技術講座

コンテナターミナルにおけるヤード荷役機械 (その1)

古 賀 孝 信 Takanobu KOGA

まえがき

本号から3回にわたり「コンテナターミナルに おける荷役機械」と題して、ヤード荷役機械の技 術講座を開講いたします。

コンテナターミナルの荷役機械は、コンテナクレーンとトランスファクレーン、ストラドルキャリア、リーチスタッカ、AGVなど、ヤード荷役機械と呼ばれている一群の機械設備からなり、コンテナクレーンに劣らず重要な位置を占めています。

さて、ヤード荷役機械を論じるには、まずヤード荷役システムから見ていかなければなりません。様々なヤード荷役システムの特徴、構成機器のヤードレイアウトに及ぼす影響などを理解することにより、使用されている荷役機械の構造や機能について、その必然性および今後の開発方向などが理解できると思われるからであります。

ヤード荷役方式として、トランスファクレーン 方式、ストラドルキャリア方式およびオンシャーシ方式の三つがあることは良く知られているところであり、それぞれの荷役方式の特徴や機器構成については過去に幾つかの解説書もでております。しかし、各々の方式によりヤードの配置(ヤードレイアウト)をどのように計画すればよいのか、或いはオペレーション上の特徴は何か、といったような解説は余り見ないように思います。そこで本技術講座シリーズでは、まずこれら主要な荷役方式におけるヤードレイアウトの考え方やオペレーション上の特徴などについて触れ、その後、個々の機械の基本と構造についての解説を掲載する予定です。 以下に,本技術講座シリーズの掲載予定項目を 示します。

第1回 1. ヤード荷役方式

1.1 トランスファクレーン方式

1.2 ストラドルキャリア方式

1.3 オンシャーシ方式

1.4 その他の荷役機械

第2回 2. ヤード荷役機械

2.1 ヤード荷役機械の分類

2.2 トランスファクレーン

第3回 2.3 ストラドルキャリア

2.4 リーチスタッカ

2.5 フォークリフト

2.6 ヤードトラクタ

2.7 シャーシ

2.8 AGV

1. ヤード荷役方式

1.1 トランスファクレーン方式

1.1.1 概要

米国コンテナマリンライン社が最初に採用した ことから、コンテナマリンライン方式とも呼ばれ るこの方式は、門形形式のトランスファクレーン とヤードシャーシを組み合わせてヤード荷役を行 うものである。トランスファクレーンの形式に、 ラバータイヤ走行式とレール走行式があり、それ ぞれ異なったオペレーション上の特徴を有してい る。

我が国では、レール走行式の使用例は1件だけ であり、通常はラバータイヤ式を指す。

ラバータイヤ式は,車輪を直角に回転させ,機体の向きを変えることなく,直交する二方向に走

进

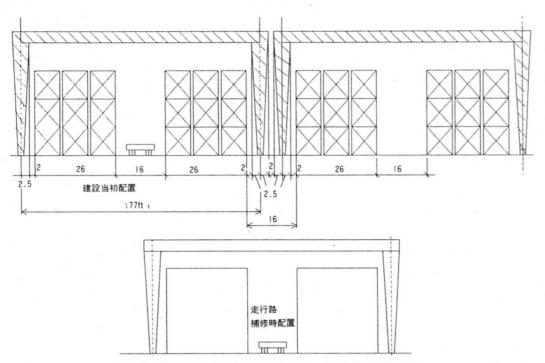


図-1 我が国におけるトランスファクレーンスパン決定の経緯 トランスファクレーン走行路の補修が必要になった場合は、下図のようにコンテナ3列分だけクレーンを移動させ、シャーシ通路と入れ替えて荷役続行しながら路面補修を行う

行することができるようになっており,作業ブロックを自由に変更しながら荷役を行うことができる。

コンテナの積み付け保管とシャーシへの受け渡しをトランスファクレーンが分担し、コンテナの 運搬はシャーシが行う。シャーシは元々運搬車両 でありコンテナを長距離運搬することは得意であ る。一方トランスファクレーンの方はコンテナを 高積みすることにより大きな蔵置能力を得ること ができる。したがって本方式は大きな蔵置能力を 必要としコンテナの運搬距離が長い大規模ターミ ナルに対して効果を発揮するものである。

以下、ヤードレイアウトに対する考え方やオペレーション上の特徴について述べる。

1.1.2 ヤードレイアウト

(1) ラバータイヤ式トランスファクレーンのス パン

本方式では、トランスファクレーンのスパン (左右両脚の中心間距離) がレイアウトを計画するときの基本寸法となる。

ラバータイヤ式トランスファクレーンは、コンテナ5~7列とシャーシ通路1列を跨ぐようにそのスパンを決めたものが一般的である。我が国ではコンテナ6列とシャーシ通路1列を跨ぐ77ftス

パンを標準にしているが、このスパンは次のよう な経緯を経て決定された。

昭和40年代前半, 当時の京浜・阪神両外貿埠頭 公団は、ストラドルキャリアの車輪荷重をベース に、設計車輪荷重を10トンとしてコンテナターミ ナルのヤード舗装設計を実施していた。昭和44 年,大阪南港コンテナヤードに我が国最初の大型 トランスファクレーン(それ以前の実績は神戸摩 耶埠頭における36ftスパンの小型のものであっ た)を導入するに当たって、その車輪荷重が問題 となった。米国生まれのこの機械の車輪荷重は, 約40トンもあり、舗装設計荷重の4倍という過大 なものであった。種々検討の結果, 車輪を1脚当 たり2輪とし、それでも設計荷重の2倍となる点 については、ストラドルキャリアと比較してその 交通頻度がはるかに少ないことから、舗装寿命と してストラドルキャリアとほぼ同等であろうとの 解釈の下、機械の導入が認められた。しかし、万 一予想に反して舗装寿命が短かった時に, ターミ ナルを閉鎖することなく補修工事を行うことがで きるように、図-1に示すようなヤードの使い方 をすることが条件であった。コンテナ6列を跨ぎ この条件を満足するスパンとして,必然的に77ft が導き出された。

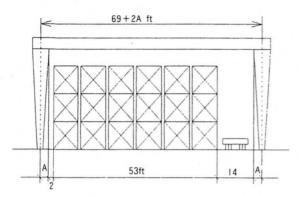


図-2 トランスファクレーンスパンの一般的な決め方本図ではコンテナ間隔を1ftとしているが, 1.5ft, 400mm等の例もある

走行路の補修という理由ではなく, オペレーシ ョン上の理由から、図ー1のようにコンテナを3 列ずつに分け中央にシャーシ通路を設ける考え方 もあり、実際にそのような配置が採用された例も ある。しかし、オペレーション上の理由だけであ ればシャーシ通路幅は14ftでも走行可能であり. 必要スパンは75ftでよいことになる。また、コン テナを片側に6列配置しその横にシャーシ通路を 設ける場合もスパンは75ftあれば荷役は可能であ る。しかし、理由は何であれいったん決めたスパ ンによってレイアウトされたヤードの変更は困難 であり, 以後77ftは我が国における事実上の標準 となって今日に至っている。したがって77ftスパ ンは日本独特のものであり、日本からの輸出或い は技術指導によるものの他には、外国では77 ftは 存在しない。

一般的なスパン決定の考え方を図-2に示す。

(2) シャーシの動線とコンテナ配列

本方式では, コンテナの長手方向を岸壁に平行 に合わせるのが一般的であるが, その理由は下記 による。

- ① シャーシでコンテナの運搬を行う本方式では、運搬距離の長さは余り問題にならない。
- ② ストラドルキャリアと異なり、本方式では 外来シャーシもトランスファクレーン下まで 進入してくるため、本船荷役に従事するヤー ドシャーシとの混在が生じる。
- ③ コンテナブロック内では、外来シャーシと ヤードシャーシの走行方向を一致させなけれ ばならない。(ブロック内通路は1車線であ り、対面交通はできない。)

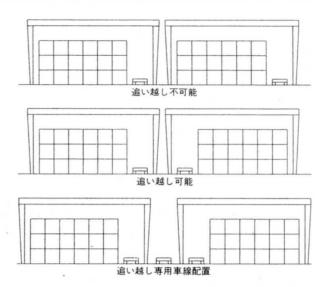


図-3 トランスファクレーンシステムにおけるコンテナブ ロックの構成パターン

④ 上記各条件を満足するにはシャーシを岸壁 に平行に走らせる,岸壁平行レイアウトが自 然であり,シャーシの動線をシンプルにする ことができる。

(3) 列替え通路

トランスファクレーンの列替え通路は通常シャーシの岸壁直角方向走行路と兼用しており、その配置決定に際しては、コンテナブロック内におけるシャーシの滞留が生じないようにしなければならない。コンテナブロックの構成パターンは図ー3に示すような種類があるが、シャーシの追い越しが可能なコンテナブロックの構成であれば、ブロックの長さが長くてもその中におけるシャーシの滞留は生じないが、追い越しができないブロック構成の場合はブロックの長さを適当に区切り、同一ブロック内におけるシャーシの滞留が発生しない(発生を最小限に押さえる)ようにしなければならない。

(4) レール走行式におけるレイアウト

レール走行式は、同一軌道上を反復走行するもので、列替えができないところがラバータイヤ式との違いである。列替えができないことから、そのスパンをできるだけ大きくし、作業レーンを少なくすることにより、クレーンの稼働率の向上を図るなければならない。また、スパン内にシャーシの通路を設けると、シャーシの動線がクレーンレールと交差することになるので、クレーンの構造をカンチレバ付きとし、シャーシ通路をクレー

ンレールの外側に配置するのが普通である。

シャーシ並びにクレーンの走行方向を岸壁に平 行に合わせるのはラバータイヤ式と同じである。

1.1.3 オペレーション上の特徴

(1) スタッキングガイドの開発

本方式を採用する目的は, ①コンテナを高積みすることによる大きな蔵置能力の確保, ②自動化, のいずれか又は両方であることが多い。

コンテナの高積みをするためにクレーンの揚程が増加し、それに応じて高速巻き上げ速度が要求される。しかるにコンテナを積み重ねる作業は位置合わせに時間が掛かり、高積みとなるとその回数が多くなるから折角の高速性が生かされなくなる。この点を改善するため、スタッキングガイドと称される特殊なガイドが考案され、位置合わせ時間の短縮が図られるようになってきた。

(2) コンピュータによるスタッキングプランランダム取り出しが要求される搬出荷役では、コンテナを高積み保管したことによる下段コンテナ取り出しのための山繰り荷役が避けられないが、搬入荷役では、あらかじめ判っている本船へのコンテナの積み込み順序に基づいたスタッキングプランを立案し、それにしたがって搬入作業を行うことにより、高積み保管を行っても山繰りせずに本船荷役を行うことが可能である。ただし、大量のコンテナを対象として、短時間の間に適切なスタッキングプランを立案するのは、経験に基づく適切なロジックと、これを作動させるコンピュータの助けなくしては達成できない。

(3) 自動化

トランスファクレーンは決まった通路を直線走行するから自動運転化が容易であり、無線通信などを利用した情報伝送の自動化、或いはコンテナの無人搬送を行う AGV などとの組み合わせにより、相当高度なヤード荷役の自動化が可能となってきている。かつては、自動化達成のためには、不安定な無軌道走行によるラバータイヤ式よりも軌道上を安定して走行するレール走行式が有利との考えがあったが、ラバータイヤ式に対する自動直線走行制御技術の発達により、現在では両者の差は殆ど無いものと見て良い。

1.2 ストラドルキャリア方式

1.2.1 概要

海上コンテナ輸送のパイオニアとして、シーランドと並び称される米国マトソン社が考案したことから、マトソンシステムとも呼ばれる本方式は、世界で最も多く使用されているヤード荷役方式である。

1台の機械で、コンテナの移動、シャーシへの 受け渡し、ヤードにおける積み付け保管など、本 船への揚げ積み荷役以外ヤードにおける必要な作 業をすべて行うことができる。

当初は、2~3段程度の積み重ねを行うことができるストラドルキャリアが使用されており、比較的小規模のターミナルで採用されていたが、最近では4~5段積みの機械も使用されるようになり、特にヨーロッパにおいて、大規模ターミナルでも使用されている。

以下、ストラドルキャリア方式によるヤードレイアウトの考え方並びにオペレーション上の特徴などについて述べる。

(1) 大型化によるヤードレイアウトへの影響

1.2.2 ヤードレイアウト

ストラドルキャリアの基本機能は、コンテナを幅方向に1列跨ぎ、これを吊り上げて移動したりシャーシへの積み込み(或いは取り卸し)作業を行うもので、コンテナを高く積み上げる作業は、取り扱い数の増加に伴う蔵置能力の拡大という要請に応じて二次的に発生してきたものと解釈できる。コンテナをより高く積み上げるために機体全体の高さが高くなり、運転室の位置も高くなりそれだけ運転しにくくなってくる。機体を支える脚部構造も頑丈で大きな寸法になり、脚部が通過するのに必要な通路の幅も大きなスペースが必要になってくる。さらには、機体重量が増加し、車輪の数を増やしたり、場合によっては車輪荷重の増

したがって、一概にストラドルキャリアと言っても、その機種によりヤードレイアウトに必要な基本寸法が異なり、ヤード舗装に適用する設計車輪荷重も異なってくる。図ー4に本方式によるヤードレイアウトに必要な基本寸法の一例を示す。

加につながる。

(2) 作業動線の最短化

本方式によるヤードレイアウトで最も重要なことは、ストラドルキャリアの作業動線を最短にすることである。ストラドルキャリアは、コンテナの積み付け保管と移動運搬の両方の作業を行うが、運搬作業だけとって見れば、同じ運搬を行うシャーシに比べてかなり高価な機械と言える。トラクタ+シャーシの価格が約一千万円であるのに対し、ストラドルキャリアはおよそ10倍の価格である。したがって、コストパフォーマンスの悪い運搬作業の時間をミニマイズして、経済的効果を高めるよう配慮しなければならない。この点まり、通常本方式では、ヤードと岸壁側作業場所との距離を最短にするよう、コンテナを岸壁に直角に配列するレイアウトが多い。

(3) 適正なコンテナブロック構成

コンテナ積み付けブロック内における,コンテナとストラドルキャリア脚部の間隔は最小限に設定されていることが多いから,ストラドルキャリアがコンテナの積み付けブロックの中を通過するときは,機体とコンテナの接触を避けながら走行するために速度を抑えて運転することになる。したがって,コンテナブロックの長さが余り長いと作業能率の低下につながる。このため,ヤード全体の広さや地形を勘案しコンテナブロックの大きさを適当に決定しながら,ヤードレイアウトを計画することになる。

(4) トランスファポイント

ストラドルキャリアは、既に述べたように1台の機械で様々な作業を行う万能機械であるが、コンテナを吊り上げた状態での総重量が60トン~100トン近くにも及ぶ重機械であり、運転室の位置が高く視界も良好とは言えない。したがって、その動線上で外来シャーシなどとの交錯があると極めて危険であるから、コンテナの搬出入に際して外来シャーシに対する受け渡し作業を行う場所(トランスファポイント)をできるだけヤード後方のゲートに近い位置に配置する。

(5) ヤード舗装

ヤード舗装は、約10トンの設計車輪荷重を考慮 し、アスファルトコンクリートによる重舗装が適 用されるが、トランスファポイントの部分はとく

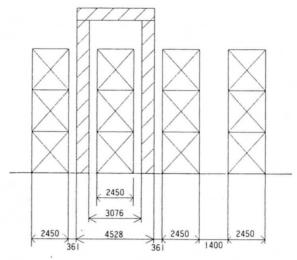


図-4 ストラドルキャリアシステムによるレイアウト上の 基本寸法の一例 コンテナ間隔「1400」は、機体の脚部寸法により変化する

にコンクリート舗装など他の部分より対磨耗性の 高い舗装が行われることが多い。トランスファポ イントは、ストラドルキャリアが起動停止などを 含む作業を繰り返し行うからヤードの他の部分に 比べて路面の磨耗が激しいからである。

1.2.3 オペレーション上の特徴

(1) 高い機動性

ストラドルキャリアは1台で多様な作業を行う機動性の高い機械である。そのため使い方に自由度があり、ランダムな作業にも強いことから、比較的簡単な作業計画によりターミナルオペレーションを行うことができる。またストラドルキャリア1台あれば、最小限の作業はできるので、小規模のターミナルにおいて好んで使用されている。

(2) 自動化の促進

大規模ターミナルでは、取扱量の増加に伴いコンテナ積み段数が増加し、その結果下積みコンテナの取り出しのための山繰り荷役が増加するという事態がふえてきた。同時に機体の大型化も進行し、運転手の作業環境が低下している。このような事態に対処するため、作業計画やそれに基づく作業命令伝達の自動化を進めるなど、山繰り荷役の極小化や作業環境の改善への配慮が必要となり、ストラドルキャリアを対象としたターミナルの自動化が検討されるようになってきた。無線による情報伝達技術やトランスポンダの開発などが本システム自動化の促進を容易にしている。英国サザンプトン港では、このような情報伝送の自動

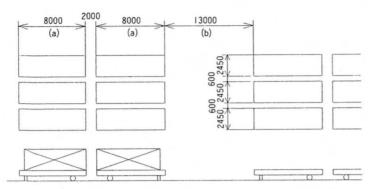


図-5 オンシャーシシステムによるレイアウト上の基本寸法一例 コンテナ/シャーシサイズが変わればa,bの寸法が変わる

化を進めた結果,作業員一人当たり取り扱う数で 表した作業能率を 5 倍近くも改善できた(Cargo Systems 1994年10月号)と報じている。

1.3 オンシャーシ方式

1.3.1 概要

アメリカのシーランド社が考案したのでシーランド方式とも呼ばれるこの方式は、ヤードトラクタ以外一切ヤード荷役機械を必要としない。コンテナはストリートシャーシ(或いはロードシャーシとも呼ばれる)に積載された状態でヤードに保管され、本船荷役の時はヤードトラクタが所定のシャーシを牽引してコンテナ(或いは空のシャーシ)を岸壁のコンテナクレーン下まで移動する。

多段積みができないので、広大な蔵置面積を必要とすること、完全なフリーピックアップができるので船積み計画や搬出入作業が容易であることなどが、代表的な特徴として知られている。

以下,本方式によるヤードレイアウトの考え方 やターミナルオペレーションの特徴等について述べる。

1.3.2 ヤードレイアウト

(1) 各サイズ毎のシャーシ保管台数の決定

本方式では、シャーシの寸法がヤードレイアウト計画時の基本寸法となる。シーランド社はもともと長さ35ftという独自のコンテナを使用していたから、シャーシも35ft用だけで良かった。しかし一般的には、コンテナのサイズに合わせてシャーシのサイズも変わるので、ヤードレイアウトに際してまず保管するシャーシのサイズ毎の台数の割合を決定しなければならない。

ストラドルキャリアやトランスファクレーンの

ようにコンテナを直接地面に置く方式では、20ft用スペース 2 個を使い40ftコンテナ1個を置くことができるので、ヤードレイアウト計画時にコンテナサイズの割合を考慮する必要がない。この点が、ヤードレイアウト計画時点でオンシャーシ方式が他の方式と異なる点である。

(2) シャーシ配置

シャーシサイズの割合が決まったら, それぞれのシャーシに必要な保管スーペ

スに基づきヤードマーキングをレイアウトしていくことになるが,その際の基本寸法の例を図-5に示す。

シャーシの並べ方は,ストレート式とヘリング ボーン式があり、ヤードの形状・寸法により,適 している方を選択する。

1.3.3 オペレーション上の特徴

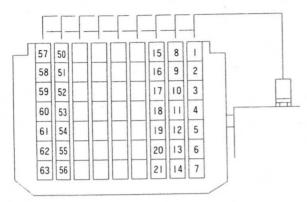
(1) ターミナルゲートの無人化による24時間搬 出入作業

本方式では、本船荷役時はヤードトラクタがシャーシの移動を行うが、搬出入作業は荷主が手配する外来トラクタが直接シャーシの移動(搬出入)を行うことになる。したがって、ターミナルゲートさえ通過可能状態になっておれば、ターミナル側の関与なしに、いつでもコンテナの搬出入が可能である。

この点より、ターミナルゲートに、たとえば無人駐車場における駐車券の発券機のような装置や、シャーシ或いはコンテナ番号の自動読み取り装置を備えるなどしてゲートの無人化を図ることにより、容易に24時間通過可能のターミナルとすることができる。

(2) デュアルサイクルによる本船荷役

コンテナとシャーシが1対1にセットされてヤードに保管される本方式では、本船揚げ積みをシングルサイクルオペレーション(揚げ又は積みだけの荷役)で行った場合、揚げコンテナ用の空シャーシと積みコンテナを積載したシャーシの両方を予めヤードに保管しておく必要がある。これに対し、デュアルサイクル(積み荷役サイクルの復路で揚げ荷役を行う)により、積みコンテナを本船に積み込んだ後空になったシャーシに揚げコン



荷役順序 1から7まで揚げ荷役。7を積み8を揚げ, 6を積み9を揚げ,以下繰り返し。56を積み 57を揚げ,57から63まで積み荷役

図-6 デュアルサイクルによる揚げ積み荷役順序の一例

テナを積載してやれば、シャーシの数並びにこれを保管するスペースが半分で済むことになる。もちろん、本船荷役は最初はコンテナの揚げ荷役から開始されるが、図ー6に示すような手順に従えば最初と最後の数個だけがシングルサイクルとなり、大多数のコンテナはデュアルサイクルによるオペレーションが可能となる。デュアルサイクルの実施が可能か否かは、本方式の採用を決定する大きな要因である。最近のようにコンテナサイズの種類の多様化或いはスペースチャータや本船寄港数の増加が原因で、図ー6に示すような、デュアルサイクルに都合の良い本船内積み付けが困難となっている状況では、本方式の採用は極めて割高となろう。

(3) その他

上述したこと以外の点で,本方式に関する特徴 的なことを列挙する。

- ① ヤードトラクタは,低速で,各種の法令・ 規格・基準にしたがう必要のない低コストの ものでよいが,我が国では需要が少ないため この要求に対応するモデルは製造されていな いようである。
- ② ヤードの舗装は通常の道路舗装と同じもの

でよく,他の方式に比べてその単価は最も安い。ただし,広大な面積を必要とするから, 舗装費用の総額は必ずしも安くなるとは言えない。

③ コンテナに加えてシャーシも船社の所有となり、その保管・管理・維持・補修が必要となる。シーランド、APLなど米国船社はこれらの作業の合理化・省力化のためコンテナやシャーシ番号の自動認識システムの開発に早くから力を注ぎ、米国内においてはそれらのシステムを稼働させている。

1.4 その他の荷役機械

1.4.1 フォークリフト

主として空コンテナ置き場における荷役方式に 多く使用される。

任意取り出しが要求される場合は、図-7に示すようにコンテナ2列毎にフォークリフトの通路を配置する必要があり、土地利用効率が悪い。空コンテナは任意取りだしの要求が低いので図-8に示すようにブロック積みを行っている。

ダメージコンテナの処理など補助的な作業として,実入りコンテナの荷役を行っているところもある。

1.4.2 リーチスタッカ

基本的にはフォークリフトと同じ使い方をするものであり、ヨーロッパや東南アジアなどでよく使用されている。フォークリフトはコンテナに正対して荷役を行うが、リーチスタッカはスプレッダを旋回させることにより、コンテナに対して斜めから接近して荷役を行うことが可能であり、不定形地形のヤードでのレイアウトがやりやすい。また、条件付きながら手前から2列目のコンテナの荷役も可能であり、シャーシと鉄道貨車の積み替え作業などに適している。

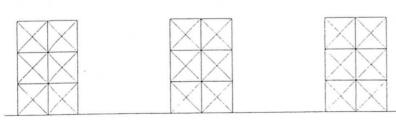


図-7 フォークリフトシステムにおける任意取出しを可能とするコンテナ配置

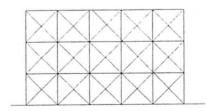


図-8 フォークリフトシステムにおけ るブロック積みコンテナ配置

技術講座

コンテナターミナルにおけるヤード荷役機械 (その2)

古 賀 孝 信 Takanobu KOGA

2. ヤード荷役機械

2.1 ヤード荷役機械の分類

前号では、ヤード荷役機械をそれらが使用される荷役システムの面から解説し、各々のシステムはそれぞれ運搬機能、保管機能並びに積み替え機能により構成されていることを述べた。ここではヤード荷役機械を、これらシステムを構成する要素毎に分類してみた。

運搬機能:

- 1) ヤードトラクタ+シャーシ
- 2) AGV
- ストラドルキャリア、フォークリフト、並びにリーチスタッカ

保管機能:

- トランスファクレーン、ストラドルキャリア、フォークリフト並びにリーチスタッカ
- 2) ロードシャーシ

積み替え機能:

- 1) トランスファクレーン
- ストラドルキャリア、フォークリフト並び にリーチスタッカ

運搬機能における AGV はヤードトラクタがシャーシと一体となって無人化されたもので、今後世界各地のターミナルに登場してくると思われる。ストラドルキャリア、フォークリフト等は、シャーシと組み合わせて使用する場合は積み替え機能設備となるが、単独で使用される場合は運搬と保管機能を併せ持つことになる。

保管機能におけるロードシャーシは、オンシャーシシステムにおいてのみ使用されるものである。

積み替え機能におけるトランスファクレーンは 専ら積み替えと保管に使用されるが,ストラドル キャリア等は運搬並びに保管機能をも併せ持って おり、使用場所の状況に応じて使い分けられる。

2.2 トランスファクレーン

2.2.1 概要

保管と積み替えを目的とするこの機械は、橋形 クレーンに分類されるもので、巻き上げ、横行並 びに走行装置を有し、スプレッダによりコンテナ を上方から吊り上げて、ヤードへの積み付け、積 み重ねあるいはシャーシへの積み替えを行う。

構造を大きく分類すると,

- ① 走行車輪がゴムタイヤ式で無軌道路面上を 走行するもの(ラバータイヤ式)
- ② 走行車輪が鋼製でレール上を走行するもの (レールマウント式)

に大別される。

レールマウント式はさらに,カンチレバーを有するものと有しないものがあり,用途により使い分けられる。

レールマウント式トランスファクレーンに近い 荷役機械として、オーバヘッドクレーンがある。 トランスファクレーンの脚部を切り離し、その代 わりに専用のランウエイガーダを設けたもので、 これはレールマウント式トランスファクレーンの 一種と見ることもできる。

以下これら各種トランスファクレーンの構造, 特徴,用途などについて述べる。

2.2.2 ラバタイヤ式トランスファクレーン

(1) ラバタイヤ式トランスファクレーンの生い 立ち

もともとは米国において、鉄道積み替え用荷役機械として開発されたもので、1960年代初頭に28 ft~38 ft スパンのものが製作されている。1966年には64 ft スパンのものが製作され、シカゴの鉄道ターミナルに納入されたが、このタイプが翌1967年ノーフォーク港にて、コンテナ5列を跨ぎシャーシとの積み替え荷役を行うトランスファクレーンとして使用された。

我が国では、1968年に神戸港摩耶埠頭に設置されたのが最初であり、スパン36 ft、コンテナ2列を跨ぎ、フルステアリング機能を備え道路を自由に走行するタイプであった。

フルステアリング機能は、元々の利用目的であった鉄道貨車への積み替え荷役において、鉄道レールの曲線部に沿った走行を可能とするために装備されたものであり、整然と区画されたコンテナヤードでは本来不要なものである。

たまたま我が国で最初に使われた神戸摩耶埠頭 のコンテナヤードの地形が、お互いに離れた 2 か 所のヤードが曲線を有する道路でつながれていた ため、両ヤードを移動しながら荷役を行うために フルステアリングが必要であった次第である。

しかし、このことが我が国独特のトランスファ クレーンのスペックの一つを作る原因となった。

これはスプレッダの小旋回装置の出現である。 このことは後で再度触れるが、米国で鉄道ターミナル用として使用されていたフルステアリング機能を装備したトランスファクレーンは、クレーン本体の向きと荷役対象のコンテナまたはトレーラの向きが合致しないことが多いため、トロリにスキュー機能を設けて位置合わせ作業を容易にしていた。我が国で最初に使用された機械も、左右に各23度スキューできるトロリを装備していた。

一方、米国のコンテナターミナル用としては、フルステアリング機能を装備しないで直角ステアリングによりコンテナブロックを移動するタイプが使用されていたが、このタイプは直線走行しかしないのでトロリにもスキュー機能は装備されていたかったのである。

ともあれ、このような状況を経て我が国におけ

るラバータイヤ式トランスファクレーンの使用が 開始されたのである。

ラバータイヤ式には、レール走行式の一般のクレーンとは異なる幾つかの特徴がある。以下それらについて述べる。

(2) スパンの決定方法

トランスファクレーンは、シャーシ1列と複数 列のコンテナを跨ぎながら、積み替え荷役を行う 機械であるから、コンテナを何列跨ぐかでスパン が決定される。ではコンテナ列数は何を基準に決 めるかということになるが、次の3点ほどがその 決定根拠となる。

- ① ヤードの奥行き
- ② コンテナ積み付け時の必要な仕訳の度合い
- ③ クレーン自重と車輪荷重

ヤードの奥行が与えられれば、スペースを最も 有効に利用できるようなスパンを選択すべきであ り、この点からコンテナ列数が決定される。例え ば77 ft スパンにこだわって、6 レーンの作業レー ンと 0.7 レーン分の余剰スペースができるよりも (合計36列)、65 ft スパンにすることにより 8 レ ーン(合計40列)のレイアウトができれば、その 方がスペースを有効に利用したことになる。

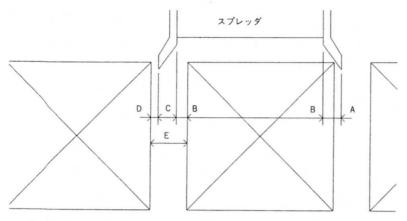
コンテナ積み付け時の必要仕訳の度合いは,実際には単純に決められるものではなく,できるだけ多くの仕訳ができるレイアウトが望ましいから,この点からはコンテナ列数は多いほど有利となる。

しかし、むやみにコンテナ列数を増やしても、 クレーン自重が増大し、車輪荷重も大きくなり現 実的な設計ができなくなる。

ラバータイヤの場合は、タイヤ自体の許容荷重 限界もあり、走行路面側の荷重限界と併せて、クレーン自重の限界となる。車輪数を増やすことで タイヤの許容荷重限界はクリヤできるとの見方も あるが、タイヤ数の増加はクレーン脚部の限界寸 法の増加につながるから自ずから限界がある。

コンテナ列数を決定すれば、各コンテナ間のクリアランス、シャーシ通路幅、クレーン脚部の限界寸法等を決めることによりスパンが決定される

コンテナ間のクリアランスは, 当初は1ft とし



C=A+B E=B+C+D=A+2B+D 初期の考え方:B=150mm とし、A=0 、D=0 従って E=300mm 余裕を持った考え方:A=50mm 、B=150mm 、 $D \ge A$ 従って $E \ge 400$ mm 図-1 ガイドフリッパ寸法とコンテナ間隔

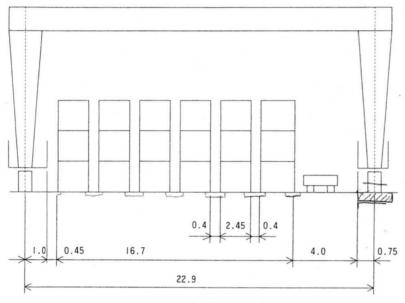


図-2 スパン決定の一事例

ていたが作業効率を上げるためにスプレッダのコーナガイドフリッパを大きくしたことに対応して、400~450mm程度に大きくしているのが現状である。ガイドフリッパの寸法とコンテナ間のクリアランスの関係は図-1に示すとおりである。

シャーシ通路幅は、13~14 ft とする。シャーシ 自体の車幅は 8 ft 強であり、米国では通路幅と して当初は12 ft を見ていたが、運転台横に取り 付けられている後方確認用のサイドミラーの張り 出し寸法が意外に大きく、コンテナへ接触する事 故がしばしば発生したために13 ft に広げて現在 に至っている。

クレーン脚部の張り出し限界は,保守点検用プラットホームや昇降用階段などにより決まってく

る。スパンを少しでも小さくしてヤードスペースを有効に利用するために,張り出し限界は小さいほど好ましいことは当然である。このためプラットホームを折り畳み式とするなど工夫が凝らされており,脚中心から内側並びに外側にそれぞれ760 mm~1000 mm 程度におさえられている。

これらの各要素を取りまとめスパンを決定した事例を図-2に示す。

ただし、現実には、トランスファクレーンを移設して異なった 2 か所以上のコンテナヤードで使用する可能性を考慮して、スパンをある標準値に設定して使用する考え方が強いためか、我が国では第1章で述べた77ftが標準値として採用されている。

(3) 走行とステアリング ラバータイヤ式トランスファク レーンの特徴の一つが走行とステ アリングである。

タイヤ式により無軌道路面を自由に走行することにより,特定の作業レーンに固定することなく作業の繁閑に応じて場所を移動しな

がら効率よく荷役を行うことができるのがラバータイヤ式のメリットである。しかし、無軌道走行ということは走行中に蛇行することがあり、運転士の操作により蛇行を修正しながら、コンテナに沿って直線走行を行う必要がある。フルステアリングの場合には自動車と同様に車輪の向きを操舵することにより容易に進行方向を制御できるが、元々直線を走らせることを目的に操舵輪を有しないトランスファクレーンでは、左右の車輪の回転数を相対的に変化させる方法により進行ファレンシャルステアリング方式と呼んでいるが、走行・がっくのパワーに余裕が無い場合は軌道修正能が必弱くなるので、走行モータ容量の決定に注意が必

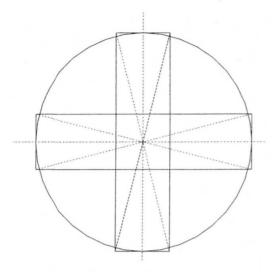


図-3 スピンターン



従来運転士の手動操作により行われていた軌道 修正制御を自動的に行うことを、TAS(トランスファクレーンオートマチックステアリングシステム)と呼んでいる。TASは、当初路面に誘導線を埋設した電磁誘導方式を採用していたが、舗装構造に存在する鉄筋との誘導障害の問題や、使用中に地盤沈下などの原因で誘導線が断線するなどの危険があり、最近では、ジャイロコンパスを利用した自律航行方式や、カメラにより路面上のマーカを検出しながら走行を行う光学式等が採用されている。

作業場所を移動するために、タイヤを90度回転させ、通常走行方向と直角方向に進行することを直角ステアリングまたは90度ステアリングと呼んでいる。これはクレーンを停止した状態で運転士の操作により全てのタイヤを据え切り状態で90度回転させるもので、通常油圧シリンダが用いられている。

直角ステアリングでは、クレーン自体の姿勢は変わらずに走行方向だけを 0 度と90度の 2 方向に走行させるものであるが、全てのタイヤを各々が対角線に対して直角になるように回転させた状態で走行すると機体はその場で 360 度旋回することができる。また、4 隅のうち1 隅だけを対角線に直角にし、残り3 隅は0 度並びに90度に固定した状態で走行すると、1 隅を中心とした旋回運動を行うことができる。このような運動をスピーンターン(図-3)またはインタメディエイトターニ

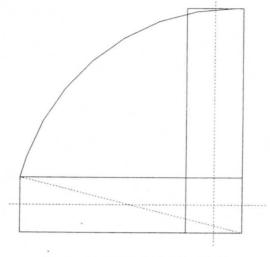


図-4 インタメディエイトターニング

ング(図-4)と呼んでおり、直角とは異なる任 意の方向へクレーンを走行させたい場合に採用さ れることがある。

(4) スキュー

直線走行をしているトランスファクレーンが, 自らの僅かな蛇行や相手方のシャーシの進行方向 がクレーンと平行でないなどの理由で,スプレッ ダとコンテナあるいはシャーシの向きを合わせる ためにスキュー動作を行うことがある。

先に述べたように、元来鉄道用に設計されたフルステアリング式トランスファクレーンには、直線走行が確保されないことへの教済措置としてトロリにスキュー機構が設けられた。しかしコンテナターミナル用として直線走行するように設計されたタイプにはスキュー装置は用意されていなかった。上に述べたような理由による若干の位置ずれはスプレッダやシャーシに設けられているコーナガイドで十分補正できると考えられたからである。事実米国ではスキュー機構を有しないトランスファクレーンが稼働している。

我が国では最初に稼働したクレーンがフルステアリング並びにスキュー機構を有するタイプであったため、その後に製作された直線走行用トランスファクレーンにもスキュー機構を有するトロリをそのまま流用してしまった。スキュードトロリと呼ばれた特別の構造を有するこのトロリは、当時ではトランスファクレーン用の特別のトロリと誤解された結果である。

いったん直線走行用に採用されたスキュー機構

は、これを無くすることに対してユーザ側からの 抵抗があり、現地実証試験などの検討を経て、現 在使用されている、左右各5度程度の小旋回を行 うことができるスプレッダ小旋回装置の誕生とな ったものである。

つまり、トランスファクレーンの出生地は米国 であるが、スプレッダ小旋回装置は日本で生まれ 米国へ逆輸出されたものである。

(5) タイヤの選定

ラバータイヤ式トランスファクレーンの車輪荷 重は、1 脚当たり40~50 t にも及ぶ大荷重であ る。通常タイヤを装備した機械は移動しながら作 業を行うから例え低速であっても動荷重としての 荷重がタイヤに作用する。一般にタイヤの許容荷 重は速度と関連づけて与えられる。つまり同じサ イズのタイヤであっても高速で使用した場合は許 容荷重は小さく、低速の場合は大きくなる。しか し速度 0. 即ち静荷重としてのタイヤの許容荷重 は与えられていない。トランスファクレーンはタ イヤの使用例としては特殊なケースであり、速度 0の時に最大荷重が発生する。1960年代、米国パ セコ社はタイヤメーカとトランスファクレーンの 特性を十分に考慮したタイヤの選定方法を確立し たが, 我が国ではタイヤメーカの理解を得ること ができず、メーカの保証無しの状態で過荷重でタ イヤを使用していた時期もあった。現在ではラバ ータイヤ式トランスファクレーンの使用実績も上 がっており、タイヤメーカもその特性についての 理解が深まり、トランスファクレーン独自のタイ ヤ選定方法が確立しているものと思う。

(6) 振れ止め

ラバータイヤで全荷重を支えているトランスファクレーンは本質的に不安定であり、常に機体が揺動している状態である。その上吊り荷がワイヤロープで支えられているから、トロリとスプレッダの間に有効な振れ止め機能がなかったら、吊り荷の揺動が激しく作業が著しく困難になる。従って、振れ止め装置はラバータイヤ式トランスファクレーンにとって極めて重要な機能である。

振れ止め装置は、従来振れ止め用ワイヤロープをトロリとスプレッダの間に3次元に張り、これに特殊な巻き上げ装置により常時張力を発生させ

その水平方向のベクトルにより振れ止め効果を得ていたが、最近ではクレーンの大型化(高段積み化)により、より強力な振れ止め装置が開発されている。

2.2.3 レールマウント式トランスファクレ ーン

(1) レールマウント式トランスファクレーンの 生い立ち

記録では、1968年にスパン約50mでコンテナを6段積みすることができるレールマウント式トランスファクレーンが豪州で多数採用されている。当時、豪州ではターミナル側がコンテナの搬出入プランを作成し、それに基づく荷役を行っていたため、高密度にコンテナを積み付けても荷役に支障がないことから、このような多段積みできる大型クレーンが採用されたものと思われる。

我が国では、1971年東京港大井埠頭に設置されたのが最初であるが、これはターミナル全体の自動化計画の一環として採用されたもので、それ以降他のターミナルでは採用されていない。もっとも鉄道用コンテナ荷役設備として、旧国鉄が特殊なレールマウント式トランスファクレーンを設置したが実稼働しないままに撤去されたため実績としては、大井埠頭一例だけである。

海外では,豪州以降1973年にイスラエルの Ashdod 港に採用されたほか,ヨーロッパ諸港で 採用されている。

東京港の例もそうであるように、多くの場合レールマウント式採用の理由は自動化を目的としたもの、あるいはターミナルに鉄道引き込み線があり、鉄道貨車へのコンテナの積み替え作業を目的としたものである。

(2) レールマウントトランスファクレーンの種類と構造

ラバータイヤ式は例えば77ftスパンのように, その寸法が標準化されているケースが多いが,レールマウント式では標準的寸法というものが無く,その都度目的に合わせた設計が成される。しかしその構造・形式等については幾つかの標準的な考え方がある。以下それらの代表的なものについて述べる。

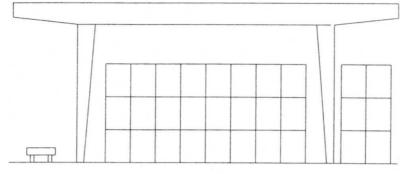


図-5 カンチレバー付きレールマウント式トランスファクレーン

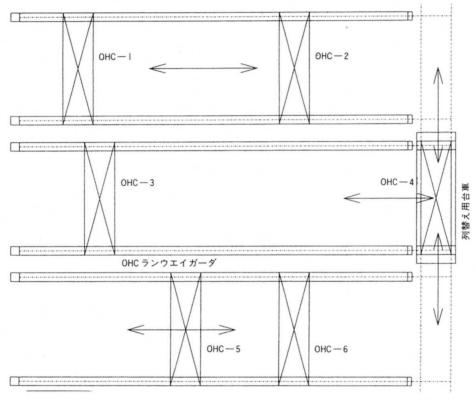


図-6 列替え可能オーバーヘッドクレーン配置図

1) カンチレバー型

まず構造物の形式であるが、図-5に示すようなカンチレバーを有するものと、カンチレバーを有しないものに分けられる。鉄道貨車やシャーシとクレーンの走行レールの平面交差を避ける目的から、カンチレバーを設けて鉄道またはシャーシレーンをカンチレバー下に配置するのが普通の考えである。

2) トロリー形式

次に、トロリーの形式であるが、貨車にコンテナを積み込む場合、コンテナのドアの向きを相互に反対方向に向けてドアの開閉を行えるようにする積み方、あるいはその逆の積み方などがあり、いずれの場合もコンテナを 180 度回転させる必要

がある。このため、鉄道積み替え用に計画される ものは360度旋回可能なトロリーを備えているも のが多い。

3) 列替え可能オーバヘッドクレーン

専用のランウエイガーダ上を走行するオーバへッドクレーンもレールマウント式の1種と見ることができる。このタイプで香港で稼働中のクレーンの配置を図ー6に示す。このクレーンの特徴はレール走行式でありながら列替えができるようになっていることである。図に示すように、専用の列替え台車によりオーバヘッドクレーンはその作業レーンを変更しながら作業できるようになっている。

技術講座

コンテナターミナルにおけるヤード荷役機械 (その3)

菅 田 方 士 Takashi SUGATA

2.3 ストラドルキャリア

2.3.1 概要

ストラドルキャリアは、コンテナリゼーション の初期に米国のマトソン社によって導入されて以 来、種々の改良を経て現在に至っている。

その機械の基本的構造特徴は一貫しており、2 つに集約される。即ち、

- (1) ストラドルキャリアの「STRADOL」は, 英語の「またがる」の意であり, 車体のフレ ーム構造は, コンテナを跨ぐ門形構造となっ ている。
- (2) 自らコンテナを積載、段積みなどの荷役と 運搬を同一車両でできる。

現在国内で使用されているストラドルキャリア を図-1に示す。

ストラドルキャリア方式のヤードのレイアウト の考え方、オペレーション上の特徴などについて は、既に述べられているが、キャリアを選定する 時の重要な項目について以下に述べる。

2.3.2 最大積載・通過段数

最大積載段数とは、ストラドルキャリアがその 荷役装置(スプレッダ)を用いて地面上に積み上 げることができる最大段数であり、最大通過段数 とは、ストラドルキャリアがコンテナを吊り上げ た状態で、地面上に置かれたコンテナ段を跨いで 通過できる最大の段数をいう。最大通過段数は、 通常、運転室や運転室のあるフレームの下面高さ などによって制約される。構造上、最大積載段数 と最大通過段数は、必ずしも一致しない。図-1 に示す型は、4段積み・3段通過型ストラドルキ ャリアといい,国内でよく使用される。

2.3.3 最大荷重

スプレッダに吊り下げて、安全に荷役・運搬できるコンテナ貨物の最大重量をいう。コンテナの最大重量に合わせて、最大荷重は30.5 t を表示しているものがほとんどである。

2.3.4 最大揚程

最大荷重のコンテナを吊り、スプレッダを最高 位置まで吊り上げた場合の地面からコンテナ上面 までの高さをいう。

3 段積み用キャリア、4 段積み用キャリアは、 9フィート6インチ高さのコンテナをそれぞれ、 3 段、4 段積んだ高さに、約50cm の高さの値を 加えたのが一般的である。

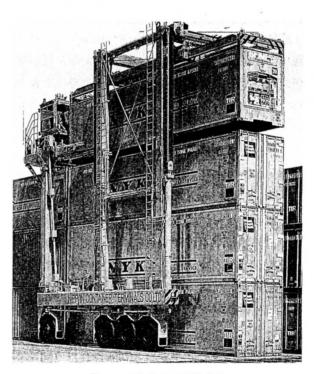


図-1 4段積み・3段通過型

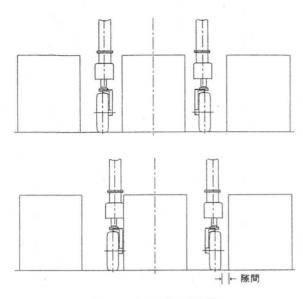


図-2 車両全幅と通路幅

2.3.5 全長, 全幅, 内幅, 全高

これらの寸法は、ガントリークレーン寸法(桁下高さ)やコンテナヤードのレイアウトなどと密接な関係にある。特に門形をなしているフレーム構造の内幅、外幅(全幅)は、ストラドルキャリア方式のヤードレイアウト、特に、門形フレームがコンテナを跨いで通過するための通路幅(コンテナとコンテナとの横の位置関係)を決めるために重要である。通常、門形フレームの内幅は3~3.1m、外幅は4.5mとなっている。通常幅は、ストラドルキャリアの内側の一方にフレームが、跨いでいるコンテナ側面に接触しても、他方の外側フレーム側面が、隣のコンテナ面との間に隙間があるように決められている(図-2)。国内での通路幅は、1.5~1.7mが多く使用されている。

2.3.6 スプレッダ

コンテナを吊り下げる装置として、門形フレームの内側にチェーンで支持されたスプレッダを取り付けている。スプレッダは、20ft および40ft のコンテナに対応するため、伸縮できるテレスコピック式が用いられている。国内ではほとんど流通していないが、45ft型のコンテナを取り扱いできるものもある。また、降雪地域のコンテナヤードで、上部に雪の積もったコンテナを取り扱えるように、スプレッダ四隅の脚部を長くしたものもある。

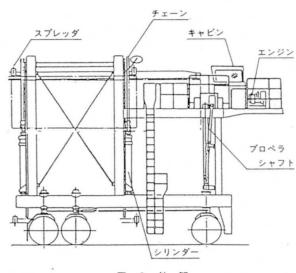


図-3 外 観

2.3.7 走行, 荷役装置

一般にストラドルキャリアは、ディーゼルエンジンを走行や荷役装置の動力としている。エンジンを車両の上方に搭載した1エンジン方式と、門形フレームの左右の下方にそれぞれ搭載した2エンジン方式がある。走行機構は、これら2つの方式とも機械的伝導軸(プロペラシャフト)を用いて車輪を駆動する方式がとられている。

また、スプレッダを昇降させる機構は、油圧シリンダー、チェーンを用いて行われている(図-3)。

2.3.8 使用上の注意点

以上,ストラドルキャリアを選定する場合の項目について簡単な説明をしたが,次に使用上の注意すべき点について述べる。

すでに基本的構造特徴で示したように、コンテナの荷役・運搬作業が同一車両でできるため、作業の速さも要求されている。車両は、走行、加速、荷役性能が総合的に機能するように製作されているが、運転室が高所にあって、前・後進を頻繁に行うことから、進行方向に対し運転席は横向きになっていることが多く、運転感覚は熟練が必要である。

また、高所に運転室があり、構造上、コンテナを持っての走行は視界が制約される。そのため、ストラドルキャリアの走行する範囲は、安全対策上、それぞれのヤードにおける安全基準によって制限されている。



洪



図-4 外 観

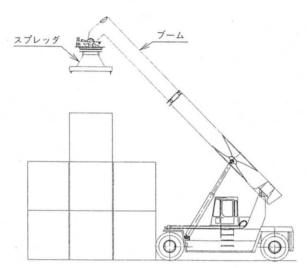


図-5 作業図

また,運転手の資格は,労働省の指導による「ストラドルキャリヤー運転業務安全教育」を受講することが勧められている。

2.4 リーチスタッカ

リーチスタッカは、カウンターバランス式のフレームに伸縮式のブームを備えた車両である。しかし、ブームはトラッククレーンなどと異なり、車体に対して旋回はできず、伸縮と起伏のみであり、アウトリガーは装備していない(図ー4)。 国内では、移動式クレーンに分類されている。

コンテナ荷役用リーチスタッカは、伸縮ブーム 先端にスプレッダを備え、スプレッダのみでサイ ドシフトや旋回をすることができる。また、トラ ッククレーンと異なり、コンテナを持ったまま走 行することができる。即ち、

(1) 移動させようとするコンテナに対して、車両がある程度コンテナに接近してさえいれ

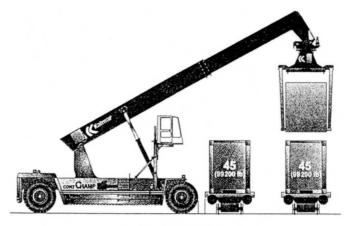


図-6 作業図

ば、車両本体の向きを変える必要はなく、ブームの起伏、伸縮、スプレッダのサイドシフト、旋回により、移動させたいコンテナを摑む(置く)ことができる。

(2) ブームの起伏および伸縮により、いちばん 手前の列のみでなく、2列目、3列目に置か れたコンテナも移動させることができる(図 -5)。

しかし、車体側はカウンターバランス式に なっているので、転倒支点 (ここでは前輪軸 中心) からの距離が長くなるに従って、定格 荷重は低減される。

リーチスタッカは、これらの特徴により、鉄道車両へのコンテナ積み込み、卸しなどに大変便利である(図ー6)。そのため、コンテナヤードに鉄道線の入っているヨーロッパ、米国や東南アジアなどでは、フォークリフトの代わりに広く使用されている。国内ではあまり使用されていないが、今後増加することも考えられる。

2.5 フォークリフト

2.5.1 概要

コンテナヤードでは、主に持ち上げ荷重が15 t 以上の大型フォークリフトが使用されており、コンテナを吊り上げるスプレッダを装備している。 車両の視野改善のため、車両の高い位置に運転席 を持った専用機が多く使用されている。ヤードで の用途は、実入りコンテナ用と、空コンテナ用の 2つに大別される。

2.5.2 実入りコンテナ用フォークリフト



図-7 実入りコンテナ用フォークリフト

コンテナの四隅の上部隅金具を使用して吊り上 げる 4 点支持式, 20 ft -40 ft 4 伸縮スプレッダを 装備している。

設備投資が比較的少なくてすむため、主に小規模のヤードで、 $3\sim5$ 段積み用として使用されている。作業性を向上させるため、車両を動かさずにコンテナを左右に動かせる、サイドシフト装置や、回転させることのできるアングルシフト装置が装備されているほか、吊り上げ作業の安全性を高めるツイストインターロックやホイストインターロック等の安全上のロック機構も装備されている。車両は $37\sim43$ t クラスのフォークリフトで、スプレッダ下荷重は $30.5\sim35$ t となっている(図 -7)。

これ以外に、多くの20 ft コンテナにはフォークポケットがあるため、実入り20 ft コンテナの3 段積みまでの作業には一般のフォークリフトが使用される例が多く、この場合24 t クラスのフォークリフトが使用されている。

2.5.3 空コンテナ用フォークリフト

車両前方に2点支持式(片口)20~40ft 伸縮スプレッダを装備したフォークリフトが代表車種である。このスプレッダは、運転席から見てコンテナの手前側の左右1か所の上部隅金具を使用して吊り上げるもので、4点支持式と比較すると作

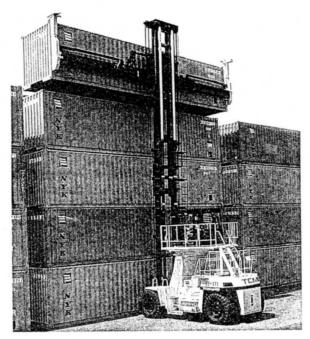


図-8 空コンテナ用フォークリフト

業性が大変よい。

国内では5段積みまでが主流であるが、海外、特に東南アジア地区では、10段積み用のものまで使用されている。ベースとなるフォークリフトは15~24 t クラスで、スプレッダ下荷重は5~7 t となっている。サイドシフト装置は、冷凍用コンテナの偏重心を考慮し、左右各75 cm 移動できるものもある。

スプレッダの形状は、視野の向上、コンテナに 与えるダメージを少なくする等の面から、ビーム 式で左右にコンテナの傾きを支えるポールを持っ た形式のものが主流となっている(図-8)。

2.6 ヤードトラクタ

トランスファクレーン方式においては、岸壁の コンテナクレーンとトランスファクレーン間のコ ンテナ輸送には、ヤードトラクタとシャーシの組 み合わせが用いられている。図-9にその組み合 わせを示す。

ヤードトラクタはコンテナヤード内でシャーシを牽引し, 40~50 km/h の比較的高速で走行し, コンテナをピストン輸送するものである。

外国においては、ヤード専用に設計されたヤードトラクタが使用されている(図-10)。国内では、一般の路上で使用されているセミトレーラ用のトラクタヘッドが、ヤード内においても使用さ

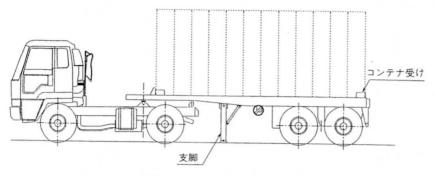


図-9 トラクタ・シャーシ

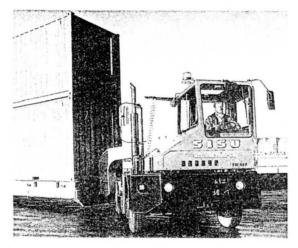


図-10 ヤード専用トラクタ

れている例が多い。

ヤードトラクタは、シャーシと接続用のカプラを後部に持ち、シャーシを簡単に切り離すことのできる構造となっている。また、カプラを上下できる構造のものもあるが、これは走行時にシャーシの支脚を上げ下げすることなくシャーシを連結移動できる。

この型のものは、連結、切り離 しが頻繁に行われるヤード内のシャーシ移動には便利なものとなっ ている。

ヤード内の比較的近距離の繰り返し走行のため、発進、停止、加減速、旋回の繰り返しとなるが、動力伝達系などは十分な耐久性を持ったものとなっており、エンジンは300PS以上のものを使用している例が多い。

2.7 シャーシ

シャーシには、20ftと40ft用

がある。ヤード内では40 ft 用のものが多く使われ,こ れに20 ft コンテナ 2 個を 積載し運ぶ場合もある。図 -11に全体図を示す。

シャーシは車軸を後ろに 2軸持ち、そのおのおのに タイヤを4輪取り付け、一 般的には合計8輪となって いる。

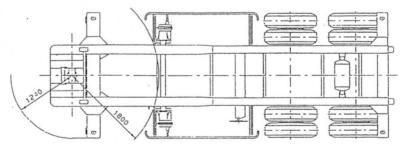
車軸はスプリングなどの懸架装置は持たず、ピンを介して車体に直接取り付けられている。

ブレーキはトラクタ側から送られる空気圧力に よって作動し、制動灯、方向指示灯などもトラク タ側から送られる電気信号によって点灯する構造 となっている。

また、シャーシ単体で駐車する場合に自立できるように支脚を前側に装備し、駐車中は支柱を伸ばして車体を支え、走行中は格納できるようになっている。

シャーシの構造は、公道上を走行するシャーシ と似たものになっているが、コンテナの積み卸し の頻度が多いため、強度を向上させている。

また、公道上を走行するものは、コンテナ下面 のコーナーキャスティングをツイストロックで固 定するようになっているが、ヤードシャーシは、 コンテナ受けでコンテナをずれないようにガイド



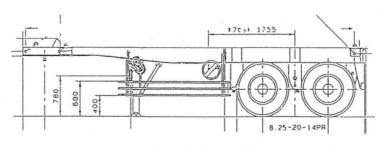


図-11 シャーシ

しているだけのものが多く使用されている。

2.8 AGV

2.8.1 概要

AGV (Automated Guided Vehicle) は、小型のものは工場内物流の自動化の一環として多く使用されている。コンテナーターミナル用の AGV は、本誌(第39巻第3号、1994年)でも紹介されているが、基本的にはコンテナヤードの自動化、ヤード内のコンテナ搬送用トレーラ・シャーシの無人化のための車両である。世界的にはオランダの ECT ターミナルやシンガポールで使用されている。国内では、コンテナヤードの自動化はまだ導入されていない。

本車両は、コンテナヤードの自動化・無人化・ 省人化に関する車両であり、今後、注目すべき技 術である。車両外観を図-12に示す。

特徴としては次のとおりである。

- (1) ヤード全体を統括するコンピュータシステムと、AGV の運行を管理するシステムによって運行される無人輸送台車である。そのため、高度のオペレーションシステムソフトとハードが要求される。
- (2) コンテナ用 AGV は、積載能力40~50 t , 走行スピードも20km/hと、倉庫内などで用 いられるものと異なり、大型、高速である。 車両は、コンテナの昇降機能を持っていない ため、クレーンなどの他の機器によってコン テナの積み卸しをしてもらう。

車両の一般的な構造について次に説明する。

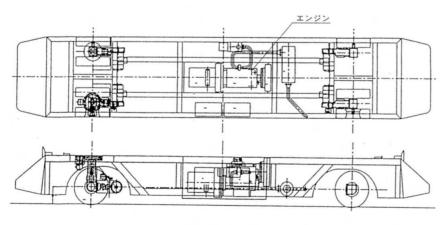


図-13 外 観

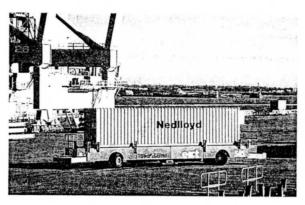


図-12 AGV (ECTターミナル)

2.8.2 走行装置

走行装置は、ディーゼルエンジンを動力として、大型のタイヤ4輪式が一般的である。走行方式としては、エンジンにてポンプをまわして油圧で駆動する方式と、発電機をまわしてモーターで駆動する電気式とがある。車両の走行の運行は、運行管理システムからの指示で、加速、走行、旋回、停止などが無人で自動的に行われる。相互、または他のものとの衝突を防ぐように、車両内に障害物を検知し、必要な場合は自動的に車両を停止させるための安全機構が設置されている(図ー13)。

2.8.3 誘導システム

AGV は、無線通信により与えられた軌道を安全に走行するための、ヤード内走行のためのマッピングシステムを持っている。コンテナヤードは屋外で広いため、ヤードを碁盤の目のように画然と区切って、その目の位置に、車両との位置情報の伝達をするトランスポンダーという検出装置を

ヤード内に設備する方式等が用いられている。ジャイロ方式、レーザー走査方式、衛星を使用したGPS方式などが提唱されているが、いずれも最先端の技術である。今後、AGVはもちろん、コンテナヤードオペレーションの自動化技術は、世界の注目するところと考えられる。