

P46 船内交通装置設計指針の改訂 研究委員会

最終報告書

2016年9月

公益社団法人 日本船舶海洋工学会

(社)日本船舶海洋工学会 造船設計・生産技術研究会 造船設計部会委員名簿 (2016年9月現在)

委員名	氏名	所属
◎	部会長 荒井 誠	横浜国立大学 大学院 工学研究院 海洋空間のシステムデザイン教室 教授
	委員 田中 進	広島大学 大学院 工学研究科 輸送・環境システム専攻 准教授
	委員 大沢 直樹	大阪大学 工学部 船舶海洋工学教室 教授
※	委員 田中 太氏	九州大学 大学院 工学研究院 海洋システム工学部門 准教授
	幹事 東 英一	三菱重工業(株) 交通・輸送ドメイン 船舶・海洋事業部 長崎技術部 次長
	幹事 大黒 克伸	ジャパン マリンユナイテッド(株) 商船事業本部 基本設計部 船装グループ グループ長
※	委員 金湖 富士夫	海上技術安全研究所 海洋リスク評価系 系付上席
※	委員 岸本 研一	(財)日本海事協会 船体部 主管
	委員 稲垣 秀彦	住友重機械マリンエンジニアリング(株) 製造本部 船装設計グループ 主任技師
※	委員 中村 千春	ジャパン マリンユナイテッド(株) 呉事業所 設計部 船装グループ グループ長
	委員 高木 圭一郎	佐世保重工業(株) 設計部 船装設計課 課長
	委員 山田 英城	ジャパン マリンユナイテッド(株) 商船事業本部 基本設計部 船装グループ 主査
※	委員 山崎 英司	三菱重工業(株) 交通・輸送ドメイン 船舶・海洋事業部 長崎技術部 艀装設計グループ 主席技師
○	委員 藤田 卓也	川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 造船設計部 船装設計第一課 課長
	委員 出川 雄一郎	サノヤス造船(株) 技術本部 艀装設計部 副部長
	委員 中桐 裕明	三井造船(株) 船舶艦艇事業本部 艦船設計部 船装設計課 課長
	委員 徳永 嘉寛	三井造船(株) 千葉事業所 船舶・艦艇事業本部 船舶設計部 船装設計課 課長
※	委員 津上 由紀夫	(株)名村造船所 伊万里事業所 設計本部 参事
	委員 大石 浩正	ジャパン マリンユナイテッド(株) 有明事業所 設計部 船装設計グループ グループ長
	委員 野村 明宏	三菱重工業(株) 交通・輸送ドメイン 船舶・海洋事業部 下関技術部 船装設計課 課長
	委員 丸田 康貴	(株)大島造船所 設計部 船装設計課 主任
	委員 武田 宏之	川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 基本設計部 基本計画第二課 主事

◎ P109 船内交通装置設計指針の改訂 研究委員会 委員長

○ 同 委員会リーダー

※ 討議参加 及び 執筆担当

※ 水谷 聡 (財)日本海事協会 船体部

※ 向川 徹喜 ジャパン マリンユナイテッド(株) 呉事業所 設計部 船装グループ

※ 田中 寿城 三菱重工業(株) 交通・輸送ドメイン 船舶・海洋事業部 長崎技術部
艀装設計グループ

※ 竹内 健一郎 川崎重工業(株) 船舶海洋カンパニー 技術本部 造船設計部 船装設計第一課

目次

第1章 交通装置の対象	1
第2章 交通装置の必要性	2
第3章 交通装置	4
3.1 傾斜梯子	4
3.2 スパイラルラダー	5
3.3 垂直梯子	5
3.4 ステップ	6
3.5 グリップ	6
3.6 滑り止め	7
3.7 グレーチング、プラットフォーム及びハンドレール	7
3.8 ハッチ	8
3.9 マンホール	8
3.10 バックガード	9
3.11 ディープタンク点検用ゴムボート	9
3.12 ホールド点検用ポータブル梯子	9
3.13 負傷者吊揚装置	9
第4章 交通装置の適用指針	10
4.1 ダブルハルタンカーにおける交通装置の適用指針	10
4.1.1 カーゴタンク（含、スロップタンク）	10
4.1.2 バラストタンク	11
4.1.3 燃料油タンク	12
4.1.4 ポンプ室	12
4.1.5 ボースンストア／操舵機室	13
4.2 ばら積貨物船における交通装置の適用指針	13
4.2.1 カーゴホールド	13
4.2.2 二重底タンク	13
4.2.3 その他の区画	14
4.2.4 ばら積み貨物船の固定点検設備	14

4.3 一般貨物船における交通装置の適用指針	15
4.3.1 貨物倉内	15
4.3.2 二重底タンク	15
4.3.3 その他の区画	16
4.4 上甲板上歩路の適用指針	16
4.4.1 適用範囲	16
4.4.2 歩路の装備標準	16
4.4.3 歩路の装備範囲	16
4.4.4 歩路の詳細	18
第5章 船内交通装置に関するルール	18
第6章 交通装置のリスク分析	19
6.1 概要	19
6.2 リスク分析方法	19
6.3 解析結果	22
6.4 リスクマトリクス	22
6.5 詳細リスク解析と対策の検討	25
6.6 船内交通装置における災害事例による検証	26
6.7 リスク分析の設計への応用	28

第1章 交通装置の対象

船内交通装置は実に多岐にわたっており、陸や海からの船への昇降装置はいうに及ばず、上甲板、貨物倉、荷油槽、ポンプ室、機関室、居住区、タンクなどの諸区画には必ずなんらかの交通装置が必要である。

また、煙突、マスト、ポスト、通風筒などの検査、手入れのために、あるいは甲板機械、弁などの操作のためにも交通装置が要求される。

これらすべての交通装置を本書で網羅することは理想的ではあるが、この設計指針では、むしろ焦点をしぼり、交通装置の対象範囲を次のように限定した。

(1) 恒久的に船に取りつけられる交通装置のみを取扱い、工事用または仮設的交通装置は対象外とする。

(2) 船の種類

日本で最も多く造られている次の種類に限定した。

タンカー

ばら積貨物船

一般貨物船（自動車運搬船も含む）

(3) 区画

次の区画を対象とした。

荷油槽

バラストタンク

貨物倉

二重底（パイプトンネルを含む）

上甲板上歩路

ポンプ室

ボースンストア及び舵取機室

尚、機関室は対象区画に含まないこととした。

(4) 規則、基準等

2015年3月時点に発効している規則、基準等によった。

第2章 交通装置の必要性

船内交通装置の目的は下記の通りである。

1. 建造中の交通
 - (1) 船殻の溶接作業、検査
 - (2) 艀装品の取付け、検査
2. 竣工後の交通
 - (1) 艀装品の操作
 - (2) 艀装品の点検、修理
 - (3) 船殻部材の点検、修理
 - (4) 清掃及び塗装
3. 安全及び災害防止
4. 船倉内の荷役作業及び積荷の点検
5. 物の運搬

上記の取付け、点検、修理、荷役の各作業および災害防止等の各機能は相互に関連を持ちながらそれぞれに差異があるため、交通装置の要否、規模、手段等を考える場合には混同のないように目的を十分に吟味して決める必要がある。

1 項の建造中の溶接作業、取付けのために、大部分は仮足場が使用されるのが普通であるが、場合によっては固定足場あるいは移動台車式足場が使われることもある。

艀装品は大型ユニットに組まれるのが普通であり、艀装品の搬出入はクレーン等が使用される。したがって船内作業はユニットとユニットの接続作業に集中するので、作業者のみが近づき得る交通装置であれば良いと考えられる。

その場合、船殻部材を利用して作業が行われることが多く、固定足場を設けることはまれである。

2 項の艀装品の操作のためには、その艀装品の近くで安定した姿勢で操作できるスペースが必要である。艀装品の点検のためには、単に側に近づければ良い。修理を行なうためには、修理または取替えようとする艀装品本体または各部品、道具の搬出入が容易にできるように通路などの幅、高さ、通過可能なスペース、通路の強度などを考慮して、交通装置を設計しなければならない。

竣工後の船殻部材の通常の点検のためには、目視できる程度に近づけるのみで良いと考えられる。船級協会規則で要求される船殻部材の精密検査に関しては、検査部に手が届くまで近づけ安全かつ十分な検査ができるようにする必要がある。その手段として船級協会規則では永久足場の外に、仮設足場、リフト、可動式プラットフォーム、ゴムボート等の方法を認めているが、いずれの方法にしる、精密検査を受ける前に検査官の承諾を得るよう規定している。

また、清掃及び塗装のためには、他の目的のために設けられた交通装置を利用することにより、その用を達することが多いので、特殊な場合（例えばドジャー、ブリッジフロント等のペイントステージ）を除き、特別に交通装置を設ける必要はない。

3 項の安全及び災害防止のために、建造中は、作業者の墜落防止を主体に考え、水平ゲルガーダーに手摺を設けたり、軽目穴塞ぎを行なったりするが、竣工後は、乗組員が波にさらわれたりしないように、暴露甲板に有効なガードレール、保護索、ウォークウェイ等を設けることが必要となる。

4 項の荷役作業は船の生命ともいえるべきものであるから、荷役作業のための交通がスムーズに行なえるように、人間工学的に考えて、十分なスペースのアクセストラックや渡り梯子等を設ける必要がある。

特に荷役作業に際しては、付随して、種々の機器を使用したり、物を運搬したりするので、これらの関連を十分に考慮して交通装置を設計しなければならない。

一般貨物船の場合は積荷の点検が重要である。航海中に荷くずれがないか、水が入っていないか等を時に点検する必要がある、そのための交通装置として、アクセストラック等が必要になる。

5 項の物の運搬は上記 1～4 項に関連するものであるが、特にポンプ室内の機器または部品の搬出入のためポンプ室エントランス上部にハッチを設け、その直下のスペースを上甲板からボトムフロアまでクリアにしておく等の配慮が必要である。

また、上甲板における物の運搬には手押車が使われることが多いので、パイプ類の乗越しにスロープウェイを設ける等の考慮を払う必要がある。

第3章 交通装置

アクセスの方法としては一般に次のようなものを使用される。

1. 傾斜梯子
2. スパイラルラダー
3. 垂直梯子
4. ステップ
5. グリップ
6. 滑り止め
7. グレーチング、プラットフォーム、及びハンドレール
8. ハッチ
9. マンホール
10. バックガード
11. ディープタンク点検用ゴムボート
12. ホールド点検用ポータブル梯子
13. 負傷者吊揚装置

3.1 傾斜梯子

交通装置における昇降手段としては最も代表的なものであり、使用頻度の高い個所、昇降距離の高いものに特に適している。

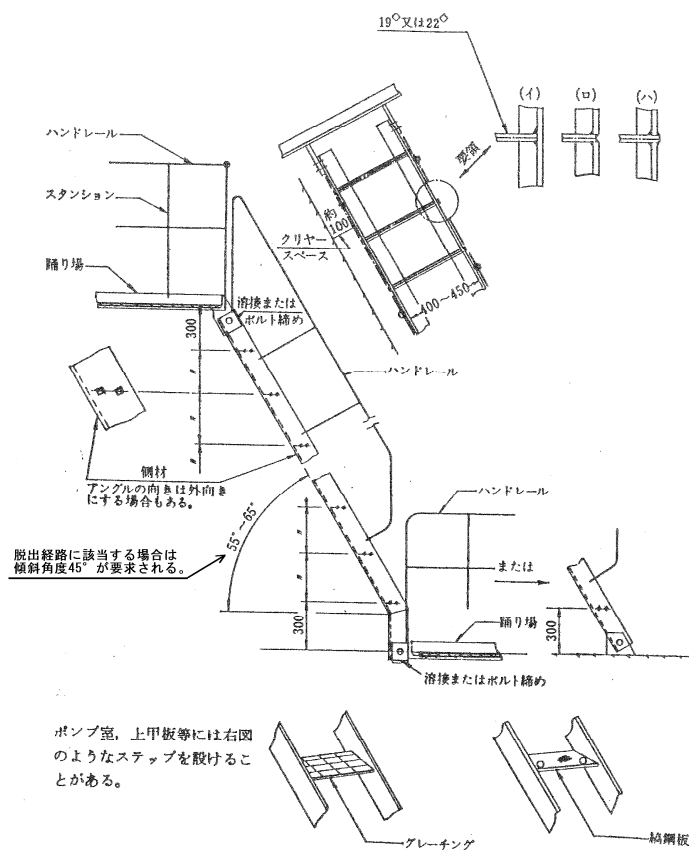


図 3.1 傾斜梯子

固定点検設備(PMA)として使用する場合、図 3.2 の傾斜梯子を標準とする。
 障害物が無いよう、クリア高さを梯子傾斜表面から垂直に 750mm(開口部分は垂直に 600mm)、
 クリア幅を 600mm とすること。

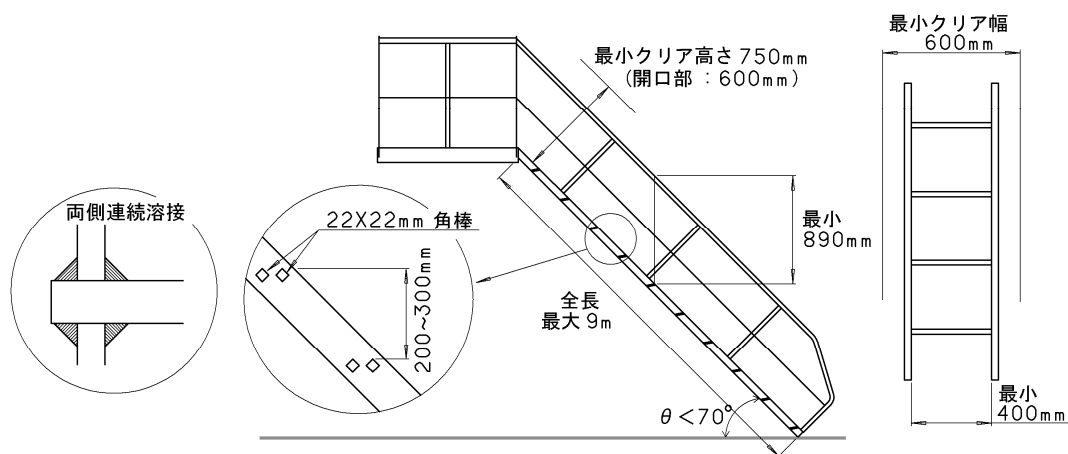


図 3.2 固定点検設備(PMA)としての傾斜梯子

3.2 スパイラルラダー

交通装置における昇降手段としては、傾斜梯子と同様使用頻度の高い個所、昇降距離の高いものに適しており、一般に傾斜梯子の代用として適用される。

3.3 垂直梯子

交通装置における昇降手段としては傾斜梯子と同様代表的なものであるが、安全の面から見た場合傾斜梯子に比べて劣り、使用に際してはこの点を十分に考慮する必要がある。

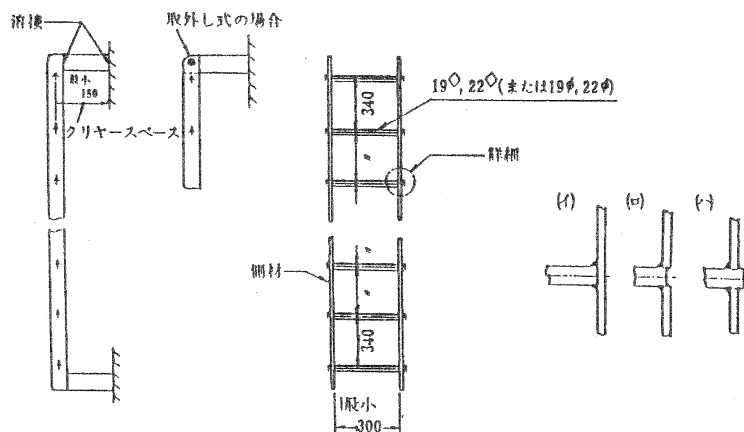


図 3.3 垂直梯子

固定点検設備(PMA)として使用する場合、図3.4の垂直梯子を標準とする。
 障害物が無いよう、クリア高さを梯子表面から垂直に600mm、クリア幅を600mmとすること。

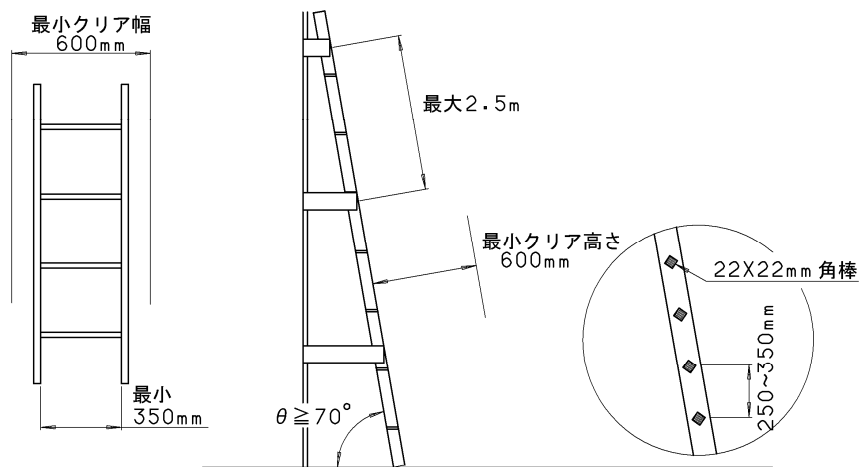


図3.4 固定点検設備(PMA)としての垂直梯子

3.4 ステップ

交通手段として最も広範囲に使用されているものである。段数が少ない場合は問題ないが、多数使用しなければならない場合は、できるだけ垂直梯子を使用するのが良い。

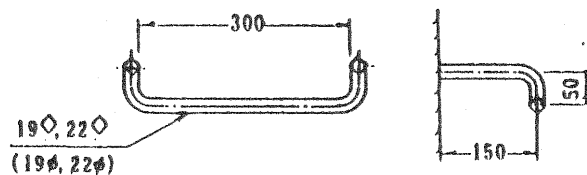


図3.5 ステップ

3.5 グリップ

垂直梯子、ステップ等によりボトムトランス、センターガーダー等乗り越える場合、交通性を確実かつ安全にするために設ける。

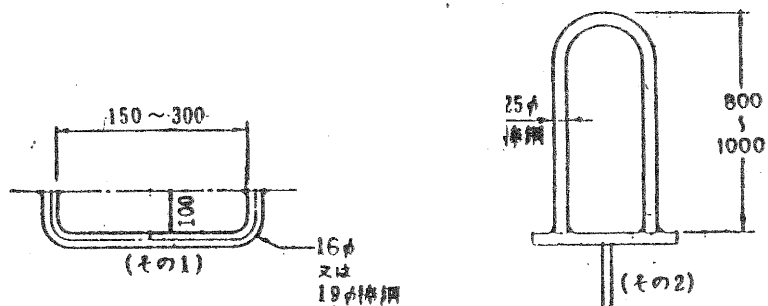


図3.6 グリップ

3.6 滑り止め

交通路が傾斜しており、かつ、ステップをつけることが困難な場合、交通困難にならないように滑り止めを設けることがある。

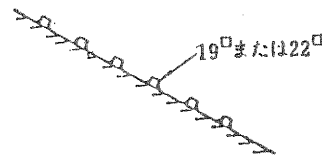


図 3.7 滑り止めの使用例

3.7 グレーチング、プラットフォーム、及びハンドレール

交通装置での昇降は梯子、ステップ等を使用するが、平面的な交通装置としては、主としてグレーチングを使用する。傾斜梯子、グレーチング及び船殻部材を利用する通路には、安全を期すために固定のハンドレールを設ける必要がある。

また、船首タンク等の船殻部材に見られる水平ガードの軽目穴に対しては、危険防止上一般にグレーチングで塞ぐか、またはその周囲にハンドレールを設ける。

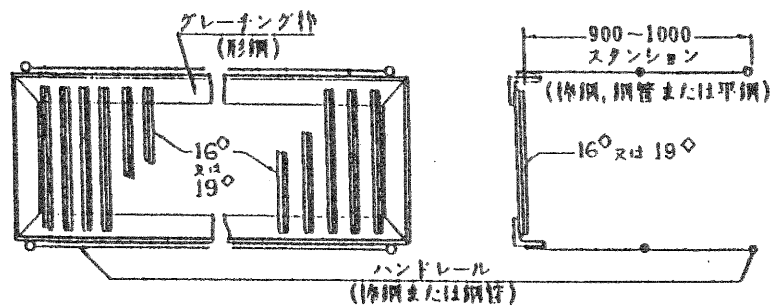


図 3.8 グレーチング及びハンドレール構造例

固定点検設備 (PMA) として使用する場合、図 3.9 のハンドレールを標準とする。

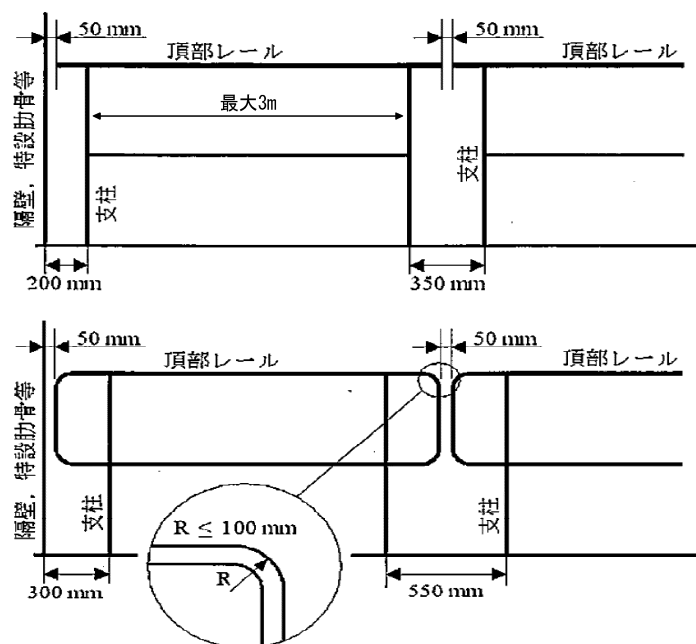


図 3.9 固定点検設備 (PMA) としてのハンドレール

3.8 ハッチ

すべてのタンク、ホールド、ボイドスペース等には人の出入り、荷役以外の物の出し入れのためにハッチが設けられているが、取付場所により種々型式、構造が異なる。

3.9 マンホール

マンホールはハッチと同様に人の出入りのために設けられるが、取付場所により種々型式、構造が異なる。

固定点検設備(PMA)として使用する場合、図 3.10 及び図 3.11 の開口寸法を標準とする。

水平面の開口寸法は自蔵式呼吸具と保護装具を着用した者の昇降及び、負傷者の搬出を可能とするために SOLAS で要求される縦 600mm×横 600mm (角取り半径 R: 最大 100mm) 以上とする。(垂直面の開口寸法は縦 800mm×横 600mm 長円 (角取り半径 R: 最大 300mm) が通常採用される)

垂直面の開口寸法は、高さ 800mm×幅 600mm (角取り半径: 最大 300mm) 以上とする。歩行面から交通穴の下端までの高さが 600mm を超える場合は、交通穴の前後にステップ及び、ハンドルを設ける。また、図 3.12 の様な、通常とは異なる形状の開口を設けてもよい。

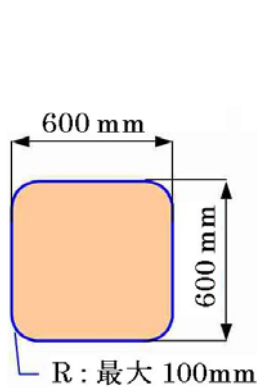


図 3.10 開口寸法 (水平面)

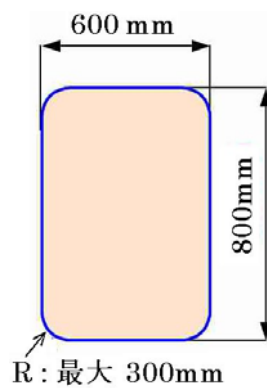


図 3.11 開口寸法 (垂直面)

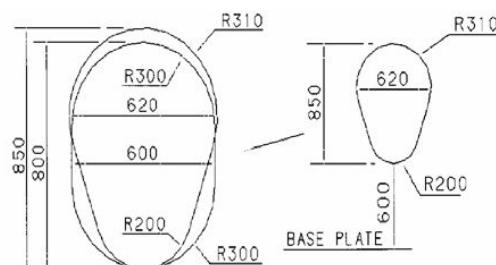
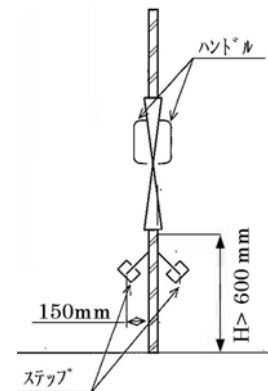


図 3.12 特殊な開口形状 (垂直面)

3.10 バックガード

バックガードは垂直梯子の昇降を、より安全とするために設けるものである。但し、その梯子の取付場所、使用目的等により要否が決定される。

3.11 ディープタンク点検用ゴムボート

ゴムボートは、大型船におけるディープタンクの内部点検を、容易にかつ安全に行なうために使用される。

ボートは耐海水または耐油性の高い合成ゴムを主材とし、浮体の浮力を空気によって保持成形するもので、未使用時には小さく折りたたみ格納することができる。

ゴムボートをタンク内で使用する場合は、格納した状態でハッチまたはマンホールから挿入後、空気注入により成形される。

3.12 ホールド点検用ポータブル梯子

大型撒積貨物船の倉内肋骨の下端の点検用にポータブル梯子を使用しても良い。安全に梯子を固定できるよう梯子のフックをかけるための横棒を横肋骨間に設ける等の配慮が必要である。

3.13 負傷者吊揚装置

タンク及び貨物倉内からの負傷者の搬出設備として、手動操作のポータブルダビット及び担架を備えることが推奨されている。また、SOLASにおいて、タンカーの貨物区域内での負傷者の搬出の為のハッチ開口寸法を縦 600mm×横 600mm 以上とすること、及び、負傷者搬出のためのハッチはタンク底から引き上げられるよう配置することが規定されているため、負傷者吊揚装置を備えることを標準とする。

第4章 交通装置の適用指針

4.1 ダブルハルトンカーにおける交通装置の適用指針

第4章における交通装置は<SOLAS II-1/3-6>に基づく固定点検設備の要件を踏まえたものである。実際に設計する際は、本指針とともに各船級のガイダンスを参照のこと。

4.1.1 カーゴタンク（含、スロップタンク）

4.1.1.1 カーゴタンク部上甲板交通装置

1区画につきオイルタイトハッチ又はマンホールをカーゴタンクの前後端に少なくとも2ヶ所配置する。通常、オイルタイトハッチをタンクの船尾側に、マンホールをオイルタイトハッチの位置と対角の船首側に配置することが望ましい。

またタンクが制水隔壁により2区画になる場合でも、上記同様アクセスは2ヶ所とする。タンク長さ35m未満の場合（スロップタンク等）、アクセスハッチ又はマンホールを少なくとも1ヶ所配置する。

4.1.1.2 上甲板とタンクボトム間の交通装置

(1) タンク高さ方向の交通

(a) 上甲板からの交通装置は垂直梯子とし、上甲板支持構造の下面から2.5m~3.0mの間に設置される踊り場に接続する。ただし横置隔壁の防撓材が取付けられる面の甲板から下方1.6m~3.0mの位置に固定点検設備を設置する場合はこれに接続する。

(b) 上記の踊り場又は固定点検設備からタンクボトム間は、4.1.1.1項における2系統のアクセスのうち、少なくとも1系統は傾斜梯子群とする。傾斜梯子及び垂直梯子は垂直距離6mを超えない間隔で踊り場を設置する。水平ゲルダを踊り場として利用する場合、垂直距離を最大6.6mまでとすることができる。

(2) タンク長さ方向及び幅方向の交通

(a) タンクの両舷に船長方向に連続した固定点検設備を甲板の下方1.6m~3mの高さに、もう一方は1.6m~6mの高さに設置する。縦置隔壁の防撓材が取付けられる面においては、船長方向に連続した固定点検設備を極力水平ゲルダの位置に合わせて設ける。

(b) 船長方向の交通用として各トランスウェブに開口を設ける。

4.1.1.3 タンクボトム 交通装置

ダブルハルトンカーの場合カーゴタンクボトムは通常平らで特に交通装置は設けない。但し、制水隔壁がある場合は交通穴を設ける。

4.1.2 バラストタンク

4.1.2.1 バラストタンク部上甲板交通装置

バラストタンクの長さが 35m 以上の場合、1 区画につきアクセスハッチ又はマンホールを少なくとも 2ヶ所できる限り長さ方向に離して配置する。

4.1.2.2 上甲板とビルジホップ間の交通装置

タンク幅が 5m 以上の場合は 4.1.1.2 項に準ずる。

ここではタンク幅が 5m 未満の場合について記載する。

(1) タンク高さ方向の交通

(a) 上甲板から次の踊り場までは垂直梯子とし、上甲板支持構造の下面から 2.5m～3m の間に設置される踊り場に接続するものとする。ただし、最上部サイドストリンガーから上甲板の垂直距離が 6m 以上の場合は、上甲板から下方 1.6m から 3m の高さに船長方向に連続して設置される固定点検設備に接続するものとする。

(b) 固定点検設備を垂直距離 6m 間隔で設ける必要があるが、通常サイドストリンガーを利用する。このサイドストリンガーを水平ガルダーの位置と整合させる場合、最大 6.6m の間隔とすることができる。

固定点検設備間は 4.1.2.1 項における 2 系統の交通手段のうち、少なくとも 1 系統は傾斜梯子群とする。通常、オイルタイトハッチ側のアクセスに傾斜梯子を設置し、マンホール側のアクセスに垂直梯子を設置する。ただし、幅が 2.5m 未満の区画については垂直梯子群とすることができる。

(2) タンク長さ方向の交通

船長方向の交通用として各トランスウェブに開口を設ける。サイドストリンガーに開口がある場合は、落下防止用としてハンドレール／ガードバーを設ける。

4.1.2.3 ビルジホップ部の交通装置

(1) タンク底部からビルジホップ斜板と縦通隔壁の交差部の上部ナックル点までの垂直距離が 6m 以上である場合、以下の (a) 又は (b) にならば、船長方向に交通する為の固定点検設備を設ける。

(a) ビルジホップの頂部から下方 1.6m から 3.0m の高さに設ける

(b) トランスリングの開口の上部から 1.2m 以上下方の位置に設ける。

(2) タンク底部から上部ナックル点までの垂直距離が 6m 以下である場合、固定点検設備に代えて、可搬式の点検設備を使用することができる。この代替点検設備の運用を容易にするため、各サイドストリンガーに十分な開口を一直線に設ける。

4.1.2.4 タンクボトム交通装置

- (1) 船長方向の交通（船底部の交通）は、原則として船長方向にガーダーで区切られた区画毎に限定した主通路を設ける。
- (2) 船幅方向の交通は、主縦通路を結ぶ船幅方向の通路として各フロアのサイドガーダーに交通穴を設ける。
- (3) 主通路の交通は船底を歩くものとしてグレーチングは設けず、フロアプレート、サイドガーダーに“4.1.2.2-(2)”の交通穴を設ける。原則として交通穴の下端までの高さは600mm未満とする。

4.1.2.5 ダブルハルバラストタンク以外のバラストタンク

F.P.タンクやA.P.タンクへのアクセスは、少なくとも1ヶ所/区画とし、F.P.タンクは開放甲板から直接行うものとする。高さ6m以上のF.P.タンクにおいて、上甲板から水平なガーダー、水平なガーダー間、水平なガーダーからタンクボトムの垂直距離が6m以上の場合、“4.1.2.2-(1), -(2)”に準ずる。

4.1.3 燃料油タンク

燃料油タンクが貨物タンクに隣接する場合は4.1.2項に準ずる。

それ以外（機関室付近等）にある場合、タンク1区画に1ヶ所のマンホールを設ける。

4.1.4 ポンプ室

タンカー、鉱石兼油槽船または撒積貨物兼油槽船など、荷油を輸送する船にはその荷役のためにポンプ室が設けられている。ポンプ室は貨物区画容積を大きくとるため、可能な限り小区画にまとめられる。

4.1.4.1 物の出し入れのためのクリアスペース

ポンプ室内の補機、機器などの修理、取替時に必要なものであり、一般にクリアスペースの大きさ、クリアスペースの配置を考慮して設ける。

4.1.4.2 エントランスハウス内交通装置

一般に、エントランスハウスの左又は右壁には、上甲板暴露部との交通のために風雨密扉が設けられ、船底部への昇降装置（傾斜梯子および中間踊り場）へ容易に進めるよう、少なくとも600mmの幅を確保する。

エントランスハウスの風雨密扉の敷居高さは、位置Ⅰ (Position 1)では600mm以上、位置Ⅱ (Position 2)では380mm以上が要求されることから、必要に応じて敷居の内外にステップを設け、交通を容易にする。

但し、位置Ⅰであっても、エントランスハウス頂部に出入り口を備える場合は、敷居高さを380mm以上として差し支えない。

4.1.4.3 ポンプ室中段部の交通装置

上甲板からポンプ室床板までの交通装置をいう。一般には傾斜梯子と踊り場の組合わせによりなり立っている。大型船になれば稀にエレベーターを設ける場合もある。

4.1.4.4 二重底区画への交通

ポンプ室からダクトキール及びパイプトンネルへ交通する場合は水密ハッチまたは水密扉としなければならない。水密扉とする場合、船橋からの操作に加えて主ポンプルーム入り口の外側から手動にて操作できるものとする。

4.1.5 ボースンストア／操舵機室

ボースンストア／操舵機室の交通は暴露上甲板から直接出入りする為、エントランスに風雨密ドアまたは水密ドアを装備し、傾斜梯子にて昇降を行う。

操舵機室から非常用消火ポンプスペースへの交通は、区画サイズ及びポンプモーター搬出スペースを考慮したうえで、垂直梯子又は傾斜梯子を設ける。

4.2 ばら積み貨物船における交通装置の適用指針

4.2.1 カーゴホールド

4.2.1.1 上甲板上ハッチの装備指針

風雨密の小型ハッチとし、ホールドの長さに関係なく、ホールドの前後部に各1組（計2組）を原則として対角線上に設置する。

4.2.1.2 上甲板とホールドボトム間の交通装置

- (1) 昇降梯子はホールドの前後部にスパイラルラダー（又は傾斜梯子）及び垂直梯子を各1組、計2組装備する。
- (2) 踊り場は、垂直昇降距離が9mを越える場合には、ホールド下部から最大9mの高さ毎に踊り場を設ける。

4.2.2 二重底タンク

4.2.2.1 二重底タンク内の交通

- (1) 縦方向の交通（船底部の交通）は、原則として船の縦方向にガーダーで区切られた区画毎に限定した主通路を設ける。
- (2) 横方向の交通は、主縦通路を結ぶ横方向の通路として、各フロアのサイドガーダーに交通穴を設ける。
- (3) 交通穴は、主通路交通は船底を歩くものとしてグレーチングは設けず、フロアやサイドガーダーに交通穴を設け、交通穴の前後は、交通穴の高さが600mmを越える場合に、ステップが必要及び必要に応じてグリップを上部又はサイドに設ける。

4.2.2.2 二重底タンク上マンホールの装備指針

- (1) マンホールの型式は、水密または油密のマンホールとする。
- (2) 装備数量はタンクの大きさおよび種類に関係なく、原則として2ヶ所/タンクとする。位置はタンクの前部に1ヶ所、後部に1ヶ所とする。マンホールはローワースツール内に1組、カーゴホールド内に1組、計2組又はスツール内に各1組装備する。

4.2.2.3 二重底タンク内昇降装置

昇降装置の種類は垂直梯子またはステップとする。

4.2.3 その他の区画

下記の区画に対する交通装置は、マンホールを設置し垂直梯子またはステップを設けるものとする。また、垂直梯子やステップはガーダー、サイドストリンガー等船殻部材を踊り場として利用する様に配置し、原則として中間に踊り場を設けないものとする。

(トップサイドタンク、コッフアダム、ダブルハル部タンク、ボイドスペース、等)

バラストタンク、燃料油タンク、ボースンストア／操舵機室については、本章 4.1 項参照のこと。

4.2.4 ばら積み貨物船の固定点検設備

ばら積み貨物船の各区画への固定点検設備は以下の要領で配置すること。

4.2.4.1 貨物倉

- (1) ホールドフレームの点検の為、垂直梯子を設置すること。その際、ホールドフレームの総数の25%を点検可能な配置とすること。
- (2) 上甲板クロスデッキ裏の点検の為、上甲板から下方に1.3m～3mの高さに、船幅方向に交通可能な固定点検設備を設置すること。尚、二重底頂板から上甲板までの垂直距離が17m以下の場合、固定点検設備に代えて移動式の点検設備（高所作業車等）を使用しても良い。

4.2.4.2 バラストタンク

- (1) トップサイドタンクの上甲板裏の点検の為、上甲板から下方に1.6m～3.0mの高さに、船長方向に交通可能な固定点検設備を設置すること。尚、上甲板からタンク底部までの垂直距離が6m未満の場合、固定点検設備に代えて可搬式梯子を使用しても良い。
- (2) ビルジホッパータンクの二重底裏の点検の為、トランスリングの開口の上部から下方に1.2m以上の高さに、船長方向に交通可能な固定点検設備を設置すること。尚、ビルジホッパータンクトップからタンク底部までの垂直距離が6m未満の場合、固定点検設備に代えて可搬式梯子を使用しても良い。

4.2.4.3 船首タンク

船首タンクの高さが6m 以上の場合、内部構造点検の為に6m を超えない高さで点検設備を設けること。水平桁の間隔が6m 以上の場合、船級協会が認める代替設備を設けなければならない。その際、代替設備を固定する手段(梯子の上部を固定するフック等)を恒久的に取り付けること。

4.3 一般貨物船における交通装置の適用指針

4.3.1 貨物倉内

4.3.1.1 上甲板～貨物倉の交通装置

上甲板から貨物倉への出入口の設け方には一般に二つの方法がある。

その一つは上甲板暴露部から直接出入する方法で、もう一つはウインチプラットホーム下部あるいはコンパニオン等を設けて、そこから出入する方法である。

- (1) 暴露部から出入する場合は風雨密小型ハッチを設ける。風雨密ハッチは600mm×600mm (甲板開口寸法) とし、型式は角型ヒンジ式蝶ナット締めを標準とする。

ウインチプラットホーム下部あるいはコンパニオンから出入する場合は、その隔壁の出入口扉がルールを満足した扉であれば、非風雨密ハッチで差支えない。

配置および数については、原則として1つの貨物倉につき2ヶ所とし、船首部に1ヶ所、船尾部対称位置に1ヶ所とする。

- (2) 貨物倉への昇降梯子は鋼製垂直梯子とし、前記(1)の小型ハッチの下に各1ヶ所ずつ装備するものとする。

- (3) 風雨密小型ハッチと垂直梯子の関係位置については、JSDS-11「人間工学による船装設計基準」によるものとする。

カーゴホールドまたはディーブタンク内垂直梯子の許容長さは9 m を標準とし、それを越える場合は、中間に休憩用プラットホーム を設ける。

- (4) 中甲板昇降口は原則として600mm×600mm の非風雨密ハッチまたはグレーチングとする。配置は上甲板の風雨密小型ハッチからストレートに設ける場合と、左右に多少シフトさせて設ける場合がある。

- (5) 中甲板昇降口は荷役中(非風雨密小型ハッチ解放時)の転落防止用として、保護措置を講ずるものとする。但し、グレーチングの場合は不要とする。

4.3.2 二重底タンク

一般貨物船では撒積貨物船と比較して、二重底内が狭く、特に高さが低いので人が立って歩くことは困難である。しかし、工事用、パイプ等の点検、構造物の点検等のため、すべての区画に 行けるようにする必要がある。

前後方向の交通としては、ソリッドフロアに長円または丸型の交通穴を設け、船底を歩くものとする。横方向の交通も、前後方向と同様、サイドガーダーに長円または丸型の交通穴を設け、ボトムロンジをまたいで歩くものとする。

交通穴は長円の場合 600mm×400mm、丸型の場合 450φを最小寸法とする。船底から交通穴下端までの高さは 600mm 以内となるので、ステップ、グリップ等は設けない。

4.3.3 その他の区画

バラストタンク、燃料油タンク、ボースンストア／操舵機室については、本章 4.1 項参照のこと。

4.4 上甲板上歩路の適用指針

4.4.1 適用範囲

この基準は、国際航海に従事する一般的な貨物船（含、タンカー）に適用し、船尾部と中央部および船首部の作業場所間の、船員の交通の保護のためのギャングウェイ、ウォークウェイ、およびライフライン（以下、歩路）の装備について規定する。

4.4.2 歩路の装備標準

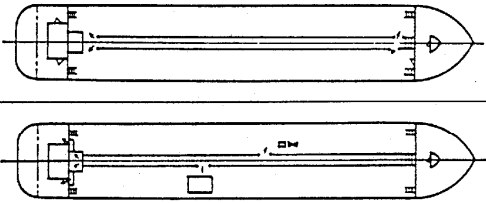
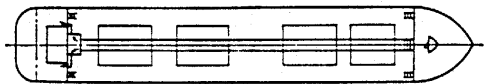
歩路の装備については、1966年国際満載喫水線条約の第25規則および第26規則に基づき、国際船級協会連合（IACS）が、船の種類と乾舷高さにより、装備位置、構造、手摺の条数および間隔等を各々規定している。


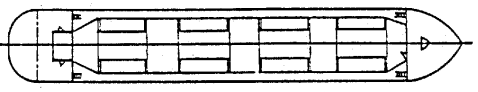
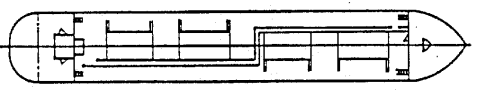
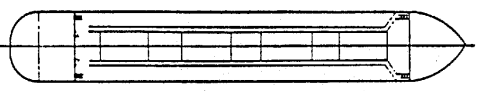
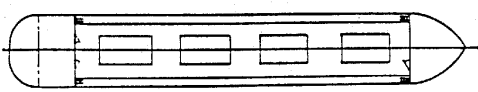
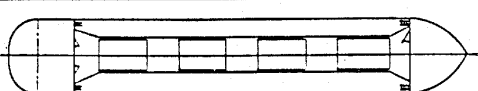
また、タンカー（含、ガス運搬船、ケミカルタンカー）の場合、海上安全委員会 MSC62(67)において採択された船首部への安全通路のための指針を基本として、主管庁により承認を得なければならない。

4.4.3 歩路の装備範囲

歩路の装備範囲を表 4.4.1 に示す。

表 4.4.1 歩路の装備範囲

カバーの種類	歩路の装備範囲
カバー無し (A型船舶)	
サイドローリング (両開) (片開) エンドローリング	

サイドローリング (両開) (片開) エンドローリング	
サイドローリング (両開)	
サイドローリング (片開)	
エンドローリング	
同 上	
同 上	

備考 符号説明



ギャングウェイおよび
ワークウェイ



ライフライン



梯子



ハンドレール切開き部分



扉

4.4.3.1 避難場所

歩路全長距離が 70m を越える場合は、45m 以内に避難場所を設けること。

4.4.3.2 滑り止め

IACS には、ギャングウェイを装備する場合、その床面に対して滑り止めの規定あり。その他の船舶についても、実績より、ギャングウェイの床面は縞鋼板またはオープングレーチング等の敷板を装備すること。

4.4.3.3 歩路の装備範囲についての注意事項

- (1) ウォークウェイおよびライフラインの前後端は、それぞれ居住区およびボースストアの出入口扉または船楼甲板への昇降梯子の近くまで導設すること。
- (2) 歩路はすべて、パイプや甲板上の障害物を、安全で適切な方法で交差できること。
- (3) エンドローリング型のハッチコーミングに沿ってライフラインを装備する時は、そのコーミング高さは最少 600mm とする。

4.4.4 歩路の詳細

歩路の手摺の詳細を表 4.4.2 に示す。

表 4.4.4 歩路の詳細

適用	ギャングウェイおよびウォークウェイ		ライフライン	
条数	3	2	1	
高さおよび間隔				
歩路の幅				

第5章 船内交通装置に関するルール

本章は SOLAS、IACS、ILO、商船船員災害防止規定、船舶設備規程、NIS、豪州規則、米国港湾労働安全規則、の各要件をまとめたものである。本報告書での記載は割愛する。

第6章 交通装置のリスク分析

6.1 概要

以下に示す交通装置のリスク分析を行い、現状リスクとその程度を把握するとともに、リスクを減少させるための対策について検討する。また、得られた結果と交通装置関連の事故によるリスクと比較し検証する。

1. 傾斜梯子
2. スパイラルラダー
3. 垂直梯子
4. ステップ
5. グリップ
6. 滑り止め
7. グレーチング、プラットフォームおよびハンドレール
8. ハッチ
9. マンホール
10. バックガード
11. ディープタンク点検用ゴムボート
12. ホールド点検用ポータブル梯子
13. 負傷者吊揚装置

6.2 リスク分析方法

6.2.1 リスク分析およびリスク評価について

リスクとは、被害をもたらす意図しない事態が偶然に生じた場合、その事態の発生頻度と、事態が生じた場合の被害との積の概念である。被害として、通常、人命損失、環境汚染、財産の損失を考慮する。

被害が人命損失の場合、リスクの表現方法として、個人リスク、社会リスク(PLL: Potential Loss of Lives, FN(Frequency vs. Number of Fatalities)線図)がある。個人リスクとは、ある個人が対象施設のいずれかに存在する場合に死亡する頻度のことを言う。

原子力施設や化学プラントでは、個人リスクが通常用いられる。個人リスクは対象施設内の場所により異なる。PLL とは、対象施設における年当たりの死者数のことを言う。

ある船舶で、1年に死亡した乗組員が3人であればその船のPLLは3[人/隻年]である。PLLは、事故の発生頻度と事故1件当たりの死者数の積であるため、100人の死者を出す事故が10年に1回発生する場合、1人の死者を出す事故が毎年10件発生する場合と同じ値となる。

しかし、社会は、前者の事故の方を後者より重く見る。この見方を反映するリスク表現方法としてFN線図がある。FN線図の横軸は死者数、縦軸は、ある死者数以上の事故が発生する頻度、すなわち超過頻度である。

リスク分析あるいはリスク解析とは、対象施設の個人リスク、社会リスクを推定することを言う。また、リスク評価とは、リスク解析に加えて、得られたリスクを許容基準と比較してリスクの程度を評価するとともに、リスクを管理あるいは削減するための安全対策を検討する過程を含む。

リスク管理のためには、事故の発生頻度を下げる方策を考慮する、事故時の影響を小さくする方策を考慮する、あるいは両者を考慮することを行う。

図 6.2.1 は、これらを明示したリスク評価の過程を示している。この図は、Rao V. Kolluru による Risk Assessment and Management handbook For Environmental, Health, and Safety Professionals の訳本に出ていた図であり、リスク評価の解説書には同様の図が記載されている場合が多い。

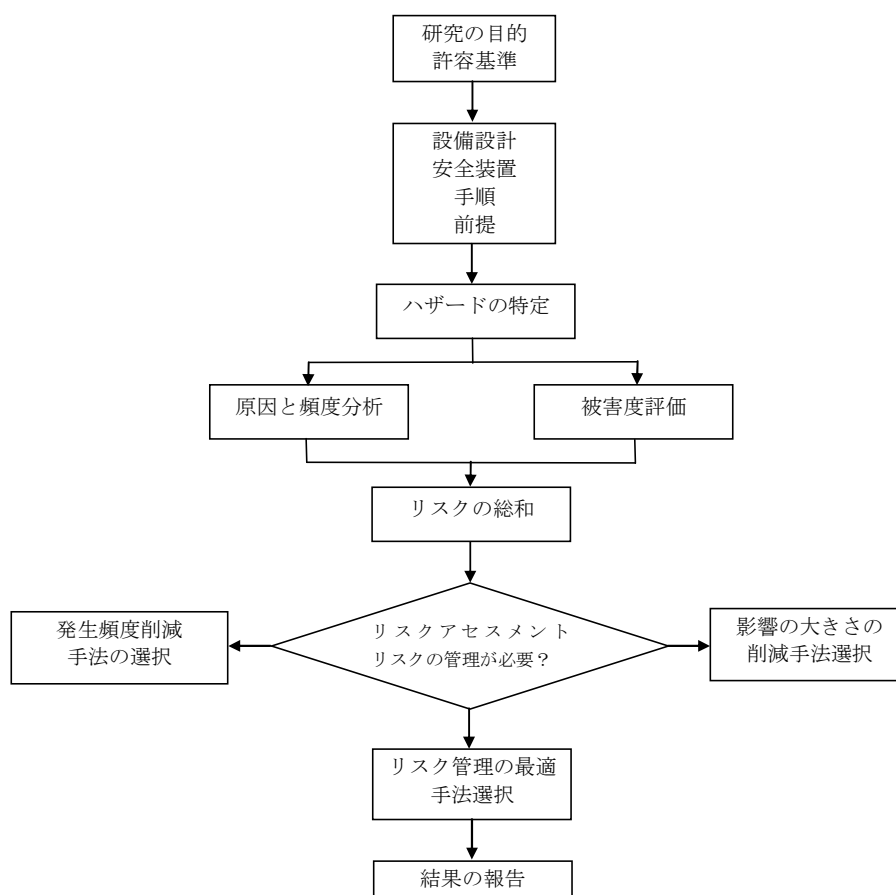


図 6.2.1 リスク評価の全体過程

リスク許容基準とは、社会が許容するリスクの範囲を言う。それは個人リスクの上限と下限、および FN 線図の上限線と下限線で挟まれた領域のことを言い、これを ALARP (As Low As Reasonably Possible: 実行可能な範囲内で最低) 領域という。

この領域が意味するところは、ある評価対象のリスクが ALARP であれば、すなわち、現状の技術で達成可能な程度に低ければ、社会はそのリスクを許容する、ということである。

これは、現状リスクが ALARP であれば可能な限り継続的にリスク低減を図るために安全対策を考慮すべきであり、そのようにしていれば社会はそのリスクの存在を許容するとみなしていることを意味する。

リスク分析では、その出力である対象施設の個人リスクと社会リスクを推定するために、イベントツリーやフォールトツリー、あるいはベイジアン・ネットワーク等のリスクモデルを作成し、リスクを定量化する。

図 6.2.1 にあるように、通常リスクモデルを作成する前に、被害をもたらす、どのような危険(ハザード:Hazard)があるかを関係者や専門家により案出する過程がある。それを HAZID (Hazard Identification) と言う。HAZID では、ハザードの発生頻度やハザードが発生する際の被害を粗く見積もることが行われる。また、安全対策も簡易に考慮される。

HAZID で見積もるハザードの発生頻度を Frequency Index (FI)、被害の程度を Severity Index (SI) と呼び、それらの和を Risk Index (RI) と呼ぶ。FI および SI として 10 の指数を用いる。たとえば、10 年に 1 回のハザードの FI は -1 となる。しかし、FI, SI のそれぞれにある値を加えて、正の値とすることが行われる場合がある。

IMO (International Maritime Organization: 国際海事機関) で基準審議で使用されている、安全対策の強制化の合理性を評価するツールである FSA (Formal Safety Assessment) では、リスク評価と費用対効果がその主要な手続きであるが、その第一段階として実行する HAZID では、発生頻度の常用対数に 6 を加えて FI とし、1 事故当たりの死者数の常用対数に 3 を加えて SI とすることが提案されている。

この章で用いるリスク評価関連の用語を下記に定義する。

- ① ハザード：起因事象を生じさせる状況 (ex. 通路 or 階段を歩行する。通路 or 階段を歩行すると、滑る、失神する等、放置すると事故に至る状況、すなわち起因事象が発生する可能性がある状況としてハザードと言う語を定義する)
- ② 起因事象：放置すると事故および災害に繋がるイベント (ex. 滑る、そのまま進行すると頭部を打撲する状況でそのまま歩行する)
- ③ 事故：災害をもたらす可能性のある、短時間に生じる現象 (ex. 転倒、落下)
- ④ 災害：人間に被害を与える状況 (体の一部に耐えうる以上の力が加わる、ex. 打撲；体が許容量以上の放射線に暴露される、火災で有害ガスに吸い込む etc.)
- ⑤ 結果：人間の負傷 or 死亡 (死亡、重傷、軽傷)

6.2.2 実施した方法

ここでは HAZID およびその結果の解析のみ行った。

まず、造船設計部会の各委員に各種交通装置のリスクに関するアンケートを実施し、回答していただく。次に、得られた回答を分析することにより、交通装置毎の個人リスクを求めるとともに、ハザード→起因事象→事故→結果というシーケンスの進展を防止する対策とその効果の見積も各委員に回答いただいたので、それらの対策につき考察を加える。なお、諸確率等の減少比率も回答いただいたが、以下、同比率を改善比と呼ぶことにする。ある対策により、起因事象発生確率あるいは事故発生確率が減少する場合、当初の確率にその対策の改善比を乗じることにより、対策実施後のそれらの確率を得ることができる。

また、リスクマトリクスを作成して、各種交通装置のハザードの重要性のランク付けを行う。また、傾斜梯子歩行というハザードに関して、そのリスクの低減のための対策の有効性をベイジアン・ネットワークを用いて定量的に解析する。

6.3 解析結果

本項は各種交通装置に対するリスク解析結果をまとめたものである。
本報告書での記載は割愛する。

6.4 リスクマトリクス

解析結果の FI, SI, RI より作成したリスクマトリクスを表 6.4.1 に示す。

FI, SI および RI は下記を意味する。リスク評価の最初の段階では 10 の対数、すなわち桁でリスクを評価し、重要なハザードをスクリーニングするためにこのような指標値を使用するが多い。

$$FI(\text{Frequency Index}) = \log_{10}(\text{Frequency}) + 6$$

$$SI(\text{Severity Index}) = \log_{10}(\text{Severity}) + 3$$

$$RI(\text{Risk Index}) = FI + SI$$

リスクマトリクスは本来、ある対象の事故のリスクの大きさを直感的に示し、詳細なリスク解析が必要なハザードをスクリーニングするために用いるものである。船舶の事故と異なり、個人の場合は、事故時の死者は 1 以上とはならないため、厳密には個人の事故で FSA ガイドラインで説明されているリスクマトリクスを使用することは合理的でないが、船舶の事故でも 1 事故当たりの死者数を乗船者数で除することにより個人リスクに変換できるため、個人リスクが先に求められる場合、何らかの方法でリスクマトリクスを用いることが可能と思われる。

異なる個人が同様のハザードにさらされ、1回のハザードにつきある割合で事故が生じると考えられる場合、1個人がハザードにさらされている人数分だけ多くの機会にそのハザードにさらされていると考える。そうすると、1個人が遭遇するハザードの頻度にそのハザードが1回生じる場合に発生する事故の割合を乗じた値にさらに乗船者数を乗じることにより、その船舶内の対象事故の発生頻度とすることが可能と思われる。SIは個人が遭遇する1事故当たりの死者数から計算される。したがって、SIは1を超えることはない。

表 6.4.1 より、比較的大きなリスクのハザードは、傾斜梯子使用、滑り止め使用、垂直梯子使用、ハッチ使用、バックガード使用(強度不足、腐食)と言えよう。傾斜梯子使用と滑り止め使用は事故時の死亡確率は小さいが、使用する頻度が高い。ここで、リスクマトリクスと許容リスクの関係を考慮する。

表 6.4.2 は FSA ガイドラインにあるリスク許容基準の表である。それによると、乗組員の ALARP 上限は 10^{-3} [1/Year] である。ALARP とは As Low As Reasonably Practicable の短縮形で、リスクが実行可能な程度に低ければ許容するというリスク許容の基準を表す概念である。その意味するところは、リスクの値そのものは無視できる (Negligible) わけではないが、継続的に実行可能な(経済的に合理的な)リスク低減の手段を講じている限りはその程度のリスクを保有している対象の存続は許されるというものである。ALARP には上限と下限が定義され、上限を超えると対象の存在は許可されないため、いくらコストをかけてでもリスクを低減しなければならない。

個人リスクの ALARP 上限と下限に対応するリスクマトリクスの値を考慮する。
対象船舶の乗員数を 20 人とすると、

$$\text{Log}_{10}(10^{-6} \times 20) = -4.7 \leq \text{FI} - 6 + \text{SI} - 3 \leq \text{Log}_{10}(10^{-3} \times 20) = -1.7$$

$$4.3 \leq \text{FI} + \text{SI} \leq 7.3$$

複数のハザードがある場合、1つのハザードで RI が 7.3 を超える場合は当然そのようなハザードは許容不能であるが、単一のハザードの RI が 7.3 を下回っているとしても、幾つかのハザードが存在する場合はそれらによるリスクを加えた場合に ALARP 上限を上回る可能性があるため、そのようなハザードは詳細に検討する必要がある、場合によってはリスク低減手段を講じる必要が生じる可能性がある。例えば RI=6 のハザードが 10 個あれば、それらの RI の合計は 7 を超えるため、詳細に検討する必要があると言える。

表 6.4.1 では、傾斜梯子使用の RI が 7 であるため、詳細リスク解析が必要である。他にも RI=6 である、滑り止め使用、垂直梯子使用、ハッチ使用は詳細解析が必要と思われる。垂直梯子使用、ハッチ使用は傾斜梯子使用、滑り止め使用、スパイラルラダー使用より SI が大きい、すわち 1 事故当たりの人的被害が大きいと言える。

したがって RI が同じでも、垂直梯子使用とハッチ使用は、滑り止め使用よりそのリスクは許容し難いため、次に続く詳細リスク解析の優先度が高いということになる。

表 6.4.1 リスクマトリクス

Risk Index(RI)						
Frequency ([1/Ship*Year])	FI	Severity Index (SI)				
		Slight (0.001~0.01)	Minor (0.01~0.1)	Significant (0.1~1)	Severe (1~10)	Catastrophic (10~100)
		0	1	2	3	4
Frequent (1~10)	7	7 ・傾斜梯子使用	8	9	10	11
	6	6 ・滑り止め使用	7	8	9	10
Reasonably probable (0.01~0.1)	5	5 ・スパイラルラダー 使用 ・ステップ使用 ・グリップ使用 ・マンホール使用 (落下)	6 ・垂直梯子使用 ・ハッチ使用	7	8	9
	4	4	5 ・グレーチング等 使用 ・バックガード使用 (強度不足、腐食)	6	7	8
Remote ($10^{-4} \sim 10^{-3}$)	3	3 ・マンホール使用 (挟まれ) ・負傷者用吊揚装 置使用	4 ・点検用梯子使用 ・点検用ゴムポー ト使用(転覆・沈没、 転倒)	5	6	7
	2	2	3 ・点検用ゴムポー ト使用(パンク)	4	5	6
Extremely remote ($10^{-6} \sim 10^{-5}$)	1	1	2	3	4	5

表 6.4.2 リスク許容基準(FSA ガイドライン、MSC-MEPC.2/Circ. 12)

Decision Parameter		Acceptance Criteria	
		Lower bound for ALARP region	Upper bound for ALARP region
		Negligible (broadly acceptable) fatality risk per year	Maximum tolerable fatality risk per year
Individual Risk	to crew member	10^{-6}	10^{-3}
	to passenger	10^{-6}	10^{-4}
	To third parties member of public ashore	10^{-6}	10^{-4}
	Target values for new ships	10^{-6}	Above values to be reduced by one order of magnitude
Societal Risk	To groups of above persons	To be derived by using economic parameters as per MSC 72/16	

6.5 詳細リスク解析と対策の検討

詳細リスク解析では、ハザードの発生から結果までの事態の進展をフォールトツリーやイベントツリーを作成して、ハザード発生から結果に至る種々の事故シナリオ、対策の策定とその定量化を行う。

ここでは、傾斜梯子使用を例にとり、ベイジアン・ネットワークにより対策を含めた解析を行うことにする。なお、例示という意味合いから、ハザード発生から結果までの事態の進展は、ハザード→起因事象→事故→結果の主要なイベントのみとし、対策は、それらに影響を与えるものとして、アンケートに上げられたもののうち、傾斜梯子の廃止、傾斜梯子回避経路、ワークシェア、滑り止めの設置、ステップ幅の拡大、ステップ高さの短縮、手すりの設置、安全靴の着用、防具の着用、緩衝材の設置を取り上げる。それらのノード名は、RemoveInclinedStairs（傾斜梯子の廃止）、AvoidInclinedStairs（傾斜梯子回避経路）、WorkShare（ワークシェア）、PreventSlip（滑り止めの設置）、WidenStep（ステップ幅の拡大）、LowerStep（ステップ高さの短縮）、Handrail（手すりの設置）、SafetyShoes（安全靴の着用）、Protector（防具の着用）、Cushioning（緩衝材の設置）である。

図 6.5.1 にネットワークを示す。主な過程として、ハザード→起因事象→事故→結果があり、各対策からそれらが影響を与える過程のノードに矢印が出ている。各ノードには条件付確率表が定義される。

なお、傾斜梯子取り外しという対策を導入すると、傾斜梯子使用というハザードが発生しなくなるためリスクが0となり、他の対策の導入を考慮する必要がなくなるため、最も効果が高い対策である。実際の導入に当たっては、傾斜梯子を廃止することによる問題点とその解決法を同時に考慮する必要がある。これは他の対策導入の検討でも同様であり、決定にあたっては費用対効果を評価することになる。そのための指針はFSAガイドラインに示されている。なお、FSAガイドラインには対策をRCO(Risk Control Options:リスク制御オプション)と言う語で表現している。

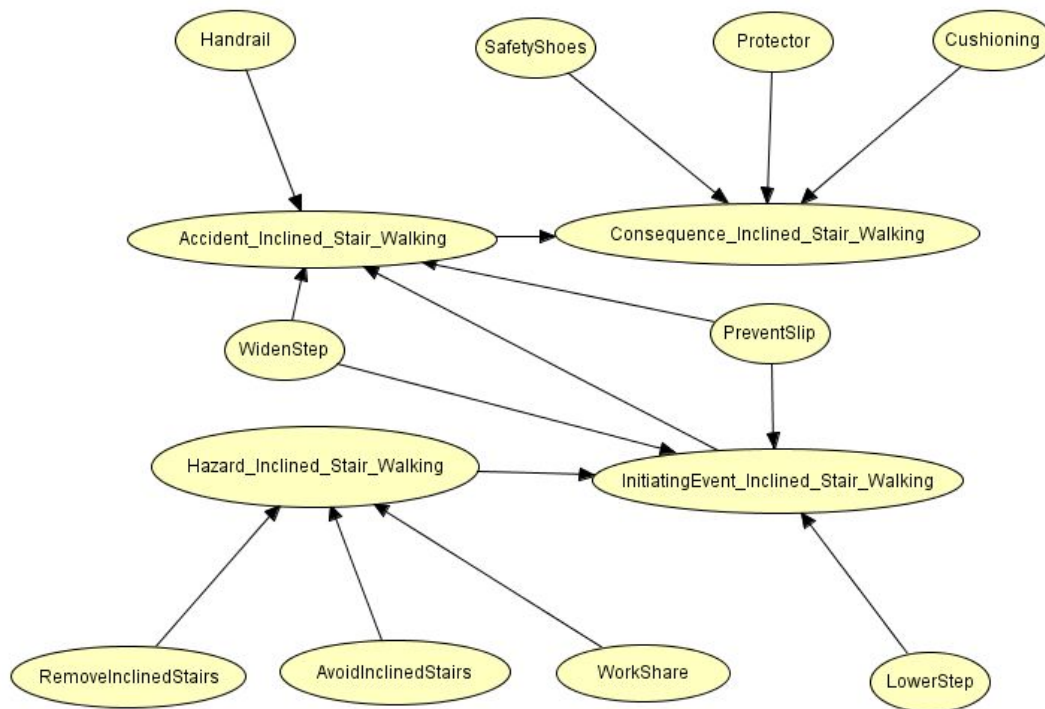


図 6. 5. 1 傾斜梯子歩行のベイジアンネットワーク

6. 6 船内交通装置における災害事例による検証

表 6. 6. 1 に、付録にあるアンケートの付属資料より得た平成 21 年と 23 年の日本籍貨物船の階段等での負傷者と個人リスク等を示す。個人リスクを計算するに際しては、それぞれの年度毎に対応する乗船者数を使用する必要があるが、ここでは、平成 24 年の一般船舶の船員数(25,942 人、平成 24 年度船員災害疾病発生状況報告(船員法第 111 条)集計書、国土交通省海事局船員政策課)を用いた。

表 6. 6. 1-1 平成 21 年の日本籍貨物船における階段等での負傷者数および個人リスク推定値

	負傷者数	等価死者数	個人リスク
軽傷	10	0.10	3.85E-06
重傷	34	3.40	1.31E-04
計	44	3.50	1.35E-04

表 6. 6. 1-2 平成 23 年の日本籍貨物船における階段等での負傷者数および個人リスク推定値

	負傷者数	等価死者数	個人リスク
軽傷	8	0.08	3.08E-06
重傷	20	2.00	7.71E-05
計	28	2.08	8.02E-05

また、13 種類の船内交通装置通行ハザードにおけるリスクの総和を表 6. 6. 2 に示す。

同表と表 6.6.1 の日本籍貨物船における階段等での個人リスクを比較すると、アンケート結果に基づくリスクの値は表 6.6.1 の値より中央値で 2 桁程度大きく、2nd quartile で 3 桁程度大きい。考えられる理由として、以下を挙げることができると思われる。

- 1) アンケート結果から個人リスクを求める場合、毎週勤務日数が 5 日という仮定をしたが、過大な見積りと考えられる。例えば、船内交通装置を船内の検査等で使用する場合は、毎勤務日に行うとは考えにくい。
- 2) すべての乗務員が同様に交通装置を使用すると仮定したが、過大な見積りと考えられる。
- 3) アンケート結果の諸数値が実際より大きいかもしれない。
- 4) アンケート結果の交通装置の数値が他の交通装置の値に含まれているかもしれない。

上記の 1) で特に 1 日当たりの使用回数が多い傾斜梯子と垂直梯子の個人リスクの合計が全体の 50%以上となっており、それらが中央値でそれぞれ 2 桁小さくなれば、個人リスクの合計は 1/6 程度となる。さらに、他の交通装置の値が 1 桁小さくなれば、個人リスクの合計は中央値で 4.2E-4 となり、事故事例から求めた個人リスクの値にかなり近くなる。さらに、交通装置を使用する勤務日数の仮定を 2 桁少なくすれば、事故発生頻度は 2 桁小さくなるため、当然、個人リスクも 2 桁小さくなる。

そうすると、表 6.6.2 の個人リスクの総和は 2 桁小さくなり、中央値で 1.71E-04 となり、表 6.6.1-1 の平成 21 年の事故事例から求めた個人リスクの値とほぼ一致する。ここでは、交通装置を使用する勤務日を週 5 日毎週としたが、その 100 分の 1 は年に 2~3 日となる。

また、理由 2) も十分考えられるため、理由 1) と 2) を十分に吟味し妥当な係数を得てアンケートで得られた回答に基づくリスク分析結果に乗じることにより、1 船における交通装置のリスクとして使用できる可能性があると思われる。

表 6.6.2 船内交通装置通行ハザードにおける個人リスクの総和

ハザード	2nd quartile	中央値	3rd quartile
傾斜梯子使用	1.29E-04	8.67E-03	5.46E-02
スパイラルラダー使用	5.96E-06	1.14E-04	5.72E-02
垂直梯子使用	1.56E-04	5.73E-03	4.16E-02
ステップ使用	1.06E-06	7.28E-05	1.69E-02
グリップ使用	2.73E-05	1.69E-04	3.95E-03
滑り止め使用	6.37E-05	1.27E-04	3.32E-03
グレーチング等使用	7.72E-06	6.76E-04	1.90E-02
ハッチ使用	1.71E-06	1.23E-03	1.76E-02
マンホール使用	3.98E-06	1.78E-04	3.29E-03
バックガード使用	3.77E-08	4.66E-05	2.74E-03
ディーブタンク点検用ゴムボート使用	2.37E-06	1.92E-05	6.65E-03
ホールド点検用ポータブル梯子使用	1.96E-06	5.85E-05	4.32E-02
負傷者吊揚装置使用	1.23E-06	6.55E-06	1.31E-01
計	4.02E-04	1.71E-02	4.01E-01

6.7 リスク分析の設計への応用

現状の船舶設計において、リスク評価を使用することはほとんどないが、最近リスクベース設計と言う設計方法が、EUの研究補助金を用いた SAFEDOR という研究プロジェクトにより提案された。さらにリスクベース設計を目的としたガイドライン(MSC.1/Circ.1455: Guidelines for the approval of alternatives and equivalents as provided for in various IMO instruments)がIMO(国際海事機関)で承認された。

リスクベース設計は、簡単に言えば、船舶の設計を行う際に、対象船舶が保有するリスクを定量化し、それが許容基準以内に収まることを示すことにより設計承認を得るという設計方法である。そのためには船級協会に設計図面だけでなく、リスク評価に関連した書類を提出する必要がある通常の船舶の設計に比べて大幅に労力がかかる設計方法である。

リスクベース設計は、既存の規則が当てはまらない新規なコンセプトの船舶を設計するために考案された設計方法であるが、既存の規則を満たさなくてもリスク評価を実施することにより、対象船舶のリスクが許容基準以内であればどのような設計でも主管庁により承認可能であるため、今後かなりのインパクトを海事分野にもたらす可能性がある。

もちろんリスクベース設計は船舶全体を対象にしなくても、一部の機器や部分的な設計に使用できる。それらによるリスクの増加あるいは減少を定量的に評価し、許容範囲内であることを示せば良い。

交通装置も、これまでのものよりリスクがそれほど上昇しないか減少することを示すことにより、船級規則に明記されていないものも導入可能と思われる。今回は HAZID のみ実施し、対策の効果もあくまで専門家意見で、改善比等の数値の信頼性は低いと言わざるを得ないが、比較的危険なハザードを抽出し、それらの詳細リスク解析の優先度をつけることができた。また、各種の交通装置のリスクを低減するために有効な対策が挙げられその効果もある程度の見積がなされた。交通装置の設計の際には、リスクベース設計をしなくても、そのような情報が役立つと思われる。