



一般社団法人
内航三ライ研究会

ガット船へのマテリアルハンドラー導入について
—内航船の船内作業の電化・自動化に関する研究—

2024/3

1. 調査の目的

世界的な脱炭素化が進む中、国内も2050年のカーボンニュートラル実現に向け官民をあげた取組みが進められている。外航海運については、既に国際海事機関で検討されているが、国内物流を支える内航海運については、検討がはじまったばかりであり、国土交通省の検討会・日本財団のZERO EMISSION 2050を受け、内航カーボンニュートラル実現の環境整備が今後進められる予定である。

環境整備の一つである安全基準は、外航大型船の条約基準をベースに内航船基準（小型船）の整備を進めているが、大型船前提の基準適用が困難なことを踏まえリスク評価、シミュレーション等により同等安全証明（安全評価）した場合は代替設計が可能となっている。しかしながら、カーボンニュートラル実現に向けた技術の導入実績が少ない中、内航船建造の小型造船所が安全評価を行うのは困難な状況にあり、499GT級等の内航太宗船の代替燃料化のための新コンセプト船に必要な代替設計承認のための安全評価の実施はさらに困難な状況にある。

このため、内航船のGHG排出量の2～3割を占める荷役などの航海以外の作業の電化・自動化に関する技術資料の作成を行うことで、これらに関する技術の安全評価手法を構築し、もって内航カーボンニュートラルの実現に向けた環境整備の一助とすることを目的とする。

2. 調査の流れ

(1) ガット船へのマテリアルハンドラー導入に関する技術資料の作成

既存ガット船船主、乗組員との勉強会による実情調査ならびにニーズ抽出
電化・自動化に向けた機種選定
導入における課題、解決策について
ガット船への実搭載に向けた概念設計
遠隔操縦装置の概念設計

(2) 補足資料

ケミカルタンカー等の船内作業の電化・自動化に関する技術資料の作成
ケミカルタンカー等の船内作業の作業分解
船内作業の合理化に関する資料の作成

3. (1) ガット船へのマテリアルハンドラー導入について

内航貨物船（液体、粉体貨物除く）として荷役設備が設置されている船舶（ガット船）は、搭載されている荷役装置には、ガットクレーンを採用しているのがほとんどである。ただし、このガットクレーンは、岸壁での荷役において多様な品物（石などから砂利まで幅広いバラ荷物）を扱えることから、荷主のニーズを満たすものである一方、船舶内でのガットクレーンの操作者（ガット士）は熟練の技が必要となることから、人員の不足が顕著となっており、その人員の育成や代替手段の選定などの課題解決が求められている。



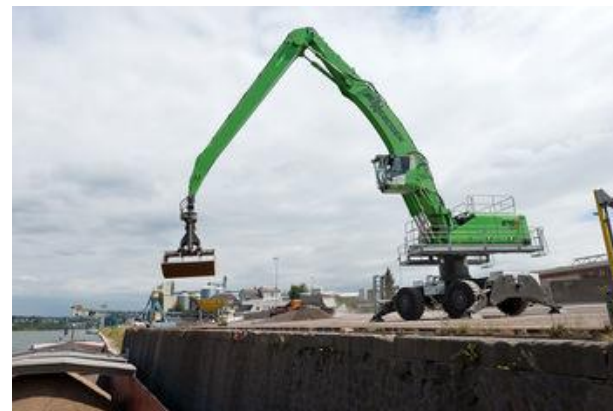
実際の荷役の様子（勉強会メンバーのガット船荷役状況）
<https://www.youtube.com/watch?v=kHtZJq4yHrQ>

4. 電化・自動化に向けた機種選定

「操作が簡単」「可能なら遠隔など外部からの操作も検討したい」
これらのニーズと併せ、GHG削減に向けた取り組みとして、**電化・自動化が可能となる設備**を新たに選定し、荷主が現状と同等もしくはそれ以上に満足する、船側の設備及び操作者の満足度にも貢献する荷役設備



バックホウ



マテリアルハンドリングマシン

- 内航ガット船の平均的な1500トン～2400トン（499G/T～749G/T型）の荷役および荷役時間が現状よりも大幅に変わらないこと、
- 操作が簡単（慣れに頼ることなく一定の研修で操作が可能）
- 電化・自動化の拡張性が期待されること。

選定したマテリアルハンドリングマシンの実船への搭載模様

<https://youtu.be/MSjsaNhGVBE?si=4tQmQOj8MIUGIsN6>

5. 導入における課題・解決策について

選定したマテリアルハンドルマシンの見学時における所感

機種耐久性/メンテナンス性

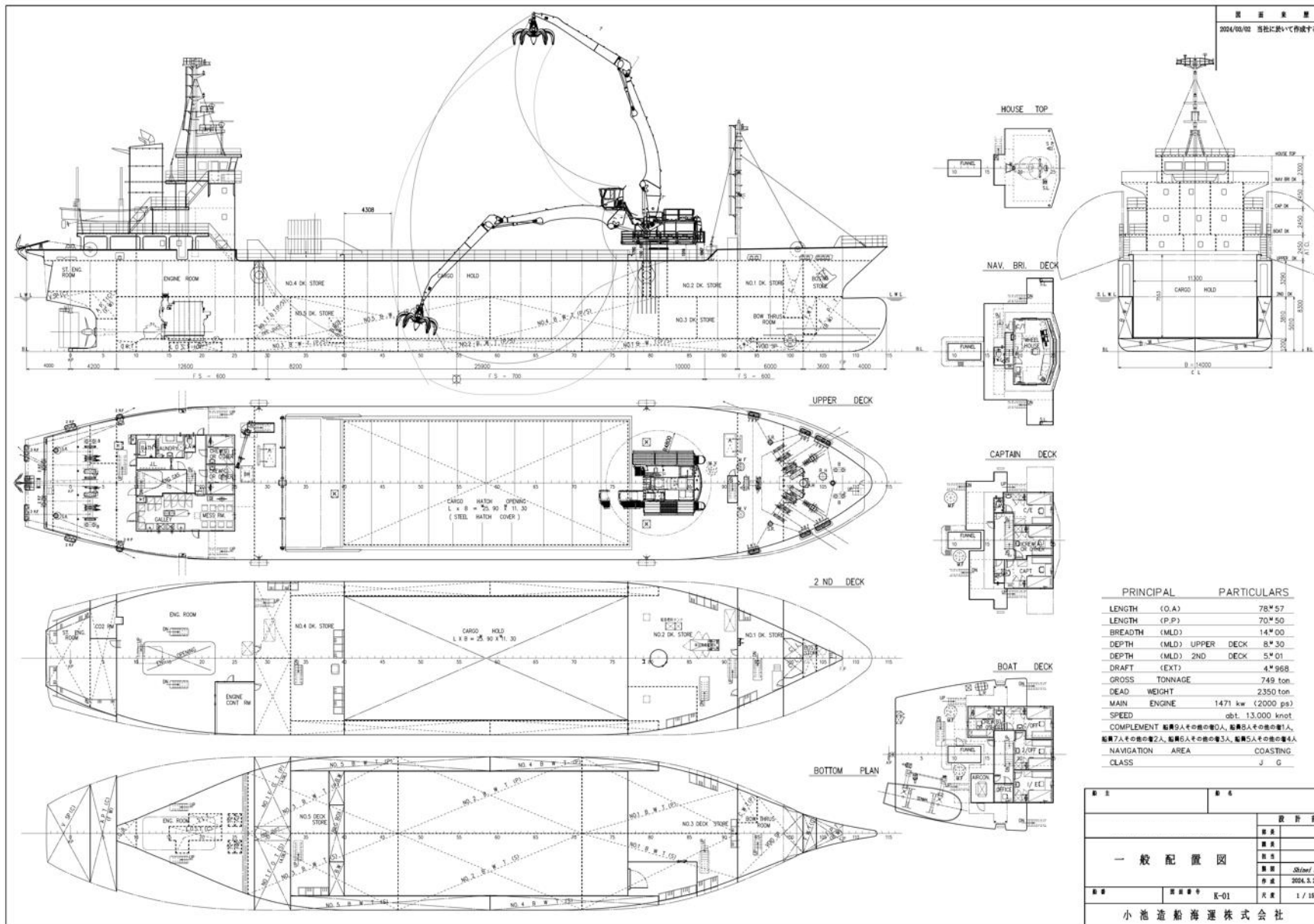
- 年次検査については不要である（コスト減）
- メーカー推奨の交換部品関係はあり。
油圧系統（ホースなど）は運転500時間
- 各種部品のリードタイムは48時間を全世界標準
- 駆動エンジンの換装目安 15000時間
※国内のガットクレーンと同等。
- 電化に関して、荷役関係はエンジン駆動。
※アーム収納などのトラブル時はモーター駆動可
- 配電盤の塩害対策について懸念あり
※国内ガットクレーンは室内（運転室）に配置

操作者による見学コメント

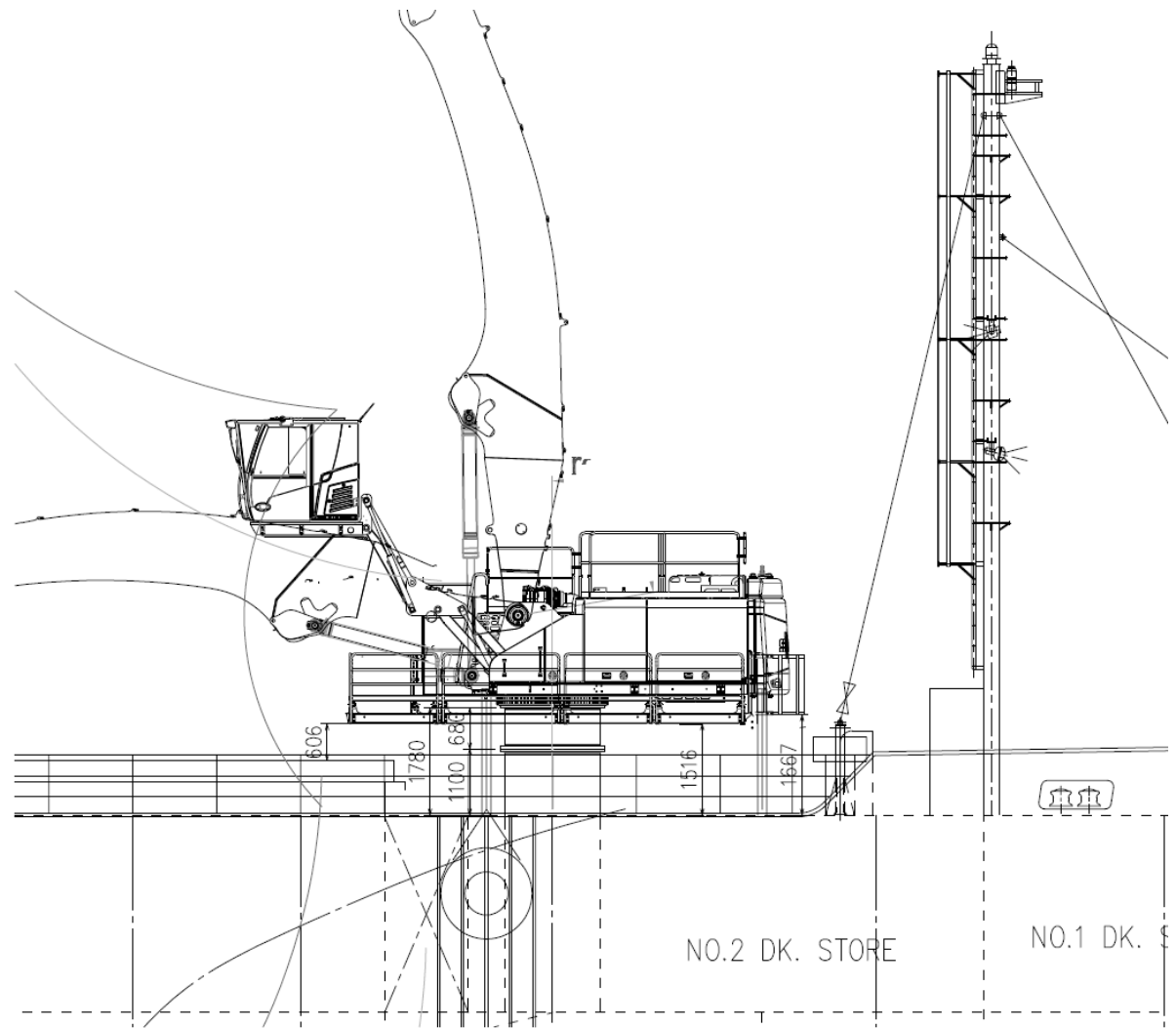
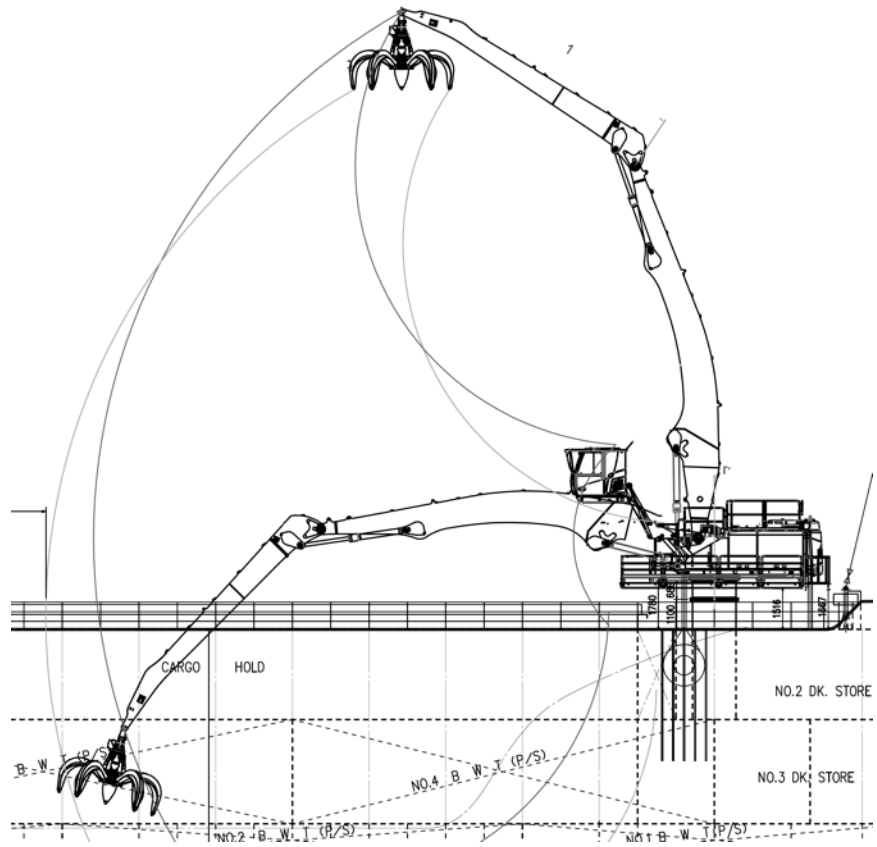
- コクピットにおける操縦姿勢は安定感がある
- 視認性についても非常に開けており目視による操作・安全確認が十分にできる。
- ガットクレーンにおいては、船体動揺を利用して、クレーンのバケット操作をしているが、本体の駆動のみで操作を行う為、操作とクレーン、バケットが直感的に操作でき、安定性や確実性、簡易性が期待できる。
- バケットの揺れを気にしないでよいということは、船体のホールド内への衝突リスクも減る為、船体のメンテナンス頻度も減ることが想定される。



6. マテリアルハンドラーを導入したガット船の概念設計



設計書	
設計者	
製図者	
校核者	
製図	Shinei S.B.
作成	2024.5.2
図名	船体設計書 K-01
尺度	1 / 150
小池造船海運株式会社	



参考：ホールドサイズ

499G/T 22.20*10.20

749G/T 25.90*11/30

7. 遠隔操縦装置の概念設計

遠隔操縦については、何よりもまず、安全が確保されているか、の検討が第一であることを前提に、ここでは、誰がどこで遠隔操作するのか、機器の概念についてまとめた。

遠隔操作に関して

- **操作者が船員、船内から**
船員労働安全衛生規則第28条の規定が適用。
3か月以上の経験および、船員は6か月以上の従事経験が必要
※船員資格者の場合はほぼ要件クリア。
- **操作者が一般作業員、船内から**
乗組員以外が船内設備を操作するという行為が、どのルールが適用されるか不明
- **操作者が一般作業員、船外から**
陸上においては、車両系建設機械運転技能講習（設置運搬積み込みおよび掘削講習資格）にて、約1週間の講習にて資格取得。

機器の概念について

陸上の建設機械施工（遠隔操作の油圧ショベルと有人ダンプトラックとの協調作業時の安全ルールの検証）における現場検証を実施している、ARAV株式会社殿へのヒアリングを指針としてベンチマーク。

これらは、実際の現場検証実施によるものであり、船舶での遠隔化においても同等の安全対策の検討材料としては有用なものであると考える。

次ページにて詳細。

7-1. 建設機械における遠隔操縦装置の現場検証

- **エリア区分、逸脱防止関連**

操作範囲の定義、逸脱の検知手段（カメラなどの活用）、逸脱時の操作（原則停止）検知手段の信頼性・冗長性（監督者が非常停止できること）

- **障害物検知関連**

検知可能範囲、検知性能、識別性能、デジタルツイン上の衝突検知、機械本体の危険状態の検知

- **非常停止関連**

非常停止の有無・手法の確立、非常停止機能の信頼性・冗長性（通信方法）、事象発生から停止までの時間（0.15秒）、非常停止状態と復旧方法（インターロックなどの解除方法、手段）

- **操作停止関連**

操作停止の有無・手法（遠隔運転から操作停止を可能）、操作停止機能の信頼性・冗長性、事象発生から停止までの時間（0.135秒）、停止状態と復旧方法

- **通信関連**

無線通信の種類（メッシュWIFI+（光回線 OR STARLINK OR 5G/4G/LTE）、通信の安定・異常の検知方法（デバイス同士の通信状況監視）、異常発生から停止

- **その他**

回転灯による状態表示、現場の音声連絡通信手段、対象建機のエリア内への人間の入退場の手段、不具合時の対処方法（非常停止スイッチ押下後人間による実機確認）エリア変更時の方法・手段（関係者への共有）

7-2. 建設機械の実例紹介



0.7 油圧ショベル
CAT320



日野 2t ダンプ
XZC600T-TWFMY

ARAVのソリューション 遠隔操作 概要



操縦席



アタッチメント



ARAVのソリューション 遠隔操作 通信

4G、LTE等のインターネット回線または独自の通信環境を使用して、重機を遠隔操作可能です。



操作者



重機



導入事例：東京-佐賀

距離 約 1141 km
遅延 約 0.3 秒
重機 油圧ショベル



8. (2) ケミカルタンカー等の船内作業の電化・自動化について

内航ケミカルタンカー等（ケミカル製品、油製品）についても先述のガット船とは異なった観点で、船内作業の多くが人の手でまだ行われていることから、合理化への取り組みは勿論、乗組員の安全対策についても併せて検討を行った。

本船へのバンカリング作業

一般的な荷役作業よりも作業項目が多い為。

タンククリーニング作業

船体や配管の構造上、最後の仕上げ工程が人間の手間作業となっており、かつケミカル製品の場合、健康に害を及ぼす可能性がある物質もある為、安全確保の観点も加味して。

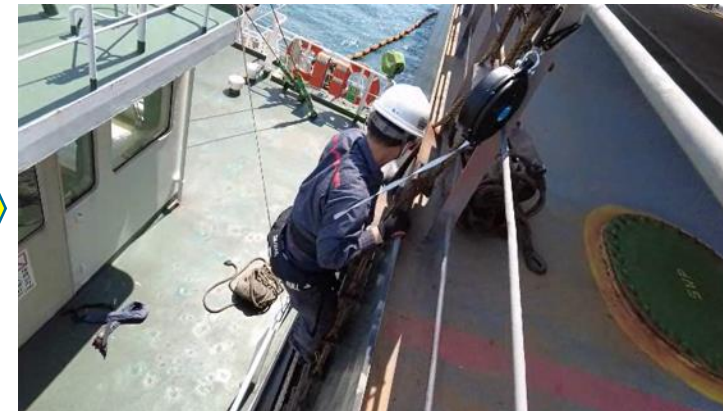
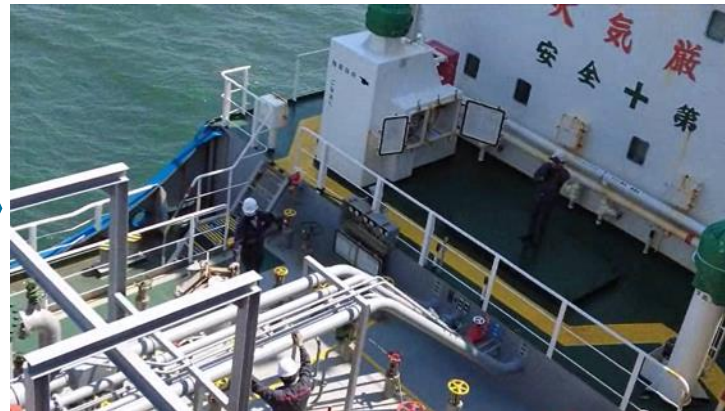


20万DWTのケープサイズバルカーへの本船バンカー作業の実例を紹介。



9. ケミカルタンカー等の船内作業の実例

陸上に接岸した状態での荷役よりも、海上同士での接岸作業をはじめ、高所への移動や乗組員総員での作業など作業項目の多さ、人力による作業、確認の多さがある為、労働負荷は勿論、作業ミスを許さない緊張感が多くある。



10. ケミカルタンカー等の船内作業の合理化について

勉強会内部でのアンケート実施

※以下は回答数が多かったものをピックアップ

船内作業においての大きな課題は何ですか

荷役監視作業の労務負荷
バルブ、ポンプ操作の複雑化

課題を解決する為に導入したいと思う機器は何ですか

バルブの遠隔操作システム
荷役情報の船陸間共有システム
荷役ポンプ駆動の作業簡素化システム

陸上で使われている機器で船で使いたい機器や仕組みで導入したいものはありますか？

カメラシステム
タブレット



電子機器を導入するにあたり、タンカーについては**防爆機器**の選定が必須となる為、防爆についての検討を進めた。

3ni
BN TECHNOLOGY CORPORATION

国内防爆検定合格

国際標準防爆規格(IECx)及び欧州防爆規格(ATEX)取得

防爆Zone 1 対応

防爆記号 Ex ib IIC T4 Gb

防塵・防水

IP65

10.1フルHD+画面

解像度 1920 x 1200ピクセル

最大12時間稼働

8700mAh 3.8Vリチウムイオンバッテリー

スタイリッシュ軽量

980g

※1 バッテリー稼働時間は個人の目安であり、動作環境・液漏れ検出・システム設定等の使用条件により大きく異なります。

Professional Tablet PC with Explosion Protection

堅牢・防爆タブレット

Windows 10

Zone 1 対応

aegex10

IEC 60079-0
ATEX 100
ATEX 100

エージングスタン

aegex



今回の調査で国内においては上記の利用が可能ではあることが判明した。ただし、非常に高価であることから、積極的な導入における動機付けが必要であると推測される。

1 1. 本研究のまとめ

(1) ガット船へのマテリアルハンドラー導入に関する技術資料の作成

現在ガット船における各種課題解決および将来的なGHG削減の一つとなりうる、今回の研究で選定したマテリアルハンドラー機器について、実際の操作者となる乗組員からも、その荷役の簡易性と安全性の両立について、大きな期待を持てるとのコメントがあった。

現在運用されているガットクレーンは、設備の信頼性の高さ、大量の荷役に適している為、そのニーズは継続する一方、今回検討を進めたマテリアルハンドラーが、上記に示した課題解決の一助になりうる機器であることが考察される。また、並行して遠隔操作による概念を取り入れることにより、省力化、省人化、安全性の確保へのアプローチを可能とし、設備との親和性を検証し、安全のリスクアセスメントを確保していくことで、その導入においても大いに期待できる結果であると考ええる。

本研究の課題としては、日本国内において、当該選定製品を搭載するにあたり、船級における確認事項を残しているが、安全性への配慮を第一義とすることを前提としてのアプローチをしっかりと行うことでその道筋にも期待ができると考える。

(2) ケミカルタンカー等の船内作業の電化・自動化に関する技術資料の作成

今回合理化の一つとして選定した、タブレットの活用についてであるが、現在にとって標準的な電子機器を有効活用することは、タブレットが本来持つ「簡易性」「情報共有」などを高度に実施することが期待され、省人化は勿論であるが、属人化されずに統一した品質での作業が行えるのではという期待も大きくあり、その導入についても大いに期待をしたいと考える。



ご静聴
ありがとうございました。



一般社団法人
内航ミライ研究会