

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

第5回 検討委員会資料

事故防止対策の検討結果

令和7年1月16日

MOL マリン&エンジニアリング株式会社

目 次

1. はじめに	1
1.1 調査概要	1
1.2 調査検討フロー	1
2. 事業者及び海上防災機関へのヒアリング調査.....	3
2.1 ガス検知器についてのヒアリング結果.....	3
2.2 個人保護装具についてのヒアリング調査.....	4
2.3 個人保護装具についてのヒアリング結果.....	5
3. 各国のガイドラインにおける要求事項.....	7
3.1 各国のガイドラインにおける要求事項の調査結果.....	8
3.2 「(1) 緊急遮断に関するもの」.....	8
3.3 「(2) 遠隔監視及び制御に関するもの」.....	8
3.4 「(3) 漏洩検知に関するもの」.....	9
3.5 「(4) 具備すべき個人保護装具について」.....	9
3.6 「(5) アンモニアガスの拡散を抑制するバンカリングステーション設備について」 10	
3.7 「(6) 安全避難所の確保及び避難経路について」.....	10
4. 漏洩事故を未然に防止するための対策.....	11
4.1 「(1) 標準作業手順の励行」.....	11
4.2 「(2) 異常の察知」.....	12
4.3 「(3) 安全教育と訓練」.....	25
4.4 「(4) 実施条件及び中止条件の策定」.....	27
4.5 「(5) バンカリング中に避けるべき同時並行作業 (SIMOPS) の検討」.....	28
5. 漏洩事故発生時に周囲への被害を極小化するための対策.....	29
5.1 「(1) 漏洩源からの物理的な距離の確保」.....	29
5.2 「(2) 安全教育と訓練」.....	30
5.3 「(3) 漏洩の検知とガス拡散への対策」.....	31
5.4 「(4) 事故発生時の対応体制」.....	36
5.5 「(5) 毒性を考慮した危険区域 (離隔距離) と濃度帯の設定」.....	38

1. はじめに

1.1 調査概要

第4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」（以下、「検討会」と示す）での審議の結果、漏洩事故防止対策としては、事故を未然に防止するための対策（以下、「事故未然防止対策」という）及び漏洩事故が発生したときに周囲への被害を極小化するための対策（以下、「被害極小化対策」という）の二つの方針を基に検討することとなった。これらの方針では、漏洩したアンモニアガスに対しては適切な個人保護具を着用し対応すること、さらに漏洩したアンモニアガスは適切に検知されることが求められることを示した。

そこで本検討では、個人保護装具及び漏洩検知器のメーカー及び災害対応にあたる海上災害防止センターへヒアリングを実施し、各種装備及び設備にて求められる性能等を確認することとした。さらに海外におけるこれらの漏洩事故対策に関するガイドラインの内容を整理し、「事故未然防止対策」及び「被害極小化対策」について具体的な検討を実施した。

1.2 調査検討フロー

調査・検討フローを図1.2-1に示す。

第4回検討会では、通常時に想定される「危険区域」及び「管理区域」に対して、漏洩事故発生時に想定されるアンモニア濃度ごとに分類された「ゾーン」を示した。この漏洩事故発生時に想定される各ゾーンにおいて求められる個人保護装具及びそのゾーン内での行動等を整理するため、個人保護具やガス検知機器に関連する事業者等へのヒアリングを実施した。次に、各国のガイドラインにおける要求事項を調査した。事業者等へのヒアリング結果及び各国のガイドラインにおける要求事項の調査結果を基に、事故未然防止対策及び被害極小化対策を策定することにより、事故防止対策を策定した。

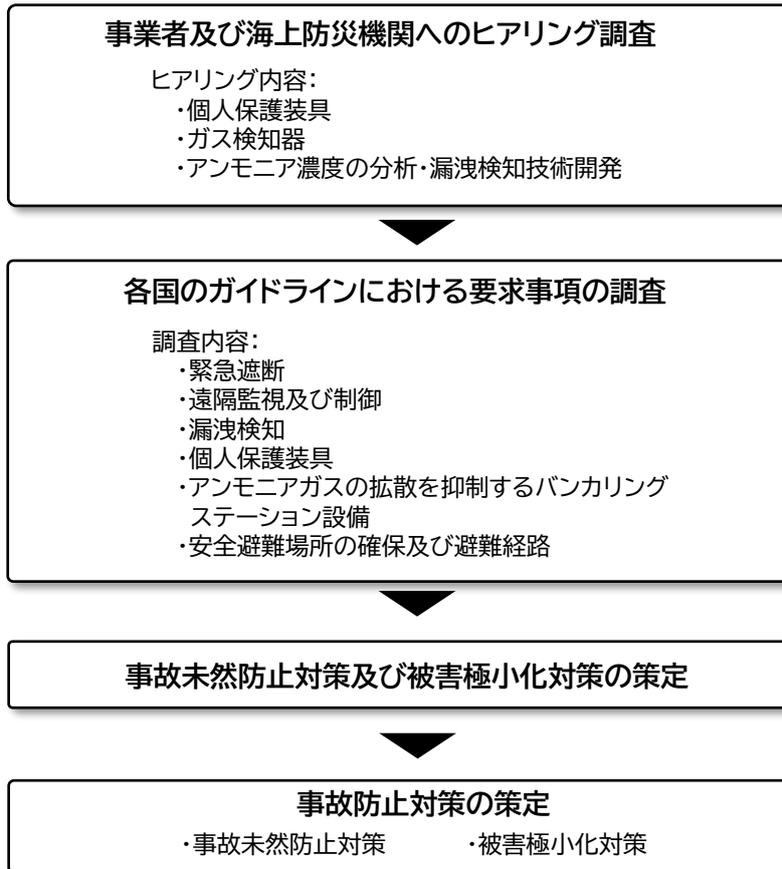


図1.2-1 調査検討フロー

2. 事業者及び海上防災機関へのヒアリング調査

2.1 ガス検知器についてのヒアリング結果

理研計器株式会社に協力を依頼し、ガス検知器に関するヒアリングを行った。ヒアリング結果から整理した、使用目的に応じたガス検知器の種類を表2.1-1に示す。

なお、ヒアリング結果の詳細については第5回検討会資料の「参考資料4」として示す。

表2.1-1 使用目的に応じたガス検知器の種類

目的	設置場所	望まれるレンジ	アラーム設定値	種類
遠隔監視	バンカリングステーション	0~400ppm 程度	NK ガイドライン記載値を参考に設定している。 ・25ppm ・300ppm	定置式 (固定式)
レベル設定	バンカリングステーション	0~10,000ppm 程度	事故時の時々刻々と変化する濃度を監視し、下記3種類の濃度を設定することとなる。 ・25ppm ・220ppm ・2,700ppm	定置式 (固定式)

2.2 個人保護装具についてのヒアリング調査

個人保護装具の調査としては、下記の5つの観点からヒアリングを実施した。

- (1) 適切な呼吸の保護装具の選定方法について
- (2) 適切な眼の保護装具の選定方法について
- (3) 適切な防護服の選定方法について
- (4) 適切な防護手袋の選定方法について
- (5) アンモニア漏洩事故発生時の「ゾーン」に応じた個人保護装具の組み合わせについて

ヒアリングの対象者及びヒアリングの概要については表2.2-1に示すとおりである。なお詳細なヒアリング結果については、第5回検討会資料の「参考資料4」として示す。

表2.2-1 個人保護装具についてのヒアリング対象者及び概要

ヒアリング対象者	ヒアリングの概要
株式会社 重松製作所	<p>国内において防じん・防毒マスク等の呼吸用保護具を中心に化学防護服等の個人用保護具を製造・販売しているメーカーである。</p> <p>ヒアリング内容については下記のとおり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 適切な呼吸の保護具選定の基準はあるか ・ 適切な目の保護具選定の基準はあるか ・ 適切な防護服選定の基準はあるか ・ 適切な防護手袋選定の基準はあるか ・ 想定される各ゾーンに応じた個人保護装具の組み合わせについてご教示いただきたい ・ 個人保護装具の組み合わせについて、実際に装着し、装着の難度及びおおよその装着時間を知りたい
一般財団法人海上災害防止センター	<p>海上災害の発生及び拡大の防止のための措置を実施する業務を行うとともに、海上防災のための措置に必要な船舶、機械器具及び資材の保有、海上防災のための措置に関する訓練等の業務を行っている団体である。</p> <p>ヒアリング内容については下記のとおり</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (国際的な観点を踏まえ)緊急時の作業内容に応じた個人保護装具の分類方法について確認したい ・ 第4回検討会で審議した通常時における「管理区域」「危険区域」及びアンモニア漏洩事故発生時の「ゾーン」に応じた具備すべき個人保護装具の内容について ・ 個人保護装具の装着の難度について

2.3 個人保護装具についてのヒアリング結果

個人保護装具についてのヒアリング結果の概要を下記に示す。

(1) 適切な呼吸の保護装具の選定方法について

厚生労働省労働基準局の通達（基発0525第3号）から、アンモニア濃度に応じた「要求防護係数」を式によって算出することが出来る。各呼吸保護装具には日本産業規格（JIS）によって「指定防護係数」が与えられているので、その要求防護係数値を上回る指定防護係数を有する呼吸用保護具を選定する。

(2) 適切な眼の保護装具の選定方法について

高濃度のアンモニアガスとの接触の可能性があるのであれば、換気口が無いものが望ましい。また眼鏡を着用している場合は、それに適合した目の保護具を選定する必要がある。

なお、防毒マスクが全面体の場合は、眼も保護されるため不要である。

(3) 適切な防護服の選定方法について

日本産業規格（JIS）では、「JIS T8115:2015 化学防護服」が挙げられる。当該規格では下記6種類に分類される。なお、タイプ1～4の防護服は耐透過性が求められている。なお液体アンモニアとの接触を想定する場合、-33℃以下となる可能性（耐冷性）も踏まえて選択する必要がある。

- ① **気密服（タイプ1）**：手、足及び頭部を含め全身を防護する服で、服内部を気密に保つ構造の全身化学防護服
- ② **陽圧服（タイプ2）**：手、足及び頭部を含め全身を防護する服で、外部から服内部を陽圧に保つ呼吸用空気を取り入れる構造の非気密形全身化学防護服
- ③ **液体防護用密閉服（タイプ3）**：液体化学物質から着用者を防護するための構造の全身化学防護服
- ④ **スプレー防護用密閉服（タイプ4）**：スプレー状液体化学物質から着用者を防護するための構造の全身化学防護服
- ⑤ **浮遊固体粉じん防護用密閉服（タイプ5）**：浮遊固体粉じんから着用者を防護するための構造の全身化学防護服
- ⑥ **ミスト防護用密閉服（タイプ6）**：ミスト状液体化学物質から着用者を防護するための構造の全身化学防護服

(4) 適切な防護手袋の選定方法について

液体アンモニアとの接触を想定する場合は、作業分類と作業時間を考慮し選定する必要がある。なお、液体アンモニアとの接触を想定しない場合、若しくは防

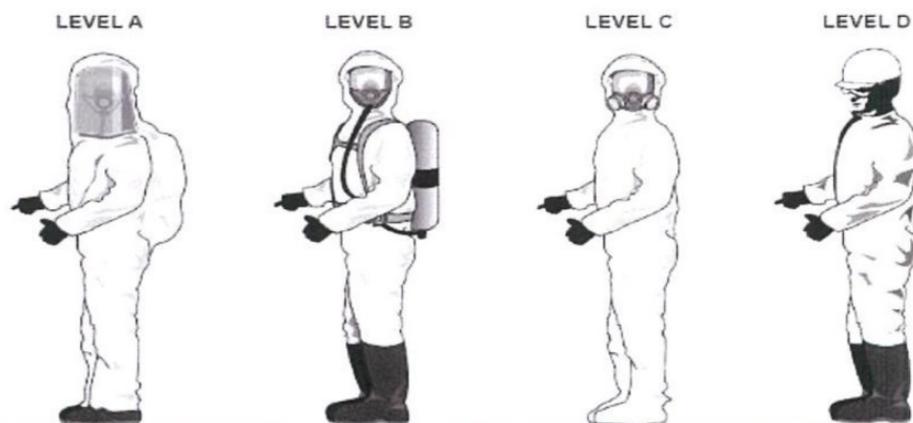
護服が手の部分を覆うものについては、防護手袋を着用する必要はないものと考えられる。

(5) 個人保護装具の組み合わせ

米国労働省の一機関である労働安全衛生庁（Occupational Safety and Health Administration、以下「OSHA」という）は、作業内容に応じて全身の個人保護装具をレベル別に示している。レベル別に示した全身の個人保護装具の組み合わせは一般的に広く用いられている。表2.3-1及び図2.3-1にレベル別の装備を示す。

表2.3-1 個人保護装具のレベル

	レベル A	レベル B	レベル C	レベル D
保護服	完全気密耐薬品保護服	耐薬品性保護服（密閉・非密閉）	耐薬品性保護服	作業服
呼吸の保護	自蔵式呼吸具	自蔵式呼吸具	防毒マスク（全面体型）	なし
その他	耐薬品性手袋 耐薬品性長靴 無線機	耐薬品性手袋 耐薬品性長靴	手袋 長靴	保護めがね 手袋 安全靴 ヘルメット
備考		皮膚と目の保護はレベル A 以下	皮膚保護はレベル B 相当、呼吸保護はレベル B 以下	



出典：「Alaska Clean Seas Technical Manual Volume 1」

図2.3-1 個人保護装具のレベル

3. 各国のガイドラインにおける要求事項

漏洩事故防止対策を検討するにあたり、下記国内外の6機関・団体が公表しているガイドラインを整理した。

- (1) 国際海事機関(以下、「IMO」という)
- (2) The Society for Gas as a Marine Fuel (以下、「SGMF」という)
- (3) 日本海事協会 (以下、「NK」という)
- (4) ノルウェー船級協会 (以下、「DNV」という)
- (5) アメリカ船級協会 (以下、「ABS」という)
- (6) オランダで石油・石油化学品を取り扱うタンク保管会社の団体 (以下、「VTOB」という)

各団体から発行されているガイドラインを表3-1に示す。

表3-1 各団体から発行されているガイドラインの一覧

団体	ガイドライン名	発行日
IMO	アンモニア燃料船安全ガイドライン	2024年12月 (策定)
SGMF	AN INTRODUCTION TO AMMONIA ACCIDENTAL RELEASE PREPAREDNESS AND RESPONSE(以下、「SGMF 紹介資料」という)	2024年9月 (Version 1.0)
SGMF	AMMONIA AS A MARINE FUEL-SAFETY AND OPERATIONAL GUIDELINES-BUNKERING(以下、「SGMF バンカリングガイドライン」という)	2024年9月 (Version 1.0)
NK	代替燃料船ガイドライン C 部アンモニアを燃料として使用する船舶の安全に関するガイドライン(以下、「NK ガイドライン」という)	2024年8月 (第3.0.2版)
DNV	「Safety and Operational Guidelines for Piloting Ammonia Bunkering in Singapore(以下、「DNV 資料」という)	2023年9月
ABS	AMMONIA BUNKERING : TECHNICAL AND OPERATIONAL ADVISORY(以下、「ABS 資料」という)	2024年6月
VTOB	Rucgtlijn voor het veilig opslaan en verladen van ammoniak (アンモニアの安全な保管と取り扱いに関するガイドラインのオランダ語、当該ガイドラインの12巻がアンモニアを対象としたものである。2024版が深冷常圧の液体アンモニア輸送を対象としている。以下、「PGS-12」という)	2024年7月

3.1 各国のガイドラインにおける要求事項の調査結果

各国のガイドラインにおける要求事項は、漏洩事故防止対策に資するものとして、下記6つの内容を整理した。本資料では、下記6つの内容を整理した結果を次項以降に示す。

- (1) 緊急遮断に関するもの
- (2) 遠隔監視及び制御に関するもの
- (3) 漏洩検知に関するもの
- (4) 具備すべき個人保護装具について
- (5) アンモニアガスの拡散抑制するバンカリングステーション設備について
- (6) 安全避難場所の確保について

なお、各国のガイドラインに記載されている要求事項内容の詳細については、第5回検討会資料「参考資料5」に示す。

3.2 「(1) 緊急遮断に関するもの」

緊急遮断 (ESD) の作動要件について各ガイドラインで定められているものを整理した結果、緊急遮断には、事象が検知された場合に自動で遮断が発動する自動遮断と、人がスイッチを押すことで発動する手動による遮断がある。これらの動作によって緊急遮断システム (ESDS) が発動し、移送ポンプの停止、安全に制御・調整された方法で両者の緊急遮断弁 (ESD 弁) が閉じられるものとして整理がなされている。

ここで、手動による作動の場合は、乗組員・作業員が異常を察知し、自らスイッチを操作し、ESD 信号が ESDS に送信されることで、ESD が作動するプロセスとなる。

手動によって作動させる例としては、バンカリングステーションの気象・構造物の配置等を要因として、アンモニアガスの漏洩を検知しなかった場合（すなわち自動で緊急遮断が行われなかった場合）、遠隔監視を行っている乗組員・作業員が何らかの方法で先に異常を検知し、手動で ESD を作動させることが考えられる。

手動による作動については、各国のガイドラインで大きな差がないため、ここでは、自動遮断の要件について整理することとした（整理結果については、参考資料5を参照）。

総じてどのガイドラインにおいても自動遮断の作動要件が定められている。緊急遮断システムを手動だけでなく、自動でも作動できるようにすることで、迅速な異常の検知に繋がることが想定される。

3.3 「(2) 遠隔監視及び制御に関するもの」

第4回検討会において、移送設備内に液体アンモニアが存在する作業段階では、可能な限りバンカリングステーションへの人の立ち入りを少なくするため、基本的には移送は遠隔監視を行うこととして整理した。そこで各国のガイドラインにおいて、遠隔監視及び制御に関する要件について整理することとした。なお、移送中、少なくとも1名はすぐに ESD を手動で作動できる監視場所での当直を行うこととし、アンモニア燃料船乗組員及び供給者の作業員は、移送中に適切な間隔で適切な保護装具を着用した上で見回り

を実施し、異常がないかを確認し、異常がある場合はすぐに移送を中断することを前提としている。

整理の結果、バンカリングステーションの監視方式については目視又は CCTV を通して監視することが求められていた。また、制御及び監視はバンカリングステーションから離れた安全な場所から行うことが求められていたため、移送中は、原則、遠隔での監視体制となることが想定される。

3.4 「(3) 漏洩検知に関するもの」

各国のガイドラインにおいて、アンモニアガスまたは液体アンモニアの検知の方法及び検知後の動作について整理した。

アンモニア燃料船のバンカリングステーションには固定式ガス検知器の設置が求められていた。一方、配置数については空間の大きさ・レイアウト及び換気条件を考慮して決定することと示されていた。ガス濃度が閾値となった場合は警報を発し、遠隔監視場所に知らせることになっているが、ガス濃度の変動までは遠隔監視に求められていなかった。

3.5 「(4) 具備すべき個人保護装具について」

個人保護装具については、標準作業手順内に使用するもの、緊急対応・救助作業に使用するものとして別個に各ガイドラインに記載されていた。

本検討委員会で検討する区域（管理区域及び危険区域）に対し、IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン、SGMF ガイドライン及び PGS-12で求められている個人保護装具を整理した。標準作業手順内の作業における個人保護装具の想定を表3.5-1に、アンモニア漏洩事故発生時の個人保護装具の想定を表3.5-2に示す。

表3.5-1 標準作業手順内の作業における個人保護装具の想定

本検討委員会で検討する区域	IMO	SGMF	PGS-12
管理区域 アンモニア漏洩事故発生時、アンモニアガスの濃度25ppm以上が、10分以上継続して存在し得る区域	Protective equipment 国内または国際基準に適合した適切な保護装置 (目の保護を含む)	防毒マスク (携帯)	防毒マスク (携帯)
危険区域 飛散した液体アンモニアへの接触が想定される区域		化学防護服 フェイスシールド (保護めがね) 防毒マスク	防毒マスク (着用)

表3.5-2 アンモニア漏洩事故発生時の個人保護装具の想定

目的	IMO	SGMF	PGS-12
緊急時の避難	Emergency equipment	防毒マスク	防毒マスク
緊急対応・救助作業	Safety equipment	自蔵式呼吸具 気密服	自蔵式呼吸具 気密服

3.6 「(5) アンモニアガスの拡散を抑制するバンカリングステーション設備について」

SGMF 資料で示されているドレインシステムはドリップトレイも含まれるため、アンモニアガスの拡散を抑制する装置としてはドリップトレイ及びスプレーシールドの設置が共通して求められていた。

水噴霧装置については、アンモニアガスを吸収することには一定の効果があることは想定される一方、使用する状況によっては潜在的な危険を作り上げてしまう恐れもあることが各ガイドラインに記載されていた。

3.7 「(6) 安全避難所の確保及び避難経路について」

安全避難所は乗組員全員が収容可能なこと、専用の区画ではなく船舶の通用の区画を安全避難所とすることができることとし、避難経路については明示しておく必要があるとされていた。

4. 漏洩事故を未然に防止するための対策

事故未然防止対策として、下記5つの対策を示す。

- (1) 標準作業手順の励行（アンモニア燃料移送手順の励行）
- (2) 異常の察知（アンモニア燃料移送監視体制の策定）
- (3) 安全教育と訓練（必要な防災知識、習熟訓練及び経験の取得）
- (4) 実施条件及び中止条件の策定（アンモニア燃料移送条件の策定）
- (5) バンカリング中に避けるべき同時並行作業（SIMOPS）の検討

4.1 「(1) 標準作業手順の励行」

漏洩事故を未然に防ぐためには、バンカリングに従事する者が予め定められた標準作業手順（アンモニア燃料移送手順）を十分に理解し、励行することが最も基礎的かつ重要な対策であると考えられる。参考資料3において、Ship to Ship 方式（以下、「StS 方式」という）、Shore to Ship 方式（以下、「SHtS 方式」という）、Truck to Ship 方式（以下、「TtS 方式」という）、の3方式それぞれにおける標準作業手順を示した。

アンモニア燃料移送時のアンモニアの様態については、深冷常圧を対象とするが、深冷常圧のアンモニアを移送できるアンモニアローリーが普及していないことも踏まえ、TtS 方式については常温高压の液体アンモニアを移送する手順についても対象とした。

今年度に策定するアンモニアバンカリングガイドライン（註：本ガイドラインの名称は仮称としている、以下この註は省略する）においては、この標準作業手順に基づき、それぞれの作業内容及び留意点を整理することとした。

4.1.1 標準作業手順について

標準作業手順の作業内容は参考資料3に示した通りである。事故を未然に防ぐ上では、手順に沿ってバンカリング作業に従事することが重要であると考えられる。

4.2 「(2) 異常の察知」

定められた標準作業手順を実施している際に、何らかの異常を察知し、即座に対応することは、事故未然防止対策の一助となるだけでなく、被害極小化対策の効果も期待できると考えられる。

異常の察知のためには、標準作業手順の各手順で見られる現象を十分に理解するだけでなく、その差（異常）の認識をサポートする設備・体制を整えることが有効であると考えられる。

ここでは、異常の察知を可能とする方法として、異常を察知するための設備・安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を示す。

4.2.1 異常を察知するための設備

参考資料2に示した設備要件の中で、異常を察知するための設備としては、ガス検知器、緊急遮断システム、液面計測装置、貨物タンク圧力計測装置、貨物タンク温度計測装置が挙げられる。ここで、液面計測装置、貨物タンク圧力計測装置、貨物タンク温度計測装置は、アンモニアバンカー船の設備であり、それぞれタンクの液量・圧力・温度の値を継続的に監視できる。ガス検知器はアンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船の設備である。緊急遮断システムはアンモニア燃料船・アンモニアバンカー船・アンモニアローリー・陸上施設の設備である。StS方式のアンモニアバンカリングでは、ガス検知器が検知する濃度や緊急遮断システムの動作、液面計測装置・貨物タンク圧力計測装置・貨物タンク温度計測装置に表示されるタンクの液量・圧力・温度の変化を基に異常を察知する。TtS方式及びSHtS方式のアンモニアバンカリングでは、ガス検知器が検知する濃度や緊急遮断システムの動作を基に異常を察知する。

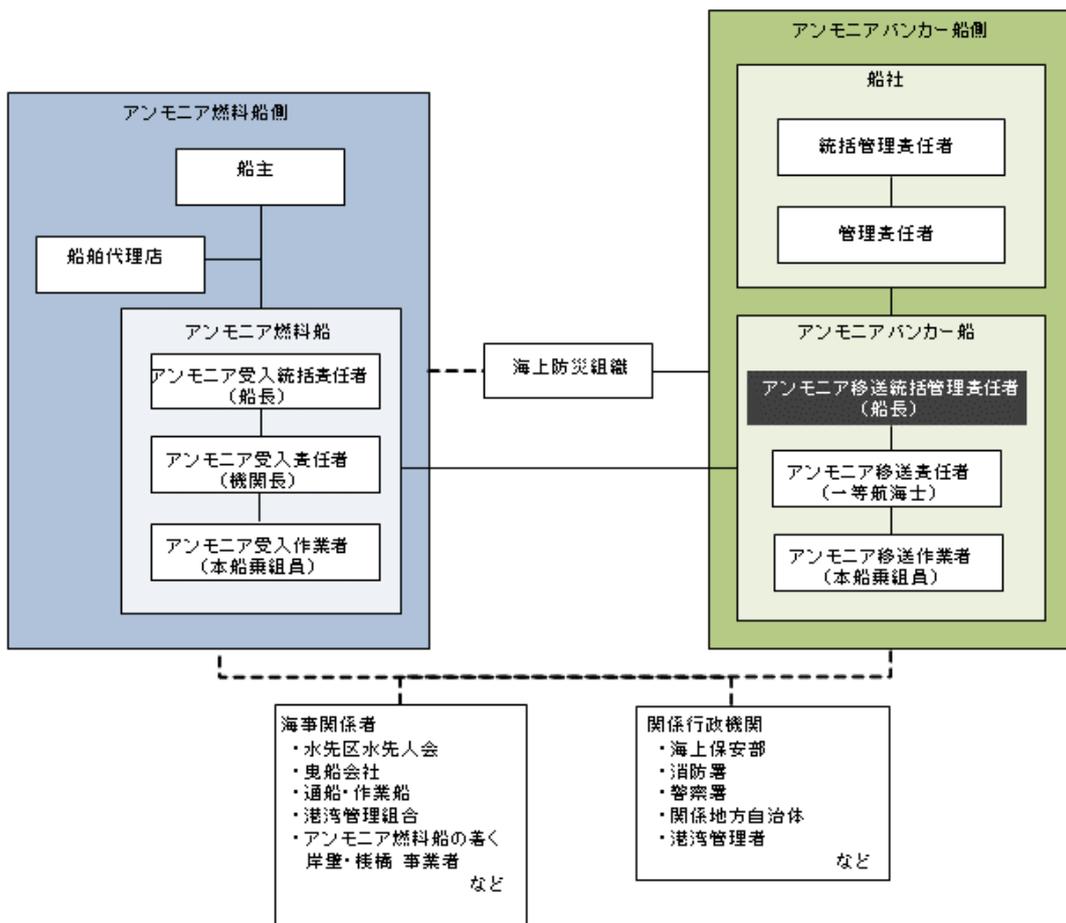
4.2.2 安全管理体制及び安全に係る事前確認事項

安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を予め整理することで、機器面及び体制面からなるアンモニアバンカリングを監視できる体制を整え、アンモニア漏洩事故を未然に防ぐ効果を期待できると考える。

ここでは、3方式のアンモニアバンカリングそれぞれに係る安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を示す。

4.2.2.1 StS 方式

StS方式の安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を整理する。図4.2.2.1-1にStS方式の安全管理体制を示す。アンモニア燃料船・アンモニアバンカー船間におけるStS方式でのアンモニア燃料移送について、操船、係留及びアンモニア移送中の安全を確保し、アンモニア燃料供給の円滑な運用を図るため、気象・海象、港内の船舶交通等の必要な情報を収集し、関係機関、海事関係者との連絡・調整を一元的に所掌する安全管理体制を整備する。この整備方針は、TtS及びSHtS方式も同じである。



※実線は実施毎、点線は必要に応じて連絡体制を構築することを示す

図4.2.2.1-1 StS方式のアンモニアバンカリングに係る安全管理体制

ここで安全管理体制における各社の役割とその職務は以下の通りとする。なお、アンモニア燃料移送の運用上、船舶の安全管理システムの健全性を維持することを目的にアンモニアバンカー船が内航船である場合には任意ISMを取得することを前提とする。

(1) 船社（アンモニアバンカー船）

① 統括管理責任者

事業における最高責任者として、すべての関連業務を統括管理する。また、管理責任者を指揮監督する。

② 管理責任者

統括管理責任者の指揮監督の下、StS方式によるアンモニア移送の実施及び安全・防災に関して管理する。

(2) アンモニアバンカー船

① アンモニア移送統括管理責任者（船長）

アンモニアバンカー船上における最高責任者として、アンモニア移送作業を統括管理する。そのため、常に最新の気象・海象情報及び予報と、その他の必要な情報を把握し、それらの情報及び策定された運用基準に基づく安全対策が確実に履行されるよう、アンモニアバンカー船のアプローチ、接舷から、アンモニア移送の開始・終了及び継続・中止、緊急離船を含むアンモニアバンカー船の離舷までの判断を行う。アンモニア移送統括管理責任者が負う責務を以下に示す。

なお、必要に応じて、アンモニア燃料船に対して助言を行う。

- ・ 両船間で合意されたオペレーションの手順を守り、適用されるすべての要件を遵守して操作を行うこと
- ・ アンモニアバンカリングに係るチェックリストを完成させること
- ・ Ship to Ship実施海域の強い潮流、長周期波の顕著な影響など海域特有のリスクが存在する場合、当該リスクについて検討が成され、適切な対策が講じられていることを確認すること
- ・ アンモニア燃料船の接舷前からアンモニア燃料移送作業を終え、離舷するまでの間、作業海域の気象・海象の現況と予報を常に把握すること
- ・ アンモニア燃料船との操船・係船計画及び燃料移送計画の合意と実施について監督すること
- ・ アンモニア移送統括責任者を含む供給者と移送前会議を実施すること
- ・ 漏洩保護装置及び防除設備の確認をすること
- ・ アンモニア燃料移送を通して係船状態を監視すること
- ・ アンモニア燃料移送作業中、船内及び船間でのコミュニケーションを監視すること
- ・ アンモニア燃料移送に用いられるリキッドホース/アーム/ブーム及びベーパーホース/アーム/ブームの安全な接続とERS（Emergency Release System）の接続を確認すること
- ・ アンモニア移送開始前に、リキッドホース/アーム/ブーム及びベーパー

- ーホース/アーム/ブームのパージとリークテストを実施すること
- ・ BSL (Bunkering Safety Link) またはESDS (Emergency Shut Down System) 作動用信号ラインを正しく接続し、テストを実施すること
- ・ 移送レートとベーパー圧を監視すること
- ・ アンモニア移送終了後、アンモニア移送ホース/アーム/ブームを液押し、パージすること
- ・ アンモニア移送ホース/アーム/ブームの切離しを監督すること
- ・ 資機材の返却作業を監督すること
- ・ 解らん作業順序を確認し、解らん・離舷作業を監視すること
- ・ 今後のStS方式アンモニア燃料移送の際に有効となる資料と教訓を含んだ、StS方式アンモニア燃料移送レポートを作成すること

② アンモニア移送責任者 (一等航海士)

アンモニアバンカー船のアンモニア移送に関する責任者で、本船乗組員を指揮統括し、アンモニアバンカー船上におけるアンモニア移送作業に係る責任を負う。

③ アンモニア移送作業者

アンモニアバンカー船におけるアンモニア移送の作業者として、アンモニア移送作業を実施する。

(3) アンモニア燃料船

バンカリングオペレーションを始める前に、受入れ船の船長又はその代理並びにバンカリング元の代表者 (担当者) は次の (ア) から (ウ) を行うこと。

(ア) 移送手順に関する書面による合意 (必要な場合、冷却及びガスアップ並びにすべての段階における最大移送速度及び移送量を含むもの。)

(イ) 緊急時に実施される対策に関する書面による合意

(ウ) バンカリングの際の安全に関するチェックリストの作成及び署名
次に、船舶の担当者は、バンカリングの完了後に、供給された燃料について、バンカリング元の担当者が作成及び署名したバンカリングに関する供給記録簿 (少なくともIGFコード附属書18章の附属書に示す内容を含むもの。) を受け取り、署名すること。

① アンモニア受入統括責任者 (船長)

アンモニア燃料船上における最高責任者として、アンモニア移送作業とその安全に係る業務を統括する。そのため、最新の気象情報等を把握し、本船の安全が確保できるよう努める。

また、本船荷役と時間などの調整が必要となる場合には、人的・物理的に問題が生じないように、安全を確保する。アンモニア受入統括責任者が負う責務を以下に示す。

- ・ 両船間で合意されたオペレーションの手順を守り、適用されるすべての要件を遵守して操作を行うこと
- ・ アンモニアバンカリングに係るチェックリストを完成させること
- ・ Ship to Ship実施海域の強い潮流、長周期波の顕著な影響など海域特有のリスクが存在する場合、当該リスクについて検討が成され、適切な対策が講じられていることを確認すること
- ・ アンモニアバンカー船の接舷前からアンモニア燃料移送作業を終え、離舷するまでの間、作業海域の気象・海象の現況と予報を常に把握すること
- ・ アンモニアバンカー船との操船・係船計画及び燃料移送計画の合意と実施について監督すること
- ・ 漏洩保護装置及び防除設備の確認をすること
- ・ アンモニア燃料移送を通して係船状態を監視すること
- ・ アンモニア燃料移送作業中、船内及び船間でのコミュニケーションを監視すること
- ・ アンモニア燃料移送に用いられるリキッドホース/アーム/ブーム及びベーパーホース/アーム/ブームの安全な接続とERSの接続を確認すること
- ・ アンモニア移送開始前に、リキッドホース/アーム/ブーム及びベーパーホース/アーム/ブームのパージとリークテストを実施すること
- ・ ESDS作動用信号ラインを正しく接続し、テストを実施すること
- ・ 移送レートと燃料タンク圧を監視すること
- ・ アンモニア移送終了後、アンモニア移送ホース/アーム/ブームを液押し、パージすること
- ・ アンモニア移送ホース/アーム/ブームの切離しを監督すること
- ・ 資機材の返却作業を監督すること
- ・ 解らん作業順序を確認し、解らん・離舷作業を監視すること
- ・ 今後のShip to Ship方式アンモニア燃料移送の際に有効となる資料と教訓を含んだ、StS方式アンモニア燃料移送レポートを作成すること

② アンモニア受入責任者（機関長）

アンモニア燃料船のアンモニア移送に関する責任者で、本船乗組員を指揮統括し、アンモニア燃料船上におけるアンモニア移送作業に係る責任を負う。

③ アンモニア受入作業者

アンモニア燃料船におけるアンモニア移送の作業者として、アンモニア移送作業を実施する。

(4) その他のアンモニア移送関係者

① 海上防災組織

海上防災組織とは、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律に基づく指定海上防災機関、または、対象となる海域においてアンモニアの漏洩対応等の海上防災の連携を図ることができる海難救助専門業者や曳船会社等をいう。

海上防災組織の役割は、アンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船の乗員のみでは対処不可能な緊急事態発生時において海上からの支援を行うことである。Ship to Ship方式でのアンモニア移送にあつては、アンモニアバンカー船はアンモニアの漏洩発生などに備えて、海上防災組織と予め体制を構築する。

海上防災組織との具体的な連携内容を以下に示す。

- ・ アンモニア漏洩時を想定し、被害拡大の防止、その他の海上災害の拡大の防止のため必要な措置を講じることができるよう、事故対応体制を予め構築しておくこと
- ・ 対象海域の消防船等の配備状況を把握しておくこと
- ・ 夜間における海上災害の発生に関しては、海上防災組織の支援が時間的に遅延する可能性があることを考慮し、事前の情報共有や、緊急時の連絡体制確保を行うなど実施可能な対処を確認しておくこと

② 船舶代理店（アンモニア燃料船）

統括管理責任者または管理責任者、アンモニア受入統括責任者やアンモニア燃料船の船社からの依頼により、アンモニア移送に係る調整・周知・連絡などを行う。また、必要に応じて水先人、曳船、綱取りを手配するとともに、関係者との調整・周知・連絡などを行う。

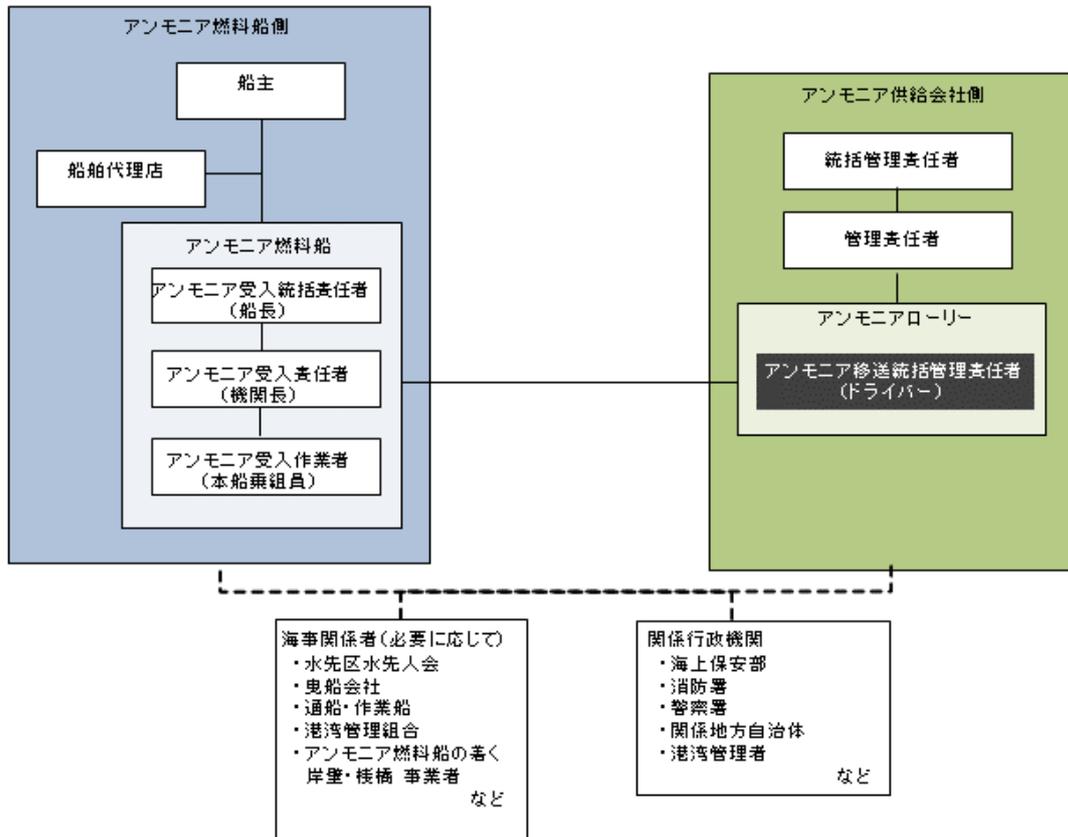
安全に係る事前確認事項は以下の7項目が挙げられる。以下の7項目について、アンモニアバンカリング開始前に、アンモニアバンカリングガイドライン内容の確認を行う。アンモニアバンカリングガイドラインの適用ができない場合にあつては、その部分について評価・検討等を実施し、必要な安全対策を講じる。

- (1) アンモニア燃料移送実施の海域または場所（岸壁・栈橋）
- (2) 2船間係留の適合性
- (3) アンモニア燃料船の荷役との関係

- (4) 乗組員及び人員の体制
- (5) 船舶間の装置及び設備
- (6) 夜間アンモニア燃料移送作業
- (7) 緊急時対応計画

4.2.2.2 TtS 方式

TtS 方式の安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を示す。図4.2.2.2-1に TtS 方式の安全管理体制を示す。



※実線は実施毎、点線は必要に応じて連絡体制を構築することを示す

図4.2.2.2-1 TtS方式のアンモニアバンカリングに係る安全管理体制

ここで、本体制における責任者と職務は以下の通りとする。

(1) アンモニア燃料供給会社

① 統括管理責任者

事業所における最高責任者として、すべての関連業務を統括管理する。また、管理責任者を指揮監督する。

② 管理責任者

統括管理責任者の指揮監督の下、TtS方式によるアンモニア燃料移送の実施及び安全・防災に関して管理する。

(2) アンモニアローリー

① アンモニア移送統括管理責任者（ローリー運転手）

アンモニアローリーによるアンモニア燃料供給の現場責任者として、アン

アンモニア燃料移送作業を統括管理し、すべてのアンモニアローリー側関連作業を操作・運用する。特に以下に示す事項については、方法の遵守や体制の整備等、責任を持って対応する。また、必要に応じて、アンモニア燃料船に対して助言を行う。

- ・ 船陸間で合意されたオペレーションの操作手順を守り、適用されるすべての規制要件を遵守して操作を行うこと
- ・ アンモニアバンカリングに係るチェックリストを完成させること
- ・ アンモニア受入統括責任者と移送前会議を実施すること
- ・ アンモニア燃料移送作業中は周囲の安全を監視すること
- ・ 作業岸壁の気象・海象の現況と予報を常に把握すること
- ・ リキッドホース及び必要に応じてベーパーホースの安全な接続とERSまたはDBC (Dry Break Couplings) 等の漏洩対策機能をもつカップラの接続を確認すること
- ・ アンモニア燃料移送開始前に、リキッドホース及び必要に応じてベーパーホースのパージとリークテストを実施すること
- ・ 移送レート及び必要に応じてベーパー圧を監視すること
- ・ アンモニア燃料移送作業中、船内及び船陸でのコミュニケーションを監視すること
- ・ アンモニア燃料移送終了後、アンモニア燃料移送ホースを液押し、パージすること
- ・ アンモニア燃料移送ホースの切離しを監督すること

(3) アンモニア燃料船

StS方式で示したアンモニア燃料船の職務と同じである。

(4) その他のアンモニア移送関係者

① 関係機関

アンモニア燃料移送にあっては、アンモニアの漏洩、火災発生時などの緊急時に消防や警察などの支援を得られるよう、予め体制を構築する。また、必要に応じて海上防災組織の支援も得られるように手配する。

② 船舶代理店（アンモニア燃料船）

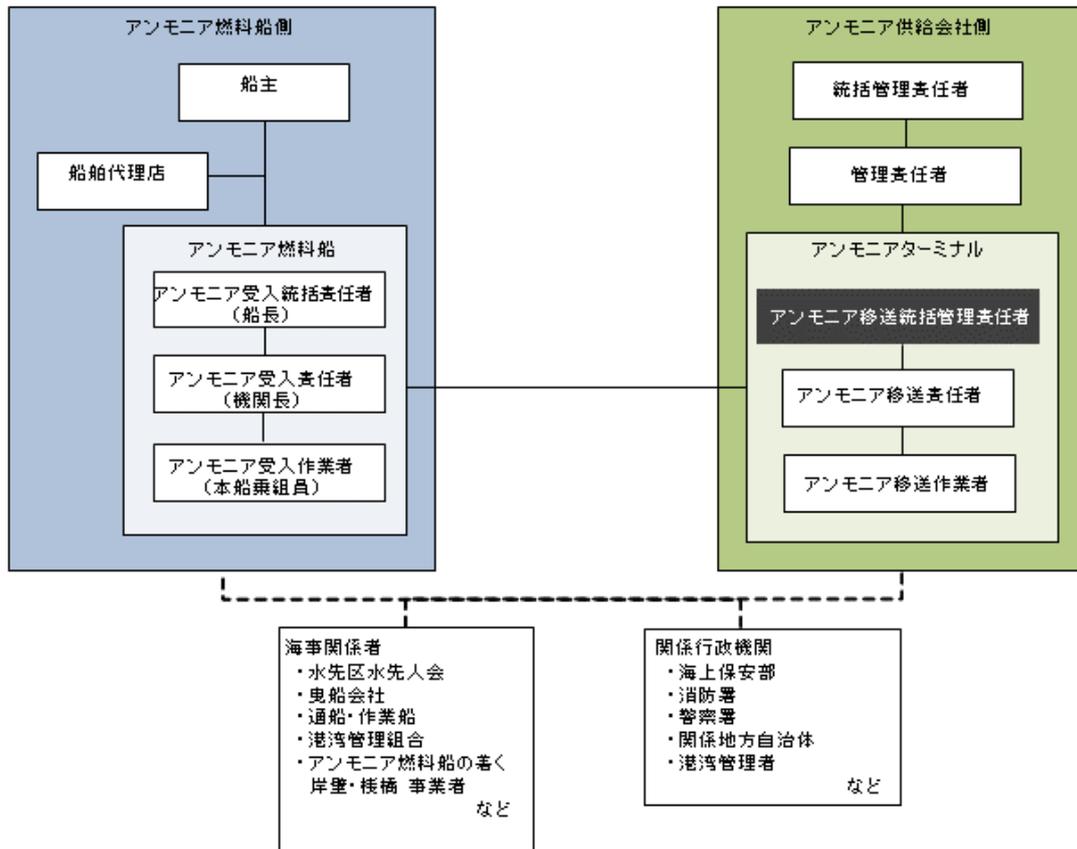
統括管理責任者または管理責任者、アンモニア受入責任者やアンモニア燃料船の船社からの依頼により、アンモニア燃料移送に係る調整・周知・連絡などを行う。また、必要に応じて水先人、曳船、綱取りを手配するとともに、関係者との調整・周知・連絡などを行う。

安全に係る事前確認事項は以下の6項目が挙げられる。以下の6項目について、アンモニアバンカリング開始前に、アンモニアバンカリングガイドライン内容の確認を行う。アンモニアバンカリングガイドラインの適用ができない場合にあつては、その部分について評価・検討等を実施し、必要な安全対策を講じる。

- (1) アンモニア燃料移送実施の岸壁
- (2) アンモニア燃料船の荷役との関係
- (3) 乗組員及び人員の体制
- (4) 船舶間の装置及び設備
- (5) 夜間アンモニア燃料移送作業
- (6) 緊急時対応計画

4.2.2.3 SHtS 方式

SHtS 方式の安全管理体制及び安全に係る事前確認事項を示す。図4.2.2.3-1に SHtS 方式の安全管理体制を示す。



※実線は実施毎、点線は必要に応じて連絡体制を構築することを示す

図4.2.2-3 Shore to Ship方式のアンモニアバンカリングに係る安全管理体制

ここで、本体制における責任者と職務は以下の通りとする。

(1) アンモニア燃料供給会社

① 統括管理責任者

事業における最高責任者として、すべての関連業務を統括管理する。また、管理責任者を指揮監督する。

② 管理責任者

統括管理責任者の指揮監督の下、SHtS方式によるアンモニア移送の実施及び安全・防災に関して管理する。

③ アンモニア移送統括管理責任者

アンモニア供給施設における最高責任者として、アンモニア移送作業を統括管理する。そのため、常に最新の気象・海象情報及び予報と、その他の必要な情報を把握し、それらの情報及び策定された運用基準に基づく安全対策が確実に履行されるよう、アンモニア移送の開始・終了及び継続・中止、緊急離棧を含む判断を行う。

また、必要に応じて、アンモニア燃料船に対して助言を行う。

④ アンモニア移送責任者

アンモニア供給施設のアンモニア移送に関する責任者で、陸側作業員を指揮統括し、アンモニア移送作業に係る責任を負う。特に以下に示す事項については方法の遵守や体制の整備等、責任を持って対応する。

- ・ 船陸間で合意されたオペレーションの操作手順を守り、適用されるすべての規制要件を遵守して操作を行うこと
- ・ アンモニアバンカリングに係るチェックリストを完成させること
- ・ 強い潮流や長周期波といった顕著な外力影響の存在が確認されている場合にあつては、適切な対策が講じられていることを確認すること
- ・ 岸壁・棧橋の気象・海象の現況と予報を常に把握すること
- ・ アンモニア燃料船との燃料移送計画の合意と実施について監督すること
- ・ アンモニア受入統括責任者を含むアンモニア燃料船乗組員と移送前会議を実施すること
- ・ アンモニア燃料移送作業中、船内及び船陸でのコミュニケーションを監視すること
- ・ アンモニア燃料移送に用いられるリキッドホース/アーム/ブーム及びベーパーホース/アーム/ブームの安全な接続とERSを使用する場合は、その接続を確認すること
- ・ アンモニア移送開始前に、リキッドホース/アーム/ブーム及びベーパーホース/アーム/ブームのパージとリークテストを実施すること
- ・ BSL (Bunkeringu Safety Link) またはESDS (Emergency Shut Down System) 作動用信号ラインを正しく接続し、テストを実施すること
- ・ 移送レートとベーパー圧を監視すること
- ・ アンモニア移送終了後、アンモニア移送ホース/アーム/ブームを液押し、パージすること
- ・ アンモニア燃料移送ホース/アーム/ブームの切離しを監督すること

⑤ アンモニア移送作業者

アンモニア供給施設におけるアンモニア移送の作業者として、アンモニア移送作業を実施する。

(2) アンモニア燃料船

StS方式で示したアンモニア燃料船の職務と同じである。

(3) その他のアンモニア移送関係者

TtS方式で示したその他のアンモニア移送関係者の職務と同じである。

安全に係る事前確認事項は以下の6項目が挙げられる。以下の6項目について、アンモニアバンカリング開始前に、アンモニアバンカリングガイドライン内容の確認を行う。アンモニアバンカリングガイドラインの適用ができない場合にあつては、その部分について評価・検討等を実施し、必要な安全対策を講じる。

- (1) アンモニア燃料移送を実施する場所（岸壁・栈橋）
- (2) アンモニア燃料船の荷役との関係
- (3) 乗組員及び人員の体制
- (4) 船舶間の装置及び設備
- (5) 夜間アンモニア燃料移送作業
- (6) 緊急時対応計画

4.3 「(3) 安全教育と訓練」

事故未然防止対策は機器面・体制面だけでなく、人的側面からの対策も有効であると考えられる。特にアンモニア燃料は毒性・腐食性に特徴があることから、アンモニアバンカー船の乗組員にこれらの特徴を踏まえた防災知識、習熟訓練及び経験を習得させることは、漏洩事故を未然に防ぐ効果が期待されると想定される。

本検討会では、アンモニアバンカリングガイドラインの策定を目的としている。そこで、特にアンモニアバンカー船の乗組員に必要と考えられる防災知識、習熟したほうが良いと思われる訓練内容及び推奨される経験の内容等については、後述する被害極小化対策に示す各区域での行動方針、各区域で遭遇するアンモニア態様の整理及び装備しなければならない個人保護装具の取り扱い等の検討を鑑みて策定するものと考えられる。

現状、アンモニアバンカー船の乗組員は、液化ガスタンカーに乗船するとき必要とされる危険物等取扱責任者の資格を有することが前提となる。他方、アンモニアは毒性という液化ガスタンカーにはほとんど見られない特性があることを踏まえ、アンモニアバンカー船の乗組員はアンモニアの特性に係る知見を得るための教育訓練を受けてアンモニアに対する知識を深めることが重要と考える。ここでは、アンモニアバンカー船の乗組員がアンモニアに対する知識を深めることを可能とするような項目として、必要と考えられる防災知識・習熟したほうが良いと思われる訓練内容・推奨される経験の内容及びその期間についてそれぞれ示す。

なお、アンモニア燃料船に乗り組む乗組員の教育訓練については、令和6年7月11日に国土交通省海事局船員政策課より出された通達内容を参照されたい^[1]。当該通達は、今後IMOでの当該教育訓練に関する基準の検討状況を踏まえ見直される予定である。

[1]アンモニア燃料船に乗り組む乗組員に係る教育訓練について：

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001757023.pdf>

[1]で示した通達内容には、船長、機関長、機関士及びその他海員で燃料の取扱いに関し責任を有するものを対象に実施される教育訓練の内容が示されており、必要と考えられる防災知識、習熟したほうが良いと思われる訓練内容、推奨される経験の内容を示すにあたって当該教育訓練内容を参考にした。

4.3.1 アンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船の乗組員に必要と考えられる防災知識について

アンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船のすべての乗組員は、乗船前にアンモニアに関する防災知識を得ておく必要があると考える。アンモニアに関する防災知識としては、アンモニアの特性、安全なバンカリングを実施する上での計画と監視に関する知識、防火・火災制御・消火・鎮火・漏洩拡散防止に資するシステムの知識が考

えられる。

4.3.2 アンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船の乗組員に習熟したほうが良いと思われる訓練内容

アンモニア燃料移送作業を担うアンモニア燃料船の機関部及びアンモニアバンカー船の甲板部については、アンモニア燃料移送のすべての場面における習熟訓練を受けておく必要があると考える。アンモニア燃料船に乗り組む乗組員の教育訓練としては、アンモニアの特性に係る訓練が求められている。アンモニアの特性に係る訓練は、以下の内容が挙げられる。

- ・ 毒性について、実際に臭いを体感するもの
- ・ 安全管理マニュアルに基づく措置の習熟
- ・ 搭載予定の呼吸具、保護めがね、検知器の操作、防護服の着用を行うもの

上述したアンモニアの特性に係る訓練はアンモニアバンカー船に乗り組む乗組員へは求められていないものの、アンモニアバンカー船に乗り組む乗組員がアンモニアの特性を理解する上で有用な訓練と考えるため、可能な限りアンモニアバンカー船に乗り組む乗組員にも求めることが重要と考える。

4.3.3 アンモニアバンカー船の乗組員に推奨される経験の内容

アンモニアバンカー船に乗り組む乗組員に推奨される経験の内容としては、安全なバンカリングの達成に向けたバンカリング計画作成とバンカリング実施中の監視方法、漏洩事故防止のための措置方法、安全なバンカリングを達成するための措置及び対策、漏洩事故発生時の対応が考えられる。これらの経験は、危険物等取扱責任者（液化ガス）の資格を有したうえで、アンモニアに係る取扱（アンモニア荷役経験を含む）を経験することが望ましいと考える。

4.4 「(4) 実施条件及び中止条件の策定」

これまでに述べた「(1)」～「(3)」の各対策については、アンモニア燃料移送中における事故未然防止対策である。一方、アンモニア燃料移送前に突発的及び偶発的な事由の発生が予想されるとき、若しくはアンモニア燃料移送中であつたとしても状況が変化し、アンモニア燃料の漏洩事故の発生が予見された場合についての状況を整理し、アンモニア燃料移送の実施条件及び中止条件について、予め策定しておくことも事故未然防止対策の一つになると考えられる。

アンモニア燃料移送の実施条件としては、気象・海象条件からなるアンモニア燃料移送条件の遵守が考えられる。また中止条件については、地震・津波発生時などが想定される。実施条件を超過するとき、もしくは中止条件を満たした場合については、アンモニア燃料移送を中止することで、事故未然防止対策になると考えられる。

ここでは、アンモニア燃料移送の実施条件及び中止条件を示す。

4.4.1 アンモニア燃料移送の実施条件及び中止条件の策定について

航行安全対策において、アンモニアバンカリングに係る岸壁係留船への接触条件、岸壁係留船へのアンモニア移送限界条件、離舷条件を示している。これらの条件をアンモニア燃料移送の実施条件とし、ここで示した風速あるいは波高を超えた場合（視程が入っている場合は設定された視程を超えない場合）、または超えることが予見された場合は即座にアンモニア燃料移送を中止することで、安全なバンカリングを実施可能と考える。

また、アンモニア燃料移送の実施条件の中でアンモニアバンカリングを実施していた場合であっても、移送中に地震や津波が発生した場合はアンモニア燃料移送を中止する。

アンモニア燃料移送の実施条件

- 岸壁係留船への接触条件：風速10m/sec以下、波高1.0m以下、視程500m以上
- 岸壁係留船へのアンモニア移送限界条件：風速12m/sec以下、波高1.0m以下
- 離舷条件：風速12m/sec以下、波高1.0m以下、視程500m以上

アンモニア燃料移送の中止条件

- 風速及び波高がアンモニア燃料移送の実施条件を超えた場合
- 離接触操船については、風速及び波高に加え、設定された視程を超えない場合
- 移送中に地震や津波が発生した場合

4.5 「(5) バンカリング中に避けるべき同時並行作業 (SIMOPS) の検討」

アンモニア燃料移送時に、避けるべき同時並行作業 (Simultaneous Operations:SIMOPS シモプス) を検討することにより、予想される漏洩事故そのものの発生を防ぐ考え方も、事故未然防止対策の一つになると考えられる。

第1回～第3回検討会では、アンモニア燃料移送中に漏洩事故が発生すると想定されるシナリオ (要因及び漏洩量) について整理した。例えばこれらのシナリオのうち、シナリオ No. 101については、アンモニア燃料移送中、アンモニア燃料船のマニホールド部に、クレーン等で釣り上げた物が落下し、フランジ部が全損 (配管のギロチン破断) することを想定したシナリオになっている。この事故想定については、「アンモニア燃料移送中には、バンカリングステーション上空を通過するような貨物の受け渡し作業を行わない」といった同時並行作業 (SIMOPS) を整理することで、回避することが可能であると考えられる。

ABS 資料ではアンモニアバンカリング中に想定される SIMOPS の検討を行うべき作業として下記が挙げられている。

- ・ 貨物の荷役
- ・ 乗客・乗組員の乗下船
- ・ 危険物やその他物資 (船用品、食料、ごみ) の積み込み・積み下ろし
- ・ 化学薬品や低引火点製品の取り扱い
- ・ アンモニアまたは潤滑油以外の燃料積み込み
- ・ メンテナンス、工事、検査などの作業
- ・ 陸側の作業
- ・ 故障などの予期せぬ事象

4.5.1 同時並行作業の整理

アンモニア燃料移送中に避けるべき同時並行作業を以下に示す。

- ・ バンカリングステーション上空を通過するような貨物の受け渡し作業
- ・ バンカリングステーション内での人の作業

標準作業手順に沿ってアンモニアバンカリングを実施していれば、アンモニア燃料移送中は遠隔監視状態となりバンカリングステーション内に人が存在せず作業が発生しない。よって、アンモニア燃料移送中に避けるべき同時並行作業を実施しないようにするためには、標準作業手順に沿った着実な作業の実施が不可欠となる。

なお、第4回検討会でも示した管理区域では、荷役を実施しながらアンモニア燃料移送を行っても差し支えない。

5. 漏洩事故発生時に周囲への被害を極小化するための対策

被害極小化対策として、下記5つの対策を示す。

- (1) 漏洩源からの物理的な距離の確保（バンカリング作業の遠隔監視及び制御）
- (2) 安全教育と訓練（必要な防災知識、習熟訓練及び経験の取得）
- (3) 漏洩の検知とガス拡散への対策（漏洩検知器及びガス拡散対策）
- (4) 事故発生時の対応体制（アンモニア燃料漏洩事故対応体制の策定）
- (5) 毒性を考慮した危険区域とレベルの設定（離隔距離）

5.1 「(1) 漏洩源からの物理的な距離の確保」

アンモニア漏洩事故が発生した場合、漏洩した箇所（漏洩源）から液体若しくはアンモニアガスが周囲へ拡散することが想定される。その際、最優先となる人的被害を極小化するために、最も基礎的かつ重要な対策の方針は漏洩源（液体アンモニア）及び拡散するアンモニアガスから距離を確保する（直ちに逃げる）ことと考えられる。

漏洩源及び拡散するアンモニアガスから距離を確保する方法として、異常を察知する手段等の設置場所そのものをバンカリングステーションから離すこと、バンカリング作業の遠隔監視及び制御を行うこと、安全避難所の確保が考えられる。

5.1.1 異常を察知する手段等の設置場所

事故未然防止対策の「(2) 異常の察知」では、異常を察知する手段として各種計器の設置が想定され、これらの計器の検知結果をもとに異常を察知した場合に措置を講じる手段として緊急遮断システムを示している。計器の検知結果及び緊急遮断の動作スイッチをバンカリングステーションから離れた場所に設置することが漏洩源からの物理的な距離の確保につながると考える。

5.1.2 バンカリング作業の遠隔監視及び制御

アンモニア燃料船の設備要件には、自動遮断を行う作動要件や遠隔監視及び制御に関する要件を定めている。アンモニアバンカー船の設備要件には、貨物タンクの高圧、固定式ガス検知器の有毒ガスの存在が検知された場合に可視可聴の警報をもって知らせる装置の設置を貨物制御場所内に求めている。よって、貨物制御場所では急速遮断弁の遠隔制御が可能であるため、これらの異常を乗組員が察知し、手動により急速遮断弁の操作を行うことが可能である。

アンモニア燃料船には安全システムの作動要件を定めているため、その要件に沿って安全システムの動作が察知された際は、BSLまたは同等の手段を通じて供給者に知らされ、供給者が移送ポンプを停止するなどの緊急遮断の対応を行うことが考えられる。

5.1.3 安全避難所の確保

アンモニアが漏洩した場合に避難場所を提供する安全避難所を確保することで、漏洩源から距離を確保できるようになると考える。安全避難所の確保にあたっては、安全避難所に向かうまでの避難経路を明示しておく必要があるものと考えられる。

5.2 「(2) 安全教育と訓練」

事故未然防止対策のなかで、アンモニア燃料における毒性・腐食性・引火性等に特徴があることを踏まえ、アンモニアバンカー船の乗組員に必要な防災知識、習熟訓練及び経験の習得を述べた。

被害極小化対策としては、これらのアンモニア燃料の特性を踏まえた初期対応、特に人命救助による二次被害を防ぐための防除措置をはじめとする各種対策への理解が有効であると考えられる。4.3で示したとおり、アンモニアバンカー船の乗組員は、液化ガスタンカーに乗り組むときに必要とされる危険物等取扱責任者（液化ガス）の資格を有することが前提となる。他方、アンモニアは毒性という液化ガスタンカーにはほとんど見られない特性があることを踏まえ、アンモニアバンカー船の乗組員はアンモニアの特性に係る知見を得るための教育訓練を受けてアンモニアに対する知識を深めることが重要と考える。

ここでは、アンモニアバンカー船の乗組員がアンモニアに対する知識を深めることを可能とするような項目として、初期対応及び人命救助についてそれぞれ示す。

なお、アンモニア燃料船に乗り組む乗組員の教育訓練については、4.3に示す対策と同様に、令和6年7月11日に国土交通省海事局船員政策課より出された通達内容を参照されたい^[1]。

[1]アンモニア燃料船に乗り組む乗組員に係る教育訓練について：

<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001757023.pdf>

5.2.1 初期対応の検討

アンモニア燃料の漏洩に備えて、アンモニアの有毒性から人体・船体構造物を保護するため、防除設備が備え付けられている。漏洩事故が発生した場合は、第一に周囲に知らせ、個人の安全を確保するとともに、当該防除設備を作動させることが重要である。

アンモニアの漏洩が発生した場合の初期対応としては以下に示すものが想定される。

- ① アンモニアの漏洩を発見した第一発見者は、直ちにアンモニア移送統括管理責任者及びアンモニア受入統括責任者に状況を伝達する。
- ② アンモニア移送統括管理責任者又はアンモニア受入統括責任者は、直ちにESDなどの緊急遮断装置を作動させ、移送作業を中止する。必要に応じて防除設備

を作動させる。

- ③ 汽笛を鳴らし、緊急事態の発生を乗組員、作業員及びその他周囲の者に知らせる。漏洩を知らされた者は直ちに個人保護装具を着用し、定められた避難所に向かう。
- ④ 両者は、指定の非常配置をとり、上甲板又はアンモニア受入マニホールドへ通ずる扉の閉止、換気ファンを停止し、船内にガスが進入しないようにする。
- ⑤ 遠隔監視場所から漏洩場所のアンモニアガス濃度を監視し、レベルを設定する。
- ⑥ 海上保安部、消防署、警察署、港湾管理者等の関係行政機関へ通報する。
- ⑦ 無線、船外スピーカー等によって他船の接近を防止する。

5.2.2 緊急対応及び救助活動を行う際の注意事項

アンモニアの漏洩が発生した場合は、まずはアンモニアガスの濃度を確認する。その上で緊急対応及び救助活動を行う場合は、その濃度帯に応じた個人保護装具を着用し、安全を確保したことを確認した上で、緊急対応及び救助活動を行うことが望ましい。

5.3 「(3) 漏洩の検知とガス拡散への対策」

被害極小化対策は、漏洩源（液体アンモニア）及び拡散するアンモニアガスから距離を確保する（直ちに逃げる）ことであることから、その漏洩を早期から時々刻々と検知し周知すること、さらにアンモニアガスの拡散を抑制すること、さらにアンモニアガスから隔離できる設備を設けること、乗組員及び作業員が命を守るために最低限持つべき個人保護装具と避難所の設置が被害極小化対策になり得ると考えられる。

漏洩したアンモニアガスを検知するためには、漏洩検知器を適切な位置に配置し、さらにその検知結果を「(1)」で示したような遠隔監視場所に伝えること、さらにバンカリングステーション付近においても、可視可聴の方法によってその検知結果を周知できることが望ましいと考えられる。

アンモニアガスの拡散を抑制する装置については、第1回～第3回検討会でも示したように、アンモニアプールの拡大を物理的に抑制するドリフトレイの設置や、水噴霧装置等による水霧による拡散の防止が一定の効果を発揮することが期待される。

乗組員及び作業員が具備すべき個人保護装具については、想定されるアンモニアガスの濃度によって具備すべき装具を検討すべきものと考えられる。また、安全避難所については、アンモニア漏洩事故発生後に即座に避難できる場所を確保することが挙げられる。

5.3.1 漏洩検知器の適切な位置への配置と検知結果の周知について

アンモニア燃料船のバンカリングステーションには、漏洩検知器の設置が求められる

ており、検知結果に応じて安全システムが自動で作動する。アンモニアガスの濃度監視については遠隔監視場所での要件に含まれてはいないが、安全システムの作動状況は監視対象とされている。よって、アンモニア燃料船の遠隔監視場所においてアンモニアガスが検知されたことを察知することができるかと想定される。アンモニアガスが検知された場合、可視可聴の警報をもって周囲に知らせることとしているが、警報の種類については定められたものがないため、乗組員・作業員はいかなる警報に対しても事故発生時の初期対応を取ることが望ましい。

漏洩が発生した場合、供給者側の移送ポンプを停止し、移送を中断する必要がある。従って、アンモニア燃料船において作動要件が満たされた場合、人の手を介せずに、BSLまたは同等の手段を通じて供給者に知らされ、作動要件に応じた安全システムが自動で作動することが望ましいものと考えられる。

漏洩発生後は時々刻々と変化するアンモニアガスの濃度に応じてレベルの範囲が変化するため、アンモニア燃料船及び供給者の双方の遠隔監視場所において漏洩源付近のアンモニアガス濃度を監視できる設備の設置が推奨される。

5.3.2 アンモニアガスの拡散を抑制する装置について

アンモニア燃料船のマニホールド接続部には、メカニカルスプレーシールド及びドリフトレイの設置が求められている。水噴霧装置については求められていないが、船上のホース及びノズルを用いて放水の効果を得ることができると考えられる。

5.3.3 具備すべき保護装具について

具備すべき保護装具を検討した結果を示す。

(1) 区域に応じたもの

危険区域は、「アンモニア漏洩源を中心に、液体アンモニアが飛散し、その場に乗組員及び作業員がいた場合、飛散した液体アンモニアへの接触が想定される区域」である。なお、一連のアンモニア燃料移送作業の中で、危険区域を設定するタイミングは、接続部に液体アンモニアが存在する場合を想定するため、「移送」から「移送後作業」の「残液処理」後までとなる。当該作業の間は、原則立ち入り禁止であるが、当該作業中に何らかの事情があり、「危険区域」に立ち入る場合は「危険区域」の滞在時間に相応しい対策を検討し入ることとする。例えば、アンモニア燃料の移送設備に何らかの不具合があり、長時間に渡って「危険区域」に滞在する場合は、液体アンモニアに対応できる OSHA レベル C 相当の個人保護装具を着装し、安全教育及び訓練をうけた乗組員・作業員に限定することを想定する。具体の保護装具としては、化学防護服、防毒マスク、防護手袋及び防護長靴となる。なお、防毒マスクは全面形面体が推奨される。一方、船首/船尾の係留索の状況を確認する

ため、一時的に「危険区域」を通過するのみであれば、上述例に示す長時間「危険区域」滞在のレベルC相当の保護装具に限らず、管理区域相当の保護装具にて「迅速に通過すること」といった行動による対策が重要である場合も考えられる。

なお、上記「危険区域」については、作業開始から「移送」開始まで、また「残液処理」終了後から作業終了までは、液体アンモニアが存在しないため、「危険区域」自体が存在しないこととなる。ただし、「移送準備」の「接続作業」や「移送後作業」の「接続解除作業」については移送設備内部が開放される作業であるため、OSHA レベルC相当の個人保護装具の準備が望ましい。

管理区域は、「一般人がみだりに立ち入ることを制限することを目的に、個人保護装具を持ち、未然事故防止対策及び被害極小化対策等を理解した乗組員・作業員が立ち入ることの出来る区域であり、アンモニア漏洩事故発生時、アンモニアガスの濃度25ppm 以上が、10分間以上継続して存在し得る区域」である。乗組員及び作業員はOSHA レベルD相当の個人保護装具を着装する。

表5.3.3-1及び図5.3.3-1に危険区域及び管理区域の立ち入りの制限及び個人保護具の想定を示す。

表 5.3.3-1 危険区域及び管理区域の整理

区域	区域の整理	立ち入りの制限・個人保護装具の想定
危険区域	アンモニア漏洩源を中心に、液体アンモニアが飛散し、その場に乗組員及び作業員がいた場合、飛散した液体アンモニアへの接触が想定される区域	「移送」作業から「残液処理」作業の間 →原則立ち入り禁止※1 それ以外の作業のとき(液体アンモニアが存在しない) →管理区域と同等※2
管理区域	一般人がみだりに立ち入ることを制限することを目的に、個人保護装具を持ち、未然事故防止対策及び被害極小化対策等を理解した乗組員・作業員が立ち入ることの出来る区域であり、アンモニア漏洩事故発生時、アンモニアガスの濃度 25ppm 以上が、10 分間以上継続して存在し得る区域	一般人は立ち入り禁止 →乗組員及び作業員は保護めがね及び手袋を着装し立ち入る

※1 立ち入る場合は、「危険区域」の滞在時間に相応しい対策を検討し、立ち入ること。

※2 接続作業・接続解除作業などの移送設備内部が開放される作業を行うに当たってはレベルC相当の個人保護装具の着用が望ましい。

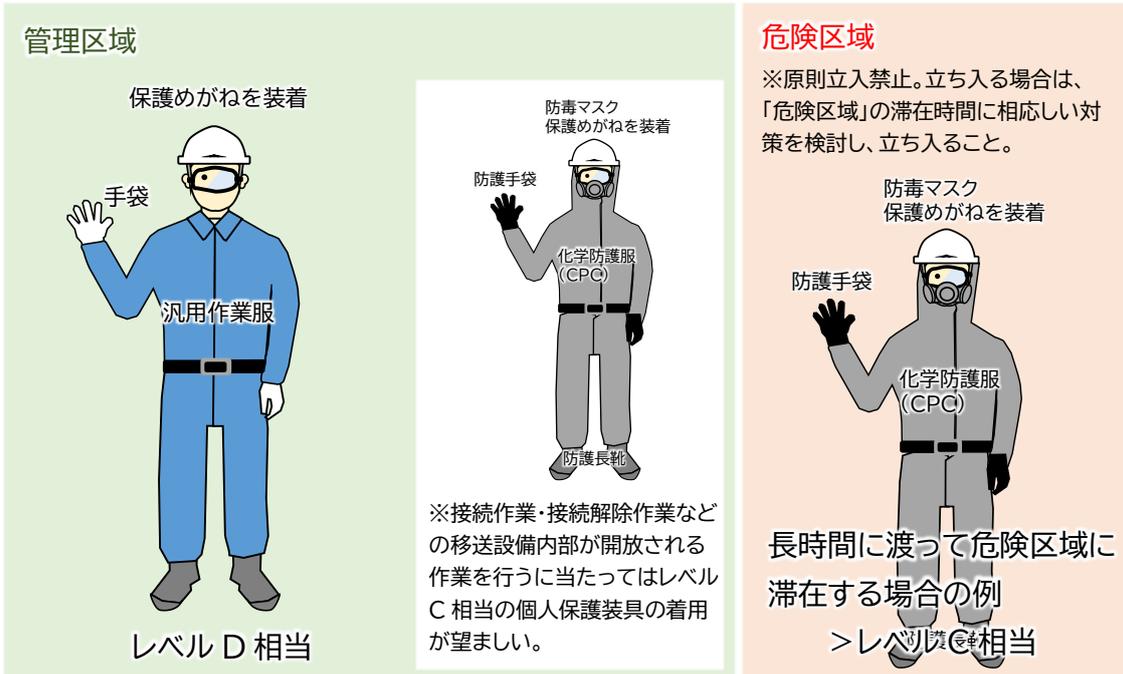


図 5.3.3-1 管理区域及び危険区域における個人保護装具の想定

(2) 濃度に応じたもの

アンモニア漏洩事故が発生した場合は、乗組員・作業員・一般人については直ちに安全な場所に避難することを前提とする。その上で管理区域内のアンモニアガスの濃度に対する具備すべき個人保護装具を整理した。なお、管理区域内であるため一般人の立ち入りは想定しない。

まず、当該エリアは管理区域内であることが想定されるため、既にこの管理区域内にいる船員及び作業員は OSHA レベル D 相当の装備を身に付けている。そこでこの濃度について濃度25ppm 以上30ppm 未満を想定する。この濃度による人体への影響は、一過性で非障害的であるが、濃度は時々刻々変化するため、保護めがねを装着し、防毒マスクは具備を推奨すると考えられるレベルである。

アンモニアガス濃度は25ppm 以上、220ppm 未満の濃度帯では、OSHA レベル C 及び D で作業した者の除染作業を行うことが想定される。OSHA レベル C 相当の個人保護具として、化学防護服、防毒マスク（全面体型）、防護手袋、防護長靴の具備が求められる。

アンモニアガス濃度は220ppm 以上、2700ppm 未満のアンモニアガスの濃度帯では OSHA 基準のレベル B 相当の個人保護具の具備が求められる。

アンモニアガス濃度2,700ppm 以上である濃度帯では、乗組員及び作業員であっても基本的には立ち入りを制限するレベルであると考えられる。OSHA 基準のレベル A 相当の個人保護具の具備が求められる。

表 5.3.3-2 各レベルの区域及び想定される個人保護装具

アンモニアガス 濃度帯	想定される 個人保護装具	(OSHA 基準)	想定される立ち入り	
			緊急対応に 従事する者 ^{※1}	乗組員及び 作業員 ^{※2}
25ppm 以上 30ppm 未満	保護めがね 手袋	レベル D 相当	○	○
30ppm 以上 220ppm 未満	化学防護服 防毒マスク 防護手袋 防護長靴	レベル C 相当	○	○
220ppm 以上 2700ppm 未満	化学防護服 自蔵式呼吸具 防護手袋 防護長靴	レベル B 相当	○	○
2700ppm 以上	自蔵式呼吸具 完全気密耐薬品保護服	レベル A 相当	○	×

※1 緊急対応及び救助活動時を想定し、適切な個人保護装具と漏洩対応の訓練を受けた者を想定する。

※2 乗組員及び作業員はアンモニア燃料移送に携わる者であって、安全教育と訓練を受けた者と想定する。

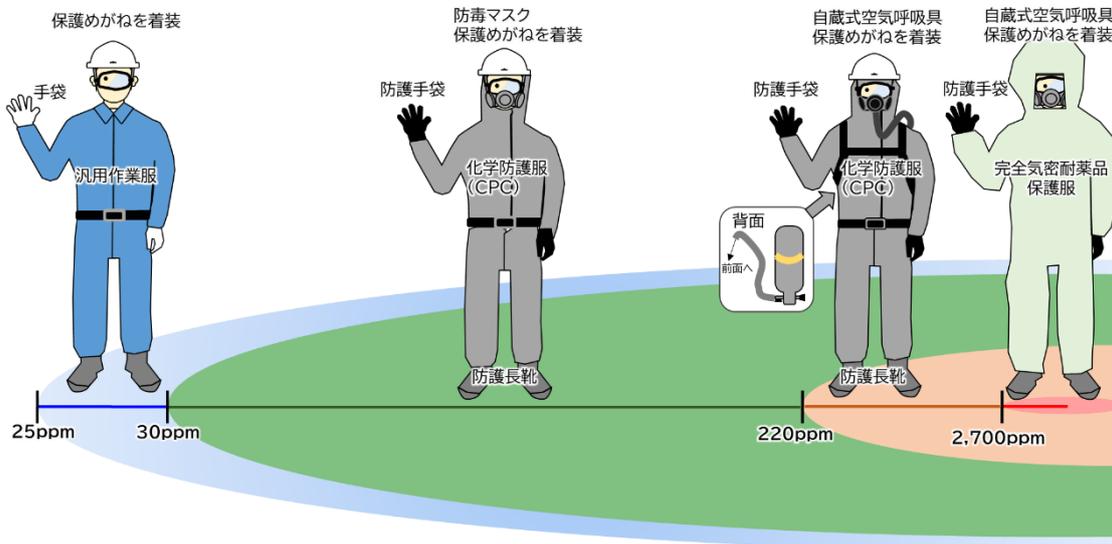


図 5.3.3-2 各レベルにおける個人保護装具の想定

5.3.4 安全避難所の確保について

アンモニア燃料船は乗組員全員を安全に収容できる安全避難所を1つまたは複数配置することが求められている。これは専用の区画とする必要はなく、船橋やECRを安全避難所として流用することが可能である。前述の検討結果を踏まえると遠隔監視を行っている場所を安全避難所とすることで、漏洩源付近のアンモニアガス濃度を監視し、必要に応じた対応を取ることが可能である。また、安全避難所にはレベルに応じた適切な個人保護装具の配置が望ましい。アンモニアバンカー船や他供給者についても、同様の理由から遠隔監視場所とすることが望ましいものと考えられる。

5.4 「(4) 事故発生時の対応体制」

アンモニア事故漏洩発生時は直ちに避難し、一定の距離を確保して乗組員及び作業員の安全を確保することが大前提となる。

一方、安全を確保した上で適切な個人保護装具を着用し、事故対応後の処理（除染処理等）を含めた一連の事後対応方法及び体制を含めたアンモニア燃料漏洩事故対応の体制を策定しておくことで、適切な初期対応を実施することが可能となり、被害極小化対策につながるものと考えられる。

5.4.1 アンモニアの様態の整理

アンモニア燃料移送中にアンモニア漏洩事故が発生した場合、アンモニアガス若しくは液体アンモニアは海上若しくは船上に漏洩すると想定される。これらの漏洩したアンモニアの様態の組み合わせについては、下記の三種類が想定される。

(1) アンモニアガスが海上若しくは船上に漏洩した場合

アンモニアガスの温度が十分に低い場合、空気中の水分と凝結し、地を這うような拡散をすると予想される。一方、アンモニアガスの温度が低くない場合は、白い蒸気雲状のように鉛直上向きに上昇するような拡散（アンモニアクラウド）をすると考えられる。これらのアンモニアガスの拡散については、風況によって拡散範囲が変化すると考えられる。

なお、アンモニアガスの漏洩に関しては、海上に漏洩した場合及び船上に漏洩した場合において、その態様については大きな差が無い（漏洩源から風況の影響を受け、周囲に拡散する。海面に触れたとしても後述するように直ちに溶解することはない）ものと考えられる。

(2) 液体アンモニアが船上に漏洩した場合

アンモニアは常圧下（1atm）で沸点-33.4℃の物性を持つが、液体のアンモニアが船上に漏洩した場合、瞬時に全量が気化せず、徐々に気化していくものと考えられる。したがって液体アンモニアが船上に漏洩した場合、水たまり（ス

ピル状)のような液体アンモニアと気化しているアンモニアガスの双方が同時に発生するものと考えられる。

漏洩源の下部にドリフトレイなどの閉鎖された容器上に液体アンモニアがたまっていく場合(液体アンモニアのプール)は、蒸発表面積が制限されることで、スピル状の液体アンモニアよりも周囲のガス濃度が抑えられることが考えられる。

(3) 液体アンモニアが海上に漏洩した場合

漏洩した液体アンモニアが海水と接触し、アンモニア水及びアンモニアガスが、それぞれ海面上及び海水中に分布することとなる。一部は海水中のマグネシウムイオンと反応し、不溶性の水酸化マグネシウムを生成し、海面付近に白濁した物質として漂うことが予想される。

したがって液体アンモニアが海上に漏洩した場合、蒸発しながら空気中の水分と反応して白色のガス雲を発生させ、海面を這いながら若しくは上空へと拡散するものと考えられる。蒸発しない液体アンモニアは海面を浮遊しつつ、少しずつ蒸発及び溶解をしながら(アンモニア水を生成しながら)海水中のマグネシウムイオンと反応し、白色の水酸化マグネシウムを形成し、海表面付近に白濁の水酸化マグネシウムが漂流し、自然分散するものと考えられる。

5.4.2 様態に応じたアンモニア燃料漏洩事故対応の体制の策定

① アンモニアガスに対する対応

アンモニアガスやアンモニアクラウドに対応する対策としては換気が効果的である。局所的なアンモニア濃度の低減効果が見込まれる。水噴霧によるアンモニアガスの吸着効果はあまり期待できないこと、吸着により生じる強アルカリのアンモニア水に接触する可能性が生じることから、水噴霧を用いた対応には注意が必要である。

アンモニアの移送常態が常温高圧の場合、移送設備に損傷が生じると、その部分からアンモニアがガス状で噴出し、空気中の水分と結合し空気よりも重い大きなクラウド(蒸気雲)となり、広がっていくことが想定される。漏洩源に防水シートをかけるとシートの下で還流して液化するので拡散を抑えることができる。

② 液体アンモニアのプールに対する対応

ドリフトパンなどの閉鎖的な容器内にアンモニアがたまっている場合、表面をプラスチック製フロートや防水シートなどで覆うことにより蒸発を防ぐことができる。

液体アンモニアのプールに水を噴霧すると沸騰し、クラウドが大量発生し、高濃度のアンモニアガスが拡散する恐れがあるため、液体アンモニアプールへの水噴霧や放水は行うべきではない。

③ スピル状の液体アンモニアに対する対応

アンモニアの移送常態が深冷常圧の場合、移送設備に損傷が生じると、その部分からアンモニアが液状で噴出し、一部気化した部分は空気中の水分と結合し空気よりも重いクラウドとなるがその量は少なく、スピル状の液体アンモニアが発生する。スピル状の液体アンモニアは温度が低く蒸発量も少ないため、ごく少量であれば蒸発するまで監視する方法が考えられる。

5.5 「(5) 毒性を考慮した危険区域（離隔距離）と濃度帯の設定」

アンモニア燃料移送時に、アンモニア漏洩事故の発生有無を問わず、立ち入りを原則禁止若しくは制限する「区域」の設定方針を検討した。それに加えて、アンモニア漏洩事故発生時に、アンモニアガスの濃度に応じた個人保護装具及び行動等を整理した。

5.5.1 区域の設定方針について

5.5.1.1 危険区域

第4回検討会において、危険区域は、「アンモニア漏洩源を中心に、液体アンモニアが飛散し、その場に乗組員及び作業員がいた場合、飛散した液体アンモニアへの接触が想定される区域」とする方針を示した。同検討会において、漏洩源から液体アンモニアが飛散する範囲の推定方法として昨年度検討会で実施したアンモニア漏洩シミュレーションにおけるプール径（アンモニア漏洩事故発生時に液体アンモニアの広がる最大径）を参考にする方法を述べた。

第4回検討会で漏洩シミュレーションの対象シナリオとして選定されたケース7のプール径を表5.5.1.1-1に示す。当該シミュレーション結果では、最大プール半径は風速10m/sのとき1.25m、風速2m/sのとき1.40mであった。シミュレーション結果を踏まえれば液体アンモニアが存在する範囲は2m以内が想定されるが、バンカリング作業に従事する者の安全を考えると、最大プール半径より余裕をもった距離の設定が良いと考える。

IMOのアンモニア燃料船安全ガイドラインにおける区域の分類として有毒区域（Toxic Area）が設定されている。当該区域の設定の目的としては、「乗組員の直接的なアンモニア曝露のリスクを制限すること」であり、危険区域の設定の目的である「アンモニア漏洩事故が発生した後に時間的な猶予がほとんどなく（突発的）かつ、避けることが困難であり、身体への影響が大きい事象を避けるため」を達成する範囲と同等の目的であると考えられる。当該ガイドラインにおいて有毒区域は場

所に応じて距離で設定されており、バンカリングステーションについては、12bis.4に示される「アンモニア燃料システムのフランジ、バルブ及びその他の潜在的な漏洩源」に該当すると考えられる。当該場所の有毒区域の範囲は「開放空間における漏洩源から半径10m以内」と明記されているため、この値を引用することとした。

ここで、アンモニアバンカリングに係る漏洩源について整理する。アンモニア燃料船及び各供給設備に設けられている遮断弁は、フェイルセーフ機構となっているため、破損や誤操作・誤動作による障害が発生した場合、常に安全側に動作する、つまり、緊急時には弁が閉じられる機構となっている。また、遮断弁よりも燃料タンク側の配管が燃料配管に該当するとした場合、燃料配管については二次的な囲いによって保護されていることが考えられる。よって対象とすべき漏洩源としてはアンモニア燃料船の遮断弁、アンモニア燃料船のマニホールドプレゼンテーションフランジ部、ERC、供給側のマニホールドプレゼンテーションフランジ部、供給側の遮断弁となる。

漏洩シミュレーション結果及びIMOのアンモニア燃料船安全ガイドラインを踏まえて、アンモニア燃料船の遮断弁、アンモニア燃料船のマニホールドプレゼンテーションフランジ部、ERC、供給側のマニホールドプレゼンテーションフランジ部、供給側の遮断弁の中心点から半径10m以内の範囲を危険区域に設定する。危険区域の範囲を例示したものを図5.5.1.1-1及び図5.5.1.1-2に示す。

表5.5.1.1-1 ケース7の最大プール半径

最大プール半径	
強風時	穏やかな条件
1.25m	1.40m

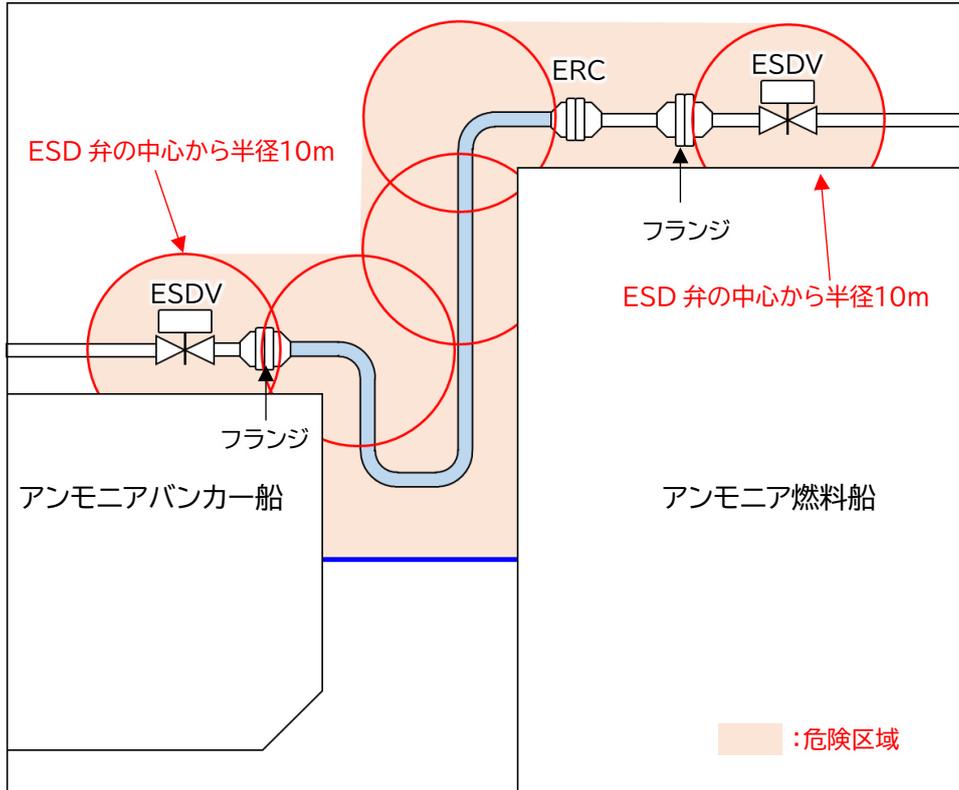


図5.5.1.1-1 Ship to Ship方式における側面から見た危険区域

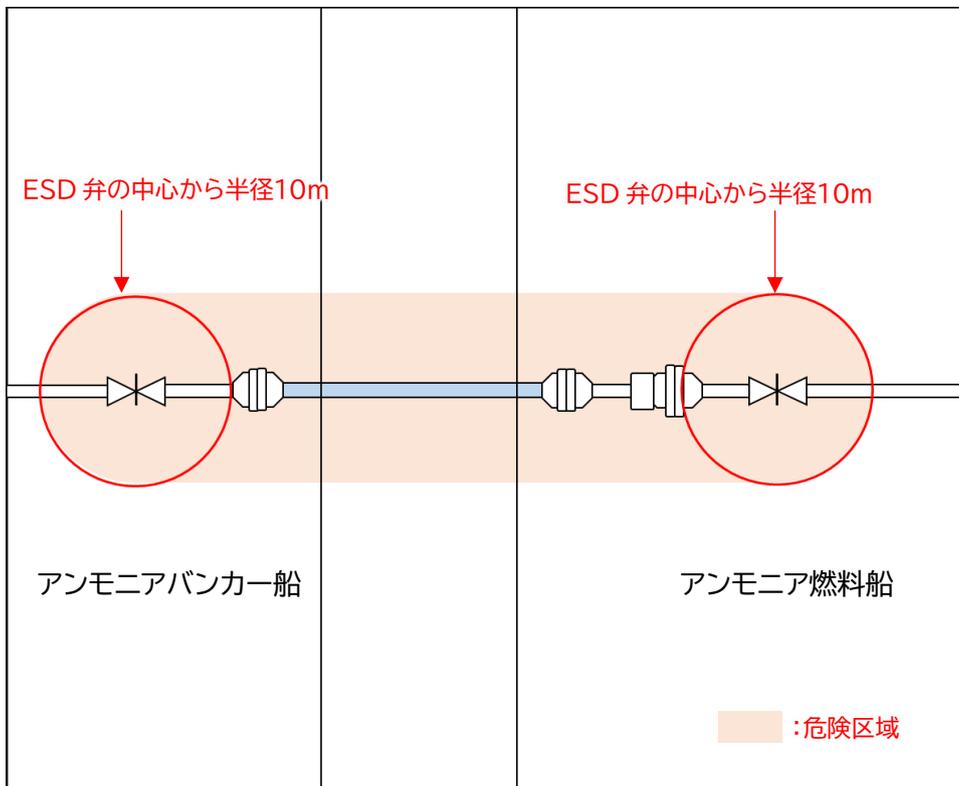


図5.5.1.1-2 Ship to Ship方式における上空から見た危険区域

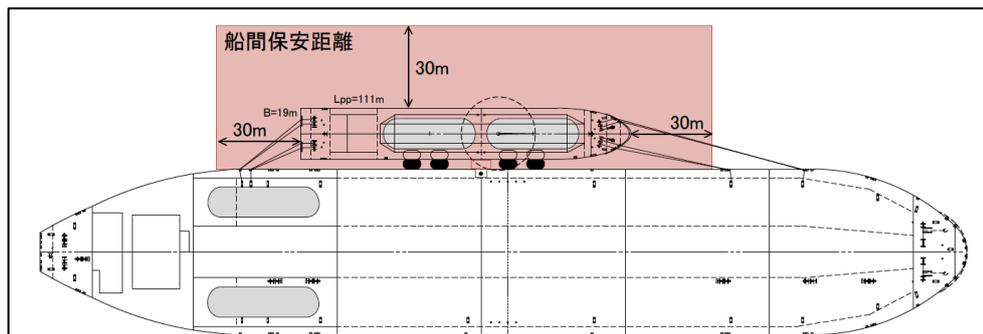
5.5.1.2 管理区域

第4回検討会において、管理区域は、「一般人がみだりに立ち入ることを制限することを目的に、個人保護装具を持ち、未然事故防止対策及び被害極小化対策等を理解した乗組員・作業員が立ち入ることの出来る区域であり、アンモニア漏洩事故発生時、アンモニアガスの濃度25ppm 以上が、10分間以上継続して存在し得る区域」とする方針を示した。同検討会において、当該区域を設定するために実施する漏洩シミュレーションの対象シナリオとしてケース7が選定されたが、資料5-2に示すように当該条件の範囲は発生しなかった。一方、バンカリングに従事する者とは別に一般人の立ち入りを制限するための区域として、危険区域よりも広域の範囲に管理区域を設定することが望ましいと考えられる。

ここで参考とする LNG バンカリングガイドラインの内容を整理する。

① Ship to Ship 方式

LNG バンカー船に対して船間保安距離の設定がされている。これは、「危険物専用岸壁 (D 岸壁) の基準等」で定められている「立地」の中に「タンカーによる引火性危険物の荷役を行う岸壁の場合は、荷役船舶から他の停泊船舶までの距離が30メートル以上あり、また、付近航行船舶が30メートル以上離れて航行する余地が十分あること」の記載に準じて設定されているものである。ここでは、図5.5.1.2-1に示すように「同船の周囲30m 以内の水面に他船が接近しないよう船間保安距離を確保する」ことが求められている。これは引火性危険物の荷役を対象としており、管理区域の設定方針とは目的が異なる。天然ガス燃料船側の対応としては、「バンカリングステーションに関係者以外の人員を立ち入らせないこと」とされているが、天然ガス燃料船が停泊している岸壁側に人の立ち入りを制限する区域は設けられていない。



出典：LNGバンカリングガイドライン

図5.5.1.2-1 LNGバンカリングガイドラインで示されている船間保安距離

② Truck to Ship 方式

供給者が陸上側の作業区画を明示し、「関係者以外立ち入り禁止」及び「火気厳禁」のプラカードを表示することが定められている。天然ガス燃料船側の対応としては、「バンカリングステーションに関係者以外の人員を立ち入らせないこと」とされている。

③ Shore to Ship 方式

陸側施設における立ち入りの制限については明記されていない。天然ガス燃料船側の対応としては、「バンカリングステーションに関係者以外の人員を立ち入らせないこと」とされている。

上記 LNG バンカリングガイドラインでの内容を参考に、アンモニア漏洩シミュレーションの結果を踏まえて、バンカリング作業を安全かつ円滑に行うことに着目し、一般人の立ち入りを制限することを目的とし、以下の範囲をアンモニアバンカリングにおける管理区域として設定する。

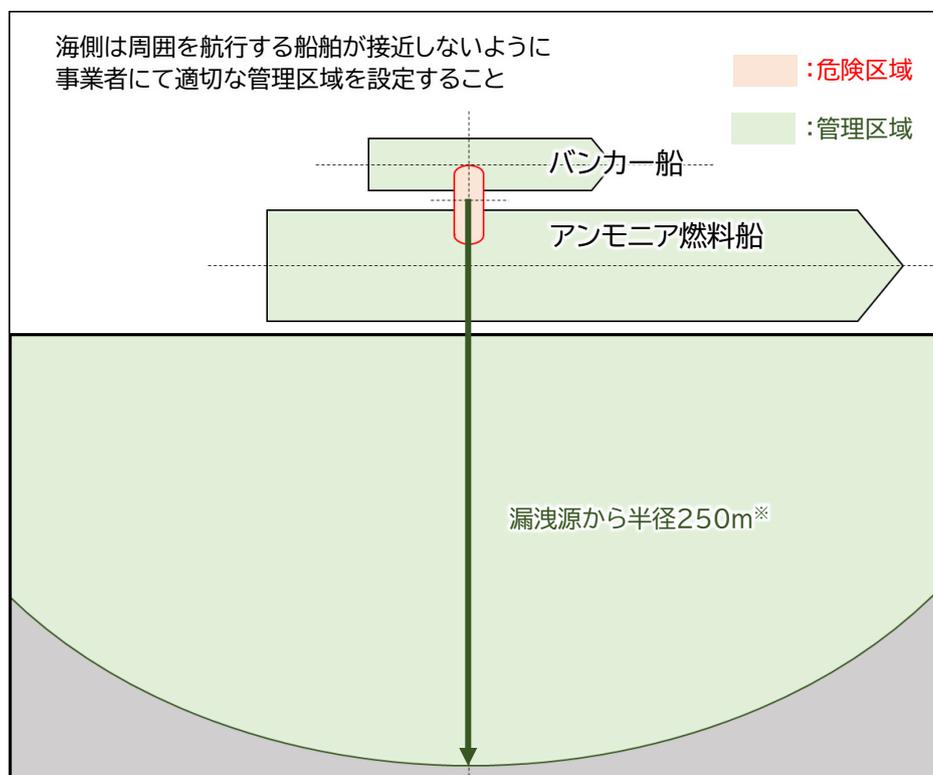
アンモニアバンカリングにおける管理区域

① Ship to Ship 方式

アンモニア燃料船及びアンモニアバンカー船上を管理区域とする。よって、両船に乗り込む者、乗り込む可能性のある者は適切な個人保護装具を具備することが必要である。さらにアンモニアバンカー船は周囲を航行する船舶が管理区域に接近しないように注意喚起を行う。

アンモニア燃料船から陸側には、アンモニア漏洩シミュレーションの結果を基に、漏洩源を中心とした岸壁方向に半径250mとする。この管理区域を設定できない場合は、一般人の立ち入りを制限するための施策を適宜検討の上、適切に管理区域を設定するものとする。

管理区域の範囲を図5. 5. 1. 2-2に例示する。

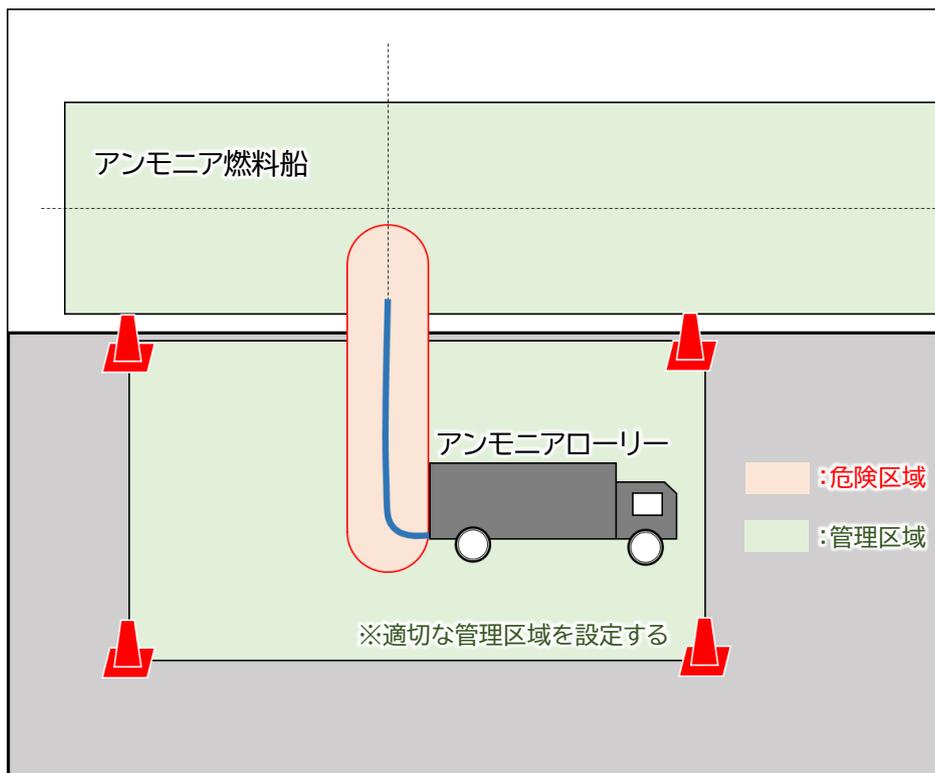


※この250mの管理区域を設定できない場合は、一般人の立ち入りを制限するための施策を適宜検討の上、適切に管理区域を設定する。

図5. 5. 1. 2-2 Ship to Ship 方式における管理区域の範囲の例

② Truck to Ship 方式

アンモニア燃料船上を管理区域とする。よって、アンモニア燃料船に乗り込む者、乗り込む可能性のある者は適切な個人保護装具を具備することが必要である。アンモニア燃料を供給する陸上側の者は、岸壁上に物理的障壁を設置することにより立入りが禁止できる範囲を適宜検討の上、適切に管理区域を設定するものとする。管理区域の範囲を図5.5.1.2-3に例示する。

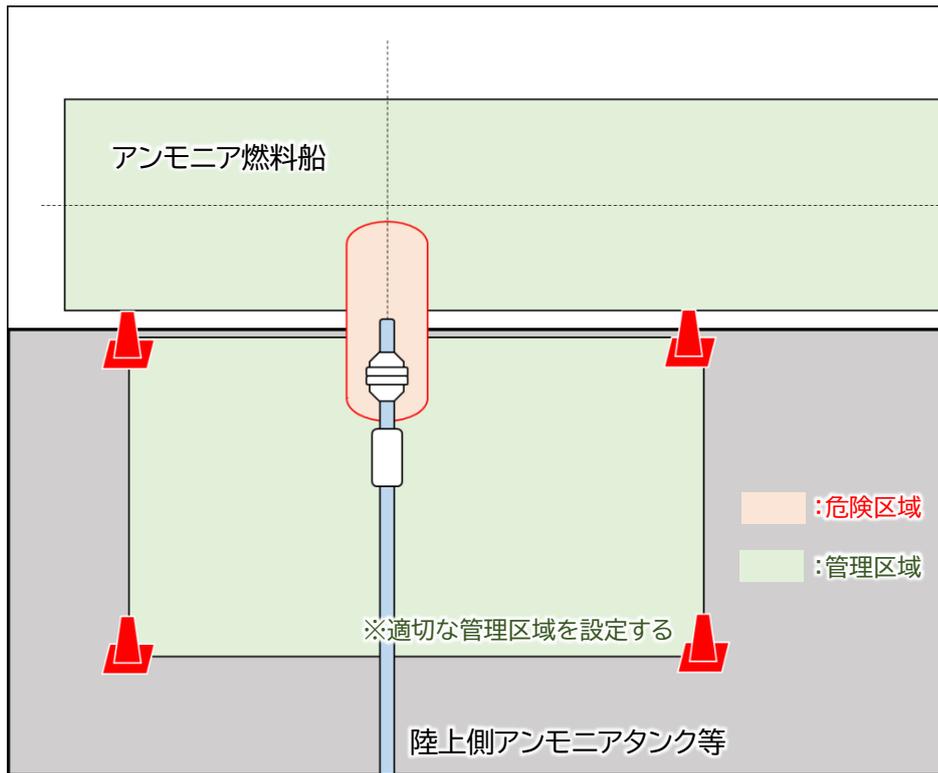


※アンモニア燃料を供給する陸上側の者は、岸壁上に物理的障壁を設置することにより立入りが禁止できる範囲を適宜検討の上、適切に管理区域を設定する。

図5.5.1.2-3 Truck to Ship 方式における管理区域の範囲の例

③ Shore to Ship 方式

アンモニア燃料船上を管理区域とする。よって、アンモニア燃料船に乗り込む者、乗り込む可能性のある者は適切な個人保護装具を具備することが必要である。アンモニア燃料を供給する陸上側の者は、岸壁上に物理的障壁を設置することにより立入りが禁止できる範囲を適宜検討の上、適切に管理区域を設定するものとする。管理区域の範囲を図5.5.1.2-4に例示する。



※アンモニア燃料を供給する陸上側の者は、岸壁上に物理的障壁を設置することにより立入りが禁止できる範囲を適宜検討の上、適切に管理区域を設定する。

図5.5.1.2-4 Shore to Ship 方式における管理区域の範囲の例

5.5.2 アンモニア漏洩事故発生時の対応について

アンモニア漏洩事故発生時の対応としての個人保護装具や行動指針は濃度に応じて設定されるものである。このアンモニアガスの濃度は、風況等の自然環境により、時々刻々と濃度帯が変化することが想定される。

したがってアンモニア漏洩事故発生時のアンモニアガス濃度の範囲は予め定めるものではないため、ガス検知器等によりその濃度を測定し、濃度に対応した個人保護装具の着用・対応方針を定めるものとする。

