バラスト水マネジメントの理解のために

国際バラスト水規制とその適合に向けての指針

目次

はじめに バラスト水問題 5

第1章：規制 7

規制 7

国際海事機関（IMO）の規制 7

背景 7
バラスト水管理条約の規制 7
バラスト水管理条約の技術ガイドライン 10

アメリカ沿岸警備隊（USCG）の規制 10

USCG バラスト水管理プログラムの概要 11
USCG 最終規則とバラスト水管理条約との比較 11
USCG の報告書および記録簿に関する要件 12
米国 EPA 船舶一般許可証（VGP）における
モニタリングと報告の要件 12

その他旗国によるバラスト水規制 12

各地域および地方におけるバラスト水規制 13

米国各州の規制要件 13

第2章：バラスト水処理技術 15

バラスト水の処理 15

水質とバラスト水処理 15

一般的なバラスト水処理技術 17

前処理：物理的分離 18

ハイドロサイクロン 18
凝固／凝集 18
濾過 18

主処理：化学的殺菌 19

化学的殺菌技術の一般的検討事項 21
電気塩素化技術 21

主処理：物理的殺菌 23

紫外線（UV）技術 24
UV ランプの構成 24
UV システムの操作と保守に関する検討事項 26

サンプリングおよび分析 27

第3章：適正なバラスト水処理システムの選択 29

バラスト水処理システムの価値 29

費用の評価 29
運行ルートへのアクセスと収益性の確保 30
総所有コストの決定 31

システム選択基準 31

その他の設計判断基準 32

第4章：バラスト水処理システムの設置 35

新造船 35

換装計画（レトロフィット） 35

関係者の協調とプロジェクト管理 36
レトロフィットのプロセス 36
システムの承認 40

第5章：サプライヤー選択のための指針 43

正しい質問をする 43

第6章：Alfa Laval PureBallast 3.1 47

PureBallast 3.1 の概要 w 47

PureBallst 3.1 の利点 48

型式承認 49

システムコンポーネント - 生物学的殺菌 49

システムコンポーネント - サポートシステム 49

オプション機器 50

Ex(防爆仕様) システム 50

操作手順 50

容量 51

保守 51

技術データ 51

PureBallast への換装 52
プロジェクトの流れとコーディネート 52
グローバルな適応力 53

PureBallast 向けサービスの提供 53
各種サービスとパフォーマンス契約 53
サービスパッケージ 53

付録 55

付録 A : 10 種の侵略的海洋生物種 54

付録 B : IMO バラスト水管理条約の調査および認証要件 56

付録 C : バラスト水管理条約の技術ガイドライン 57, 58

付録 D : USCG 最終規則の施行スケジュール 59

付録 E : 船級承認取得のための書類例 59

付録 F : 危険区域におけるバラスト水処理システムの設置 60
ATEX 60
IECEx 62

付録 G : 国際保護等級コード分類 62

付録 H : バラスト水処理システムのサプライヤーチェックリスト 63

Introduction

バラスト水問題

バラスト水とは、船舶の貯水タンクにポンプで取り込まれる清水、汽水、海水のことです。これにより貨物の荷揚げや燃料と水の消費による重量の変化を補正させることで船舶の安定性を保ち、船体へのストレスの軽減、推進力と操船性を向上させます。すなわちバラスト水は、商業船にとって不可欠なものであり、毎年推定30～50億トンものバラスト水が移送されています。

船舶がある水域でバラスト水を取り込むと、その水域の様々な生物種も取り込まれます。これらはその後、本来の生息域から離れた他の水域に放出されます。毎日世界中の船舶で運ばれているバラスト水には、約10,000種類もの海洋生物種が含まれていると言われています。

ほとんどの場合、運ばれた生物種はバラスト水の排出時に死に絶えますが、それらのうちいくつかは新しい環境で生き延びます。その場合天敵がいなければ、在来種を駆逐し、殺傷し、取ってかわることで、世界中の海洋生態系において回復不能な多様性の喪失を引き起こします。

新しい環境に悪影響を及ぼす外来種は限られていますが、実際に運ばれると現地の生態系、人の健康および地域経済に深刻なリスクをもたらす可能性をはらんでいます。これらが引き起こす損害は重大で回復不能なことが多く、被害の拡大を抑制する施策には多額の費用も発生します。

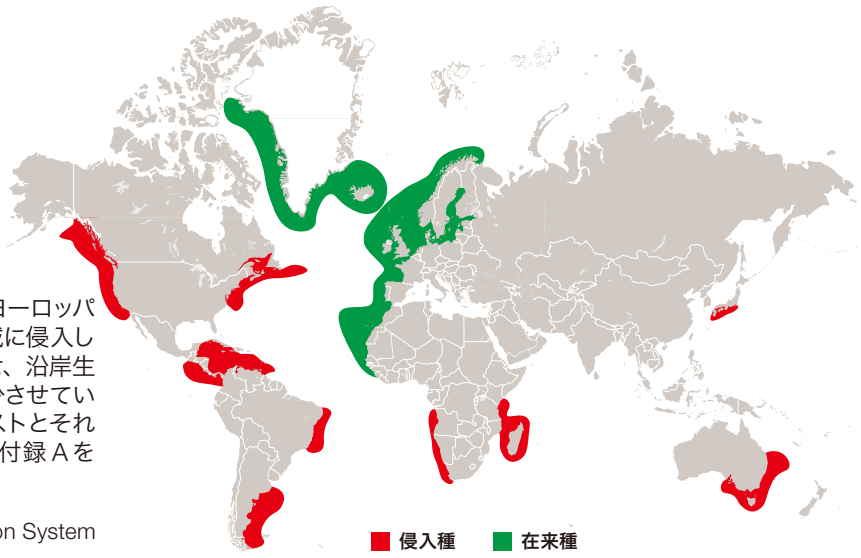
これらの理由から、国際海事関係の諸機関がこれまでバラスト水管理基準の確立に尽力し、有害な水生生物種や病原体の移入を最小限に抑え、最終的には排除することを目指してきました。
本書の第1の目的は、これらの新しい規制の内容と、それらが現在の運航に対して及ぼす影響について船舶所有者と運航者に理解していただく一助とすることにあります。

現在、船舶が新しいバラスト水管理規制に適合するための技術的解決策が幅広く提示されています。本書の第2の目的は、規制適合のための選択肢を紹介することです。現在販売されている最も一般的なバラスト水処理システムについて、それぞれの利点と制限の両方を概説します。

本書の後半では、各船舶固有の要求に合わせて、バラスト水処理システムとそのサプライヤーを正しく選択するための指針を示しています。技術内容の比較を提供することに加えて、長期的な観点から最も信頼性が高く費用対効果性の高いシステムを提供できるサプライヤーの企業要件について焦点を当てています。

バラスト水処理システムのサプライヤーである、当社アルファ・ラバルおよびAlfa Laval PureBallast 3.1の概要については、最終章で紹介します。

本書は、船舶所有者および運航者が今求められていることを理解し、また規制適合のためのシステムを選択するあらゆるプロセスにおいて承知しておくべき情報をすべて提供します。本文中には、バラスト水処理システムが搭載された後でも、参考や手引きとなり得る有用なリンクやその他の重要な情報源が多く掲載されています。



ヨーロッパミドリガニの生息範囲
世界で最強の侵略種トップ100の一種であるヨーロッパミドリガニは、原産地からはるかに離れた水域に侵入しています。この種は在来種の個体数を激減させ、沿岸生態系を脅かし、それを支える地域の人口を減少させています。一般的な侵略的海洋生物種10種のリストとそれらが及ぼす環境的・経済的影響については、付録Aを参照してください。

出典：National Introduced Marine Pest Information System (NIMPIS), Australia

Chapter

規制

船舶のバラスト水で運ばれる海洋生物種の侵入は、環境、経済および人の健康に重大なリスクをもたらします。有害な生物種や病原体の拡散を抑制するために、多くの国際的および各国の地域当局により、異なる港間を航行する船舶のバラスト水管理に関する規制が敷かれています。バラスト水を移送する船舶の所有者および運航者にとってこれらの新しい要件を包括的に理解しておくことが不可欠です。

規制への長い道のり

世界的な海事関係諸機関での長年にわたる協議を経て、バラスト水管理のための規制が、世界的に、各国で、各地域で施行されています。そのうち最も重要な規制は、国際海事機関(IMO)およびアメリカ沿岸警備隊(USCG)による2つです。その他の約25の国々および地域当局は、それぞれ独自の方針に基づきバラスト水管理(BWM)のための要件を制定しています。

国際海事機関(IMO)の規制

IMO 船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約(IMO バラスト水管理条約またはバラスト水管理条約とも呼ばれる)

国連の海事規制機関である IMO は20年以上にわたり、バラスト水の排出が引き起こす有害な水生生物や病原体の外来環境への侵入の防止に尽力してきました。一般にバラスト水管理条約と呼ばれる IMO 船舶のバラスト水及び沈殿物の規制及び管理のための国際条約は、排出前にバラスト水を特定の基準に沿って処理することを要求し、各国および地域当局がそれをもとに領海内で独自の規制の枠組みを適用することを認めるものです。2017年9月8日に発効するこの条約は、バラスト水を運ぶ国際運航に従事するすべての船舶に適用されます。

背景

外来海洋生物種の拡散問題が初めて文書化されたのは1903年のことでした。しかし、この問題が海事業界の中で世界的に広く注目を集めたのは1970年代から1980年代にかけてであり、世界的な貿易量の増加が侵略種の拡散の機会を増大させた結果でした。1991年、IMO の海洋環境保護委員会(MEPC)は、バラスト水の排出による有害な生物種や病原体の他地域への侵入を防ぐためのガイドラインを採択しました。

2004年に IMO の加盟国間で大規模な協議が行われた後、バラスト水管理条約が採択されました。 この条約は、世界の商船の総トン数の少なくとも35%に相当する最低30の加盟国による批准を要求したものでした。そして批准要件は2016年9月8日に達成され、条約は12ヵ月後に発効することになりました。

バラスト水管理条約の規制

バラスト水管理条約にはバラスト水を運び、国際運航に従事する船舶所有者および運航者に影響を及ぼすいくつかの重要な規制が含まれています。最も重要なものは、バラスト水の交換と管理に関する規則を包括的に定めた IMO 規則 B-3、B-4、D-1、D-2 です。

規則 B-4 および D-1：
バラスト水置換とバラスト水置換基準
B-4 および D-1 規則は、2009 年以降一部地域における任意措置として施行されており、侵入種の拡散を最小限に抑えるためのバラスト水置換の基準を確立しています。規則 B-4 は、バラスト水置換を行う船舶は、最寄りの陸岸から少なくとも 200 海里以上離れ、水深が少なくとも 200 メートル以上の海上で行わなければならないと規定しています。規則 D-1 では全容量の 95％の置換率を要求しています。2017 年 9 月 8 日時点では、バラスト水を運ぶすべての船舶は、IMO 型式承認を受けたバラスト水処理システム（次節の規則 D-2 を参照）を採用しない限り、これらの規則に従わなければなりません。

D-1 基準はバラスト水置換について以下の 3 種類の方法を提示しています。逐次手法（sequential method）、流入法（flow-through method）、希釈法（dilution method）ならびにこれらの任意の組み合わせです。表 1.1 にそれぞれの方法の詳細を示します。

高塩分の海洋水と接触させることは、一般的に低塩分の沿岸地域に生息する外来種を殺滅することを意図しています。遠洋海域には生物種や病原体も含まれていますが、これらは一般にまばらに分布しており、侵入のリスクは低いと考えられます。しかし、バラスト水の置換は有効性に限界があり、また船舶の安全上のリスクがあるため、IMO はこれを中間措置と見なしており、その後段階的に廃止されるものと考えられます。大半の船舶は最終的にバラスト水管理条約規則 D-2 に記載された基準を満たすバラスト水処理システムを搭載することが求められることになります。

表 1.1: 許可された海洋バラスト水交換法

バラスト水交換法	内容
逐次手法（sequential method）	まずバラストタンクを完全に空にしてから、代替バラスト水を注入して補充する。
流入法（flow-through method）	タンクを充填するためにボトムアップ技術を使用するこの方法では、代替バラスト水をタンクに汲み上げ、オーバーフローさせるか、または他の方法によりバラスト水を排出させる。 D-1 基準を満たすためには各タンクの少なくとも 3 倍の容量をポンピングする必要がある。
希釈法（dilution method）	この方法は、代替バラスト水をタンクの上部から注入するもので、元のバラスト水は同時に同流量がタンクの底部から排出されることで置換中のタンクの水位が一定に保たれる。 D-1 基準を満たすためには各タンクの少なくとも 3 倍の容量をポンピングする必要がある。

規則 B-3 および D-2：
バラスト水管理とバラスト水性能基準
バラスト水管理条約の規則 B-3 は、規則 D-2 に規定されている性能基準を満たす型式承認取得済みの処理システムを使用して、バラスト水処理を行うことを船舶に求めています。
後者の規制では、バラスト水排出時に許容される生存生物の数と、微生物の指標濃度の限度が定められています。これらの制限は表 1.2 に示されています。

D-2 性能基準に準拠したバラスト水処理技術には様々なものがあります。これらには、物理的な固液分離方式によるものや、化学的または物理的処理により殺菌を行うシステムなどが含まれます。これらの技術の概要およびその特長と制限については、第 2 章に記述されています。

建造年とバラスト水の容量に関わらず、すべての船舶は、バラスト水管理条約が発効した 2017 年 9 月 8 日以降に受ける最初の IOPP 更新検査の日までに、D-2 基準に準拠しなければなりません。バラスト水管理条約の発効前に建造された船舶は、型式承認されたバラスト水処理システムに換装しなければならず、新建造船は竣工時にシステムが搭載されていなければなりません。処理システムを搭載せずに運航する船舶は、規則 B-4 および D-1 に記載されているバラスト水置換基準を満たすことにより、次回の定期入渠時まではバラスト水管理条約に準拠しているものとみなされます。

表1.2: バラスト水管理条約性能基準

生物学的組成最小サイズ	排出基準
50μm 以上*	バラスト水 1m^3 あたり生存可能生物 10 個体未満
50μm 未満で 10μm 以上	バラスト水 1ml あたり生存可能生物 10 個体未満
<10 μ m 指標病原菌	指定濃度
病原性コレラ菌(O1 および O139)	100ml あたり 1 コロニー形成単位(CFU) 未満、または動物プランクトンは湿重量 1g あたり 1CFU 未満
大腸菌	100ml あたり 250CFU 未満
腸球菌	100ml あたり 100CFU 未満

参考 : 50μm(ミクロン) は平均的な人間の髪の毛の厚さの約半分。

規則 D-3 :
バラスト水処理システムの承認要件
規則 D-2 に規定されている性能基準を満たすことに加えて、規則 D-3 は、バラスト水処理システムが IMO 検査官による型式承認を受けて規制適合とされることを要求しています。これは処理技術の種類に関わらず、すべてのシステムに適用されます。 型式承認は IMO のガイドライン(バラスト水管理条約の技術ガイドラインの後に掲載の節を参照) に従って行われます。

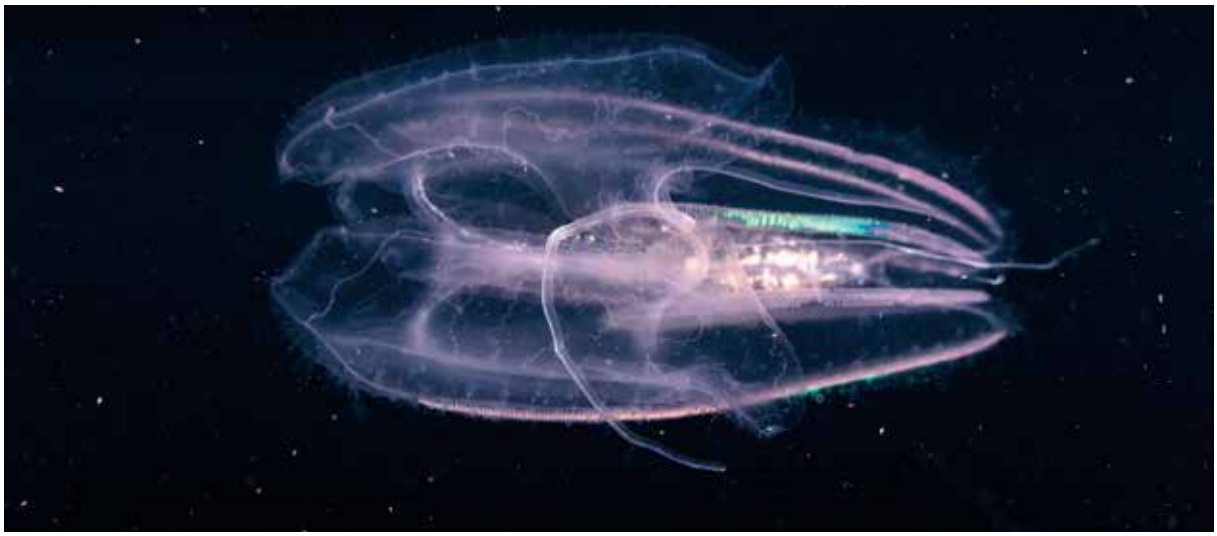
バラスト水管理に関する検査および認証取得要件
バラスト水管理条約によると、総トン数 400t 以上の船舶は定期的に検査を受けなければならないとされています。規定された手順と基準に従ってバラスト水の管理を確実に実施するために、すべての船舶に以下のものを備える必要があります。

- 各船舶ごとに承認済みのバラスト水および沈殿物管理計画書
- バラスト水管理記録簿
- 有効な国際バラスト水管理証書

バラスト水および沈殿物管理計画書およびバラスト水管理記録簿の一般例は、付録 B に記載されています。

バラスト水および沈殿物管理計画書が完備されておれば、世界各地において D-1 に準拠したバラスト水交換のための情報だけでなく、各港湾当局が要求する報告情報の閲覧が可能になります。したがって、船舶の入港遅延を回避するのに役立ちます。

各船舶には、いかなる偶発的な違法排水でも、バラスト水管理記録簿に記録することが義務付けられています。そしてこの情報には、担当航海士が署名し、直ちに関係港湾局に報告しなければなりません。



バラスト水管理条約の技術ガイドライン

IMO は、バラスト水管理条約を支援するための技術ガイドラインを策定し、前述の規制が統一的に実施されるべく、その要件を明確にしています。これらのガイドラインの概要は付録 C に記載されており、より詳細な情報は http://globallast.imo.org で入手できます。

各ガイドラインはバラスト水管理条約を履行するための枠組みを提供していますが、バラスト水サンプリングに関するガイドライン（G2）とバラスト水管理システムの承認に関するガイドライン（G8）は特に重要です。適切なバラスト水のサンプリング手順と、処理システムを選択し運用することは、外来生物種の拡散を防止し、バラスト水管理条約を遵守する上で不可欠です。したがって、G2 および G8 ガイドラインを正確に知ることは、船舶所有者および運航者にとって規制違反のリスクを最小限にするために必須です。

バラスト水サンプリングに関する ガイドライン（G2）の遵守

2013 年 5 月、MEPC は、バラスト水管理条約およびガイドライン（G2）に準拠した試験用バラスト水サンプリングおよび分析の手引き BWM.2 /Circ.42 を承認し、D-1 および D-2 基準の適合試験のためのサンプリングおよび分析方法に関する一般的な指針を提示しました。

バラスト水を運ぶ船舶の所有者、運航者および造船所にとって、バラスト水処理システムを適切に設置し、また乗組員の訓練を実施するために、バラスト水のサンプリング要件と手順を理解することは重要です。したがって、MEPC は、バラスト水管理条約、寄港国検査ガイドライン（次節参照）、G2 ガイドラインなどの排出基準の規制適合を査定するための図書類に加えて、BWM.2 / Circ.42 を参照することを推奨しています。

寄港国検査ガイドライン

寄港国検査（PSC）ガイドラインは、バラスト水管理条約の準拠を検証するための検査指針を提供しています。 本ガイドラインは、4 段階にわたる PSC の検査を推奨しています。

1. 初期検査

初期検査は、バラスト水管理条約で義務付けられているバラスト水および沈殿物管理計画書、バラスト水管理記録簿およびバラスト水管理証書などの船舶書類に焦点を当てます。また、船舶のバラスト水処理システム全体の状態を目視でチェックし、システムの責任航海士がその操作について適切に訓練されているかどうかを確認します。

2. 詳細検査

PSC のガイドラインでは、より詳細な検査を実施するべき「明確な根拠」がいつどのように示されているかを特定することとしています。これには、バラスト水処理システムおよびその自己監視インジケーターの動作をチェックして、システムが管理計画に従って稼働しているかどうかを確認することが含まれています。

3.サンプリング

サンプリングには、D-2 準拠に直接関係せずともバラスト水処理システムが D-2 基準に適合しているかどうかを示すパラメータの測定と分析が含まれます。これらのパラメータには溶存酸素および残留塩素レベルが含まれます。サンプリングの結果が分析方法に規定された特定の基準を超える場合、PSC の担当官は第 4 段階に進みます。

4. 詳細分析

必要に応じて、バラスト排水のサンプリングを使用して D-2 基準への適合性を検証します。この分析には数日を要しますが、PSC の担当官は結果を待つ間、船舶の移動、運航、または出港を遅らせてはなりません。

また、PSC のガイドラインは、サンプリング結果で判明した規制違反に対する拘留やバラスト水排出禁止を含む船舶の取締りにも触れています。船舶所有者と運航者は米国が、バラスト水管理条約に規定されているバラスト水排出を寄港国がさらに厳密に検査する権利を排除できないと主張して、これらのガイドラインを留保していることに留意する必要があります。.

アメリカ沿岸警備隊（USCG）の規制

米国海域で排出される船舶のバラスト水中の生物に関する USCG 基準（USCG バラスト水排水最終規則または USCG 最終規則）

2012 年 3 月、USCG は米国海域で排出される船舶のバラスト水中に生存する生物の基準を公表しました。これは一般に USCG 最終規則と呼ばれています。この法案は 2012 年 6 月に施行されました。

USCG 最終規則は、米国の海域で運航するまたは米国の港に向かうバラストタンクを装備したすべての船舶に適用されます。しかし、内航原油タンカーや、小規模の港湾作業専業船などの船舶は最終規則の要件から免除されることが明記されています。

米国では 2 つの連邦政府機関がバラスト水の排出を規制しています。これらは 1996 年に施行された国家侵略種法(NISA) の法制下で行動する USCG と米国環境保護局（U.S. EPA）です。また個々の州においてもバラスト水を運ぶ船舶向けの規制を有しています。

米国海域で航行する船舶は、USCG最終規則のバラスト水排出基準に従うことに加えて、米国EPA船舶一般許可証(VGP)の規制を遵守しなければなりません。VGP規制要件の詳細については、本章の後半およびhttps://www.epa.gov/npdes/vessels-vgpを参照してください。

USCGバラスト水管理プログラムの概要

USCG最終規則に準拠するために、すべての船舶は、米国内での運航または米国港へ向かう際に以下に掲げるいずれかのバラスト水管理方法を採用しなければなりません。

- 米国連邦規則第162条46項に従い、USCGによって型式承認されたバラスト水処理システムを設置し運用すること。
- 米国の公共水道をバラスト水として使用すること。この適合方法を採用している船舶は、一定のタンク清浄度の要件も満たさなければならない。
- 暫定的な代替策として、バラスト水を排出する前に、陸岸から200海里離れた海域でバラスト水置換を完了すること。
- Alternative Management system(AMS)と呼ばれるUSCGによって一時的に承認されるバラスト水処理システムを採用すること。AMSは、船舶のUSCG最終規則の適用日、または延長された適用日より前に設置されている場合に限り認められる。船舶は最終規則の適用日以降、最長5年間まで本システムの使用を継続できる。
- 米国の海域にバラスト水を排出しないこと。
- すべてのバラスト水を陸上処理施設または処理を行う別の船舶に、処理目的で排出すること。

バラスト水を米国海域に排出しない船舶は、USCG承認のバラスト水処理システムを搭載する必要はありません。詳細はhttp://homeport.uscg.mil/ballastwaterを参照してください。

USCG最終規則とバラスト水管理条約の比較

USCG最終規則が設定したバラスト水排出基準は、IMOが設定したバラスト水管理条約の規則D-2と本質的に同じです。最終規則では、バラスト水処理システムの型式承認プロセスの作成に加えて、バラスト水管理、報告および記録簿の保管を求めています。最終規則の実施スケジュールは付録Dに記載されています。

バラスト水管理条約の場合と同様に、USCG最終規則では、米国の海域へのバラスト水排出前に、型式承認された処理システムを設置して運用することを求めています。しかし、USCGの型式承認プロセスは、現在バラスト水管理条約に定められているものよりも厳しく厳密です。より厳しい船上試験に加えて、米国EPAの環境技術検証(ETV)プロトコルに基づく陸上試験も含まれています。その結果、IMOの型式承認を取得している既存システムの多くがUSCGの型式承認要件を満たしていない可能性があり、再試験または再設計が必要となります。

米国以外の当局から型式承認を受けたバラスト水処理システムは、USCG最終規則における一定の基準を満たしていれば一時的に使用することができます。さらに、処理システムの製造元は、USCG型式承認取得のための試験および申請要件を満たすために、IMO型式承認手順に基づいた試験結果を使用することができます。

USCGは、継続してバラスト水処理方法の開発動向を注視しており、新技術が商業的に利用可能になると、より厳しい基準を発行する可能性があります。しかしながらUSCGによる最近の実用性レビューによると、さらに厳格な排出要件に対応できる技術は現在存在しないと述べています。USCG要件に関する最新の情報は、以下URLで参照することができます。
http：//www.uscg.mil

USCGの報告書および記録簿に関する要件

USCG最終規則では、バラスト水の報告と記録管理について2つの手段、すなわちバラスト水管理報告書(BWMR)または等価報告プログラムのいずれかを使用して記録を行うことを求めています。

BWMR書式(OMB Control No. 1625 0069)を使用する場合、船舶は米国の海域に到着すると同時に、国家バラスト情報センター(NBIC)に書式を提出しなければなりません。これは、米国港への到着から6時間以内に、または米国排他的経済水域(EEZ)外から五大湖またはハドソン川に向かう船舶は到着の少なくとも24時間前に提出しなければなりません。USCGは、船舶に少なくとも2年間署名入り報告書を保管するよう要求しています。BWMR書式の使用に関する詳細情報と手順については、http://invasions.si.edu/nbic/submit.htmlから参照できます。

等価報告プログラムを利用するには、申請者は遠洋航行ではなく、米国EEZまたはカナダの同等水域内を航行する船舶に限定しなければなりません。このプログラムの要件、制限、および情報については、http://invasions.si.edu/nbic/equivalentprogram.htmlを参照してください。

米国EPA船舶一般許可証(VGP)におけるモニタリングと報告の要件

2013年に制定された、米国EPA船舶一般許可証(VGP)のモニタリングおよび報告の要件では、バラスト水処理システムを運用する船舶は、次の手順に従う必要があるとしています。

- システム機能のモニタリング。処理システムが製造元の仕様に従って作動していることを確認すること。これには、処理システムのコンポーネントおよびセンサーのキャリブレーションに関する特定の測定基準が含まれる。
- 3種類の指定生物種(従属栄養細菌、大腸菌および腸球菌)のモニタリング。初回はモニタリングを年2回実施する必要があるが、サンプリング結果が排水の基準限度を下回る場合は年1回に減らすことができる。サンプリング結果が排水の基準限度を超えた場合、モニタリングは年に4回実施して基準への適合を確保しなければならない。現在のところ従属栄養細菌に適用される制限はない。
- 処理システムで使用される活性成分の残留殺生剤および派生物質のモニタリング。初回は、最初の10回の排水において3回～5回モニタリングを実施することが求められる(ただし所要期間として180日を超えないこと)。その後年に2～4回の保守モニタリングが必要。米国環境保護局(EPA)による2009年国家推奨水質基準は、一般的な殺生剤および残留物のリストを提供している。

その他の旗国によるバラスト水規制

USCG最終規則は依然として最も重要な国家的バラスト水規制ですが、他の多くの国々も独自の政策を採り領海を侵入種から保護しています。特に注目すべきは、黒海でのバラスト水置換を扱うグルジア、リトアニア、ウクライナにおける規制です。

その他独自の規制法を制定した国々は以下の通りです。

- アルゼンチン
- オーストラリア
- ブラジル
- カナダ
- チリ
- イスラエル
- 韓国
- ニュージーランド
- ノルウェー
- パナマ
- ペルー
- 英国

各国政府は、バラスト排水中の侵略的海洋生物種に対する自国の政策の有効性について評価を継続しています。したがって船舶運航者は、入港するすべての国々の現行法を認識しておくことが重要です。

各地域および地方における バラスト水規制

前述のように、バラスト水管理条約は各地域および地方当局に、各領海内を航行する船舶のバラスト水を規制する独自の枠組みを策定する権限を与えおり、現在各地域および地方において様々なバラスト水規制が世界中で施行されています。アルゼンチンのブエノスアイレス港湾局などのように一部の地方当局は1990年という早期に規制を導入しましたが、他の地域では、バラスト水管理条約の発効を見越してより最新の施策が制定されています。

バラスト水規制を有する地域は以下の通りです。
- バルト海
- 地中海
- 北東大西洋
- ペルシャ湾

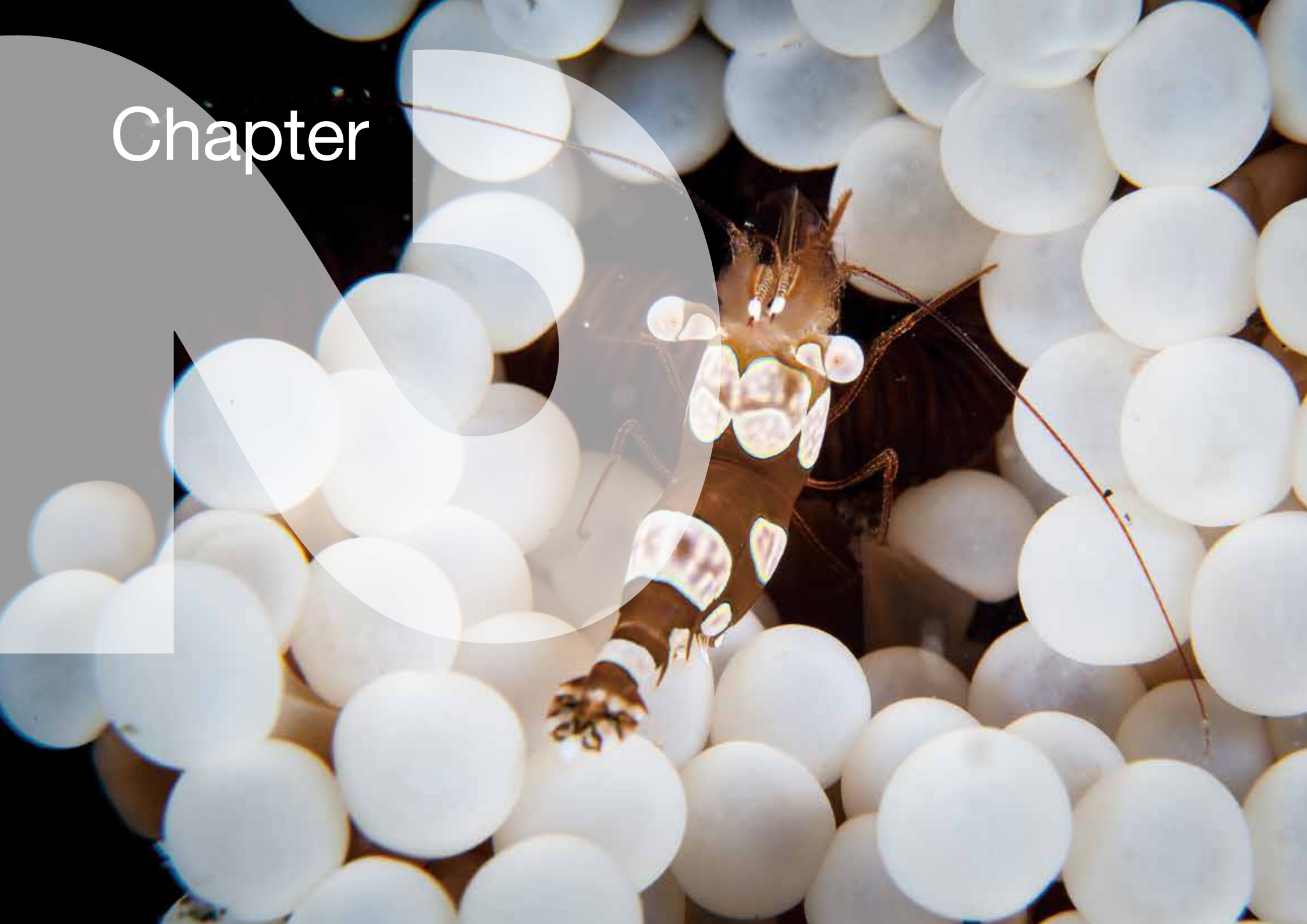
さらに、以下のように独自の規制要件を持つ多くの地方港があります。
- ブエノスアイレス（アルゼンチン）
- バンクーバー（カナダ）
- クライペダ（リトアニア）
- ノヴォロシスク（ロシア）

米国各州の規制要件

2014年現在、米国50州のうち16州にバラスト水管理に関する規制が存在します。これらの州は、特定の州法または連邦クリーンウォーター法（CWA）、2013年VGPのセクション401認定に基づいて規制要件を制定しています。

カリフォルニア州は、300総登録トン数以上の船舶を対象としたバラスト水管理と船体汚損防止のための規制を備え、最も厳格な規制を有するとみなされています。現在、カリフォルニア水域においてバラスト水を排出する船舶はバラスト水置換を実施する必要があります。ただし、各船舶の置換要件はそれぞれの母港の要件に従います。詳細については、カリフォルニア州の海洋侵略種プログラム、規則コード第1章、第3節、第2項を参照してください。

Chapter 5



バラスト水処理技術

市場には国際排出基準に適合する型式承認済みのバラスト水処理システムが数多く存在します。船舶所有者や運航者にとって、これらのシステムに採用されている様々な技術を理解することは、それぞれの船舶や固有の運航条件に適したシステムを選択する上で重要です。

バラスト水の処理

前章で述べた規制の遵守を確保するために、様々なバラスト水処理システムを入手することができます。それぞれのシステムは、バラスト排水における生物および病原体の数を最小限にするために多様な技術的解決策を取り入れています。これらの技術は、分離式、化学的または物理的手段による殺菌処理を含むものです。

それぞれの技術の利点と制限を理解しておくことは、どの技術を採用するかを判断する上で重要です。すべての船種やサイズおよび運航条件に適したバラスト水処理技術は存在しません。船舶所有者や運航者は、各船舶に適したシステムを決定するにあたっては、船舶自体はもちろん、その運航方法や航路に関する様々な要素を検討する必要があります。

水質とバラスト水処理

考慮すべき1つの要素は、船舶のバラストタンクに汲み上げられる水の質です。水質は、物理的、化学的、および微生物学的など多くの特性によって決まります。これらの特性はそれぞれ大きく異なり、バラスト水処理技術にさまざまな影響を与える可能性があります。

続いてより詳細に述べますが、バラスト水処理システムの中には、水の特性に対して特定の制限を持つものがあり、消費電力などの運転条件に影響を及ぼす可能性があります。したがって、様々な水質条件に対する処理システムの有効性を評価することが重要です。

バラスト水処理技術の性能上の制限を評価するにあたり主要な水質特性は、塩分濃度、温度、紫外線透過率の3つです。

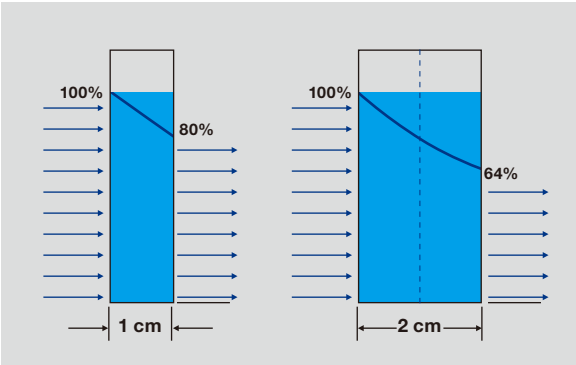
塩分濃度
塩分濃度とは、水中に溶解した塩分の総濃度です。世界中の海洋全体の平均表面塩分濃度は約3.5%です。塩分のレベルは、気温、気候、および季節によって影響される水分子の量に依存します。融氷、降雨または他の要因によって水分子の量が増加すると塩分レベルが下がります。例えば、ほとんどの港は河川流出に曝されており、一般的に平均塩分レベルは海洋のそれよりも低くなります。対照的に蒸発は水分子の量を減少させますが、これは赤道に近づくほど塩分濃度が最も高くなることを意味します。

温度
海洋表面の水は太陽放射によって温められますが、それは赤道からの距離に応じて減少します。赤道に近いほど海水は最も暖かくなり、両極に近いほど海水は最も冷たくなります。

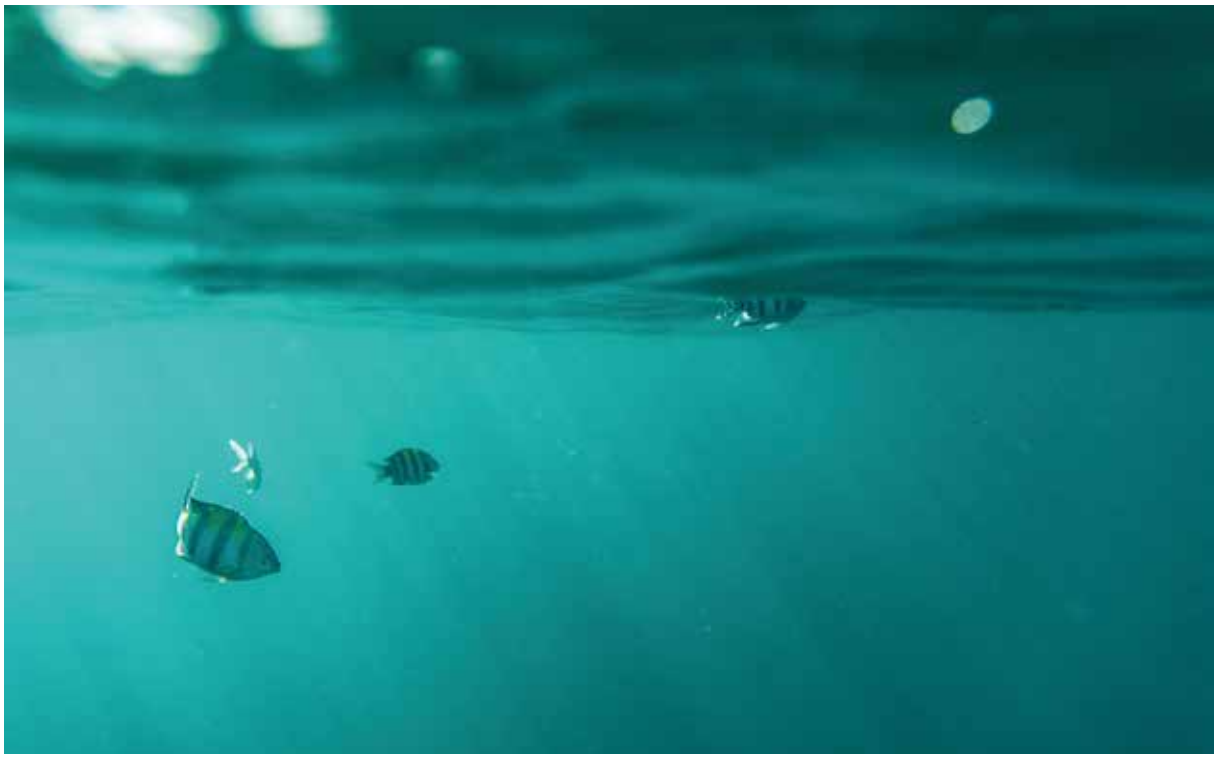
紫外線(UV)透過率
UVTとも呼ばれる紫外線透過率は、紫外線(UV)光が水のサンプルをどれだけ通過できるかの測定値です。水の殺菌プロセスのために特に測定される254ナノメートル(nm)波長における光の透過度を百分率で表します。 図2.1を参照してください。

溶解した有機物または金属イオンなどの溶解した無機物が存在すると、水サンプルのUV透過率は非直線的に減少します。光源からの距離が増加するにつれて、光量は急激に減少します。UV透過率を測定することにより、水に溶解した物質に吸収されない光量を特定できます。

図2.1 UV透過率と経路長



光源からの距離に対して光量が低下するUV透過率の例。水を2cm通過した後には限られた光量しか残らないことに注意してください。

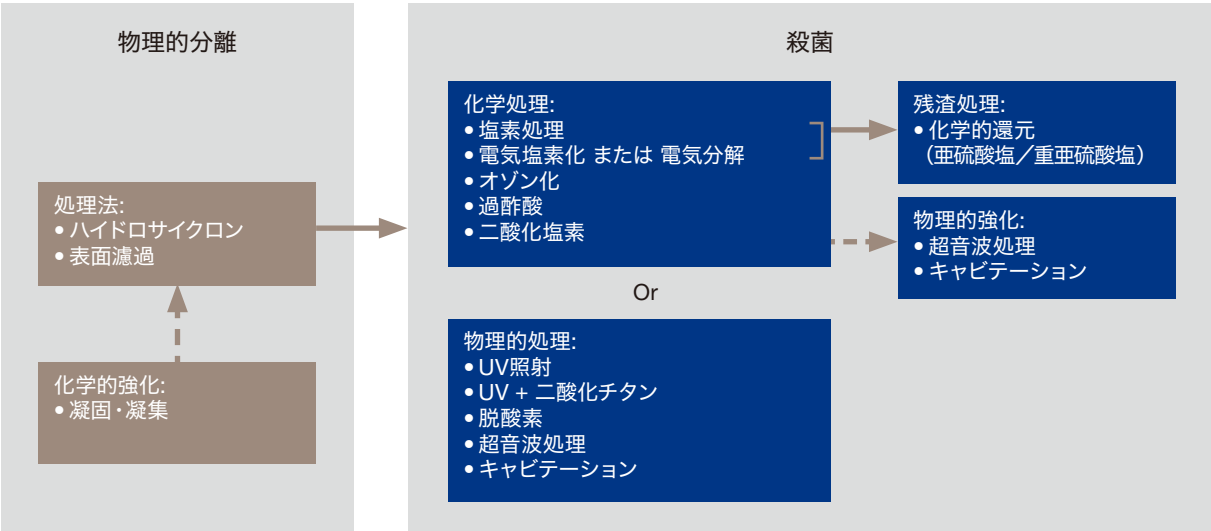


一般的なバラスト水処理技術

ほとんどのバラスト水処理システムは、物理的分離（前処理）とそれに続く殺菌（主処理）の２段階のプロセスを採用しています。物理的分離は、懸濁した粒子およびより大きな微生物を含む固形物の除去を意味します。殺菌は、バラスト水中の微生物を破壊または無害化するための化学的または物理的処理（または複数の処理法の組み合わせ）の使用を含みます。

表 2.1 には、２つの処理段階と、それらを実行するために利用できる様々な技術の概要が示されています。これらの技術については、次節で詳述します。

表 2.1: バラスト水処理プロセスの２段階



前処理：物理的分離

前処理は、物理的手段によって（化学物質を併用することもある）、懸濁した固形粒子および微生物をバラスト水の船内汲み入れ時に分離して除去します。ほとんどのシステムは、ハイドロサイクロン、凝固・凝集および濾過という３つの物理的分離技術を採用するのが一般的です。

ハイドロサイクロン

ハイドロサイクロンは、バラスト水を円錐形の容器内で高速で回転させることにより重い粒子を除去するものです。 微生物の多くは水とほぼ同じ比重であるという事実により分離されずに通過するため、この方法の効率はそれほど高いとは言えません。その処理容量に限界があるため、高流量を処理するためにハイドロサイクロンを並列に設置することが良くあります。しかしながら、数多くのハイドロサイクロンを通じて高い圧力損失が生じるため、バラストポンプによる送水圧力には限界が生じます。

凝固／凝集

凝固／凝集とは、化学物質を使用してより大きな固形物の形成を引き起こすことであり、この働きによりバラスト水から容易に濾過することが可能になります。しかしこのプロセスは時間を要し、また大規模なタンクを必要とするため、他の分離技術と比べてそれほど一般的ではありません。

濾過

濾過は、最も一般的な前処理の方法です。これらは、一般的に50μm未満のメッシュサイズを有する固定スクリーンにバラスト水を通過させることで、大き目の粒子および微生物を除去するものです。バラスト水の前処理に使用できるフィルターには様々なタイプが市販されています。キャンドルフィルター、バスケットフィルター、そしてディスクフィルターが最も一般的です。

キャンドルフィルター
これは、単一の筐体内に複数の円柱形または円錐形フィルターを内蔵したフィルターです。被濾過水は、キャンドルの内部から入り、フィルターメッシュを通過して外側へ出るときに濾過されます。

ほぼすべてのキャンドルフィルターは、バックフラッシングと呼ばれる自動洗浄方式を採用しています。この洗浄プロセスの間、フィルターキャンドルの内部は船外排出管に１つずつ（または２つずつ）接続されています。水はキャンドルの外側から内側に流れ、キャンドルから汚れを取り除いた上で船外に排出します。バックフラッシングは、フィルターの入口と出口との間の差圧の増大により自動的に起動します。

バスケットフィルター
名前が示すように、これらのフィルターは、１つの大きなバスケットで構成されるフィルターエレメントを含む装置です。水は内側からバスケットに入り、フィルターメッシュを通過して外側へ出るときに濾過されます。

バスケットフィルターの洗浄は、通常船外管に接続された吸引ノズルによって行われます。ノズルはフィルター各部位を通過し、洗浄水はフィルターメッシュを通過して逆向きに入り、ノズルおよび船外へ排出されます。この自動洗浄プロセスは、フィルター部位における差圧の増大により自動的に起動します。

洗浄に要する時間は製造元によって異なります。汚れ負荷が高い条件の場合は、洗浄サイクルが短いことが重要です。さもなければ、洗浄ノズルが除去できる能力を超えた大量の汚れがフィルターの各部位に付着してしまい、フィルターが詰まるリスクがあります。

ディスクフィルター
ディスクフィルターは、小さな溝を持つ複数のディスクが上下に積み重なった形で構成されています。これらのディスクはしっかりとプレスするとマトリックスが形成され、水がフィルターを通過する際に固形分を捕捉することができます。

キャンドルフィルターと同様に、ディスクフィルターは水流の方向を逆転する自動バックフラッシングプロセスによって洗浄を行います。

フィルターメッシュ
どのような主処理技術を使用しようとも、より複雑な生物（動物プランクトンなど）の処理にはより多くの投与量を必要とします。あまりにも多くの生物種が前処理段階を通過した場合、主処理段階では処理しきれず、規制不適合につながる可能性があります。これはフィルターの性能に対して高い要求を課すものであり、そしてその効果性の大部分はフィルターメッシュに依存します。

バラスト水処理に使用されるフィルターのメッシュサイズは50μm以下です。しかしながら、製造元によって、フィルターメッシュの製造方法やメッシュサイズの測定方法は異なります。従って、メッシュサイズのみを比較することによりフィルターの性能を判断することは不可能であり、その性能は生物学的試験によって判定しなければなりません。

フィルターメッシュが細かくなるにつれて、生物の捕捉数が増えるとともにフィルター洗浄の必要性が増してきます。バックフラッシングが頻繁または連続的に起こるのは、フィルターの負荷が高い結果であり、フィルターが自己洗浄機能を持つ限り正常です。フィルターに自己洗浄機能がない場合は、フィルターが閉塞しないように手作業でクリーニングする必要があります。

主処理：化学的殺菌

一般的な２段階式のバラスト水処理システムでは、最初の物理的分離の後にバラスト水の殺菌が行われ、残存する生物はすべて無力化されます。処理システムには、このプロセスを完了するために化学的または物理的殺菌のいずれかを使用することができます。

化学的殺菌技術は、現場で添加または製造できる活性物質を使用します。これらの活性物質は、システム承認の過程で評価する必要があります。化学処理プロセス自体の有効性は、前述の水の特性や存在する生物の種類によって異なります。

バラスト水処理プロセスにおいて、化学剤を使用することは問題を生じる可能性があります。例えば塩素を含有することは、ともに腐食しやすい炭素鋼やステンレス鋼に悪影響を与える可能性があります。また、塩素はバラストタンクのコーティングに影響を及ぼし、ポリマーの耐用寿命を縮めることが知られています。処理プロセスにおいて生成される他の活性物質の環境に対する影響については、多くの場合完全に調査されていない状態です。

表 2.2: 化学的殺菌技術

殺菌技術	殺菌法	検討事項
塩素処理	約1-10ppm(mg/L) の塩素系殺菌剤次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl) を使用し、バラストタンクに添加することで分離段階を通過した生物種および病原体を殺滅する。排出前に、バラストタンク内の全残留酸化物(TRO)、すなわち存在し得る残留次亜塩素酸ナトリウムを中和することが重要である。これは通常、亜硫酸メタ重亜硫酸ナトリウムまたはチオ硫酸ナトリウムの使用によって行われる。	塩素化炭化水素やトリハロメタン(クロロホルム) などの望ましくない副生成物を生じるため、タンク内の塩素濃度や保持時間に応じて後処理が必要になることがある。消耗品と換気専用の保管室が必要である。
電気塩素化／電解塩素化処理	水を電解槽に通す。電解槽では、直流電流によって塩素および水素のガスが生成される。塩素ガスは直ちに水に溶解し、微生物を無害化する次亜塩素酸ナトリウム(NaOCl) と次亜臭素酸塩(BrOCl) を生成する。排出の前に、バラストタンク内の全残留酸化物(TRO)、すなわち存在し得る残留次亜塩素酸塩を中和することが重要である。これは、通常、亜硫酸メタ重亜硫酸ナトリウムまたはチオ硫酸ナトリウムの使用によって行われる。	汽水や淡水で効果を発揮させるためには、塩分や高塩分水を船内に保管する必要がある。低水温は効果性にも影響する。これらの要因は、低塩分水またはより低温水で動作するときに、著しい電力消費をもたらす。水素ガスは潜在的な危険性をはらむため、装置には水素トラップ、火炎防止装置または製造されたガスを安全に処理するための他の方法を必要とする。電極の洗浄は、酸洗浄または他の外部電極洗浄方法を必要とする。消耗品と特別な換気が必要。
オゾン処理	UV 光または高電圧電気(コロナ放電) のいずれかによってオゾンを生成する。バラスト水はオゾンガスを水中に引き込むための真空を作り出すベンチュリ管を通過する。	コンプレッサー、乾燥機、エアーチラーなどの補助機器類が必要となる。塩素処理に比べて細菌やウイルスに対する殺菌効果は高いが、有害な副生成物、特に臭素酸塩や不溶性の金属酸化物も生成する可能性がある。消耗品が必要である。
過酢酸および過酸化水素処理	既知の有害な副産物がほとんど含まれていないこの化学物質を使用して殺菌する。	この化学薬品は比較的高価であり、高い混合濃度とかなりの貯蔵スペースが必要である。消耗品が必要。
二酸化塩素処理	ガス取り扱いの際の問題を回避するため、水溶液としてバラスト水に加えて素早く殺菌する(二酸化塩素ガスの蓄積は自然発生的に爆発することが知られている)。	安全な保管庫と取り扱いを必要とする。状況によって生成される有害な亜塩素酸塩の量が過剰であるため、速効性の殺菌能力にも関わらず、ほとんど使用されない。消耗品が必要である。
ガス過飽和(化学的および物理的殺菌の組み合わせ)	密閉されたバラストタンク内のバラスト水に窒素ガスを注入することにより、海洋微生物に必要な酸素供給を枯渇させる。これは微生物の窒息死を引き起こす。	この方法を有効とするためには、バラストタンク内で数日間の処理時間を要する。窒素発生装置も船内に設置する必要があるが、これは大きな設置面積を要する複雑な装置である。

化学的殺菌技術の一般的検討事項

化学的殺菌を採用したバラスト水処理システムを検討する際には、船舶所有者や運航者が留意しなければならない要素が加わります。

保持時間

バラスト水処理システムの型式承認には、バラスト水保持時間、すなわち処理効果を確実にするためにバラスト水取水と排出の間に必要な間隔を指定することが求められています。

保持時間は様々です。最短で通常24時間ですが、化学技術の種類によっては最大5日間の保持時間を必要とするものもあります。したがって、多くの処理システムは、頻繁にバラスト水の取水と排出が発生する船舶には適さない可能性があります。

長い航海では、活性物質がすべて消費された場合に再増殖が生じるリスクもあり、バラスト水排出時に不適合を生じる可能性があります。

総残留酸化物

総残留酸化物（TRO）は、電気塩素化システムなどの酸化物を使用するバラスト水処理システムによって残される活性物質です。TROレベルは保持時間に伴い酸化物が消費されて減少します。TROは、しばしばCl 2として表され、mg/Lまたはppmで測定されます。

環境への影響を抑えつつ国際規制に準拠するためには、排出時のTROレベルは0.1 mg/L以下でなければなりません。一部のバラスト水処理システムは処理後にこのレベルを満たしますが、満たさないものもあります。バラスト水排出前のTROレベルが0.1mg/Lの限度を超える場合、残りのTROを中和するためにバラスト水に後処理を追加しなければなりません。メタ重亜硫酸ナトリウムまたはチオ硫酸ナトリウムは、この目的のためにしばしば使用されます。

電気塩素化技術

電気塩素化、または電解塩素化は、化学的殺菌技術としては、バラスト水処理システムで使用される最も一般的な技術です。電気塩素処理システムは、電気を使い一般的な塩水から殺菌機能を持つ次亜塩素酸塩溶液を生成します。しかし副生成物として水素ガスを生成します。

電気塩素化システムは、設置面積が大きく、多数のコンポーネント、配管類、安全装置を備えた複雑なシステムが必要です。それらは、バラスト水流全体が電気塩素化装置を通って導かれる「メインストリーム」システムとして設定することも、バラスト水のわずか1%を高濃度に処理してからメインフローに注入する「バイストリーム」システムとして設定することも可能です。両方のシステム設定は、しばしばフィルターによる前処理を装備します。

電気塩素化システムは、バラスト水取水時に1回のみ処理する方法ですが、これは長所と短所があります。バラスト水排出時に処理が行われないことは、長い保持時間によりタンク内で生じ得る再増殖の可能性を無視しており、これは規制不適合のリスクを増大させます。またバラスト水の排出に先立ってTROレベルの中和が必要であり、規制遵守のためにサンプリングとモニタリングの追加が必要となることがあります。

以下は、電気塩素化システムを評価するための具体的な検討事項のリストです。このリストは決して包括的なものではないため、各当局が規制遵守のために確立したガイドラインや規制を参照することが重要です。

水の塩分濃度
バラスト水の塩分濃度が低い場合、電気塩素化システムの効率は低下し、その消費電力は増加します。塩分濃度が低いと、次亜塩素酸塩殺菌物質を生成することが困難になるからです。

この解決方法は、バラスト水に塩分を直接投与するか、別の高塩分水供給源（一般的にはアフターピークタンクなど）を使用して添加することです。乗組員は常に十分な量の高塩分水を確保しておかなければなりません。システムが完全に自動化されていない場合、設備と操作の複雑さが増します。また配管やポンプの追加が必要な場合があります。

高塩分水の添加方法を取るにはバイストリームシステムでのみ可能で、バラスト水の1%を使用して全水量を処理するのに十分な次亜塩素酸塩を生成します。

水温
水温が低い場合もまた、次亜塩素酸塩を生成し水を殺菌するのに要するエネルギー消費量を増加させます。

電気塩素化システムにおけるエネルギーの使用量は指数曲線的です。電気塩素化プロセスの運転に最適な水温は15℃以上です。通常の最低限度は10℃～17℃であり、10℃未満の水では塩素の生成が著しく減少します。したがって海水が低温の場合、システムを効果的に作動させ、規定を遵守するためには海水の予熱が必要となります。

換気
電気塩素化プロセスは、爆発性で有毒な水素および塩素ガスを発生させます。水素と塩素の混合物は、水素と空気の混合物よりもはるかに可燃性が高いため、その生成は絶対に回避しなければなりません。危険なガスの管理は、電気塩素化システムを船舶に設置する際には重要であり、システムを換気するための船級協会の要求事項に準拠する必要があります。

化学物質の貯蔵
電気塩素化システムの換気に加えて、化学物質を保管するための安全対策を検討することが重要です。換気装置を備えた独立した防爆仕様の保管区画が必要な場合があります。化学物質の取り扱いにあたっては、安全装置の追加や乗組員のための特別な訓練が必要な場合があります。

殺菌副生成物
電気塩素化または塩素化を採用する場合、殺菌副生成物（DBP）の形成が起こり得ます。DBPは、有機物が水中に存在する場合処理プロセス中で生じる反応の結果です。有機物含有量が高いほど（汽水の場合その傾向があります）、DBPレベルが高くなることが予想されます。

現在、DBPには規制による制限はなく、生態毒性評価においてDBPのほんの一部が測定されているのみです。しかし、多くの研究により、電気塩素処理* 後のバラスト水中に排出されるDBPの長期的な環境影響に対する懸念が提起されています。

まだバラスト水中のDBPについての長期的な影響はすべて明らかになっていませんが、一部のDBPは海洋生物にとって非常に有毒であり、時間の経過とともに毒素の生体内蓄積を生じる可能性があります。バラスト水処理に使用される化学物質への長期間にわたる暴露について潜在的な被害を見積もることは困難ですが、遺伝的損傷、海洋生物の生殖システムへの悪影響、海洋生物多様性の喪失に関する証拠がいくつか存在します。

* 一例として、“Emerging risks from ballast water treatment: The run-up to the International Ballast Water Management Convention”, Chemosphere,112（2014）, 256-266 を参照してください。

主処理：物理的殺菌

バラスト水の物理的殺菌は化学的殺菌の代替策です。物理的殺菌を使用するほとんどのシステムでは、バラスト水の取水時と排出時の両方で処理が行われます。

化学的殺菌の場合と同様に、物理的殺菌プロセスには長所と短所があります。
物理的殺菌プロセスの効果性は、様々なバラスト水が持つ特性と存在する生物の種類によって異なります。

表 2.3：物理的殺菌技術

殺菌技術	殺菌法	検討事項
紫外線（UV）照射	天然クオーツスリーブで囲まれた低圧アマルガムまたは水銀ランプ、または中圧水銀ランプを使用して、海洋生物の DNA を破壊する紫外線を発生させ、その再生を防ぐ。	大量のエネルギーが必要となる。低圧ランプは電力消費量は少ないが、ランプ長がより長く、ランプの数が最大 10 倍必要であるため、中圧ランプよりも大きな設置スペースを必要とする。
UV と二酸化チタンを使用した高度酸化技術（AOT）	直接 UV 処理と二酸化チタン（TiO2）触媒および合成クオーツガラススリーブを組み合わせてラジカルを生成し、微生物や他の有機汚染物に反応させる。これは細胞膜を破壊し、生物の再生または再増殖を防ぐ。	合成クオーツスリーブを使用しているため、標準 UV ランプよりも高い UV 光効率を備えている。短所はコスト面と、触媒による光の部分的遮蔽である。
強化 UV 処理	中圧水銀ランプを使用して合成クオーツガラススリーブを直接通過する UV 光を発生させ、微生物やその他の有機汚染物に反応するラジカルを発生させる。これは細胞膜を破壊し、生物の再生または再増殖を防ぐ。	合成クオーツスリーブを使用しているため、標準 UV ランプよりも高い UV 光効率を備えている。これにより、消費電力に影響を与えずに生物学的殺菌性能が向上する。
脱酸素	密閉されたバラストタンク内の脱気水上の空間に窒素、二酸化炭素または他の不活性ガスを注入することにより、バラスト水中の酸素供給を枯渇させる。これは海洋生物の窒息死を引き起こす。	生物を効果的に殺滅するために 1～4 日の保持時間が必要なため、停泊期間の短い船舶には適さない。酸素欠乏によりタンクの腐食が大幅に低減される。不活性ガスを製造するための装置が必要となる。
キャビテーション	高出力超音波を使用してバラスト水中にキャビテーション気泡を発生させる。気泡の生成と消滅により発生する強いせん断力および高いストレスにより生物の細胞壁を効果的に破壊し殺滅する。	環境破壊への懸念はなく、または予想されていない。システムの性能はエネルギーへの依存性が高く、このプロセスは船舶の塗装、タンクのコーティングおよび船舶構造に悪影響を及ぼす可能性がある。

紫外線（UV）技術

UV 光は 100 年間にわたり飲料水の殺菌に使用されており、バラスト水処理にもしばしば使用されています。UV システムは、物理的な殺菌技術では最も一般的な形態と言えます。

システムは、バラスト水を殺菌チャンバーまたは「リアクター」に導くことによって稼働しますが、そこではランプの種類とクオーツガラススリーブの品質により約 185nm または 254nm の波長で UV 光が発生します。ほとんどのシステムでは、比較的大きな粒子および生物を除去する機械的濾過段階に続いて殺菌段階が設定されます。

UV 光はシステム作動中連続的にモニターされ、適切な光量の維持と、最大効率を得るために必要な照射量を確保します。装置によっては、クオーツランプスリーブは自動ワイピングシステムを備え、生物の付着や紫外線透過率を弱めて効率を低下させる堆積物の蓄積を最小限に抑えています。他のシステムでは、浸漬洗浄がこの目的のために採用されます。一部には、UV 透過率の高い水域での運転時に自動的に消費電力を低減するシステムも存在します。

バラスト水は UV 殺菌が行われた後、バラストタンクに送られます。バラスト水の排出の際には、バラスト水はリアクターで最終処理を行った後に排出されます。一般的にバラスト排出時にフィルターを通すことはありません。バラスト汲み入れ時と排出時の両方で処理が行われるため、タンク内での再増殖により規制不適合につながるというリスクは最小限に抑えられます。

UV システムは保持時間を必要とせず、所要処理時間が短く、設備スペースは最小限に抑えられます。化学的殺菌法とは異なり、UV 照射は有害な副生成物や残留物質を生成しません。UV システムは環境にほとんど、あるいはまったく影響を及ぼさず、時間の経過に伴いバラストタンクの腐食に影響を与えることもありません。

UV ランプの構成

UV 処理システムの機能と性能は、UV ランプの構成など、採用する技術の種類によって異なります。

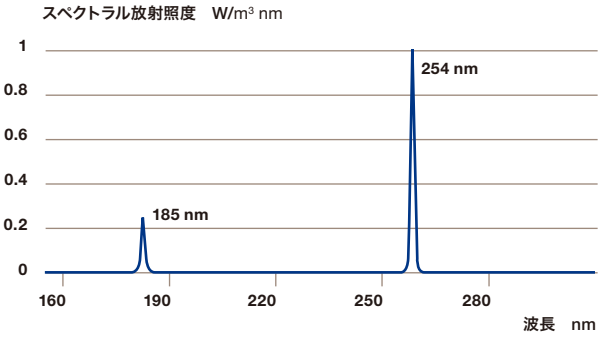
バラスト水処理に使用される UV ランプは、低圧または中圧タイプのもので十分です。使用されるタイプに関わらず、ランプは通常リアクター内部の水流に対して垂直に配置され、ほとんどのシステムでは必要な水準の殺菌効果をあげるために多数のランプを使用します。しかし、水が 1 つの大型中圧 UV ランプに沿って流れるという例外もあります。

UV ランプは保護用クオーツスリーブによって水流から隔離されています。次節で説明するように、使用されるランプとクオーツの種類の両方がシステムの性能に影響します。

低圧 UV ランプと中圧 UV ランプの比較

低圧 UV ランプは、約 30 ～ 40 % の効率で、電気を UV 光に変換するのに最も効率的です。また、低温（約 100℃）で発光するため、寿命は 5000 時間から 10,000 時間もの長時間持続します。

図 2.2：低圧アマルガムランプの波長

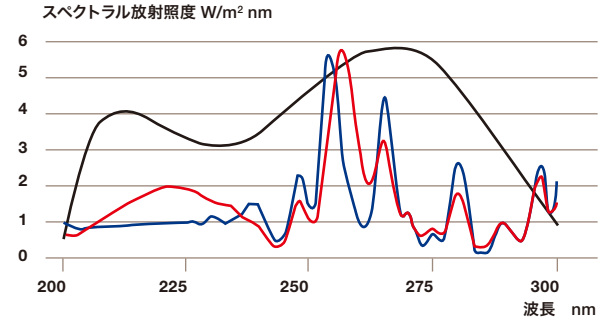


出典：Heraeus Noblelight

中圧 UV ランプは、高温（約 900℃）で発光するためその寿命はやや短く、一般的には 1000 ～ 8000 時間です。また、リアクター内部の水の存在と温度をモニタリングする安全システムに依存しており、過熱の恐れがある場合には、システムの自動停止機能が起動します。

しかしながら、中圧ランプは、ランプの単位長さあたりでは非常に高い出力を発揮します。電気を UV 光に変換する効率は 10 ～ 15%ですが、その広い発光スペクトルにより、多くの光化学的用途にとって効率的なものと言えます。

図 2.3：中圧水銀ランプの一般的なスペクトル



出典：Heraeus Noblelight

低圧ランプは、通常水が澄んでいる飲料水用途に使用されます。これらの用途では、長い洗浄プロセスの最終段階として殺菌のみを行います。逆に中圧ランプは、放出される光量が高くスペクトルはより広いため、UV 透過率が低い水の場合、より良好な生物学的殺菌性能をもたらします。中圧ランプの光は水の透過性が高く、バラスト水の処理には不可欠なものと言えます。

また、中圧ランプの高い光量は生物に大きなダメージを与え、自己修復能力を弱めます。結果として、このランプは処理後の再増殖を防止する上でより効果的となります。

最後に、低圧ランプを使用するシステムは、IMO および USCG 規準に準拠して水を殺菌できる UV 光を出すために、より長いランプを多数使用しなければなりません。一般的な 1000m^3/h システムでは、約 1.3m の長さの低圧ランプを約 100 個使用します。このような構成では、漏れまたは振動等のリスクを増やし、保守費用を増加させる可能性があります。

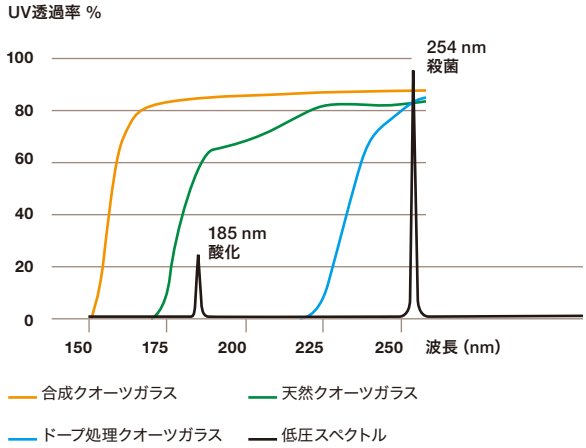
天然クオーツと合成クオーツの比較

UV ランプとそれを保護するスリーブの両方に、天然または合成クオーツを使用することができます。合成クオーツは天然クオーツよりも高価ですが、2 つの重要な利点があります。

1. より短い波長の UV 光が放射される。これにより、スリーブの近くにラジカルが生成され、光イオン化によって生物学的殺菌性能が向上する。
2. UV 出力が約 15%増加する。

即ち、合成クオーツを使用すると、生物学的殺菌性能が向上し、ランプの数を減らすことができます。合成クオーツスリーブに 8 つのランプを備えた UV リアクターは、天然クオーツスリーブで保護された 9 つのランプを備えたリアクターと同等の性能を発揮します。

図 2.4：天然クオーツと合成クオーツの比較



出典： Heraeus Noblelight

表 2.4: 低圧 UV ランプと中圧 UV ランプの比較

	低圧	中圧
電力	1-5 W/cm	100-250 W/cm
UV 効率	30-40%	10-15%
電力／本(標準)	0.5 kW	3 kW
ランプ長	≈1300 mm	≈300 mm
寿命 *	≈10,000 hours	≈3000 hours
ランプ数(1000 m^3/h のシステム)	100	16

* 注：総稼働時間は、ランプ寿命を決定するための 1 つの要素にすぎません。また、ランプの電源の On/Off 回数を考慮することも重要です。これは、低圧ランプの寿命に特に悪影響を及ぼすからです。

UV システムの運用と保守に関する検討事項

UV システムの運用と保守に関しては、考慮すべきいくつかの要素があります。これらのうちのいくつかはシステム自体に関するものですが、その他のものはシステムが稼働する処理環境との調整に関するものです。

UV ランプの始動

一般的に UV ランプは、適正な処理スペクトルを生成する運転温度に達するまでにウォームアップ時間を必要とします。中圧ランプの表面温度は最高 900℃に達する可能性があるため、始動用冷却水が必要です。この冷却水は、別途船外からの冷却系統から供給することができ、または船舶のメインバルブを調整してバラスト水をシステムに引き入れ船外へ流すこともできます。しかしバルブの取り扱いは間違いやコンタミネーションの原因となる可能性があるため、別個の独立した冷却回路が望まれます。

UV ランプの交換

UV ランプ光の出力は時間とともに徐々に減衰するため、定期的なランプの交換が必要になります。 UV ランプの平均寿命は、使用頻度と選択されたランプの種類によって異なります。光出力は、水の組成のような他の要因に関係しますが、UV 光度センサーによってモニターされます。

クォーツスリーブの洗浄

保護用クオーツランプスリーブに汚れが付着すると UV 透過率が低下し、殺菌効果が低下します。 大部分の UV システムは、クオーツスリーブの表面からの汚染物質の堆積を頻繁に除去する方法を採用しています。

クオーツ製スリーブと UV センサーの洗浄には、主に 2 つの方法があります。

1. ワイパーを上下に動かして物理的にスリーブから汚れを拭き取る機械式洗浄。
2. ランプスリーブとセンサー表面の汚染物や残留物を完全に除去する浸漬洗浄。

機械式洗浄は、最終的には部品交換が必要となる可動部をリアクターハウジング内に設置します。さらに、機械式洗浄の効果は、バラスト水の品質に依存します。例えば、水中の金属イオンに対してワイパーは効果がなく、それはクオーツスリーブに化学的に接着し、UV システムの殺菌性能を阻害する可能性があります。このようなスケールを取り除けるのは軽度の酸だけです。省電力機能を内蔵したシステムを使用している場合、ワイパーによって残された汚れは省電力効果を低減させる可能性があります。

浸漬洗浄サイクルでは、安全な非研磨剤を使用してクオーツスリーブをクリーニングし、その後腐食を防ぐためにシステムを清水で満たします。これらのいわゆる「Cleaning-In-Place」(CIP) システムは、スケールの堆積を効果的に排除し、システムの殺菌性能を長期にわたって維持します。さらに、UV 透過率に悪影響を及ぼし得るワイパーの破損やクオーツスリーブ上のワイパー傷のリスクを排除します。

紫外線透過率

前述したように、UV 透過率はクオーツスリーブだけでなく、処理する水質にも関係します。多くの UV バラスト水処理システムは、紫外線透過率の高い清水で試験されます。

しかし、一般に海水は高い紫外線透過率を有していますが、沿岸や港湾の水の紫外線透過率は低くなる傾向があります。これは実際にシステムの性能に影響を与える可能性があります。

澄んだ水で試験されたシステムの中には、紫外線透過率の低い水を処理する場合に困難を来すことがあります。したがって、処理する水のUV透過率の値を知ることが重要です。港湾の紫外線透過率は通常90%から60%の範囲ですが、50%以下になることもあります。

50%以下のUV透過率の水を処理できるUVシステムを選択すれば、ほとんどの港湾や港でバラスト水処理の規制を遵守することができます。型式承認証書を参照したり、仕様の詳細および最新技術情報について製造元に相談することによって、システムのUV透過率性能を確認することが不可欠です。

水温
広い意味では、UVシステムは冷水条件下でもバラスト水を処理できます。中圧UVランプはそれ自体が熱を発生するため、最大幅の動作温度スペクトルを出すことができます。低圧ランプが機能しなくなる氷点下に近い水域でも、中圧ランプは作動します。

したがって、UVシステムを選択する場合、さまざまな温度条件下におけるシステムの性能について製造元の情報を参照することが重要です。中圧ランプを使用するUVシステムは水温に影響されませんが、処理水はフィルターを通過するため液状でなければなりません。

水の塩分
UV処理技術は塩分に直接影響されません。しかし、その平均UV透過率レベルの低さから、淡水中ではUVシステムに制限があることが良くあります。

腐食
UV処理システムは、バラストタンクおよび配管内の腐食には影響を及ぼしません。

安全性
UVシステムには、処理リアクター内の温度と水位をモニターするセンサーを装備する必要があります。制御システムは、過熱発生の場合に自動的に停止機能を起動できるものとします。

電力管理
電力管理により、紫外線透過率が変化する水域を移動するときにも処理性能が維持されます。使用される電力は、きれいな水域で航行するときには減少し、UV透過率が低い困難な状況下では増加します。消費電力調節機能は完全に自動化されるべきで、水質条件の変化に即座に対応して、常に規制に適合した殺菌ができるようにする必要があります。

サンプリングおよび分析

バラスト水処理システムが排出基準を満たしているかどうかの判断については、サンプリングおよび分析技術にかなり重点が置かれています。IMOの旧G8ガイドラインには具体的な指針がなく、陸上試験機関の間で解釈が異なる結果となっていましたが、改正G8ガイドラインではバラスト水の試験方法が統一されています。改正G8ガイドラインでは、生存生物を「種を再生するために新しい個体を生成できる能力」を有するものと定義しています。生存能力については、生物の構造的完全性、代謝性、再生、運動性または刺激に対する反応などの特性が評価されます。

米国環境保護庁(EPA)の環境技術検証(ETV)プロトコルはより具体的であり、10-50μmサイズの生物の生死を分類するためにCMFDA / FDA染色剤の使用を求めています。この染色剤は、生物のエステラーゼ系が機能しているかを示すことができます。現在、CMFDA / FDA染色法は、USCG最終規則の適合を判定するために承認された唯一の方法です。

CMFDA / FDA染色法の代替案として、最確数(MPN)希釈培養法が採用され、IMOの認証に受け入れられています。UV処理は生物を2つの方法(生物を完全に破壊し、また再生不能状態をもたらすところから、種の侵入を防止するという点で同様に効果的)で無害化することができるため、MPN法は10-50μmサイズの生物に対するUV処理の有効性を判定するためにより適切と言えます。 MPN法はUSCGによってまだ承認されていませんが、将来の受け入れに向けて協議が進められています。

Chapter 3

適正なバラスト水処理システムの選択

船舶所有者の最も貴重な資産は船そのものです。船舶の価値を最適化するということは、そのライフサイクルを通して最適な購買意思決定を行うことに他なりません。特にバラスト水処理システムのような新しい必須コンポーネントの搭載においてはそれが言えます。処理システムの選択は、規制適合を確保する要素だけでなく、船舶の運航費、売船価格、総ライフサイクルコストに影響を及ぼす要素にも基づいて行なう必要があります。

バラスト水処理システムの価値

バラスト水処理システムの選択には、国際的な規制およびその要件を遵守する以上の意味があります。それは船全体の価値にも影響するからです。システムへの設備投資は総所有コストの1要素にすぎず、システムの長期的な運転コストとともに考慮する必要があります。初期投資コストが低いシステムでは、時間の経過とともに運転コストと保守コストが高額となる可能性があります。 逆に、より高い初期投資を必要とするシステムであっても、長期的には追加コストが少なくて済む可能性があります。

コストの評価

前章で述べたように、多くのバラスト水処理システムは、安全かつ効果的に稼働するために補助的な機器類を必要とします。これらは、換気装置、化学薬物貯蔵庫、水の加熱または塩分の増加のためのコンポーネント類を含みます。これらの構成要素が処理システムの設備コストの総額に含まれているかどうかを確認することが重要です。いくつかのケースでは、必要な機器類のすべてを考慮すると、処理システムの初期投資額は当初予想していたよりも大きくなってしまうことがあります。

資本支出（CAPEX）を別として、バラスト水処理システムの真価を評価する際に考慮すべき主な要素が2つあります。それらは、年間運転コスト（OPEX）と総ライフサイクルコスト（LCC）です。

運転コスト
バラスト水処理に関しては、OPEXはスペアパーツやエネルギー消費量を含むすべての消耗品類の年間支出を指します。化学的殺菌技術を使用するシステムの場合、OPEXには必要な化学薬品だけでなく、化学薬品の取り扱いや副生成物と残留酸化物の管理に関連するコストも含まれます。

処理システムの総OPEXは、ポンプ、タンク、加熱源および他の重要なコンポーネントの操作に必要なものを考慮すると予想よりもはるかに高くなり得ます。これらの要素は、サプライヤーの要求を超えて、システム全体の消費電力や稼働コストを増加させる可能性があります。

バラスト水処理システムの効率は時間の経過とともに低下するため、長期的にOPEXがどのように変化するかを評価することも重要です。一般的に当初1年間のシステムの運転コストは、5年または10年後のそれを下回ります。一例として、機械式洗浄を行うUVシステムで使用されるワイパーは、クオーツスリーブに擦り傷を生じる可能性があり、これにより紫外線透過率が低下し、エネルギー消費量が徐々に増加します

ライフサイクルコスト
ライフサイクルコストは、耐用年数にわたってバラスト水処理システムに費やされる追加投資を指します。保守や修理コストのほか、システムのコンポーネントおよび補助機器類の交換またはアップグレードコストが含まれます。

システムのライフサイクルを通じて見るとコンポーネントの交換コストは、最終的には初期投資コストよりもはるかに高くつく可能性があります。システムの設計と使用される材料は、個々のコンポーネントの寿命および保守の必要度合に大きく影響します。より良い品質のコンポーネントを採用すると、初期コストは増大する傾向がありますが、長期的には問題の発生が減り、OPEXとLCCの両方が低下する可能性があります。

処理システムで使用されるコンポーネントの数もLCCに影響します。例えば、低圧ランプを使用するUVシステムのランプ数は、中圧ランプを有するシステムの6倍以上です。低圧ランプの寿命はより長いですが、中圧ランプの方が交換するランプの数がはるかに少ないため、システムの寿命を通じてコストは低くなります。

処理システムに運用上の制限があると、規制不適合のリスクを増大させ、課徴金納付リスクが高まり、LCC がさらに上昇する可能性があります。運用上の制約が少ないシステムであっても、使用手順が難しく複雑であれば、規制遵守への障害となります。これらにより、コンタミネーション、システムの誤動作、人為的ミスが生じるからです。これらの問題については、次節で詳しく説明します。

LCC を徹底的に評価するには、システムの主要部分だけでなく、システムの運用が船全体にどのように影響するかを考慮する必要があります。例えば、配管やバラストタンクの腐食の危険性を高める処理システムは、船舶全体の価値に悪影響を与える可能性があります。

運航ルートのアクセスと収益性の確保

収益の損失を防ぐことは、バラスト水処理システムの選択において考慮すべきさらに重要な要素です。システムにより世界中の港へのアクセスが可能か制限されるかが左右されるため、船舶の潜在的価値の判断に影響する要素となります。

水質は、年間を通して変動し現地の気象条件に左右されるため、世界の港間で大きく異なります。表3.1に著名な港とその標準的な特性値を示します。さらに、水質はバラスト水処理の成否に影響します。

表3.1：港湾別の水質

港名	UV 透過率（%）	水温（℃）	塩分濃度（PSU）
イスタンブール、トルコ	95	6	24
サンペドロ（米国、カリフォルニア州）	95	2	32
ハリファックス（カナダ、ノバスコシア州）	94	-0.8	20
ベラクルス（メキシコ）	94	26	36
ロッテルダム（オランダ）	93	5	0.3
シンガポール港（シンガポール）	93	27	31.5
ホートン（米国、ミシガン州）	91	-0.1	0.1
エリー（米国、ペンシルベニア州）	87	-0.1	0.3
ゼーブリュッヘ（ベルギー）	76	5	26
イェーテボリ（スウェーデン）	85	0	20
チャールストン（米国、サウスカロライナ州）	84	10	24
ボルチモア（米国、メリーランド州）	83	11	12
香港（中国）	80	17	33
ヒューストン（米国、テキサス州）	74	11	20
ハンブルク（ドイツ）	69	2	0.1
アントワープ（ベルギー）	66	5	6.5
ブレーマーハーフェン（ドイツ）	60	2	4
リスボン（ポルトガル）	53	14	35
サザンプトン（英国）	51	5	32
上海（中国）	49	4	1.2

前章で示したように、すべてのバラスト水処理システムには何らかの形で制限があります。

水の塩分と水温は化学的処理システムの性能に影響することがありますが、UV 透過率は UV 処理システムにとって最も重要な要素です。制限を超えて操作する場合、性能が低下するシステムもあれば、完全に機能しなくなるシステムもあります。いずれの場合も規制違反につながります。

結果として、システムに制限があれば、厳しい水質条件または厳格な国家または地方規制がある港を訪問する船舶の能力に影響しかねません。課徴金納付のリスクを避けるために、船舶は混雑する他のルートに再配備しなければならず、経済的な競争力は損なわれます。逆に、船舶がより広範な水質条件に対応して航行できれば、より多くの地域で事業を遂行できるため、長期的に収益性を確保することができます。

処理システムの制限事項は、型式承認証書に表記されていなければならず、されていない場合は要求しなければなりません。制限が記述されていない場合、船舶所有者および運航者は、システムが試験された条件についてサプライヤーに尋ね、試験報告書の写しを要求する必要があります。

総所有コストの決定

バラスト水処理システムの総所有コスト（TCO）を決定するには、前述のすべての財務的要素について詳細に評価する必要があります。

TCO の式は次のように要約できます。

TCO =（収益損失 + 課徴金コスト）+（CAPEX + OPEX + LCC）

簡単に言えば、システムの価値は、収益の損失を回避し、規制違反による課徴金納付のリスクを軽減する能力に関係します。この能力は、システム自体と船舶全体への影響の両方を考慮して、OPEX および LCC の予測値とともに評価されるべきです。加熱器や換気装置などすべての追加機器類の選択の際には、CAPEX を節約すればシステムおよび船舶の寿命に悪影響を与える得ることを留意しながら検討する必要があります。

システム選択基準

バラスト水処理システムを選択する際には、特定の船舶およびその運航に関する包括的な検討事項のリストを作成することが有益です。この手順は、特定の船舶向けに最適な処理性能を提供できるシステムのタイプを判断し、総所有コストを最低限に抑えるのに役立ちます。

候補となるバラスト水処理システムを評価するための検討項目は次の通りです。

- 船舶の種類
- 最大および最小バラスト取水量／バラスト排出量およびバラストサイクル時間
- バラスト水の出し入れに要する時間は、船舶の荷役効率に影響します。要求されるバラストサイクルに適したシステムをマッチさせることにより性能が最適化されます。バラストタンクやその他の機器に必要な保持時間と処理技術の効果を考慮することも重要です。
- 換気要件（必要な場合）
- 必要スペース（設置面積と容積）
- システムコンポーネントの配置の自由度と構造変更の必要性
- 船舶が新造船であろうと既存船であろうと、システムの設置のために必要な構造変更を考慮する必要があります。いかなる変更も所管する船級協会の要件を全て満たさなければなりません。
- 圧力損失による影響
- Ex（防爆仕様）認証要件
  Ex 認証に関する具体的な情報については、付録 F を参照してください。
- 運航ルートに沿った特定の港での規制適合能力
  前述のように、すべてのバラスト水処理システムは何らかの技術的な制限があります。船舶の現行または将来見込まれる事業領域下の条件において、システムの制限が規制不適合を引き起こさないことを確保することが重要です。
- 電力の可用性と消費量
- 安全衛生面
- タンク構造／コーティングへの影響
- 操作の容易さと既存のシステムとの統合
  バラスト水処理システムを船舶の他システムに統合するのが容易であり、また遠隔制御ができれば、TCO を低減し、乗組員訓練の必要性を少なくし、品質管理を向上させることができます。
- その他の換装計画
  他の搭載機器類の換装計画によっては、バラスト水処理システムの設置と操作に影響を与える可能性があります。
- 追加訓練の必要性と乗組員の作業負荷
- 型式承認証書
- システムの入手状況と納期
- 消耗品、スペアパーツ、技術サポート、最適化サービスの可用性
  サプライヤーの各種サービス、サポート、トレーニングに関する供給能力は、船舶の運航ルートにわたってスペアパーツとサービスを迅速に確保するための重要事項です。バラスト水処理システムが消耗品を必要とする場合は、サプライヤーが適時に港に納品できる体制があるかを検討する必要があります。化学薬品を使用する場合は、安全で環境に配慮した方法で取り扱われなければなりません。

その他の設計判断基準

適正なバラスト水処理システムを入手するためには、バラスト水管理プロセスの全体を考慮しなければなりません。これには、ポンプ、エダクター、配管ならびにバルブ、制御装置、その他のシステム設計に関する構成要素が含まれます。

エダクター
バラストポンプは排出作業の大半を行うことができますが、タンクがほぼ空になったときに吸引力を失うことがあります。バラストタンクをストリッピングまたは完全に空にするには、通常エダクターと呼ばれるジェット式ポンプが必要ですが、ストリッピングポンプをその目的のために使用することもできます。

エダクターは、低い流体圧力では効率が大幅に低下するため、ほとんどの場合設計駆動圧力またはそれに近い圧力で作動します。エダクターには可動部品がないため、完全にメンテナンスフリーで稼働します。

さらに詳細については以下を参照してください。
www.thegreenbook.com/eductors.htm

配管、バルブおよびコンタミネーションのリスク
単にバラスト水処理システムを設置しても、そのバラスト排水が国際規制基準を満たしているとは限りません。配管およびバルブは、バラストタンクおよび処理システムとそれぞれ互いに接続しているため、これによりコンタミネーションの可能性が生じます。

コンタミネーションはバラスト排水の質に悪影響を及ぼし、その結果規制違反につながる可能性があります。コンタミネーションの原因には、配管の構造的欠陥、バルブの誤操作、または未処理のシステム系統やタンクを開放する際の人為的ミスなどが含まれます。

殺菌後のバラスト水へのコンタミネーションを防止するためには、それらがタンクに入る前または排出される前の段階において、バルブを含めた配管系統全体の管理が必要です。バラスト水が処理システムをバイパスせざるを得なくなるあらゆる事態について考えなければなりません。バラスト水が適正に処理されるように、IMO 規則では、バイパスを可能にするすべてのバルブをモニターし、記録するように求めています。

化学反応が生じるのを防ぐために、配管材料およびバラストタンクや接続系統の内側に使用されている塗料やコーティングを頻繁に点検することも重要です。

特に、配管のデッドエンド、バルブの漏れ、および残留水に起因する汚染のリスクを最小限に抑えるために、取水するすべてのバラスト水を処理することが不可欠です。1つのバラストタンクが未処理水で満たされていれば、それは配管内にも未処理水が残っていることを意味し、その残留水は後で処理済み水が入ったタンクに流入する可能性があります。内部移送システムまたは自動ヒーリングシステムが採用されている場合、タンクは全く隔離されていないため、1つのタンクに未処理水があるとタンク全体が汚染されてしまう可能性があります。

少量でも未処理水があるとタンクが汚染され、船上試験には合格しません。実際、タンク内に未処理水が存在するだけで、試験方法の精度は損なわれます。IMO D-2 基準に準拠するためには、IMO G2 の技術ガイドラインに従い、汚染のないシステムを使用して船上試験を完了しなければなりません。

活性物質
バラスト水処理システムが活性物質を使用する場合、当局の多くは、化学物質とバラスト水および化学物質の供給配管に使用される材料との適合性について検証を要求します。そのようなシステムを設置する前には、バラストタンクに使用される塗料やアノードへの影響をチェックする必要もあります。

これらのシステム消耗品は、船舶の化学薬品貯蔵タンクから供給されるため、温度管理、換気および消火設備の設置が考慮されていなければなりません。加えて、乗組員は活性物質を管理できるように訓練されていなければならず、そのトレーニングは適切に記録して確認がなされていなければなりません。

これらの手順は、通常、UV 処理システムや物理的殺菌法を採用する他のシステムには適用されず、エポキシバラストタンクコーティングにも同様のリスクを生じるものではありません。

流量とポンプ容量
バラスト水の流量の要件は、船舶の種類によって異なります。例えば、コンテナ船はタンクがほとんど空にならないため、そのサイズに対してバラスト水の流量は少なくなります。 他方、バルクキャリアおよびタンカーは、貨物の取扱いに関係して流量は多いものです。

船舶の流量要件により、バラスト水ポンプの容量が決まります。したがってバラスト水処理システムの仕様は、船舶のポンプ容量に基づき決定されます。

表3.3は、船種別の流量とポンプ容量の概要を示します。

表3.3: 船種別流量とポンプ容量

分類	船種	一般的バラスト容量（㎥）	一般的ポンプ容量(㎥ / h)
バラスト依存度の高い船舶	バルクキャリア		
	ハンディサイズ	18,000	1,300
	パナマックス	35,000	1,800
	ケープサイズ	65,000	3,000
	タンカー		
	ハンディサイズ	6,500	1,100
	ハンディマックス－アフラマックス	31,000	2,500
	スエズマックス	54,000	3,125
	VLCC	90,000	5,000
	ULCC	95,000	5,800
バラスト依存度の低い船舶	コンテナ船		
	フィーダー	3,000	250
	フィーダーマックス	3,500	400
	ハンディサイズ	8,000	400
	サブパナマックス	14,000	500
	パナマックス	17,000	500
	ポストパナマックス	20,000	750
	その他の船舶		
	ケミカルタンカー	11,000	600
	客船	3,000	250
	一般貨物船	4,500	400
	RoRo 船	8,000	400
	貨客船	7,000	400

出典：ABS

Chapter 4

バラスト水処理システムの設置

バラスト水処理システムの設置を適切に計画することは、システム自体の選択と同様に規制適合の確保と総所有コストを低減するために重要です。新造船と換装プロジェクト（レトロフィット）の両方で経験豊富なサプライヤーを選択すれば、スムーズで確実なシステムの設置が実現します。

新造船

通常、新建造船へのバラスト水処理システムの設計と設置は造船所で行われます。システムは、船舶の設計期間を通じてコンポーネントとして機装設計されます。設計担当者は最初から設置スペースや電力要件などを考慮するため、最終的な設置作業は比較的容易です。

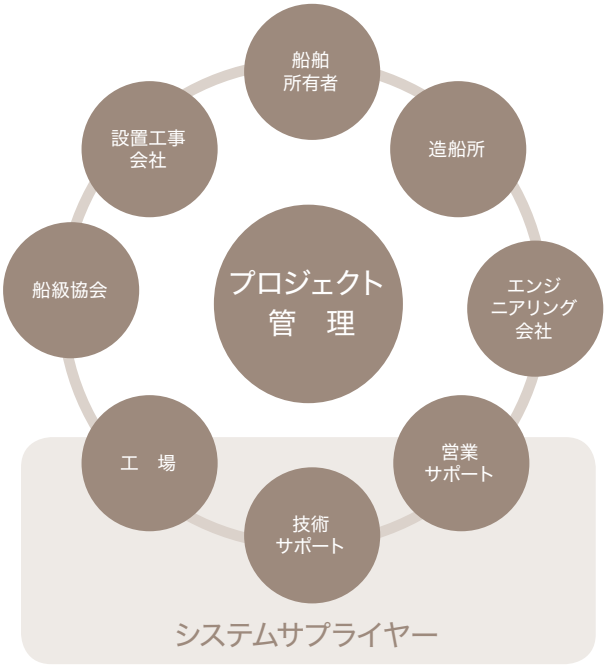
通常船舶設計上の調整ができる余地が大きいため、費用と複雑さはそれぞれ異なるとしても、設置上の観点からは、バラスト水処理システムの選択はさほど重要ではありません。据え付け所要期間は数ヶ月程度あるため、初期段階で何らかの不具合があっても調整や修正が可能です。

換装計画（レトロフィット）

通常、既存船舶にバラスト水処理システムを設置することは、新造船の場合よりも複雑です。ほとんどの船舶では、バラスト水処理は建造時考慮されていないため、新しいシステム設置のためのスペースはありません。これは、システム自体が既存船の状況に適応しなければならないことを意味します。

レトロフィットを成功させるためには、すべての関係企業から柔軟性の高い、周到な準備と協力関係が必要となります。バラスト水処理システムを設置することは船内システムの多くに影響を及ぼし、それぞれのシステムに個別の検討課題を生じます。一般的にドック内での換装のための時間枠は２週間であり、遅れが生じることは船舶所有者の収益が損なわれることを意味します。

レトロフィットは単に新しい装置を設置するということではなく、バラスト水の新しい管理方法が要求される総合的なシステムが追加されるということです。したがって、バラスト水記録簿とバラスト水管理計画の更新が必要となり、さらに、新しい手順を実施するためには、乗組員の訓練が必要となることもあります。



関係者の協調とプロジェクト管理

レトロフィットを成功させるには、数多くの関係企業の関与が必要となります。多くの場合、これらは船舶所有者およびバラスト水処理システムのサプライヤーに加えて、造船所およびエンジニアリング会社が含まれます。サプライヤーを選択する際には、船舶所有者はシステムの信頼性だけでなく、できる限り支障なくシステムを設置できるサプライヤーの企業体制も検討する必要があります。

サプライヤーの販売担当者は、船舶所有者の要求に応じて、船舶のニーズを最大限に満たすシステム構成を提案しなければなりません。技術サポート担当者は、船舶所有者の特定の要求に対する解決策を見出すことができなければならず、また、工場は適時かつ期待に応える品質でシステムを供給する能力を備えていなければなりません。

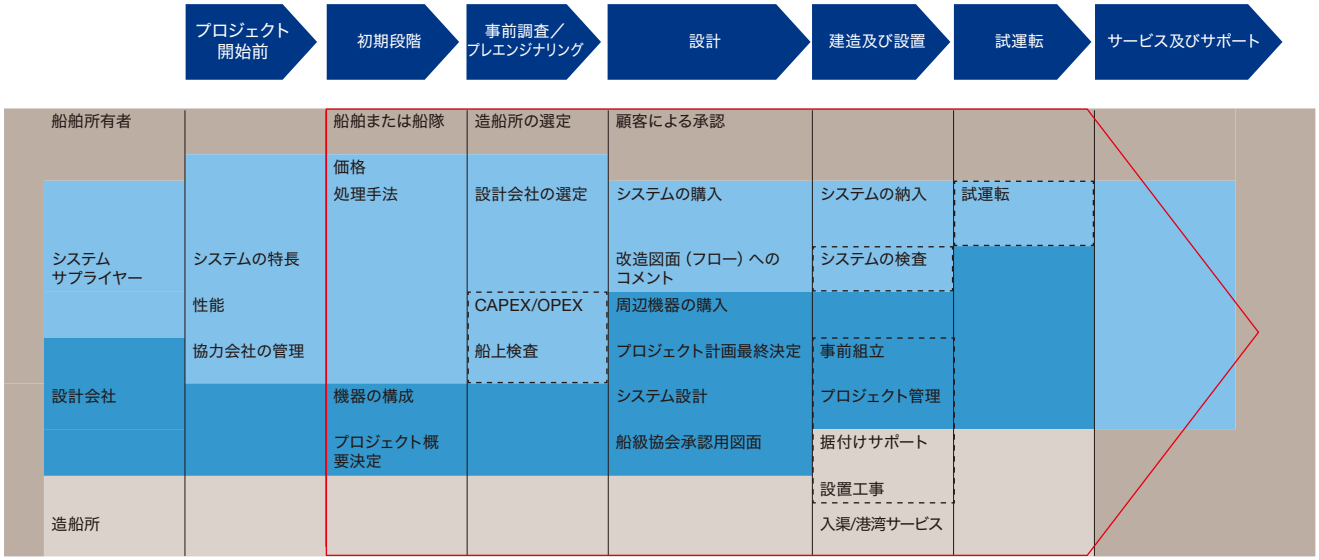
しかし、時折船舶所有者の要求にはサプライヤーが満たすことができないものもあります。 通常システムの対応は可能ですが、それにも限度があります。サプライヤーは、承認された仕様を記述した処理システムの型式承認証書に従うことが求められます。船舶所有者の規制不適合や他の潜在的な問題を回避するために、サプライヤーは一定の管理水準を維持し、型式承認の制約以内にとどまる装置のみを提供しなければなりません。

船舶所有者に求められるのは、適切な船舶関係の図書類をサプライヤーに提供し、プロジェクト中に意思決定を行うことです。船舶所有者は最終的に船舶の責任を負わねばならず、すべてが安全かつ適正に処理されるようにしなければなりません。

プロジェクト開始前
プロジェクトの前段階では、システムの選択に焦点を当てます。そこでは 主に４つの検討事項があります。

- システム
船舶所有者は、本書の第２章および第３章に概説されている内容に従って、適切なシステムの選択範囲について検討する必要があります。

レトロフィットプロジェクトのプロセス



- 設置の複雑さ

システム設置の複雑さは重要な要素です。例えば、電気塩素化システムの多くは、塩分濃度に関して制限があるため、ピークタンクまたは同様の場所に高塩分の水を貯蔵する必要があり、これは、据え付けと操作をより難しくします。自由度が高く、コンポーネント間の距離を長くできるシステムを選択すれば、この種の問題を最小限に抑えることができます。

- 安全性

特別な換気装置や化学薬品の貯蔵庫が必要なバラスト水処理システムは、既存の船舶の安全管理手順に大きく影響を及ぼします。船舶管理者は、常に特定の安全管理手順を遵守するために乗組員の訓練を行う必要があり、それは乗組員が交代した場合でも同様です。

- サプライヤーの対応能力

レトロフィットのような短期間のプロジェクトでは、サプライヤーは、追加コストの発生を避けるために製品を適時かつ必要な品質で提供できることを求められます。柔軟性も重要です。プロジェクトには多くの関係企業が関与するだけでなく、プロジェクト自体複雑性が高いために突然の変更が発生する可能性があるためです。.

初期段階

初期段階では、サプライヤーと船舶所有者は、システムの供給範囲とプロジェクトの実行方法について合意する必要があります。この早い段階での仕様の詰めが良いほど、後で間違いが起こる危険性が減ります。

事前調査および船舶図書の検討

対象の船舶にバラスト水処理システムをどのように設置するか、またシステムに必要な特性をどのようにするかを決定するために、船舶所有者、サプライヤーまたはエンジニアリング会社による事前調査を実施する必要があります。この段階では、船舶の図書類を収集して検討を行います。前述したように、すべての船種に完璧に適合する処理システムはなく、この調査は船舶固有のニーズを特定するのに役立ちます。この調査に必要な図書類には次のものが含まれます。

- 使用されているポンプの数、バラスト取水・排水頻度などのバラスト水操作に関する情報
- バラストポンプの仕様
- 船舶全体配置図
- 配管図および計装図
- 使用可能電力量

訪船調査と3D スキャン

システムの設置を準備するために、サプライヤーまたはサプライヤー委託のエンジニアリング会社は、装置類の最適な設置場所を特定し、またバラスト水処理に関する情報を収集するために訪船調査を実施します。

調査においては、システムの装置類を搭載するためにハッチが利用できるかどうか判断することが重要です。調査内容を記述した報告書は、その後の作業のための手引となります。

訪船調査と3D スキャン

場合によっては、サプライヤーまたはエンジニアリング会社は、訪船調査と3D スキャンを組み合わせて実施しますが、これには測定だけを実施するのに比べていくつかの利点があります。スキャナーは処理システムの設置場所となる船内環境の3D 画像を作成することで、最終結果を明示することができます。スキャニングは、船舶の通常の業務を中断することなく、1営業日のうちに完了することができるため、港湾停泊中に行われた場合、運航への支障は最小限に抑えられます。

3D スキャンの精度は、その実施方法によって大きく異なるため、スキャンの目的を事前に把握しておくことが大事です。目的が単に3D 画像を作成するだけであれば、数センチメートル以内の精度で十分でしょう。しかし、後工程での設計作業や配管の制作を目的としてスキャンを使用する場合、精度は数ミリメートル以内でなければなりません。

本ページの画像は Goltens Green Technologies 提供による

姉妹船
多くの船舶には外見が類似した姉妹船が存在します。しかし、違いを見つけることは可能です。例えば、上記の画像では、船外配管の構成が異なる２つの姉妹船を示しています。

一方の船舶の設計が姉妹船に使用されることが良くありますが、干渉チェックを行うことにより、システムの設置に影響する重要な要素が発見されることがあります。

事前設計
3D スキャンで収集した情報を処理した後、システムのイメージを3D 画像に挿入して、実際に据え付けるとどのようになるのかを確認することができます。

この事前設計段階における視覚化の手法は、提案された設置方法を評価し、配管の経路や各種コンポーネント配備の必要性について判断する機会を提供します。

本ページの画像は Goltens Green Technologies 提供による

新設のバラスト配管が既存の換気ダクトとどのように干渉するかを示した3D 画像

またこのような視覚化は、処理システムの設置提案内容と既存の機器類の位置との間に干渉があるかどうかを明らかにします。これにより、据付け中に起こり得る複雑な修正を未然に防ぐことができます。

このように、3D 視覚化の手法は、プロジェクトの計画や摺合せのための優れたたたき台を提供します。またさらなる変更が必要となっても、あらためて訪船調査を行うことなく進めることができます。

詳細設計
詳細設計段階では、サプライヤーまたはエンジニアリング会社は、3D スキャン図の情報を使用して、据付けに必要なすべての配管、補助機器類、および土台についての改造図面を作成します。また、サプライヤーまたはエンジニアリング会社は、配管に適した材料を選択し、部品表をまとめます。

この段階では、船級協会へ提出して承認を受けるための船舶図書類を更新する必要があります。

船級による承認
船級協会からの承認を得るには、据付け工事を開始する前に、要求されるすべての図書類を提出する必要があります。船級協会承認に必要な図書類については、付録 E を参照してください。

事前準備
造船所または据付け工事請負会社は、システムコンポーネントの事前準備に製造図面を使用します。3D スキャンや設計が高い精度をもって行われると、コンポーネントが据付け不能となる事態が避けられます。コンポーネントの事前準備は、船内での据付け作業時間を最小限に短縮することができます。

据付け
バラスト水処理システムの据付け工事は、造船所、就航中、またはこれらの組み合わせで行われます。

- 就航中の施工
  据付け作業は、通常の就航中に本船乗組員により行われ、工事所要期間は2週間から6週間程度です。この方法がとられる場合、乗組員の安全確保の配慮が必要となります。バラスト水系統は船舶安全システムの一部を構成しているため、就航中はバラスト水配管の改造工事はできません。

- 造船所での施工
  造船所入渠期間中の据付け工事は、大きな安全リスクを伴わずに大部分のシステムの改修が可能となることから、就航中の施工よりも一般的に行われています。造船所での工事所要期間は約2週間で、通常他のシステムも含めて保守作業も行います。一般的にバラスト水処理システムの据付けに許容されるのは最長でも10日間であり、このため大部分のコンポーネントの事前準備が完了していることが求められます。

本ページの画像は Goltens Green Technologies 提供による

システムの検証
据付け期間中または据付けに付随して、システムの検証と試験を行う必要があります。造船所での工事期間は限られていることから、すべてのコンポーネントが初期段階から正しく据え付けられることは重要です。誤りを修正するための時間が非常に限られていることから、就航遅延となったり、就航後に船内システムの動作不良を生じる可能性があるからです。

サプライヤーが技術的側面からシステムの検証が終わると、船舶所有者の担当者および船級協会検査官の立会のもと、試運転にて機能の実証検査を受ける必要があります。船級協会の要領による検査を受けることで、次段階において検査官は、システム全体に対する承認を行うことができます。

システムの承認

据付け工事が完了すると、処理システムは、船舶配管系統への接続配管、電気系統、制御システムなどのすべてを含めて、包括的に「バラスト水管理システム」と呼ばれます。所管の船級協会検査官は、船級協会の検査要綱に則り、システムの設置具合および機能について検査を行い確認しなければなりません。検査が終了すると、システムは以下の規制適合に関する証書類を取得することになります。

- 機械設置規則
- 圧力容器規則
- 配管規則
- 電気装置設置規則

一般的に船籍国の当局は、船級要件への適合に関する検査は行いません。このため、認定された船級協会が処理システムの検査と承認を行い、バラスト水の国際規制、地域規制、地方当局規制の遵守を確保しなければなりません。

Chapter 5

サプライヤー選択のための指針

これまで本書で述べた通り、バラスト水処理システムのサプライヤーを評価するにあたっては、数多くの検討要素があります。そしてこれらは、システム自体の性能上の長所や制限についてのみならず、サプライヤーの企業力にも関係します。

的確な質問

以下はバラスト水処理装置のサプライヤー候補を検討する際に確認すべき重要な質問をまとめたものです。これらの質問は、既存のシステムや設置コストに及ぼす影響度の違いについて、またさらに重要な要素として、システムの耐用期間を通じた長期的なコストについて焦点を当てています。

サプライヤーとの折衝用チェックリストについては、付録Hを参照してください。

1. サプライヤーは、多様な就航条件においても性能を保証できるか?

サプライヤーは、船舶の就航を制限することなく完全に規制適合したバラスト水処理システムを提供しなければなりません。システムは、IMOとUSCG両方の型式認証を取得しているべきであり、船舶が就航するルートや業務への制約を避けるためにあらゆる選択肢を提供しなければなりません。システムは、清水、汽水、海水、ならびにあらゆる水温下で正常に作動することが重要です。UV処理システムの場合、UV透過率が低い条件下でも機能しなければなりません。

2. システムは、認定第三機関による型式承認試験を受けているか?

認定第三機関による型式承認試験は、システムの透明性、有効性、そして最終的には規制適合性を確保するために重要なものです。第三機関の試験団体は管理された試験環境と現実的な試験条件を提供することができるため、システムの欠陥が看過されることを防止できます。現在規制適合を確保するために多くの管理方法が知られています。
真摯なサプライヤーは、第三者による透明性を求めて、自然発生の生物を含む水を使用して試験を行うなど、起こりうるあらゆる条件下での規制適合を目指しています。

3. サプライヤーは、船舶業界において長期にわたる経験を有しているか?

広範な業界経験に富む真のマリンサプライヤーを選択すると、様々な水域条件下における多様な船舶の要件に対する知識をもとにシステムが設計されます。例えば、UV処理システムは、実は飲料水処理がそのルーツです。それらは陸上の浄水技術の応用であるため、低いUV透過率などの一般的な海洋環境には適しません。特別に海洋用途向けに開発されたシステムを使用することでこれらの問題を回避できるのです。

4. システムは設置と操作が容易か？
サプライヤーが設置の容易さを考慮した場合、システムの設置面積は小さくなり、据付けの自由度は大きいものとなるはずです。そしてこれらはレトロフィットでは特に重要なものです。一般的に、バラスト水配管に主要コンポーネントを組み込み、タンクや換気システムの追加を必要としないシステムは据付けが容易です。システムの運転は直観的に操作可能な制御インターフェースを備えた完全自動化システムとし、乗組員の手作業による介入は一切必要ないものとするべきです。

5. サプライヤーは顧客からリピートオーダーを受けているか？
バラスト水処理システムまたはそのサプライヤーについて語るのに、顧客から得た信頼よりも雄弁なものはありません。豊富な納入実績はそのための貴重な参考資料ですが、最も重要なものは、同じ顧客が複数回システムを購入した記録です。航海の成功に基づき再購入の決定に結びついたことは最高の証明といえるでしょう。

6. サプライヤーは多数のバラスト水処理システムの納入に成功しているか？
サプライヤーの納入実績表は、新造船と既存船の両方に搭載された、または稼働中のシステムの数について調べる必要があります。特にレトロフィットでは、多数の関係企業による協働が必要となります。この分野でのサプライヤーの経験が豊富であればあるほど、システムが支障なく設置される可能性が高くなり、長期的なシステム性能の維持が確保されます。

7. サプライヤーによる納期遵守の実績は十分か？
要求された納期通りに納入している実績が重要です。サプライヤーが造船所から指定された納期に装置を納入できない場合、多大な追加コストが発生するだけでなく、収益の損失につながることがあります。これはバラスト水管理条約が発効する際の重大な問題となっています。処理システムを搭載する船舶の数が増加すると、機器類の入手や造船所の空き状況に影響が出るからです。

8. サプライヤーは、据付けと試運転に要する就航停止時間を最小限に抑えられるか？
バラスト水処理システムの設置は大工事ですが、サプライヤーは船舶の就航停止期間を最小限に抑えることができなければなりません。効率の良い供給方法と優れた段取りがあれば、優れた造船所なら停止時間を２週間に抑えることが可能となるはずです。就航中に船舶の通常の業務を妨げることなく、据付け工事を行うことができるサプライヤーもあります。

9. サプライヤーはグローバルなサポート力を持っているか？
バラスト水処理システムは、長年にわたり船舶に搭載されるシステムです。このため船舶がどこを航行しようとも、スペアパーツや長期的なサポートを安定的に提供できる強力なグローバルネットワークを持つサプライヤーを選択することが重要です。そして万が一システムに故障が発生した場合は、船舶の就航位置に関わらず、24 時間いつでもサプライヤーのサービス部門に連絡できることが重要です。

10. サプライヤーは幅広く柔軟なサービスを提供できるか？
バラスト水処理システムは、長期的な規制適合性能を維持するために専門的な保守を必要とする大規模な投資です。サプライヤーによる定期検査とサービスを実施し、システムの型式承認に従いシステムの性能を完全に検証することでその投資価値を守ることができます。サプライヤーとのオーダーメイドによるパフォーマンス契約は、一定の予算範囲内で各船舶固有のニーズに合わせた柔軟なサービスが得られる理想的なサービス形態と言えます。

Chapter 6

Alfa Laval PureBallast 3.1

本章では、アルファ・ラバルのバラスト水処理技術の現行世代であるAlfa Laval PureBallast 3.1について詳しく説明します。市場で最も定評のある処理システムと言えるPureBallast 3.1は、当社が10年以上にわたり、新造船およびレトロフィットにおいて規制適合と現実のニーズを両立させてきた経験を基に開発されたものです。

PureBallast 3.1の概要

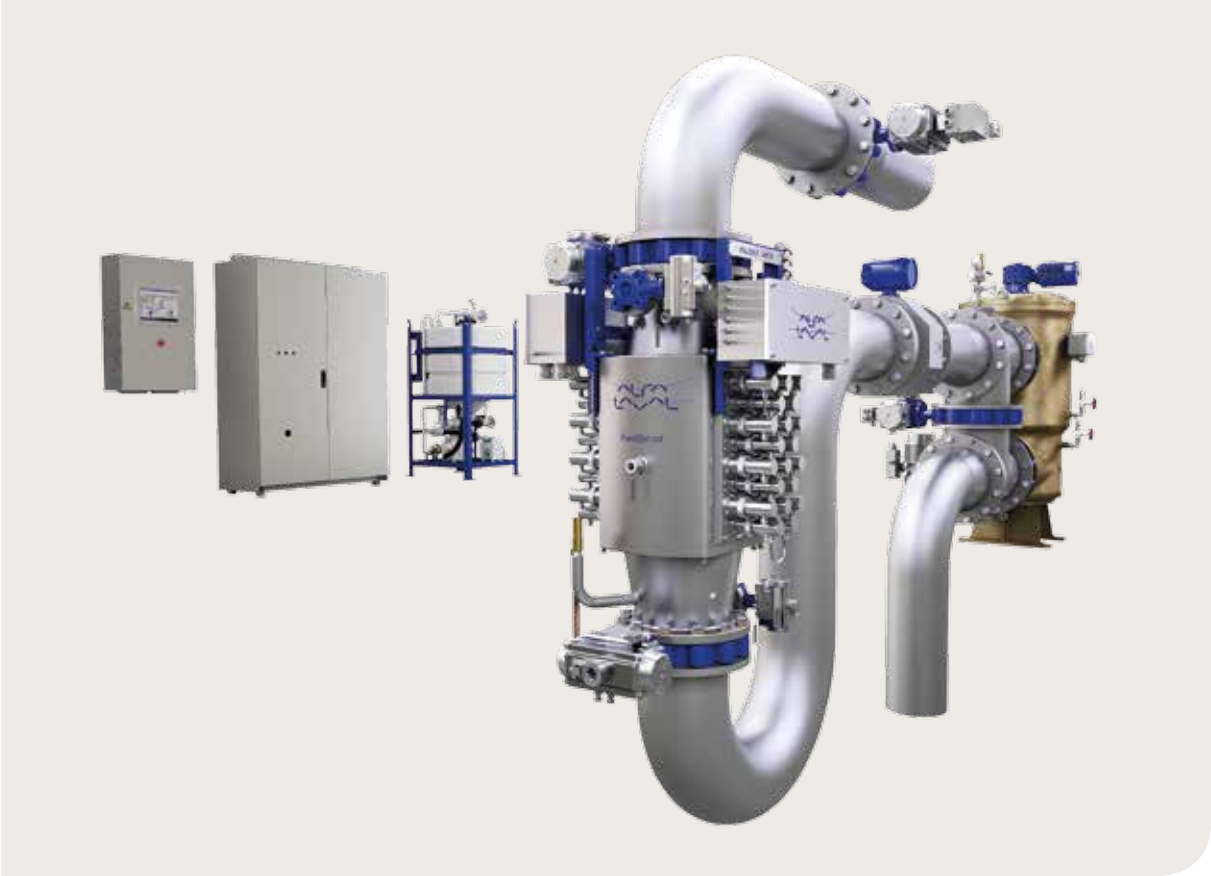
Alfa Laval PureBallast 3.1は、バラスト水の生物学的殺菌を行うための自動インライン式処理システムです。化学薬品を使用せず、濾過段階と強化UV処理を組み合わせて、規制に則り生物を除去します。

本システムはモジュール構造であり、主要なコンポーネントは、殺菌処理が行われる部位である強化型UVリアクターです。リアクターの合成クオーツランプスリーブの特殊設計により、広い波長スペクトルの透過が促進され、殺菌処理中により多量のUV光を照射します。リアクターの内部設計との組み合わせにより、最適なUV照射量と低エネルギー消費を確保します。

PureBallast 3.1は、清水、汽水、海水などすべての種類の水に対するバラスト水処理の認定を受けています。標準システムでは、32 - 3000m^3/hの流量を処理することができます。

その強化型UV技術と出力増強機能により、PureBallast 3.1は透明度の低い水域で比類のない生物学的殺菌性能を発揮します。UV透過率が42%と低い水域でも定格流量処理が可能です。

PureBallast 3.1システムの詳細な構成は、バラスト水系統のニーズおよび船舶の就航計画など具体的な要件によって決定されます。



PureBallast 3.1 の利点

- **あらゆる水域で優れた性能を発揮**
  PureBallast 3.1は、清水、汽水、海水などのあらゆる種類の水に対して比類のない生物学的殺菌性能を提供します。そしてこれには極寒温度下における液状の水も含まれます。またUV透過率が42%と低い水域でもシステムは定格流量で稼働することができます。これにより船舶は、就航上の制約を被ることなく完全に自由な航行が可能となります。

- **使いやすさ**
  PureBallast 3.1は、完全に自動化されたシステムで、バラスト水ラインに統合されています。そして本システムは手動操作を必要としません。

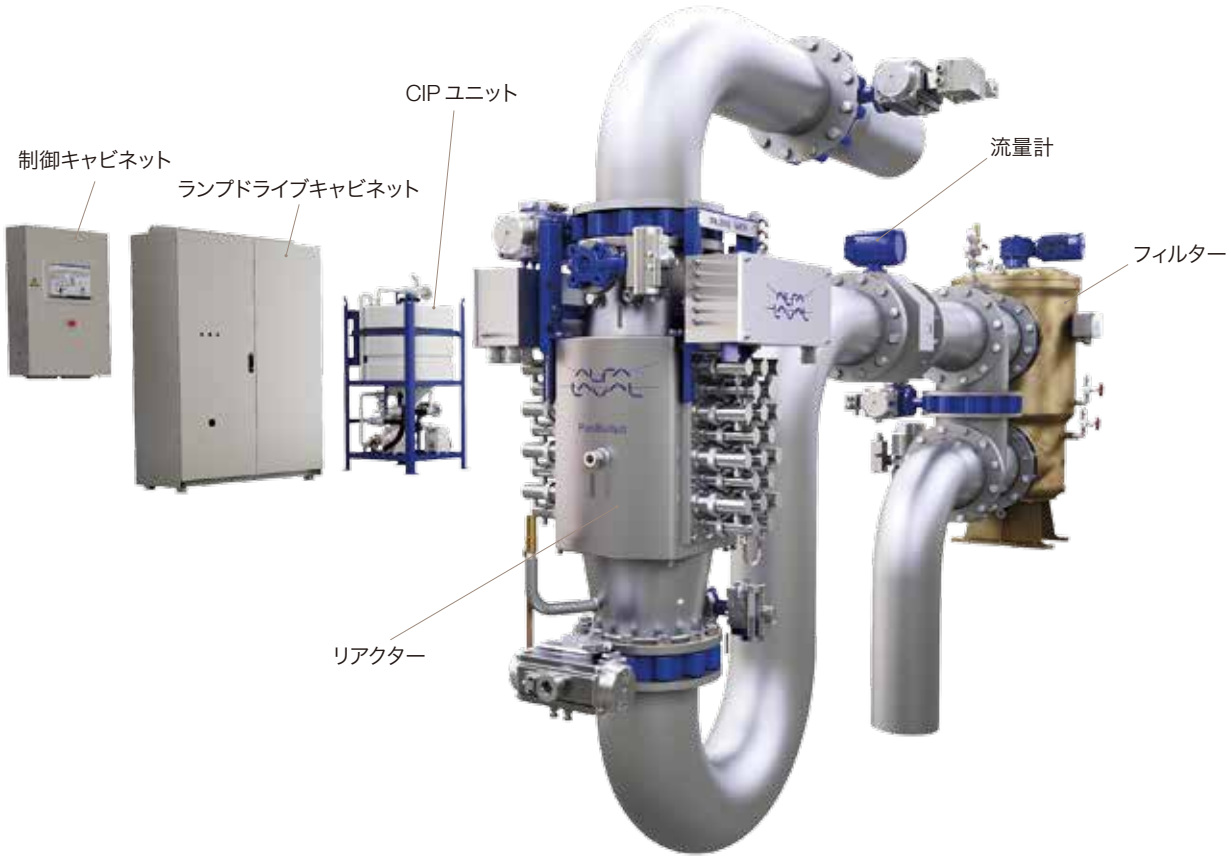
- **効果的な電力消費管理**
  PureBallast 3.1は、強力な生物学的殺菌性能を備えているため、ほとんどの状況において最大動作電力の50%程度で稼働できます。UV透過率が極端に低い低透明度の水域での対応など、必要な場合には最大出力まで増強することができます。

省スペースのインライン構造
PureBallast 3.1は、主要コンポーネント(フィルターとリアクター)がバラスト水配管に組み込まれたインライン式システムです。特にリアクターの直径は、配管自体のそれよりわずかに大きい程度です。

これにより、小さな設置スペースで非常に自由度の高いシステムを構築できます。ランプドライブキャビネットを最大150m離して配置すればシステム設計がさらにシンプルになります。これにより、エンジンルームへの設置スペースの追加を避けることができ、またEx(防爆仕様)システムの防爆エリア外に配置することが可能になります。

- **ケミカルフリー**
  PureBallast 3.1は、清水を処理する場合でも、塩分や化学物質を添加せずに生物学的な殺菌要件を満たします。化学物質の投与が不要なため、消耗品や残留物質の管理に必要なタンクや換気システムはありません。

- **全世界的なサポート**
  アルファ・ラバルは、グローバルなサプライヤーであるとともに、新造船および換装ニーズに対応した解決策を提供できるバラスト水処理の経験豊かなパートナーです。造船所や設計会社は、明解かつ完備された図書類と専門技術者によるコンサルティングの提供を期待できます。船舶所有者は、パフォーマンス契約やその他の費用対効果性の高いサービスなど、広範囲にわたるオーナーシップサポートを受けることができます。



型式承認

- **IMO**
  PureBallast は、過去から現在に至るまでのすべての型式世代で IMO の型式承認を取得しています。PureBallast 3.1 は、清水、汽水、海水などあらゆる種類の水での使用が認可されています。

- **USCG**
  米国海域でバラスト水を排出する船舶は、USCG 型式承認取得済みの PureBallast 3.1 システムを利用できます。しかし、これらの船舶は IMO バージョンのシステムを選択するのも有利な方法です。 IMO 型式承認済みの PureBallast 3.1 システムは、船舶の規制適用日から 5 年間の猶予期間中、代替管理システム（AMS）として米国での使用が認められているからです。そして必要に応じて、簡単に USCG バージョンにアップグレードすることができます。

システムコンポーネント - 生物学的殺菌

PureBallast 3.1 による生物学的殺菌は、最初の濾過工程とそれに続く特別設計のリアクター内で行われる強化 UV 処理工程の 2 段階から構成されます。両方のプロセスとも、インライン式でバラスト水配管に組み込まれています。

- **フィルター**
  バラスト水処理中は、比較的大型の生物種の取込を防止し、またバラストタンク内の沈殿物を減少させるためにフィルターが使用され、デバラストの際には、フィルターはバイパスされます。また、システムフローの一部を使用した自動バックフラッシングによりフィルター洗浄を行います。

  リアクターと組み合わせた効果的なバスケットフィルターの設計により、42%もの低い UV 透過率の清水、汽水、海水でも定格流量処理を可能にします。

- **リアクター**
  PureBallast 3.1 の強化 UV 処理は、リアクター内で行われます。4 種類のリアクターサイズが用意されており、それぞれに流れを最適化する内部設計を備え、高い乱流および UV 照射量を確保します。

  リアクターのランプには、特別に設計された合成クオーツのランプスリーブを採用しています。これらは広い波長スペクトルの透過を促進し、殺菌中により多くの UV 光を照射します。リアクター内に装備された温度センサーと水位センサーにより安全性も確保されています。

  ワレニウス・ウォーター社の処理技術を採用したリアクターは、船舶用途向けに特別に開発されたものです。リアクターの構造は SMO 鋼製であり、腐食のない長寿命を保証します。

システムコンポーネント - サポートシステム

PureBallast 3.1 の付属コンポーネントは、システムの最適設計のために柔軟に配置できるサポートシステムです。

- **ランプドライブキャビネット**
  UV ランプには、リアクターに接続するランプドライブキャビネットによって電力が供給されます。本キャビネットはリアクターから物理的に分離されており、最大 150m まで離して設置することができます。これにより機関室の省スペースにつながり、Ex(防爆仕様）システムの設計が簡素化されます。

- **CIP(Cleaning-In-Place) ユニット**
  UV ランプの性能は自動 CIP 装置によって保全・維持されます。CIP ユニットは、再使用可能な生物分解性の洗浄液を循環させ、UV 照射量を損なう堆積などを防止します。このような堆積はワイピングでは除去することができない上、スリーブ表面を傷付けるリスクもあります。

- **コントロールキャビネット**
  PureBallast 3.1 の制御キャビネットには、使いやすいグラフィカルなタッチスクリーンインターフェイスが装備されており、ワンタッチで始動または停止ができます。 制御システムは、Modbus 経由で船内自動化システムに接続することもでき、船舶の総括制御システムを通じてすべての機能にアクセスできます。

- **補助機器**
  その他、バックフラッシュポンプ、サンプリングデバイス、バルブパッケージおよび遠隔制御盤など、あらゆる船舶システムへの統合をサポートするための幅広いオプションが用意されています。

オプション機器

PureBallast 3.1には以下のオプションが用意されています。

- **遠隔制御盤（リモートコントロールパネル）**
  遠隔制御盤により主制御盤を補完することができます。これにより、船上の任意の場所からバラスト水処理の始動、停止、モニタリングを行うことができます。

- **高圧システム仕様（最大10 bar）**
  PureBallast 3.1は、6bar以外に、9barまたは10barの高圧バラストポンプに対応することも可能です。

- **ブースターポンプ**
  船内における流量や圧力が安定した性能を確保するのに不十分な場合、ブースターポンプの支給が可能です（冷却用やフィルターバックフラッシング用など）。

Ex（防爆仕様）システム

PureBallast 3.1は、ATEXおよびIECEx、Zone1、IICおよびT4に従ってEx(防爆）仕様で提供できます。Ex設計は、ランプドライブキャビネットを柔軟に配置することによって簡素化されます。すなわちこのキャビネットは、防爆エリアの外側に設置することができ、リアクターから最大150m離れた場所に配置することができます。

操作の安全性を高めるため、PureBallast 3.1の安全機能は大きなマージンをもって設計されています。 例えば、リアクター内部の温度センサーとレベルセンサーは、PLCをバイパスしたセーフティーリレーを介して接続されており、万が一PLCの誤動作の際に信号が失われないようにしています。

操作手順

- **バラスト取水**
  PureBallast 3.1は完全自動化システムです。起動すると、短い始動シーケンスが実行されます。

  バラスト取水が始まると、取り込まれたバラスト水は最初にフィルター（濾過）を通過します。これにより、比較的大きな生物や粒子が除去され、処理する水の質が向上します。このフィルターは、濁った沿岸水や清水での操作に有益なものです。

  濾過後、続いて水はリアクターを通過しますが、そこで強化型UVの働きにより殺菌され、その後バラストタンクに入ります。バラスト処理が完了すると、Cleaning-In-Place(CIP) サイクルを通じてリアクターの洗浄が行われます。洗浄はバラスト処理後30時間以内に実施する必要がありますが、この洗浄サイクルは処理直後に自動で起動します。リアクターは、CIPサイクルが始まると清水で洗浄され、その完了後は清水で満たされます。
  一旦バラスト取水が完了すると、フィルターもまた清水で満たされます。

- **バラスト排水**
  バラスト排水プロセスはバラスト取水プロセスと本質的に同じです。しかし、水はすでに濾過済みのため、バラスト排水時にはフィルターはバイパスされます。

  バラストタンクを出た後、船外に出るバラスト水はリアクターを通過し、航行中に起こり得る微生物の再増殖を排除します。このようにしてバラスト水は規定限度まで殺菌された後、排出されます。バラスト取水とバラスト排水の両方で、CIPを含む同じ起動・停止シーケンスが行われます。

容量

PureBallast 3.1システムのサイズは、使用するバラストポンプの容量によって決まります。その最適な仕様は、バラスト水の流量要件とリアクター設定およびフィルターの容量をマッチングさせることによって成立します。

流量範囲が32-300 m^3/h の場合、PureBallast 3.1はスキッド型システムを含む小型船舶向けのコンパクトシステムに設計することが可能です。3000 m^3/h を超える流量の場合は、システムを並列に設置し、最大で6000 m^3/h まで対応が可能です。

容量 170 m^3/h スキッド型システム（設置面積 1.4m^2）

流量 m^3/h	(32)*	85	135	170	250	300	500	600	750	1000	1500	2000	3000

* PB3.1/85 を低収量で使用するシステム

保守

PureBallast 3.1は、運用中は乗組員が手動で操作する必要はありません。このため保守作業の実施は次の機会に限られます。

- 1年に1回のフィルター点検時
- 3000時間稼働後のランプの交換時（安全で簡単な手順を数分で実施）
- 1年に1回またはpH値が3に達したときのCIP洗浄液交換時

アルファ・ラバルの全オフィスに試運転および技術サービスを依頼いただくことができ、システムの運用開始および操作と保守に関するアドバイスを提供します。また要望により、乗組員向けの船上トレーニングも受講いただけます。

技術データ

技術データ

消費電力 （170m^3/h リアクター）	最適時 11kW （最大20kW）
消費電力 （300m^3/h リアクター）	最適時 17kW （最大32kW）
消費電力 （600m^3/h リアクター）	最適時 32kW （最大63kW）
消費電力 （1000m^3/h リアクター）	最適時 52kW （最大100kW）
電源	400-440VAC, 50/60Hz
作動圧力	最大6.0Bar（オプションで最大10.0Bar）

* 紫外線透過率の低い低透明度の水を処理する場合消費電力を増加して対応することが可能です。

PureBallast への換装

PureBallast 3.1は、コンパクトで柔軟性の高い構造のため、既存船の限られたスペースにおいても設置が容易です。さらに最も重要な点は、アルファ・ラバルは、あらゆる船舶に対応できる実践的知識・経験と実績のある作業手順を持っているということです。これらは、過去10年間にわたる換装実績で、より洗練されたものとなっています。

アルファ・ラバルは、レトロフィット・プロジェクト管理においては包括的かつ柔軟な手法を採用しています。これによりそれぞれのプロジェクトをカスタマイズすることが可能となり、各船舶所有者のニーズ、様々な船舶の仕様、納期の要求に応えることができます。レトロフィット・プロジェクトは、個々の船舶または船隊全体に合わせて調整することが可能で、また据付け工事は、造船所での入渠時あるいは航海中でも行うことができます。

アルファ・ラバルは、船舶所有者の工務部門および選定された造船所との協働ができ、またアルファ・ラバル・ネットワークにより、必要なあらゆる知識・情報を収集することが可能です。設計サポート、3Dレーザースキャン、船級承認、または総合的なソリューションサービスを手配できます。乗組員の訓練、予算組み支援、融資オプションも利用いただけます。

レトロフィット・プロジェクトの流れとコーディネート

PureBallast 3.1のレトロフィット・プロジェクトはそれぞれ内容が異なります。一般的には以下の手順が含まれますが、それぞれが各船舶のニーズと個別の状況に合わせてカスタマイズされています。

- 既存のバラストレイアウトの評価
- 事前訪船調査（オプション）
- 3Dスキャンを組み合わせた訪船調査
- 事前設計
- システムの発注
- 詳細設計
- 船級承認
- 事前組立および資材調達
- 据付け工事
- 試運転

上記の各段階において、多くの場合グローバルレベルで、関係者による協働が必要となります。アルファ・ラバルは、すべてのプロジェクト関係者が工事の範囲、工事期間、そしてそれぞれの担当責務を理解できるように努めて換装工事の成功を確保します。プロジェクト仕様書にはすべてが文書化されており、アルファ・ラバルの定評あるプロジェクト遂行手順によりこれらは確実に実行されます。

グローバルな適応力

レトロフィットは世界中の複数の事業所が関与し得る複合的な仕事と言えます。造船所へ入渠する前に船の航路が変わった場合、入渠場所を別の国、地域、または大陸に移す必要があることさえあり得ます。強力なロジスティクスを有するグローバルな組織として、アルファ・ラバルはお客様のニーズに合わせて適応し、大きな変化が生じてもプロジェクトをスムーズに成功に導きます。

PureBallast 向けサービスの提供

バラスト水処理システムは、規制適合の確保という1つの目的のための大きな投資です。したがって、システムの長期的な性能を維持する上で、柔軟なサービスの提供が重要となります。アルファ・ラバルは、バラスト水処理システムについて豊富な経験を持つサプライヤーであり、世界的なサービスネットワークと1世紀にわたる実績を有する真のマリンサプライヤーです。

各種サービスとパフォーマンス契約

アルファ・ラバルIは、PureBallast 3.1の稼働状態を最良に保つために多様なサービスを提供します。これらのサービスは個別に利用することもできますが、それぞれを組み合わせたオーダーメイドのアルファ・ラバル・パフォーマンス契約を採用すると、一定の予算で理想的なサービスミックスが提供されるため、最高のサービスを享受できます。

アルファ・ラバルが提供するサービスは次の通りです。

- 据付け工事監督
  最良の事例を持って船級協会仕様に従って適切な設置を確保します。
- キャリブレーション
  すべてのセンサーと送信装置が正しいデータを制御システムに伝えることを確保します。
- 性能監査
  システムを更新し、すべての機能を入念に査定することにより、システムの正常な作動と型式承認に合致していることを確保します。
- 再試運転
  長期間システムを使用していない場合、起動時の機能回復を行い予想される損傷を回避します。

サービスパッケージ

アルファ・ラバルは、システムの性能確保のために、当社の経験に基き考案した多くの利便性に富むサービスパッケージを最適な価格で用意しています。

- 年間検査パッケージ
  型式承認に従ってシステムが機能していることを確認するための技術サービスおよび検査後報告書を提出します。
- 年間サービスパッケージ
  型式承認に従って最適な性能発揮を保証するための技術サービス、予防保守および適用可能なアップグレードが含まれています。

付録

付録 A：10 種の侵略的海洋生物種

名称	被害の内容	原産地	移入地
コレラ - ビブリオコレラ（各種菌株） 	飲料水に感染し、下痢や嘔吐などの症状を伴う人の病気を引き起こす。	広範囲の地域から多様な菌株へ変化	南アメリカ、メキシコ湾およびその他の地域
フィッシュフックミジンコ – Cercopagis pengoi *Foto: Wikipedia*	大規模な個体群を繁殖させ、動物プランクトン群を支配し、漁網を詰まらせるなどの経済的影響を及ぼす。	黒海およびカスピ海	バルト海および五大湖
アジア昆布 - Undaria pinnatifida 	天然の藻類や海洋生物種を駆逐する。海洋生息地や食物網を変え、商業貝類に影響を与える可能性がある。	北方アジア	南オーストラリア、ニュージーランド、米国太平洋岸、ヨーロッパ、アルゼンチン
北アメリカクシクラゲ – Mnemiopsis leidyi 	動物プランクトンを食い荒らしてその枯渇を引き起こし、海洋食物網を変えて在来生物種を飢えさせ、地域漁業の崩壊をもたらす。	米国東部海岸	黒海、アゾフ海、カスピ海
チュウゴクモクズガニ – Eiocheir sinensis 	漁網を切り、在来魚を捕食して地域漁業を脅かす。また、河川の底を掘り、侵食を起こすことによって、在来種を絶滅の危機にさらし、生態系を破壊する。	北方アジア	西ヨーロッパ、バルト海、北アメリカ太平洋岸

名称	被害の内容	原産地	移入地
ゼブラ貝 –Dreissena polymorpha 	在来種を駆逐する。硬い表面上に密集して生息場所を形成する。特に工業用冷却水に深刻な影響を及ぼし、取水管や配管システム全体を遮断することがある。	黒海、アゾフ海、カスピ海	バルト海、北アメリカ
丸ハゼ – Neogobius melanostomus 	商業的に重要な種を含む在来魚と餌や生息地を競合するほか、在来種の卵や稚魚を捕食する。適応力が高いため、急速に繁殖する。	黒海、アゾフ海、カスピ海	バルト海、北アメリカ
キヒトデ – Asterias amurensis 	特に貝類と他の海洋生物種を捕食し、海洋生態系や商業漁業に重大な脅威を与えている。	日本	オーストラリア
ヨーロッパミドリガニ – Carcinus maenus 	他種の甲殻類を捕食し、在来のカニ種を駆逐する。 漁業や養殖業に深刻な影響を及ぼし、生態系の生物多様性を損なう可能性がある。	ヨーロッパおよび北アフリカ	米国、メキシコ、南アメリカ、日本、南アフリカ、オーストラリア
有毒藻類 –（赤 / 茶 / 緑潮） 	栄養分や酸素供給を枯渇させる有害な藻類の花を発生させる。また貝の中に蓄積する毒素を放出し、人が摂取すると重篤な疾病を引起こす。その他、観光や漁業に悪影響を与える海岸線の汚染も含まれる。	広範囲で多様	いくつかの種が船舶のバラスト水で新しい地域に移されている。

出典 : IMO

付録 B：IMO バラスト水管理条約の調査および認証要件

一般適用バラスト水および沈殿物管理計画の内容

船名
IMO 番号
船籍
船籍港
船種
船舶寸法
総トン数
BPP 長
ビーム
バラスト喫水制限（通常／荒天）
バラスト容量
バラスト水管理者（航海士等級）
世界中の港湾管理局の国際規則および規制
バラスト水交換のための沿岸水域の位置
バラスト水の沈殿物およびバラスト水の陸揚げ施設を提供する港の位置
主要バラスト水管理方法： D-1（バラスト水置換） D-2（バラスト水処理）
操作手順
サンプリング方法

出典：DNV

一般適用バラスト水記録簿の内容

作業日時
船の位置（緯度および経度）
使用される船舶のバラストタンク
作業に要するバラスト水量
バラスト水温度
バラスト水塩分（ppm）
直近のバラストタンク洗浄確認の日時
記入記録の責任者（通常は一等航海士）の署名と日付
船長（バラスト取水およびバラスト排水処理に関する全責任を負う者）による承認の証拠としての署名

出典：DNV

付録 C：バラスト水管理条約の技術ガイドライン

IMO ガイドライン	表題	導入年度	内容
G1	沈殿物受入施設に関するガイドライン	2006 年	陸上受入施設は、船舶に対する過度の遅延や環境、人の健康、財産、資源その他の州への損害を与えることなく、船舶バラストタンクからの沈殿物を安全かつ適時に処分することを求める計画要領。
G2	バラスト水サンプリングに関するガイドライン	2008 年	バラスト水排出ラインおよびバラストタンクからのサンプリング、サンプリングおよび分析プロトコル、サンプルキット、サンプル取り扱い、サンプルデータおよび健康と安全面に関する指導要領。
G3	バラスト水管理同等物に関するガイドライン	2005 年	規則 A-5 に従い、レクリエーションまたは競技にのみ使用される、または主として捜索救助のために使用される長さ 50m 未満、バラスト水容量 8 m^3 未満の小型船舶に対して要求されるバラスト水管理要領。
G4	バラスト水管理計画ガイドライン	2005 年	バラスト水に関する、船舶での作業手順、記録手順、航海士および乗組員の訓練方法を含むバラスト水管理の計画要領を概説。また船舶のバラスト水および沈殿物管理計画のための詳細情報を提供。
G5	バラスト水受入施設に関するガイドライン	2006 年	陸上施設での未処理バラスト水の処理および処分方法と基準を満たさないバラスト水の受入れ方法並びに受入施設の設備能力と人員訓練のための一般的要件を規定したもの。
G6	バラスト水置換に関するガイドライン	2005 年	船舶所有者および運航者に、バラスト水置換要件、安全予防策、乗組員訓練および将来への検討事項を含む各船舶においてバラスト水置換を実施するための手順開発に関する指針を提供。
G7	バラスト水管理条約 A-4 規則に基づくリスクアセスメントに関するガイドライン	2007 年	科学的に定評ある 3 種類のリスクアセスメント手法、すなわち環境マッチングリスクアセスメント、種の生態学的リスクアセスメント、生物種特異的リスクアセスメントを概説。これらの方法により、許容できない高リスクシナリオおよび許容できる低リスクシナリオを特定することができる。
G8	バラスト水管理システムの承認に関するガイドライン	2008 年、2016 年改定	バラスト水処理システムの設計および施工に関する要件、評価および型式承認書発行のための技術的手順および発行手順を規定。 これには、バラスト水処理システム、制御装置および監視装置の技術仕様、計画承認プロセスの一般的な文書要件、承認および認証手続き、サンプリング施設を含む設置要件、据付け時検査と試運転の手順が含まれる。改定されたガイドラインは、型式承認手続の一貫性を高めるためのより詳細な仕様を提供。
G9	活性物質を使用するバラスト水管理システムの承認手順	2008 年	活性物質を使用するバラスト水処理システムの承認と撤回について記載。一般的な要件、リスク特性、評価基準、活性物質の使用と準備に関する規制および使用の承認が含まれる。

付録 C：バラスト水管理条約の技術ガイドライン（続き）

IMO ガイドライン	表題	導入年度	内容
G10	プロトタイプバラスト水処理技術の承認に関するガイドライン	2006 年	プロトタイプのバラスト水処理技術のプログラムの承認と監督に関する主管庁への推奨要領を提供。設計および施工に関する一般的な推奨事項、性能試験全般および評価のための技術的手順、および適合承認発行の手順を記載。
G11	バラスト水置換に関する設計および建造基準に関するガイドライン	2006 年	IMO の D-1 規則（バラスト水置換基準）の遵守を支援するための船舶の設計および建造に関する推奨事項を概説。造船所、船舶設計者、船舶運航者に対する安全で環境に配慮し、技術的に実現可能で実用的かつ費用対効果の高いバラスト水置換システムを設計するための要領。コンテナ船やバルクキャリアなどの特別な安全性が求められる船種の設計を考慮。
G12	船舶における沈殿物の管理のための設計および建造に関するガイドライン	2006 年、2012 年改定	沈殿物管理に関する船舶構造および機器の開発に関する指針を提供。沈殿物の取り込みを最小限に抑制するとともに、安全性や作業効率を損なうことなく、沈殿物の除去とサンプリングを促進することを意図する。
G13	非常時を含むバラスト水管理の追加措置に関するガイドライン	2007 年	バラスト水管理条約の遵守のための追加措置の必要性について判断する際に当事者が使用するべき指針を提供。追加措置を確立する際の必要性の評価、実施手順、情報の伝達、緊急事態および疾病流行時などに対応するガイドラインを含む。
G14	バラスト水置換海域の指定に関するガイドライン	2006 年	船舶がバラスト水交換を行う海域の特定、評価および指定のための指針を港湾国へ提供。
-	南極条約地域におけるバラスト水の交換に関するガイドライン	2007 年	南極海に到着する前に必要に応じてバラスト水の交換を実施する際の要領を含む、南極に関する暫定バラスト水地域管理計画要領を提供。
-	バラスト水管理条約に基づく港湾当局のためのガイドライン	2014 年	

出典：IMO

さらに詳細については、以下 URL から各ガイドラインの全文を参照してください。
http://globallast.imo.org

付録 D：USCG 最終規則の施行スケジュール

	バラスト水容量	建造日	規制遵守日
新造船	すべての船舶	2013年12月1日以降	竣工時
既存船（換装）	< 1500 m^3	2013年12月1日以前	2016年1月1日以降最初に予定される入渠時
	1500-5000 m^3		2014年1月1日以降最初に予定される入渠時
	>5000 m^3		2016年1月1日以降最初に予定される入渠時

付録 E：船級承認取得のための書類例

各船級協会にて詳細な書類要綱を入手できます。

書類	追記
処理操作方針記述書	バラスト水処理システム処理操作の詳細
配管系統図	
バラスト水の配管図	処理システムおよび改造配管図
追加システム類の配管図	据付け時に改修を要する場合のビルジ水、排ガス、燃料油、その他関連システム類に関する配管図
安全リスクアセスメント	処理システムが人体および環境に対して危険な物質を使用する場合に必要
電気系統図	
変更点に関する記述	電子系統への変更点について
電力単線図（更新後）	スイッチボードの正しい短絡レベルを含むこと
電気負荷バランス（更新後）	新規に電気を消費する装置類を含むこと
制御システム	
管理ポイントおよびモニターポイント項目	処理システムによって制御またはモニターされるポイント
船の既存システムとのインターフェースについての記述書	

付録 F：危険区域におけるバラスト水処理システムの設置

危険物に起因する発火や爆発を避けるため、爆発の可能性のある環境で使用されるすべての機器類に特別な要件規定があります。これらの環境で使用される機器は、電気的にも機械的にも安全と認定されていなければなりません。爆発性雰囲気中または可燃性粉塵下で使用される機器には、2種類の国際認定制度が存在します。

- ATEX
  欧州連合委員会の欧州指令 94/9 / EC の一部である Appareils destinés à être utilisés en ATmosphères EXplosibles(ATEX)、または「爆発性雰囲気中での使用のための装置」

- IECEx
  IECEx(IECEx) として一般的に知られている、爆発性雰囲気中で使用される機器に関する規格認証のための国際電子技術委員会 (IEC) 制度

ヨーロッパで使用される機器は、欧州指令 (ATEX) を満たさなければなりません。 ただし、海事用途では、IMO により国際市場でも ATEX 指令を使用することが推奨されています。

ATEX

要約すると、ATEX 指令は機器が設置される環境と安全な稼働を確保するための要件を定義したものです。着火源を包含するすべての電気機器には査定が求められ、その設置および使用が安全であることを保証するための措置を必要としています。着火源を取り外すことができない場合は、爆発性環境から安全に保護しなければなりません。

製造元または輸入者を対象とした ATEX 指令は、機器の設計、認証、製造および品質保証について規定しています。 また、防爆機器のマーキング、操作説明書および適合宣言の要件も定義しています。

ATEX は欧州連合ならびに、ノルウェー、アイスランド、リヒテンシュタインに適用されます。前述したように、IMO は海事用途での国際的な適用を推奨しています。本指令は 2 部に分かれており、どのような機器類や作業環境が爆発性雰囲気のある場所で許可されているかが記述されています。これらは以下の EU 指令によって構成されています。

- 使用者指令 (1999/92 / EC) は、Zone と機器のカテゴリーを定義しています。

- 製品指令 (94/9 / EC) は、それぞれの Zone でどの機器カテゴリーが使用できるかを定義し、各カテゴリーが満たすべき要件を記載しています。

ATEX 指令への適合は複雑であり、時間と費用がかかります。バラスト水処理システムの設置を行う当事者は、規制に従って実施されていることを検証しなければなりません。個々のコンポーネントが承認済みで安全と考えられていても、システム全体としての承認も必要となります。

船舶は貨物の種類に応じて船級協会によって分類されます。各船籍国では、ATEX 指令を補完する国家基準または現地基準要件への適合を要求される場合があります

Zone、爆発グループおよび温度等級
いかなる機器も船舶に設置する前にその配置と爆発性雰囲気の有無について査定されなければなりません。船舶での設置場所は、各船舶の条件に応じて決定されます。機器の設置は、Zone、爆発グループおよび温度等級に関する分類がその設置場所の条件に一致またはそれを上回る場合にのみ実施することができます。

- Zone
  危険な爆発性雰囲気が存在する場所は、それらの雰囲気が存在する可能性により定義された Zone に分類されます（IEC60079-10 参照）。可燃性物質を含む貨物タンクは Zone0 に分類され、その隣に位置するバラストタンクは通常 Zone1 に分類されます。

  Zone1 の認定製品は Zone0 には設置できませんが、Zone0 認定の製品は Zone1 と Zone2 の両方で使用することもできます。

  バラスト水処理システムは機関室に設置されるのが一般的ですが、機関室は非危険区域であるため、Zone1 から来るバラスト水は処理できません。したがって、処理システムはポンプルーム、デッキハウスまたは類似の場所に設置する必要があります。これらの場所は Zone1 に分類され、そこに設置するすべての機器は少なくとも Zone1 の認定を受けていなければなりません。機器類は危険 Zone 外の制御盤に接続し、システムの安全性を確保します。

  一方向式処理システム、すなわちバラスト排出時に処理を行わないシステムであれば、特別な配慮をした上でエンジンルーム内に配置することができます。.

- 爆発グループ
  電気機器と機械機器両方ともに、ガスを点火するのに必要なエネルギーに応じて 3 種類の爆発グループに分けることができます。これらのグループは、IIA、IIB および IIC であり、IIA および IIC はそれぞれ最高および最低点火エネルギーを表します。
  IIC と表記された機器は IIA と IIB の両方の設置に適していますが、IIB と表記された機器は IIA の設置には適していますが、IIC では適していません。ある機器類は単に II とマークされていますが、この場合 IIA、IIB、IIC の設置に適しています。

表 F.2：爆発グループ分類

爆発グループ	代表的なガス
IIA	工業用メタン、プロパン、ガソリンおよびその他の工業用ガスの大部分
IIB	エチレンその他の工業用ガス
IIV	水素、アセチレン、二硫化炭素

表 F.1：Zone 分類

ガス	Zone 2	ガス、蒸気またはミストが漏れなどの異常な状況下にのみ存在する。
	Zone 1	ガス、蒸気またはミストが通常の条件下で長時間存在する。
	Zone 0	ガス、蒸気またはミストが常に存在する。
粉塵	Zone 22	空気中の可燃性粉塵は、通常の作動中は現れにくく、発生しても短時間しか持続しない。
	Zone 21	空気中の可燃性粉塵は、通常の作動中に時折現れる可能性がある。
	Zone 20	空気中の可燃性粉塵は、長期間または頻繁に連続して存在する。

船舶の分類に関する詳細は、IEC 60092-502（船内電気設備 - 第 502 部：タンカー を参照してください。

- 温度等級
  プロダクトタンカーには、可燃性ガスを発生する可能性のある多様な製品を輸送している場合があります。可燃性ガスおよび気体は、その発火温度により温度等級に分類されます。
  電気コンポーネントの温度が可燃性ガスの発火温度を超えると、発火する危険性が高くなります。したがって、設置場所での電気機器の最高表面温度は、ガス / 空気混合物の発火温度よりも常に低く維持しなければなりません。

表 F.3：温度等級分類

温度等級	機器の最高表面温度
T1	450°C
T2	300°C
T3	200°C
T4	135°C
T5	100°C
T6	80°C

IECEx

IECEx は、国際貿易を促進することを目的とした、危険な場所で使用される機器に関する自主的な国際適合性評価制度です。

IECEx の要件は ATEX のそれと似ていますが、機器類は第三者によって評価および試験されなければなりません。 IECEx と ATEX の両方の認証基準を満たさなければならない機器類もありますが、これは同じテスト手順を採用しているからです。そしてその他の機器類のための手順はこれら 2 つとは異なります。

IECEx 基準を超えた船籍国主管庁や船級協会による要件の検証も必要です。一例として、USCG の規制には機器類に対する追加要件がいくつかあります。

IECEx と ATEX の簡単な比較については以下の URL から参照してください。
http：//www.iecex.com/paris/docs/guide_iecex_atex_ comparison.pdf

付録 G：国際保護等級コード分類

船舶に搭載された機器類には、国際保護等級 (IP) コード分類が必要です。IP コードは、電気機器の筐体による保護レベルを分類するためのシステムです。そしてこれらの筐体は次の目的の確保を意図しています。

- 人が危険な機器に近づくのを防ぐ
- 固形異物から機器を保護する
- 水の侵入から装置を保護する

保護レベルは IP の後に 2 桁の数字で表示されます。例えば IP 12 であれば、最初の桁は、電導体や可動部などの危険部へのアクセスに対して、あるいは外部からの固形物体の侵入に対して筐体が持つ保護レベルを示します。 2 桁目は、筐体が備える防水レベルを示します。

T 表 G.1 に、DNV および ABS のバラスト水処理システム用分類要件を示します。

表 G.1：国際保護等級コード分類要件

機器の位置	DNV	ABS
フロア上機関室	IP44	IP44
バラストポンプ室	IP56*	IP55

* 機器が防水保護機能を加えたボックス内に設置されている場合、IP 44 が承認される場合があります。

付録H：バラスト水処理システムのサプライヤーチェックリスト

本書に記載されている主な要素に従ってサプライヤーを評価する際には、以下のチェックリストを使用することができます。各サプライヤーを1から5のスケールで評価してください。

ここでは、5は各質問に対して最も高い評価であることを示します。全体のスコアが高いほど強力なサプライヤーであることを意味します。

主要評価項目	サプライヤー A	サプライヤー B	サプライヤー C	サプライヤー D
サプライヤーは、多様な就航条件においても性能を保証できるか?				
サプライヤーのシステムは、認定第三機関による型式承認試験を受けているか?				
サプライヤーは、海事業界において長期にわたる経験を有しているか?				
サプライヤーのシステムは設置と操作が容易か?				
サプライヤーは顧客からリピートオーダーを受けているか?				
サプライヤーは多数のバラスト水処理システムの納入に成功しているか?				
サプライヤーによる納期遵守の実績は十分か?				
サプライヤーは、据付けと試運転に要するサービス停止時間を最小限に抑えられるか?				
サプライヤーはグローバルなサポート力を持っているか?				
サプライヤーは幅広く柔軟なサービスを提供できるか?				

アルファ・ラバルの概要

私たちは、熱交換、分離、流体制御のコアテクノロジーをもとに、さまざまな産業を支える製品とサービスを提供するソリューションプロバイダーです。

食品・飲料、化学、石油化学、医薬品などの製造工程の加熱・冷却、分離、移送において、お客様のプロセス効率の最適化を絶えることなく支援しています。
また、発電所、船舶、石油・ガス産業、機械産業、鉱業、排水処理、空調・冷凍、そして環境保全の分野でもその発展に貢献し続けています。

アルファ・ラバルはおよそ100ヵ国のグローバル・ネットワークでお客様を支え、日本における実績も90年を越えました。
これからもお客様のそばで、お客様と共に歩んでまいります。

アルファ・ラバル株式会社
ホームページ
最新のアルファ・ラバルの情報はWEBサイトでご覧いただけます。
日本：www.alfalaval.jp
グローバルサイト：www.alfalaval.com

アルファ・ラバル株式会社

〒108-0075
東京都港区港南 2-12-23 明産高浜ビル10階
TEL. 03-5462-2446
〒253-0111
神奈川県高座郡寒川町一之宮 7-11-2
TEL. 0467-75-3682
〒530-0004
大阪市北区堂島浜 2-2-28 堂島アクシスビル13階
TEL. 06-4796-1001
〒451-6040
愛知県名古屋市西区牛島町6-1 名古屋ルーセントタワー40階
TEL. 052-569-2440
〒722-0051
広島県尾道市東尾道10-33
TEL. 0848-38-7724

http://www.alfalaval.jp

MDD00162JA/201707KA

●記載された内容は発表時の情報です。仕様、表記方法等を予告なく変更する場合がございます。 ALFA LAVAL は、アルファ・ラバル AB 社の商標です。