

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

各国のガイドラインにおける
要求事項の整理

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. 緊急遮断に関するもの.....	1
1.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	1
1.2 SGMF バンカリングガイドライン	2
1.3 NK ガイドライン	2
1.4 DNV 資料	2
1.5 ABS 資料	3
2. 遠隔監視及び制御に関するもの.....	4
2.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	4
2.2 SGMF バンカリングガイドライン	4
2.3 DNV 資料	4
2.4 ABS 資料	4
3. 漏洩検知に関するもの.....	5
3.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	5
3.2 SGMF バンカリングガイドライン	5
3.3 ABS 資料	6
4. 具備すべき保護装具について.....	7
4.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	7
4.2 SGMF バンカリングガイドライン	8
4.3 PGS-12	10
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.....	11
5.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	11
5.2 NK ガイドライン	11
5.3 SGMF 紹介資料	11
5.4 DNV 資料	12
5.5 ABS 資料	12
6. 安全避難所の確保及び避難経路について.....	13
6.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン	13
6.2 SGMF ガイドライン	13
6.3 NK ガイドライン	13
6.4 DNV 資料	14

1. 緊急遮断に関するもの

1.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

8章にバンカリングに関する記載があり、「バンカリングシステムに関する規定」において、アンモニア燃料船にはバンカリング安全リンク (Bunkering Saefety Link、以下、「BSL」という) または自動及び手動 ESD 通信を供給者に提供する同等の手段を装備することが求められている。よって、アンモニア燃料船において緊急遮断の作動要件が検知された場合は、BSL または同等の手段を通じて供給者に知らされることが考えられる。

15章にはアンモニア燃料船の制御、監視及び安全システムに関する記載があり、安全システムとしての自動遮断の動作要件が定められている。表1.1-1に IMO ガイドラインで求められている自動遮断のパラメータを示す。

表1.1-1 安全システムの作動パラメータ (バンカリングに係るもの)

パラメータ	警報	安全システムの作動(自動遮断)			
		バンカー弁	タンク弁	燃料調製室弁	マスター弁
密閉空間での25ppm のアンモニア検知	○				
燃料タンクの高液面	○				
燃料タンクの超高液面	○	○	○		
バンカーステーションでの110ppm のアンモニア検知	○				
バンカーステーションでの220ppm のアンモニア検知		○			
バンカーステーションでの液体漏洩検知	○ 高液面	○ 低温表示			
バンカリングラインの周囲の二次的な囲いでの110 ppm のアンモニア検知	○				
バンカリングラインの周囲の二次的な囲いでの220ppm のアンモニア検知		○	○		
バンカリングラインの周囲の二次的な囲いでの液体漏洩検知	○	○	○		

1.2 SGMF バンカリングガイドライン

SGMF バンカリングガイドラインでは対象者によって推奨される自動遮断が発動する事象が異なっている。表1.2-1に自動遮断の作動要件として推奨されるものを示す。

表1.2-1 自動遮断の作動要件として推奨されるもの

	アンモニア燃料船	供給者	カテゴリー
バンカリング安全リンク(BSL)からの ESD 信号受信	○	○	必須
オーバーフロー制御(タンク高液位)	○		必須
タンク圧低下・上昇	○	○	推奨
ESD 弁の動力源の喪失	○	○	必須
電力喪失	○	○	推奨
バンカリング安全リンク(BSL)の喪失・過失	○	○	必須
漏洩検知	○	○	推奨
バンカリングステーション付近での火災発生	○	○	推奨
通信の喪失	○	○	推奨
ボイルオフガスの制御喪失	○	○	推奨
アンモニア燃料船と供給者との許容値以上の離隔		○	必須
バンカリング設備内の異常な圧力		○	推奨

1.3 NK ガイドライン

NK ガイドラインでは自動遮断の要件は定められているが、アンモニア燃料を使用した機関使用に関するもののみであった。

1.4 DNV 資料

DNV 資料における自動遮断の作動要件として推奨されるものを表3.1.2-1に示す。

表1.4-1 自動遮断の作動要件として推奨されるもの

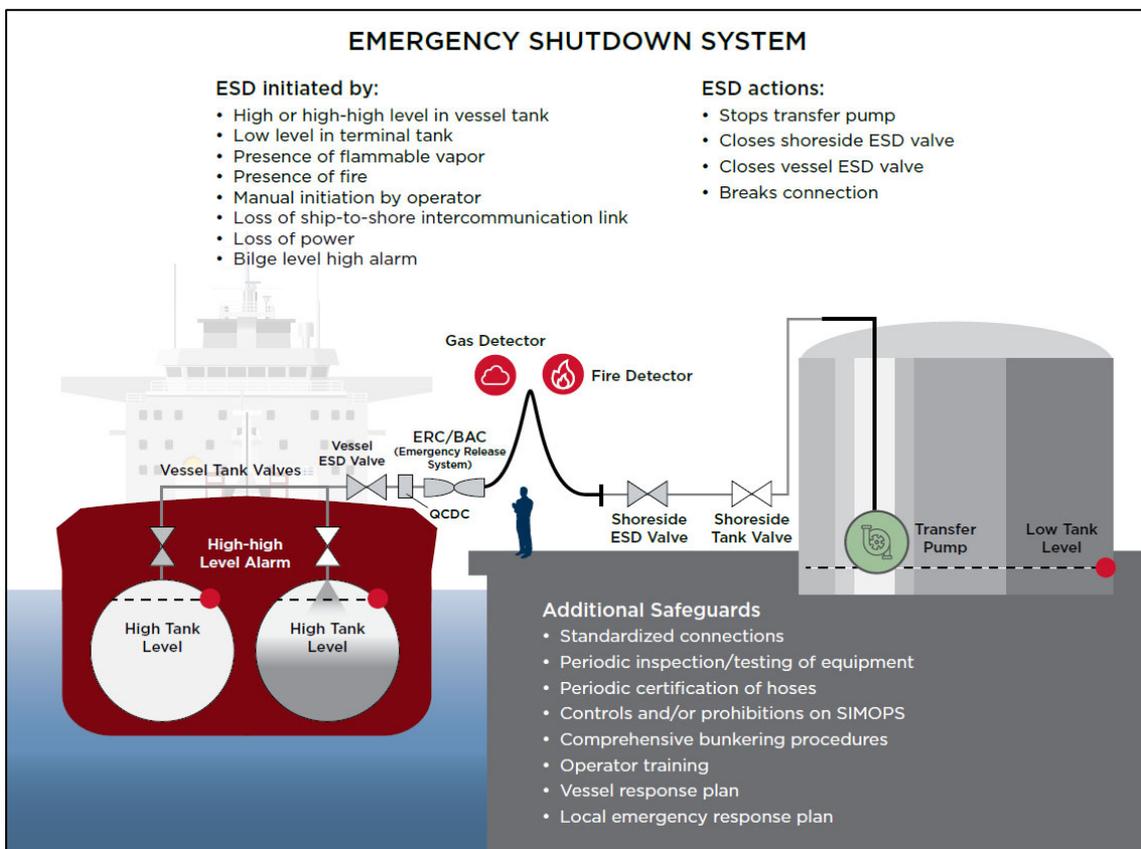
タンク圧力上昇
過度な船体移動
バンカリング設備内の過圧
計器の圧力喪失
電力喪失
漏洩検知
火災発生

1.5 ABS 資料

ABS バンカリングガイドラインに記載されている緊急遮断のトリガーの例を表1.5-1及び図1.5-1に示す。

表1.5-1 自動遮断の作動要件として推奨されるもの

タンク圧力上昇
過度な船体移動
バンカリング設備内の過圧
計器の圧力喪失
電力喪失
漏洩検知
火災発生



出典：ABS バンカリングガイドライン

図1.5-1 アンモニアバンカリングに係る安全装置及び自動遮断

2. 遠隔監視及び制御に関するもの

2.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

5章にアンモニア燃料船の船舶設計と配置に関する記載があり、「5.7.3 燃料バンカリングステーションに関する規定」においてバンカリングステーションそのものの位置を検討する際の考慮すべき事項や設備の配置が定められている。この中で、バンカリングステーションの監視方式について言及されており、目視または CCTV (Closed-Circuit Television の略、閉回路テレビ) を用いることが明記されている。

15章にはアンモニア燃料船の制御、監視及び安全システムに関する記載があり、バンカリング制御のための規定 (15.5) では下記が求められている。

- ・ バンカリングステーションから離れた安全な場所から制御を行うこと
- ・ タンク圧力・タンク温度・タンク液位を監視できること
- ・ 遠隔操作弁を操作できること
- ・ オーバーフロー警報及び緊急遮断の状態が表示されること

2.2 SGMF バンカリングガイドライン

SGMF バンカリングガイドラインではマニホールド当直者の責任として、マニホールド、移送ホースまたはアーム、ホースサドルなどを含む移送設備の監視を行うことが挙げられており、安全な場所からまたは CCTV を通して行うこととされている。

2.3 DNV 資料

DNV 資料では、バンカリング制御室が安全な場所に設置され、そこから遠隔でバンカリング作業を監視できるように配置することが求められている。また、遠隔でのバンカリング作業の監視が、乗組員のアンモニアガスへの曝露リスクを低減させるために有効であることが記載されている。

2.4 ABS 資料

ABS 資料ではアンモニア燃料船の設計思想においてバンカリングステーションを目視又は CCTV を通して監視できることを求めている。

3. 漏洩検知に関するもの

3.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

15章にアンモニア燃料船の制御、監視及び安全システムに関する記載があり、漏洩検知のための規定が定められている。

バンカリングステーションには固定式のガス検知器の設置が求められており、その空間の大きさ・レイアウト及び換気条件を考慮して設置数を決定することが求められている。また、液体漏洩検知器の設置も求められている。

漏洩が検知された場合に求められる動作を表3.1-1に示す。アンモニアガス濃度110ppm（開放区画の場合）が検知された場合、可視可聴の警報が作動する。次の段階として、アンモニアガス濃度220ppm が検知された場合、バンカー弁が自動遮断される。液体アンモニアの漏洩が検知された場合、可視可聴の警報及びバンカー弁が自動遮断の両方が作動する。ここで、バンカー弁が自動遮断の作動については、2台以上の漏洩検知器が漏洩を検知した場合に限っている。漏洩を検知した際に周知するための可視可聴の警報器は、漏洩検知器が設定されている場所に加えて、船橋及び常時当直者が配置される制御室にも設置される。

表3.1-1 バンカリングステーションでの漏洩検知後の動作

漏洩検知	警報	安全システムの作動(緊急遮断)			
		バンカー弁	タンク弁	燃料調整室弁	マスター弁
25ppm(密閉空間) 110ppm(開放区画)	○				
220ppm		○			
液体アンモニア	○ 高液面	○ 低温表示			

3.2 SGMF バンカリングガイドライン

SGMF バンカリングガイドラインでは漏洩検知に用いる手段として下記が挙げられており、検知した場合は緊急遮断のトリガーとされることが推奨されている。

- ・ バンカリングステーション付近のガス検知によるもの
- ・ ドリップトレイの温度検知によるもの
- ・ 赤外線センサによる温度差の視覚化によるもの
- ・ 上記以外の検知技術によるもの
- ・ 視覚によるもの

バンカリングステーションに人がいない状態、すなわち遠隔監視を行うにあたり、

CCTV による監視が推奨されている。加えて、閉鎖・半閉鎖空間のバンカリングステーションには赤外線センサを利用した漏洩検知の導入について検討すべきことも述べられている。一方、検知を行う濃度の閾値については定められていなかった。

3.3 ABS 資料

アンモニア燃料船において検知を行う濃度及び漏洩が検知された場合に求められる動作が表3.3.3-1に示すとおり定められていた。

表3.3-1 バンカリングステーションでの漏洩検知後の動作

その他	警報	安全システムの作動(緊急遮断)			その他
		ESD弁	タンク弁	マスター弁	
150ppm	○				
300ppm	○	○			水噴霧装置の 起動(手動)

4. 具備すべき保護装具について

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・救助作業にしようするものとして各ガイドラインに記載されていた。

4.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

20章にアンモニア燃料船の人員保護に関する記載があり、必要な設備については、Protective equipment、Emergency equipment、Safety equipment に分類されている。

① Protective equipment (20.3章)

通常の作業を行うためのもの。

アンモニア燃料システムに関連する通常の作業に従事する乗組員の保護のために、認められた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）を提供すべきである。

② Emergency equipment (20.4章)

緊急脱出を含む人員の保護を目的とした避難や応急措置をとるもの。

個人保護装具に係るものとしては、乗組員全員分の緊急脱出用の適切な呼吸および目の保護具が求められている。ここでの適切な呼吸の保護具については、フィルター式は認められていない。また、消火や作業には使用することはできない。

③ Safety equipment (20.5章)

ガスで満たされた空間の中で作業するための適切な個人保護とされており、応急措置を行う場合は当該設備が用いられることが想定される。Safety equipment は以下で構成される。

- ・ 自蔵式呼吸具
- ・ ガス密防護服、長靴、手袋
- ・ レスキューライン
- ・ 防爆型ランプ
- ・ イヤピースとマイクロフォンとプッシュトゥトークユニットを含む双方向携帯無線機

5章にはアンモニア燃料船の船舶設計と配置に関する記載があり、その中の「5.7.3燃料バンカリングステーションに関する規定」にバンカリングステーションに関する記載がある。自蔵式呼吸具と個人保護装具を着用した上で、緊急時に明確な避難経路を確保できるような配置が求められている。

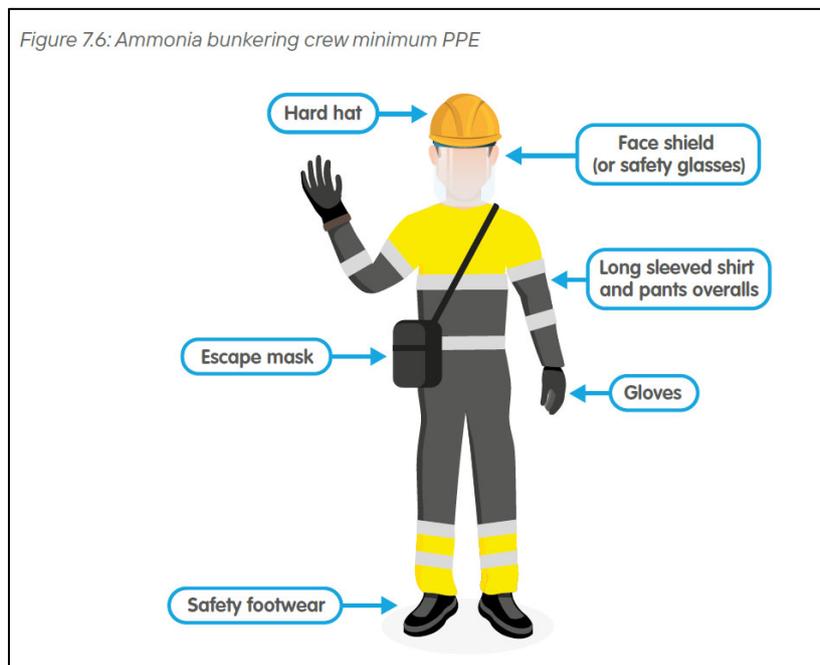
4.2 SGMF バンカリングガイドライン

SGMF バンカリングガイドラインでは作業に応じて推奨される個人保護具が分類されている。

4.2.1 作業員

作業の内容によって求められる個人保護具が異なる。

- ① アンモニアガスや液体アンモニア飛沫との接触の可能性が低い作業の場合
カートリッジ式の防毒マスクを携帯すべきである。これは人員の保護と緊急避難用両方の目的を持つ。



出典：SGMF バンカリングガイドライン

図4.2.1-1 個人保護具の最低レベル

- ② アンモニアガスや液体アンモニア飛沫との接触の可能性が高い作業の場合
化学防護服、フェイスシールド（または保護メガネ）を着用し、防毒マスク
を着用する。作業としては移送設備の接続作業・接続解除作業やメンテナ
ンスが挙げられている。化学防護服を着用する場合、熱疲労や熱射病の恐れが
あるため、諸外国では様々なガイドラインによって作業時間が定められてい
る。ドイツのガイドラインでは、着用時間は最大でも30分間とし、その後90
分間は肉体労働を避けるべきとの記載がある。米国のガイドラインでは、作
業時間20分おきに40分間の休憩をとることとの記載があった。



出典：SGMF バンカリングガイドライン

図4.2.1-2 アンモニアガスまたは液体アンモニア飛散との接触がある
作業員の個人保護具

4.2.2 作業員以外の人員

アンモニア漏洩時に避難所に避難する必要のある人員についてはカートリッジ式
の防毒マスクを携帯すべきである。これは人員の保護と緊急避難用両方の目的を持
つ。

4.2.3 緊急対応及び救助活動を行う者

気密衣及び自蔵式呼吸具が必須となる。

4.3 PGS-12

PGS-12の2024年版は深冷常圧の液体アンモニアを対象とし、アンモニア運搬船から陸上施設への移送する場合や陸上施設からアンモニアバンカリング船への移送がガイドラインの範囲に指定されている。Ship to Ship 方式によるアンモニアバンカリング船からアンモニア燃料船のバンカリングについては対象に含まれていない。

PGS-12では、移送場所の近くに自蔵式呼吸具または全面体型の防毒マスクの備え付けが求められている。移送設備の接続作業・接続解除作業時はこの保護装具を着用する必要がある。作業員はこのほかの作業時は防毒マスクを着用する必要はないが、携帯すること（首から下げておき、漏洩時にすぐ装着できるようにしておく）が求められている。

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

5.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

5章にアンモニア燃料船の船舶設計と配置に関する記載があり、ドリップトレイ、機械的なスプレーシールドの設置が求められている。

5.2 NK ガイドライン

当該ガイドラインでは、バンカリングステーションではアンモニアの漏洩に備え、アンモニア漏洩によるガスの拡散を防ぐ手段を設けることが求められている。また、燃料の漏洩により船体構造に損傷を引き起こしうる場所または湧出の影響を受ける範囲の制限が必要な場所にはドリップトレイを設けることとされている。

5.3 SGMF 紹介資料

当該資料ではガスの拡散を防止するための設備として、ドレインシステム及びスプレーシールドが挙げられている。

(1) ドレインシステム

ドリップトレイなどに集まった漏洩した液体アンモニアを処理装置に導くためのもの。

(2) スプレーシールド

バルブやフランジ、ホース等からの漏洩を覆い、蒸発を低減させる目的のもの。液体アンモニアを回収できるような装置を内蔵することもあり得る。図3.5.3-1に資料内で紹介されているスプレーシールドを示す。



出典：SGMF 紹介資料

図5.3-1 SGMF 漏洩時ガイドラインで示されているスプレーシールドの例

5.4 DNV 資料

DNV 資料ではバンカリング中に発生する漏洩の影響を低減させるための下記の設計思想が記載されている。

- ・ 接続部上部に水噴霧装置を設置することでアンモニアガスの発生を抑制する
- ・ 接続部への機械的シールドを設置する
- ・ 接続部の下部にドリップトレイを設置する

5.5 ABS 資料

バンカリングステーションに関する要件が記載されている。バンカリング制御室から遠隔操作できるバンカリングマニホールド及びバンカリングステーションに水噴霧装置を設置すること。閉鎖・半閉鎖空間のバンカリングステーションの出入口にウォータースクリーンシステムの設置が求められている。

6. 安全避難所の確保及び避難経路について

6.1 IMO のアンモニア燃料船安全ガイドライン

12章に爆発防止に関する規定が記載されており、「12bis.5 安全避難所に関する規定」に避難所の設計及び配置要件が示されている。

「アンモニアの放出時に避難場所を提供する安全避難所を、1つまたは複数の密閉された区画に配置すべきである。安全避難所は、船舶の運航に不可欠な場所に必要に応じて配置すべきである。合計の収容能力は、船上のすべての人員を収容できるものでなければならない。この区画は、アンモニア放出時にアンモニアへの曝露リスクを最小限に抑えるように設計されるべきである。これは、換気システムの配置や、区画に自立型の空気供給を手配するなどの措置によって達成できる。」

6.2 SGMF ガイドライン

アンモニア燃料船、アンモニアバンカリング船、陸上施設上では、避難所への通路が明確に示されることが求められている。

6.3 NK ガイドライン

5.11.3に避難所の要件が記載されている。該当部分を下記に示す。

<p>5.11.3 避難所</p> <p>-1. 火災シナリオにおけるタンクベントなど長時間かつ大量のアンモニア漏洩に備え、乗船者全員を安全に収容できる避難所を設けなければならない。避難所は専用の区画とする必要はなく、船舶の区画を流用することができる。</p> <p>-2. 避難所の空気取り入れ口には、アンモニアの流入を確認する手段を設け、アンモニアを検知した場合に区画内部から空気取り入れ口を閉鎖できる手段を設けなければならない。</p> <p>-3. 避難所の空気取り入れ口の閉塞により窒息の恐れがある場合は、空気取り入れ口にアンモニアの流入を軽減するための措置や酸素供給の手段等を設け、区画内の人員が窒息しないための手段を講じなければならない。</p>

出典：NKガイドライン

図6.3-1 NK ガイドラインにおける避難所に関する記載部分

6.4 DNV 資料

DNV 資料では、6.1.3に避難所の要件が記載されている。該当部分を下記に示す。

6.1.3 Safe haven

Focus area: Providing safe refuge to persons onboard in ammonia release scenarios.

Even though numerous safety barriers will be implemented to prevent leakages and to limit the consequences of ammonia discharges, having a well-protected space where the persons onboard can take refuge in a substantial ammonia release scenario will increase the overall safety level.

The design and location of the safe refuge will of course depend on the ship type, but ideally the following should be considered:

- Maximise the distance between the safe haven and ammonia release sources (vent mast, ventilation outlets).
- Optimise the location of ventilation inlets to prevent ammonia ingress.
- Enable manual closing of ventilation inlets from inside the safe haven.
- Protect ventilation inlets with external water spray system to remove ammonia vapours.
- Gas detection on ventilation inlets.

The safe haven could be combined with a mustering function. In any case, location of lifesaving equipment, escape ways and lifeboats should be chosen with view to keep them away from potential gas releases.

出典：DNV資料

図6.3-1 DNV 資料における避難所に関する記載部分

