APRS アンチ・パラメトリック・ローリングシステムの開発
講演要旨

谷 下 智 紀 Tomoki TANISHITA　岩 淵 佳 Kei IWABUCHI　新 井 健 太 Kenta ARAI　小 林 貴 哉 Takaya KOBAYASHI

1. 背景

近年、海上交通の発展と貨物量の増加に伴い、コンテナ船の大型化が進んでいる。これに伴い、一度の重大事故で多数のコンテナが流出するリスクが高まっている。

また、海上における人命の安全のための国際条約（SOLAS 条約）附属書の改正（令和 8 年 1 月 1 日発効）を受け、輸送中のコンテナが海中へ転落した際の通報が義務化された[1]。これにより、従来であれば報告されず見過ごされていた軽微な損失も、すべて報告対象となる。

すなわち今後は、損失が表面化する頻度が増し、企業におけるリスク管理の重要性が一層高まることが予想される。なかでも、パラメトリックローリングに起因する大きな横揺れは、コンテナ損失の主要な要因の一つとされている。

2. パラメトリックローリングとは

比較的波高の小さい「うねり」であっても、追い波や向かい波を受けることで船体の復原力が周期的に変化し、特定の条件下で横揺れの共振が発生する。この現象をパラメトリックローリングという。パラメトリックローリングは、特にコンテナ船や自動車運搬船など大きなフレア形状を持つ船舶で発生しやすく、積み荷の落下などを引き起こす重要なリスク要因である。また、GM（メタセンタ高さ）が小さい状態では、特に追い波や斜め追い波中での発生に注意が必要である。

図 1 に示すとおり、この現象は通常のローリング（横揺れ）とは発生の原理が異なり、船型や船体長と特定の海象条件が重なった際に突発的に発生し、短時間で横揺れが急速に増大することが特徴である。パラメトリックローリングは予測・回避が難しいため、気象・海象条件を踏まえた航路選定や早期警戒が極めて重要である。

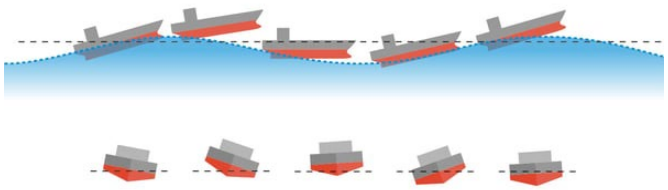


図 1 特定の条件下で短時間に大動揺が生じる現象（パラメトリックローリング）

具体的には、パラメトリックローリングの主な発生条件は次の 2 点である。

・横揺れ固有周期が波との出会い周期のおよそ 2 倍となること

・波長が船の全長と同程度の範囲内であること

これらの条件が揃うと、水線面積の低下に伴う復原力の低下と横揺れの同調が生じ、その結果、積み荷の落下リスクが高まる。

3. アンチ・パラメトリック・ローリングシステムとは

アンチ・パラメトリック・ローリングシステム(以下、APRS; Anti Parametric Rolling System)は、レーダから取得した波浪データ、自船の船体モデルに基づく横揺れ応答データベース、現在の航行情報（船速・船首方位）、および乗組員が入力した積付け情報（喫水・GM）を用いてパラメトリックローリング発生リスクを解析するシステムである。解析結果は、リスク領域として図 2 に示すようにポーラーチャートで可視化される。提示された情報を操船者が参照し、パラメトリックローリングとの遭遇を回避できる安全な針路や船速を選択することで、積み荷の落下リスクを低減することが可能となる。

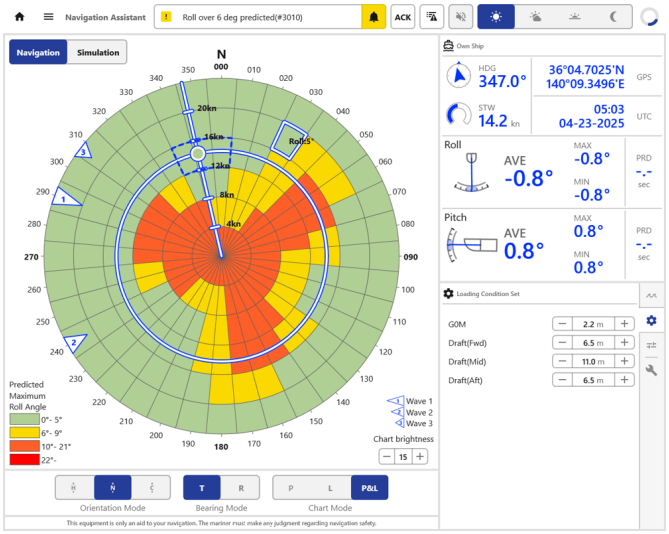


図 2 APRS が示すポーラーチャートと自船情報

APRS に表示される主な情報は次のとおりである。

・各方位/各船速におけるパラメトリックローリングによるロール角の予測（ポーラーチャート）

・船首方位、船速、自船位置、および時刻

・動揺センサが検出したロール/ピッチ角の平均/最大/最小

・レーダで検出された 3 つの波の波高/波向/周期/波長

・Alarm/Warning/Caution の 3 段階によるアラート通知

※ 本発表の内容は、日本郵船株式会社、株式会社 MTI および一般財団法人日本海事協会との共同研究を通じて得られた研究成果の一部です。

参考文献 [1]「輸送中のコンテナの海中転落時の通報義務について（令和 8 年 1 月 1 日より）」(国土交通省) https://www.mlit.go.jp/maritime/maritime_fr4_000054.html