

作業船マネジメントシステムの開発 ー自立電源式 AIS 装置の長期モニタリング結果及びシステムの平常時の活用方向性ー

(正) 赤倉康寛 (国土技術政策総合研究所), (正) 小野憲司 (京都大学防災研究所)
西原直 (寄神建設株式会社), 柴田勝規 (株式会社 IMC), 平石哲也 (京都大学防災研究所)

1. はじめに

東日本大震災においては、係留中の船舶が大規模津波により押し流されて漂流し、陸上に乗りあげる事例が数多く見られた。船舶の陸上乗りあげは、陸上構造物への衝突等により、被害を拡大させる危険性がある。この陸上乗りあげは、台風・高潮等においても発生する可能性があり、平成 16 年には、



写真-1 尼崎西宮芦屋港で係留中の土運船

尼崎西宮芦屋港の防波堤に係留されていた土運船が防波堤に衝突している。同港には、現在も約 50 隻の土運船が防波堤に係留されており (写真-1), 兵庫県議会や西宮市議会で津波や台風時の陸上乗りあげが懸念されている。しかし、特に無人係留される作業船等は津波や台風時の沖合避泊が困難であることから、その対策は容易ではない。

また、東日本大震災における教訓を踏まえ、南海トラフ巨大地震や首都直下地震へ対応するため、国土強靱化計画アクションプランに基づいて各港湾では港湾 BCP が策定された。その中では、大規模津波時には、水域に流出したコンテナや車両等障害物を揚集する航路啓開作業が不可欠なものとして位置付けられている。さらに、各港湾に至る一般水域においても、災害発生時に国が船舶の航行を確保するために迅速に航路啓開を行う緊急確保航路が、東京湾・伊勢湾・瀬戸内海 (図-1) で指定された。これらの啓開作業に必要とされる作業船をいかに迅速に確保できるかが、被災港湾の物流機能の継続において最も重要な点の一つである。

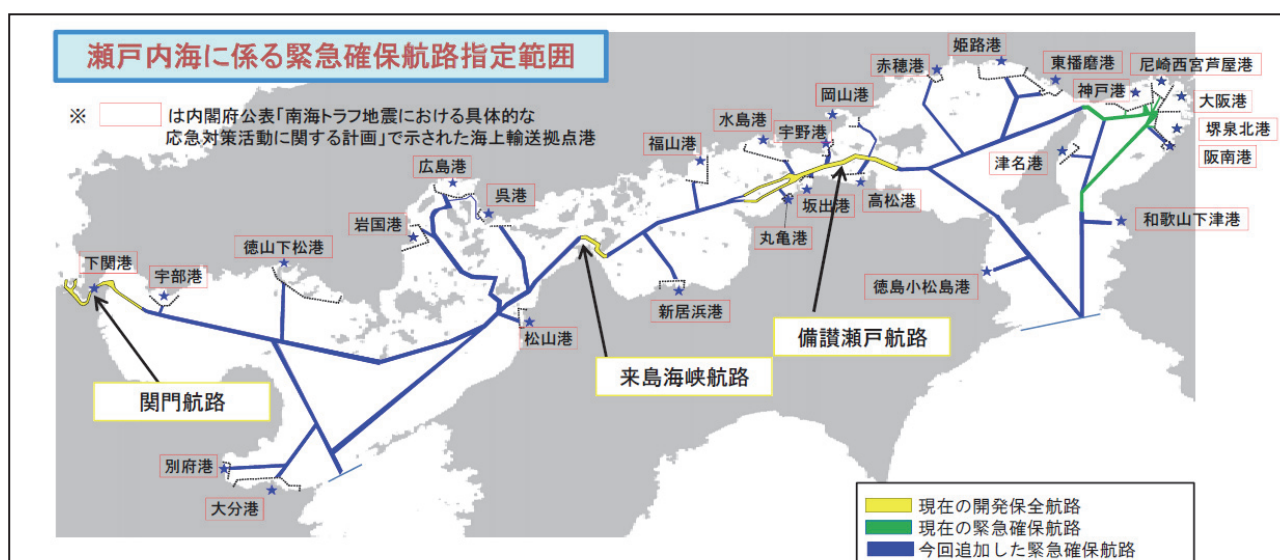


図-1 瀬戸内海の緊急確保航路の指定

以上の状況を踏まえ、筆者ら^{1), 2)}は、大規模津波等による作業船の漂流・走錨を監視し、漂流・走錨を検知した場合に警告を発すると共に、津波等の後において航路啓開等海上工事の実施に不可欠な

作業船の位置を確認するためのリアルタイム監視システムの開発を行ってきた。本稿では、その一部を構成する無人作業船搭載の自立電源式 AIS 装置の長期モニタリング結果について報告すると共に、システムの平常時の作業船マネジメントへの活用の方向性として、①作業船保有会社における台風等への漂流監視及び②海上工事関係者における作業船の調達への活用について述べる。

2. リアルタイム監視システムの概要

2.1 システム構成 本システムにおいては、モニタリングに AIS（Automatic Identification System, 船舶自動識別装置）信号を利用した。系統図を図-2に示す。受信された AIS データは、ネットワークを介してサーバーに送付され、ユーザーはインターネット経由でモニタリング結果を確認する。

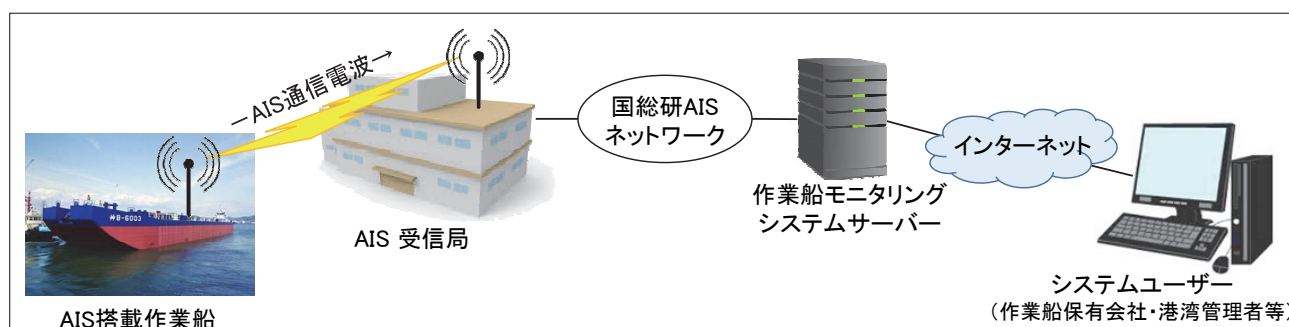


図-2 AIS 信号を利用したモニタリング系統図

2.2 システムの機能 本システムは、以下の3つの機能を実装した。

- ①現在位置表示機能：最新の AIS 信号に基づいて、監視対象船の位置を地図上に表示する。
- ②漂流・走錨アラート機能：監視対象船の危険度に応じて、警告を発する。危険度は、漂流・走錨可能性、指定された係留・錨泊地からの脱出及び進入禁止区域への進入により判定する。
- ③現在位置不明船の航跡表示機能：監視対象船からの AIS 信号が一定時間以上途絶えた場合に、最後に確認された位置座標とそこに至る航跡を表示する。

システム画面においては、漂流・走錨の危険性を検知した場合には、「漂流警報発令中」とのフラッガーを表示、漂流船リストに船名を追加し、予め登録されたアドレスへメール通知する。さらに、漂流・走錨中と判定された船舶は、画面上で、判定後の航跡が赤線で表示される。実証実験においては、警告は全て確実にメールされ、当該メール受信までの所要時間は平均3分強であった。

システムの実証実験の結果を踏まえ、ユーザー毎に重要な情報を選別表示する機能の付加を検討している他、学会でのご意見より、現地確認による情報更新を可能にする機能も検討している。

2.3 危険度判定 機能②の危険度判定の基準を、表-1に示す。表中の判定における区域等は、以下のとおり。

可動圏：船舶が通常の停泊中に動く範囲

安全区域：船舶の停泊用の海域

保護区域：沿岸施設保護等のために、船舶の進入を許してはならない海域

事前の移動申請がない場合における、可動圏外への移動は漂流・走錨の危険性があり、安全区域からの脱出、保護区域への侵入により、他船や沿岸への影響が危惧されることとなる。

2.4 自立電源式 AIS 装置 作業船の AIS については、作業員が乗船せず、発電装置のない無人船のために自立電源式 AIS を開発した。装置は、太陽光パネルと電気機器を収納した筐体から成る。筐体内には、バッテリー、簡易な Class-B の AIS を配置し、2 台のうち 1 台には夏季の高温多湿への対応のためクーラーを設置した。写真-2に、無人土運船への装置の設置状況を示す。

表-1 漂流・走錨判定と危険度判定基準

条件	判定	事前の移動申請	
		あり	なし
1	可動圏外に移動	異常なし	危険度-低
2	安全区域外に移動	異常なし	危険度-中
3	速度3kt以上で1分以上移動	異常なし	危険度-高
4	保護区域内に進入	危険度-低	危険度-高

設置後半年間（2014 年 10 月～2015 年 2 月）の集中モニタリング期間においては、一部停泊時の受信間隔が長くなる場合が見られたものの、作業船の AIS データは確実に受信出来ていた。また、同期間中は、冬季・雨天時の日中でも発電電圧が得られており、終日 AIS 可動に必要な電力が十分に得られていたと見られた。

3. 自立電源式 AIS 装置長期モニタリング結果

3.1 実験概要 集中モニタリング期間後、2015 年 3 月～2017 年 3 月の 2 年間にわたり、AIS データの受信確認と、訪船時（概ね月 1 回）の筐体状況及び電圧の確認を行った。観点は、長期間利用する中で、筐体の腐食の有無、バッテリー劣化に起因する電圧不足や夏季の高温多湿による誤作動等によって AIS 信号の途絶が発生しないかとの点である。

3.2 実験結果 筐体の腐食については、目視では全く確認されなかった。2 年 5 ヶ月の使用後も、内部は新品同様であった。

AIS 信号の受信状況の確認（合計 312 日）において、自立電源式 AIS 装置が原因で受信出来ないことはなかった。ただし、期間中に 3 ヶ月程度、受信局の不具合によりシステム上は確認ができなかったが、AIS 信号は Marine Traffic (<https://www.marinetraffic.com/>) にて確認した。

また、訪船時における、太陽光パネルの発電電圧及びバッテリーの蓄電電圧の推移を示したのが図-3 である。クーラー有りと無しの 2 台の平均値で示したが、両者はほぼ同じ推移であった。昼間の発電電圧は雨天でも 12V 以上確保できており、蓄電電圧も 13V 前後で推移していて、いずれも長期利用による低下は見られなかった。総じて、2 年半程度では、全く問題なく利用できた。

4. 平常時におけるマネジメントシステムとしての活用方向性

4.1 方向性の概要 筆者らが開発してきたリアルタイム監視システムは、大規模津波時への活用を主要な目的としてきた。しかし、平常時に使用しないシステムは、災害時において機能しない危険性が高い。そのため、作業船マネジメントシステムとして、平常時における活用を検討した。

4.2 作業船保有会社における台風・高潮時等の漂流・走錨監視

本システムにおける危険度の判定は、表-1 に示したとおり、事前の移動申請の有無により大きく異なる。実際の運用において、航行の度に移動申請を行うことは煩雑である一方、移動申請の無い状態では警告が頻繁に発せられ、結果としてシステムの信頼度の低下を招くこととなる。

ここで、漂流・走錨は、津波だけでなく、台風や低気圧による高波浪等でも発生する可能性があるため、大規模津波が発生しなくとも、日常的に漂流・走錨監視が必要な場合がある。この点を踏まえ、無人の作業船や夜間の停泊時、台風・高潮等で危険性が想定される場合等必要な時に、随時監視を行うシステムに改善することを検討している。具体的な活用手順は、以下のとおり。

①漂流・走錨監視が必要な場合に、船長もしくは運航部局において、監視をオンにする。



写真-2 自立電源式 AIS 装置の設置状況

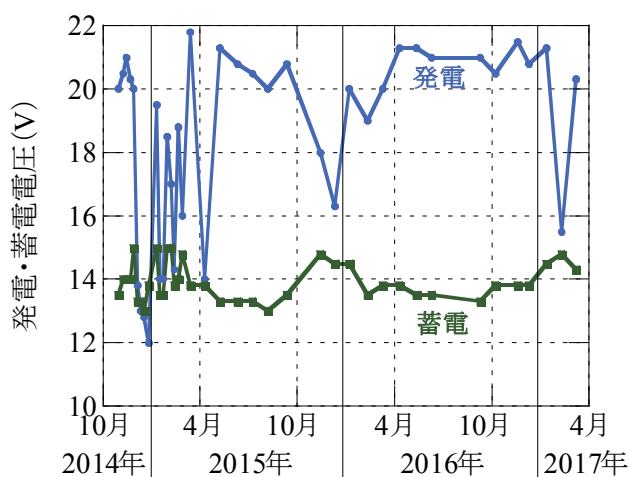


図-3 発電電圧及び蓄電電圧の推移

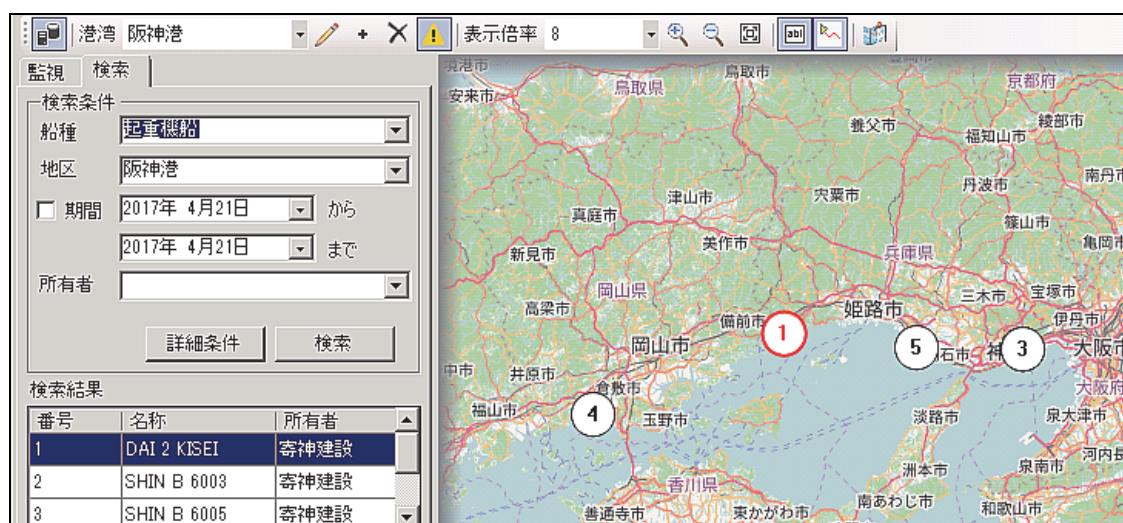
- ②監視期間中に走錨・漂流の危険性が検知された場合、自動的に警告メールが発せられる。
- ③監視する必要がなくなった場合、船長もしくは運航部局において、監視をオフにする。

このような手順でシステムを使用する場合には、リアルタイム監視のオン・オフを遠隔地から容易に可能とする必要がある。今後、船長や運航部局へのヒアリングを行い、実運用のためのシステムに改善していく予定である。なお、この運用方法の導入により、大規模津波に対しては、地震発生もしくは津波警報・注意報をトリガーとして自動的に監視を行うよう、併せて変更する必要がある。

4.3 海上工事関連機関における作業船調達への活用

海上工事においては様々な作業船が必要とされるため、その発注に先だって、工事海域もしくは周辺において調達可能な作業船の検索が不可欠である。この作業に資するため、（一財）港湾空港総合技術センターでは、作業船在港情報システム（LORIS）を運用し、発注機関に対して作業船の位置と予約状況の情報を提供している。しかし、この情報は FAX 等によって更新されており、その頻度が十分でない場合も多い。そのため、発注に当たっては、再度、各作業船保有会社への確認が必要となる。

本システムでは、作業船の最新の位置情報が自動的に把握出来ているため、予約状況を併せ持つことが出来れば、作業船保有会社では FAX 等による作業が省かれ、発注機関においては精度の高い情報の入手が可能となる。発注機関を想定した基本的な作業船検索システムは試作済み（検索画面例：図－4）であり、対象港湾、船種、能力等から検索が可能となっている。また、作業船の位置情報は、工事海域への回航や港湾区域外への避泊実績の整理においても有効活用が見込まれる。今後は、ユーザーの意向等を踏まえつつ、活用内容・方法の検討を深めていきたい。



図－4 作業船検索システムの画面

5. まとめ

本稿では、自立電源式 AIS 装置の長期モニタリング結果と、作業船マネジメントシステムとして、平常時の活用の方向性について示した。

謝辞 本研究では、（一財）港湾空港総合技術センターの研究助成を受けました。また、国土交通省神戸港湾事務所及び東洋建設株式会社にご協力を頂きました。ここに記し、感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 赤倉康寛, 小野憲司, 細川直登, 平石哲也：大規模津波後の港湾機能早期復旧のための無人作業船モニタリングシステムの開発, 日本沿岸域学会研究討論会 2015, 講演概要集 No.28, CD-ROM, 2015.
- 2) 赤倉康寛, 小野憲司, 細川直登, 柴田勝規, 平石哲也：大規模津波による作業船の漂流監視システムの開発, 日本沿岸域学会研究討論会 2016, 講演概要集 Vol.29, CD-ROM, 2016.