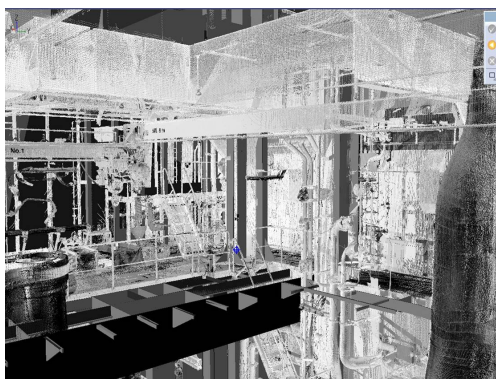


3次元レーザ計測導入による 環境規制対応船舶の改修迅速化

Increasing Speed of Ship Repair through Three-Dimensional Laser Measurement
in Compliance with Environmental Regulations



渡辺 祐輔*1
Yusuke Watanabe

山鹿 伸幸*2
Nobuyuki Yamaga

近年、大気海洋汚染を防止・軽減するために船舶に対しての規制が適用・強化されつつある。また私たちの美しい海と空を守るための技術革新が進み、様々な船用環境機器の開発が進められており、就航船の改修エンジニアリングのニーズもこれらの潮流に乗って変化してきている。当社では原子力部門で実用化しているプラントの3次元計測技術と、3次元CADによる船舶設計技術を融合させ、就航船の改修エンジニアリングを積極的に推進してきた。これは3次元レーザスキャナを利用して既設配管プラントをそのままCAD上に再現したアズビルト3次元CADモデルをベースにしたエンジニアリング手法であり、本報ではその取組みについて解説する。

1. はじめに

バラスト水(船体姿勢制御のために使用する海水)排出規制やSO_x等大気汚染物質の排出規制が今後数年以内に発効又は段階的に強化される見込みであり、これらの環境規制に対応すべく就航船の改修エンジニアリングのニーズが増加している。バラスト水排出規制を例にとれば、数万隻の就航船にバラスト水処理装置の追設が必要になるといわれている。これらの改修工事は一般的に物量が多く、配管や電装工事も複雑になることが多い。

一方、船舶改修工事の現場では、旧来スケッチ程度の改造図面による施工か、図面を参照しない作業員裁量の適宜施工が行われてきた。これは詳細配管図面の入手困難性や船内実プラントと建造時設計図面との不一致に遠因がある。

しかし、このような作業実態のまま大がかりな改修工事を実施すると、品質低下や完成状態がみえないためお客様のニーズを反映しにくい等の問題が発生し、お客様の信頼を損なうばかりか、工程の遅延という事態を招くことになる。

従ってお客様が求める“価値”を創造し、お客様と“価値”に関してコミュニケーションを行い、お客様にその“価値”を届けるという改修エンジニアリングの一連のプロセスを確実に実行することが、改修工事を迅速に進めるにあたり不可欠になってきている。その具体的手段として当社では3次元レーザスキャナによる船内プラントのアズビルト3次元モデリングという手法を実践している。

本報では、3次元レーザスキャナによって計測したデータをもとに作成したアズビルト3次元CADモデルを、汎用CAD上だけでなく、当社独自開発の設計生技一貫システムMATES(Mitsubishi Advanced Total Engineering system of Ships)上にも取り込み、改修図面の作成が可能になったので、これら一連の取組みを実例を交えて紹介する。

*1 船舶・海洋事業本部 船舶技術総括部

*2 船舶・海洋事業本部 潜水艦部

2. 改修エンジニアリングの流れ

改修エンジニアリングの流れは概略以下ようになる。

- (1) 基本計画・調査
- (2) 本船調査・3次元レーザ計測
- (3) 計測データ処理・アズビルト3次元CADモデル作成
- (4) 配管変更図・詳細製作図作成

2.1 基本計画・調査

まず、お客様のニーズをヒアリングして当社アイデアとうまく融合させながら、これを具現化するための配管系統・配置・配管図等の概念設計を実施する。また並行して本船調査における3次元レーザ計測の範囲を決定する。

2.2 本船調査・3次元レーザ計測

改修工事の対象となる本船に3次元レーザスキャナ等の機材を持ち込み計測を実施する。

3次元レーザスキャナは、スキャナを中心とする半径数十メートルの半球内にレーザーパルスを連続的に照射し、半球内に存在する船殻・配管・補機器等測定対象物に反射して帰ってきた反射波と照射波の位相差を比較することで対象物からの距離を算出する。またレーザを発射した方向から角度を割り出し反射点の位置を特定する。1回の計測で数千万点の点群情報を取得することになる。

計測が終われば3次元レーザスキャナの場所を移動し、同様の計測を再度実施する。こうして得られた複数個所での膨大な点群情報を連結させる事により、測定対象物を立体として視覚するための位置情報を補完的に合成することができる。

当社ではこれまで自動車運搬船、コンテナ船、大型タンカー、バルクキャリアー等の機関室3次元レーザ計測を実施し、計測が難しいとされる機関室狭隘部の点群情報の取得方法に関しても様々な知見とノウハウを蓄積してきた。通常は計測ポイントにして20か所、2.5時間程度の計測で100㎡程度のアズビルト3次元CADモデル作成に必要な点群情報を取得することができる。

2.3 計測データ処理・アズビルト3次元CADモデル作成

3次元レーザスキャナを利用して複数個所で計測した点群情報の処理は、以下の手順で行う。

- ① 点群情報の連結
- ② ノイズのフィルタリング
- ③ 点群を参照した測定対象物のモデリング

これら作業の精度が改修用変更図面の質を左右し、ひいては本船改修工事工程へ重大な影響を及ぼすことになる。従って一連のエンジニアリングプロセスの中で最も重要な過程である。

当社では3次元レーザ計測を活用した原子力発電プラントでの改造工事を5年程前から実践している。これに携わる専門的な技能を持った人材を活用し、その手法やノウハウを船用にカスタマイズすることで高精度なアズビルト3次元CADモデル作成が可能となった。

またデータ処理からアズビルトモデリングまで15日程度で実施できることも改修工事計画を迅速に進めるために重要なポイントである。

2.4 配管変更図・詳細製作図作成

作成したアズビルトモデルは汎用3次元フォーマットとして汎用3次元CADもしくはMATESに取り込み、追設する管・機器等をこの空間内に配置する。

特に当社で改修工事を実施する場合には、MATESで各管・機器類に生産技術情報も付随させ、生産工程への情報の受け渡しもスムーズできるため、エンジニアリングと改修工事を切れ目なく効率的に実施することができる。

3. 改修エンジニアリング例

3.1 自動車運搬船へのバラスト水処理装置搭載検討事例

機関室にバラスト水処理装置の追設を検討した例を図1に示す。当初のアイデアでは船底のバラストポンプ近傍に船殻構造の中間デッキを追設し、そこへ処理装置を搭載すべく検討していたが、舷側の奥まった空間に搭載可能であることがアズビルト3次元CADモデルによる検証で確認できたため、図1のような配置を提案した。これにより既存配管の大幅な変更や大がかりな船殻工事を実施することなくバラスト水処理装置の追設が可能となった。

このようにバラスト水処理装置の追設に関しては機器選定もさることながら配置スペースの制約が改修工事のコストや工期に大きな影響を及ぼすことになる。従って本船の空間情報を早くしかも正確に把握し、お客様とアズビルト3次元CADモデルをベースにコミュニケーションをとりながら最適なシステムを構築していくことが改修工事の迅速化には極めて有効である。

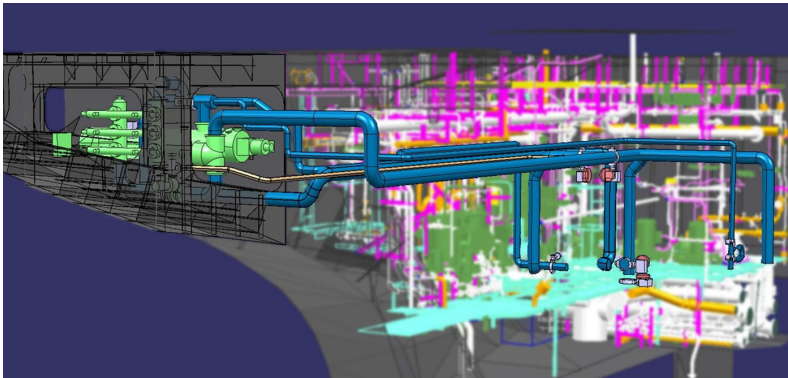


図1 バラスト処理装置追設エンジニアリング事例

3.2 大型タンカーへの MGO チラーシステム搭載事例

MGO (Marine Gas Oil) は含有硫黄分が少ないため、これを機関燃料として使用することで排出された燃焼排ガスの SO_x 濃度を低減できる。そのため MGO の利用は段階的に強化される SO_x 排出規制をクリアする1つの解決策である。

しかしながら MGO は在来燃料である C 重油に比べ粘度が低いため、機関や補機故障の原因になる可能性がある。MGO チラーシステムは MGO を冷却して粘度を高め故障リスクを低減させるためのもので、多くの船舶で搭載が検討されている。

機関室に MGO チラーシステムの追設を検討すべく3次元レーザ計測を実施したときの点群情報を図2に示す。

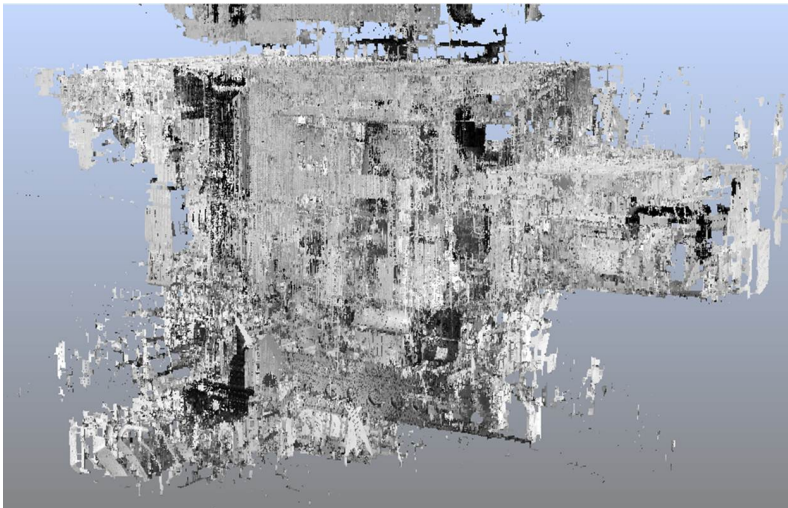


図2 3Dレーザスキャナで計測した点群データ

またこの点群情報をもとに作成したアズビルト3次元CADモデルをベースに改修部分を追記したイメージを図3に示す。

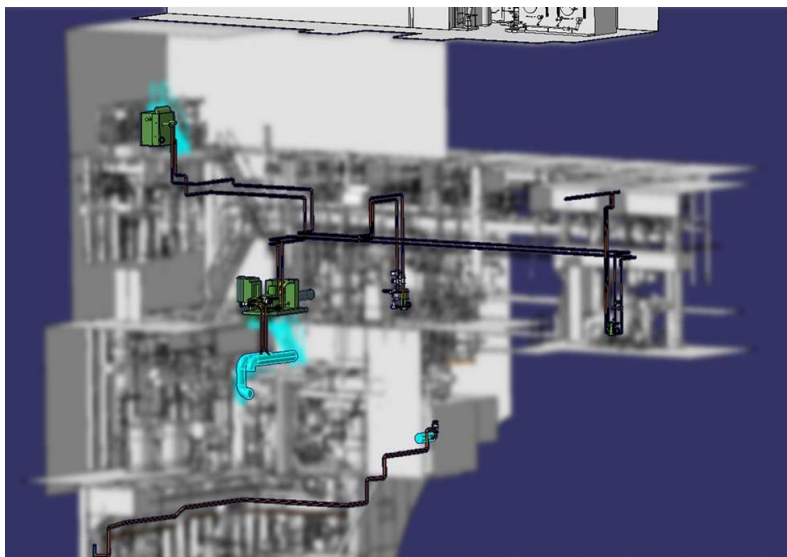


図3 改修部分を追記したアズビルト3次元CADモデル(VLCC右舷側)

本船の場合、当該配管システムが4層にわたり、広範な3次元レーザ計測が必要になったため、3次元レーザスキャナを2台準備し、2チームで手分けしてそれぞれ事前に計画された範囲を計測した。上下デッキ間や清浄機室内外の配管貫通部も多数あるが、計測した点群情報を連結し1つのアズビルト3次元CADモデルに組み上げた。

計測した区画は広範ではあるが、艙装密度が比較的低いうえ、追設する配管も小径で配管の干渉リスクが低かったため、アズビルト3次元CADモデルを通常に比べ粗く作成した。追設するシステムの特徴、配置場所等によってはアズビルト3次元CADモデルの“粒度”ともいべきモデルを作りこむ度合いを柔軟に調節することで、品質を維持しながらエンジニアリング期間を短縮することができる。

このように本船のスケジュール上改修工事を早急に実施したいというお客様のニーズに対してもエンジニアリング期間の短縮というかたちで価値を提供することができた。

4. まとめ

当社では3次元レーザスキャナで自動車運搬船、コンテナ船、大型タンカー、バルクキャリアー等の機関室を計測し、アズビルト3次元CADモデルを作成する手法を確立した。

このアズビルト3次元CADモデル空間内に管・補機器等を配置・配管して改修工事用変更図面を作成し、詳細設計レベルでこの3次元情報が活用できることを確認した。

環境規制に対応する大がかりな船舶改修工事の迅速化のためには、上記のような手法の革新もさることながら、アズビルト3次元CADモデルをベースにお客様とコミュニケーションをとりながらそのニーズを正確にくみ取り、最適なシステムを提案していくことが重要である。

当社はこのお客様価値創造のプロセスを今後も改修エンジニアリングを通して実践していく。