

自動車の海上輸送における今後の課題

亀井志聖*

Future Issues in Maritime Transportation of Automobiles

KAMEI Shisei*

The logistics and transportation industry currently faces various challenges such as labor shortages and CO₂ emissions. It is said that there could be a shortage of approximately 14% in the transportation capacity by the fiscal year 2024, and approximately 34% by the fiscal year 2030. In response to the "2024 Problem" in land transport using trucks, the government has announced a policy to increase the volume of cargo transportation by ships tenfold over the next decade compared to current levels.

This paper focuses on the maritime transportation of automobiles, which is crucial for our country's exports. Firstly, it explains modal shift to address the "2024 Problem" and introduces how automobiles are loaded onto ships for transport. Secondly, it identifies several concerns and proposes the need for further investigation in the future.

キーワード: 自動車運搬船, 海上輸送, 荷役, 積み付け, 2024 年問題, モーダルシフト

1. はじめに

物流・運送業界は現在、働き手不足や CO₂ 排出など様々な問題を抱えている。そのような境遇のなか、2018 年 6 月改正の「働き方改革関連法」に基づき、自動車の運転業務の時間外労働に対しても年間 960 時間(休日労働を含まず)の上限規制が 2024 年 4 月から適用される。

この規制により、2024 年度には約 14%(4 億トン相当)、2030 年度には約 34%(9 億トン相当)の輸送能力が不足する可能性があるといわれている⁽¹⁾。また、全日本トラック協会のアンケートでは、2024 年以降の規制対象となる時間外労働 960 時間超となるドライバーが、全体の約 29%(長距離輸送では約 39%)いるという結果が報告された。

これらの労働時間規制等による物流への影響を鑑み、国土交通省は 2020 年に 5000 万トンであった船舶による海上輸送量を 2030 年までに 1 億万トンに倍増

する具体策としてモーダルシフト促進を目標に掲げ、経済対策に盛り込む方針で調整している。

本報告では、モーダルシフトにおける自動車の海上輸送に着目し、自動車運搬船の荷役方法を交えて今後考え得る課題を提案する。

2. モーダルシフトとは

モーダルシフトとは、物流においてトラックなどで行われている貨物輸送をより CO₂ 排出量が少なく、環境負荷が低い輸送手段に切り替えることをいう。この環境負荷が低い輸送手段として、主に鉄道と船舶があげられる。(図 1)

つまり、今までトラックで輸送していた貨物を鉄道や船舶で輸送するようにシフトすることをいう。

モーダルシフトには、鉄道や船舶といった大量輸送機関による物流の効率化が期待でき、主に以下のような大きなメリットがある。

- CO₂ の排出量の削減
- ドライバー不足の解消
- 長距離輸送での物流コストの削減

* 商船学科

e-mail: kamei@nc-toyama.ac.jp

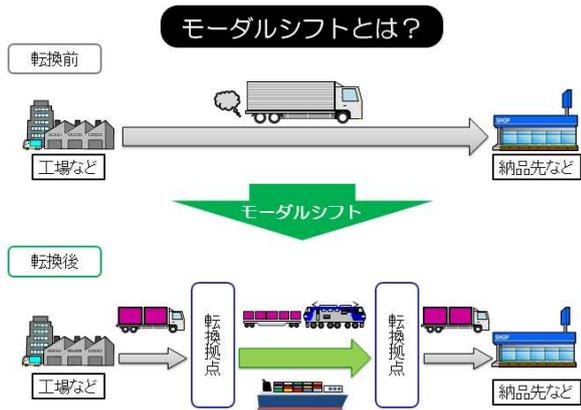


図1 モーダルシフトのしくみ⁽²⁾

すなわち、ドライバー不足の解消をメリットとするモーダルシフトは、2024年問題に関して有用な対策であると考えられる。

3. 自動車運搬船の構造

3.1 ランプウェイ

自動車運搬船(以下 PCTC: Pure Car & Truck Carrier と呼ぶ)において最も重要な装置であるランプウェイについて、以前は本船荷役装置(クレーン)で吊り上げて設置する方式であったが、近年では船体構造の一部となっていて、油圧または電動装置でガイドワイヤー等を操作して設置するものが主流となっている。

ランプウェイの数については船型、船積み台数、使用方法を考慮して造船計画時に船主の意志によって決定される。

一般的には船積み台数 2000 台以下の場合 1 基、3000 台以上の場合 2 基備えている場合が多い。ランプウェイを 2 基備えている場合、1 基を船体中央付近(センターランプウェイまたはサイドランプウェイと呼ぶ)と船尾部分(スターンランプウェイ)に設置されている。(図 2)(図 3)



図2 油圧式ランプウェイ(船尾)



図3 油圧式ランプウェイ(中央)

重量甲板がある PCTC は、船尾に重車両用のランプウェイを船尾に備えているものが一般的である。

また、近年では大型 PCTC での船積み台数の増加、建造価格の軽減を狙いとして、ランプウェイを片舷だけでもつ船が多くなっている。

ランプウェイを岩壁に接地して使用する際、荷役時の潮汐の変化によるランプウェイ角度にも注意を払う必要がある。荷役時の潮汐が高くランプウェイ角度が大き過ぎると、車両がランプウェイ進入時に車両下部とランプウェイが接触(顎打ちおよび腹打ち)する危険がある。また潮汐が低過ぎてもランプウェイの根付け部分と岩壁が接触してしまい、ランプウェイまたは岩壁を損傷させてしまう可能性がある。(図 4)(図 5)



図4 ランプウェイの根付け部分



図5 車両の顎打ち

よって RO/RO 船において、積み/揚げ地への入港前に荷役作業時間帯の潮汐状況を理解し、ランプウェイの角度を事前に算出しておくことが重要である。

3.2 可動甲板(リフトابلデッキ)

背高車、建設機械、コンテナ、雑貨等、多様な船積み貨物の高さに対応するために甲板を持ち上げてホールドの高さを変更できる甲板を可動甲板(リフトابلデッキ)という。(図6)

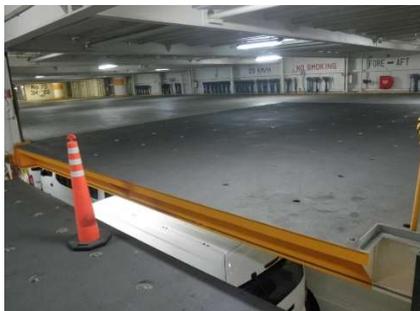


図6 可動甲板(リフトابلデッキ)

可動甲板には、油圧で甲板を持ち上げるタイプと、リフトابلカーという専用の機器を使用して甲板を上下させるタイプがある。(図7)



図7 リフトابلカー

4. 自動車運搬船の荷役

4.1 配船計画

各航路運航船は、船積み台数および仕向け地の港湾事情により、おのずとその最適船型がしぼられる。一般的に定期航路船以外は運航航路を特に限定しておらず、本船のポジションと船積み条件により都度決定される。

船積みが決定していない一般的な PCTC の配船は、航路ごとの船積み情報に基づいて、その航路が必要とする配船時期と最適の船腹を決定する。

荷主が希望する、

- i) 船積み日
- ii) 船積み台数
- iii) 仕向け地

を最適に割り当てる業務を通称“玉付け”と呼ぶ。玉付けにあたっては可能な限り、

- a) できるだけ満船に近づける(残スペースを発生させない)
- b) 沖待ち(滞船)を避ける
- c) 寄港数のミニマイズ

など採算の向上を考慮の上、荷主の要望に極力合致するように検討される。

船腹の決定における確認事項として、

- ア) 基準車換算における船積み可能台数
 - イ) ホールドの高さ
 - ウ) 甲板およびランプウェイの強度
- などが重要となる。

4.2 積み付けプランの作成

配船計画にて作成された Cargo Booking List(船積み貨物明細)に基づいて船積みに必要なスペースの確認をする。この作業を席割という。

次に 4.1 で述べた確認事項に加え、積み地/揚げ地の順番を考慮した積み付け場所、荷役効率、安全な GM、トリム、ヒール等を検討して積み付けプランは作成される。図8に Stability Calculation System の一例を示す。

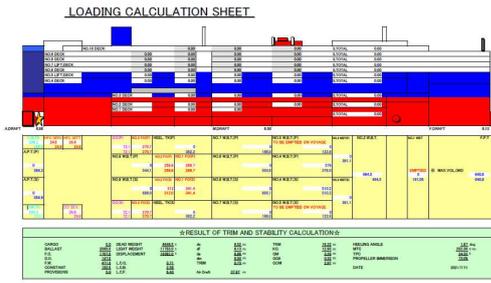


図 8 Stability Calculation System

次に PCTC 専用の Stowage Planning System がインストールされた PC を使用して、各ホールドの縮尺図に同尺度の貨物を配列し、積み付けプランを作成する。

なお、PCTC 専用の Stowage Planning System は各船会社独自に開発・所有したものを運用している。

図 9 に Stowage Planning System の一例を示す。



図 9 Stowage Planning System

4.3 積み付け方法

船会社によってルールが若干異なる場合もあるが、通常の場合、ホールド内の積み付け状態における車両間隔は図 10 で示すように、

- ・Bumper to Bumper 30[cm]
- ・Door to Door 10[cm]

と決められている。



図 10 ホールド内での積み付け車両間隔

これは、船積み効率の向上を目指したものであり、この間隔を広くすると、例えば 1 列に 3 台並ぶスペースに 2 台しか並ばないような事態が発生し、船積み台数が減ってしまう事になり、船会社の収益が減少してしまう。

また Bumper と Bumper の間隔は、航海中に乗組員が点検を行う際に、人が入って固縛状態を操作できる最小限の距離 30[cm]としている。

乗用車の積み付け方法は、左ハンドルの場合は反時計回り(Counterclockwise)、右ハンドルの場合は時計回り(Clockwise)とし、更に揚げ地で荷揚げしやすいように出口の方向に車両を向ける Head Out 方式にて積み付ける。(図 11)(図 12)

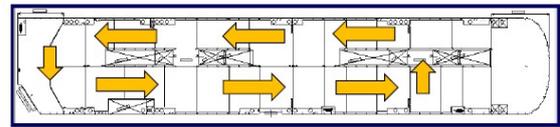


図 11 Counterclockwise 方式による積み付け

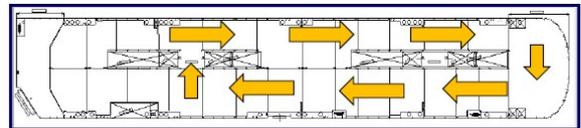


図 12 Clockwise 方式による積み付け

貨物は図 13 に示すラッシングベルトやチェーンを締め具として使用し固縛する。これらは再利用可能であり、経済的である。



図 13 ラッシングベルト

どの種類の締め具を使用するかについての選択は、締め具それぞれの強度に応じて決定される。図 13 のラッシングベルトは 1 本あたり 4.9[kN]の強度で計算されるため、通常 1.0[t]~3.0[t]程度の車両重量である乗用車の固縛にはラッシングベルトが 4~6 本使用される。なお車両の固縛には、左右・前後のバランスを考慮して、必ず偶数本の締め具が使用される。(図 14)

また、船横方向に向けて積み付ける場合は、横揺れを考慮して 2 本増し取りすることが多い。(図 15)

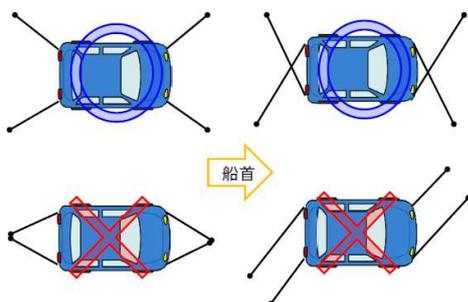


図 14 固縛方法(船首尾方向に積み付け)

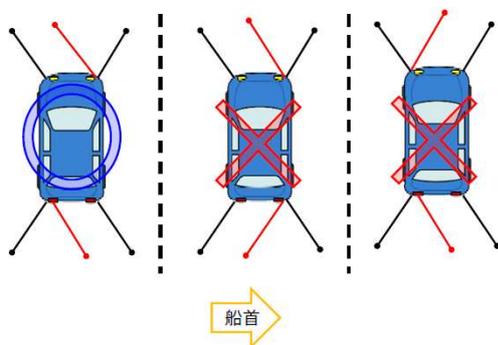


図 15 固縛方法(船横方向に積み付け)

4.4 ダメージ対策

貨物を安全に損傷なく輸送するために、荷役作業者は全員清潔で金具が露出していない服装を着用し、反射テープの付いた防護キャップや安全ベストを着用している。

ホールド内は禁煙となっているのは勿論であり、走行路は安全コーンや各色のビニールテープで明示され、ホールド内のピラーやスタクションにはトラマークのスポンジプロテクターが装備されていることが多い。

これらによって車両の流れを決定し、もしも接触してしまった場合にも被害を最小限に止められるよう配慮されている。(図 16) (図 17)



図 16 安全コーンとビニールテープによる走行路



図 17 安全コーンおよびトラマークのプロテクター

以上、PCTC の船積み貨物の大半は車両という特殊で付加価値の高いものであるため、非常に軽微な傷や汚れがダメージとして取り上げられる。

このため、より繊細な配慮が各所でなされており、大量輸送を安全に行う必要がある。

5. 今後の課題

5.1 荷役作業不足

PCTC の荷役作業には多種に渡る役割があり、多くの作業者が携わっている。荷役量や作業会社によって様々であるが、代表的な例を下記に示す。

<PCTC 荷役作業における役割内訳>

- ・フォアマン・・・作業監督×1 名
- ・移送ドライバー・・・沿岸から船内まで貨物を走らせる人×6 名
- ・本付けドライバー・・・船内で荷役プラン通りの場所に貨物を積み付ける人×2 人

- ・足車ドライバー・・・タクシードライバーとも呼ばれる。
船内で下車した移送ドライバーを船外に駐車している
次の貨物に運ぶ人×1名
 - ・ラッシャー・・・貨物の固縛を行う人×4名
- 計 14名

PCTCでは、上記のように様々な役割の荷役作業者がグループを組んで荷役作業にあたる。このグループの最小単位(ここでは14名)を“1ギャング”と呼ぶ。

船内の積み付け場所にもよるが、通常は1ギャングあたり60台/時間の荷役効率にて作業は行われる。つまり、港湾組合にて定められている日中作業は7時間なので、単純計算すると計420台が積み付け可能ということになる。もし、積み港で更に多くの貨物を積み付ける必要がある場合、先に述べた荷役効率を考慮して、作業にあたるギャング数を増やしたり、残業や夜間作業など作業時間を延長したりする方法が取られる。

そこで近年問題となっているのが、作業員の高年齢化である。横浜、名古屋、大阪、神戸など主要港で1つの港に数社の港湾荷役会社が競合(協力)して各社荷役船に対応しているが、それでも新しい担い手が確保できず、人員の確保に苦慮している現状である。もちろん近年の労働人口減少も原因の一つと考えられるが、一番大きな原因は所謂3K(きつい、汚い、危険)を理由にした若者離れが考えられる。

今後更に荷役作業不足が進めば、現状はもとより、政府による海上輸送量倍増を目標にしたモダリティなどは実現不可能であろう。“貨物はたくさんある。しかし作業者がいない。よって船も入港できない。”という構図が懸念される。

港湾荷役会社はこれまで横浜と神戸にキャンパスを置く“港湾職業能力開発短期大学校”から多く人材を募ってきたが、近年は一般大学・専門学校・高等学校からも人材を確保すべく採用の間口を拡げているようである。2024年問題に対応すべく、商船の知識や素養を備えた商船系高等専門学校の学生も、船舶職員だけではなく、港湾の仕事にも目を向けてみてはどうだろうか。

5.2 船腹不足

1.でも述べたように、国土交通省は2020年に5000万トンであった船舶による海上輸送量を2030年までに1億万トンに倍増する目標を掲げており、近い将来に輸送量に対する船舶の容量(船腹)が不足することが予想される。既に新造船ラッシュの声が上がっているが、それだけでは充足されず、現存の船舶の延命を余儀なくされることが予想される。

PCTCについては、税法上の減価償却期間が15年とされており⁽³⁾、この期間を耐用年数として就航、供用が行われている。つまり船齢を重ねたPCTCは建造当時の輸送対象貨物を想定して設計されているため、甲板強度も当時の貨物重量に合わせて建造されており、現在のニーズに合致しなくなっている。

今後は、既存船を現在のニーズに合致した積み付け方法の発案や補修を含めた改造を検討し、船腹確保に努める必要がある。

5.3 電気自動車(EV車)の海上輸送

近年、PCTCによる電気自動車(以下EV車)の海上輸送が増加傾向にある。国際エネルギー機関(IEA)によると、2021年末時点の電気自動車登録台数は指数関数的に増加している。(図18)

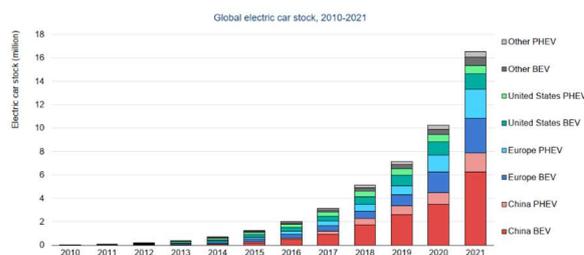


図18 “2021年末時点”でのEV車登録台数⁽⁴⁾

しかし、海上輸送が年々増加傾向にも関わらず、2019年から海上輸送中における火災が相次いでおり、EV車の潜在的な危険性が注目されている。

EV車の動力源に使用されているリチウムイオン電池は突然発火することがあるとされ、万が一発火してしまうと非常に高温に達するため消火が難しい。(図19)



図 19 洋上での PCTC 火災(ポルトガル海軍撮影)

リチウムイオン電池内部の電池セルに熱暴走を引き起こす主な原因を以下に示す。

- ・内部短絡
- ・外部短絡
- ・過充電
- ・加熱(電池セル以外からの発火による)
- ・複合要因

これらを踏まえ、ClassNK では「大型自動車運搬船における火災事故発生時の被害低減に向けた改善措置について ～固定式泡消火装置の効果的使用に向けて～」と題し、テクニカルインフォメーション TEC-1239 を 2021 年に発行している。

また発火防止策として、以下のような独自の安全輸送対策を講じている船会社もある。

- ・新車 EV 車のリチウムイオン電池の充電量を 50%以下にして輸送する(積み付ける)
- ・特定区画に積み付け
- ・ホールド内に監視カメラを設置する

しかしながら、未だ厳密な火災原因の解明がなされていないため、大部分の船会社が中古 EV 車に関しての海上輸送を禁止している現状である。

全世界を上げて環境問題に取り組む昨今において、今後はガソリン車の大半は EV 車に移行されるであろう。モーダルシフトを推進させるためにも、EV 車の発火原因の更なる究明と、安全に輸送できる方法の立案・確立が必要である。

6. 結び

本報告では、現在の物流・運送業界を取り巻いている 2024 年問題に着目し、モーダルシフトを進める上で考え得る自動車の海上輸送における課題を提案した。

商船にとって、船舶の安全運航は至極当然の事であり、運航の意義は“できるだけ多く貨物を輸送し、たくさんの運賃を得る事”であると筆者は常日頃から考えている。そのためには、よく貨物を知り、そして物流に対してストイックであることが必要ではなかろうか。

時代は令和になり、めくるめく経済情勢の中、海上輸送も革新の時期を迎えている。我々商船系の教員は、そのような時代を担える海技者を多く世に送れるよう、研究・教育活動に一生懸命励む必要がある。

7. 引用文献

- (1)国土交通省「2024 年問題について」資料 1
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001620626.pdf>
 (最終アクセス日:2024 年 1 月 19 日)
- (2)国土交通省 HP 物流:モーダルシフトとは
<https://www.mlit.go.jp/seisakutokatsu/freight/modalshif t.html>
 (最終アクセス日:2024 年 1 月 19 日)
- (3)国税庁:耐用年数・償却率表
<http://tool.yurikago.net/584/yurikago/>
 (最終アクセス日:2024 年 1 月 19 日)
- (4) IEA Report Global Electric Vehicle Outlook 2022
- (5)亀井志聖, “自動車運搬船の貨物積載時における甲板強度判定方法に関する研究”, 東京海洋大学大学院 博士学位論文, 1-23(2021 年)