていないように見える。また、先ほど申し上げた設備案として○になるかならないかは来年決まるということか。

→ロールオーバーについては今年度検討するのではなく、バンカリングガイドラインを検討する上で全体として今後調査・整理していきたいと考えている。また、表内の設備要件（案）設備案の欄に○がついていないからといって必ずしも外れるということではない。

- 実際に事故が起こった時もしくは起きる前に、基本的に私たちが認識しているケミカルもしくはアンモニアの対応の基準について申し上げる。

世界における事故対応者の共通ガイドラインとして、アメリカの緊急対応ガイドライン「Orange Book」がある。そこでは、漏洩濃度やその際の風の方向、日中か夜間かによって30m～200mの初期隔離の徹底が必要と記載されている。また、荷役開始時に漏洩が発生した場合の何らかの警報、個人用の有毒ガス検知器、持ち運び式有毒ガス検知器が必要と記載されている。漏洩時、船舶から避難するとなるとギャングウェイから逃げるしかないが、その方面が漏洩の風下となり立ち入れない可能性がある。そのようなリスクも考え、シェルターや避難場所の設定が必要である。次の対応として、漏洩を止める際、人命救助を行う際にどのように対応するかである。可視警報や音声警報を用いて、管理区域外の離れた場所、例えば、棧橋や燃料船側にも漏洩の危険を知らせる必要がある。よって、有毒ガス検知器は、個人用、持ち運び式、アームやフランジ及び接続部の近くをモニタリングできる固定式の検知装置の3種類が必要になるかと思う。

装備については、米国のNFPA（National Fire Protection Association、全米防火協会）によると、レベルBのタイベック防護服と自蔵式空気呼吸具、全面体マスクをつける必要がある。通常作業の際には飛沫を考えないといけないため、レベルCのタイベック防護服とゴム手袋、防毒メガが必要であると一般的に言われている。一方で、現在の日本の現場では、労働安全の昔からの流れで口だけを防ぐ半面体（アンモニア吸収缶）と保護眼鏡を付けることとなっており、世界の常識との間で大きなギャップがある。また、飛沫がかかった場合は上から水で洗ってしまうとアンモニアが水に溶けて、高濃度のアンモニア水を体に染み込ませることになってしまうため、レベルCのタイベック防毒服等を着用して作業にあたる必要がある。その場合、防護服をすぐに破り捨て、安全なエリアに逃げ込むことができる。次の対応としては、レベルBの自蔵式呼吸具を背負い、全面体マスクをつけて、漏洩現場まで行ってバルブを閉めに行く必要がある。その場合、除染用のシャワーが必要。よって、装備としては、有毒ガス検知器3種類、個人用、持ち運び用、固定式というのが絶対条件であると思う。また、装備としても世界標準のNFPAで規定されるレベルC、万が一のためにレベルBの装備が必要。

漏洩時に弁を閉めに行く際、少量漏洩の場合はIMOのケミカルガイドラインにもある通り、アン

モニアが海にも流れてしまうが、ハンドホースなどで大量の放水（広角水噴霧）をして自分たちを守りながらフランジのところまで行き、ガスをロックダウンして希釈拡散して現場からアンモニアガスを追い出しかつ低温脆性を防止しながら、弁を閉めていく、テープをオーバーラッピングしていく、もしくは木栓を打つという措置が必要。アンモニアの沸点は -33°C であるが、潜熱が極めて高いので、周りの温度を -70°C くらいまで下げる。その場合、レベル B のタイベックでは 20 分しか持たないため、冷凍倉庫用の白いカバースーツ（オーバースーツ）を着る、もしくはレベル A の完全防護服（耐熱 -190°C で 280 分程度）を着て応急措置、人命救助をしていくという一連の流れになる。

規則ではウォーターカーテンは -110°C 以下の貨物に対して要求されているが、私の現場の経験で、エチレングスタンカーにおいて電源喪失による圧力高のトラブルの際、圧力を下げるためガスラインをわざとオープンにして大気にエチレングスを放出したことがある。その際に、乗組員が間違っって液ラインを開けて圧力を下げようとした結果、アンモニア液温は -40°C 程度であったが船にクラックが入ったことがあった。緊急措置を考えると、アンモニアであってもウォーターカーテンが必要かと思う。

上述のように一連の流れをイメージした上で、必要な設備をご議論いただければありがたいと思う。

→アンモニア漏洩事故が起きていない通常時も含め、アンモニアの漏洩事故が起きたときにどういった対応をしていくのというのは、バンカリングの作成指針でも述べている通り、“漏洩事故対応にあたる上で必要となる設備”のところカバーしていく必要があると思っている。また、ウォーターカーテンについては、船体保護、極低温ではないため不要なのではないかというところを今整理しているところである。しかしながら、アンモニア液体自体が -33°C であってもその周りの気体等を巻き込んでもっと低温化する可能性があるというご意見から、再度検討の余地があると考えている。

→資料 2-3 別表中の「IMO のアンモニア燃料船ガイドライン案で求められる設備」に関して、まさに現在議論中であり、ここから追加要件がありえることもご承知いただきたい。（逆に落とされることもあり得る）

- ・ 別表中右から 3 つ目の列「アンモニア燃料船へ搭載する設備の根拠」に”規則等で定められている”と記載があるが、LNG のガイドラインを参考にするのは好ましくなく、アンモニア用のガイドラインを参考にすべきと思う。また、別表中に“危規則”という言葉がでてくるか、何か分からないので教えてほしい。

→NK のガイドラインというのが表中引用資料緑掛で示されている「NK 代替燃料船ガイドラインで求める設備」第 2 版のアンモニアの部分から引用している。IMO ガイドラインというのは「Draft interim guidelines for ships using Ammonia as fuel」というアンモニアを燃料として使用する船のガイドラインを引用している。“危規則”についてはアンモニア運搬船と同様の設備が必要ということでアンモニアバンカー船に記載した。アンモニアを貨物として運ぶ船舶に適用され

る規則となっており、正式名称が危険物船舶運送及び貯蔵規則である。液体アンモニアと液化ガス物質をばら積みして運送する船舶に適用する法律として必要な設備要件を表に記載している。

“危告示”については、危規則に定められている要件について詳細が記載されている告示を指す。→承知した。アンモニア運搬船とアンモニア燃料船は何が違っているのか、また、燃料船の場合であっても規則等をしっかりとカバーできるかが疑問に思う。これに対応できているかどうかご検討いただきたい。

- 陸上のアンモニアを貯槽する設備はかなり歴史が長く、作った液体アンモニアをタンクに詰める工程など、かなり技術的には確立されている。そこでの安全保安の要件などを確認されているか。また、準備すべき設備や作業員の保護具などの対策については、高圧ガス保安法に則って、NKの代替燃料船ガイドラインで決まっているのかというところを教えてください。

→NKのガイドラインの作り方の部分についてご説明する。アンモニア燃料船のガイドラインを作る際に、電気事業法や高圧ガス保安法に関するものとして、例えば発電用火力設備に関する技術基準等と横並びにして、所要要件を調査している。私が調べた限りではあるが、隔離距離や二重管等の要素については同様で、アンモニアの除外装置に関する規定の部分が異なっていた。除害装置については陸側の規則の思想を読み取れないところがあり、非常時に出てくるアンモニアまで除害するかどうかというところが読み取れないところ。船のガイドラインの中では非常時についてはアンモニアを除害しきれないので、除害装置がすべてカバーする思想にはなっていない。除害装置が付くとどう違うかというところは把握していない。

→高圧ガス保安法と電気事業法を見ながらガイドラインを作られたということで承知した。高圧ガス保安法と電気事業法は、考え方が少し違い、電気事業法は高圧ガス保安法と比較してしっかりと書かれていない。よって、参考にされるなら高圧ガス保安法の方がより安全側をイメージして作られている法律であるため適切である。また、ガス検知器の設定の場所が少ない気がしている。高圧ガス保安法であると、もっといろいろな箇所にガス検知器がついているイメージである。ガス検知器がどのくらいあるのか、また数は十分なのかについて、この表からは読み取れなかった。実際にガイドラインに書かれる場合はその辺も明確にさせていただいたほうがよいと思った。

→高圧ガス保安法は一般則を全て逐上で並べてチェックしているため、規則をカバーできていると思う。また、ガス検知器についてはアンモニアを貯槽している1重のバリア（タンク隔壁）の外側にアンモニアガス検知器を設置するという事になっている。バンカリング時を想定するとバンカリングステーションとなるが、船の全体で見たときにはかなり多くのガス検知器が設置されると思っている。

- 別表の2ページ目に場所が書かれていないものがある。特に「非常脱出用の呼吸具」は場所が特定されていない。NKのガイドラインを見ても“保護具を備えなければならない”としか書いていない。備えるというのが、ロッカーに入っていて全員分の数があればいいのか、それとも全員が身に着けておかないといけないのかで大きく違うため、その辺をはっきりさせておく必要があ

る。全員身に着けるといのは船の感覚ではないが、アンモニアの場合、全員持っていないといけないのではないかという気がしているがどのようにお考えか。

→設置場所については想定で大まかな場所を示しているところ。空欄のところは今後順次検討させていただきたいと考えている。また、どこに何を設置すべきかについても今回の資料では方針として、バンカリングガイドラインの方に示させていただく。

- ・ 別表 1①の下から 2 番目に「燃料管（バンカリングライン）をイナートガスでパージするための設備」において、これは移送が終わった後、アンモニアからイナートガスに置換するものだと思う。置換が終わったというトリガーを何か計測すべきではないかと思うが、それはこの設備の中に含めるものなのか、外にあるものなのか。また、先ほど NK 様から話があったアンモニアを最後除害装置で処理するというところについても、この設備の中に入っているものなのかお聞きしたい。

→イナートガスパージの完了確認（サンプリング）部分については、漏洩シナリオレビュー会議でもサンプリング方法や完了確認について検討してほしいという意見があったことから、今後事務局で検討していく。また、除害装置が必要な場面は、通常時と非常時の排出というものがあり、例えばエンジンから出るアンモニアスリップのようなものは通常時、一方で事故が起きた際に配管が損傷して出ていくような非常時もあると思う。今回のバンカリングに関して言うと、パージされたアンモニアをタンクに戻すことができれば問題ないが、戻すことができない場合大気に放出していいのかどうかということが 1 つ懸念としてあり、恐らくこのバンカリング委員会の中で、それが決まると認識している。大気に放出してはいけないとなった時に初めて除害装置をどうするのかという議論になると考えている。

- ・ 漏洩した際に通常、設備としては ESD で止まるということで想定しているが、例えば ESD がうまく動かなかった（ダブルフォルト）際に燃料船で漏洩していて燃料船の船員がケミカルスーツを着て、自分たちで弁を閉めに行くということまで想定しないといけないのか。燃料船の船員、バンカリングの船員、陸上作業員の責任範囲を考えていく必要がある。それによって船に求める設備が変わってくるのではないか。また、ドリップトレイに関して、液が漏れてドリップトレイで受け止めた後の、対応措置によっても必要な設備も変わってくると思う。これから決めていくと思うが、どういう風に考えているのかお聞きしたい。

→燃料船側もアンモニア船側と同じような対応を要するのかについては、マニホールドの周辺をクローズして被害を極小化するようなものがあればまた話は違ってくると考えている。一方で、状のように開放された状況であれば、アンモニア燃料船側もアンモニアバンカー船側も漏洩範囲によって必要な対策を考慮することが必要になってくると考えている。また、アンモニアがもし仮に漏洩して、ドリップトレイにアンモニアを抱えてしまった場合、アンモニア水になってしまうため、その処理方法については事務局の中で相談したいと思う。

→仮に危険物であれば、日本の法律では応急措置義務が課される。自分の安全を確保した上でそ

れ以上拡がらないようにしないといけないという義務が危険物にはあろうかと理解している。

→実際には漏洩時の状況に合わせた船長や機関長の判断になると思うので、実態としては何か起こった場合の対応について、ガイドラインで取り決めるものではないのではと思った。

→参考までに、私どもはアンモニアの工場設備があり、漏洩時の対策を社内で決めている。防護服を着て漏洩箇所へ行く必要がある際は、基本的には陸上なので消防の方をお願いするが、例えば作業者が倒れた等ですぐに救助しないといけない場合はすぐに行けるような準備をしている。また、バルブ位置の案内のため、消防の方と一緒に閉めに行く時に高圧ガス保安法で定められた完全防護服を用意している。

→事故時に船員仲間を救助するか、またどうやってするか等、シリアスな場面を想定してご質問いただいたと理解している。資料 2-4 の方でも示しているため、そちらの方でもご意見いただければと思っている。

→イナータガスパージのところ、8.5.1 と書いてあるが、NK ガイドラインの 8.5.1 はドレン抜きのことを、8.5.2 がイナーティングのことを記載している。当然ドレン抜きもどこかで考えていると思うが資料ではっきりしないため記載をお願いしたい。

→承知した。

➤ 議題 4 「アンモニアバンカリングガイドラインの作成方針について」

- 10～11 ページにかけての ESDS テストについて、ホットとコールドで行うということであるが、例えば、弊社のアンモニアタグボートであれば、ホットの ESDS テストは行うが、コールドは省くという手順を検討している。なぜなら、高温高圧なので温度差がほとんどなく常温に近い温度でくるので、コールドテストは、特に必要ない場合もあると考えている。また、今回のガイドライン作成のスケジュールについて教えてほしい。

→LNG の ESDS テストではホットとコールド両方のテストを行うが、LNG は極低温の貨物であり、(温度差で) 機器が作動しない場合も想定されるため、ホットコンディションとコールドコンディションでテストを行うという記載があるかと思う。アンモニアについては極低温ではなく、荷役機器メーカーへのヒアリング等でもホットコンディションでの ESDS テストは想定されているが、コールドコンディションでのテストは必須ではないとの意見だった。今後のアンモニア運搬船や荷役機器メーカーとのヒアリングを踏まえて整理していく。

→アンモニアバンカリングガイドライン作成のスケジュールについては、現時点では来年度の策定を考えている。

- 26 ページの通信のところ、 “アンモニアバンカリングガイドライン修文案でも VHF により相手船と連絡を取り” とあるが、先ほどの資料の求める設備には VHF は入っておらず、ガイドラインの修文案との整合がとられていないと思うがいかがか。

→Excel 表中の求める設備について、VHF もしくは VHF に相当するものを追加する(○を付ける)。

- 消防について一般的な意見を述べる。基本的に化学物質による火災は、仮に火事が起こり、連鎖反応が起こったとしても、流出源を止めてバーンアウトさせて消火していくことがガス火災消火の根本原則となっている。仮に、アンモニアバンカリングで火災が発生した場合に、粉末消火器もしくは固定式粉末消火装置で消してしまうと、有害ガスを大量に放出することになる。基本的には固定式の粉末消火装置は必要ないと思う。ハンドホースもしくはウォータースプレーで囲い込みながら弁を閉めて（漏出元を止めて）、出し尽くす（燃え尽きさせる）または希釈・攪拌するというのが原理原則だと思う。IGC コードでは粉末消火装置は必要とあるかもしれないが、誤って使用してしまうリスクの方が極めて高いと感じる。一方で、これは LNG においても同様である。粉末消火装置で消してしまうと、LNG が大量に拡散してしまう危険がある。しかしながら、LNG の場合は粉末で消した後、直ちに水を放射し希釈・攪拌して、LEL 以下まで希釈していくという消火装置が必要である。アンモニアについては、固定式の粉末消火装置は必要ではない。ただ、持ち運び式消火器は、アンモニアが関連しない火災が起こった際に使用することも考えられる。

→10 ページの ESDS に関する回答であるが、昨年 6 月 29 日に発行した LNG バンカリングガイドラインの改訂版では、ESDS のテストに関して修正している。「少なくともホットコンディションでの ESDS テストおよびコールドコンディションでの ESDS 弁開閉テスト」の意味が上手く伝わっていなかった。口頭で補足すると、LNG の場合は、ホットコンディションだけテストして、コールドコンディションでのテストはやらなくてもいいというような趣旨の改訂を行った。それを前提として、アンモニアバンカリングの場合も、同じようにホットコンディションの時に ESDS テストを行えば、コールドコンディションでのテストはオプションであり必須ではないと考えている。これについては、昨年度の LNG バンカリング改訂の委員会で、船主協会からこのやり方（ホットのみ）が SIGTTO (Society of International Gas Tanker & Terminal Operators Ltd、国際ガスタンカー運航者及び基地操業者協会) のマニュアルでもベストプラクティスとして採用されているとの意見があり、それを改訂版に反映させている。文章がやや分かりづらかったかもしれない。
- 24 ページの「2.8 ファイアワイヤー」のところで、LNG バンカリングの場合は、LNG 船が火災になった場合とバンカー船が火災になった場合、いずれにしてもバンカー船を引き離すという考えだと思うが、アンモニアバンカリングでは、アンモニアバンカー船で漏洩があった場合、漏洩があったバンカー船を曳航していいのかという懸念がある。アンモニアが漏洩している船を曳航すれば、影響範囲を拡げることになりかねない。ファイアワイヤーを備えるということはいいいのだが、果たして本当にアンモニアバンカー船から漏洩している場合に、それを曳航していいかどうか、曳航中にどういう危険性があるのかを予め考えておく必要がある。そして、曳航するタグボートも漏洩している場合には、火災の場合と異なり相当な距離をとらないと曳航ができない。もちろん風上・風下という点も考慮する必要があるものの、緊急時曳航に関しては、何らかの総合的な検討が必要かと思う。

→内容を理解した。曳航する船が漏洩していた場合、それを単純に曳航して拡散範囲を拡げてしまう点や、タグボートの危険性も十分加味しなければならないという意見かと思う。本年度検討の資料はガイドライン策定方針ということで、そこまで取り扱うのは難しいと考えているが、来年度にガイドラインを策定する中で航行安全対策等も検討していく方針だと理解している。来年度以降も含めて継続的に検討していく。

➤ 議題5「漏洩シミュレーションを実施するシナリオについて」

- 5ページの4.2に「実質的に起こりえないものとの見解が多数を占め、シミュレーションを実施しないことが合意された」とあるが、このまとめ方では、漏洩シナリオレビュー会議に参加された方々に責任を押し付けることにならないか。特異な例ではあるが、東日本大震災については、様々な観点で検討されていたにも関わらず、想定外のことが起こった。漏洩シナリオレビュー会議に参加した方は様々な知見を有しているが、事前に完璧な想定はできないので限界もある。発生頻度や漏洩量があまりにも少ないと考えられるものは、経験に基づきスクリーニングしたわけだが、「合意された」というような表現があると、もし想定外のことが起こった時に、レビュー会議に参加した方に過大な責任が及ぶのではないか。最終的なまとめでは、こういう点に留意して欲しい。

→指摘を踏まえて修正する。

- 別表について、設備ごとに番号を付けてほしい。今後、削除や追加が出てきた時にその方が分かりやすい。また、資料2-4について、この資料はLNGバンカリングガイドラインと整合をとっていると思うので、（午前中の委員会であった）照明の「1001x以上が望ましい」という文言も合わせて追加して欲しい。さらに、参考資料2の最後の48ページに参考文献があるが、こちらは全て新しくバージョンが出ているので、最新のものを参考とするべき。

→LNGバンカリングガイドラインについては、今年度の別委員会で検討している所で、そちらで得られた知見についてはアンモニアバンカリングガイドラインにも反映させていく。照明に関する要件についても、LNGバンカリングガイドラインの改訂内容に応じて反映させる予定。

→資料2-3の別表には、IDを付けることとする。また、来年度にship to ship、shore to ship、truck to shipと3種類のガイドラインを策定する予定であるが、参考文献としては最新のバージョンを記載する。現在記載しているものと最新版とで差異があれば報告する。

➤ その他全体としての意見

- 基本的な考え方として、アンモニアバンカリングのノーマルオペレーション時に大気放出をどのように位置づけるのか。IACS等の船級協会にコメントはあるが、国内のバンカリングガイドラインでどう規定するか考える必要がある。水についての考え方を整理する必要もある。ガスに対しては、水に溶解・反応させることは有効と認識しているが、液体状の場合は逆と考える。現在、燃料船、バンカリング船ともに水にあまり依存しないシステムを念頭に検討を進めている。消防

艇については、主に対処するのはアンモニアクラウド（蒸気雲）になるので、水を使うことになると思うが、燃料船及びバンカリング船で水をどう考えていくのかは、次回以降に議論していく必要がある。

→その通りで、クラウド・蒸気雲に対しては水でロックダウン（溶解・回収）する。実際に液体がデッキに流れたとなれば、そこで一部は気化するが、一部は液体として残り、それがまた気化していく。水を掛けることによって、気化したアンモニアを溶解させて回収するとともに、まだ液体状で残るアンモニアを大量の水と反応させて気化を遅らせ、これを同時に連続して行っていく必要がある。そのためには大量の水が必要であり、ウォータースプレーが必要だと考えている。ガス状のアンモニアと液体状のアンモニアを分けて個別の対応をするというのは不可能に近く、デッキ上もしくはバンカリングステーションで対応や作業をする人を守るために、ウォータースプレーでガスを回収しながら、ロックダウンさせていくということがマニュアルに書いてあり、経験上は現場でもそうせざるを得ないと考えている。しかし、ドリップトレイに少量ずつ漏れている液体状のアンモニアに、中途半端に水を掛けると気化を助長することにも留意する必要があると思っている。現場では、常に何を犠牲にして何を守り、何を優先していくか、トレードオフで考えて装備を用意していく必要がある。

→そういった問題も含めて、今後検討していくことになるかと思う。