

「バラスト水処理装置（BWMS）の 就航船適用」

一般財団法人 日本海事協会

川崎汽船株式会社

株式会社 アイ・エイチ・アイ マリンユナイテッド

JFE エンジニアリング 株式会社

株式会社 エス・イー・エー創研

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
- 処理装置(JFE BallastAce)の概要
- 改造エンジニアリング・工事・コミッション
ヨニングの概要
- 生物処理試験(装置機能検証)の概要
- 3次元リバーースエンジニアリングの実用性
検証の概要
- 実運用並びに運用記録の状況
- まとめ

研究概要(目的)

改造工事並びに承認作業を短期間で適切に実施していく為には、予め図面上のエンジニアリング検証に加え、工事における課題や、装置の機能確認などを含めた検証が必須。



本研究ではBWMS工事並びにその承認作業を速やかに遂行するための課題を、実船での検証に基づいて抽出し、対策を考察することによって、今後増大することが予想されるBWMS対応に資することを目的とする。

研究概要(日程)

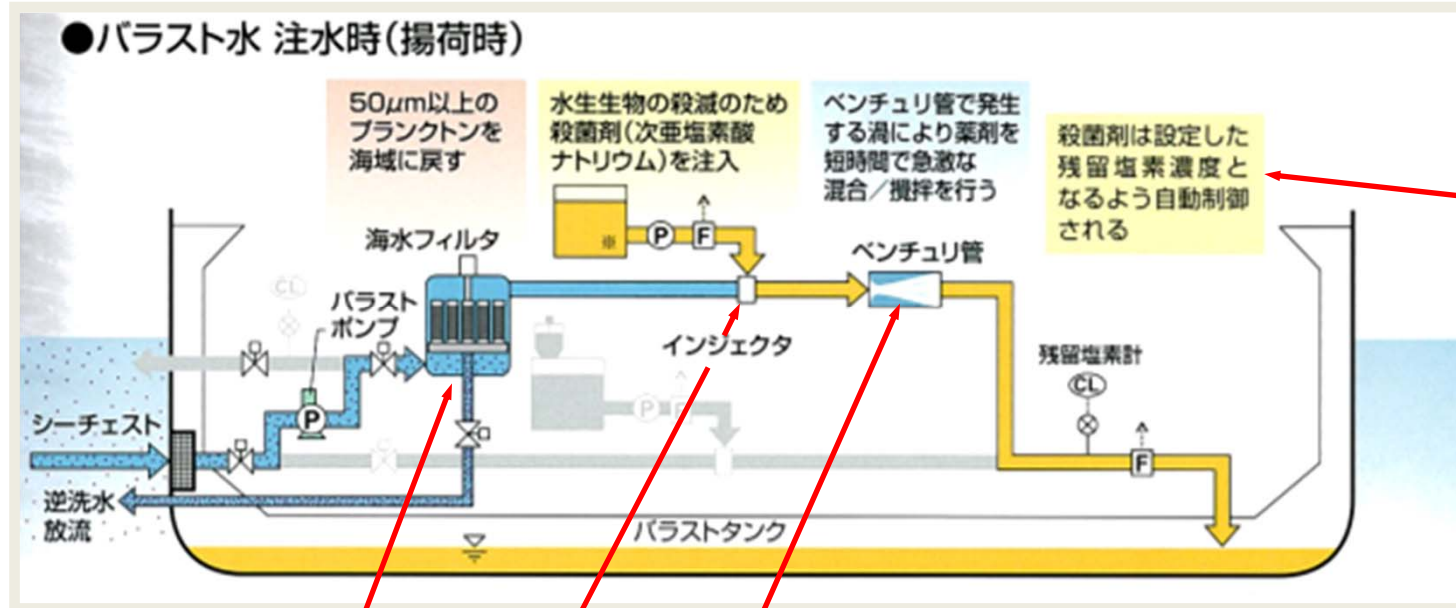
	2010		2011									
	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
○ ○実験機見学 研究開始(8)		○訪船調査		○訪船調査		○訪船調査	○訪船調査			○工事見学会(24)		
就航船適用のためのエンジニアリング (船舶搭載のための設計作業： IHIMU)	← 機器の選定・仕様・配置場所等の検討 →		← 改造工事に関する詳細設計の展開(図面承認を含む) →									
BWMSのエンジニアリング (仕様に基づく装置の設計作業： JFEE)	← バラスト水処理装置の詳細設計 →				← (バラスト水処理装置の製作) →			→ コミッショニング				
就航船における設置場所周囲の 設計情報の3次元電子化と活用 (3次元リバースエンジニアリング の実用性検証：SEA)					○訪船計測	→ データ解析				○訪船計測	→ データ解析	
改造工事全般 (工事実施にあたっての留意点の 抽出を含む：IHIMU)			○	← 購入品手配(バラスト水処理装置モータ・ポンプ・管及び管舩装品など) →				→ 搭載工事(6/13-27)				
BWMSの実運用並びに運用記録 (運用状況の記録，長期運用時の 状況：KL)												
BWMS運用時の継続調査 (継続的な装置性能の確認： JFEE)										○第1回調査		

研究概要(対象船)



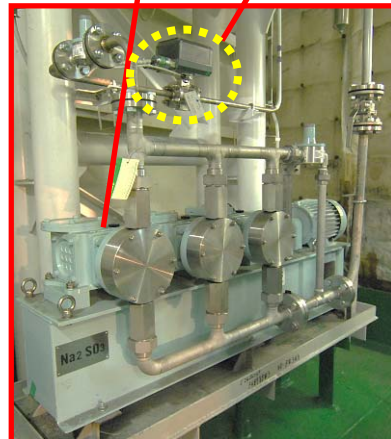
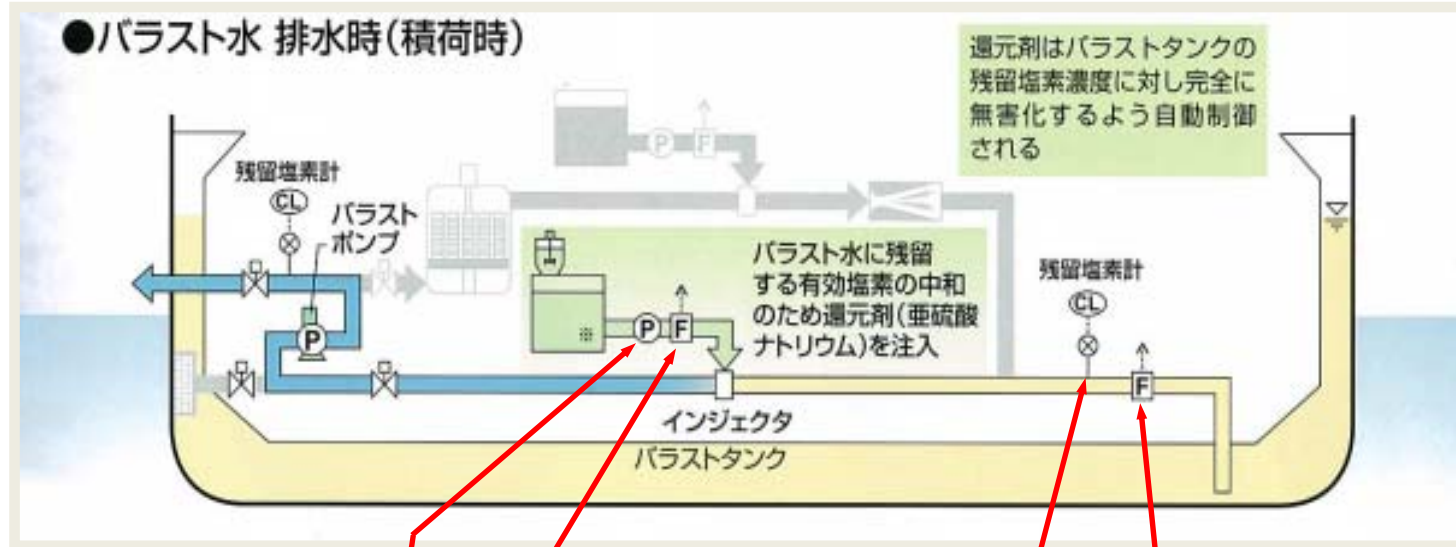
船種：	撒積運搬船
船籍：	パナマ
総トン数：	48,028.00
全長：	229.90 m
幅：	38.00 m
深さ：	19.90 m
船級：	NK
建造造船所：	今治造船丸亀事業本部
竣工年：	2006年

JFE BallastAceの概要



コントロールパネル

JFE BallastAceの概要



薬注ポンプ、薬剤流量計



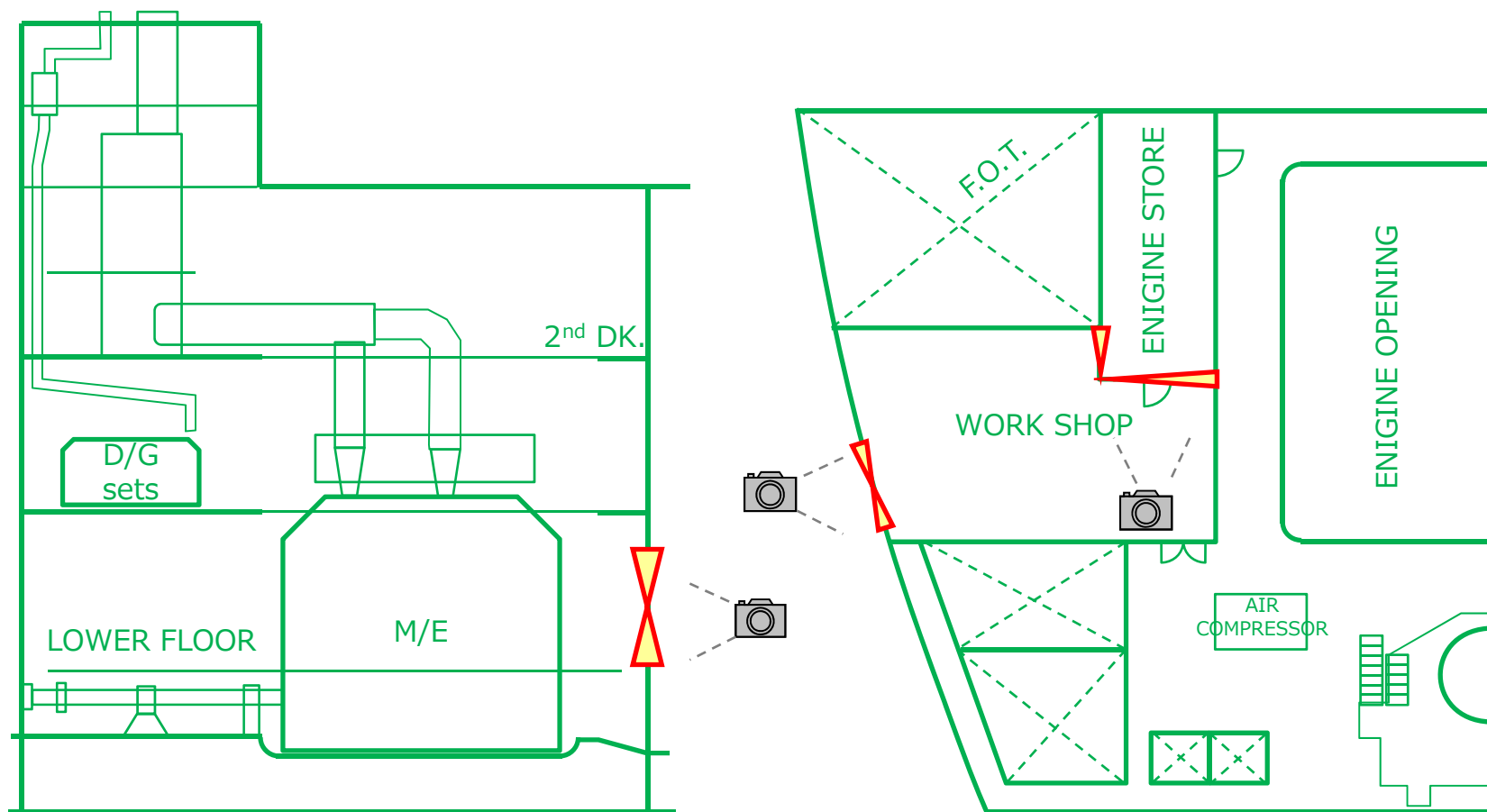
残留塩素計(TRO計)、海水流量計

改造エンジニアリングの概要

エンジニアリングで検証・確認すべき主な項目

- 処理装置の選定・仕様確認
 - Loading Manual, Capacity Tableなど
- 配置場所
 - G/A, M/A, 訪船調査など
- 水頭損失
 - メーカー図, WBP 特性曲線など
- 電力需要と電気系統の健全性
 - メーカー図, 電力調査表, 電気系統図など
- 配管系統
 - 配管系統図, 本船運用の聞き取りなど
- 補強
 - 構造図, 訪船調査など
- 重量重心
 - 改造物量, 復原性計算書など

改造工事の要領(開孔部)

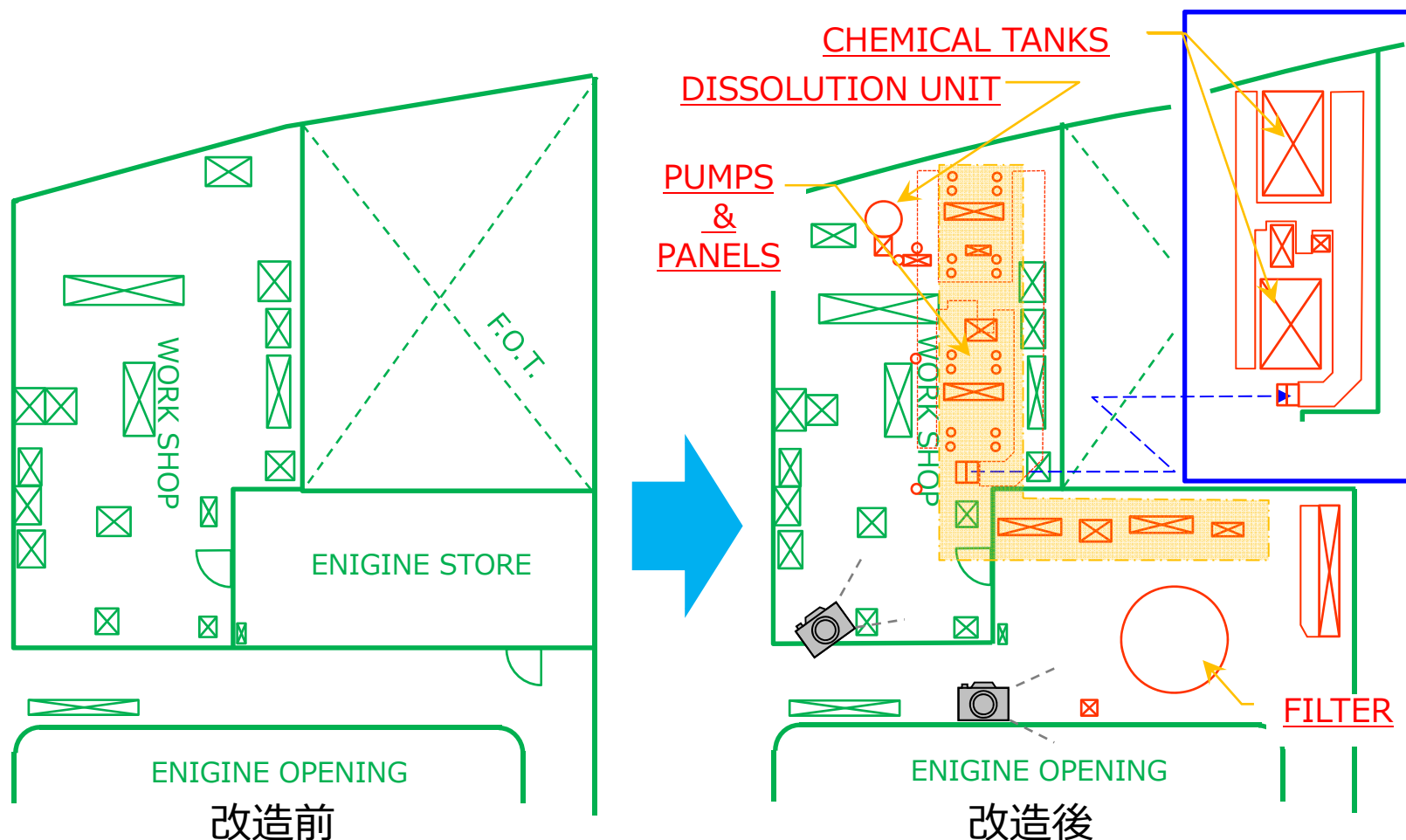


機関室L.FLOOR前壁

2nd DK.左舷 壁

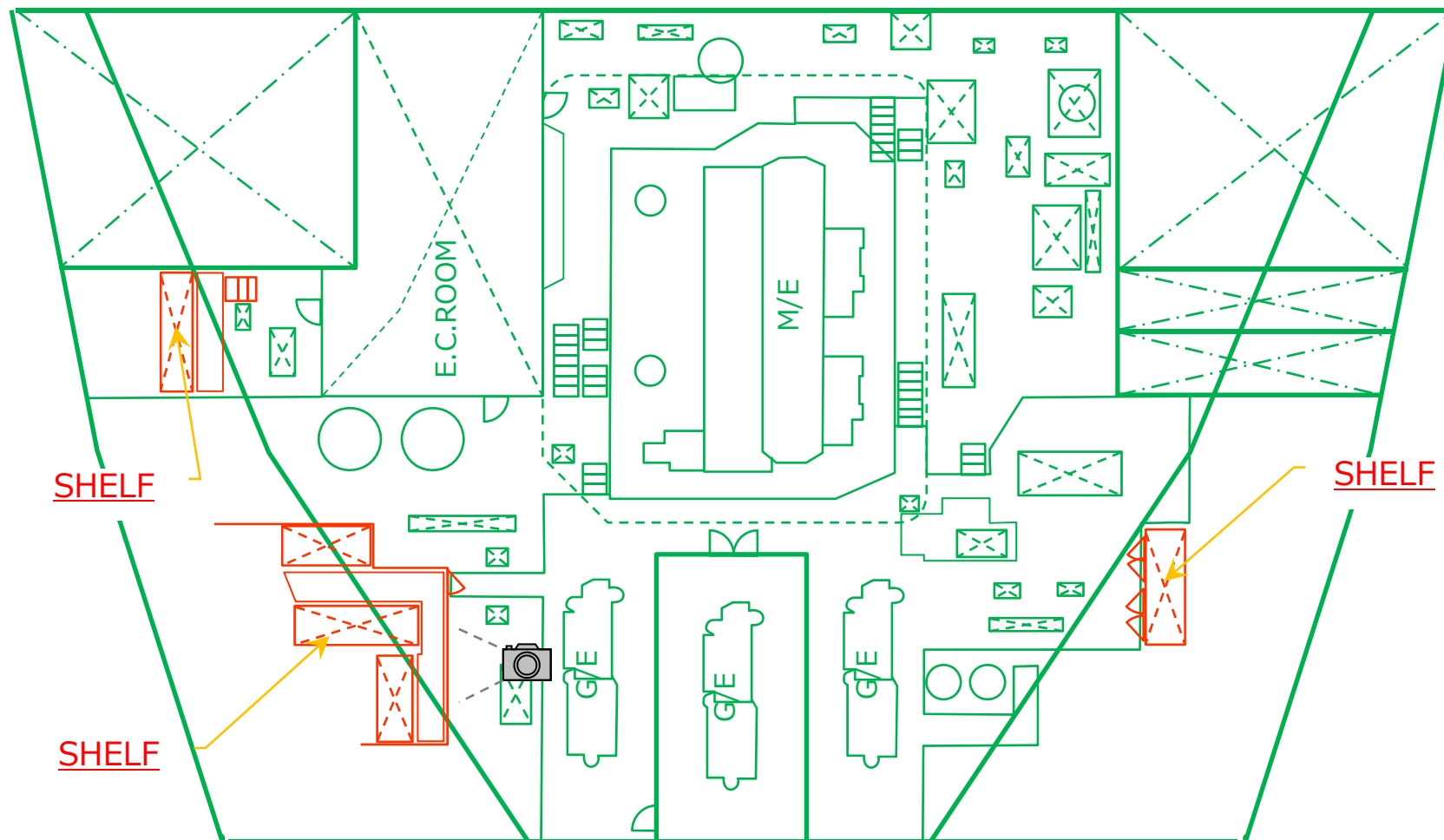
バラスト水処理装置が大型であったことに加え、工事期間短縮のため、外板および壁等に工事孔を設け、機器搬入経路の単純化、作業並びに作業準備エリアを確保。

処理装置の概略配置(2nd DK)



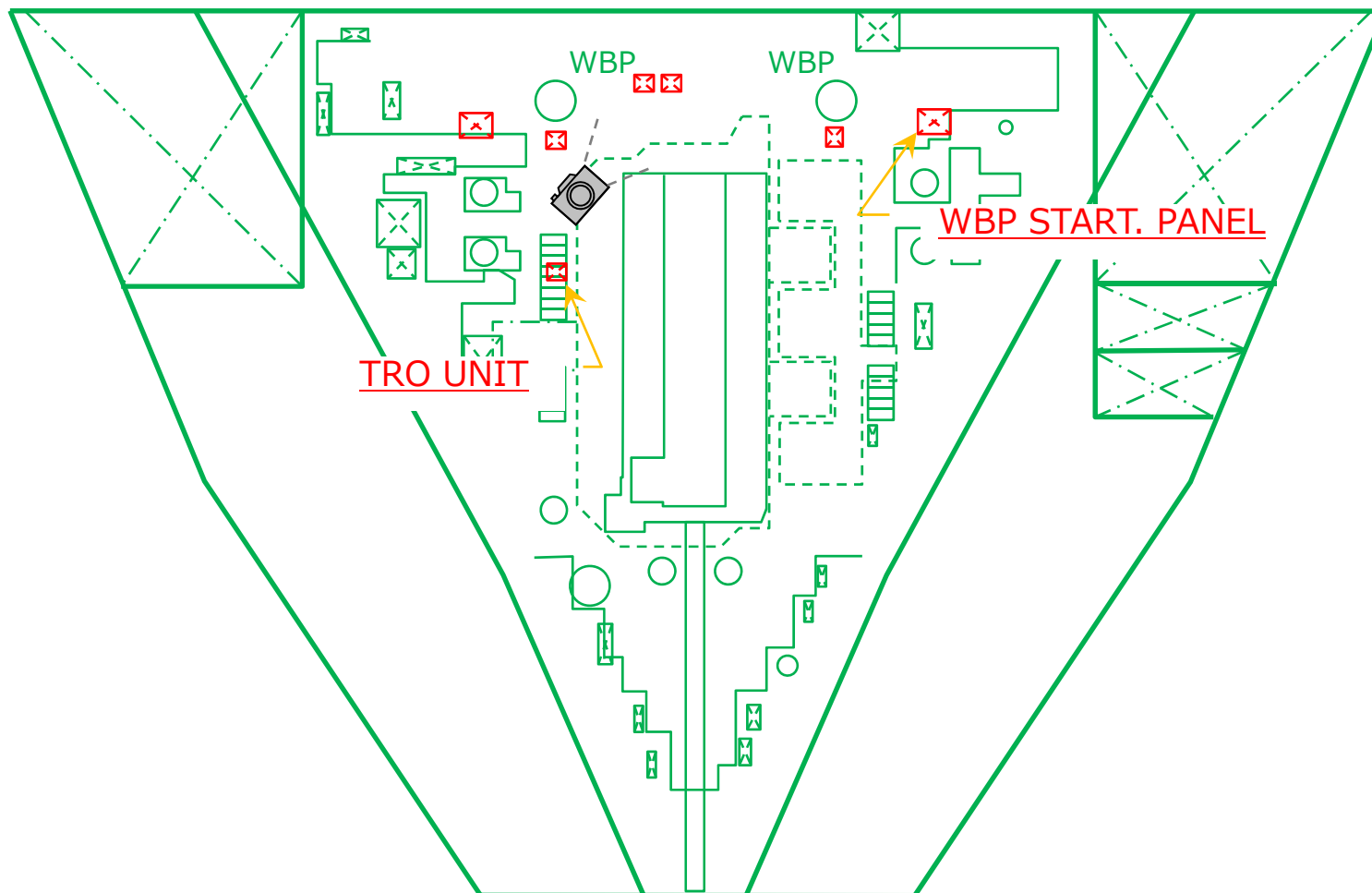
既存WORK SHOPの配置変更を最小限に抑え、処理装置関係機器を配置。
ENGINE STOREは移設し、処理装置の設置スペースを確保した。

改造後の棚配置(3rd DK)



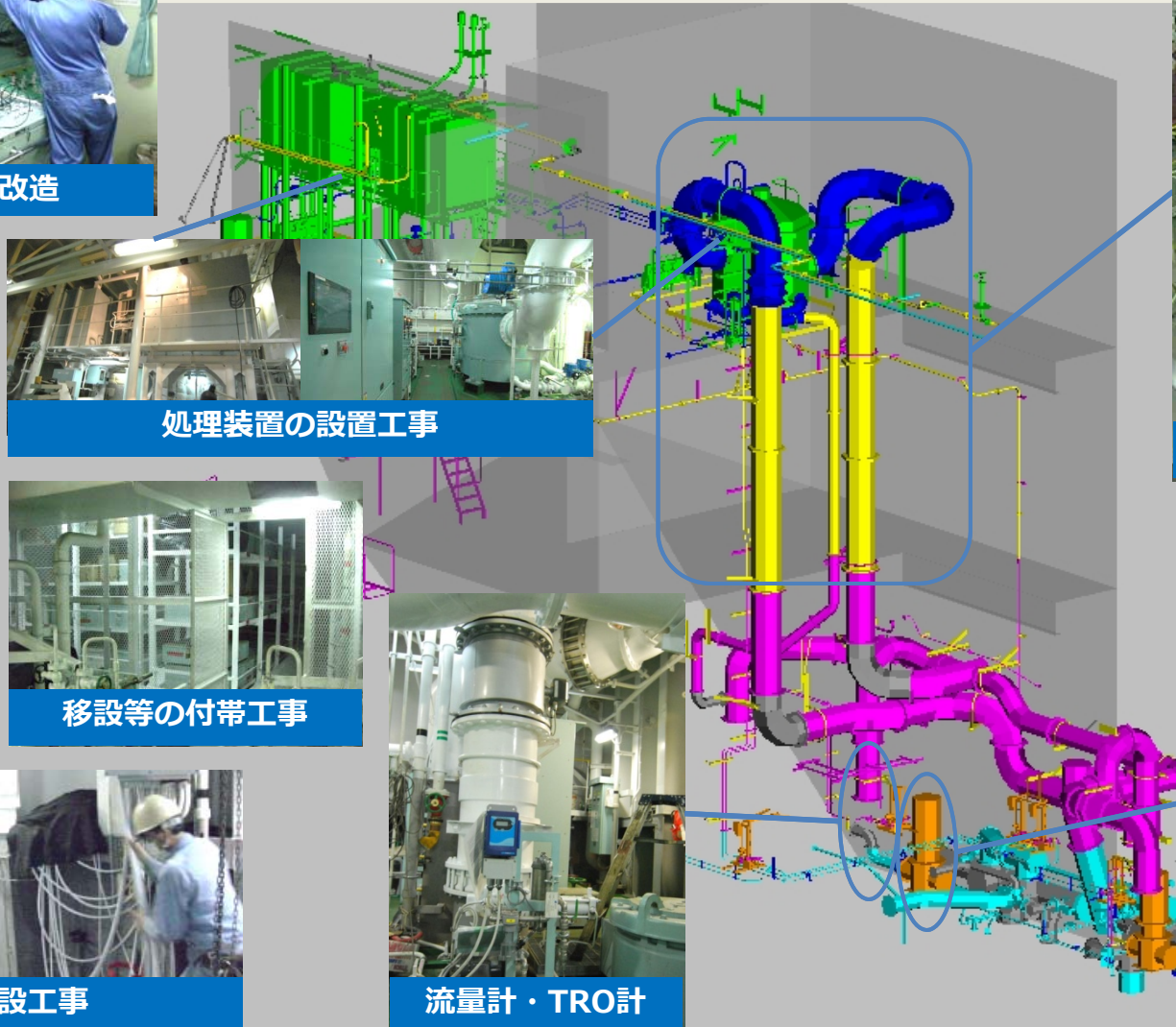
2nd DKのENGINE STOREは、3rd DKの両舷に分散移設した。

改造後の配置 (LOWER FLOOR)



おもに処理装置関係の計測機器を配置。バラストポンプや配管の改造スペースを確保すると同時に、デッキ内での作業や交通性を妨げないように配慮した。

改造工事概要(船側)



コミッショニング要領

コミッショニングで確認すべき主な項目

- JFE BallastAce機器のI/O確認
 - 制御盤と各機器の入出力信号など
- JFE BallastAce機器のマニュアル作動確認
 - フィルタ、ポンプ等の電動機回転方向、電動弁の開閉など
- JFE BallastAce作動試験
 - 以下モードにて制御盤からの制御が適正に行われている事を確認
 - ・バラスト
 - ・デバラスト
 - ・重力排水
 - ・エダクター排水
 - ・緊急時バイパス
 - 各種アラームの抜き打ち確認

生物処理試験の概要

撒積運搬船のバラスト水処理装置を
運転し、1年間で計8回の生物殺滅
試験を行った。

結果はすべてD2基準を満足した。



生物処理性能試験方法



原水採水

約20Lを採水し、船内で濃縮後、船外にて生物検鏡等を行った。



処理水採水

約40Lを採取。船外で2日後に中和処理、濃縮し、L、Sプランクトンと大腸菌の生物検鏡を行った。

試験結果

第1～5回は注入後残留塩素濃度5ppmで、第6～8回は2.5ppm制御で実施した。処理水の各項目ともゼロであり、D-2基準を十二分に満足した。

回数	日時	場所	制御濃度	D2判定
1	'11/6/28	兵庫県相生市	5ppm	合格
2	'11/9/29	北九州市	〃	〃
3	'11/10/20	川崎市	〃	〃
4	'11/12/5	石川県七尾市	〃	〃
5	'12/3/30	徳島県阿南市	〃	〃
6	'12/5/2	長崎県松浦市	2.5ppm	〃
7	'12/5/5	徳島県阿南市	〃	〃
8	'12/6/2	徳島県阿南市	〃	〃

実施経過

- 工事前訪船計測(3月25日)

3次元Laser Scannerによるデータ計測。(9Hr人)

計測データをSEA創研にて処理し、3次元リバーモデルを作成。

(約100Hr人)

さらに3次元配管CADに取り込み、主要機器配置と関連配管モデルを作成。(約100Hr人)

- 工事後訪船再計測(7月26日)

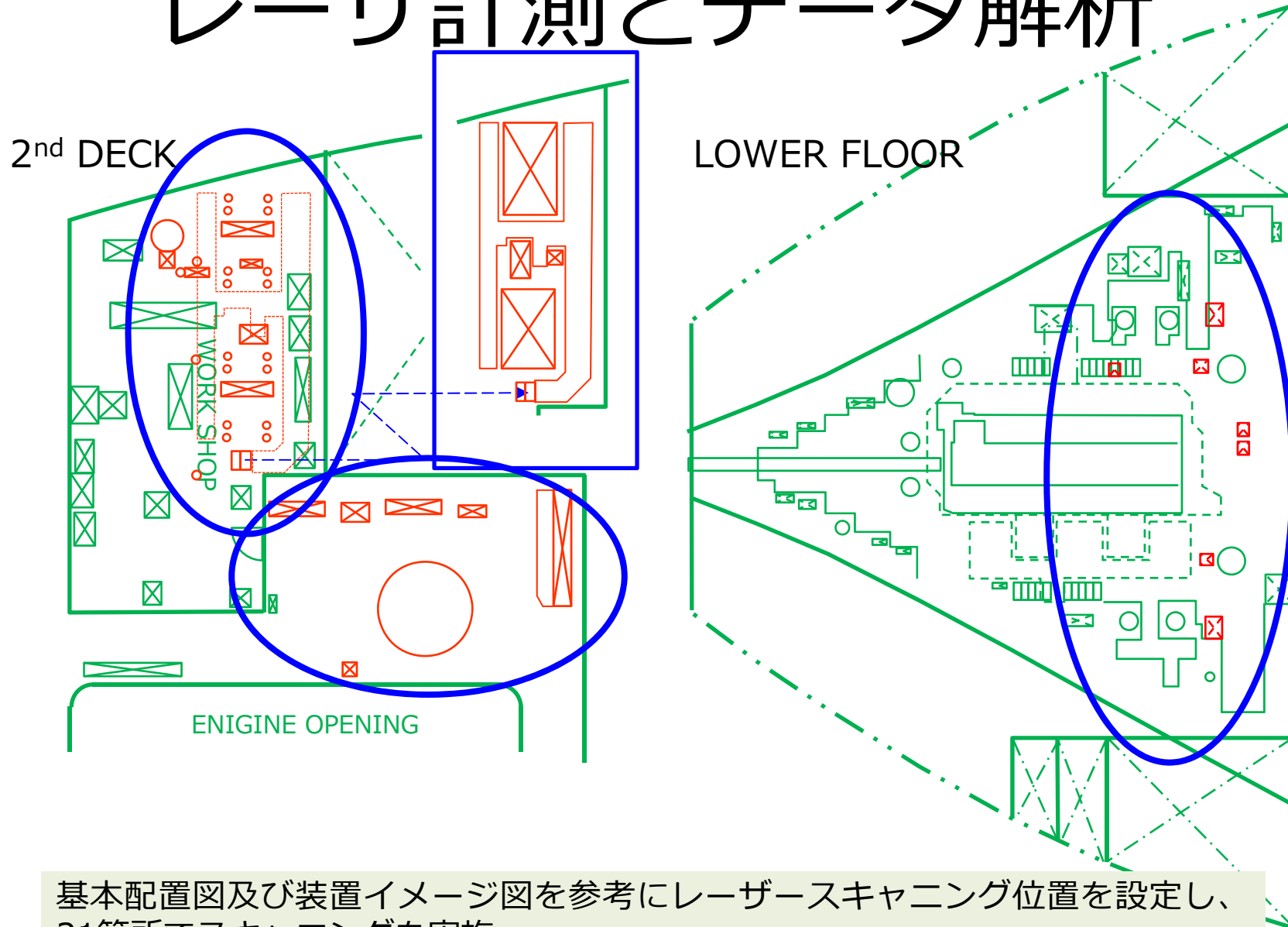
前回計測でデータ精度にばらつき ($\pm 20\text{mm}$ 程度)が見られた9ヶ所で再計測。データを再処理した結果、全ての必要箇所では数値差は $\pm 5\text{mm}$ 以内となった事を確認した。

訪船計測の状況(3/25, 7/26)



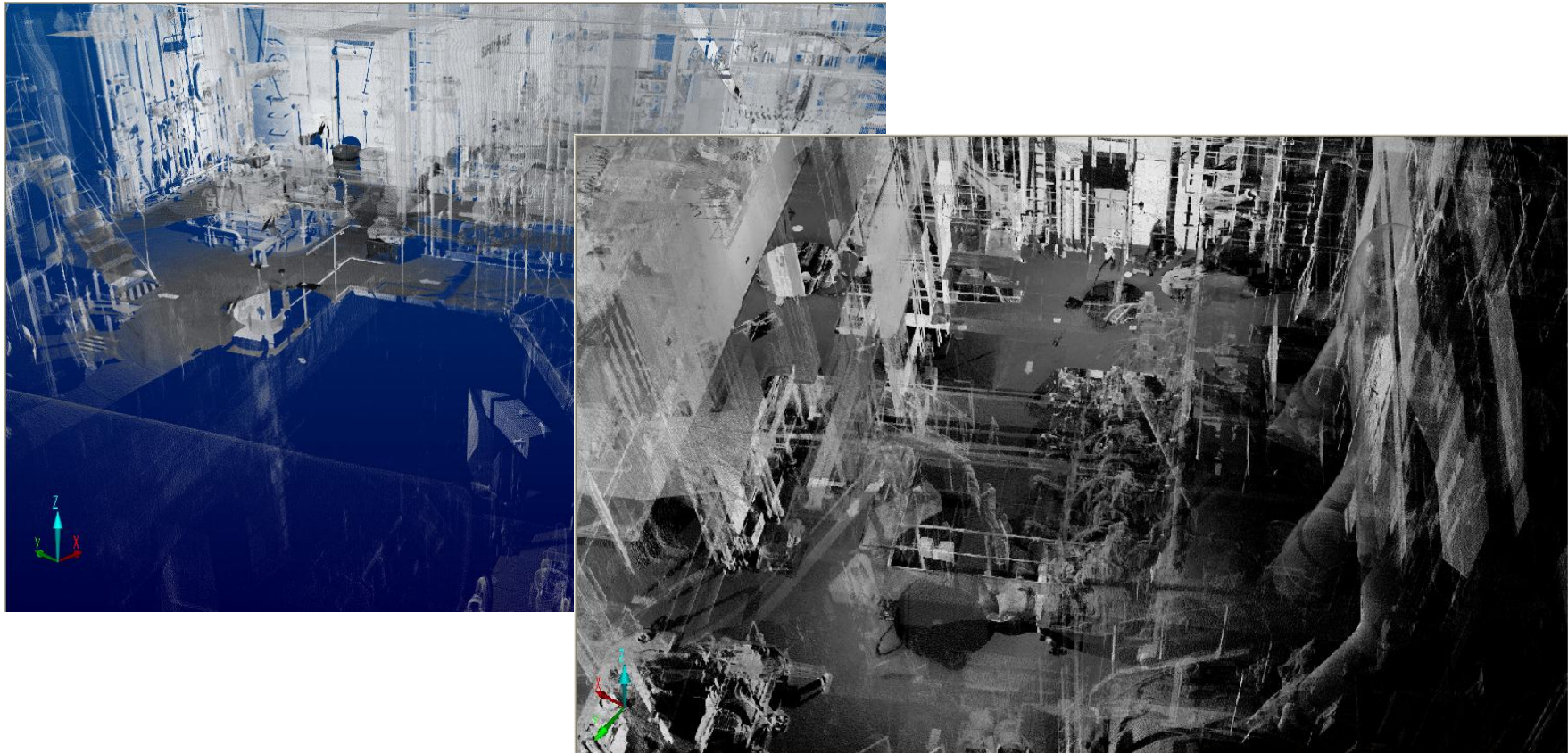
- 計測機器 : FARO 3次元スキャナ
- 訪船者 : 配管技術者(1名)+スキャニング操作者 (2名)
- 計測場所 : Lower Floor, 2nd Floor, 3rd Floor, 合計21地点.
スキャニング, 要所の寸法をメジャー実測

レーザ計測とデータ解析



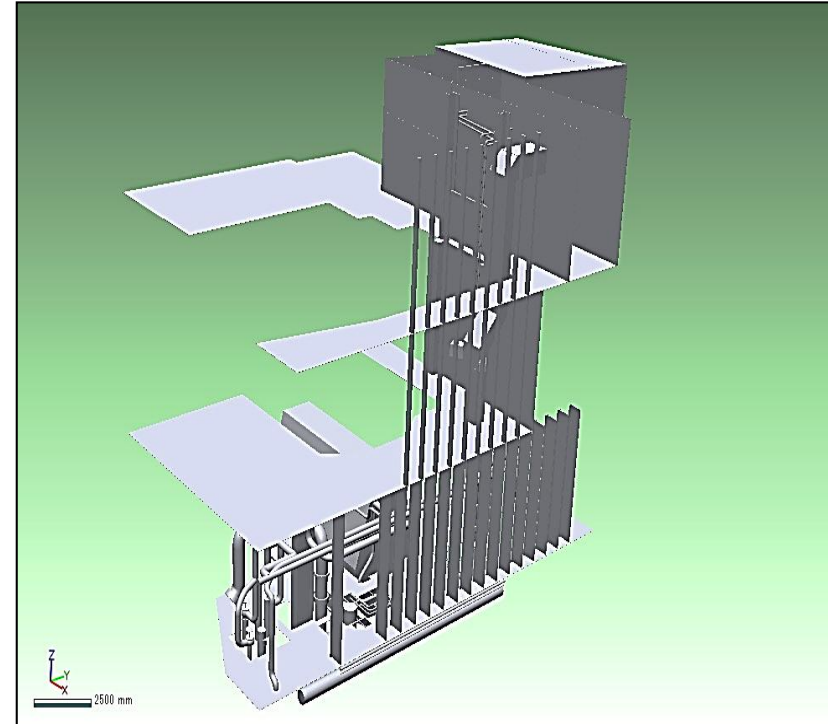
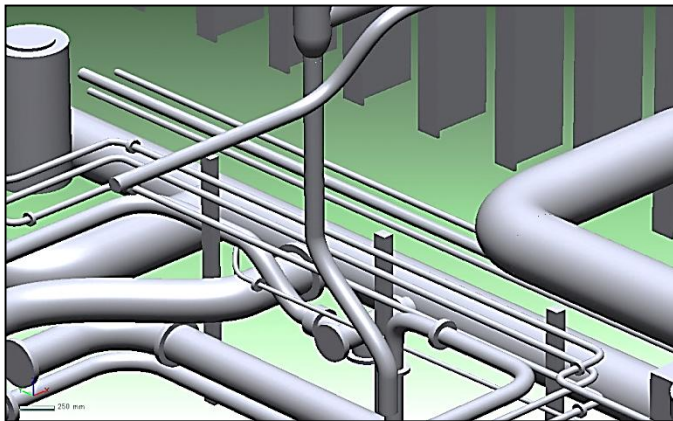
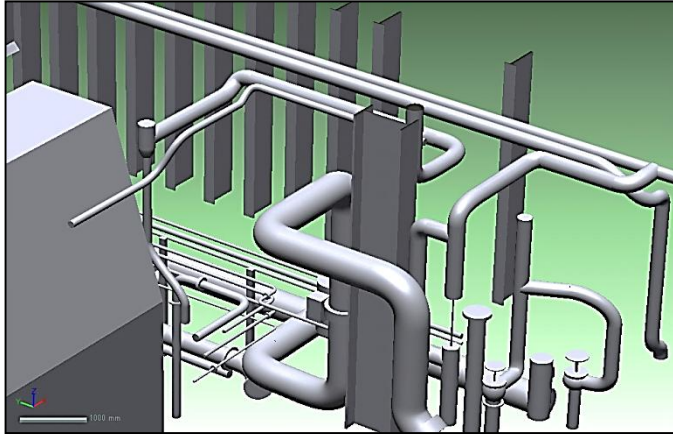
基本配置図及び装置イメージ図を参考にレーザースキャニング位置を設定し、21箇所ですキャニングを実施。

データ解析 (1. 点群解析)



取得スキャニングデータのノイズ除去・位置あわせに約6時間.
(スキャナ付属ソフト FARO Scene使用)

データ解析 (2. 背景リバーースモデリング)

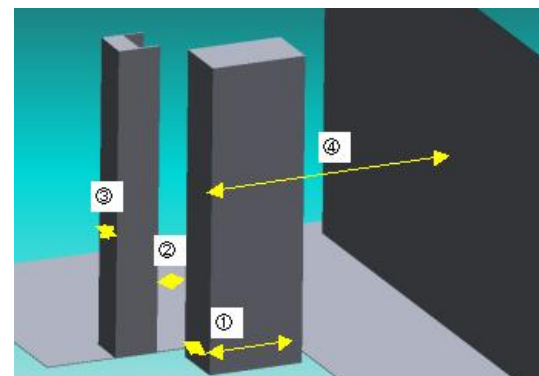
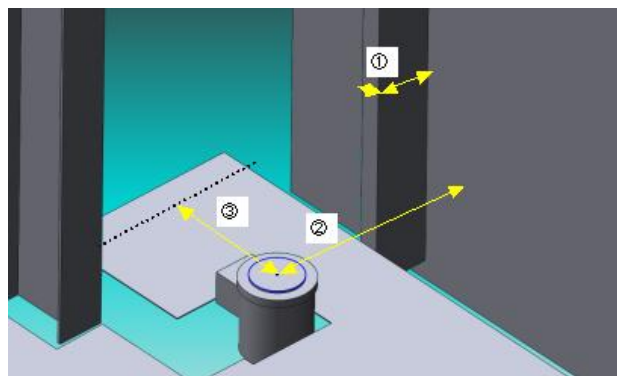


2ndDeck~LowerFloorの必要箇所
を3次元背景モデル化

点群データを基に3次元モデルを作成
(点群処理・モデリングソフト RapidForm XOR3使用)

精度確認まとめ

	前回(2011/03/25)			今回(2011/07/26)		
	実測値	作成モデル	数値差	実測値	作成モデル	数値差
①V.Tダクト Size	1005×610	1000×626	-5×+16	1008×608	1009×612	+1×+4
②V.Tダクト～Pillar	210	212	+2	203	198	-5
③Pillar 幅	450	468	+18	453	448	-5
④V.Tダクト～前壁				2768	2767	-1



	前回(2011/03/25)			今回(2011/07/26)		
	実測値	作成モデル	数値差	実測値	作成モデル	数値差
①Frame Size	200×570	204×586	+4×+16	410×605	413×609	+3×+4
②Ballast Pump～前壁				2050	2046	-4
③Ballast Pump～Pillar	1220	1205	-15	1220(前回値)	1216	-4

3次元モデル上の各寸法と、実測寸法との比較を実施。±5mm以内にあることを確認した。

オーストラリア(AQIS/DAFF)の場合

Ship Agents and Operators are requested to notify AQIS of any arriving vessels fitted with a BWMS with intended use to satisfy the Australian BWM Requirements. The following should be provided to AQIS:

- Vessel details (name, IMO, call sign, vessel type)
- Details of the BWMS (name, make, approving Administration)
- Planned arrival (port, date and time)
- Discharge intentions (full ballast capacity and forecast discharge volume)
- Copy of Type Approval Certificate and Ballast Water Certificate
- Ballast pump capacity (rated, if available)
- Further voyage intentions (i.e. Victorian arrival, departing Australia etc)

This information should be provided as soon as possible but at least 96 to 12 hours prior to arrival to allow AQIS to prepare to assess the status of the BWMS. Co-operation will be sought from vessels in the form of providing access for AQIS and DAFF officers to assist in the verification.

The vessel will be provided with an approval to use the system on future visits to Australia should it meet AQIS's verification requirements. Vessels will continue to be inspected on arrival and ballast water management verified as a part of the pratique inspection.

オーストラリアの現行法ではD1規制に順ずる対応となるが、現状では処理装置搭載後の法的規制は無いため、入港時検疫検査の一環として毎回検査を受ける状況。

実運用における薬剤使用量

航路: 日本⇔オーストラリアorインドネシア (17航海) 2011.7~2012.6		
	合計薬剤使用量 *1) (m3)	就航後薬剤供給 (回数)
次亜塩素酸ナトリウム NaClO *2)	10.3	6
亜硫酸ナトリウム Na2SO3 *3)	19.7	5

*1)薬剤は全ての航海で使用したものではない

*2)NaClOはケミカルドラム缶(200L)で供給

*3)Na2SO3は粉体(セメント袋)で供給後、溶解装置で液化

まとめ

設計エンジニアリング・改造工事全般について

- 大型のバラスト水処理装置のレトロフィット工事を2週間で実施することができた。
- 工期短縮が求められる就航船への適用の場合、事前のエンジニアリングは機器調達や準備工事の期間を考慮し、本船のバラスト運用状況、改造の時期や施工場所、改造範囲等の具体的な設計検討に可能な限り早期に着手することが、工期短縮に最も効果的と考えられる。

まとめ

処理装置のエンジニアリング・性能の継続調査について

- 搭載した処理装置は、所定の機能を十分に発揮していることを確認した。
- 大型船への初の処理装置搭載により、各機器を分散させて配置できるフレキシビリティを確認した。今後はさらなる小型化を進めることが重要。
- 装置のコミッショニングは、システム全体として正常に作動することを確認した。今後はさらに短時間で確認を行なうことが重要。

まとめ

3次元リバースエンジニアリングについて

- 3次元レーザースキャナー(Faro製)計測データを使うリバースエンジニアリングは、スキャニングの作業性・精度($\pm 5\text{mm}$ 以内)・データ処理の作業性等の面で十分な実効性を持っている。
- データを精度良く取るため、事前に配置検討図をベースにスキャニングポイントを十分検討し、必要に応じてレーザー距離計などを使い距離の実測を計画しておく事が重要。
- スキャニングポイントは工事に関わる箇所全てを対象とし、データ計測と同時に、ビデオやデジタルカメラによる撮影が効果的。
- 現状のデータ処理ソフトでは3次元モデル化までに1週間以上が必要。さらに迅速・簡易化する為のソフト改良が求められる。

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、川崎汽船株式会社殿、JFE エンジニアリング 株式会社殿、株式会社 エス・イー・エー創研殿からの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。
- また、工事実施に際しては、太洋日本汽船株式会社殿、株式会社IHI アムテック殿のご尽力を賜りました。ここに御礼申し上げます。