


コンテナ搭載型バラスト水処理装置 のコンテナホールド内設置 に関する検討

2012.03.30

共同研究者： 株式会社商船三井

ClassNK
NIPPON KAIJI KYOKAI

 **三菱重工**
この星に、たしかな未来を

三菱重工業株式会社
船舶・海洋事業本部 神戸船海業務部

1. 背景
2. 検討メーカー絞り込み
3. エンジニアリング
 - 3.1. コンテナ搭載型
 - 3.2. 機関室設置型
4. 評価
5. まとめ

1. 背景

- ① バラスト水処理条約の発効が目前となり、コンテナ船における Retro-fit の検討も急務となった。
- ② コンテナ船は、他船種に比べ相対的に機関室が狭く、バラスト水処理装置の搭載がやや困難と予想される。
- ③ その解決策として、バラスト水処理装置をコンテナパッケージ化し、コンテナホールド内に搭載する案が浮上。機関室設置型との比較検討により、優位性を検証する。
- ④ 日本海事協会・商船三井・三菱重工業の3者による共同研究を実施することが決定。

実施予定および実績表

	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月
全体工程									評価		
		← 検討メーカー絞り込み		← エンジニアリング					→	報告書	←
		← 検討メーカー絞り込み		← エンジニアリング						→ 評価	→ 報告書
訪船調査						▲	▲	▲	▲		
						9/10	10/14				
メーカー打合せ		↔		▲	▲		▲	↔			▲
				7/15	8/12		10/18				2/17

業務内容

- 1) 検討メーカー絞り込み
 - ・機関室内搭載及びコンテナ内搭載に適したメーカーを1社選定する
 - ・Kick Off 打合せの際に検討対象のメーカーを決定する
- 2) エンジニアリング
 - ・機関室配置及びコンテナ内配置の両ケースの試設計を行う
 - ・両ケースの工事物量を算出し、見積を行う
 - ・コンテナ内配置の検討は、3Dモデルを作成し、配置・操作性・メンテナンス性を検討を行う
- 3) 評価
 - ・機関室配置及びコンテナ内配置の試設計結果の評価を行い、コンテナ内配置メリットを評価する
- 4) 報告書作成
 - ・対外発表用の報告書を作成する

赤字が実績を示します。

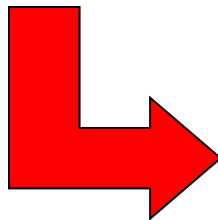
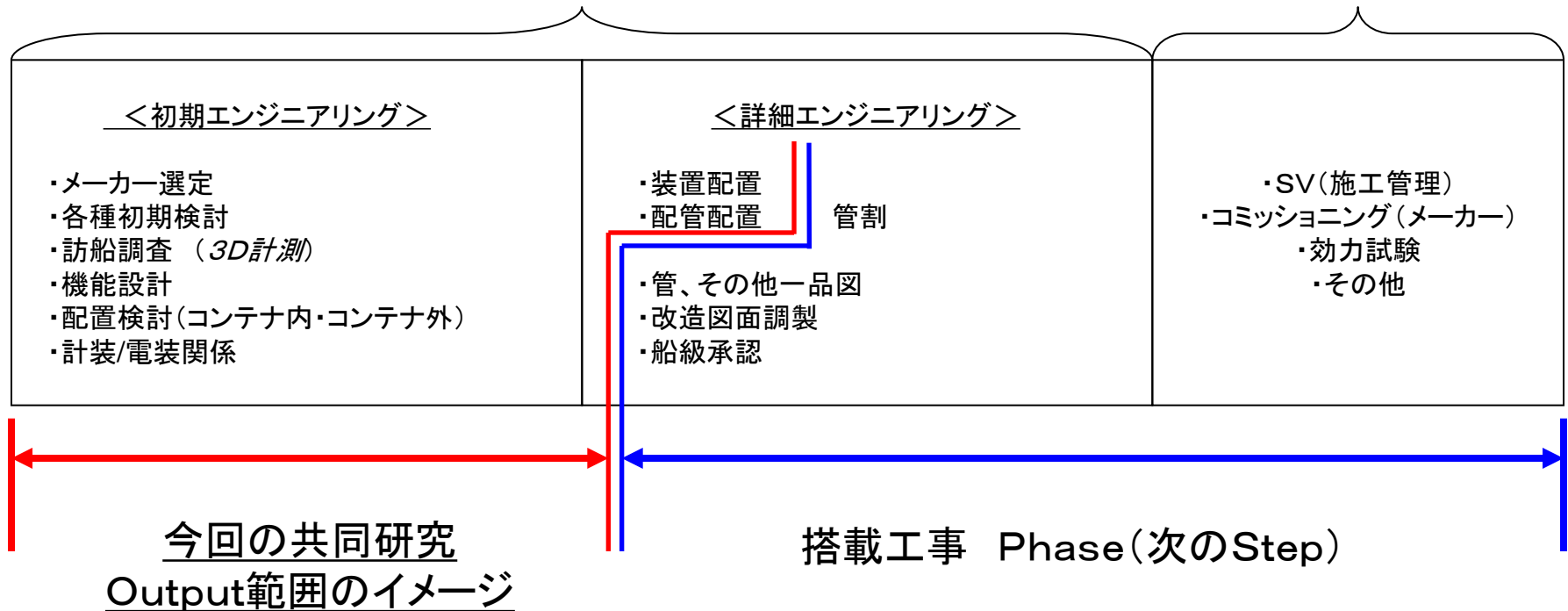
実施トピックス

- 1) H23.4.25: #1キックオフミーティング@MHI神戸
- 2) H23.5.24: NK 殿認可通知
- 3) H23.6.1: MHI神戸内製造指図書発行
- 4) H23.6.29: #2 メーカー選定に関する打合せ@MHI品川
- 5) H23.7.13: コンテナ搭載メーカーについては、アルファ・ラバル殿で進めること決定。
- 6) H23.7.15: #3 コンテナ搭載メーカー(アルファ・ラバル)とのキックオフミーティング@MOL 東京
- 7) H23.8.4: MOL 殿から、機関室通常設置についてもアルファ・ラバル殿で進めるよう連絡あり。
- 8) H23.8.9: MHI 神戸内作業説明会
- 9) H23.8.12: #4 アルファ・ラバル本国より技術者打合せ招聘@アルファ・ラバル 東京
- 10) H23.9.10: S.1249 MOL EXPRESS 訪船調査@神戸港
- 11) H23.9.13 : 共同研究／委託契約書発行
- 12) H23.10.12: NK 殿事前打合せ@NK 東京
- 13) H23.10.14: S.1246 MOL EFFICIENCY 機関室内 3D 計測実施@神戸港
- 14) H23.10.18: #5 合同打合せ(NK, MOL, アルファ・ラバル, MHI)@MHI 神戸
- 15) H23.11.7~11.18: アルファ・ラバル他バラスト水処理装置メーカー訪問, 打合せ
- 16) H23.11.30: MHI 神戸内作業打合せ
- 17) H23.12.9: コンテナパッケージ見積依頼打合せ
- 18) H24.1.19: 総合配置図説明および見積依頼打合せ @MHI 横製
- 19) H24.2.16: 見積回収
- 20) H24.2.17: #6 合同打合せ(MOL, アルファ・ラバル, MHI)@MOL 東京
- 21) H24.3.9: #7 報告書に関する打合せ@MHI 神戸
- 22) H24.3.26: 報告書内容説明会@MOL 東京

2011年8月30日

エンジニアリング

搭載工事

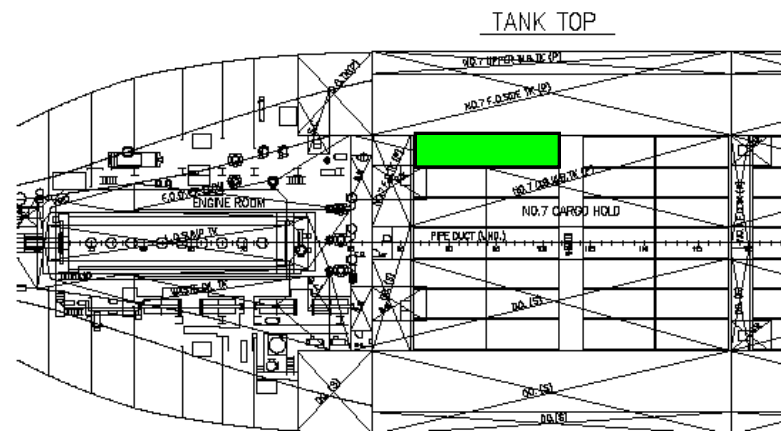
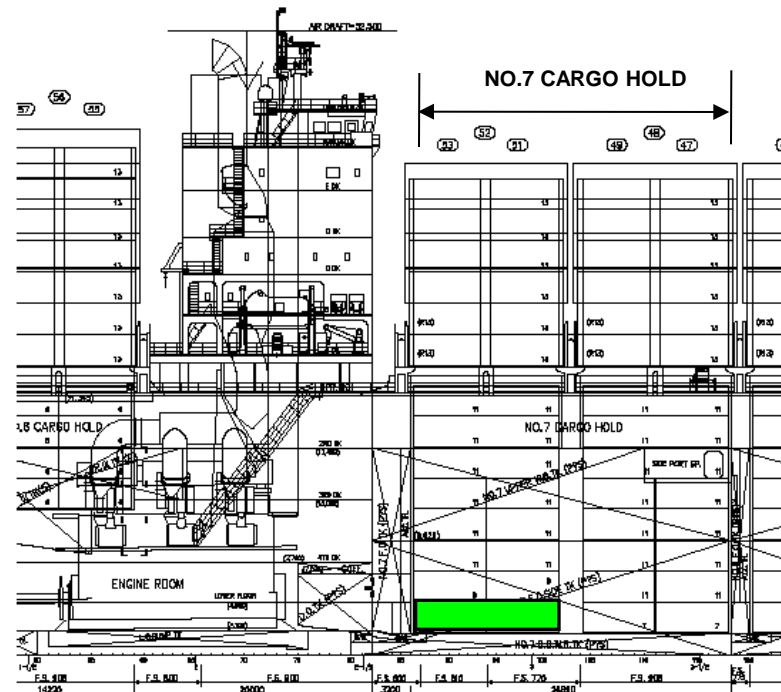


- ・現実味のあるFeasibility Study
- ・詳細検討によるノウハウの取得

- 4600 TEU, 2003 年竣工（三菱重工神戸建造）



機関室船首側 NO.7 CARGO HOLD の最下段に 40' 背高の
 コンテナユニットを設置する。
 なお、NO.7 C/H は、危険物積み
 ホールドである。(IIBT4)
 よって、バラスト水処理装置も
 防爆仕様とする。



フィルターユニットの
高さから、背高タイプ
のコンテナを採用。

40フィートコンテナ



処理装置容量 : 750 m³/h

容量決定の根拠

本船は 2 台のバラストポンプを装備

BILGE, BALLAST & HEELING PUMP : 750 m³/h × 0.25 MPa

FIRE, BILGE & BALLAST PUMP : 200/600 m³/h × 0.83/0.25 MPa

上記 2 台の内、容量の大きい 750 m³/h とした。

なお、バラスト水処理装置搭載後は、そのシステム抵抗により流量が減るが、コンテナ船はバラスト時間に柔軟性があるため、ポンプの全揚程はそのままとしている。

2. 検討メーカー絞り込み

装置全体比較			
	2011年6月29日 三菱重工業		
	A 社	B 社	C 社
国内代理店			
防爆対応証書	取得済み	現在取得中 9月目処	取得済み
750m3/hr型機対応流量	150~750m3/hr	90~960m3/hr	75~825m3/hr
Max. allowable pressure	6 bar	10bar	10bar
圧力損失	AOT 0.4bar以下 filter 0.38bar以下	filter 0.7bar以下 UV装置 0.1bar	filter 0.5bar以下 UV装置 0.17bar
配管取り合い (詳細は系統図御参照)	・バラスト主管 ・LDC冷却水 20A ・CIP	・バラスト主管 ・フィルタードレン/UVチャンバードレン ・バックウォッシュポンプ	・バラスト主管 ・フィルタードレン 25A UVチャンバードレンはプラグ、配管両方対応可能
メンテナンス	UVランプ交換 3000時間	UVランプ交換 8000時間又は5年毎 UVランプファイバー 16000時間又は10年毎	UVランプ交換 4000時間
最大所要電力(本体のみ)	108kw ver2.0	75kw	90kw
フローメータ	有り、必要直管長 前5後3個々のケースで応相談。	有り、必要直管長 前10後5 その他条件有り	有り、必要直管長 前5後2 前1後1で精度±3%。メーカーはドイツ製。
電気パネルサイズ	コントロールパネル 約600x300x1800(H) x 1	UV用パネル 1200x400x1900(H) x 2 コントロールパネル 800x300x1900(H) x 1	UV用パネル 2000x400x1700(H) x 1 1000x400x1700(H) x 1 コントロールパネル 800x400x1700(H) x 1
D2基準を上回る規制への対応要望	あくまで想定ですが対応案としては 1. まず、現行のまま基準をクリアできる可能性があります。 2. AOTのUVランプを12本にしましたが、再度20本にする。 またAOT一基当たりの通水量を制限して処理時間をより長くする。 3. 本意ではありませんがどうしても必要な場合はごく少量の薬品を使用する。		今後との厳しいRuleについて勿論弊社の製品をUpgradeしている所です。USCGのRule次第によって対応する予定です。(Filter OR UV unit upgrade) 40μフィルターを拭開免済。 ランプ増やすと、電流の改造も必要となるので、フィルター性能を上げて、UVの効きをよくなるアプローチ。
リスクアナリシス			
バラストポンプ影響	吐出圧 +1.0bar B.B & Heel P. 750 x 0.25 (実力0.25) MPa ↓ 350 x 0.35MPa F.B & Ballast P. 600 x 0.25 (実力0.29) MPa ↓ 515 x 0.35MPa	吐出圧 +1.0bar B.B & Heel P. 750 x 0.25 (実力0.25) MPa ↓ 350 x 0.35MPa F.B & Ballast P. 600 x 0.25 (実力0.29) MPa ↓ 515 x 0.35MPa	吐出圧 +0.9bar B.B & Heel P. 750 x 0.25 (実力0.25) MPa ↓ 350 x 0.35MPa F.B & Ballast P. 600 x 0.25 (実力0.29) MPa ↓ 515 x 0.35MPa
その他			
	A 社	B 社	C 社
防爆区域設置可能部品	・フィルター ・AOT装置 ・CIP装置 ・流量計	・フィルター ・UV装置 ・逆流ポンプ	・フィルター ・UV装置 ・フローメーター
非防爆区域設置品	・コントロールパネル	・コントロールパネル ・パワーサプライパネル	・コントロールパネル →防爆検討なるも、取得まで1年かかる。 ・UVパワーサプライパネル

フィルター比較

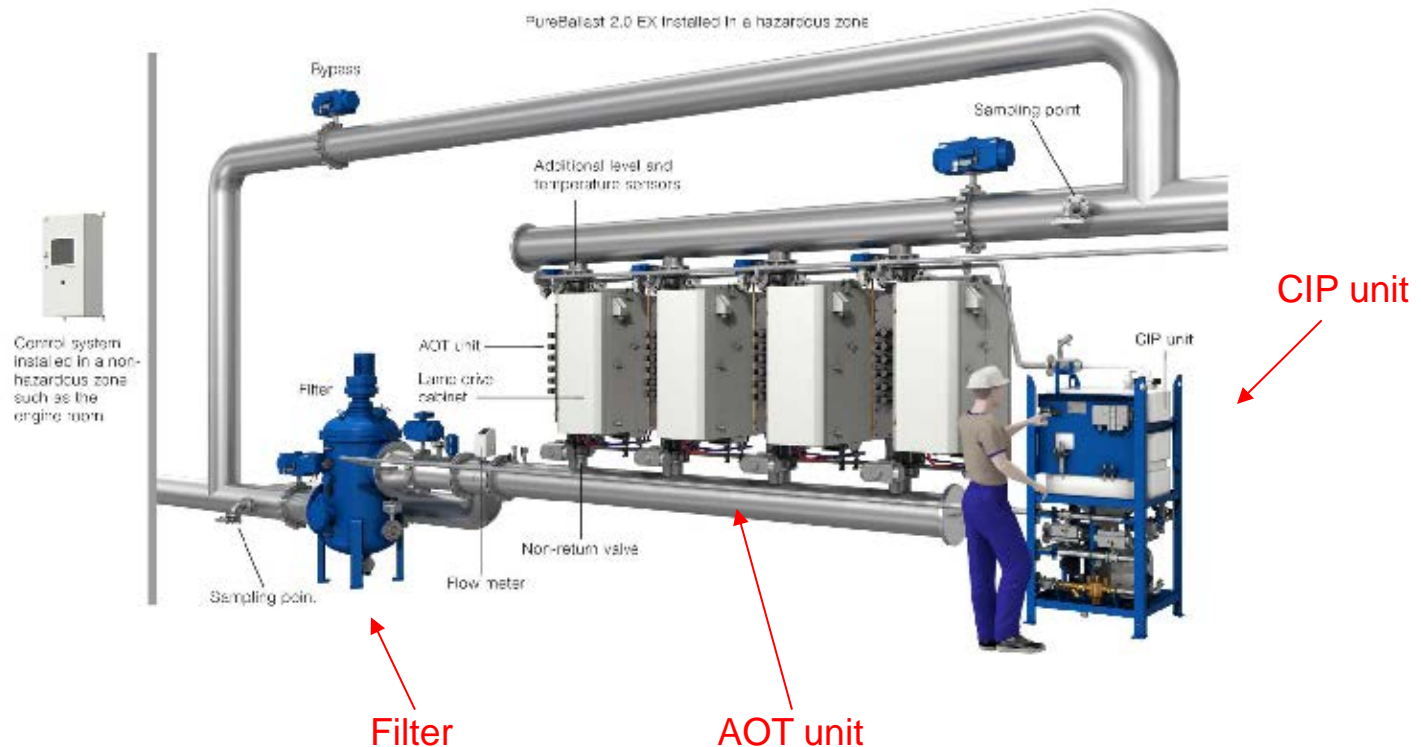
フィルター機能比較

2011年6月29日 三菱重工業

	A社	B社	C社
フィルター型式	多筒型メッシュフィルター	多筒型ディスクフィルター	単筒型メッシュフィルター
製造メーカー	購入品	購入品	自社製品
寸法 750m ³ /hr (含メンテナンス)	1000 x 1000 x 2855(H) 40FTハイキューブ採用となる	1952 x 3993 x 1910(H) 6' x 12個	4380 x 1020 x 1020(H) 横置き
最大処理能力	800m ³ /hr	960m ³ /hr	825m ³ /hr (システム全体の最大許容流量)
材質	ハウジング steel ゴムライニング フィルター SUS316相当 Znアノード有り	ハウジング 樹脂 フィルター ナイロン	ハウジング Steel+塗装 フィルター SUS316L/ハステロイ
逆洗開始圧力	0.38barで逆洗開始	0.7barで逆洗開始	0.5barで逆洗開始(設定変更可能)
メッシュ (sediment対策)	40μ	55μ	50μ
逆洗浄方式	差圧監視による自動洗浄。通常は15分毎に逆洗浄実施。パラメータの変更も可能。 バラスト終了時にも1回自動で逆洗実施。 フィルターキャンドル長が比較的長く、均に逆洗浄可能か懸念有り。	差圧監視による自動洗浄。バラスト終了時にも1回自動で逆洗実施。 ディスクがフリーに回転することで、遠心力も加わりこみを効率よく弾き飛ばすしくみ。 樹脂フィルターが何層も重なっているため、確実に全面逆洗可能か懸念有り。逆洗時フローロスについて以前は「逆洗しながら部分的に逆洗実施」と言っていたが現在は全量逆洗となった。→逆洗配管口径化。	差圧監視による自動洗浄。 単筒ハステロイメッシュ内面を逆洗アームの先端に設置した樹脂が接触しながら逆洗を実施するが消耗が懸念点。 750タイプでは、逆洗40秒/回。
逆洗時フローロス	0.4m ³ /回	2~3分間、100%逆洗水となる。タイマー設定。	0.75m ³ /回
メンテナンス	1回/年 点検	1回/年 点検	1回/年 点検
フィルター部流路走行	面のみ	ディスク幅13mm 外側から内側にかけて水が抜ける際、フィルタメッシュのトラップが ▲ ⇄ ▲ ⇄ ▲ ⇄ ▲ ⇄ ▲ ⇄ ▲ ⇄ ▲ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ ⇄ ▼ 一致 半ずれ 全ずれ 半ずれ 一致 と、穴のずれ方が少しずつずれて行くことでトラップを形成します。【一致】の部分で最もメッシュサイズが大きい事示しこれが概ね100μ(110μ)、『全ずれ』の場合で50μ程度となります。 フィルタ外側から内側に抜けるまでに概ね20トラップ程度形成されているとされ、奥行きがあることで多くの固形物を洗い取れると言うのがこのディスクフィルタの特徴です。	面のみ(4層)
フィルター交換要領	上部カバーふたを開放後逆洗アームをとりはずす。その後フィルターカートリッジを交換。	樹脂製ハウジングを取り外して中のナイロンディスクを交換。フィルター容量にかかわらずディスクサイズは同じ。フィルター単体が小さいので容易に実施可能。	(推測)上部ふたを開放後フィルターを取り出し、メンテナンスマニュアルは製品購入後のみ提出とのこと。
開口率	25%		27.80%
逆洗効率			
ケーシング保護	亜鉛アノード有り	樹脂製のため不要	アノード無し。 内面は塗装。
バラスト後の内部海水の取り扱い	海水で逆洗後半分清水を入れる。	海水充填	毎回海水ドレン実施
その他	横向き配置不可。	基本的に上向き配置	横置き設置OK。

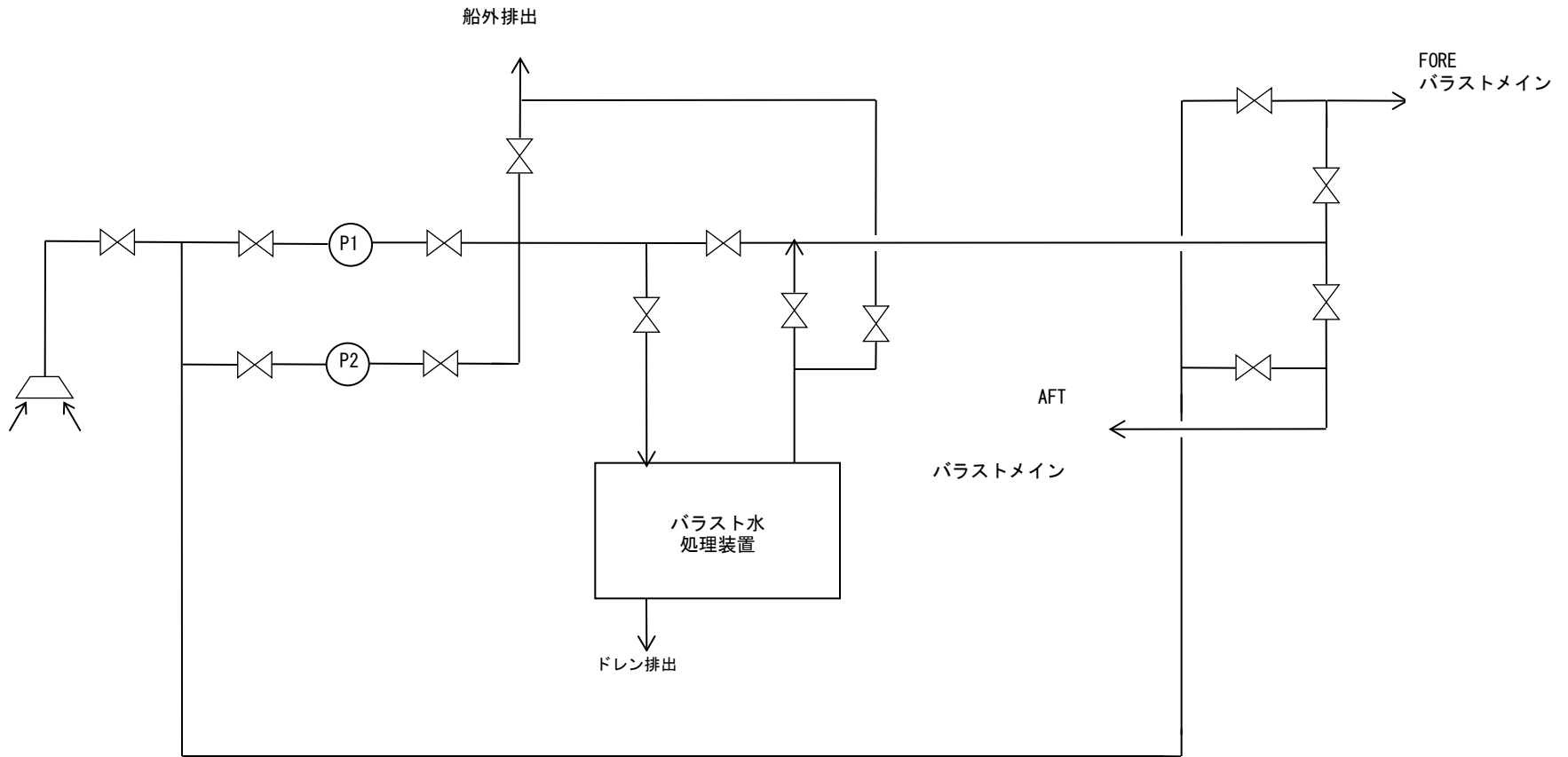
- ① バラスト後、タンク内での RE-GROWTH に対し、デバラスト時にも処理を実施する UV 系の代表 3 社の中から選定する。
- ② 選定時点で、確実な防爆仕様を開発済みであること。
- ③ 上記により本検討対象として、アルファ・ラバル殿(A社)の協力を得ることにした。

PureBallast EX Components 750 m³/h system



- 750 m³/h の場合、AOT unit は 3 台となります。

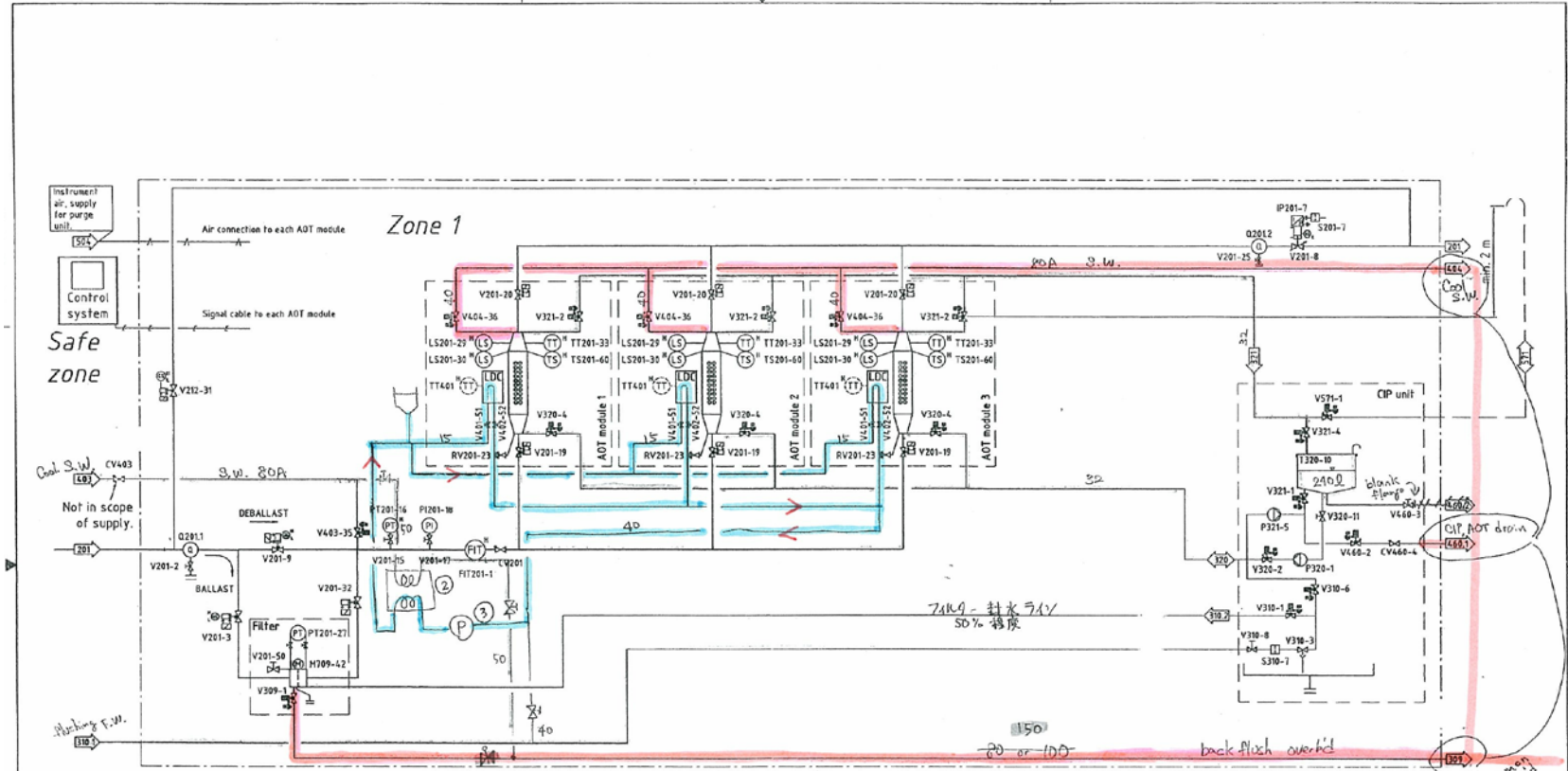
3. エンジニアリング



P1 : BILGE, BALLAST & HEELING PUMP
P2 : FIRE, BILGE & BALLAST PUMP

3. 1. コンテナ搭載型

コンテナ搭載型 (メーカ系統図)



- X ① 独立ラインにて海水供給 または空圧配管から分岐 → MHI 検討
- ② 熱交換器仕様 → AL 検討後 図面を MHI に送付
- ③ CFW ポンプ → AL に容量決定後 MHI に連絡。ポンプ 選定は MHI

LEGEND

- | | | | |
|-------|-------------------------------------|-------|--|
| 201 | Ballast water, inlet/outlet, zone 1 | 403 | Cooling water, Reactor, S.W. |
| 309 | Back flush water/over board | 404 | Cooling water, Reactor, S.W over board |
| 310.1 | Flushing miscellaneous, F.W | 460.1 | Drain, reactor, S.W., F.W. |
| 310.2 | Flushing miscellaneous, F.W, CIP | 460.2 | Drain, CIP fluid |
| 320 | Flushing miscellaneous, F.W., CIP | 504 | Instrument air, purge unit (Exp) |
| 321 | Flushing miscellaneous, CIP | 571 | De-aeration (safe zone) |
| 401 | Cooling water, LDC, L.T., F.W | Q | Sampling point |
| 402 | Cooling water, LDC, L.T., F.W | LDC | Lamp Drive Cabinet |
- Graphic symbols
acc. to AL 573644

Installation in accordance with principal sketch 592659.

Title		MHI Local Order 48 System			
Flow chart, 750 Ex					
First angle projection method 60E	Division B	Department BALLAST	Date 2011-04-28	Sheet No. 1	Total Sheets 1
Author tev	Appr JNMA	Decreed No. 597226			

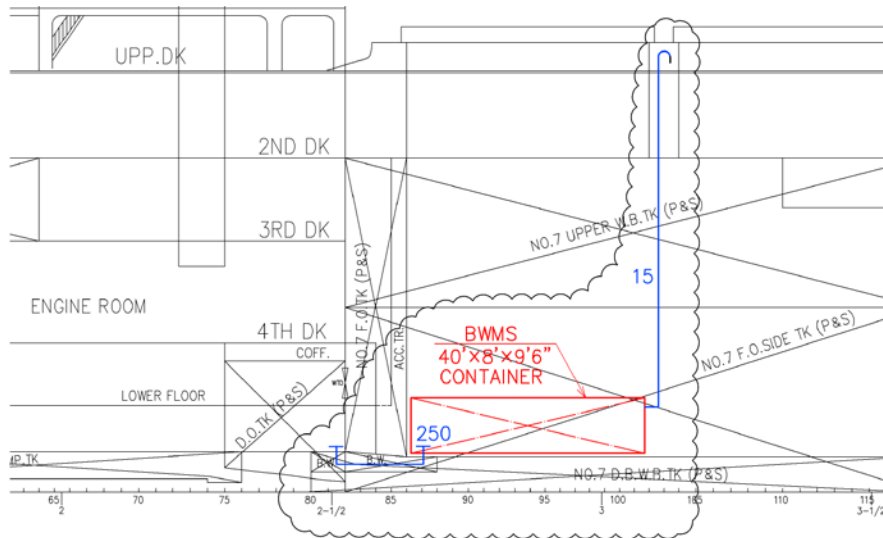
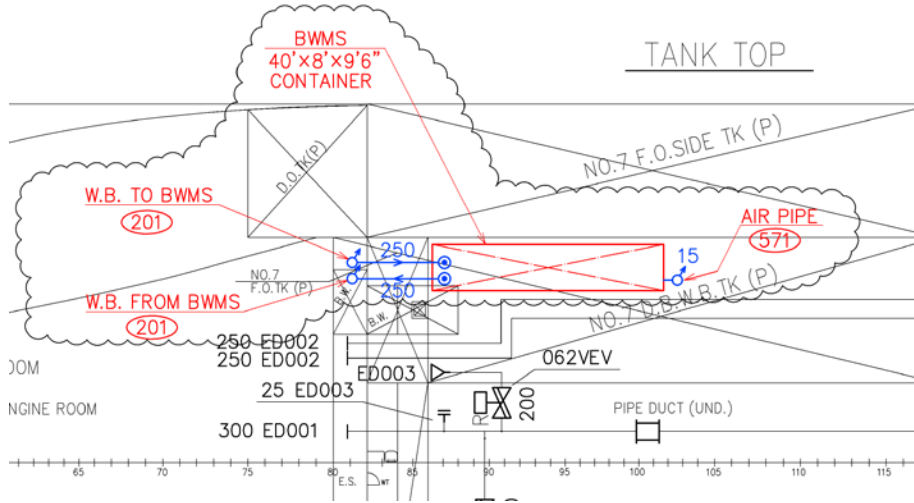
装置のコンテナパッケージ化に際し留意した点

1. AOT 用整流器の清水冷却系統を、コンテナ内に熱交換器および循環ポンプを持つクローズド方式へ変更
→ 本船との配管取り合い 40A × 2 本を削減
2. AOT 冷却海水および CIP ドレンをフィルター逆洗ラインに統合
→ 本船との配管取り合い 80A × 1 本, 32A × 1 本を削減

コンテナ搭載型（船体部：バラストビルジ管系統図）

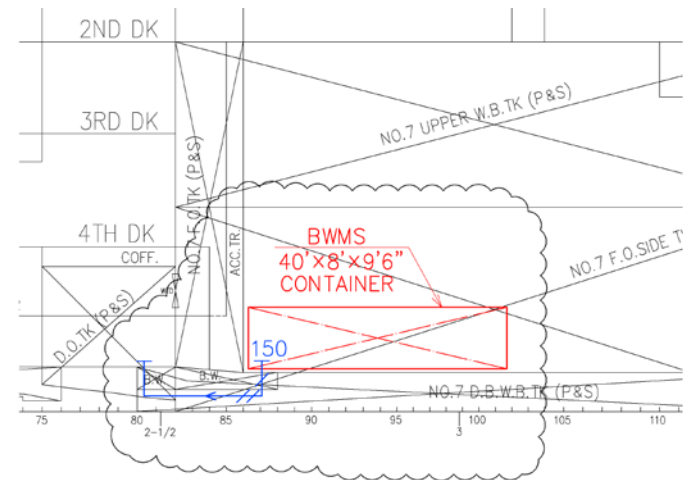
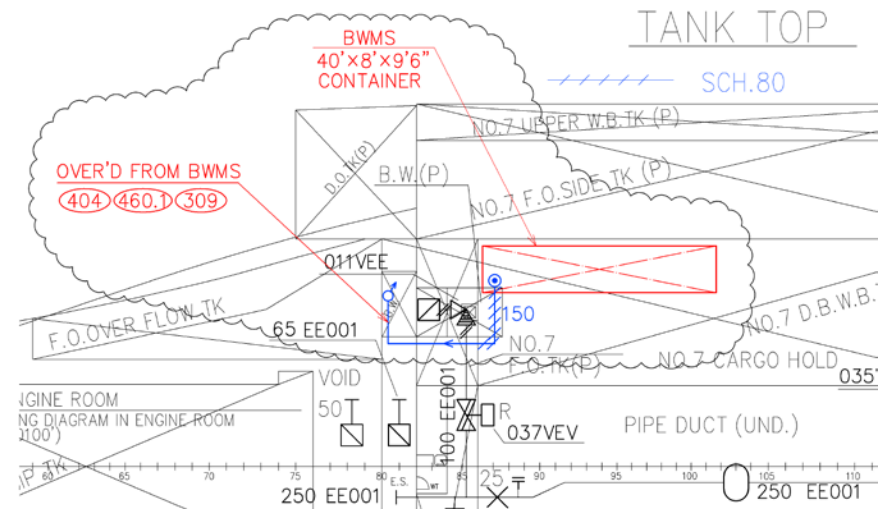
WATER BALLAST

バラストラインはNO.7 D.B.W.B.TK(P)内を導設



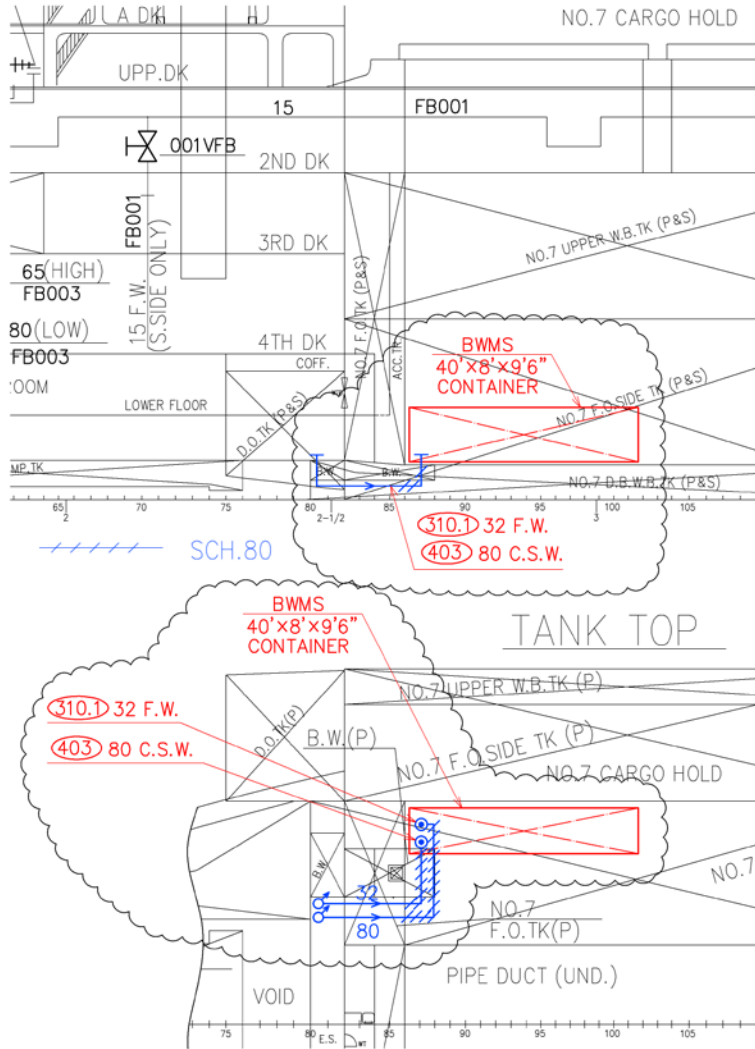
BILGE

ビルジラインはNO.7 D.B.W.B.TK(P)内を導設



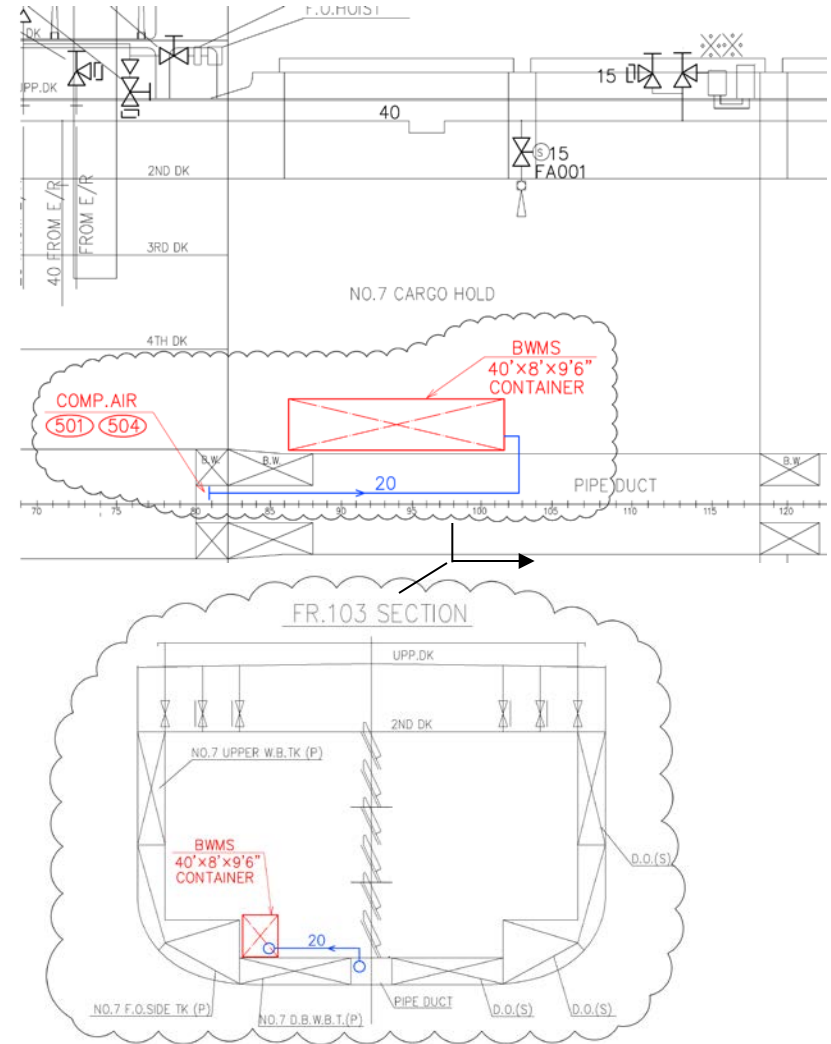
F.W. / C.S.W.

清水・冷却海水ラインはNO.7 D.B.W.B.TK(P)内を導設

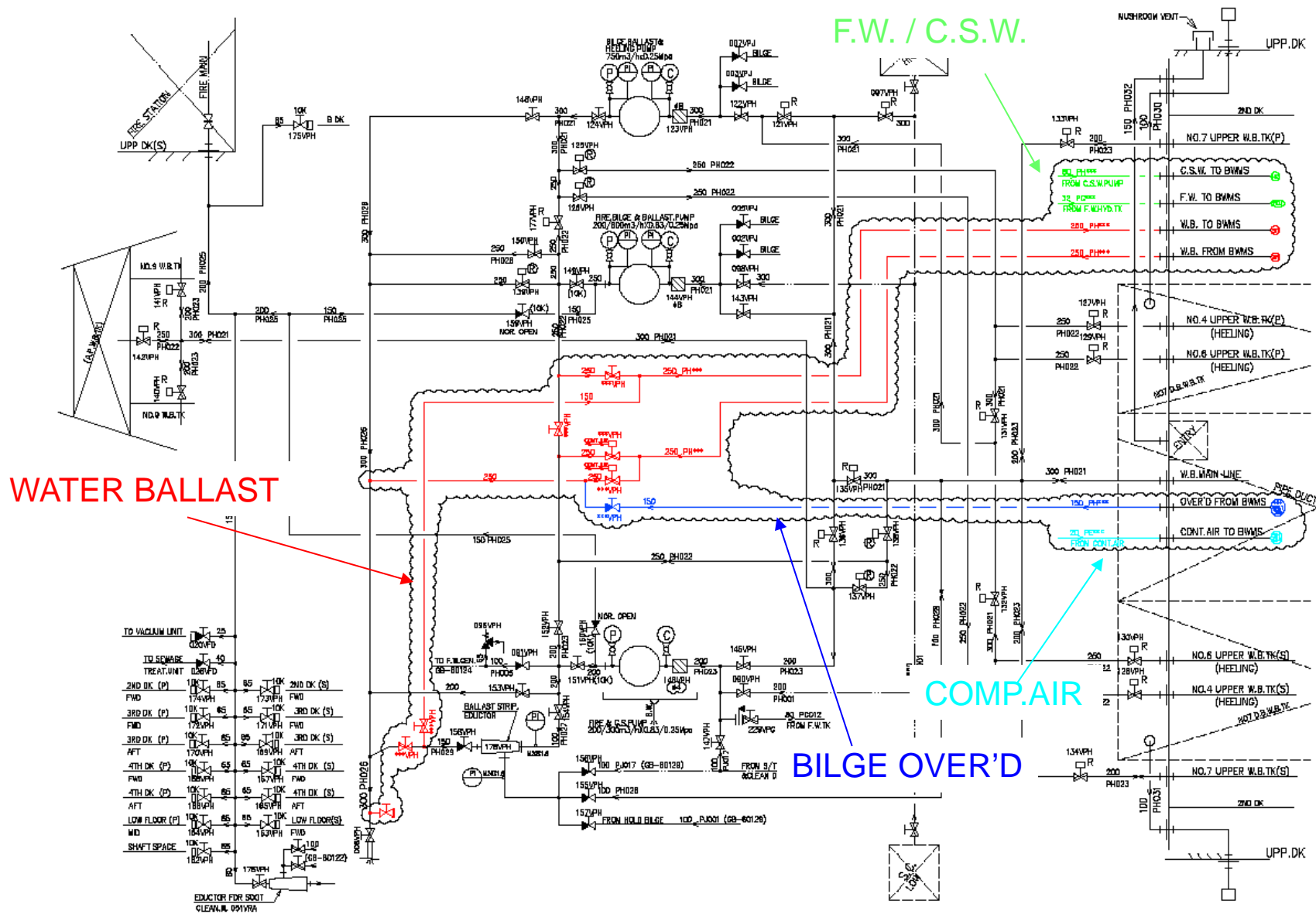


COMP.AIR

圧縮空気ラインはパイプダクト内を導設



コンテナ搭載型 (機関部系統図)

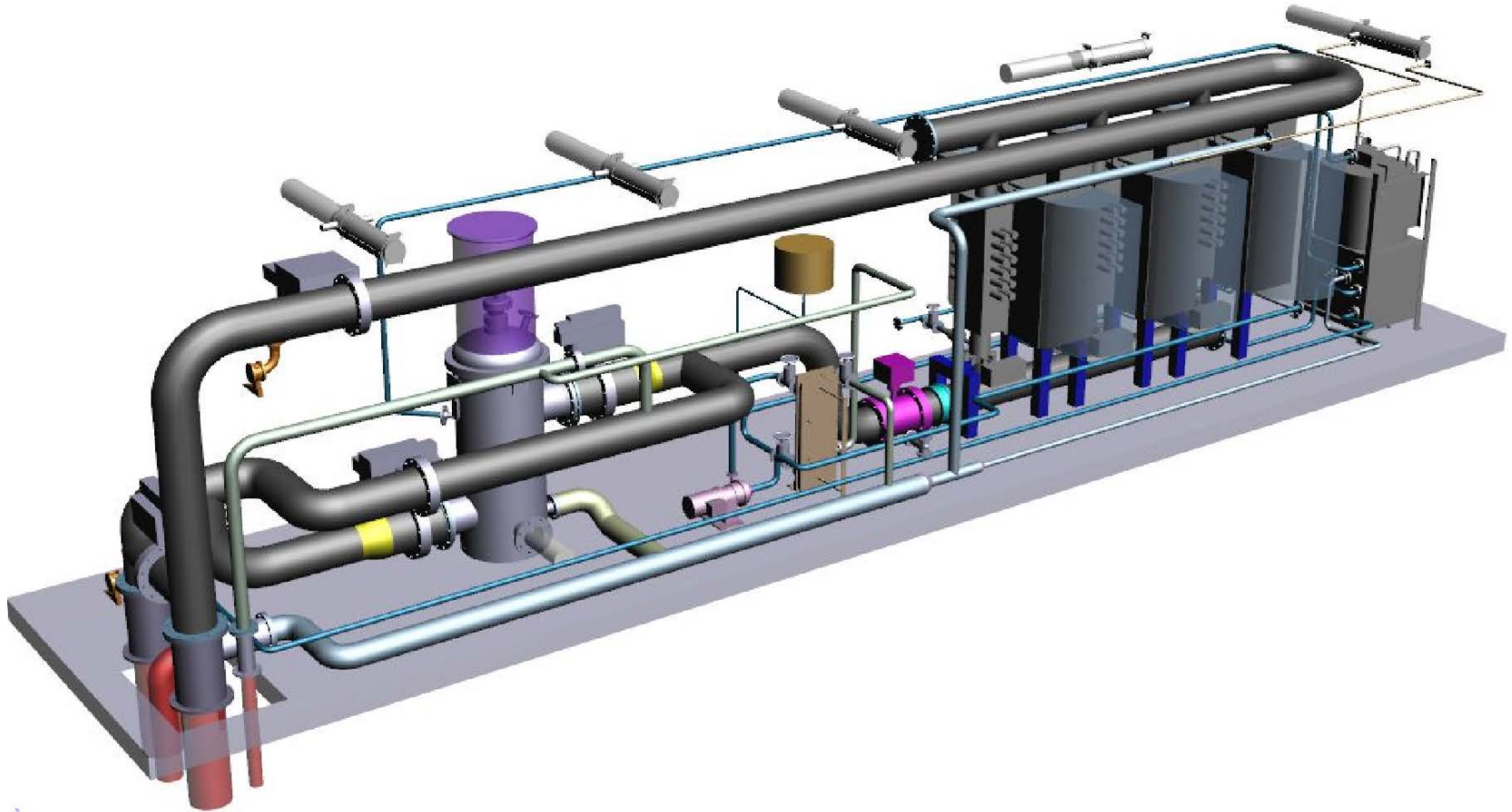


総合配置図検討に於ける特徴

1. 機関室とコンテナパッケージとの間で、250A×2本のバラストメイン配管がキーポイントとなる。
本船は機関室とNo.7 C/Hとの間に、バルクヘッド F.O.TKが配置されているので、二重底下を配管することにした。
(機関室→バラストタンク→コンテナパッケージ)
2. また、配管長削減(=工事費削減)の観点から、本検討ではコンテナパッケージと連絡する配管の多くは、その底面で本船配管とフレキホースを介して取り合うようにしている。

電装関連検討に於ける特徴

1. 処理装置の消費電力は 108 kW であるが、C/H 内にコンテナパッケージを装備することから、主電源は No.7 C/H ハッチカバー上に搭載する冷凍コンテナ用電源システムを利用することにした。
2. 処理装置のコントロールパネルは防爆化出来ないため、機関室に設置する。
計装用電線は、機関室内のコントロールパネルからパイプダクトを經由して、コンテナパッケージ内に中継無しで引き込み、各機器に接続する。



BWMS_C_0130.pdf

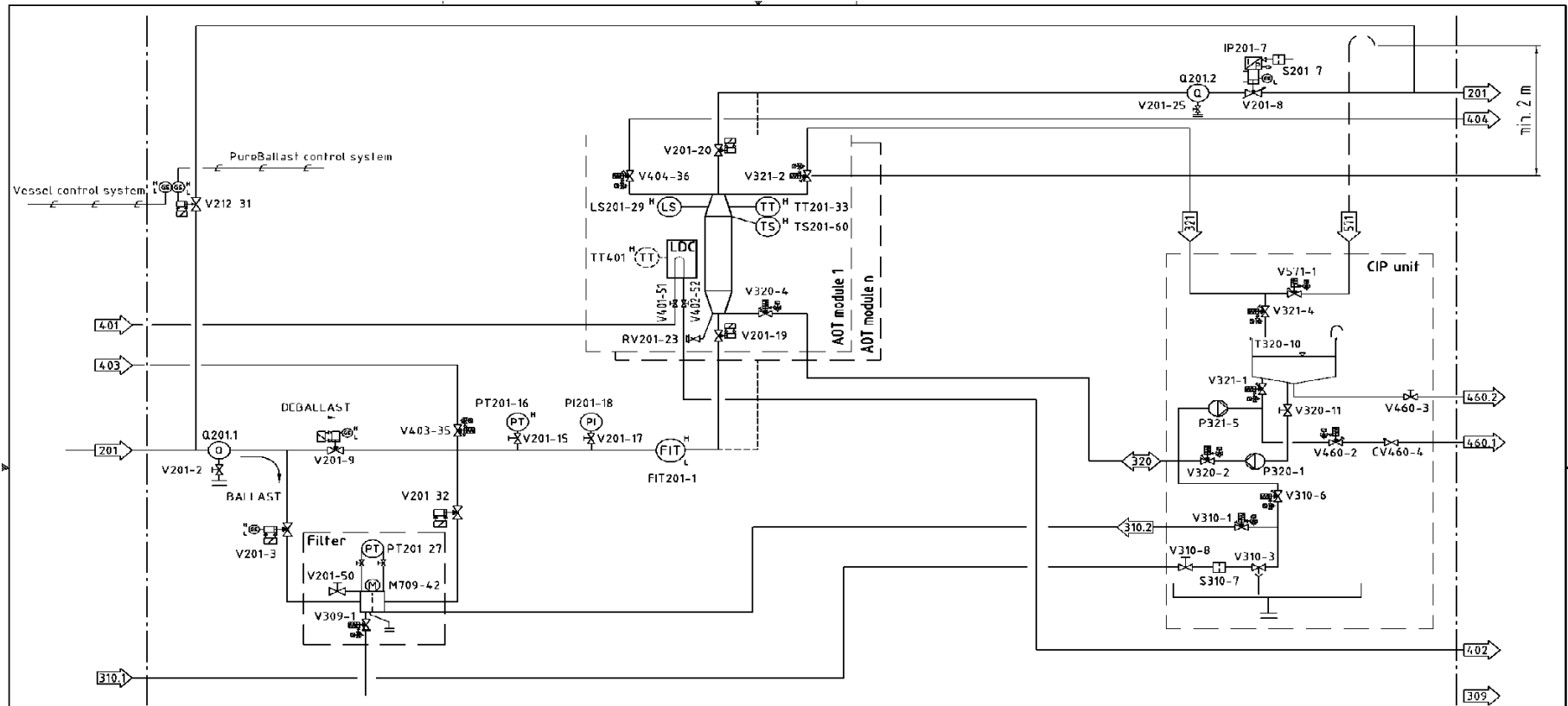
3. 2. 機関室設置型

機関室設置型の検討条件

コンテナ搭載型評価のため検討を実施した。

1. 通常のRetro-fit どおり、バラスト水処理装置は機関室内に設置するものとする。
2. バラスト水処理装置メーカー・処理容量はコンテナ搭載型と同じとする。
(但し、非防爆のメーカー標準仕様)

機関室設置型 (メーカ系統図)



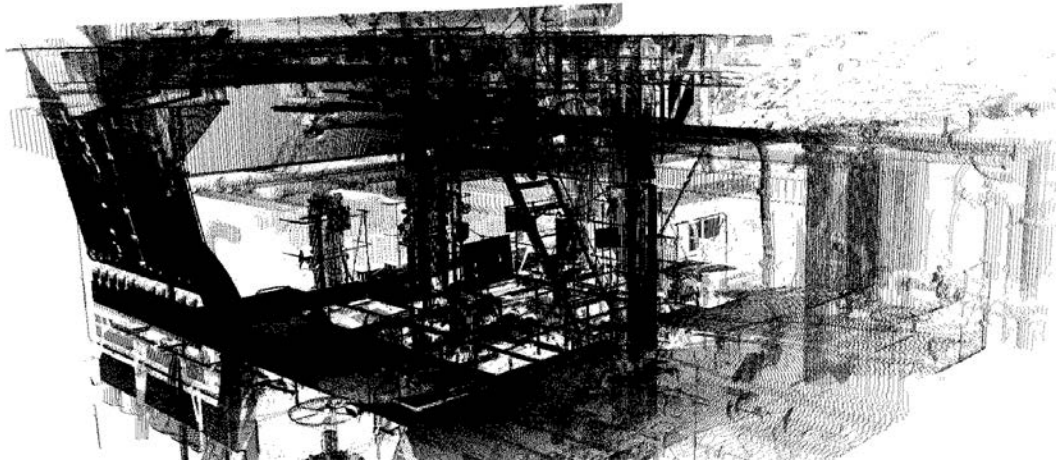
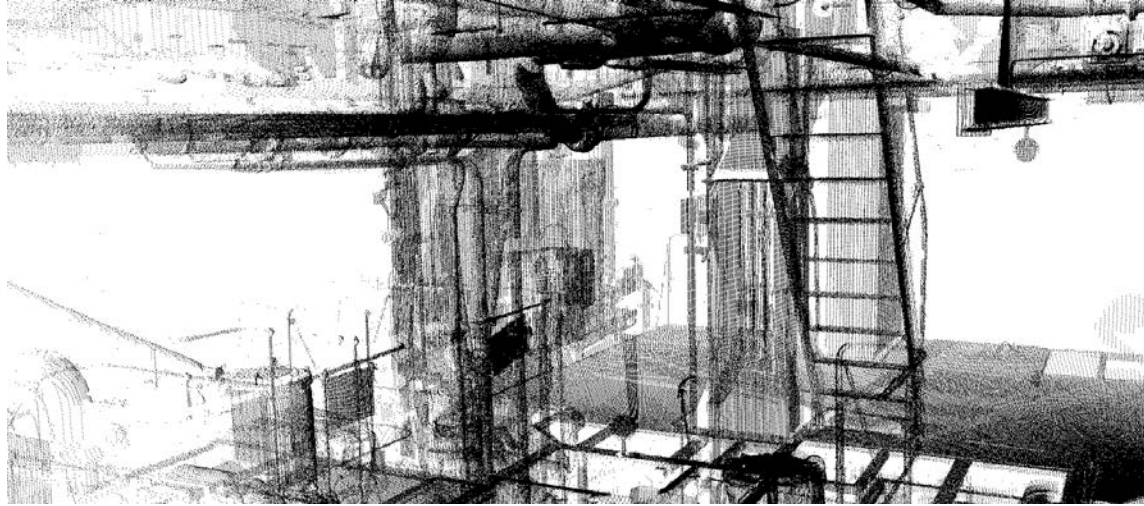
LEGEND

201	Ballast water, inlet/outlet	403	Cooling water, Reactor
309	Back flush water/over board	404	Cooling water, Reactor
310.1	Flushing miscellaneous, F.W.	460.1	Drain, reactor, S.W, F.W.
310.2	Flushing miscellaneous, F.W.	460.2	Drain, CIP-fluid
320	Flushing miscellaneous, F.W., CIP	571	De-aeration
321	Flushing miscellaneous, CIP	LDC	Lamp Drive Cabinet
401	Cooling water, LDC	P	Pump
402	Cooling water, LDC	M	Motor, electric

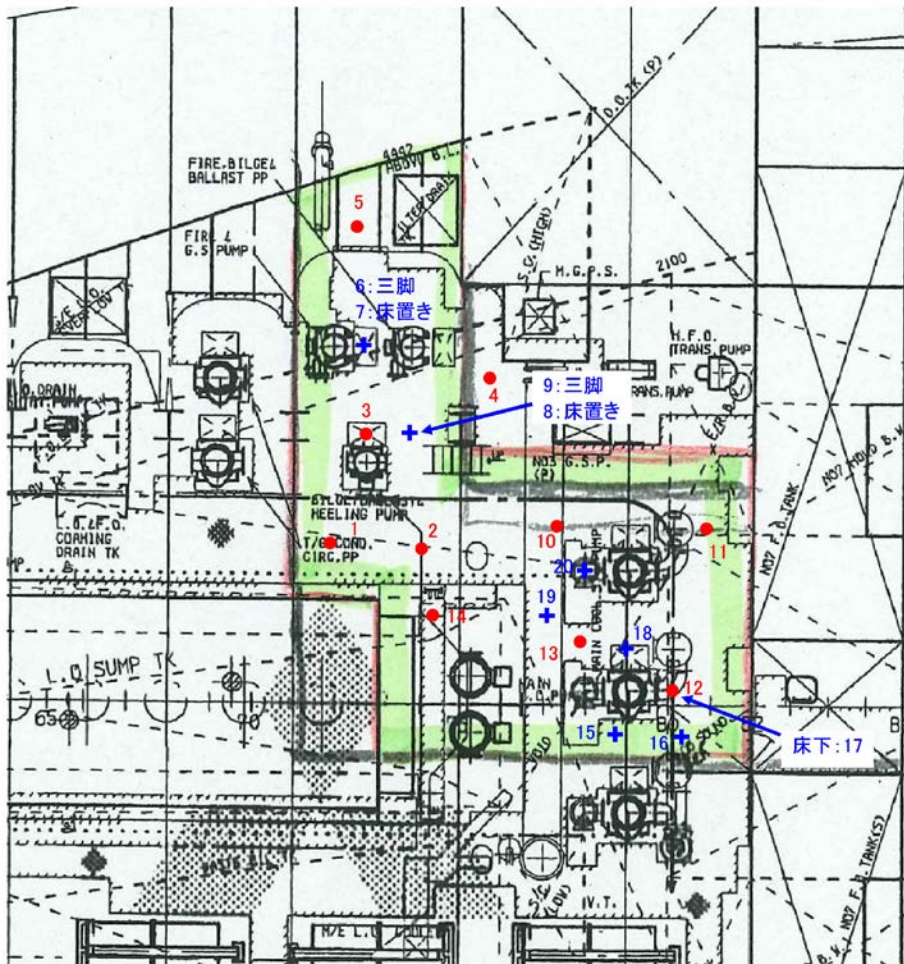
Graphic symbols
acc. to AL 573644

Title Flow chart, PB 2.0		Date 2010-02-22		Sheet No. 1		No. of sheets 1		Revision No. 4	
Responsible Department BALLAST		Approved JNMA		Document No. 591696					
First angle projection Method ISO E		Creator JNMA							

AOT unitは、コンテナ搭載型同様に3台となります。

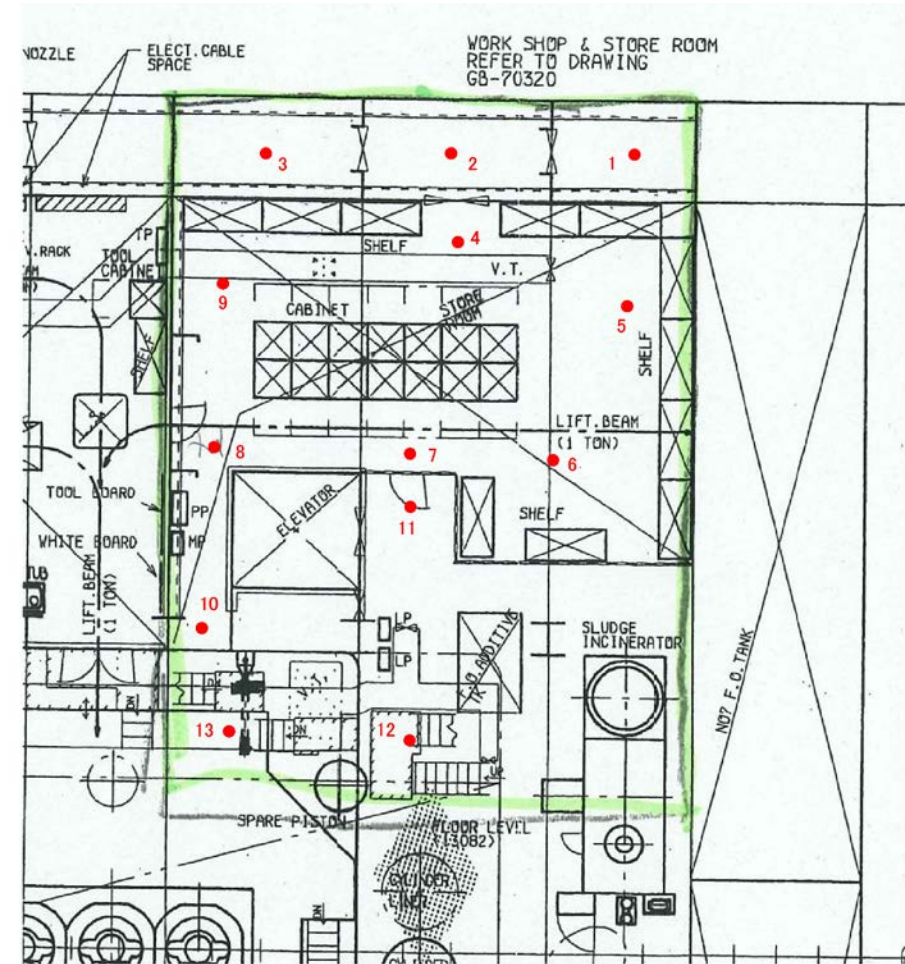


S1246 船 スキャン位置記録図(111014)



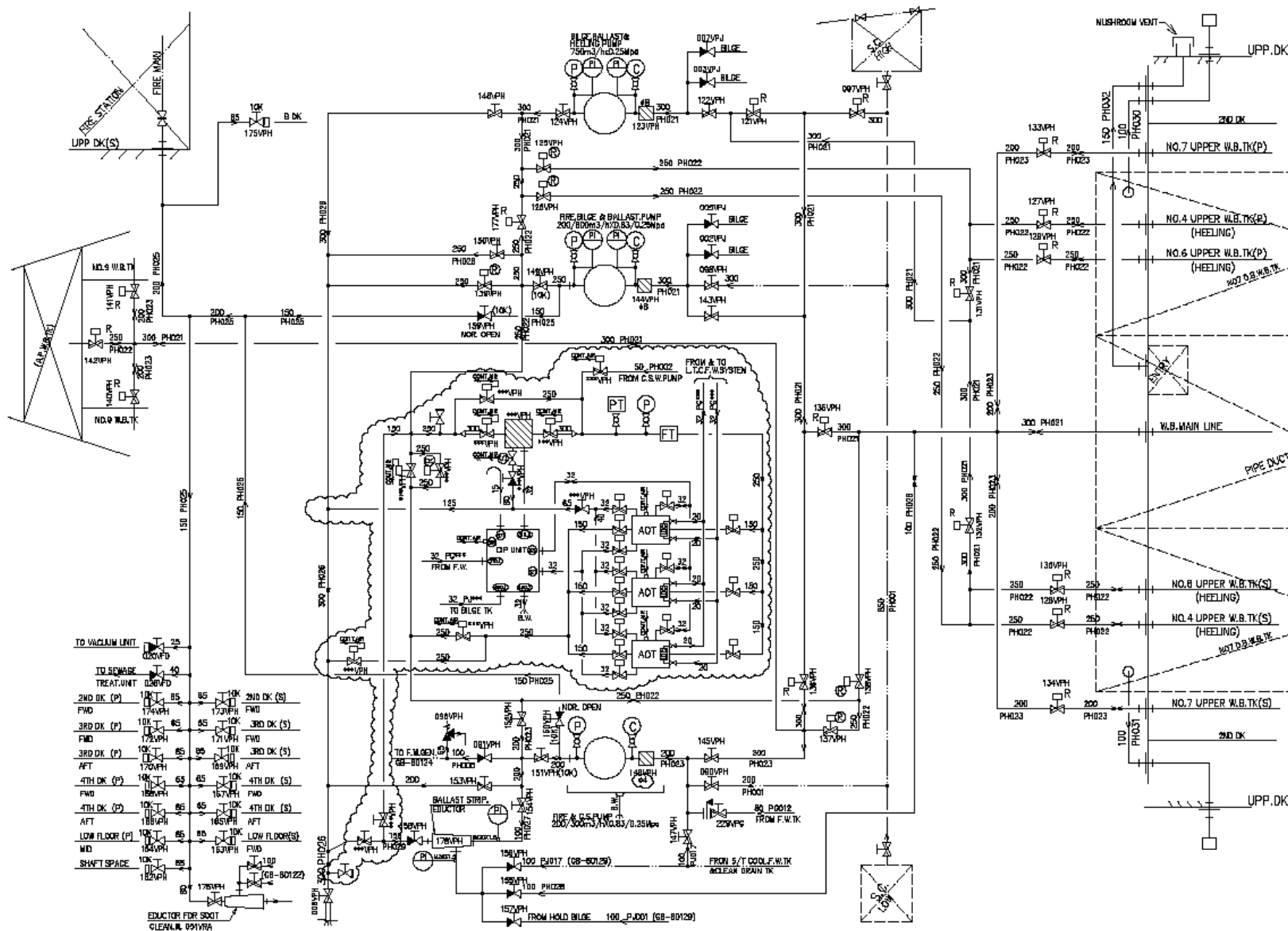
LOWER FLOOR

- 凡例
 ● : 床上でのスキャン
 + : 床下でのスキャン

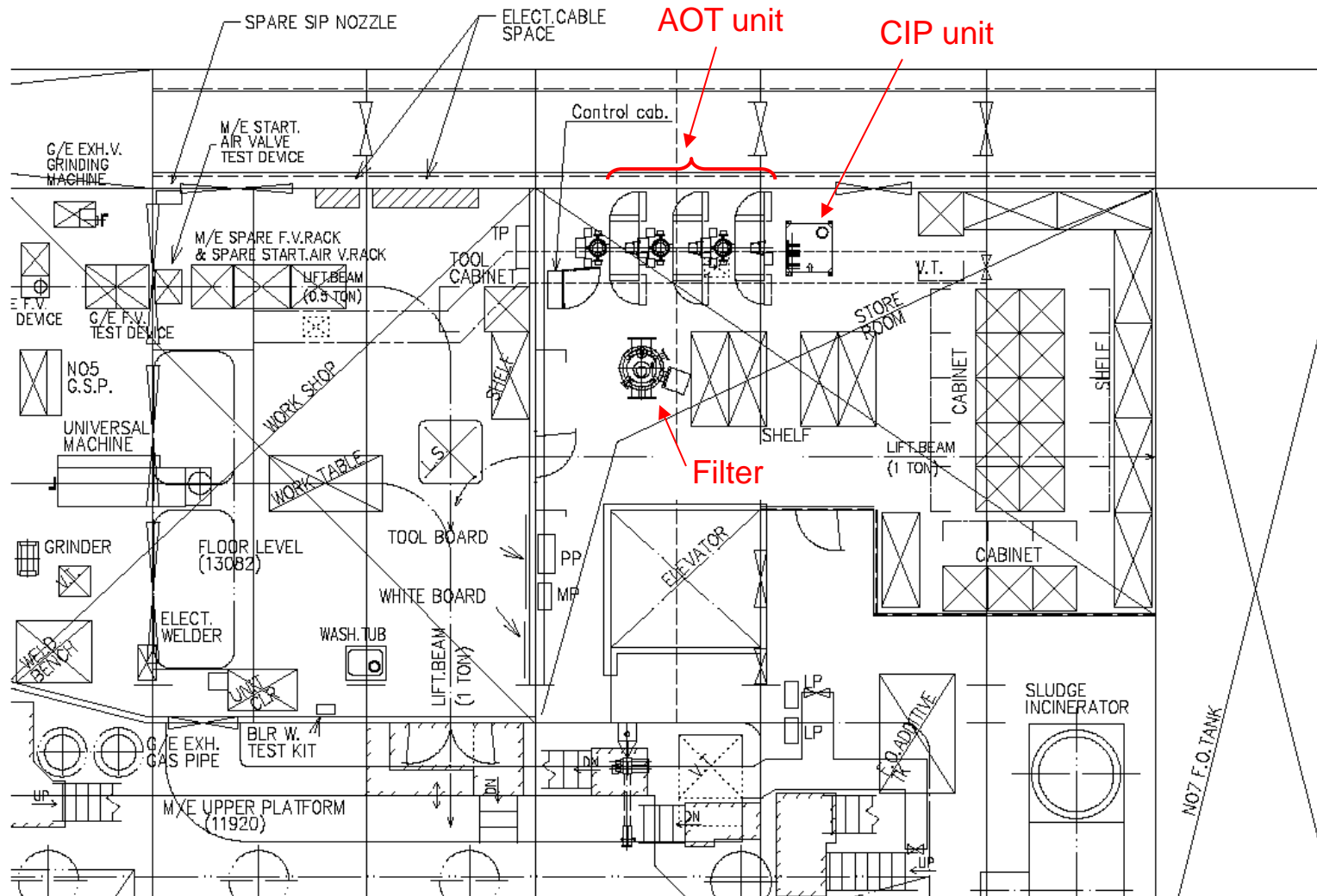


4TH DECK

機関室設置型 (配管系統図)



3RD DECK

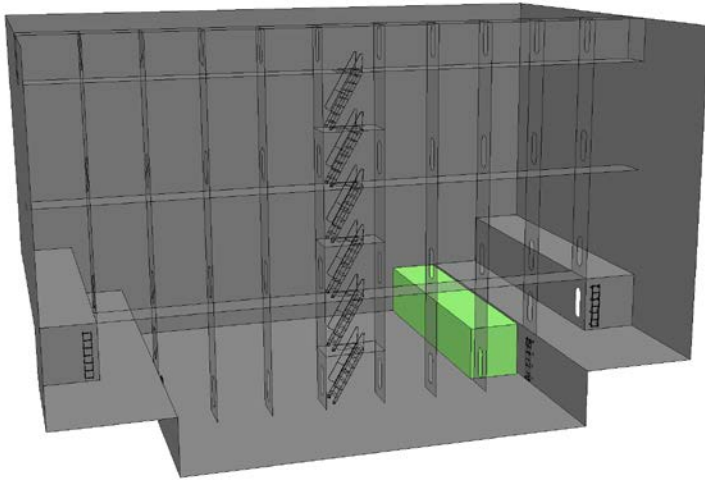


総合配置図および電装関連検討に於ける特徴

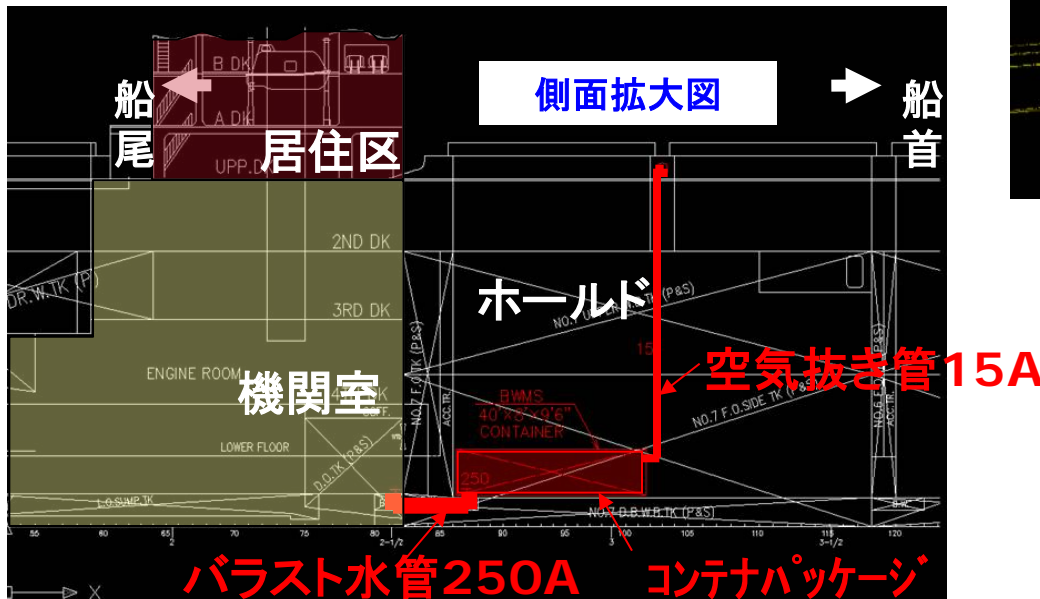
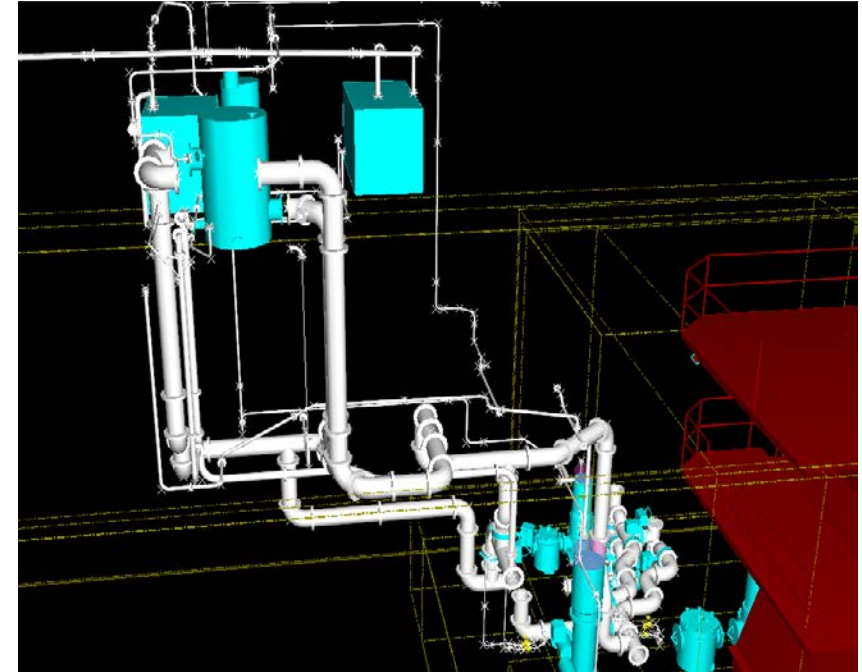
1. 本船 3rd DK にある STORE RM に処理装置を配置した。
アルファ・ラバルは標準システムのままで、コンテナ搭載型のような変更は無し。
2. 機関室設置の場合、防爆仕様とはならないので、電装関連に特記事項は無し。
主電源用に配電盤の改造が必要となる。

4. 評価

コンテナ搭載型



機関室設置型 (イメージ)



機関室設置型は、ポンプとバラスト水処理装置との間の船内工事配管が多い。

機関室設置型	コンテナ搭載型
<ul style="list-style-type: none"> ・コンテナ搭載型に比べ、工期が長い。 ・機関室内の配置変更が必要となる可能性大。 (機器設置スペース+配管取り回しスペース) ・上記により事前調査に時間がかかる。 ・機器の機関室への搬入にも検討が必要。 ・外板切断の場合は、ドック工事となる。 ・コンテナ搭載に制限なし。 ・メンテナンスの為のアクセス性は良い。 ・他船への転用は考え難い。 ・装置は仕組会社所有になる。 	<ul style="list-style-type: none"> ・機関室設置型に比べ、工期は短い。 ・機関室内の配置変更が必要となる可能性小。 (配管改造スペースのみ) ・機関室設置型ほど事前調査に時間は不要。 ・コンテナパッケージについては、機器搬入経路検討不要。 ・メンテナンスの為のアクセス性は、機関室設置型に比べ、不便。 ・40ft が -1 本 ・撤去が容易なので、他船への転用も可。 ・コンテナパッケージはリース組成可能。

見積（材料（機器は含まず）・工事）

機関室設置型を 1 とした場合、コンテナ搭載型は 1.7。

工期

機関室設置型が 21 日に対し、コンテナ搭載型は 14 日。

コンテナ搭載型の見積が高いのは、検討対象船が細身の船型で、機関室～コンテナ間の配管配置が難しいこと及びコンテナホールドが防爆仕様という側面も大きい。

5. まとめ

今回の検討に於いて、予想に反しコンテナ搭載型の方がコスト高という結果になったが、検討対象船の条件が厳しいものであるので、この条件が緩和されるコンテナ船の場合では、この差が小さくなる。

今後、Retro-fit 工事が増えることが予想される中で、機関室の設置スペースが不十分な船や、工期を少しでも短くする必要のある船に対しては、今回の検討結果が参考になるものと思われる。



この星に、たしかな未来を