

「大型タンカーのバラスト水処理装置 レトロフィット試設計」

一般財団法人 日本海事協会
JX日鉱日石タンカー株式会社
株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド

本研究は、一般財団法人 日本海事協会の「業界要望による共同研究」のスキームにより
研究支援を受けて実施しております。

目次

- 研究の概要
- 機器の選定
 - 装置の検討
 - 運用調査
- レトロフィット試設計
 - 要件と設計例
- まとめ
 - タンカーの課題への対応

研究概要(目的)

大型タンカーのバラスト水処理装置レトロフィットにおいては、他船種の場合と異なり、危険バラストと安全バラストの2系統の処理を考える必要がある。

加えて、防爆仕様・大容量の処理装置を搭載する配置の難しさを孕んでいる。



本研究では大型タンカーを運用する上でバラスト管装置に要求される条件を整理し、合理的なバラスト水処理装置レトロフィット試設計を供することを目的とする。

研究概要(日程)

		2012							
		2	3	4	5	6	7	8	9
		○研究開始		○検討会 ○ ○					
機器の選定	各メーカー装置の比較検討 (JXT/IHIMU)	← 機器の選定 →							
	オペレーション要求の調査 (JXT/IHIMU)	← バラストオペレーションの状況調査 →							
	タンカー諸問題への対応検討 (NK/JXT/IHIMU)			← 各処理装置における合理性など →					
試設計	配管系統の設計 (IHIMU)				← →				
	配置設計 (IHIMU)					← 試設計・確認 →			

研究概要(対象船)



船種 :	タンカー(原油輸送船)
船名 :	ENEOS BREEZE
全長 :	約 333.0 m
幅 :	60.0 m
深さ :	29.0 m
積載重量 :	約 300,000 t
船級 :	NK
建造造船所 :	(株)アイ・イチ・アイ マリナテクノ
竣工年 :	2003年

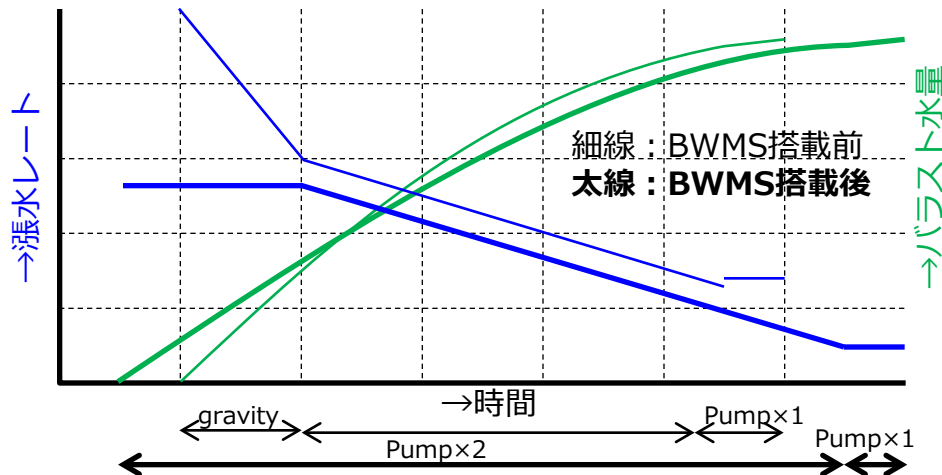
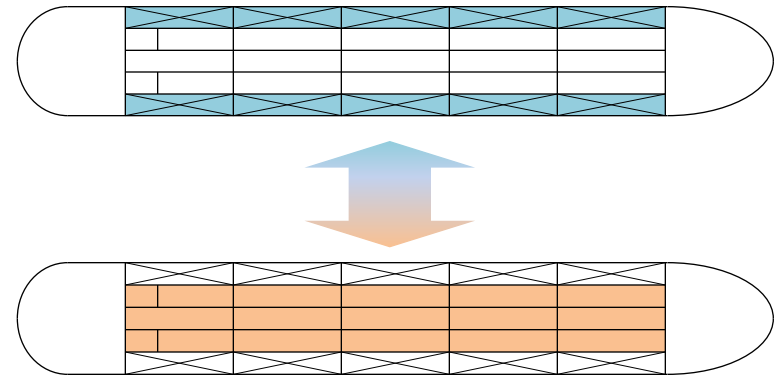
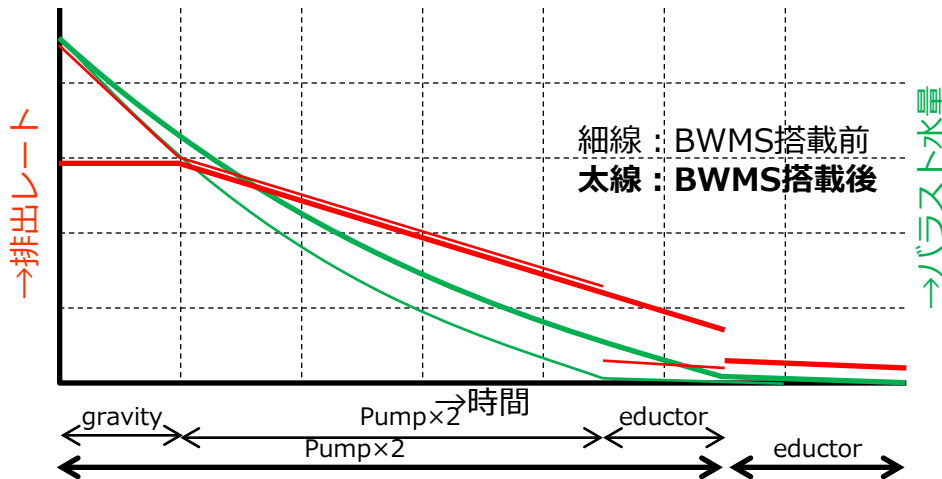
機器の選定(比較検討)

代表的な7種類の処理方法の機種の中から、バラスト性能への影響・船の運用面の課題・工事施工の観点から、機種絞り込みを実施。

3,000m3×2setとして		フィルタ+UV	電気分解+(窒素殺菌)	電気分解	フィルタ+薬剤	窒素殺菌	オゾン殺菌	磁気分離
殺菌剤の入手	<不要>	<不要>	<不要>	<不要>	代理店経由	<不要>	<不要>	高分子凝集剤 無機凝集剤 磁性粉
中和剤の入手	<不要> ---	<不要> ---	<不要> ---	ブランド無し 原則船主手配	代理店経由 主要港で供給網を構築済	<不要> ---	ブランド無し 原則船主手配	<不要> ---
主な構成機器 (センサ類, 盤類, ポンプ類を除く)	フィルタ, UVチャンパー	キャピテーションユニット, フィルタ, 電解装置, N2発生装置, エアコンプレッサ	電気分解ユニット, 配電装置, 中和装置, (熱交換器, 清水タンク)	フィルタ, 殺菌剤タンク, 中和剤タンク, ベンチュリ, インジェクタ, 中和剤溶解装置, 清水チラー	ストリップinggガス発生装置, フロートバルブ, ベンチュリインジェクタ, テッキシール, PVブレーカ, PVバルブ	オゾン発生装置, 酸素発生装置, 酸素タンク, エアコンプレッサ, エアドライヤ, エアタンク, オゾン処理装置, 清水チラー, 中和装置	急速攪拌機, 緩速攪拌機, 磁気分離装置, フィルタ, 汚泥タンク, 添加剤注入装置(2種), 磁性粉注入装置, バッファタンク, 回収ブロック 加温装置	
性能	装置の圧力損失 電力消費増分 (WBP除くカタログ値ベース)	約8m 約600kW	約6m 約500 kW	約7m 約450 kW (8 PSU)	約10m 約30 kW	約15m 約220 kW	0m 約470 kW	約10m 約400kW
運用	留意点他	<ul style="list-style-type: none"> 構成機器は少ないが, 後処理(UV処理)が必要ため重力排水は不可. UVライトが消耗した場合, 電力消費量は大きくなる. フィルタは300m3/hのユニットが基本で, 大容量の処理には向かない. 別にエア系統が必要. 消費電力が比較的大きい. 	<ul style="list-style-type: none"> 窒素ガス処理はオプション扱い.(必要性はメーカ確認を要す) 清水冷却が必要. 海水ラインのヒーティング(スチーム)が必要 塩分濃度2%以上の海水が必要. 	<ul style="list-style-type: none"> TRO計の調整・メンテナンスに留意. 中和剤調達は原則船主/オペ側で管理. 消費電力量は1 PSUベース. 実際は海域のPSUによる. 2011年11月頃, 電気分解ユニットと整流装置は, 一体化したシステムとなる. 水素処理システムが無い事に注意が必要. 清水冷却は必要. 	<ul style="list-style-type: none"> TRO計の調整・メンテナンスに留意 フィルタは使用後清水で洗浄. 張水の必要有り. 自動逆流のため, 処理量はメーカ型式から7%程度下回る 将来的には粉末状殺菌剤での供給が可能となる見通. 殺菌剤タンクは温度管理が必要. 	<ul style="list-style-type: none"> IGG燃焼用DIMAクラスのMGOを必要とする. イナートガスを使うシステム自体は信頼性が高いと考えられる. ベンチュリの制約から, バラスト水の流量は定格の80%以上必要と考えられる. タンクの防食効果有り. 後処理でベンチュリにより貧酸素状態を改善する要有り. 重力排水は難しくなる. 比較的消費電力が小さい. 装置の冷却は海水系統で対応可能 	<ul style="list-style-type: none"> TRO計の調整・メンテナンスに留意. 必要機器が多種で点検項目は多くなる. 中和剤調達は原則船主/オペ側で管理. オゾン漏洩時の危機管理計画が必要. 	<ul style="list-style-type: none"> セジメントも除去できる. 装置は半密閉型のため, 大動揺時の対策要否を確認する要有り. 処理の段階でバッファタンクが必要. 必然的にポンプ追加となる. 後処理が無く, 重力排水が可能. 装置に加え, タンク類, 薬剤保管のスペース確保が必要.
設計 施工	コミショニング (コンディション調整を除く)	(未調査)	(未調査)	約3日	約3日(Retrofit実績)	(未調査)	不明 (新造の場合3週間との事)	約3日
	バラスト配管	大口径管の新設・改造	大口径管の新設・改造	大口径管の新設・改造	大口径管の新設・改造	大口径管の新設・改造	大口径管の新設は不要 (流量計設置のための改造は必要)	大口径管の新設・改造
	薬剤等配管	---	---	中和剤ライン(SUS)	中和剤ライン(SUS) 殺菌剤ライン(ライニング管)	---	オゾン注入ライン(SUS316)	無機凝集剤(ライニング管)
	その他管	---	スチーム系統 清水系統	清水系統	清水系統	IG管をUPP. DK.上で各WBTへ導設	---	ブロック等の移送管など多数
	留意点他	<ul style="list-style-type: none"> 逆流ラインの出口を喫水上部に指示有り. バルブ/ポンプなどで調整が必要となる可能性有り. 消費電力が大きい為, 電気関係の付帯工事が増加する可能性大. 危険/安全バラストを一括して処理することは困難. 小ユニットの組み合わせは運用を考えた配置が難しく, メンテも考えると結果的に大きなスペースが必要となる. 	<ul style="list-style-type: none"> 消費電力が大きく電気関係工事は増加. スチームや清水ラインが必要となるため, 周辺機器との整合性に注意が必要. 	<ul style="list-style-type: none"> 消費電力が大きく電気関係工事は増加. 電気分解ユニットと整流装置が一体化しない場合, 機器配置は大きく変更を要すると同時に, 電気関係工事が大幅に増加する. 	<ul style="list-style-type: none"> 大量のバラスト水処理に際して, 殺菌剤タンク, 中和剤タンクのスペース確保に課題. フィルタサイズが大. 危険/安全バラストを一括して処理することは困難. 	<ul style="list-style-type: none"> MGOタンクなど燃料系統の付帯工事有り. ベンチュリの取り付け位置は水面近傍との制約有り. バラスト水処理の範囲(80%~100%)が狭いため, ストリッピング時の対策が課題. 安全バラストへの対応は要調査. 	<ul style="list-style-type: none"> NK/Lloydから「オゾン発生器から投入口までを負圧とする安全対策が必要」との見解が出ている. 換気, 区画対応付帯工事が発生. 消費電力が大きく, 電気関係工事は増加. 監視機器を含めたオゾン漏洩対策が十分にできれば, 大口径管の新設は不要. ただし流量計設置の為, 既存管の改造工事は発生する. 	<ul style="list-style-type: none"> メンテナンスを考慮したクリアハイトの確保が困難になる可能性大. FootPrintが大きく, タンク類や薬剤保管のスペース確保に課題. 危険/安全バラストを一括して処理することは困難.

機器の選定 (運用上の要求)

おもな運航パターンをもとに荷役時間などへの影響を調査するとともに、ポンプ容量など改造工事へのインパクトを確認。



クリティカルな例として1港積・1港揚のバラストオペレーションを検証。
荷役時間からポンプ改造の要否を確認。

機器の選定 (機器の決定)

絞り込んだ3機種について、運用面での課題をさらに検討するとともに、共同研究の課題としても適する1機種を選定。

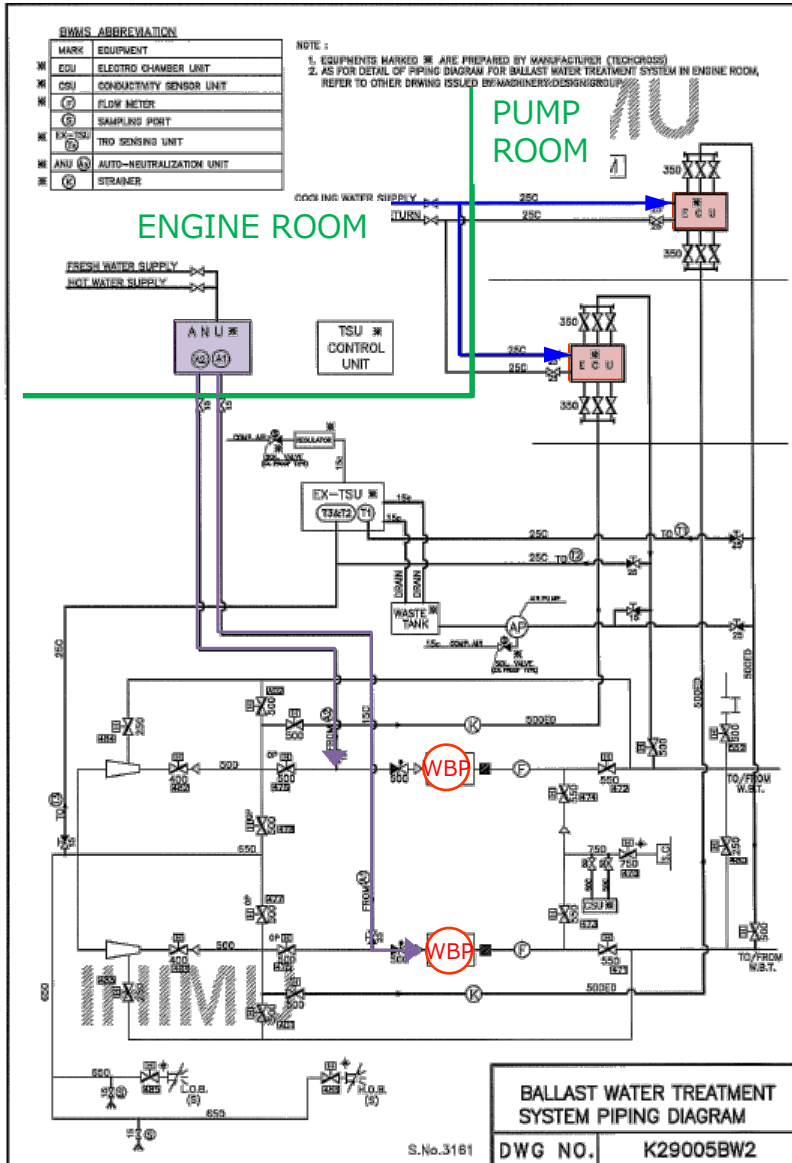
運用上の不安と対応		
オゾン処理	電力消費量が大きく電力に余裕があまりない。	バラストポンプのHigh運転に制約有。
	オゾンに関する安全性や対策について、完全といえるものか不明確である。	乗組員の理解を得ることが課題。
	現段階における実績が他の2機種に比べ少ない。	
フィルタ + 薬剤	フィルターの運用に関し、クラゲなどの海洋生物を吸い込んだ際の影響が不明確である。	不具合時に荷役に影響を及ぼす可能性。
	薬剤補給方法および補給体制について簡易的とはいえない状況である。都度都度補給の必要有。	薬剤を大量に積込むため乗組員の労務負担が大。
	薬剤（殺菌剤）保管環境に制約があり、乗組員の負担が軽いわけではない。	
	薬剤（殺菌剤）補給時に乗組員が負傷する可能性がある。	防護めがね等で防止を図る。
電気分解	ポンプルームの30回/h換気をクリアする必要あり。	対応工事可能だが費用発生。
	イニシャルコストは他に比べると高い？	メーカーとの交渉課題。
	改装工事が大掛かりとなるのでは？	共同研究の課題として最適な題材。

レトロフィット試設計 (要件)

BWMSの大型タンカーへのレトロフィットに伴う主な要件(電気分解式の場合)

- 本質安全が確認できない装置に対しては、ポンプ室の換気回数を20回/毎時→30回/毎時とする。
- 危険バラスト用の中和剤注入管は、原則として機関室とポンプ室を貫通させず上甲板まで導くとともに、スプールピースおよび逆止弁を設ける。
- 危険バラスト用のTRO計測装置を機関室に設置する場合は
 - 計測装置の吸引管側及び戻り管に対しては、閉囲された区画内に止め弁を設ける。
 - 閉囲された区画内にガス検知器を設け、ガスを検知した際に、止め弁の自動閉鎖により、可燃性ガスが浸入しない措置を取る。ただし、ガス検知器に加え、機械式通風装置が備えられる場合にはこの限りではない。
 - 当該通風装置の排気は暴露甲板上の安全場所に排出する。
 - ガス濃度が爆発下限の30%以上となった場合又は機械式通風装置が停止した場合に、バラスト水の注排水を制御する全ての場所に可視可聴警報が発せられるように設備する。
 - 機関室とポンプ室の貫通部は両側から溶接する。
 - 計測を行なった危険バラスト水は危険バラスト管またはバラストタンクに戻すこととし、貫通部の機関室側に近い場所には、処理装置を使用しない場合には閉とする旨の注意銘板止め弁を設ける。

レトロフィット試設計 (系統)



システム系統図

- **電気分解ユニット**はポンプ室に配置するが、**冷却用の清水**は機関室内の発電機冷却清水系統から分岐供給とする事で変更工事量の低減を図る。
- **中和剤投入ユニット**は機関室に配置し、各バラストポンプのサククション側に投入。
- 中和剤投入用清水は、機関室雑用清水系統から分岐し供給。
- TRO計測装置は、防爆仕様としてポンプ室に配置。

レトロフィット試設計 (通風)

1. Design Condition

(1) Applied Rules : NK

(2) Ventilating Method

Space	Volume (m³)	Mechanical Vent.			Natural Vent.		Remarks
		Supply	Exhaust	No. of Air change	Supply	Exhaust	
Bosun Store	2,146	Yes	—	5.0	—	Yes	
Deck Store	105	—	—	—	Yes	—	
Main Pump Room	3,670	—	Yes	30.0 20.0	Yes	—	NOTE-1
STG.RM & E.F.P.RM.	3,647	—	Yes	6.0	Yes	—	

ポンプ室通風システム

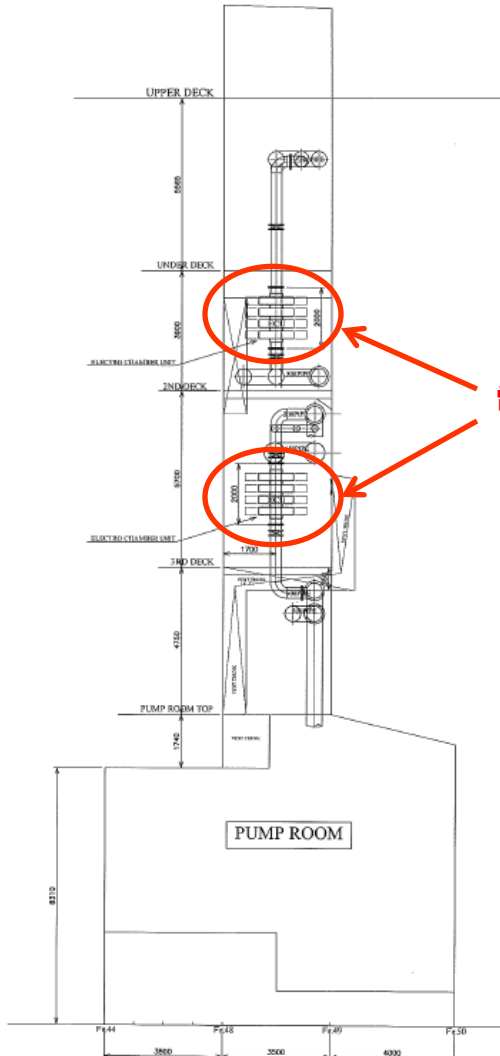
- 換気回数を20回/毎時→30回/毎時に変更する必要有.
- 排気ファンの容量を1.5倍とし、ダクト配置制約からHeadも上昇させる.
- 結果として、ファンの駆動動力が合計50kW程度増加

2. Machinery Particulars

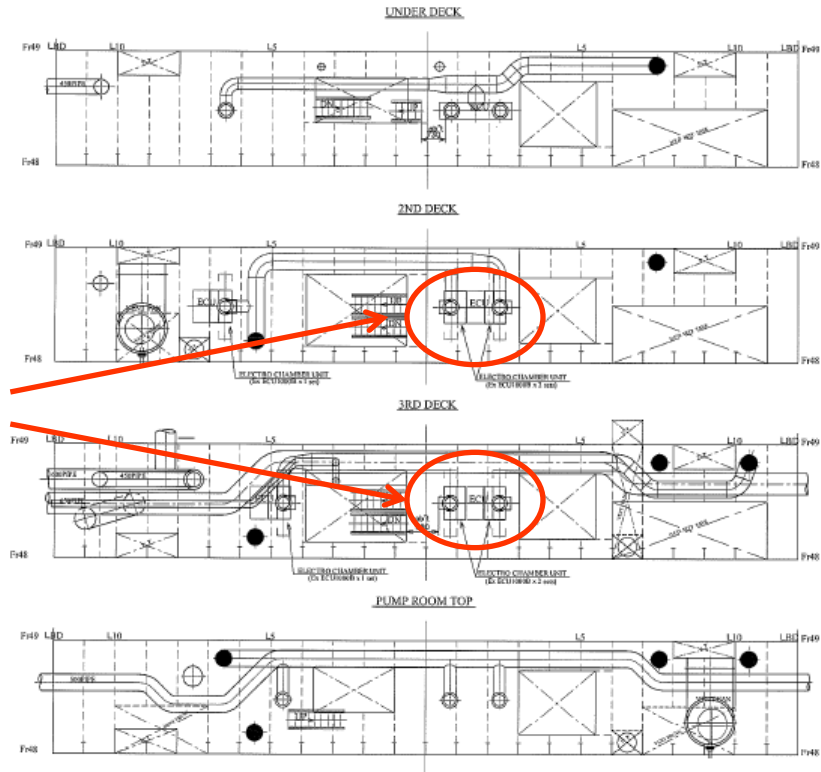
Name	Compartment	No	Fan			Motor		
			Type	Capacity (m³/min)	Head (Pa)	kW	r.p.m.	C/S
Supply Fan	Bosun Store	1	Axial	220	400	3.7	1,800	60
Exhaust Fan	Main Pump Room	2	Axial	920 620	1100 900	45.0 22.0	1,200 1,800	60
	STG.RM & E.F.P.RM.	1		390	600	7.5	1,800	60

レトロフィット試設計 (配置)

PUMP ROOM TRANS. SECTION



PUMP ROOM FLOOR PLAN

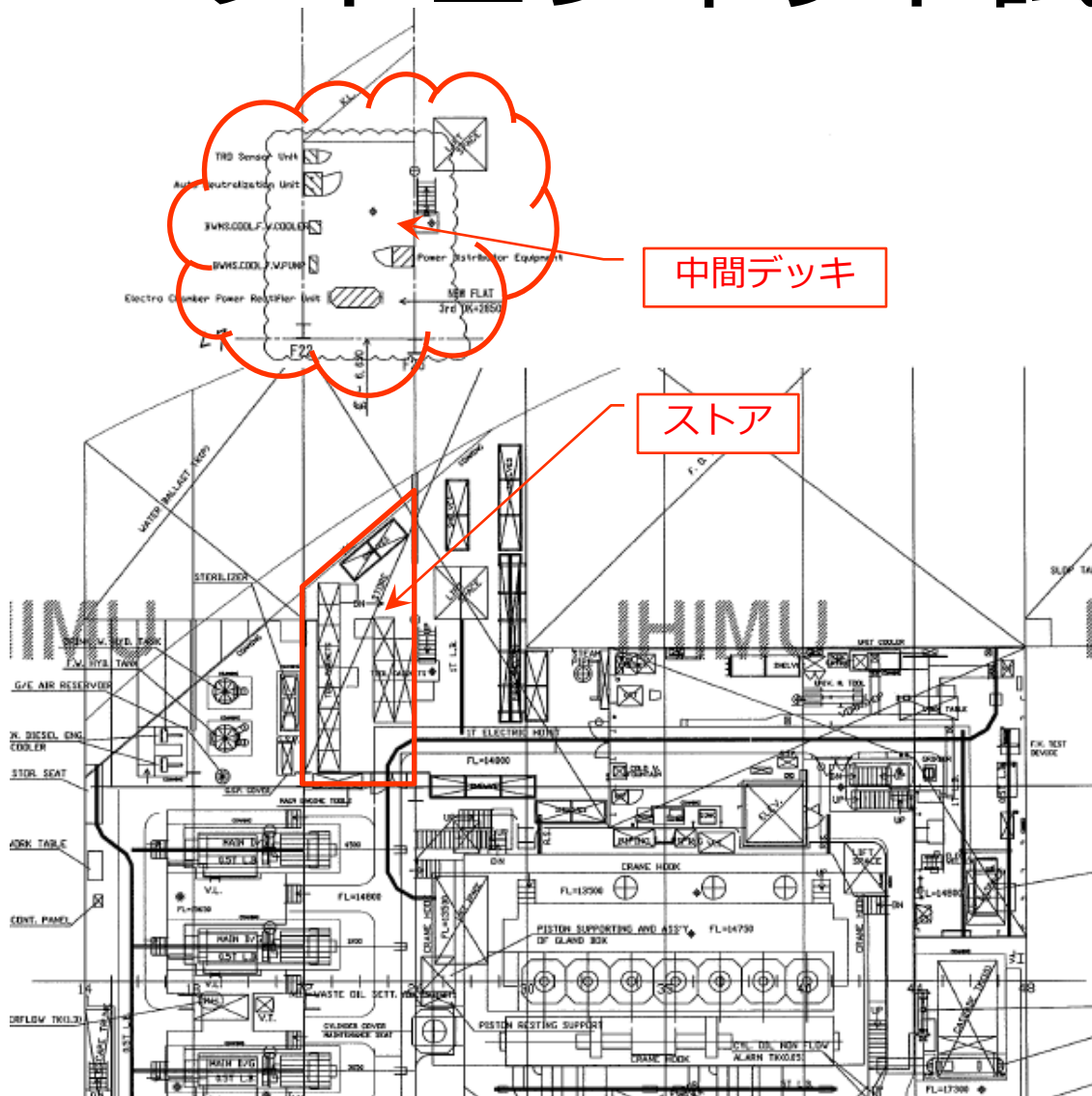


電気分解ユニット

ポンプ室配置

- 換気回数を30回毎時対応として通風ダクトを追設
- 電気分解ユニットはポンプ室内各層に分散配置
- 上記を行い、ポンプ室エリアは既存船を維持可能

レトロフィット試設計 (配置)



機関室配置

- 中和剤ユニット等は、機関室内のデッキ高さを利用して、ストア上を2階建て構造として配置
- 上記の為に、部分的構造フラットの追設が必要
- 上記により既存の機関室機器配置への影響を最小限に抑え、改造量の最小化を図る

まとめ

電気分解方式におけるバラスト水処理システムレトロフィット試設計を行った結果

- 既存VLCCのポンプ室、機関室の区画は維持し、関連装置の配置が可能である事が確認できた。
- ポンプ室の換気回数を30回毎時に増加させる為に、排気ファンの容量増加（換装）と通風ダクトのサイズアップが必要となる。
- バラスト水処理時は、処理装置、バラストポンプ揚程アップ、ファンの容量アップなどにより消費電力が増加する。予備発電機も含めた全発電機運転を行う前提となるが、個々の発電機の変更は不要である。
- 殻構造については、機関室内へ機器を追加するためのフラットの追加と、ポンプ室換気強化のためのダクトの改造が必要である。
- 今回の試設計対象船が機関室内海水冷却システムであった為、電気分解ユニットの冷却清水を発電機冷却清水系統からの分岐から設計余裕分を利用し対処した。セントラル冷却清水システムを採用する船においては、これを利用できると思われる。

謝辞

- 本共同研究を実施するにあたり、メンバーである一般財団法人 日本海事協会殿、JX日鉱日石タンカー殿から多大なご協力をいただきました。改めて御礼申し上げます。