

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4回 委員会資料

標準作業手順について

令和6年10月21日

MOL マリン&エンジニアリング株式会社

目 次

1. 目的	1
2. 前提条件の整理	1
2.1 対象とする作業	1
2.2 燃料移送時のアンモニアの常態	1
2.3 標準作業手順の分類	2
3. アンモニア燃料船乗組員における作業手順の整理	4
3.1 移送計画の立案	4
3.2 移送前準備	6
3.3 移送準備	6
3.4 移送	10
3.5 移送後作業	11
3.6 離舷・離岸・離棧	12
4. アンモニアバンカー船における作業手順の整理	14
4.1 移送計画の立案	14
4.2 移送前準備	16
4.3 移送準備	16
4.4 移送	20
4.5 移送後作業	21
4.6 離舷・離岸・離棧	22
5. アンモニアローリーにおける作業手順の整理	24
5.1 移送計画の立案	24
5.2 移送前準備	25
5.3 移送準備	26
5.4 移送	29
5.5 移送後作業	30
6. 陸側設備における作業手順の整理	33
6.1 移送計画の立案	33
6.2 移送前準備	34
6.3 移送準備	35
6.4 移送	38
6.5 移送後作業	39
6.6 離舷・離岸・離棧	41
7. 標準作業手順の一覧と漏洩シナリオ	42
8. 緊急時対応作業手順	44

8.1 ESDS を使用せずに移送作業を中止し、離岸する場合	45
8.2 ESDS により移送作業を中止し、離岸する場合	45
8.3 ESDS により移送作業を中止し、ERS により切離し、離岸する場合.....	45

1. 目的

当該検討では、アンモニア燃料移送時に想定される作業手順の一例を標準作業手順とし、航行安全対策及び事故防止対策の前提として作業手順を整理することを目的とする。

2. 前提条件の整理

2.1 対象とする作業

標準作業手順を整理するにあたり、検討の対象は、アンモニア燃料船乗組員、アンモニアバンカー船乗組員、アンモニアローリー作業員及び陸側施設作業員が行う作業とする。

① アンモニア燃料船乗組員

Ship to Ship 方式（以下、「StS 方式」という）、Truck to Ship 方式（以下、「TtS 方式」という）、Shore to Ship 方式（以下、「SHtS 方式」という）の3方式を想定したアンモニア燃料船乗組員の標準作業手順を整理する。

② アンモニアバンカー船乗組員

StS 方式を想定したアンモニアバンカー船乗組員の標準作業手順を整理する。

③ アンモニアローリー作業員

TtS 方式を想定したアンモニアローリー作業員の標準作業手順を整理する。

④ 陸側設備作業員

SHtS 方式を想定した陸側施設作業員の標準作業手順を整理する。

2.2 燃料移送時のアンモニアの常態

昨年度に開催した第1回～第3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」という）」で設定された条件からの変更はないため、 -33°C の深冷常圧の液体アンモニアとする。

2.3 標準作業手順の分類

深冷常圧の液体アンモニアを移送するにあたっての標準作業手順は、大きく下記6つのステップに分けて考えることとする。標準作業手順と緊急時対応作業手順のフローを図2.3-1に示す。

① 移送計画の立案

事前に相互の適合性、運用条件、移送想定などを確認し、両者で同意を取る。アンモニア燃料船と供給設備でそれぞれの設備の作動確認を行う。

② 移送前準備

係船の準備を行い、接舷、係船を行う。ここにはアンモニア燃料船へのアンモニアバンカー船の接舷・係船、陸側施設またはアンモニアローリーから供給を受ける岸壁へのアンモニア燃料船の着岸・係船を対象とする。

③ 移送準備

接続作業、設備の準備・作動テスト及び移送を開始するために必要な準備を行う。準備が整った後は遠隔監視体制に移行する。

④ 移送

供給設備から移送を開始する。アンモニア燃料船の燃料タンクの液レベルが所定に達すれば移送ポンプを停止する。配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。

⑤ 移送後作業

接続解除作業のために内部の液体アンモニア・アンモニアガスの除去を行う。内部が接続解除できる雰囲気となれば接続解除作業を行う。残液処理が完了するまでは、配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。

⑥ 離舷・離岸・離棧

係留索の解らん作業を行い、離舷・離岸・離棧を行う。アンモニアバンカー船のアンモニア燃料船からの離舷、アンモニア燃料船の陸側施設またはアンモニアローリーから供給を受けた岸壁からの離岸・離棧を対象とする。

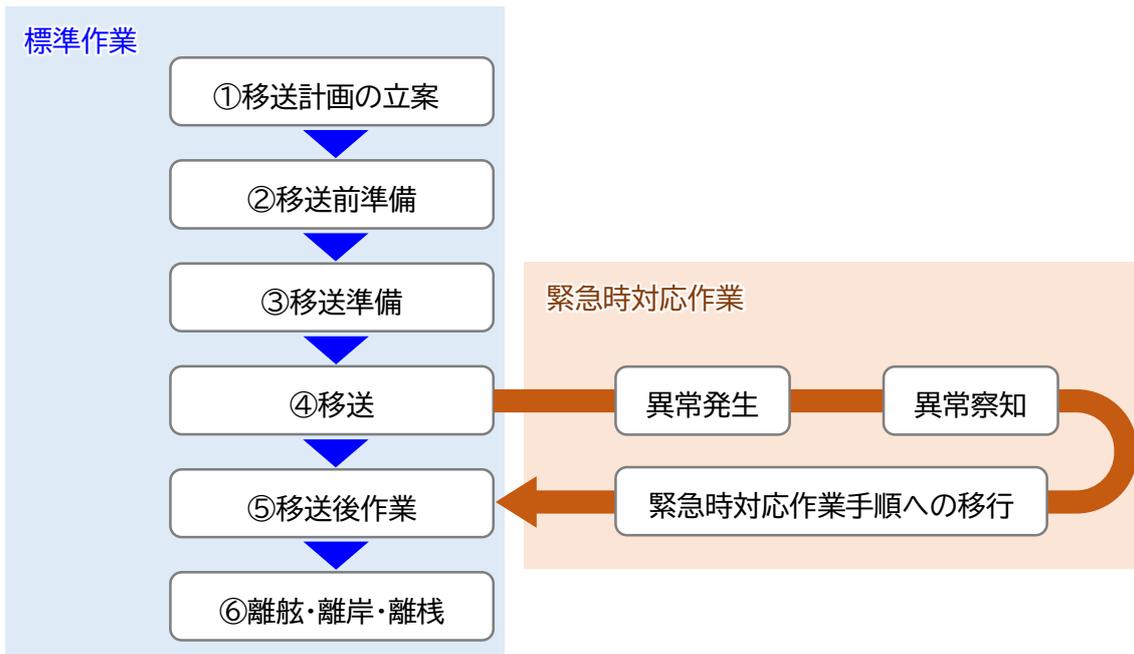


図 2.3-1 標準作業手順と緊急時対応作業手順のフロー

3. アンモニア燃料船乗組員における作業手順の整理

StS方式、TtS方式、SHtS方式の3方式におけるLNG移送のオペレーションガイドライン及びオペレーションマニュアル、既存の内航アンモニア運搬船で実施されている荷役の実例運用、更新した設備要件を参考にアンモニア燃料船乗組員（以下、3章内では、「乗組員」と示す）の標準作業手順を整理した。LNG燃料とアンモニア燃料で異なる部分については赤字で示している。

3.1 移送計画の立案

1-(1) 関係法令、ガイドライン等で求められる要件に関する確認

受入用のバンカリングステーションを完備し、受入に必要な設備が関連法令、ガイドライン及び船級協会により求められる設備要件を満たしていることを確認する。必要な資格要件を含め、作業に必要な乗組員が確保されていることを確認する。

1-(2) 諸手続き

関係法令で定められる手続きを行う。

1-(3) 相互確認

移送実施の場所（岸壁・栈橋）、運用条件及び両者の適合性を供給者に確認する。両者の適合性については、下記を含む。

- ・ マニホールドアレンジメント
- ・ バンカリング装置（レデューサー、電位差対策を含む）
- ・ ムアリングアレンジメント
- ・ パラレルボディとフェンダー
- ・ **危険区域**
- ・ 緊急遮断システムと通信設備の互換性
- ・ 緊急時対応計画及び緊急時の手順
- ・ 移送計画及びバラスト計画
- ・ 両者のベーパー管理もしくはその能力

【特記事項】

引火性の観点から危険区域を設定する方針でないため、「ガス危険区域」から「危険区域」に変更した。

1-(4) 移送実施の場所の確認

供給者と合意した移送実施の場所（岸壁・栈橋）へ接舷・着岸するまでの操船海域、他船航行の影響、危険区域及び船間保安距離の確保を行った上で、燃料移送作業の安

全が確保可能であることを確認する。

1-(5) 設備の確認

下記を含む移送装置と安全装置の作動確認または実施結果の確認を行う。

- ・ 操舵設備、航海計器と通信機器が正常に作動すること
- ・ 主機試運転を行い、前進・後進が正常に作動すること
- ・ マニホールド及びホースハンドリングの資機材が用意されていること
- ・ 移送実施の場所（岸壁・栈橋）の気象・海象の現況とその予報
- ・ ISPSコードなどセキュリティレベルに応じた本船の運用
- ・ 夜間継続移送が想定される場合は、夜間照明が適切かつ正常であること
- ・ 必要となる換気装置が運転されていること
- ・ 固定式ガス検知器・火災検知装置が適切に運転されていること
- ・ ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備が適切に作動する状態となっていること
- ・ 保護装具は検査され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 呼吸具の空気ボンベが完全に充填され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 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
- ・ **船上において**、船長の承認を受けていない作業が実施されていないこと
- ・ 燃料タンクの安全弁が適切な状態であること
- ・ 移送に使用する計器が正常に動作すること
- ・ ベントシステムのフレームスクリーン又は同様の装置が正常であり、ガスの流れを妨げないこと

【特記事項】

危険区域の設定方針については検討段階であるため、船上で行われる作業については船長承認が必要であると想定し、「バンカリングステーション」から「船上において」に変更した。

1-(6) 手順の確認

通常作業に加え、下記を含む手順の確認を行う。

- ・ 船陸間通信（SSL）（装備される場合）を含むすべての通信方法
- ・ 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
- ・ 可搬式ガス検知装置の操作
- ・ 遠隔制御弁の操作

3.2 移送前準備

1-(7) 通信の確認、相互確認

可能な限り早い段階で国際VHF（100トン以上の日本船舶に搭載義務）などを用いて両者で連絡を取り、適切な通信が行えることを確認する。両者で相互確認が必要となる項目についてのチェックリストを用いた確認を行い、文書として記録する。

1-(8) 運用条件の確認

あらかじめ確認した気象・海象情報と現場の状況とを比較し、接舷・着岸から離舷・離岸まで支障がない想定であることを確認する。

1-(9) 接舷準備諸作業

スカッパープラグのはめ込み確認、ドリフトレイの確認、移送設備の接続に備えた資機材の設置を行う。

1-(10) 接舷操船

StS方式の場合は、適宜連絡を取り合いながら、アンモニアバンカー船が安全に接舷することを確認する。

TtS方式、SHtS方式の場合は、適切な角度とアプローチ速度で岸壁に着岸できるよう操船する。

1-(11) 移送実施の位置決定

StS方式の場合は、アンモニアバンカー船から繰り出された係留索を本船ビットに掛ける。

TtS方式、SHtS方式の場合は、本船係留索を繰り出し、十分な長さをもって送り出す。岸壁ビットに掛けられたことを確認し、巻き締めを行う。主機停止とする。

3.3 移送準備

1-(12) 諸ケーブル・ワイヤ接続

供給者から諸ケーブル・ワイヤを受け取り接続する。

1-(13) トランシーバ手交

供給者からトランシーバを受け取り、通信テストを行う。

1-(14) 設備の準備

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備を常時使用可能にしておく。漏洩検知装置など本船の設備の仕様に応じた遠隔監視を目的とした設備を作動させる。

【特記事項】

次作業で移送設備の内部が開放されるため、内部の雰囲気に関わらず、防除設備をいつでも使用できるように準備することとした。

1-(15) 接続作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。供給者が移送設備を操作し、アンモニア燃料船側の乗組員がマニホールド接続作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

1-(16) 移送前ミーティング

両者で安全に関するチェックリストを行い、文書として記録する。少なくとも下記合意を含むこと。

- ・ 移送計画及び作業手順の最終確認
- ・ 緊急遮断の手順、本船・供給設備側のシステム機能テスト
- ・ **漏洩**または他の緊急事態発生時の対応
- ・ 船間・船陸間交通及び**立ち入りの制限**

【特記事項】

次資料での事故は漏洩を起点とするため、「火災」から「漏洩」に、「火気（喫煙などの制限）」から「立ち入りの制限」に記載を変更した。

1-(17) 酸素パーージ・リークチェック・ガスアップ

リークチェックを行う際の内部のガスによって、2通りの標準作業手順を示す。

① 窒素ガスでリークチェックを行う場合

供給者から供給される窒素ガスを用いて、接続配管内の酸素を除去（酸素パーージ）する。配管内の酸素濃度が規定値以下となることを確認する。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。供給者から供給される窒素ガスで接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態で、窒素ガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分から大気中の割合以上の窒素ガスが検知されないかを確認する。

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。次に、接続配管内を供給者から供給されるアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

② アンモニアガスでリークチェックを行う場合

必要に応じて、供給者から供給される窒素ガスを用いて、接続配管内の酸素を除去（酸素パーージ）する。次に、供給者から供給されるアンモニアガスを用いて、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。供給者から供給されるアンモニアガスで接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態で、アンモニアガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分からアンモニアガスが検知されないかを確認する。
- ・ **pHを確認できるものを用いて周囲にアンモニアの発生がないか確認する。**

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。

【特記事項】

LNG バンカリングや内航アンモニア運搬船の荷役の実例を踏まえ、標準作業手順を2通り示している。リークチェックが完了し、漏洩がないことを確認するまでは接続部からの漏洩の可能性があるため、窒素ガスを用いたリークチェックの実施が望ましい。一方、TtS 方式の場合は窒素ガスローリーの手配が必要になること、アンモニアバンカー船の窒素供給圧力の能力によっては蓄圧が十分にならないことなどが想定されるため、リークチェックの際のガスを限定していない。LNG バンカリングで実施されているリークチェック方法に加えて、内航アンモニア運搬船の荷役での運用を参考に「pHを確認できるもの」による確認方法を追加した。

1-(18) 検量

移送前検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

1-(19) ESDテスト（ホット）

移送前ミーティングで合意された方法で、常温状態におけるESDSの作動テストを実施し、結果を記録する。

1-(20) ベーパー返送開始

必要に応じて燃料タンクのアンモニアガスを供給設備側に返送し、タンク内圧を降下させる。

1-(21) 遠隔監視への移行

バンカリングステーションに人がいないことを確認し、遠隔監視に移行する。これ以降、バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。

【特記事項】

次作業から移送設備内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。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いる。一方、設備の仕様により接続部付近で計器を確認すること必要となる場合、フランジ部の増し締めなど接続部付近での作業を行うことが必要となる場合など遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

3.4 移送

1-(22) 移送開始

受入配管を形成したのちに、両者ESD弁を開けて、供給者からの受け入れを開始する。適切に液レベルが上昇していること、圧力計、温度計が異常な値を示していないか、漏洩が発生していないか監視する。異常がないことを確認したのちに、アンモニアバンカー船と連絡を取りながら、流量を上げていく。常時、液レベル計、圧力計、温度計、**漏洩検知器**の値を監視し、異常がある場合はすぐに移送を中断する。**バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。**

【特記事項】

遠隔監視を行うためにはIMOで策定中のアンモニア燃料船ガイドライン案で求められている液レベル計、圧力計、温度計に加え、接続部付近における漏洩の早期発見を目的とした漏洩検知器が必要であると想定される。

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

1-(23) 定常移送

移送前ミーティングで合意した移送計画に沿って、作業が進んでいることを確認する。異常の早期発見のため、状態（液レベル、圧力、温度、移送レートなど）を記録する。異常がある場合はすぐに移送を中断する。液レベルが所定に達したら、アンモニアバンカー船に連絡する。**乗組員は、適切な間隔で適切な保護具を着用した上で見回りを実施し、異常がないか確認する。**異常がある場合はすぐに移送を中断する。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

1-(24) 移送停止

徐々に流量を減らしていき、所定のレベルに達する時点で液流れが停止となるよう、適宜、供給設備側と調整する。液流れが止まったことを確認し、ESD弁を閉とする。

3.5 移送後作業

1-(25) 残液処理

残液処理のための配管形成を行い、供給設備側から供給されるアンモニアガスによって、本船の燃料タンクに残液を圧送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返し、内部の残液を除去する。両者のESD弁間に残液がないか確認し、必要に応じて再度残液処理を実施する。**バンカリングステーション内に乗組員が立ち入る必要がある場合は、適切な保護具を着用した上で作業を行う。**

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。特に当該作業は、設備の仕様により接続部付近でバルブの開閉作業を行うなど遠隔での作業が難しいことが想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

1-(26) パージ作業

接続配管内のアンモニアガスパージのための配管形成を行う。供給設備側から供給される窒素ガスによって、両者のESD弁間のアンモニアガスを窒素で置換する。発生する窒素混じりアンモニアガスについては、供給設備側に返送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返し、内部のアンモニアガスを窒素で置換する。**乗組員の安全を確保した上で**接続配管内のアンモニア濃度が問題のない濃度まで除去されたことを確認する。

【特記事項】

LNG バンカリングではサンプリングバルブから内部のガスを放出してガス検知を行い、濃度を測定している。アンモニアは毒性の観点からクローズド式でガス濃度の検知が実施されることが想定される。アンモニアガスが放出される可能性がある場合、保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

1-(27) 検量

移送後検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

1-(28) 接続解除作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。供給者が移送設備を操作し、アンモニア燃料船側の乗組員がマニホールド接続解除作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

1-(29) 設備の手じまい

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備、漏洩検知装置など本船の設備の仕様に応じた設備の作動を停止させる。

【特記事項】

当該作業以降のアンモニアガス・液体アンモニアの漏洩の可能性が考えられないため、次回移送に備えて防除設備の手じまいを行う。

1-(30) 移送後ミーティング

両船で、アンモニア移送結果について確認する。

1-(31) 諸ケーブル・ワイヤ接続解除

諸ケーブル・ワイヤを切離し、供給者に返却する。

1-(32) トランシーバ返却

供給者にトランシーバを返却する。

3.6 離舷・離岸・離棧

1-(33) 解らん作業

StS方式の場合は、アンモニアバンカー船から繰り出された係留索に十分な長さがあることを確認したのちに、解らんする。

TtS方式、SHtS方式の場合は、主機を始動し、航海を開始するにあたり必要な手順・テストを実施する。次に、本船係留索を十分に繰り出し、岸壁ビットに掛けられた係留索が解らんされたことを確認し、係留索の収納作業を行う。

1-(34) 離舷・離岸・離棧操船

StS方式の場合は、アンモニアバンカー船が安全に本船から離れ、航海を開始することを確認する

TtS方式、SHtS方式の場合は、係留索がプロペラクリアになったことを確認し、離岸操船を行う。

1-(35) 移送後手じまい

スカッパープラグを開ける、ドリフトレイの確認、移送時に使用した資機材の収納作業を行う。

4. アンモニアバンカー船における作業手順の整理

StS方式LNG移送のオペレーションガイドライン及びオペレーションマニュアル、既存の内航アンモニア運搬船で実施されている荷役の実例運用を参考にアンモニアバンカー乗組員（以下、4章内では、「乗組員」と示す）の標準作業手順を整理した。LNG燃料とアンモニア燃料で異なる部分については赤字で示している。

4.1 移送計画の立案

2-(1) 関係法令、ガイドライン等で求められる要件に関する確認

送出用のバンカリングステーションを完備し、移送に必要な設備が関連法令、ガイドライン及び船級協会により求められる設備要件を満たしていることを確認する。必要な資格要件を含め、作業に必要な乗組員が確保されていることを確認する。

2-(2) 諸手続き

関係法令で定められる手続きを行う。

2-(3) 相互確認

移送実施の場所（岸壁・棧橋）、運用条件及び両者の適合性をアンモニア燃料船に確認する。両者の適合性については、下記を含む。

- ・ マニホールドアレンジメント
- ・ バンカリング装置（レデューサー、電位差対策を含む）
- ・ ムアリングアレンジメント
- ・ パラレルボディとフェンダー
- ・ **危険区域**
- ・ 緊急遮断システムと通信設備の互換性
- ・ 緊急時対応計画及び緊急時の手順
- ・ 移送計画及びバラスト計画
- ・ 両者のベーパー管理もしくはその能力

【特記事項】

引火性の観点から危険区域を設定する方針でないため、「ガス危険区域」から「危険区域」に変更した。

2-(4) 移送実施の場所の確認

停泊しているアンモニア燃料船に接触するまでの操船海域、他船航行の影響、危険区域及び船間保安距離の確保を行った上で、燃料移送作業の安全が確保可能であることを確認する。

2-(5) 設備の確認

下記を含む移送装置と安全装置の作動確認または実施結果の確認を行う。

- ・ 操舵設備、航海計器と通信機器が正常に作動すること
- ・ 主機試運転を行い、前進・後進が正常に作動すること
- ・ マニホールド及びホースハンドリングの資機材が用意されていること
- ・ 移送実施の場所（岸壁・栈橋）の気象・海象の現況とその予報
- ・ ISPSコードなどセキュリティレベルに応じた本船の運用
- ・ 夜間継続移送が想定される場合は、夜間照明が適切かつ正常であること
- ・ 必要となる換気装置が運転されていること
- ・ 固定式ガス検知器・火災検知装置が適切に運転されていること
- ・ ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備が適切に作動する状態となっていること
- ・ 保護装具は検査され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 呼吸具の空気ボンベが完全に充填され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 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
- ・ **船上において**、船長の承認を受けていない作業が実施されていないこと
- ・ 貨物タンクの安全弁が適切な状態であること
- ・ 移送に使用する計器が正常に動作すること
- ・ ベントシステムのフレームスクリーン又は同様の装置が正常であり、ガスの流れを妨げないこと

【特記事項】

危険区域の設定方針については検討段階であるため、船上で行われる作業については船長承認が必要であると想定し、「バンカリングステーション」「船上において」と変更した。

2-(6) 手順の確認

通常作業に加え、下記を含む手順の確認を行う。

- ・ 船陸間通信（SSL）（装備される場合）を含むすべての通信方法
- ・ 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
- ・ 可搬式ガス検知装置の操作
- ・ 遠隔制御弁の操作

4.2 移送前準備

2-(7) 通信の確認、相互確認

可能な限り早い段階で国際VHF（100トン以上の日本船舶に搭載義務）などを用いて両者で連絡を取り、適切な通信が行えることを確認する。両者で相互確認が必要となる項目についてのチェックリストを行い、文書として記録する。

2-(8) 運用条件の確認

あらかじめ確認した気象・海象情報と現場の状況とを比較し、接舷から離舷まで支障がない想定であることを確認する。

2-(9) 接舷準備諸作業

スカッププラグのはめ込み確認、ドリフトレイの確認、移送設備の接続に備えた資機材の設置を行う。

2-(10) 接舷操船

適宜連絡を取り合いながら、適切な角度とアプローチ速度でアンモニア燃料船に接舷できるよう操船する。

2-(11) 移送実施の位置決定

係留索を繰り出し、十分な長さをもって送り出す。アンモニア燃料船のビットに掛けられたことを確認し、巻き締めを行う。主機停止とする。

4.3 移送準備

2-(12) 諸ケーブル・ワイヤ接続

アンモニア燃料船に諸ケーブル・ワイヤを手交し、接続されたことを確認する。

2-(13) トランシーバ手交

アンモニア燃料船にトランシーバを手交し、通信テストを行う。

2-(14) 設備の準備

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備を常時使用可能にしておく。漏洩検知装置など本船の設備の仕様に応じた遠隔監視を目的とした設備を作動させる。

【特記事項】

次作業で移送設備の内部が開放されるため、内部の雰囲気に関わらず、防除設備をいつでも使用できるように準備することとした。

2-(15) 接続作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。乗組員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船側の乗組員がマニホールド接続作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

2-(16) 移送前ミーティング

両者で安全に関するチェックリストを行い、文書として記録する。少なくとも下記合意を含むこと。

- ・ 移送計画及び作業手順の最終確認
- ・ 緊急遮断の手順、本船・アンモニア燃料船側のシステム機能テスト
- ・ **漏洩**または他の緊急事態発生時の対応
- ・ 船間交通及び**立ち入りの制限**

【特記事項】

次資料での事故は漏洩を起点とするため、「火災」から「漏洩」に、「火気（喫煙など）の制限」から「立ち入りの制限」に記載を変更した。

2-(17) 酸素パーージ・リークチェック・ガスアップ

リークチェックを行う際の内部のガスによって、2通りの標準作業手順を示す。

① 窒素ガスでリークチェックを行う場合

本船から供給する窒素ガスを用いて、接続配管内の酸素を除去（酸素パーージ）する。配管内の酸素濃度が規定値以下となることを確認する。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。窒素ガスを供給し、接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態で、窒素ガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分から大気中の割合以上の窒素ガスが検知されないかを確認する。

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。次に、本船からアンモニアガスを供給し、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

② アンモニアガスでリークチェックを行う場合

必要に応じて、窒素ガスを供給し、接続配管内の酸素を除去（酸素パージ）する。次に、アンモニアガスを供給して、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態となるようにアンモニアガスを供給し、アンモニアガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分からアンモニアガスが検知されないかを確認する。
- ・ **pHを確認できるものを用いて周囲にアンモニア水の発生がないか確認する。**

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。

【特記事項】

LNG バンカリングや内航アンモニア運搬船の荷役の実例を踏まえ、標準作業手順を2通り示している。リークチェックが完了し、漏洩がないことを確認するまでは接続部からの漏洩の可能性があるため、窒素ガスを用いたリークチェックの実施が望ましい。一方、どの程度まで窒素ガスを蓄圧できるかは本船の仕様によるため、リークチェックの際のガスを限定していない。LNG バンカリングで実施されているリークチェック方法に加えて、内航アンモニア運搬船の荷役での運用を参考に「pHを確認できるもの」による確認方法を追加した。

2-(18) 検量

移送前検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

2-(19) ESDテスト（ホット）

移送前ミーティングで合意された方法で、常温状態におけるESDSの作動テストを実施し、結果を記録する。

2-(20) ベーパー返送開始

必要に応じてアンモニア燃料船からアンモニアガスの返送を受け、アンモニア燃料船の燃料タンク内圧を降下させる。

2-(21) 遠隔監視への移行

バンカリングステーションに人がいないことを確認し、遠隔監視に移行する。これ以降、バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。

【特記事項】

次作業から移送設備内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。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いる。一方、設備の仕様により接続部付近で計器を確認すること必要となる場合、フランジ部の増し締めなど接続部付近での作業を行うことが必要となる場合など遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

4.4 移送

2-(22) 移送開始

送出配管を形成したのちに、両者ESD弁を開けて、ポンプを始動し送り出しを開始する。適切に液レベルが減少していること、圧力計、温度計が異常な値を示していないか、漏洩が発生していないか監視する。異常がないことを確認したのちに、アンモニア燃料船と連絡を取りながら、流量を上げていく。常時、液レベル計、圧力計、温度計、**漏洩検知器**の値を監視し、異常がある場合はすぐに移送を中断する。**バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。**

【特記事項】

遠隔監視を行うためには液レベル計、圧力計、温度計に加え、接続部付近における漏洩の早期発見を目的とした漏洩検知器が必要であると想定される。

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

2-(23) 定常移送

移送前ミーティングで合意した移送計画に沿って、作業が進んでいることを確認する。異常の早期発見のため、状態（液レベル、圧力、温度、移送レートなど）を記録する。異常がある場合はすぐに移送を中断する。**乗組員は、適切な間隔で適切な保護具を着用した上で見回りを実施し、異常がないか確認する。**異常がある場合はすぐに移送を中断する。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

2-(24) 移送停止

アンモニア燃料船の燃料タンク液レベルが流量を下げている時点でのレベルに達したことの連絡を受けたら、徐々に流量を減らしていき、所定のレベルに達する時点で液流れが停止となるよう、適宜、アンモニア燃料船側と調整する。液流れが止まったことを確認し、ESD弁を閉とする。

4.5 移送後作業

2-(25) 残液処理

残液処理のための配管形成を行い、本船からアンモニアガスを供給し、アンモニア燃料船の燃料タンクに残液を圧送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返す、内部の残液を除去する。両者のESD弁間に残液がないか確認し、必要に応じて再度残液処理を実施する。

バンカリングステーション内に乗組員が立ち入る必要がある場合は、適切な保護具を着用した上で作業を行う。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。特に当該作業は、設備の仕様により接続部付近でバルブの開閉作業を行うなど遠隔での作業が難しいことが想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

2-(26) パージ作業

接続配管内のアンモニアガスパージのための配管形成を行う。本船から窒素ガスを供給し、両者のESD弁間のアンモニアガスを窒素で置換する。発生する窒素混じりアンモニアガスについては、本船の除害装置に導き、処理する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返す、内部のアンモニアガスを窒素で置換する。**乗組員の安全を確保した上で**接続配管内のアンモニア濃度が問題のない濃度まで除去されたことを確認する。

【特記事項】

LNG バンカリングではサンプリングバルブから内部のガスを放出してガス検知を行い、濃度を測定している。アンモニアは毒性の観点からクローズド式でガス濃度の検知が実施されることが想定される。アンモニアガスが放出される可能性がある場合、保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

2-(27) 検量

移送後検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

2-(28) 接続解除作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。アンモニア燃料船側の乗組員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船乗組員がマニホールド接続解除作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

2-(29) 設備の手じまい

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備、漏洩検知装置など本船の設備の仕様に応じた設備の作動を停止させる。

【特記事項】

当該作業以降のアンモニアガス・液体アンモニアの漏洩の可能性が考えられないため、次回移送に備えて防除設備の手じまいを行う。

2-(30) 移送後ミーティング

両者で、アンモニア移送結果について確認する。

2-(31) 諸ケーブル・ワイヤ接続解除

アンモニア燃料船側で切り離された諸ケーブル・ワイヤを受け取り、収納する。

2-(32) トランシーバ返却

アンモニア燃料船からトランシーバの返却を受ける。

4.6 離舷・離岸・離棧

2-(33) 解らん作業

主機を始動し、航海を開始するにあたり必要な手順・テストを実施する。次に、本船係留索を十分に繰り出し、アンモニア燃料船のビットに掛けられた係留索が解らんされたことを確認し、係留索の収納作業を行う。

2-(34) 離舷・離岸・離棧操船

係留索がプロペラクリアになったことを確認し、離舷操船を行う。

2-(35) 移送後手じまい

スカッパープラグを開ける、ドリフトレイの確認、移送時に使用した資機材の収納作業を行う。

5. アンモニアローリーにおける作業手順の整理

TtS方式LNG移送のオペレーションガイドライン及びオペレーションマニュアルを参考にアンモニアローリー作業員（以下、5章内では、「作業員」と示す）の標準作業手順を整理した。LNG燃料とアンモニア燃料で異なる部分については赤字で示している。

5.1 移送計画の立案

3-(1) 関係法令、ガイドライン等で求められる要件に関する確認

移送に必要な設備が関連法令、ガイドラインにより求められる設備要件を満たしていることを確認する。必要な資格要件を含め、作業に必要な作業員が確保されていることを確認する。

3-(2) 諸手続き

関係法令で定められる手続きを行う。

3-(3) 相互確認

移送実施の場所（岸壁）、運用条件及び両者の適合性をアンモニア燃料船に確認する。両者の適合性については、下記を含む。

- ・ マニホールドアレンジメント
- ・ バンカリング装置（レデューサー、電位差対策を含む）
- ・ **危険区域**
- ・ 緊急遮断システムと通信設備の互換性
- ・ 緊急時対応計画及び緊急時の手順
- ・ 移送計画及びバラスト計画
- ・ 両者のベーパー管理もしくはその能力

【特記事項】

引火性の観点から危険区域を設定する方針でないため、「ガス危険区域」から「危険区域」に変更した。

3-(4) 移送実施の場所の確認

移送実施の場所（岸壁）におけるアンモニアローリーからのアンモニア燃料移送の実施に際しては、岸壁の使用にあたり以下の要件を満たしていることを確認する。

- ・ アンモニアローリーからアンモニア燃料船へのアンモニア燃料移送が港湾管理者から許可されている場所であること
- ・ アンモニアローリーの周囲には、引火性又は発火性の物が周囲にないこと
（一般高圧ガス保安規則第8条第1項第1号）及び同条第2項第1号に定める保安物件との離隔距離を満たすこと

- ・ 周囲に係留する他船の荷役に支障が生じる恐れがある場合には、必要に応じて予め関係者に周知・調整すること
- ・ 港湾管理者との緊急時連絡体制が確保されていること

3-(5) 設備の確認

下記を含む移送装置と安全装置の作動確認または実施結果の確認を行う。

- ・ 通信機器が正常に作動すること
- ・ マニホールド及びホースハンドリングの資機材が用意されていること
- ・ 移送実施の場所（岸壁）の気象・海象の現況とその予報
- ・ ISPSコードなどセキュリティレベルに応じたアンモニアローリーの運用
- ・ 夜間継続移送が想定される場合は、夜間照明が適切かつ正常であること
- ・ 固定式ガス検知器・火災検知装置が適切に運転されていること
- ・ ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備が適切に作動する状態となっていること
- ・ 保護装具は検査され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 呼吸具の空気ボンベが完全に充填され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 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
- ・ バンカリングステーションにアンモニア燃料船の船長の承認を受けていない作業が実施されていないこと
- ・ 貨物タンクの安全弁が適切な状態であること
- ・ 移送に使用する計器が正常に動作すること

3-(6) 手順の確認

通常作業に加え、下記を含む手順の確認を行う。

- ・ 船陸間通信（SSL）（装備される場合）を含むすべての通信方法
- ・ 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
- ・ 可搬式ガス検知装置の操作
- ・ 遠隔制御弁の操作

5.2 移送前準備

3-(7) 通信の確認、相互確認

可能な限り早い段階で通信設備を用いて両者で連絡を取り、適切な通信が行えることを確認する。両者で相互確認が必要となる項目についてのチェックリストを行い、文書として記録する。

3-(8) 運用条件の確認

あらかじめ確認した気象・海象情報と現場の状況とを比較し、燃料移送終了まで支障がない想定であることを確認する。

3-(11) 移送実施の位置決定

適宜連絡を取り合いながら、適切な場所に駐車し、タイヤ輪止め施行、エンジンキーを抜き取り、見やすい所定の場所に保管する。

5.3 移送準備

3-(12) 諸ケーブル・ワイヤ接続

アンモニア燃料船に諸ケーブル・ワイヤを手交し、接続されたことを確認する。

3-(13) トランシーバ手交

アンモニア燃料船にトランシーバを手交し、通信テストを行う。

3-(14) 設備の準備

陸上の規制で定められる作業員の保護や防除を目的とした設備を常時使用可能にしておく。

【特記事項】

次作業で移送設備の内部が開放されるため、内部の雰囲気に関わらず、防除設備をいつでも使用できるように準備することとした。

3-(15) 接続作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。作業員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船側の乗組員がマニホールド接続作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

3-(16) 移送前ミーティング

両者で安全に関するチェックリストを行い、文書として記録する。少なくとも下記合意を含むこと。

- ・ 移送計画及び作業手順の最終確認
- ・ 緊急遮断の手順、アンモニアローリー・アンモニア燃料船側のシステム機能テスト
- ・ **漏洩**または他の緊急事態発生時の対応
- ・ 船陸間交通及び**立ち入りの制限**

【特記事項】

次資料での事故は漏洩を起点とするため、「火災」から「漏洩」に、「火気（喫煙などの制限）」から「立ち入りの制限」に記載を変更した。

3-(17) 酸素パーージ・リークチェック・ガスアップ

リークチェックを行う際の内部のガスによって、2通りの標準作業手順を示す。

① 窒素ガスでリークチェックを行う場合

窒素ガスローリーを手配し、窒素ガスローリーから供給する窒素ガスを用いて、接続配管内の酸素を除去（酸素パーージ）する。配管内の酸素濃度が規定値以下となることを確認する。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。窒素ガスを供給し、接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態で、窒素ガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分から大気中の割合以上の窒素ガスが検知されないかを確認する。

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。次に、アンモニアローリーからアンモニアガスを供給し、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

② アンモニアガスでリークチェックを行う場合

必要に応じて窒素ガスをローリーを手配し、窒素ガスをローリーから窒素ガスを供給し、接続配管内の酸素を除去（酸素パージ）する。次に、アンモニアローリーからアンモニアガスを供給して、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態となるようにアンモニアガスを供給し、アンモニアガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分からアンモニアガスが検知されないかを確認する。
- ・ **pHを確認できるものを用いて周囲にアンモニア水の発生がないか確認する。**

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。

【特記事項】

LNG バンカリングや内航アンモニア運搬船の荷役の実例を踏まえ、標準作業手順を2通り示している。リークチェックが完了し、漏洩がないことを確認するまでは接続部からの漏洩の可能性があるため、窒素ガスを用いたリークチェックの実施が望ましい。一方、窒素ガスをローリーの手配が必要になることも想定され、リークチェックの際のガスを限定していない。LNG バンカリングで実施されているリークチェック方法に加えて、内航アンモニア運搬船の荷役での運用を参考に「pHを確認できるもの」による確認方法を追加した。

3-(18) 検量

移送前検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

3-(19) ESDテスト（ホット）

移送前ミーティングで合意された方法で、常温状態におけるESDSの作動テストを実施し、結果を記録する。

3-(20) ベーパー返送開始

必要に応じてアンモニア燃料船からアンモニアガスの返送を受け、アンモニア燃料船の燃料タンク内圧を降下させる。

3-(21) 遠隔監視への移行

バンカリングステーションに人がいないことを確認し、遠隔監視に移行する。これ以降、バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。

【特記事項】

次作業から移送設備内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。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いる。一方、設備の仕様により接続部付近で計器を確認すること必要となる場合、接続部付近での作業を行うことが必要となる場合など遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

5.4 移送

3-(22) 移送開始

送出配管を形成したのちに、両者ESD弁を開けて、ポンプを始動し送り出したりはアンモニアローリータンクの内圧を利用して圧送を開始する。適切に液レベルが減少していること、圧力計、温度計が異常な値を示していないか、漏洩が発生していないか監視する。異常がないことを確認したのちに、アンモニア燃料船と連絡を取りながら、流量を上げていく。常時、液レベル計、圧力計、温度計、**漏洩検知器**の値を監視し、異常がある場合はすぐに移送を中断する。**バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。**

【特記事項】

遠隔監視を行うためには液レベル計、圧力計、温度計に加え、接続部付近における漏洩の早期発見を目的とした漏洩検知器が必要であると想定される。

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

3-(23) 定常移送

移送前ミーティングで合意した移送計画に沿って、作業が進んでいることを確認する。異常の早期発見のため、状態（液レベル、圧力、温度、移送レートなど）を記録する。異常がある場合はすぐに移送を中断する。**作業員は、適切な間隔で適切な保護具を着用した上で見回りを実施し、異常がないか確認する。**異常がある場合はすぐに移送を中断する。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

3-(24) 移送停止

アンモニア燃料船の燃料タンク液レベルが流量を下げている時点でのレベルに達したことの連絡を受けたら、徐々に流量を減らしていき、所定のレベルに達する時点で液流れが停止となるよう、適宜、アンモニア燃料船側と調整する。通常、TtS方式の場合は、アンモニアローリー内のタンクは全量移送することが想定される。液流れが止まったことを確認し、ESD弁を閉とする。

5.5 移送後作業

3-(25) 残液処理

残液処理のための配管形成を行い、アンモニアローリーからアンモニアガスを供給し、アンモニア燃料船の燃料タンクに残液を圧送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返し、内部の残液を除去する。両者のESD弁間に残液がないか確認し、必要に応じて再度残液処理を実施する。

バンカリングステーション内に乗組員が立ち入る必要がある場合は、適切な保護具を着用した上で作業を行う。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。特に当該作業は、設備の仕様により接続部付近でバルブの開閉作業を行うなど遠隔での作業が難しいことが想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

3-(26) パージ作業

接続配管内のアンモニアガスパージのための配管形成を行う。アンモニアローリーから窒素ガスを供給し、両者のESD弁間のアンモニアガスを窒素で置換する。発生する窒素混じりアンモニアガスはアンモニアローリーへ返送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返し、内部のアンモニアガスを窒素で置換する。**乗組員の安全を確保した上**で接続配管内のアンモニア濃度が問題のない濃度まで除去されたことを確認する。

【特記事項】

LNG バンカリングではサンプリングバルブから内部のガスを放出してガス検知を行い、濃度を測定している。アンモニアは毒性の観点からクローズド式でガス濃度の検知が実施されることが想定される。アンモニアガスが放出される可能性がある場合、保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

3-(27) 検量

移送後検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

3-(28) 接続解除作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。作業員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船乗組員がマニホールド接続解除作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

3-(29) 設備の手じまい

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備、漏洩検知装置を停止させる。

【特記事項】

当該作業以降のアンモニアガス・液体アンモニアの漏洩の可能性が考えられないため、次回移送に備えて防除設備の手じまいを行う。

3-(30) 移送後ミーティング

両者で、アンモニア移送結果について確認する。

3-(31) 諸ケーブル・ワイヤ接続解除

アンモニア燃料船側で切り離された諸ケーブル・ワイヤを受け取り、収納する。

3-(32) トランシーバ返却

アンモニア燃料船からトランシーバの返却を受ける。

6. 陸側設備における作業手順の整理

ShtS方式LNG移送のオペレーションガイドライン及びオペレーションマニュアルを参考に陸側設備作業員（以下、6章内では、「作業員」と示す）の標準作業手順を整理した。LNG燃料とアンモニア燃料で異なる部分については赤字で示している。

6.1 移送計画の立案

4-(1) 関係法令、ガイドライン等で求められる要件に関する確認

移送に必要な設備が関連法令、ガイドラインにより求められる設備要件を満たしていることを確認する。必要な資格要件を含め、作業に必要な作業員が確保されていることを確認する。

4-(2) 諸手続き

関係法令で定められる手続きを行う。

4-(3) 相互確認

移送実施の場所（岸壁）、運用条件及び両者の適合性をアンモニア燃料船に確認する。両者の適合性については、下記を含む。

- ・ マニホールドアレンジメント
- ・ 非動力式ローディングアームを使用する場合には、その接続方法
- ・ バンカリング装置（レデューサー、電位差対策を含む）
- ・ ムアリングアレンジメント
- ・ パラレルボディとフェンダー
- ・ **危険区域**
- ・ 船陸間の交通に用いる装置
- ・ 緊急遮断システムと通信設備の互換性
- ・ 緊急時対応計画及び緊急時の手順
- ・ 移送計画及びバラスト計画
- ・ 両者のベーパー管理もしくはその能力

【特記事項】

引火性の観点から危険区域を設定する方針でないため、「ガス危険区域」から「危険区域」に変更した。

4-(5) 設備の確認

下記を含む移送装置と安全装置の作動確認または実施結果の確認を行う。

- ・ 通信機器が正常に作動すること
- ・ マニホールド及びホースハンドリングの資機材が用意されていること
- ・ 移送実施の場所（岸壁）の気象・海象の現況とその予報
- ・ ISPSコードなどセキュリティレベルに応じた陸側設備の運用
- ・ 夜間継続移送が想定される場合は、夜間照明が適切かつ正常であること
- ・ 固定式ガス検知器・火災検知装置が適切に運転されていること
- ・ ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備が適切に作動する状態となっていること
- ・ 保護装具は検査され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 呼吸具の空気ボンベが完全に充填され、必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
- ・ 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
- ・ バンカリングステーションにアンモニア燃料船の船長の承認を受けていない作業が実施されていないこと
- ・ 貨物タンクの安全弁が適切な状態であること
- ・ 移送に使用する計器が正常に動作すること

4-(6) 手順の確認

通常作業に加え、下記を含む手順の確認を行う。

- ・ 船陸間通信（SSL）（装備される場合）を含むすべての通信方法
- ・ 固定式ガス検知装置及び火災検知装置の操作
- ・ 可搬式ガス検知装置の操作
- ・ 遠隔制御弁の操作

6.2 移送前準備

4-(7) 通信の確認、相互確認

可能な限り早い段階で通信設備を用いて両者で連絡を取り、適切な通信が行えることを確認する。両者で相互確認が必要となる項目についてのチェックリストを行い、文書として記録する。

4-(8) 運用条件の確認

あらかじめ確認した気象・海象情報と現場の状況とを比較し、燃料移送終了まで支障がない想定であることを確認する。

4-(9) 接舷準備諸作業

クイックリリースフックの位置確認、キャプスタンの始動、移送設備の接続に備えた資機材の設置を行う。

4-(10) 接舷操船

適宜連絡を取り合いながら、両者の移送設備の位置を確認する。

4-(11) 移送実施の位置決定

アンモニア燃料船から送り出された係留索をビットに掛ける。

6.3 移送準備

4-(12) 諸ケーブル・ワイヤ接続

アンモニア燃料船に諸ケーブル・ワイヤを手交し、接続されたことを確認する。

4-(13) トランシーバ手交

アンモニア燃料船にトランシーバを手交し、通信テストを行う。

4-(14) 設備の準備

陸上の規制で定められる作業員の保護や防除を目的とした設備を常時使用可能にしておく。

【特記事項】

次作業で移送設備の内部が開放されるため、内部の雰囲気に関わらず、防除設備をいつでも使用できるように準備することとした。

4-(15) 接続作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。作業員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船側の乗組員がマニホールド接続作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

4-(16) 移送前ミーティング

両者で安全に関するチェックリストを行い、文書として記録する。少なくとも下記合意を含むこと。

- ・ 移送計画及び作業手順の最終確認
- ・ 緊急遮断の手順、陸側設備・アンモニア燃料船側のシステム機能テスト
- ・ **漏洩**または他の緊急事態発生時の対応
- ・ 船陸間交通及び**立ち入りの制限**

【特記事項】

次資料での事故は漏洩を起点とするため、「火災」から「漏洩」に、「火気（喫煙などの制限）」から「立ち入りの制限」に記載を変更した。

4-(17) 酸素パージ・リークチェック・ガスアップ

リークチェックを行う際の内部のガスによって、2通りの標準作業手順を示す。

① 窒素ガスでリークチェックを行う場合

陸側施設から供給する窒素ガスを用いて、接続配管内の酸素を除去（酸素パージ）する。配管内の酸素濃度が規定値以下となることを確認する。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。窒素ガスを供給し、接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態で、窒素ガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分から大気中の割合以上の窒素ガスが検知されないかを確認する。

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。次に、陸側施設からアンモニアガスを供給し、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

② アンモニアガスでリークチェックを行う場合

必要に応じて陸側施設から窒素ガスを供給し、接続配管内の酸素を除去（酸素パージ）する。次に、陸側施設からアンモニアガスを供給して、接続配管内をアンモニアガスで満たす（ガスアップ）。

次に、接続部等から移送中に液体アンモニアまたはアンモニアガスが漏洩しないことを確かめるためにリークチェックを実施する。接続配管内の圧力を移送時に想定される圧力以上に蓄圧した状態となるようにアンモニアガスを供給し、アンモニアガスの漏洩がないか確認する。確認の方法例について以下が想定される。

- ・ 石鹼水をフランジ接続部分にかけて泡立ちがないか確認する。
- ・ ガス検知器を用いてフランジ部分からアンモニアガスが検知されないかを確認する。
- ・ **pHを確認できるものを用いて周囲にアンモニア水の発生がないか確認する。**

いずれかまたは複数の方法を用いて、漏洩がないことを確認したのちに、接続配管内の圧を常圧に戻す。

【特記事項】

LNG バンカリングや内航アンモニア運搬船の荷役の実例を踏まえ、標準作業手順を2通り示している。リークチェックが完了し、漏洩がないことを確認するまでは接続部からの漏洩の可能性があるため、窒素ガスを用いたリークチェックの実施が望ましい。一方、どの程度まで窒素ガスを蓄圧できるかは陸上施設の仕様によるため、リークチェックの際のガスを限定していない。LNG バンカリングで実施されているリークチェック方法に加えて、内航アンモニア運搬船の荷役での運用を参考に「pHを確認できるもの」による確認方法を追加した。

4-(18) 検量

移送前検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

4-(19) ESDテスト（ホット）

移送前ミーティングで合意された方法で、常温状態におけるESDSの作動テストを実施し、結果を記録する。

4-(20) ベーパー返送開始

必要に応じてアンモニア燃料船からアンモニアガスの返送を受け、アンモニア燃料船の燃料タンク内圧を降下させる。

4-(21) 遠隔監視への移行

バンカリングステーションに人がいないことを確認し、遠隔監視に移行する。これ以降、バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。

【特記事項】

次作業から移送設備内に液体アンモニアが存在する作業ステップとなる。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いる。一方、設備の仕様により接続部付近で計器を確認すること必要となる場合、フランジ部の増し締めなど接続部付近での作業を行うことが必要となる場合など遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

6.4 移送

4-(22) 移送開始

送出配管を形成したのちに、両者ESD弁を開けて、ポンプを始動し送り出しを開始する。適切に液レベルが減少していること、圧力計、温度計が異常な値を示していないか、漏洩が発生していないか監視する。異常がないことを確認したのちに、アンモニア燃料船と連絡を取りながら、流量を上げていく。常時、液レベル計、圧力計、温度計、**漏洩検知器**の値を監視し、異常がある場合はすぐに移送を中断する。**バンカリングステーションで作業する必要がある場合は、適切な保護具を着用して実施することとする。**

【特記事項】

遠隔監視を行うためには液レベル計、圧力計、温度計に加え、接続部付近における漏洩の早期発見を目的とした漏洩検知器が必要であると想定される。移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

4-(23) 定常移送

移送前ミーティングで合意した移送計画に沿って、作業が進んでいることを確認する。異常の早期発見のため、状態（液レベル、圧力、温度、移送レートなど）を記録する。異常がある場合はすぐに移送を中断する。**作業員は、適切な間隔で適切な保護具を着用した上で見回りを実施し、異常がないか確認する。**異常がある場合はすぐに移送を中断する。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

4-(24) 移送停止

アンモニア燃料船の燃料タンク液レベルが流量を下げている時点でのレベルに達したことの連絡を受けたら、徐々に流量を減らしていき、所定のレベルに達する時点で液流れが停止となるよう、適宜、アンモニア燃料船側と調整する。液流れが止まったことを確認し、ESD弁を閉とする。

6.5 移送後作業

4-(25) 残液処理

残液処理のための配管形成を行い、陸側施設からアンモニアガスを供給し、アンモニア燃料船の燃料タンクに残液を圧送する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返して、内部の残液を除去する。両者のESD弁間に残液がないか確認し、必要に応じて再度残液処理を実施する。

バンカリングステーション内に乗組員が立ち入る必要がある場合は、適切な保護具を着用した上で作業を行う。

【特記事項】

移送設備の配管内に液体アンモニアが存在する作業ステップであるため、基本的には遠隔監視を想定しているが、遠隔監視が難しい状況も想定される。特に当該作業は、設備の仕様により接続部付近でバルブの開閉作業を行うなど遠隔での作業が難しいことが想定される。その場合は保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

4-(26) パージ作業

接続配管内のアンモニアガスパージのための配管形成を行う。陸側施設から窒素ガスを供給し、両者のESD弁間のアンモニアガスを窒素で置換する。発生する窒素混じりアンモニアガスについては、陸側施設の除害装置に導き、処理する。弁の開閉操作により蓄圧、圧送を所定回数繰り返し、内部のアンモニアガスを窒素で置換する。**乗組員の安全を確保した上で**接続配管内のアンモニア濃度が問題のない濃度まで除去されたことを確認する。

【特記事項】

LNG バンカリングではサンプリングバルブから内部のガスを放出してガス検知を行い、濃度を測定している。アンモニアは毒性の観点からクローズド式でガス濃度の検知が実施されることが想定される。アンモニアガスが放出される可能性がある場合、保護装具や手順について別途検討が必要であると考えられる。

4-(27) 検量

移送後検量を行い、両者の合意が取れたことを記録する。

4-(28) 接続解除作業

適切な保護装具を着用している者、かつ作業に従事する者以外がバンカリングステーションにいないことを確認する。作業員が移送設備を操作し、アンモニア燃料船乗組員がマニホールド接続解除作業を行う。

【特記事項】

保護装具の方針については次資料で示す。

4-(29) 設備の手じまい

除染シャワー、洗眼場所、ガスの拡散を防ぐ手段を講じるための設備、漏洩検知装置を停止させる。

【特記事項】

当該作業以降のアンモニアガス・液体アンモニアの漏洩の可能性が考えられないため、次回移送に備えて防除設備の手じまいを行う。

4-(30) 移送後ミーティング

両者で、アンモニア移送結果について確認する。

4-(31) 諸ケーブル・ワイヤ接続解除

アンモニア燃料船側で切り離された諸ケーブル・ワイヤを受け取り、収納する。

4-(32) トランシーバ返却

アンモニア燃料船からトランシーバの返却を受ける。

6.6 離舷・離岸・離棧

4-(33) 解らん作業

アンモニア燃料船から繰り出された係留索に十分な長さがあることを確認したのちに、解らんする。

4-(34) 離舷・離岸・離棧操船

アンモニア燃料船が安全に本船から離れ、航海を開始することを確認する

4-(35) 移送後手じまい

移送時に使用した資機材の収納作業を行う。

7. 標準作業手順の一覧と漏洩シナリオ

漏洩シナリオのレビュー会議で選定されたシナリオが発生する可能性が考えられる作業の一覧を表7-1に示す。表内、水色網掛け部は液体アンモニア、オレンジ色網掛け部はアンモニアガスの漏洩を想定している。

表7-1 漏洩シナリオの発生する可能性のある作業

モード	手順ID	標準作業手順の例	シナリオケース	ケース2(ID:102)	ケース3(ID:104)	ケース4(ID:110)	ケース6(ID:202a)	ケース7(ID:207)	ケース8(ID:208)
			要因	フランジの部分損傷	ホース内のパージ不足	弁のシール部からの漏洩	ERC故障	ERC正常作動	ERC作動後のホース破裂
			常態	液体アンモニア	ガスアンモニア	ガスアンモニア	液体アンモニア	液体アンモニア	液体アンモニア
			漏洩先	甲板上への漏洩	大気中	大気中	海面への漏洩	海面への漏洩	海面への漏洩
移送計画の立案	(1)	関連法令、ガイドライン等で求められる要件に関する確認							
	(2)	諸手続き							
	(3)	相互確認							
	(4)	移送実施の場所の確認							
	(5)	設備の確認							
	(6)	手順の確認							
移送前準備	(7)	通信の確認、相互確認							
	(8)	運用条件の確認							
	(9)	接舷準備諸作業							
	(10)	接舷操船							
	(11)	移送実施の位置決定							
移送準備	(12)	諸ケーブル・ワイヤ接続							
	(13)	トランシーバ手交							
	(14)	設備の準備							
	(15)	接続作業							
	(16)	移送前ミーティング							
	(17)	酸素パージ・リークチェック・ガスアップ				○			
	(18)	検量				○			
	(19)	ESDテスト(ホット)				○			
	(20)	ペーパー返送開始				○			
	(21)	遠隔監視への移行				○			
移送	(22)	移送開始		○		○	※ERS作動後	※ERS作動後	※ケース7発生後
	(23)	定常移送		○		○	※ERS作動後	※ERS作動後	※ケース7発生後
	(24)	移送停止		○		○	※ERS作動後	※ERS作動後	※ケース7発生後
移送後作業	(25)	残液処理		○		○			
	(26)	パージ作業				○			
	(27)	検量							
	(28)	接続解除作業			○				
	(29)	設備の手じまい							
	(30)	移送後ミーティング							
	(31)	諸ケーブル・ワイヤ接続解除							
	(32)	トランシーバ返却							
離舷・離岸・離棧	(33)	解らん作業							
	(34)	離舷・離岸・離棧操船							
	(35)	移送後手じまい							

8. 緊急時対応作業手順

「(23) 定常移送」を行っている段階で、異常が発生した場合、緊急時対応に移行することが想定される。緊急時対応で想定される作業手順を整理する。

ここで緊急時に想定される対応について下記の通り3つに分類する。分類の分岐を図8-1に示す。

- ① ESDS を使用せずに移送作業を中止し、離岸する場合（図内①で示す手順）
- ② ESDS により移送作業を中止し、離岸する場合（図内②で示す手順）
- ③ ESDS により移送作業を中止し、ERS 作動により切離し、離岸する場合（図内③で示す手順）

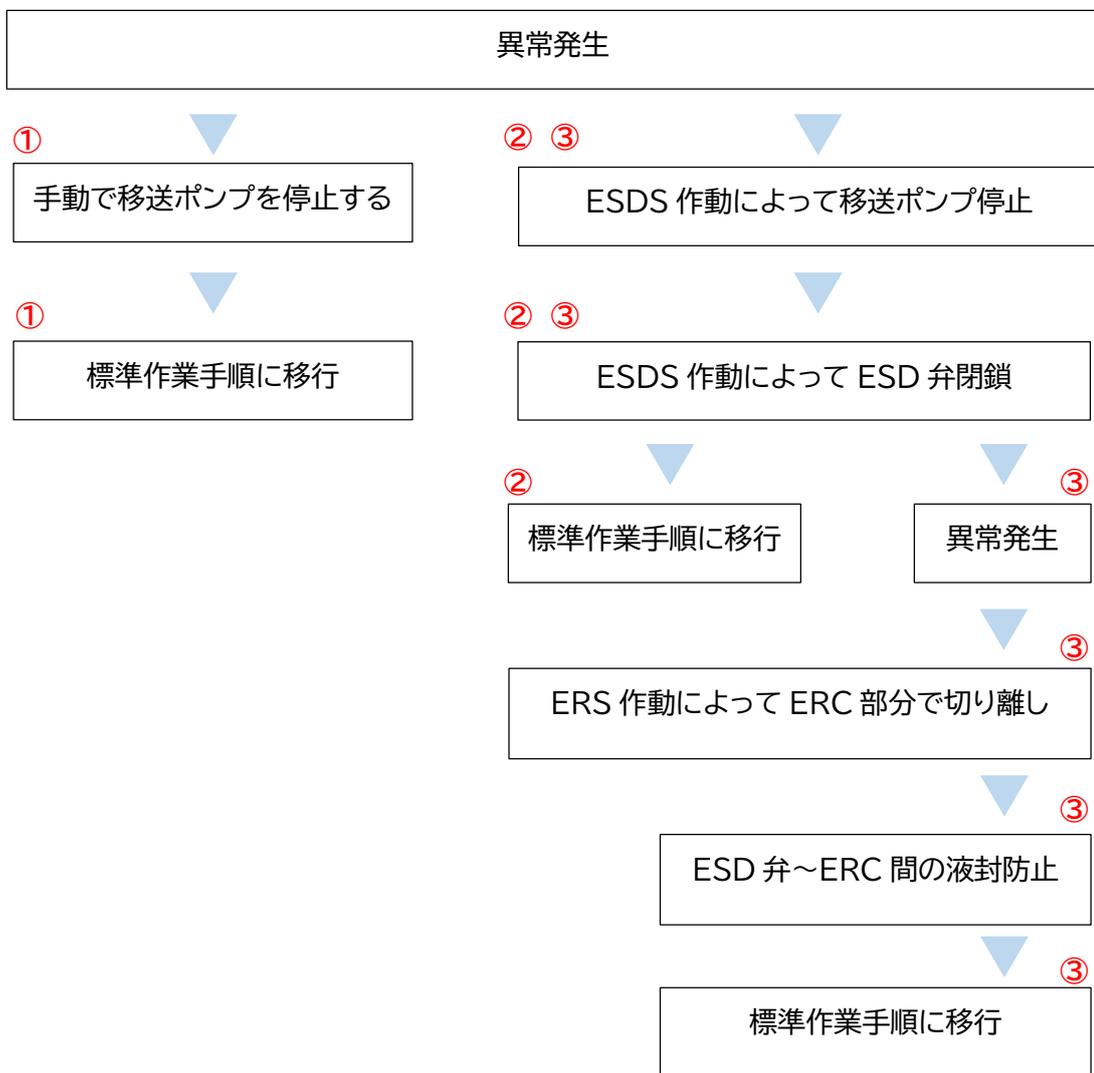


図8-1 緊急時対応作業手順の分類

8.1 ESDS を使用せずに移送作業を中止し、離岸する場合

異常が察知されたため、手動で移送ポンプを停止する。標準作業手順に示される「(24) 移送停止」～「(35) 移送後手じまい」を実施する。

8.2 ESDS により移送作業を中止し、離岸する場合

異常が察知されたため、ESDS が作動する。ESDS 作動の要因としては下記が想定される。

- ・ ESD の手動スイッチの操作
- ・ 火災発生によるメルティングプラグの溶解
- ・ タンクの高液位センサーの作動
- ・ 動力源の喪失による作動油圧喪失または制御空気圧喪失
- ・ アンモニア燃料船側からの ESD 信号
- ・ 移送設備の許容される作動範囲からの逸脱

ESDS が作動すると、自動で移送ポンプの停止、ESD 弁の閉鎖が行われる。ESD 作動の要因について原因究明をしたのちに、作業手順に示される「(25) 残液処理」～「(35) 移送後手じまい」を実施する。

昨年度選定されたシナリオの内、ケース6及びケース7がこの作業手順の中で発生する可能性がある。

8.3 ESDS により移送作業を中止し、ERS により切離し、離岸する場合

ESDS が作動した後に、移送設備の許容される作動範囲からの逸脱が ERS の範囲を超える、または ERS の手動スイッチの操作により、ERS が作動し、ERC 部分で切離しが行われる。切離しを実施されると、ERC～ESD 弁間が液封となるため、弁を操作し、液封を防ぐ必要がある。そののちに、必要に応じて作業手順に示される「(27) 検量」～「(35) 移送後手じまい」を実施する。「(28) 接続解除作業」は ERC 部で切り離されているため、実施されない。

昨年度選定されたシナリオの内、ケース8がこの作業手順の中で発生する可能性がある。

