移動式及び簡易式水素充填機による

水素燃料船への水素供給の

オペレーションマニュアル（サンプル）

【目的・適用範囲】

本マニュアルは、水素燃料船が水素燃料を供給可能な岸壁・桟橋に着岸・着桟し、陸側の水素バンカリング設備から圧縮水素（以降、「水素」という）燃料の供給を受ける作業を安全に行うための基本的な指針として、標準的な手順・安全対策・機器等について定めるものである。本書における「水素バンカリング設備」とは、簡易式高圧水素充填装置および移動式水素ステーションを意味するものとする。

なお、水素燃料船については、国際海事機関（IMO）より発効されているIGFコード[[1]](#footnote-1)、又は、国土交通省の水素燃料電池船の安全ガイドライン[[2]](#footnote-2)の要件を満たし、また、陸側の水素バンカリング設備については、高圧ガス保安法（昭和26年法律第204号）の要件を満たしていることを前提とする。

【オペレーションに係る関係法令及び手続等】

#### 高圧ガス保安法

水素バンカリング設備により圧縮水素燃料の補給を行おうとする者は、表 1に示すとおり使用する水素バンカリング設備の処理容積に従い、高圧ガス保安法第5条第1項第1号に基づき、事業所ごとに都道府県知事の許可を得ること、又は同法第5条第2項第1号に基づき、事業所ごとに都道府県知事への届出をすることが必要である。当該許可の取得に当たっては、同法第8条に基づき、一般高圧ガス保安規則（昭和41年通商産業省令第53号、以後「一般則」）第8条の2に定める基準を、当該届出に当たっては、同法第12条に基づき、同令第11条7号或いは第12条の3に定める基準を満足する必要がある。当該許可を得た事業者は「第一種製造者」、当該届出を受理された事業者は「第二種製造者」と呼ぶ。

また、第一種製造者は同法第26条に基づき、同令第63条第2項の内容を記載した危害予防規程を定め、都道府県知事に届け出ることが必要である。

表 1　水素バンカリング設備に係る高圧ガス製造許可申請または高圧ガス製造事業の届出

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 処理容積Q | Q≧100m3/日 | 0≦Q＜100m3/日 |
| 高圧ガス保安法の主たる手続き | 法5条1項に基づく高圧ガス製造許可申請 | 法5条2項に基づく高圧ガス製造事業の届出 |
| 申請先／届出先 | 都道府県知事（市町村の場合あり） | 都道府県知事（市町村の場合あり） |
| 手続きの時期 | あらかじめ | 製造の20日前まで |
| 許可を得た事業者／届出が受理された事業者 | 第一種製造者 | 第二種製造者 |
| 一般則における詳細条項 | 一般則8条の2 | 【30≦Q＜100m3/日】* 一般則11条第7号

（一般則8条の2を準用）【0≦Q＜30m3/日】* 一般則12条の3
 |
| 一般則上の扱う人員（作業の管理・監督等を行う者） | 保安監督者※1 | 【30≦Q＜100m3/日】* 保安監督者

【0≦Q＜30m3/日】* 設備設置者※2
 |

※1：“保安監督者”は高圧ガス保安法及び一般則上の用語ではない。第一種製造者において保安統括者（高圧ガスの製造に係る保安に関する業務を統括管理する者、有資格条件は特になし）等の選任が不要の場合に、一般則64条2項5号の要件を満たし、高圧ガスの製造の保安について監督する者の通称である。

※2：一般則64条3項より保安統括者を選任する必要のない第二種製造者は、処理能力100m3未満の処理設備を設置する者、又は認定設備を設置する者を保安統括者とする。

目　次

[1 一般概要 1](#_Toc81923631)

[1.1 安全管理体制の整備 1](#_Toc81923632)

[1.2 安全に係る事前確認事項 4](#_Toc81923633)

[1.3 船員の管理 5](#_Toc81923634)

[1.3.1 配乗 5](#_Toc81923635)

[1.3.2 教育訓練 5](#_Toc81923636)

[1.4 岸壁使用要件 5](#_Toc81923637)

[1.5 水素燃料供給会社及び水素バンカリング設備の要件 6](#_Toc81923638)

[1.6 水素燃料船の要件 6](#_Toc81923639)

[1.7 水素燃料船・水素バンカリング設備間の共通要件 6](#_Toc81923640)

[1.8 水素燃料船・水素バンカリング設備間の適合性 7](#_Toc81923641)

[1.9 ガス危険区域への制限 7](#_Toc81923642)

[1.10 気象・海象 7](#_Toc81923643)

[1.11 水素燃料供給装置及び資機材 8](#_Toc81923644)

[1.11.1 水素燃料充填ホース 8](#_Toc81923645)

[1.11.2 照明 9](#_Toc81923646)

[1.11.3 状態の確認 9](#_Toc81923647)

[2 安全対策 9](#_Toc81923648)

[2.1 チェックリスト 9](#_Toc81923649)

[2.2 水素燃料の漏洩 9](#_Toc81923650)

[2.3 緊急遮断システム（ESDS） 10](#_Toc81923651)

[2.4 緊急離脱システム 10](#_Toc81923652)

[2.4.1 緊急離脱システムの使用 10](#_Toc81923653)

[2.4.2 電源喪失時における緊急離脱カプラーの起動 10](#_Toc81923654)

[2.5 ESDSの手動作動 10](#_Toc81923655)

[2.6 供給システムの検査と試験 11](#_Toc81923656)

[2.7 消防体制 11](#_Toc81923657)

[2.8 火災の発生 11](#_Toc81923658)

[2.9 船と水素バンカリング設備間の電位差対策 11](#_Toc81923659)

[2.10 保護具 12](#_Toc81923660)

[2.11 安全が阻害されている場合の行動 12](#_Toc81923661)

[3 通信・連絡 12](#_Toc81923662)

[3.1 手段 12](#_Toc81923663)

[3.2 言語 12](#_Toc81923664)

[3.3 通信エラーの際の手順 12](#_Toc81923665)

[4 水素燃料供給作業前 12](#_Toc81923666)

[4.1 準備作業 12](#_Toc81923667)

[4.2 係留 13](#_Toc81923668)

[4.3 船体移動の防止・車止め 13](#_Toc81923669)

[4.4 灯火・形象物 13](#_Toc81923670)

[5 水素燃料供給作業 14](#_Toc81923671)

[5.1 水素燃料船と水素バンカリング設備間での確認事項 14](#_Toc81923672)

[5.2 燃料供給計画 14](#_Toc81923673)

[5.3 係留 15](#_Toc81923674)

[5.4 水素燃料充填ホースリークチェック 15](#_Toc81923675)

[5.5 高圧ガス供給の制御 15](#_Toc81923676)

[6 水素燃料供給作業終了後 15](#_Toc81923677)

[6.1 水素燃料の検量 15](#_Toc81923678)

[6.2 水素燃料船の離岸準備 15](#_Toc81923679)

[7 緊急時対応 15](#_Toc81923680)

[8 地震・津波対策 16](#_Toc81923681)

[8.1 地震・津波発生時の情報収集 16](#_Toc81923682)

[8.2 地震津波発生時の対応 16](#_Toc81923683)

[8.3 津波発生時に備えた対策 16](#_Toc81923684)

[9 参考文献 17](#_Toc81923685)

[10 附録 18](#_Toc81923686)

[10.1 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給フローチャート例 19](#_Toc81923687)

[10.2 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給のオペレーションマニュアル例 20](#_Toc81923688)

[10.3 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給のチェックリスト例 25](#_Toc81923689)

# 一般概要

## 安全管理体制の整備

水素燃料の供給に際しては、安全確保に向け、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、海事関係者等との連絡・調整を一元的に所掌する安全管理体制を整備する。一例として、図 1.1には安全管理体制を示す。

また、本体制における責任者と職務は以下のとおりとする。



※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 1.1　 水素燃料船への水素燃料供給に係る安全管理体制

#### 水素燃料供給会社

##### 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。

##### 管理責任者

統括管理責任者の指揮監督の下、水素燃料供給の実施及び安全・防災に関して管理する。

#### 水素バンカリング設備

##### 供給統括担当者

水素バンカリング設備による水素燃料供給の現場責任者として、水素燃料供給作業を統括管理し、水素燃料供給作業全体に責任を負い、すべての水素バンカリング設備側の関連作業を統括する。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、水素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
* 2.1「チェックリスト」で規定するチェックリストを完成させること
* 受入統括担当者と供給前会議を実施すること
* 水素燃料供給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
* 充填ホースの安全な接続と緊急離脱カプラー[[3]](#footnote-3)またはH2充填カプラー[[4]](#footnote-4)等の漏洩対策機能をもつカプラーの接続を確認すること
* 水素燃料供給開始前に、充填ホースのリークテストを実施すること
* 供給レートを監視すること
* 水素燃料供給作業中、船内及び船陸でのコミュニケーションを監視すること
* 充填ホースの切離しを監督すること

##### 供給作業者

水素バンカリング設備における水素燃料供給の作業者として、水素燃料供給作業を実施する。

#### 水素燃料船

##### 受入統括担当者（船長）

水素燃料船上における最高責任者として、水素燃料供給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、係留状態の監視など、係船関係の全責任を負う。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
* 2.1「チェックリスト」で規定するチェックリストを完成させること
* 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
* 供給統括担当者と供給前会議を実施すること
* 作業岸壁の気象・海象の現況と予報を常に把握すること
* 係留索、防舷材、ウィンチ、その他の係留設備・装置は、バンカリング開始前に摩耗や損傷の有無を視覚的に確認すること
* 作業岸壁への係留中は付近を通航する他船の引き波に留意すること
* 充填ホースの安全な接続と緊急離脱カプラーまたはH2充填カプラー等の漏洩対策機能をもつカプラーの接続を確認すること
* 水素燃料供給開始前に、充填ホースのリークテストを実施すること
* ESDSが正しく作動することを確認すること
* 燃料タンク圧力、温度及び供給レートを監視すること
* 水素燃料供給作業中、船内及び船陸でのコミュニケーションを監視すること
* 水充填ホースの切離しを監督すること

##### 受入作業者

水素燃料船における水素燃料供給の作業者として、水素燃料供給作業を実施する。

#### その他の水素供給関係者

##### 関係機関

水素燃料供給にあっては、水素の漏洩、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。

##### 船舶代理店（水素燃料船）

統括管理責任者または管理責任者、受入統括担当者や水素燃料船の船社からの依頼により、水素燃料供給に係る調整・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

次の事項について、水素燃料の供給実施前に、本マニュアルの適用可能性について水素燃料供給の運用及びオペレーションマニュアルの確認を行う。本マニュアルの適用が出来ない場合にあっては、その部分について評価・検討を実施し、必要な安全対策を講じる。

#### 水素燃料供給実施の岸壁

1.4「岸壁使用要件」に基づき、水素燃料供給作業の安全が確保可能であることを確認する。

#### 水素燃料船の荷役・旅客乗降との関係

水素燃料船が荷役中又は旅客乗降中に同時並行して水素燃料供給を実施する場合には、次の要件を満足すること。

* ガス危険区域からの着火源の排除を確保するため、水素燃料船の構造（通路の配置等）を踏まえ、貨物荷役に関する作業員や旅客など水素燃料供給作業関係者以外が同区域にみだりに立ち入ることを制限するための有効な措置を講じること
* 旅客は上記ガス危険区域外であっても原則として禁煙とし、喫煙は、火災対策を講じた喫煙区画を設け、旅客の管理等により当該区画外における禁煙を徹底する措置を講じた場合等、適切な管理下においてされる場合に限ること
* 水素燃料船の荷役貨物の落下等から供給設備が保護されること
* 充填ホース等保護されない水素燃料供給設備上をクレーンやアンローダーなどの荷役設備が移動しないこと
* 水素燃料漏洩又はESD作動時に貨物荷役及び旅客乗降を中止し、直ぐに離岸できるよう準備されていること

#### 乗組員及び人員の体制

1.3.2「教育訓練」に基づき、必要な訓練を受けた乗組員及び作業者を必要数確保可能であることを確認する。

#### 船陸間の装置及び設備

1.4「岸壁使用要件」、1.5「水素燃料供給会社及び水素バンカリング設備の要件」、1.6「水素燃料船の要件」、1.7「水素燃料船・水素バンカリング設備間の共通要件」により船と岸壁、水素バンカリング設備適合性が確保できること、2.3「緊急遮断システム（ESDS）」、2.7「消防体制」、及び1.11「水素燃料供給装置及び資機材」に基づき必要な装置・設備が確保されていることを確認する。

#### 夜間水素燃料供給作業

夜間に水素燃料供給作業を実施する際には、1.11.2「照明」に基づき、充填ホースの監視等のため70lx以上の照明を確保する。

#### 緊急時対応計画

7「緊急時対応」に基づき、適切に計画されていることを確認する。

## 船員の管理

### 配乗

水素燃料船の乗組員の労務管理を行う必要があり、水素燃料供給作業が長時間に及ぶ場合にあっては、必要に応じて乗組員の追加を検討する。

なお、燃料供給作業において、水素燃料船は操舵室、機関室、バンカリングステーション、及び必要に応じてECR（Engine Control Room）に船長の指名した適切な乗組員を当直として配置する。

### 教育訓練

水素燃料船のすべての乗組員は、乗船前に水素に関する防災知識を得ておく必要がある。特に水素燃料供給作業を担う水素燃料船の乗組員、特に機関部については、水素燃料供給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。同様に、水素バンカリング設備側で作業にあたる供給統括担当者も、水素燃料供給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。

## 岸壁使用要件

岸壁においては、水素バンカリング設備から水素燃料供給の実施に際しては、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。

* 水素バンカリング設備から水素燃料船への水素燃料供給実施について、港湾管理者または監督官庁や地方自治体から許可されている場所であること
* 水素バンカリング設備に備え付けられた消火設備が、高圧ガス保安法に定める要求基準を満たしていること
* 水素バンカリング設備の周囲には、引火性又は発火性の物が周囲にないこと及び高圧ガス保安法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

## 水素燃料供給会社及び水素バンカリング設備の要件

水素バンカリング設備からの水素燃料供給の実施に際しては、水素燃料供給会社及び水素バンカリング設備は以下の要件を満たしていることを確認する。

* 水素バンカリング設備の水素タンクや消火設備など機器・設備は、高圧ガス保安法に定める法定基準を満たしていること及び正常に作動することが確認されていること
* 供給統括担当者は、法定で定められた資格保有者であること
* 水素燃料供給会社は、健全性が確保される充填ホース、緊急離脱カプラー及びH2充填カプラー等の漏洩対策機能をもつカプラー、及び、必要に応じてボンディングケーブルやアースケーブルを備え、または手配できること
* 水素燃料供給会社は、水素燃料供給作業開始前に作業区画を明示するとともに、「関係者以外立入禁止」及び「火気厳禁」のプラカード等を表示すること
* 水素燃料供給会社は、供給する水素燃料のガス温度、水素バンカリング設備のタンク圧力等、必要な基礎資料を提供できること

## 水素燃料船の要件

水素バンカリング設備からの水素燃料供給の実施に際しては、水素燃料船の船長は以下の要件を満たしていることを確認する。

* 水素燃料受入用のバンカリングステーションを完備し、船級協会などにより求められる設備要件を満たしていること
* 消火設備及び散水装置（装備している場合）が直ぐに使用できる状態であること
* 水素燃料タンクの計測諸機器が正常に作動し、現場（燃料タンク）及び燃料タンク遠隔監視装置で常時監視可能であること
* バンカリングステーションから離れた位置にある安全な場所にて以下に規定する監視、制御、表示ができること

・タンク圧力の監視

・すべて燃料補給管と充填ホースの連結部近傍に設置された遠隔操作の遮断弁の制御

・各種警報及び自動遮断の表示

* 水素燃料受入に係るオペレーションマニュアルを予め作成し、それについて水素受入に係るすべての者が精通していること
* 水素燃料受入に係る作業チェックリストを予め作成し、各作業において確実に作業が実施されていることを確認すること。また、不具合が発見された場合の対処方法について明記されていること
* 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

## 水素燃料船・水素バンカリング設備間の共通要件

* 水素燃料供給時には充填ホースに緊急離脱カプラー及びH2充填カプラー等の漏洩対策機能をもつカプラーが設置されていること
* 水素燃料供給時、船陸間で電気的平衡を構築するため、必要に応じてボンディングケーブルやアースケーブルを使用すること
* 水素燃料供給前に、チェックリストに基づき、燃料タンクの設計圧力・設計温度、燃料船側受入可能数量、タンク積込順序、初期供給レート、最大供給レート、積切り方法や緊急時の供給停止方法などが事前に確認されていること
* 受入統括担当者は、水素燃料供給中、気象・海象が水素燃料供給に支障がないことを供給統括担当者と相互に確認すること
* 水素バンカリング設備と水素燃料船のオペレーションマニュアル及び共通する作業チェックリストを備え付けること
* 水素燃料供給中、受入統括担当者・供給統括担当者間で常に通信可能な設備を備えていること
* 緊急時における連絡体制が確立されていること
* 不具合が発見された場合、供給統括担当者及び受入統括担当者が、不具合の解決を確認するまで作業を実行または再開してはならないこと

## 水素燃料船・水素バンカリング設備間の適合性

水素燃料供給の実施に際しては、次の項目について、事前に水素燃料船と水素バンカリング設備の適合性を確認する。

* 充填ノズルと充填口（レセプタクル）のアレンジメント
* バンカリング装置
* ガス危険区域の設定
* 緊急時対応計画及び緊急時の手順
* タンクの状態（ガス温度や圧力など）

## ガス危険区域への制限

水素燃料供給中は、ガス危険区域（1.2「安全に係る事前確認事項」及び1.8「水素燃料船・水素バンカリング設備間の適合性」参照）からの着火源を排除するため、水素燃料船の構造（通路の配置等）を踏まえ、貨物荷役に関する作業員や旅客など水素燃料供給作業関係者以外が同区域にみだりに立ち入ることを制限するための有効な措置を講じる。

## 気象・海象

水素燃料船への水素燃料供給作業は、気象・海象の影響を受けることから、運用にあたり荒天が予想されるときは実施しない。

また、水素燃料供給中は、常に最新の気象・海象情報を入手するよう努める。

## 水素燃料供給装置及び資機材

水素燃料供給で使用する水素燃料供給用装置・資機材は、適切なものを選択する。水素燃料供給に際しては、装置・資機材を配置する前に本船側バンカリングステーション及び水素バンカリング設備側にかかる荷重や、レセプタクル、充填ホース、H2充填カプラー、緊急離脱カプラー、それらを制御するシステムを含むすべての水素燃料供給関係機器が十分に点検・保証され、また装置・資機材によっては認証機関の承認を受け、使用目的に適合していることを確認する。

以下には特に注意を要する装置及び資機材について示す。

### 水素燃料充填ホース

#### 仕様

使用する充填ホースのサイズと長さの決定に際しては、主に下記事項を考慮する。

* 許容流速
* 許容圧力
* 充填ホースの最小許容曲げ半径
* 水素充填口（レセプタクル）と船側までの距離
* 圧力損失
* 本船の移動及び動揺の量

#### 使用条件の確認

水素燃料供給に使用する充填ホースに関して、充填ホースの内径、最大許容圧力、最大許容流速や許容使用温度範囲等の情報を確認すること。

#### マーキングと証書類の確認

充填ホースの使用に際しては、マーキングを確認し、作業に適しているホースであることを確認する。

また、必要に応じてホースメーカーが発行する次の書類を確認する。

* 製品証明書
* ホース取り扱いマニュアル

#### その他確認事項

特に、次の事項についても考慮する。

* 使用の都度、充填ホースの健全性を確認すること
* メーカーの推奨する方法で保管し、可能な限り物理的損傷や湿気・紫外線による劣化を防ぐよう対処すること
* ホース寿命（使用期間/回数）を管理すること

### 照明

夜間に水素燃料供給作業を実施する際には、以下に示す作業を実施できるよう70lx以上の十分な照明を適切に設置する。特に充填ホースの繰り返し曲げを受けている部分を十分に照らす照明でなければならない。

* 充填ホースの状態監視及び漏洩時の供給中止
* 漏洩箇所からの避難
* 係船解除
* 消火設備の準備、消火救助作業

### 状態の確認

バンカリングに用いるすべての補助装置・資機材は使用前にその状態を確認する。

# 安全対策

## チェックリスト

水素燃料供給は、常に適切な運用が行われるよう予めチェックリストを作成し、それに沿って実施する。水素燃料供給に係るチェックリストの一例を「水素燃料供給安全チェックリスト（移動式及び簡易式水素充填機）」として巻末に示す。

## 水素燃料の漏洩

水素の漏洩が発生した場合には以下に示す対応を取る。

①　水素の漏洩を発見した第一発見者は、直ちに供給統括担当者及び受入統括担当者に状況を伝達する。

②　供給統括担当者及び受入統括担当者は、直ちにESDを作動させ、供給作業を中止する。

③　必要に応じて汽笛を鳴らし、緊急事態の発生を乗組員及び作業者その他周囲の者に知らせる。

④　水素燃料船は、指定の非常配置をとり、上甲板又は水素充填口（レセプタクル）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とともに、火気管理を再度徹底する。

⑤　水素燃料船は、火災発生に備えて防火部署に人員を配置する。

⑥　必要に応じて海上保安部、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　必要に応じて無線、船外スピーカー等によって他船の接近を防止する。

## 緊急遮断システム（ESDS）

水素燃料供給実施時には、水素供給中の異常事態発生時や緊急時に水素の供給を緊急停止できるよう、ESDSを使用する。

また、ESDSの作動要件、作動させた際の原因と影響及びESDSを作動させた際に取るべき行動について、水素燃料船及び水素バンカリング設備間で予め打合せを行う。

## 緊急離脱システム

### 緊急離脱システムの使用

水素燃料供給に際しては、水素燃料船が岸壁・桟橋から離れた際に、充填ホースに許容値を超える荷重がかかりこれらが損傷することを防ぐために切離しができるよう、緊急離脱カプラーを使用する。

緊急離脱カプラーの使用にあたっては、以下の点を考慮する。

* 緊急離脱カプラーの作動要件（設定）を水素燃料船及び水素バンカリング設備間で確認すること
* ホースが引っ張られた際に緊急離脱カプラーが適切に作動するように配置すること

### 電源喪失時における緊急離脱カプラーの起動

電源喪失に関わらず安全に切離すことのできる緊急離脱カプラーを設置する。

## ESDSの手動作動

水素燃料供給作業中、水素燃料充填ホースが変形・損傷した場合、係船索が1本以上破断した場合には、手動でESDSを作動させる。

また、手動でESDSを作動させる場所は、水素燃料船側または水素バンカリング設備側の安全な場所でなければならない。

手動でのESDSの作動にあたっては、ESDSを作動させるための承認を得る手順が分かるよう明確な手順書を所定の場所に用意する。また、作業に関係するすべての者は、そのシステムを正確かつ適切に使用することができるよう習熟訓練されていなければならない。

## 供給システムの検査と試験

水素燃料供給の安全を確保するため、すべての機器を含む供給システムは、定期的に検査及び試験を実施する。検査及び試験の頻度については、各々の機器・設備メーカーの推奨及び本船オペレーターの指示に従う。

## 消防体制

水素燃料船は、水素燃料供給作業中にあっては次の消防体制を維持するものとする。

* 水素燃料船のバンカリングステーション付近において定期的にガス検知を実施する。
* 水素燃料船のバンカリングステーション付近の海水消火栓（装備している場合）からホースを展張し、射水を直ちに使用できるように準備する。
* 水素燃料船のバンカリングステーション付近に少なくとも5kgの容量を有する1個の持ち運び式粉末消火器を直ちに使用できるように準備する。

## 火災の発生

火災が発生した場合に備え、火災から船体構造物を保護するため、散水装置等、防御設備（装備している場合）を施す。

また、火災が発生した場合には以下に示す対応を取る。

①　火災の発生を発見した第一発見者は、直ちに供給統括担当者及び受入統括担当者に状況を伝達する。

②　供給統括担当者及び受入統括担当者は、直ちにESDを作動させ、供給作業を中止する。

③　汽笛を鳴らし、緊急事態の発生を乗組員及び作業者その他周囲の者に知らせる。

④　水素燃料船は、上甲板又は水素充填口（レセプタクル）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各種開口部を閉鎖するとともに、火気管理を再度徹底する。

⑤　水素燃料船は、直ちに防火部署配置をとり、消火活動を開始する。

⑥　必要に応じてウォータースプレー（装備している場合）を作動させる。

⑦　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。

⑧　無線、船外スピーカー等によって他船の接近を防止する。

## 船と水素バンカリング設備間の電位差対策

水素バンカリング設備はアース接続されており、水素充填ホースを接続することで燃料船側の電位差は解消されるものの、必要に応じて水素充填ホースの接続前に船と水素バンカリング設備間でボンディングケーブルやアースケーブルを使用し電圧差を無くすような対応も考えられる。ボンディングケーブルやアースケーブルを使用する際は、ケーブルの接続を確認した後に充填ホース接続作業を開始し、ケーブルの切離しは充填ホースの切離し後に行うことが必要である。

## 保護具

水素燃料に伴う危険性から保護するため、水素充填口（レセプタブル）付近において作業する者は、長袖の静電作業服、ヘルメット、静電安全靴、手袋を使用する。また、作業にあたっては静電用の工具を使用する。

## 安全が阻害されている場合の行動

水素燃料供給中、船陸間において安全が阻害される事項を発見した場合は、供給統括担当者及び船長に報告し、水素燃料供給を中断する。

水素燃料供給の再開は、安全を阻害するような状況が適切に改善され、それが改善された後とする。

# 通信・連絡

## 手段

水素燃料供給の安全を確保すべく、燃料船と水素バンカリング設備間の連絡は常に良好な状態で保つことが必要である。そのため、水素燃料供給開始前には、供給統括担当者と受入統括担当者は通信・連絡の手段について予め合意することとする。

## 言語

水素燃料供給の際の共通言語は、供給作業開始前に確認する。

## 通信エラーの際の手順

水素燃料供給作業中に一方で通信が途絶した場合は、実行に適する限り進行中のすべての操作を中断する。

水素燃料供給は、本船及び水素バンカリング設備の安全が確認され、十分な通信の確保を確認した後に再開する。

# 水素燃料供給作業前

準備作業

受入統括担当者は、供給作業が開始される前に次の事項について確認し、準備する。

* 重要な水素燃料供給装置と安全装置のテスト実施結果の確認
* 2.1に規定するチェックリストの要求事項が満たされていること
* 水素充填口（レセプタクル）が用意されていること
* 水素燃料供給を実施する岸壁の気象・海象の現況とその予報
* 夜間の燃料供給の場合には甲板照明及びスポットライト（装備している場合）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
* 固定式ガス検知装置が適切に運転されていること
* 消火装置が直ちに使用できる状態になっていること
* 保護具が必要に応じ直ちに使用可能な状態となっていること
* 水素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
* 水素バンカリングステーションにおいて、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
	1. 係留

岸壁係留中の本船が大きく移動または動揺した場合、船と水素バンカリング設備を繋ぐ水素燃料供給用のホースが損傷する可能性がある。そのため、燃料の供給開始前に係留索や防舷材、その他の係留設備・装置に摩耗や損傷が無いか視覚的に確認するよう努める。また、常に最新の気象・海象情報を収集するとともに、付近を通航する船舶による引き波についても注意するように努める。

## 船体移動の防止・車止め

不慮の船体移動を避けるため、水素燃料供給作業中は、水素燃料船の推進力が不用意に働かないよう、必要な措置を講じる。

また、水素バンカリング設備は、水素燃料供給作業中に移動しないように、簡易式水素充填装置の場合には水素カードル等の重量物に固縛する、移動式水素ステーションの場合には車止めを設置するなどの措置を取る。

* 1. 灯火・形象物

水素燃料船は、海上交通安全法及び危規則等により要求される灯火や国際信号旗を掲げなければならない。これらの灯火や国際信号旗は、水素燃料供給に先立って、準備確認すること。

# 水素燃料供給作業

## 水素燃料船と水素バンカリング設備間での確認事項

船と水素バンカリング設備間において、次の事項を確認する。

* 次の事項について船と水素バンカリング設備間で合意されていること

・水素燃料の供給シーケンス

・水素燃料の供給レート

・水素燃料の予定供給量と供給量の計測、検量方法

・緊急遮断の手順、本船及び水素バンカリング設備側のシステム機能テスト

・火災または他の緊急事態発生時の対応

・船陸交通及び火元（喫煙など）の制限

* 水素燃料船の燃料タンク圧力と、水素バンカリング設備のタンク圧力
* 水素燃料船及び供給水素燃料のガス温度、タンクの上限温度、水素純度
* 船と水素バンカリング設備間でボンディングケーブルを使用する場合には、充填ホースの接続前にボンディングケーブルを接続すること
* 水素燃料供給に用いる充填ホースは過度な曲げが生じていないこと、そして水素充填口（レセプタクル）に過度の応力を作用させないように、必要に応じて適切に支持すること
* 緊急時には船の汽笛を吹鳴することを事前に取り決め、合意しておくこと

## 燃料供給計画

水素燃料供給作業は、作業を行う前に水素燃料供給計画を作成・提出し、当該計画は水素燃料船と水素バンカリング設備間において書面にて確認・同意する。水素燃料供給計画には、最低限下記の事項を含むこととする。

* 水素燃料供給に関係する各責任者の明確化（1.1「安全管理体制の整備」参照）
* 供給開始前後の水素燃料タンク内のガス量
* 検尺の方法と作成する書類
* 供給する水素燃料及び供給を受ける燃料タンク内の水素燃料のガス温度、タンクの上限温度（前項5.1「水素燃料船と水素バンカリング設備間での確認事項」の留意事項を参照）
* 水素燃料供給中に予想されるタンク圧の変化
* タンク圧制御の手順
* タンクの最大許容圧力
* 初期供給レート
* 最大供給レート
* 供給レート増減の手順

係留

係留中は係船索の状態を定期的にチェックし、適切な係留力が得られていることを監視する。

水素燃料充填ホースリークチェック

水素燃料充填ホース接続後にリークチェックを行なう。

高圧ガス供給の制御

水素燃料船は、同意された水素燃料供給計画に基づき、水素燃料を受け入れる。また、水素燃料の供給レートの増減や供給作業について、水素燃料タンク圧等を勘案し、水素燃料船から水素バンカリング設備へ要請し制御する。

# 水素燃料供給作業終了後

水素燃料の検量

水素燃料供給終了後、本船と水素バンカリング設備にて同意した方法で、水素燃料供給量の検量を行う。

水素燃料船の離岸準備

着岸中は、主機、ボイラ、操舵機、係船機、その他必要な装置は、緊急時を想定し、すぐに起動し離岸できるよう準備しておく。

# 緊急時対応

緊急時においては、状況を把握した上で、供給統括担当者と受入統括担当者が協議し、ESDS等の作動の要否を含めた対応を決定する。船陸の水素燃料供給に係るすべての者は、その決定に従って行動する。

水素燃料供給作業に関係する船舶は、オペレーションの全てを網羅した「緊急時対応手順書」を予め用意しなければならない。緊急時対応手順書の内容については、水素燃料供給の職務に初めて就く場合には、水素燃料供給を実施する前に訓練を行い、その有効性を確認しておく。

水素燃料供給作業中は、緊急時対応手順書を直ぐに参照できる位置に設置しておく。緊急時対応手順書に含めるべき項目例を以下に示す。

* 燃料供給の安全に関わるアラーム吹鳴時の対処手順
* 緊急時における水素燃料供給停止手順
* 緊急時における充填ホースの切離し手順
* 機関用意を含む緊急離岸手順（水素燃料船）
* 本船または水素バンカリング設備での漏洩等緊急事態に対する手順
* 水素バンカリング設備タンクまたは水素燃料船燃料タンクが危険な状態となった時に取る応急の措置（高圧ガス保安法第36条「危険時の措置及び届出」）

# 地震・津波対策

## 地震・津波発生時の情報収集

地震を感じたら直ちに地震及び地震に伴い発生のおそれのある津波情報の収集に努める。

地震・津波が発生した場合、海上保安庁からは、航行警報（VHF）、海の安全情報（インターネット及び携帯メール）、NAVTEX、港長から船舶へ伝達される避難勧告等、の情報提供がなされる。また、気象庁からは地震・津波の警報と情報が防災機関や報道機関などに伝えられ、また気象庁のウェブサイトでも最新の情報が更新される。水素燃料船はこれらの情報源を活用して最新情報を収集し、情報が得られ次第、供給統括管理責任者等の作業関係者と共有する。

また、水素燃料船では地震・津波に関する情報を入手できない場合も想定されることから、陸上施設等から情報を入手する体制を検討・構築しておくことも必要である。

## 地震津波発生時の対応

水素燃料船の船主及び運航事業者は、各船の地震・津波時の対応として、津波発生時の対応マニュアル（作業中止手順、港外退避、係留強化、陸上避難等）を予め作成しておくことが必要である。

水素燃料船又は水素バンカリング設備側が地震・津波情報を得た場合には、直ちに両者間で情報を共有する。

津波注意報または警報が発表された場合、供給統括担当者と受入統括担当者は、直ちに水素燃料供給を中止するとともに、津波発生時の対応マニュアルを考慮した行動を取る必要がある。

## 津波発生時に備えた対策

供給の停止、バルブ閉止及び充填ホース切り離し等の作業を迅速かつ安全に行えるよう訓練しておくとともに、一連の作業に要する時間を把握しておく。

また、状況によっては、ESDSの発動による供給の緊急停止・充填ホースの切り離しも想定されることから、これらに係る訓練を平素から実施することにより、作業自体の熟度を高めるとともに、切り離しに要する手順・時間も確認・把握しておく。

# 参考文献

本マニュアルの作成にあたっては、一部、以下の文献を参考にした。

#### LNG Ship to Ship Transfer Guidelines First Edition 2011 (SIGTTO)

#### Ship to Ship Transfer Guide (Liquefied Gases), 2nd Edition (OCIMF/SIGTTO)

#### Ship to Ship Transfer Guide (Petroleum) 4th Edition (ICS/OCIMF)

#### International Safety Guide for Oil Tankers and Terminals 5th Edition (ISGOTT) (ICS/OCIMF/IAPH)

#### TANKER SAFETY GUIDE LIQUEFIED Second edition 1995 (ICS)

# 附録

## 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給フローチャート例

移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給に係るフローチャートの一例を以下に示す。



## 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給のオペレーションマニュアル例

前章のフローチャートに基づく移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給に係るオペレーションマニュアルの一例を以下に示す。

| 作業項目 | 船　　　側 | 連絡 | 水素バンカリング設備側 | 備　　　考 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1．入港前準備 | 1. 船体コンディションの確認2. タンク圧力の減圧3. 気象海象の確認4. 消火設備の確認5. ガス検知器類の準備6. 係留設備の確認7. 通信設備の充電、作動確認8. 油圧バルブ遠隔操作装置確認9. 照明の確認（夜間の場合のみ）ESDS : Emergency Shut Down System |  | 1．タンク圧力の減圧確認2．充填ホース、H2充填カプラー、緊急離脱カプラーなど用具準備3．港湾管理者への諸手続き4．気象海象の確認5．消火設備の確認6．ガス検知器類の準備7．H2充填カプラー、緊急離脱カプラーの作動確認 | 入港前に移送レート等の確認 |
| 2．着岸、移送開始前準備 | 1. 係船索の取付け、船体係止2. 係留状態の監視3. 灯火・形象物の表示4. 船外へ移送作業注意名板の掲示5. レーダー停止6. 居住区の通風管制7. 火気制限の周知8. 通信機器の使用制限9. タンク残圧の確認(10. ボンディングケーブル接続)11. ギャングウェイ設置12. 通信設備のテスト13. 消火装置準備 | (⇔)⇔ | 1. 移動式の場合は駐車位置の決定し、タイヤ輪止め施行、エンジンキーを抜き取り、見易い所定の場所に保管2. 作業区画設定「関係者以外立入禁止」、「火気厳禁」等のプラカード掲示3. 水素カードル、電気設備等の付帯設備の設置 (簡易式の場合には充填機も設置し、水素カードル等の重量物へ充填機を固縛)4. 水素カードル残圧の確認5. 水素カードルと充填機の接続を確認6. タンク副安全弁「閉」(7. ボンディングケーブル接続)8. 通信設備のテスト9. 供給ライン（充填ホース）および必要に応じて本船からのパージ用リターンラインの準備10. 消火装置準備 |  |
| 3．移送作業開始前会議 | 1. 本船上にて移送作業開始前会議2. 本船燃料タンクの残存水素及び供給水素のガス温度、タンク圧等情報交換3. 予定供給量確認4. 相互チェックリストの確認5. 移送中止基準など緊急時の確認6.水素バンカリング設備側の水素タンク付圧力計でタンク圧の相互確認7. 移送方法、移送レート等の確認8. 岸壁作業制限、注意事項等情報確認9. 係留状況の確認10. 気象・海象の情報交換11. その他 |  |
| 4.資機材等積み込み、充填ホース接続 | 1. 作業者配置2. H2充填カプラー（レセプタクル）等の資機材積込3. H2充填カプラー（レセプタクル）設置4. 充填ホース受け取り | ⇔⇔ | 1. 作業者配置2. H2充填カプラー（レセプタクル）等の資機材受渡3. H2充填カプラー（充填ノズル）を充填ホースに接続4. 充填ホース引き渡し | ホース取扱時は必要に応じて補助ロープ使用 |
| 5．リークテスト | 1. ホース等各接続部でリークテスト実施2. リークテスト終了 | ⇔⇔ | 1. 水素バンカリング設備側接続部のリークテスト実施2. リークテスト終了 |  |
| 6．ESDS作動テスト | 1. ESDS作動テスト2. ESD弁「開」確認3. 船または水素バンカリング設備より信号「ON」4. ESD弁「閉」確認5. ESDS正常の確認 | ⇔⇔⇔⇔ | 1. ESD弁「開」確認2. 船または水素バンカリング設備より信号「ON」3. ESD弁「閉」確認4. ESDS正常の確認 | 船、水素バンカリング設備各1回実施 |
| 7．水素移送 | 1. ESD弁「開」確認2. 受入れラインアップ確認3. 受入れタンク弁「開」4. 水素受入準備完了の連絡5. 流入確認6. 各部点検7. 受入れタンク圧の都度連絡8. 受入れタンク圧が5MPa等の所定圧力に到達(燃料タンク圧10,20,・・・MPaのように一定昇圧で7,8の手順を繰り返す)9. 受入れタンク圧が所定圧力（35MPa, 70MPa等）に近づいた後は1MPaごとに昇圧をカウント10. 受入れタンク圧が所定圧力到達を確認・報告※ 複数タンクで受入れる場合、各タンクへの供給作業を考慮11. 受入れタンク弁「閉」 | ⇔⇔⇔←→⇔⇔→⇔→→← | 1. ESD弁「開」確認2. 供給ラインアップ確認3. 水素供給準備完了の連絡4. 充填機の圧力を所定圧力（35MPa, 70MPa等）に調整5. 供給弁「微開」、供給開始6. 各部点検7. 事前に取り決めた移送レート以下で供給8. 供給弁「閉」9. 供給ラインのリークチェックを実施、リークが無ければ供給弁「開」(燃料タンク圧10,20,・・・MPaのように一定昇圧で7~9の手順を繰り返す)10. 供給弁「閉」、水素供給停止11. 水素供給終了を報告 |  |
| 8.水素充填機の脱圧 | 1. H2充填カプラーの切り離し（レセプタクルから充填ノズルを切り離し） | ←← | 1. 充填ホースパージ用調整弁「開」充填ホース(~供給弁間)内落圧2. 充填ホースパージ用調整弁「閉」3. 充填ホースの脱圧終了を報告4. 充填機パージ用調整弁「開」充填機内落圧5. 充填機パージ用調整弁「閉」6. 充填機内の脱圧終了を報告 | 脱圧終了は圧力計ゼロやベント管内の無音を確認する。 |
| 9.資機材、充填ホースの積み降ろし | 1. 充填ホース引渡2. ESDS「OFF」3. H2充填カプラー（レセプタクル）取り外し4.資機材引渡 | ⇔⇔⇔ | 1.充填ホース受取2. ESDS「OFF」3. 充填機から充填ホースの取り外し4. 充填ホースからH2充填カプラー（充填ノズル）取り外し5. 資機材受取 |  |
| 10．移送終了後会議 | 1. 本船上にて移送終了後会議2. 水素バンカリング設備の水素タンク付圧力計でタンク圧の相互確認3. 手仕舞い作業4. その他供給量（受取量、供給量）の相互確認 |  |
| 11．離岸 | 1. ギャングウェイ取外し(2. ボンディングケーブル取外し)3. 船外の移送作業注意名板収納4. 消火設備収納5. 火気制限、通風管制、通信設備等使用制限解除6. 灯火・形象物収納7. 係船索取外し | ⇔⇔ | 1. ギャングウェイ取外し(2. ボンディングケーブル取外し)3. 水素カードル、電気設備等の付帯設備の収納 (簡易式の場合には充填機も収納)4. 岸壁上の資機材収納5. 「火気厳禁」、「関係者以外立入禁止」等の表示名板収納　 作業区画展張ロープ収納　 消火設備・ガス検知器類の収納6. タンク圧確認　 可能であればタンク副安全弁「開」7. エンジンキー取出し　 マニホールド格納箱閉鎖8. 移動式の場合には車輪止め撤去9. 離岸10. 港湾管理者等に作業終了報告 |  |

## 移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給のチェックリスト例

移動式及び簡易式水素充填機による水素燃料船への水素供給に係るチェックリストの一例を以下に示す。

港： 日付：

船名： バンカリング設備：

船長： 設備担当者：

1. タンク積込量

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| タンク番号 | タンク容量 | 積込前タンク容量 | 積込可能容量 | 積込予定容量 | 供給レート |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |

2. 水素燃料供給

| 燃料供給 | 船 | バンカリング設備 | コード | 備考 |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1. 燃料供給作業前に、バンカリングシステム及びESDSがテストされているか
 |  |  |  |  |
| 1. 燃料供給作業前会議を行ったか

□非常事態対応□緊急信号と供給中断手順の合意□係留状態の確認□供給水素と残存水素のガス温度の確認□積込方法の確認□水素燃料供給計画□供給レート |  |  |  |  |
| 1. （ボンディングケーブルやアースケーブルは接続したか）
 |  |  |  |  |
| 1. 充填ホースの状態は良好か
 |  |  |  |  |
| 1. 本船係留は良好か
 |  |  | R |  |
| 1. 水素バンカリング設備は車止め等を設置したか
 |  |  |  |  |
| 1. 船陸の人員の安全な通行手段は確立されているか
 |  |  | R |  |
| 1. 責任者間の通信手段が確保されているか
 |  |  | A　R | (VHF/UHF Ch　)主：　　　　　　　予備：　　　　　　緊急停止信号： |
| 1. 消火ホースと消火設備は、直ちに使用可能か
 |  |  |  |  |
| 1. 充填ホースは適切に取り付けられ、緩みがないことを確認したか
 |  |  |  |  |
| 1. 積込ラインアップは正しいか。
 |  |  |  |  |
| 1. ESDSを使用する場合、正しく設置され、テストされたか
 |  |  |  |  |
| 1. バンカリング安全システム及び監視システムは作動しているか
 |  |  |  |  |
| 1. 燃料供給中適切な見張り員が配置されているか
 |  |  |  |  |
| 1. 積込中燃料タンクの容量を定期的に監視しているか
 |  |  | A　R | 　　分を超えない間隔 |
| 1. バンカリングステーション付近において、適宜ガス検知を実施しているか
 |  |  |  |  |
| 1. 喫煙室が指定され、喫煙に関する規制事項が守られているか
 |  |  | A　R | 指定喫煙室： |
| 1. 裸火に関する規則は守られているか
 |  |  | R |  |
| 1. 居住区画から外へ通じる全てのドアと開口部は閉められているか
 |  |  | R |  |
| 1. 不用意に推進力が働かないよう措置を講じたか（本船側・バンカリング設備側）
 |  |  |  |  |

A (Agreement合意)：合意事項。チェックリストもしくはその他相互のやり取りにより明確にされる。

R (Re-check再確認)：当事者間で同意されている適切な間隔で再確認を行う項目。

1. International code of safety for ships using gases or other low flashpoint fuels [↑](#footnote-ref-1)
2. 2 2018年3月国土交通省海事局（2021年8月改訂） [↑](#footnote-ref-2)
3. 緊急離脱カプラー：設定された荷重（主に引っ張り方向）により自動閉止・切離し機能を持ったカップリング装置 [↑](#footnote-ref-3)
4. H2充填カプラー：供給ホース側の充填ノズルと受入側の充填口（レセプタクル）から成る手動で着脱操作可能な自動閉止機能を持ったカップリング装置 [↑](#footnote-ref-4)