

【参考資料 I】

港湾荷役機械の構造形式の概要

1. 軌道走行式荷役機械

(1) コンテナクレーン

船舶との荷役に供する橋形のコンテナクレーンは、コンテナ船から、またはコンテナ船へコンテナを揚・積みする機械であり、鋼構造部、機械設備、電気設備等から構成されている。コンテナクレーンの全体図を図 I-1.1 に示す。



図 I-1.1 コンテナクレーンの全体

1) 主構造部

主構造は、シルビームで連結された海脚、陸脚と両脚を連結している水平桁、斜材によって構成された下部門形架構とその上にガーダ、ブームを溶接で結合し、海脚の延長上に立ち上げた上部フレーム（マスト）等から構成されている。ガーダ及びブームと上部フレームは、バックステーとテンションバーによって連結されている。上部フレームは、原則として A 型または H 型とし、ブームを起立させるための高さをもった強靱な構造となっている。

ガーダはブームを水平に固定した位置でブームと一体となって、高速トロリを横行させるものであって、バックリーチを設けた構造となっている。また、ガーダ海側はヒンジを用いたブーム構造となっている。ブームはヒンジを設けてガーダ海側上端部とピンで連結し、起伏できる構造となっている。また、ブームの収納のためブーム上昇完了時には上部フレーム頂部に設けている 1~2 組のフックによって堅固に保持され、下降完了時にはテンションバーによって支持される。したがって、起伏動作を行うワイヤロープは作動時以外には弛緩している状態である。

横行レールはロングレールとなっているが、ガーダとブームの渡り部前後のレールは部分交換できる補助レール方式となっている。レール頭部表面は熱処理によって硬度をあげている。テンションバーは、ブーム上昇中及び上昇完了時には無負荷状態になっているため横揺れ対策を施している。

巻上装置や横行装置、起伏装置及びその制御機器等を収納している機械室は、ガーダ上に配置されている。

2) 機械室

機械室の状況を図 I-1.2 に示す。機械室は、コンテナクレーンの主要機能を持った巻上装置、横行装置、起伏装置等の機械及び電気機器を収納する部屋で各機器の重量・機能を十分考慮し、バランスよく配置され、それら装置の点検や修理等に対して十分な広さ、高さ、剛性を有している。

機械室の床構造は、各装置の電動機、減速機、ドラム等の重量物の台座基礎となっているため、振動に対して強固で歪みや変形のない構造となっている。また、機械室には、制御盤等の精密機器を搭載していることから防塵対策として窓を設けておらず、塵埃の侵入や室温上昇等を防止するためのフィルタ付換気装置や室温を 30 度以下の定温に保てる空調設備を備え付けている。

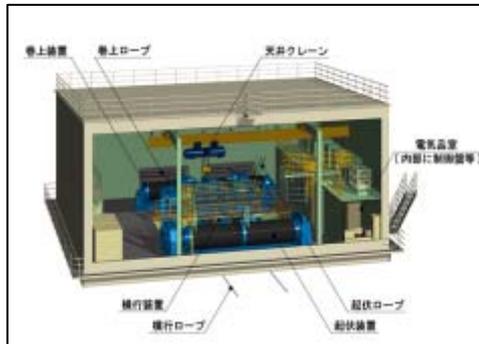


図 I-1.2 機械室

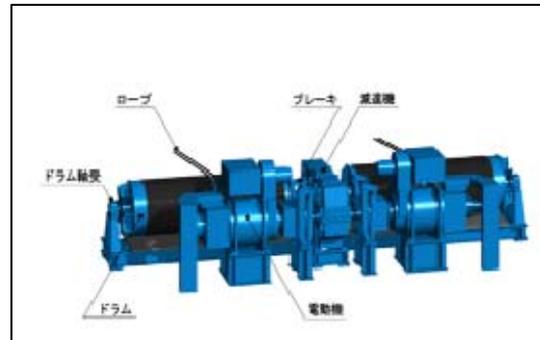


図 I-1.3 巻上装置

3) 巻上装置

巻上装置を図 I-1.3 に示す。巻上装置は、1 台または 2 台の電動機と 2 台のブレーキ及び 1 組または 2 組のドラムと減速装置から構成されている。各装置は、機械室内の共通台盤に固定され、振動に対して強固な構造となっている。

2 台の電動機を用いる場合は両者の速度を協調させる機能を有している。また、ロープからの塗油の落下に配慮してワイヤドラム等の下には油受皿を備え付けている。

また、ドラムはロープの複数巻きによる損傷を避けるため 1 層巻取りの大きさとなっており、余巻きは、スプレッダが指定された最低位置にある時でも 2 巻以上とっている。

シーブは、ロープ痕の発生に配慮した材質を採用し、ロープ痕の発生を防止するために熱処理を施している。また、シーブからロープがはずれない構造となっており、ロープがはずれる危険があるときには、はずれ止めを設けている。

4) スプレッダ

スプレッダを図 I-1.4 に示す。

通常、四隅にツイストロックと呼ばれる吊り金具を備え、コンテナ四隅のコーナキャストに契合してコンテナを吊り上げるが中央部にもツイストロック四個を配備し、20ft コンテナ 2 個を同時に吊り上げることができるようにした 8 ツイストロック

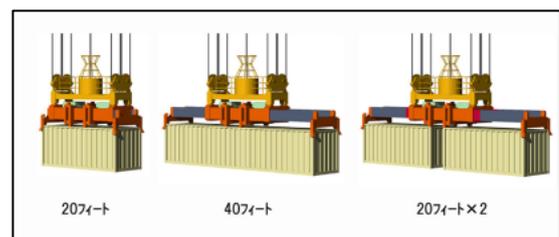


図 I-1.4 スプレッダ

方式を採用しているところもある。またスプレッダは電動油圧ユニットを装備し、四隅にはコーナータイプのフリッパ及び着床機構を設け、運転室からオペレータが遠隔操作によって全てを制御している。

5) 傾転装置

傾転装置は、船の傾きによって傾斜や回転をしているコンテナにスプレッダを位置合わせするための装置であって、スプレッダを長手方向及び横方向に傾転、かつ水平方向に小旋回させる装置である。

長手方向および横方向への傾転角度は調整代を含み最大±5度まで可能であり、荷役作業時は常に中立状態から±3度まで傾転可能である。ロープ長さの変化による傾転角度のズレ調整のため中立位置の再設定とその位置への復帰が可能なものである。

6) スナグロード防止装置

スナグロード (snag load) とは、スプレッダが船倉に引っかかる等で巻上ロープに発生する予想外の大荷重である。これが発生した場合、過負荷と検知してモータを止めたとしても、モータに慣性力があり、直ちに止まらない。この間にワイヤロープに過大の荷重が掛かり、ロープ破断の危険がある。この状態を回避する目的の安全装置がスナグロード防止装置であり、一種のメカニカルフューズである。一定以上のロープ張力が作用すると、瞬時に固定を開放できる機構 (油圧、バネ力を利用したリンク機構等) によりスナグロードを回避する。それと同時に過荷重が検知され、モータ停止の指令が出る。ただし、安易にこの機構が作動すると吊荷落下の危険があるため、採用事例は少ない。

7) ヘッドブロック

ヘッドブロックには巻上用ワイヤロープのシーブを取付け、スプレッダまたはフック付吊りビームを連結して荷役を行うものである。ヘッドブロックはツイストロックピンを用いてスプレッダ又はフック付吊りビームと連結されている。

ヘッドブロックのツイストピンのロック、アンロックは容易に行える構造であるが、スプレッダ又はフック付吊りビーム連結時にはアンロックを防止するインターロック機構を設けている。

8) 横行装置

横行装置を図 I-1.5 に示す。横行装置は吊り荷を岸壁法線方向に直角に移動させる装置であり、その機構には、ロープトロリ式とセミロープトロリ式 (自走式) があるが、我が国では、ロープトロリ式が多く用いられている。横行装置は1台の電動機とブレーキおよび1組のドラムと減速装置等を持った構造である。トロリをけん引するロープに適当な張力を保持し、安全に横行できるようにロープ緊張装置を備えている。

9) トロリ

トロリを図 I-1.6 に示す。トロリは振動が少なく堅固な構造で高速・高頻度の運転に耐える構造となっている。トロリの下方には運転室を懸垂しており、万一、横行車輪や車軸等が破損しても、トロリが落下しない安全装置を設けている。また安全装置として、トロリの前後端または横行レールの前後端には緩衝器 (ダンパ) を備えている。

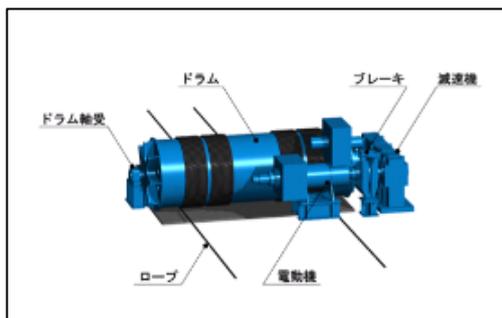


図 I-1.5 横行装置

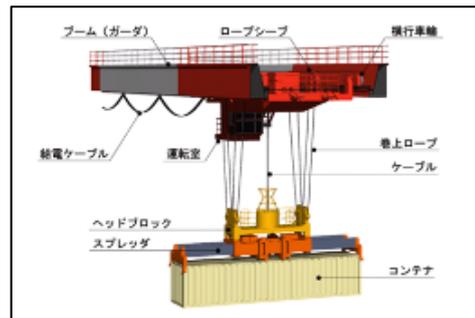


図 I-1.6 トロリ

10) 振れ止め装置

振れ止め装置は、横行停止で生じるコンテナの慣性揺れを抑制する装置であって、その方式には、機械式、電気式がある。機械式は、吊っているコンテナまでのロープ距離を機械的に調整してコンテナの揺れを止めるものである。電気式は、コンテナの揺れをカメラで確認し揺れを減少するようにトロリを動かし、コンテナの揺れを止めるものである。

11) 横行給電装置

本装置は、ガーダ後端より横行範囲全長を高速で移動するトロリ（運転室）に給電するケーブルを吊って移動する装置であり、キャリア、ワイヤロープおよびチェーン等により構成されている。本装置の形式はキャブタイヤケーブル懸垂式とし、ケーブルハンガの数は、移動距離に対して適切な数量となっている。移動は、トロリの移動に伴って追従し、高頻度の使用に耐え、衝撃に対しても十分な強度を有する構造である。各キャリアには、亜鉛メッキワイヤロープ、ステンレスワイヤロープ又は溶融亜鉛メッキチェーンを設け、給電ケーブル自体には直接張力がかからない構造となっている。

キャリアの牽引にワイヤロープを使用する場合には、ワイヤの素線が給電ケーブル（キャブタイヤケーブル）を傷つけないようにすることが重要である。また、ガーダ後端に近いキャリアほど移動速度が増大するため、ケーブルの跳ね上がりを極力小さくする工夫が、キャリア、ワイヤロープ、チェーンの検討によってなされている。キャリアは軽量で慣性力が小さく、蛇行しない構造であり、キャリアの車輪の点検交換が容易なように、ベアリングはグリスを密封、不錆シール製品である。なお、各キャリアには慣性による衝突破損を極力避けるため緩衝材を付けているクレーンが多い。

12) カテナリサポート

巻上ロープのたるみを少なくするための装置であり、台車方式の支持装置である。

トロリの前後に巻上ロープを支持するロープ受け台車を配置し、横行トロリの1/2の速度でトロリと連動して移動するものである。従って、本装置を仲介することによって、巻上ロープの支点間距離は、常に1/2になっている。

ロープ受け台車の駆動には、横行装置と別個のものとする方法と横行駆動装置を兼用する方法がある。何れの場合も円滑に作動するものである。

13) 起伏装置

起伏装置を図 I-1.7 に示す。起伏装置は、ブームをワイヤロープにより起伏させる装置であって、共通台盤上に固定し、振動に対して強固な構造となっている。

起伏装置は1組の電動機とブレーキ、減速装置、ワイヤロープを巻き取るに十分な1組のドラム、ドラムに装備した非常ブレーキから構成される。

起伏時、風等の影響でブームが振れることなく起伏動作が行えるよう剛性を有している。

ブームは75度以上の規定位置に巻上げ終了後、上部フレームに設けられたブームフック装置によって固定する。起伏装置は、ブームをワイヤロープにより起伏させる装置であって、共通台盤上に固

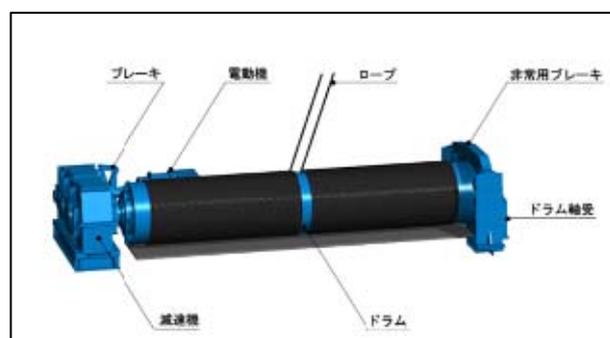


図 I-1.7 起伏装置

定し、振動に対して強固な構造となっている。

14) ブームフック装置

ブームフック装置は、上昇済みのブームをフックで保持する装置であって、暴風や振動に対しても容易に外れない構造である。ブームフックは2台1組であり、ブームのフック掛けはフックの自重により、外しは油圧パワーユニット、電動押し機等による。

15) 走行装置

走行装置を図 I-1.8 に示す。

走行装置は各脚下のイコライザビーム、走行ボギーとそれぞれに設置された電動機、これに噛み合う減速装置及びブレーキ等から構成している。また駆動装置は各脚の走行車輪の半数を駆動輪としている。

走行車輪は修理、交換に際し、容易に取り出せる構造となっている。イコライザビームは各車輪にかかる荷重を均一にするため脚に正しく取り付け、最大車輪荷重に対しても十分な強度を有し、異常な変形や捩れ等を生じない構造である。走行装置には、各脚にゴム製または油圧式緩衝器を設けている。

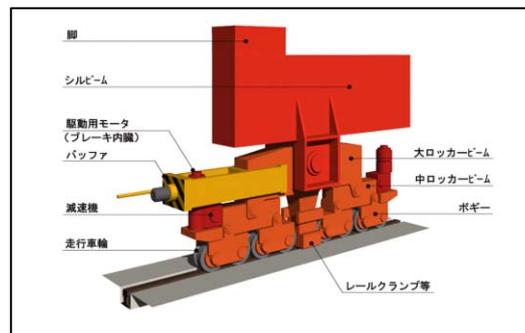


図 I-1.8 走行装置

16) レールクランプ

レールクランプは代表的な逸走予防対策機器である。

国内のコンテナクレーンには必ず装備されており、その形式にはレバー式、カム式、レール押付式等がある。

主流はレバー式レールクランプでありまた殆どがレールマウント型である。図 I-1.9 にレバー式のレールクランプの一例を示す。

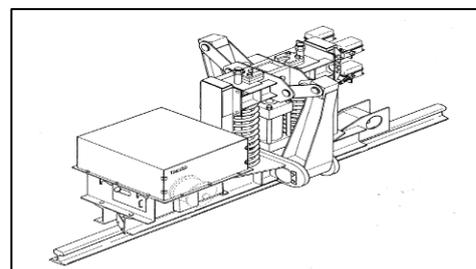


図 I-1.9 レールクランプ

17) レールブレーキ

レールブレーキは、レールクランプと同様に逸走を防止するための装置である。レール頭部表面に摩擦板（ブレーキシュー）を押し付け、その摩擦力でコンテナクレーンに制動をかけ、逸走を抑えるものである。

ブレーキ時は、油圧シリンダを開放し、バネの力によってブレーキシューがレール面を押さえつける。ブレーキ開放時は、油圧シリンダを伸張し、レール面を押さえつけているバネを圧縮して、ブレーキシューをレール面から開放させる。

レールブレーキの特徴は、静的なブレーキ力だけではなく、動的なブレーキ力も発生することができる点である。

18) 固定装置

クレーン等安全規則で定めている逸走防止装置は、暴風時の風荷重によりクレーンが走行方向に逸走するのを防ぐための装置である。これに関連する装置として、転倒防止装置、ジャッキアップ基礎

金具、走行リミットスイッチストライカ、レールエンドストップのクレーン用基礎金具がある。これら基礎金具は、岸壁本体に埋め込まれているものである。

基礎金具を構成している各装置の定義は、次の通りである。

a. 逸走防止装置

暴風時の風荷重により、クレーンが走行方向に逸走するのを防ぐための装置

b. 転倒防止装置

暴風時の風荷重により、クレーンが転倒するのを防ぐための装置

c. ジャッキアップ基礎金具

補修などの目的で、クレーンの走行装置部分を取り外す場合に、クレーン全体を押し上げて支持するジャッキの反力受けとして岸壁基礎側に埋め込む金具

d. 走行リミットスイッチストライカ

クレーンの走行端位置を検知するリミットスイッチの検出器具

e. レールエンドストップ

クレーンの走行レール両端に設置し、クレーンを機械的に停止させるための構造物

(2) ジブクレーン

船舶との荷役の用に供する軌道走行式ジブクレーンは、多目的クレーンとも呼ばれている。

多目的クレーンは、コンテナを専門に扱うコンテナクレーンとは異なるが、コンテナ荷役を行うと共に、各種重量物や石炭、鉱石、岩塩などのばら物貨物も荷役するクレーンである。多種多様な貨物を取り扱うため、コンテナ専用吊り具であるスプレッドをはじめ、重量物用吊りビーム、ばら物用グラブバケットなど、数種類の吊り具を備えている。

クレーンの構造形式としては、橋形クレーンとジブクレーンがあり、製鐵所における製品積み出し等、比較的使用目的が限られている場合は橋形クレーンが、文字通り多目的に使用される場合はジブクレーンが用いられることが多い。

ジブクレーンには水平引込み式とそうでないものがあり、水平引込み式にはダブルリンク式とロープバランス式がある。橋形クレーンが横行動作により海陸方向に荷の移動を行うことに比べて、ジブクレーンは旋回動作が伴うため、多少荷役能率が劣っていることは否めないが、荷役能率の低下があっても、多種貨物を1台のクレーンで取り扱えることが魅力であり、最小の投資での対応を優先する場合に、ジブクレーンが採用される。

多目的クレーンは走行方式により分類され、また、構造形式によって細分類される。

表 I-1.1 に多目的クレーンの分類を示す。軌道走行式ジブクレーンは、レール走行式クレーンのうち、②及び③に該当する。

表 I-1.1 多目的クレーンの分類

走行方式による分類	構造別分類による名称	摘要
レール走行式クレーン	①橋形クレーン	岸壁
	②ダブルリンク式引込みクレーン	
	③ロープバランス式引込みクレーン	
タイヤ走行式クレーン	①ダブルリンク式引込みクレーン	
	②ジブ式引込みクレーン	

1) 引込みクレーン

引込みクレーンはジブ構造の多目的クレーンである。国内の荷役機械としては、公共埠頭、専用埠頭を問わず、最も広く使用されている機種である。

走行方式によって、レール走行式、タイヤ走行式に分類される。引込み方式によって、様々なものがあるが、港湾荷役に一般的に使用されているクレーンに、ダブルリンク式引込みクレーンとロープバランス式引込みジブクレーンがある。

① ダブルリンク式引込みクレーン

ジブ、上部リンク、前部リンクを組み合わせてピンで結合した構造物を形成し、これに巻き上げワイヤを掛け渡して吊り荷をほぼ水平に移動させるようにした構造である。

ジブヘッドと吊り荷の間隔を常に一定として短く設定できるため、他のクレーンと比較して吊り荷の振れが小さく、また、引込み運動に伴う巻き上げワイヤロープのしごき作用も無いため、寿命も長い。引き込み運動はスクリーロッドを前後に伸縮して行うため安定感があり、高速、高能率の作業に適した優れた性能を有している。

図 I-1.10 にダブルリンク式引込みクレーンの構造及び実機例を示す。

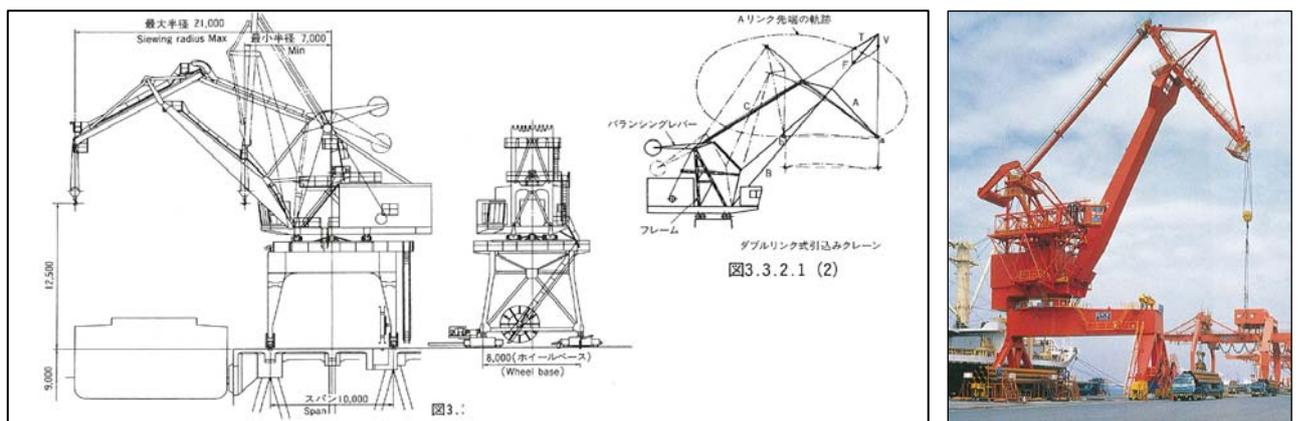


図 I-1.10 ダブルリンク式引込みクレーンの構造及び実機（例）

② ロープバランス式引込みクレーン

ロープバランス式引込みクレーンは、引込みクレーンの内で最もポピュラーな形式のクレーンである。ジブ先端のロープ車とセンタポスト頂部のロープ車間に巻き上げワイヤロープを複数回掛け回している。ジブの引き込み運動によって、ジブトップとセンタポスト頂部の距離が変化するが、この変化分だけ巻き上げロープが繰り出されたり、繰り込まれることを利用して吊り荷は、近似水平引き込みを行う構造である。図 I-1.11 にロープバランス式引込みクレーンの実機例を示す。表 I-1.2 にダブルリンク式とロープバランス式との比較を示す。



図 I-1.11 ロープバランス式引込みクレーン（例）

表 I-1.2 ダブルリンク式とロープバランス式との比較

クレーン形式	ダブルリンク式引込みクレーン	ロープバランス式引込みクレーン	
荷役作業性	主体構造	巻上げ、引込み、旋回動作が主体	巻上げ、引込み、旋回動作が主体
	引込速度の高速化	かなり高速化が可能	限界がある
	吊荷の揺れ	吊荷の揺れが少ない	吊荷が揺れやすい
	吊荷の移動軌跡	吊荷の上下動が少ない	吊荷の上下動が多少大きい
	吊荷の位置合せ	比較的容易	熟練を要す
	運転士の視界	視界は良好	視界はほぼ良好
	荷役範囲	広い	広い
	吊荷重の制限	モーメントリミッタ設置にて可能	モーメントリミッタ設置にて可能
	吊荷の旋回	人力又は動力により90度旋回可能	人力又は動力により90度旋回可能
メンテナンス性	①点検箇所が多い ②リンク部の塗装面積が多い ③引込みロープが不要(交換なし)	①点検箇所が少ない ②塗装面積が少ない ③引込みロープの交換が必要	
自重	やや重い	比較的軽い	
適用	①稼働率がやや高い多目的荷役作業 ②アウトリーチ最大約30m前後	①稼働率が低い多目的荷役作業 ②アウトリーチ最大約25m前後	
設備費	115~120%	100%	

(3) アンローダ

アンローダは、鉄鉱石、石炭、燐鉱石、ニッケル鉱石、亜鉛鉱石、ボーキサイト、アルミナ、木材チップ、大豆や小麦等の穀物などのばら物貨物を船舶から陸揚げする機械であり、原材料の大部分を輸入に依存している我が国において極めて重要な港湾荷役機械である。

アンローダは、荷役を間欠的に行う機械と、連続的に行う機械に大別される。間欠的に荷役を行う機械はグラブバケットによって荷役が行われ、構造形式によって、橋形クレーン式(ガントリ式)と引き込み式に分けられる。連続的に荷役を行う機械には、機械式、空気式がある。機械式は、連続バケットやベルトコンベア等の揚荷メカニズムによって、さらに多くの方式に分類される。

空気式は、搬送媒体に空気を利用した荷役機械であり、本体の移動方式によって種々のアンローダが現存している。アンローダは、表 I-1.3 のように分類され、概ね軌道走行式の構造である。

表 I-1.3 アンローダの分類

	揚荷方法	分類名称	機械名称
間欠式	グラブバケット式	橋形クレーン式アンローダ	①マントロリ式橋形アンローダ
			②グラブトロリ式橋形アンローダ
③ロープトロリ式橋形アンローダ			
		引込みクレーン式アンローダ	①ダブルリンク式引込みアンローダ
連続式	機械式	連続機械式アンローダ	①バケットエレベータ式連続アンローダ
			②ベルトコンベア式連続アンローダ
			③チェーンコンベア式連続アンローダ
			④スクリーコンベア式連続アンローダ
			⑤バケットホイール式連続アンローダ
			⑥カテナリ式連続アンローダ
	空気式	ニューマチックアンローダ	①軌条走行式ニューマチックアンローダ
			②タイヤマウント式ニューマチックアンローダ
			③固定式ニューマチックアンローダ
			⑤可搬式ニューマチックアンローダ

1) 水平引込み式アンローダ

引込みクレーン式アンローダは、水平引込み機構の種類により、ダブルリンク式、スイングレバ式、ロープバランス式などに分類できるが、アンローダとしてはダブルリンク式が主流である。ダブルリンク式は2本のジブをピン結合によりリンク機構にした構造であり、他の水平引込み式に比べて、グラブバケットの振れが小さく操作が容易であり、高頻度で使用されるアンローダには最も適している。図 I-1.12 にダブルリンク式引込みアンローダの構造及び実機（例）を示す。

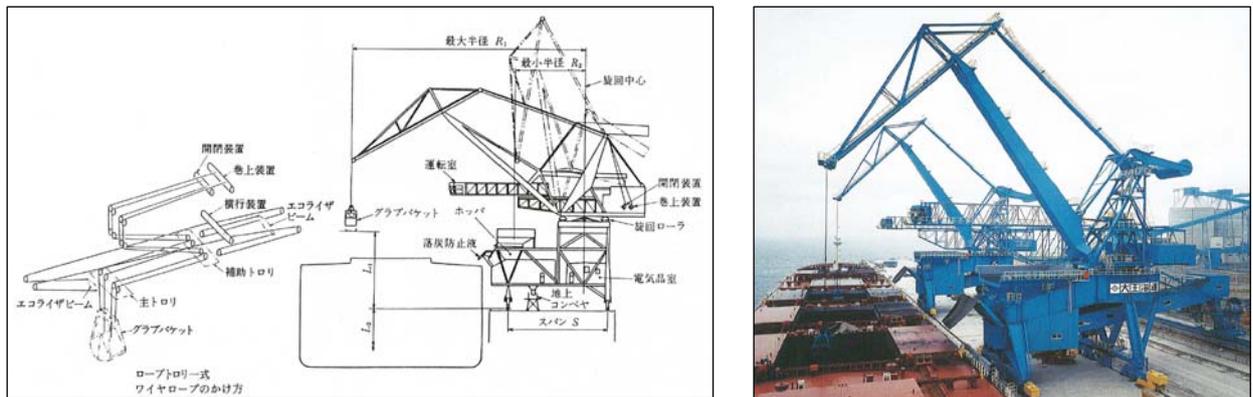


図 I-1.12 ダブルリンク式引込みアンローダの構造及び実機（例）

2) 橋形クレーン式アンローダ

橋形クレーン式アンローダは、マントロリ式、グラブトロリ式、ロープトロリ式に分類できる。グラブトロリ式は、橋形クレーン式アンローダでは我が国で最も多い形式である。トロリ上には巻上装置、開閉装置、横行装置及び補機制御盤を搭載し、操作用電気品などは、走行部の電気室に配置してトロリ自重の軽量化を図っている。運転室もトロリとは別にブーム、ガーダ下を独立して移動できる構造としている。運転室は船倉が見やすい位置に固定し、ホッパ上の荷卸しは、自動化して運転者の作業の軽減を図っている。図 I-1.13 にグラブトロリ式橋形アンローダの構造図及び実機例を示す。

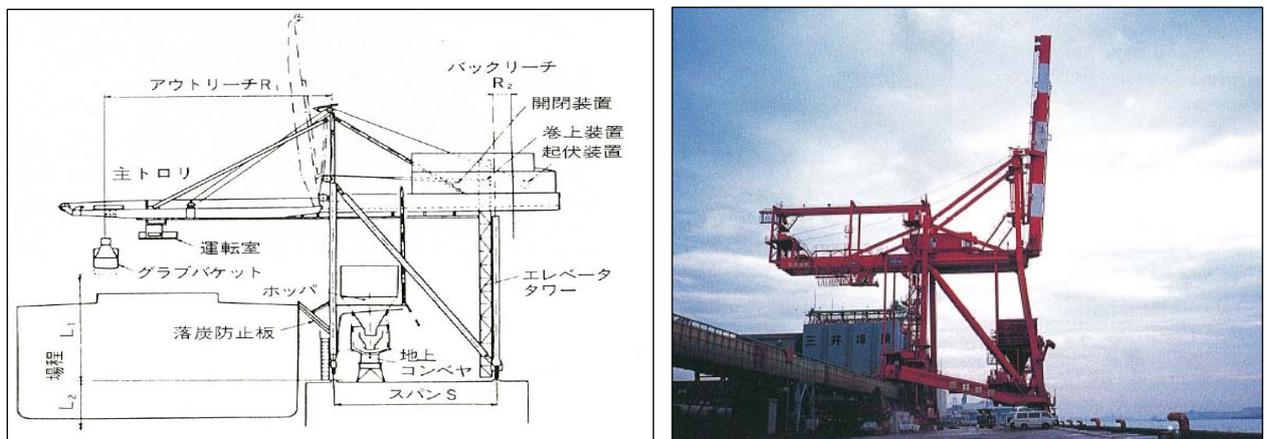


図 I-1.13 グラブトロリ式橋形アンローダの構造及び実機（例）

3) 連続式アンローダ

連続式アンローダはノズル先端にある採集機構及び垂直搬送機構によって、表-1.3 に示すような多くの種類がある。能力も大容量のものから小容量のものまであり、取扱う貨物に応じて多種のものが採用されている。

連続アンローダは、走行門形桁上に、先端採集機構（掻取り部）、垂直搬送装置及びコンベア付ブームを設けた旋回部を設置し、門形桁内にはコンベア等を装備し、コンベア後端には後方設備へばら物を送るシュートなどを備えている。機械式連続アンローダの中で最も一般的で、実際に使われているアンローダを以下に示す。

①バケットエレベータ式連続アンローダ

先端採集機構と垂直搬送機構にバケットエレベータを採用している。取扱うばら物は石炭、鉄鉱石、石灰石、原塩、ボーキサイト等がある。本機は大型専用船または専用バージに適しており、連続的に荷役するため間欠式のグラブバケット式に比べて荷役能力の変動が少なく、後方設備能力を小さくできる。図 I-1.14 に石炭用バケットエレベータ式アンローダの構造および採集機構及び実機例を示す。荷役作業中、垂直ブームは船倉内に深く入ることになるため、津波来襲時のように船舶の大きな動揺や離岸・漂流をした場合には、垂直ブームは剥奪されるなど、大きな損傷を受けることがある。また、受電設備等がある電気室は地上から高い位置に設置していることから、大津波の来襲を受けても、浸水する危険性は低いと考えられる。

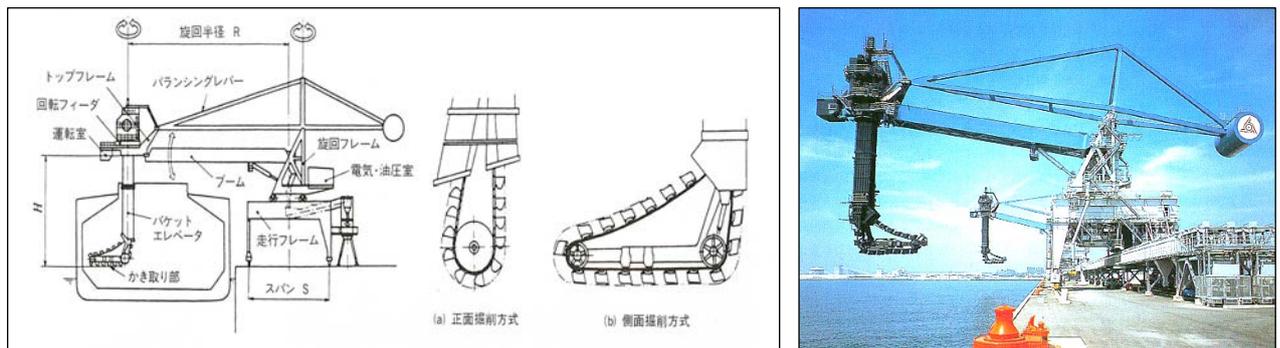


図 I-1.14 バケットエレベータ式連続アンローダの構造・採集機構及び実機（例）

②ベルトコンベア式連続アンローダ

ベルトコンベア式連続アンローダは、ばら物をベルトコンベアで垂直搬送するアンローダである。ばら物を2枚の平ベルトに挟み込んで持ち上げる方式とばら物を栈付きベルトとシールベルトの間に入れて、持ち上げる方式がある。先端採集機構には、水平スクレー、チェーンコンベア等が使われている。本荷役機械は穀物などの比較的流動性のある穀物や飼料等のばら物荷役に適している。

図 I-1.15 に栈付きベルトコンベア式連続アンローダの採集機構と貨物の流れ及び実機例を示す。

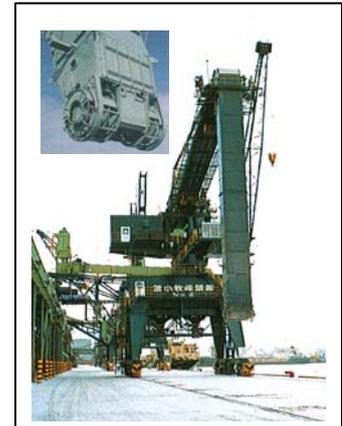
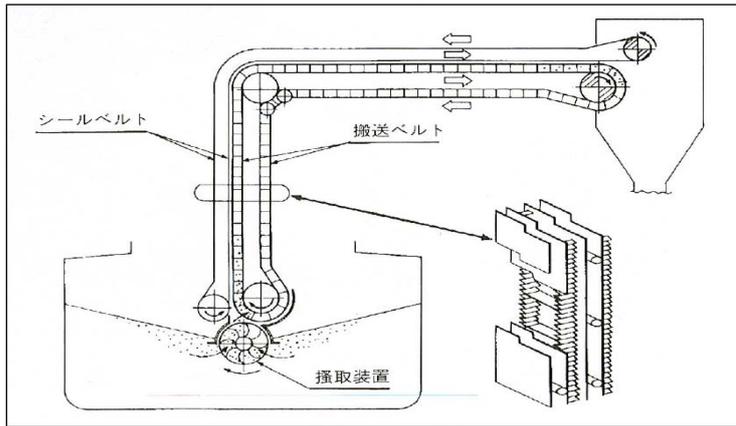


図 I-1.15 ベルトコンベア式連続アンローダの採集機構と貨物の流れ及び実機（例）

③チェーンコンベア式連続アンローダ

チェーンコンベア式連続アンローダは、採集したばら物の垂直搬送をチェーンコンベアで行う荷役機械である。一般的に流動性の低い穀物やリン鉱石、アルミナといったばら物の荷役に適している。

図 I-1.16 に穀物用チェーンコンベア式連続アンローダの構造及び実機例を示す。

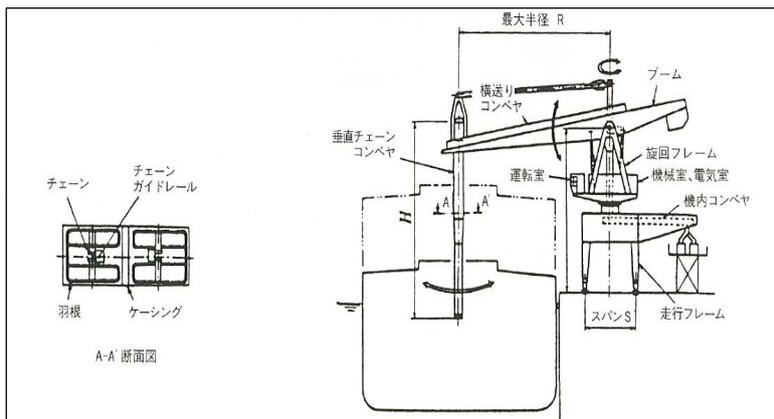


図 I-1.16 チェーンコンベア式連続アンローダの構造及び実機（例）

④スクリーコンベア式連続アンローダ

スクリーコンベア式連続アンローダは、穀物、石炭、セメント等のばら物を垂直に設けたスクリーコンベアで陸揚げするアンローダである。取扱貨物としては、粉末状や小塊状の物まで扱うことができるが、塊の大きさはスクリーの直径の大きさにより制約を受ける。また、取扱貨物の流動性にあまり左右されない。図 I-1.17 にスクリーコンテナ式連続アンローダの構造及び実機例を示す。

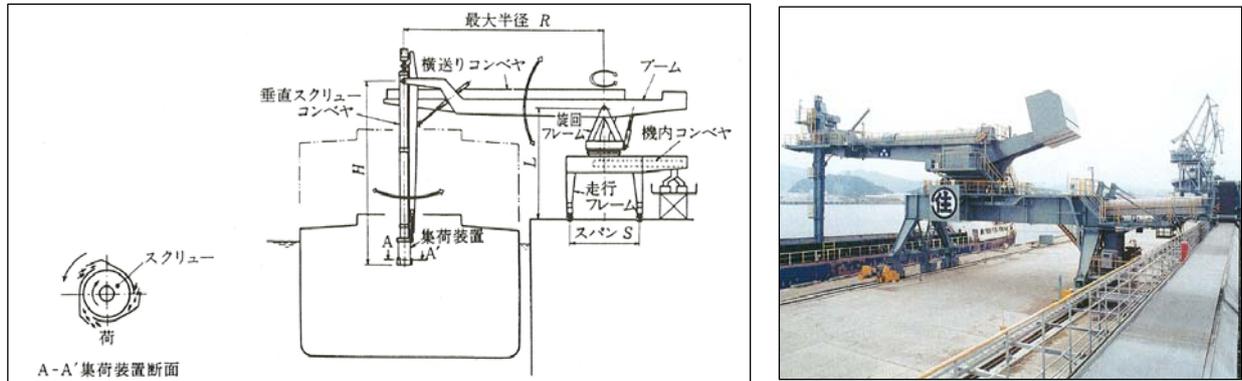


図 I-1.17 スクリューコンベア式連続アンローダの構造及び実機（例）

4) ニューマチックアンローダ

ニューマチックアンローダは流動性の良い穀物やアルミナ、ソーダ灰や比較的軽い粉体状のばら物を垂直ノズルにより真空吸引するアンローダであり、古くから使用されている。通常2つの独立したノズルを使用した2系統の設備が多く、能力はその合計で示される。600t/h の能力の機械まで現存している。ニューマチックアンローダは機械式連続アンローダに比べて操作が簡単であり、船倉の底浚えを行える利点があるが、一方、搬送媒体に質量の小さい空気を利用していることから搬送に大きな動力を必要とする欠点がある。また、空気輸送に伴う騒音もかなり大きく、消音装置を付けているアンローダもある。電気室は地上から高い位置に設置していることから、大津波の来襲を受けても、浸水する危険性は低いと考えられる。

図 I-1.18 にニューマチックアンローダの構造及び実機例を示す。

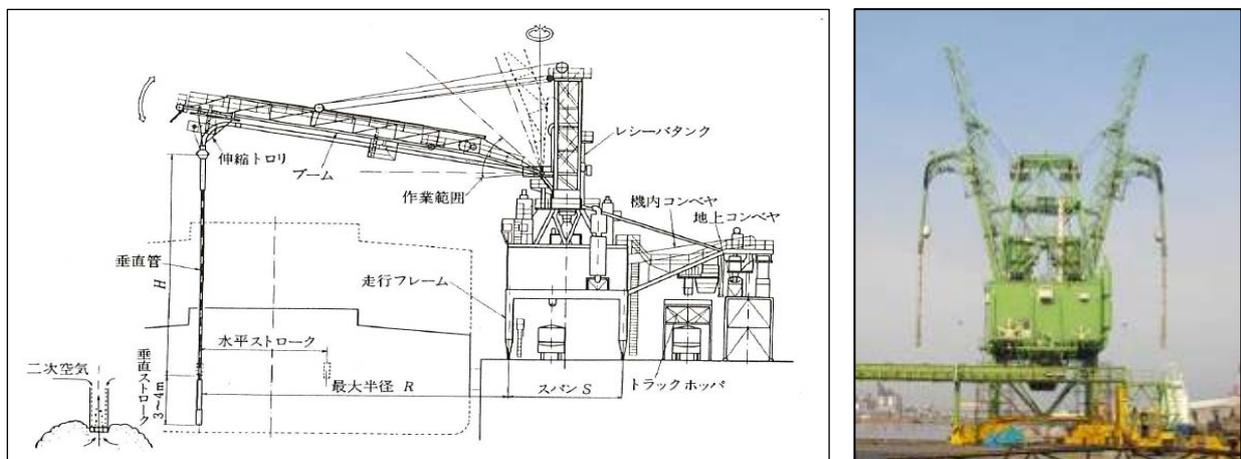


図 I-1.18 ニューマチックアンローダの構造及び実機（例）

コンテナクレーン、水平引込式ジブクレーン及びアンローダの主要な部位及び装置を比較・整理すると、表 I-1.4 のとおりである。

表 I-1.4 港湾荷役機械の体系表

コンテナクレーン		水平引込式ジブクレーン		
第1分類	第2分類	第1分類	第2分類	
構造関係	B01	主構造	B01	主構造（ブーム、旋回フレーム、ホッパ、走行装置）
	B02	付帯構造	B02	付帯構造
	B03	機械室	B03	機械室
	B04	運転室	B04	運転室
巻上関係	B05	巻上装置	B05	巻上開閉装置
	B06	スプレッダ	B06	スプレッダ・バケット
	B07	傾転装置	B07	水平保持装置
	B08	スナグロード防止装置	B08	スプレッダ給電装置
	B09	スプレッダ給電装置	B09	旋回装置
	B10	ヘッドブロック	B10	引込装置
横行関係	B11	横行装置	B11	コンベア装置
	B12	トロリ	B12	循環給油装置
	B13	振れ止め装置	B13	走行装置
	B14	横行給電装置	B14	レールランプ
	B15	カタナリサポート	B15	走行給電装置（ケーブル巻取装置）
起伏関係	B16	起伏装置	B16	固定装置
	B17	ブームラッチ	B17	運転室移動装置
走行関係	B18	走行装置	B18	ホッパテレスコピックシュート
	B19	レールランプ	B19	落炭防止板
	B20	走行給電装置	B20	吊り具（バケット、フック、スプレッダ、電動ウインチ）
	B21	レールブレーキ	B21	高圧引込盤
	B22	固定装置	B22	変圧器
付帯装置	B23	エレベータ	B23	高調波フィルタ盤
	B24	天井クレーン	B24	コンデンサ盤（力率改善用）
	B25	吊りビーム	B25	制御盤
	B26	免震装置		
電気関係	B27	電気品		

ニューマチックアンローダ

第1分類	第2分類	
構造関係	B01	主構造（ブーム、旋回フレーム、ホッパ、走行装置）
	B02	付帯構造
	B03	機械室
	B04	運転室
巻上関係	B05	巻上装置
	B06	ブーム固定装置
旋回関係	B07	旋回装置
揚荷関係	B08	真空フロア
	B09	ノズル（二次空気調整装置）
輸送関係	B10	垂直管伸縮装置
	B11	水平伸縮装置
	B12	ロータリフィーダ
	B13	輸送管（垂直管、フレキシブル管、曲管、水平管）
走行関係	B14	走行装置
	B15	レールランプ
	B16	走行給電装置（ケーブル巻取装置）
	B17	固定装置
付属装置	B18	機内コンベア
	B19	コンベア部伸縮装置
	B20	トラック横込み用シュート
	B21	集塵装置
電気関係	B22	高圧配電盤・引込開閉器
	B23	高圧変圧器
	B24	制御盤（インバータ装置、コンバータ装置、主幹制御装置）
	B25	
	B25	

2. 固定式荷役機械

(1) ローディングアーム

タンカー等から石油やLNGなどの流体を荷役させる設備にローディングアームがある。

ローディングアームは、海上用と陸上用で区別され、海上用をマリンローディングアームと呼んでいる。マリンローディングアームは用途により違いはあるが、6インチから16インチが主流である。

1) 基本形状と機能

マリンローディングアームの基本形状は図 I-2.1 のようにスタイル 50、40、80 と呼ばれる 3 種類 (6 個) のスイベルジョイントと、ベースライザー、インボードアーム、アウトボードアームと呼ばれる鋼管により構成されている。この 3 種類のスイベルジョイントの組合せにより、荷役中のタンカーの動きにローディングアームが円滑に追従し、安全な荷役を行うことができる。

スタイル 50 スイベルジョイントはベースライザーの上部に組み込まれ、ローディングアーム全体の水平旋回と垂直方向の動きを担う。スタイル 40 スイベルジョイントはインボードアームとアウトボードアームを接続し、アウトボードアームを垂直方向に動かす。スタイル 80 スイベルジョイントは 3 平面方向の動きが可能で、アウトボードアーム先端にあり、タンカーフランジ接続部に使用される。これらのスイベルジョイントは人間で言うところの関節の役割を果たし、ローディングアームの複雑な動きを可能にしている。

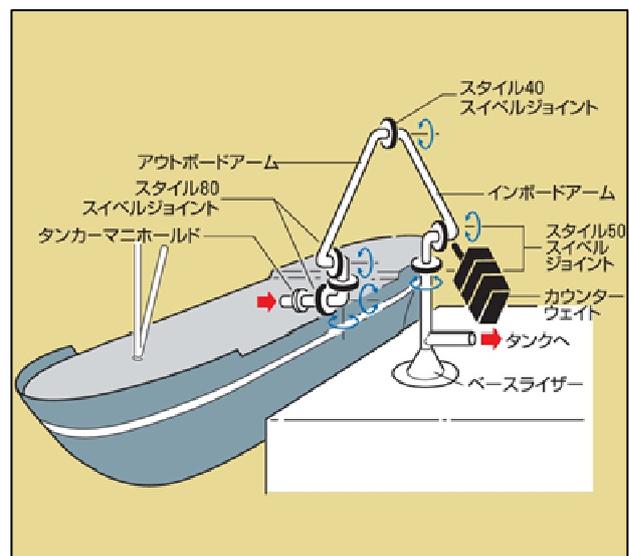


図 I-2.1 マリンローディングアームの基本形状

(資料提供：ニイガタ・ローディング・システムズ株式会社)

2) 役割と特徴

マリンローディングアームの役割は、タンカーと陸上基地を安全確実に繋ぐことで、これを実現するためにローディングアームには大きな特徴がある。

一つ目の特徴は、複雑なタンカーの動きに確実に追従することである。流体を陸上から船積みまたはタンカーから陸揚げすることにより、荷役中にタンカーの喫水が大きく変化し、また風浪の影響を大きく受けることにより、タンカーはローリングやピッチングを生じる。ローディングアームはこのタンカーの動揺に確実に追従し、安全に荷役を遂行することが可能である。一度タンカーと接続したローディングアームは、前述のスイベルジョイントの組み合わせにより、その可動範囲内でタンカーの如何なる動きにも追従できる。

二つ目の特徴はバランス機構である。ローディングアームはベースライザーを支点にインボードアームの左右でバランスが取れるように (大きなヤジロベ) 設計されており、これによりタンカーマニホールドに懸かる荷重を軽減し、手動式の場合その操作性も向上する。

マリンローディングアームは長尺の大型構造物で棧橋上に設置されており、台風や地震時には大きな荷重が作用するので、ローディングアーム本体はもとよりローディングアームを支える基礎もこれらの荷重に耐える必要がある。

3) 型式と特性

マリンローディングアームは、格納位置から接続位置まで、及びその逆の操作が求められる。この時の操作方法には手動式と油圧駆動式があるが、ローディングアームの構造が単純なパイプとジョイントの組合せであったならば、手動式であれば大人数の作業員、油圧式であれば大容量の油圧シリンダーが必要になってくる。そこでバランス機構を取り入れて、ローディングアーム操作に必要な操作力を小さくできる構造になっている。バランス機構には、いくつかの種類があり、対象タンカーと棧橋条件等により使い分けている。

現在ではFBMA型、RCMA型、DCMA型の3種類の型式が利用されている。

① FBMA 型

FBMA型は1983年に開発された内航タンカー用マリンローディングアームで、インボードアームとアウトボードアームが共に全ての姿勢でバランスしており、更にインボードアーム軸に対してもバランスさせているため、一人でも容易に操作でき経済的にも優れたローディングアームである。FBMA型の用途は中小型タンカーを対象としており、タンカーフランジサイズは3インチから12インチまで対応できる。またアーム長さとしては14.5メートルまで対応可能である。

② RCMA 型

RCMA型は1つのカウンターウェイトでアウトボードアームのバランスとローディングアーム全体のバランスを同時に均衡させることができ、その結果として軽量化が図れる形式である。またインボードアーム軸に対してもバランスさせているため操作性に優れ、メンテナンス時のバランス調整作業も容易である。DCMA型の重量より軽いため、大型タンカー用のローディングアームとしてはRCMA型が主流となっている。

③ DCMA 型

DCMA型は2つの独立したカウンターウェイトとパンタグラフ機構により全ての位置でバラン

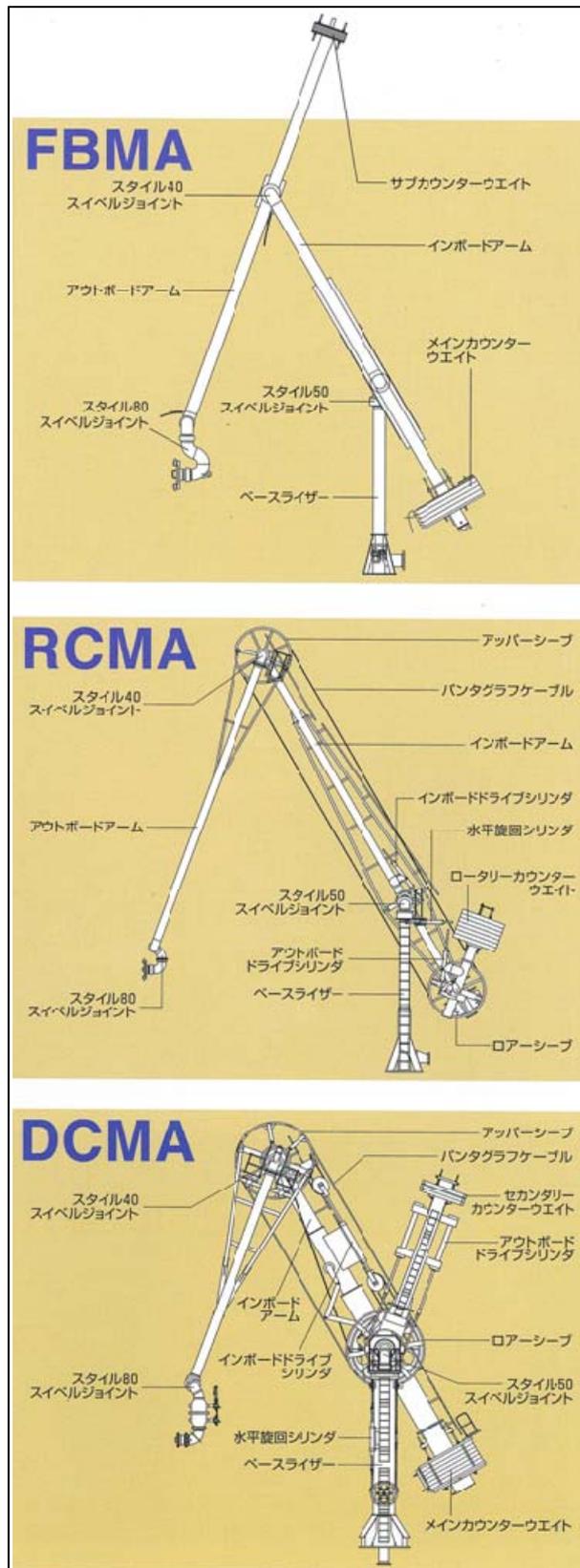


図 I-2.2 マリンローディングアームの型式
(資料提供：ニイガタ・ローディング・システム株式会社)

スする完全バランス形ローディングアームである。長尺で大口径を要求されるローディングアームに適している。世界最大の24インチマリンローディングアームはDCMA型である。ローディングアームの重量が大きくなるが、非常に安定した性能を発揮する。しかし、比較的重量が大きいため栈橋の強度によっては採用が困難な場合がある。



図 I-2.3 タンカーに接続するマリンローディングアーム RCMA-S 型

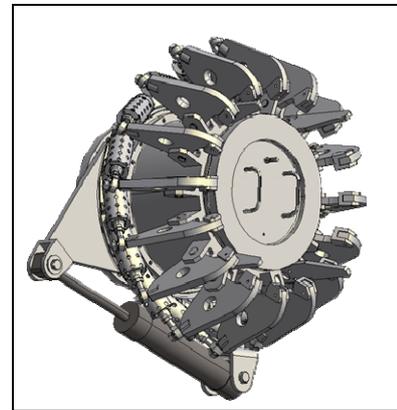


図 I-2.4 油圧駆動式クイックカップラー

(資料提供：ニイガタ・ローディング・システムズ株式会社)

④緊急離脱装置

緊急離脱装置(以下 ERS)は、ローディングアームの折損事故を防止するため開発されたもので、ERSは2個の遮断弁と離脱カップラーから成るERSユニットとコントロールシステムより構成されている。海外向けでは1981年マレーシア LNG に納入したローディングアームより、国内向けでは1983年に千葉県に納入したローディングアームより全ての外航船向け LNG 用ローディングアームにERSが取り付けられるようになった。

⑤クイックカップラー

タンカーとの接続時のフランジのボルト締め作業は通常時でもベテラン3人で約10分を要し、作業員が少ない又は不慣れな作業員の場合にはそれ以上の時間を費やすことになる。

タンカーとの接続または切り離し作業の時間短縮と省人化・省力化に寄与する機器がクイックカップラー(以下 QCDC)であり、QCDCはローディングアームの先端に取り付けられ、複数のクランプをタンカーフランジに固定することにより安定的な接続を実現できる。QCDCには手動式と油圧駆動式の2種類があるが、油圧駆動式 QCDC はラジオコントロールシステムにより、フランジから離れて作業が行えるため安全性が向上し、作業時間も約10秒で完了できる。

【参考資料Ⅱ】

港湾荷役機械の劣化判定事例

(1) コンテナクレーン

コンテナクレーンで劣化・故障が多い部品は、消耗品として予備品等を備え、交換することが一般的である。消耗品としては、例えば、使用頻度が高いワイヤロープやこれを支えているシーブ類、横行給電装置関係の部品類、リミットスイッチ等がある。最も使用環境が過酷なスプレッドダについても、油圧機器類やリミットスイッチ類、ケーブル等が頻繁に交換されている。スプレッドダケーブルは巻上、巻下動作に伴って、ヘッドブロックのバスケットから繰出し、収納を常に繰返している。風況の厳しい条件下ではケーブルにキンクを生じることも多く、劣化が促進する部品の一つでもある。

使用頻度の高い消耗品としては、以下が挙げられる。

- ① スプレッドダ用アクチュエータ
- ② ワイヤロープ（巻上、横行用）
- ③ 横行給電装置用部品（ショックコード、メッセンジャーワイヤ、ローラ等）
- ④ 油圧用機器部品（パッキン、シール等）
- ⑤ ベアリング、スイッチ類

これら消耗品の劣化の大きな要因は、摺動による摩耗や衝突による損耗と考えられる。

これら消耗品や装置の部品等の交換頻度はクレーンによって個体差があり、同一仕様、同一メーカーのクレーンであっても、それらの劣化速度が極端に異なっている場合がある。

従って、供用後の点検診断結果を上手にデータベース化することによって、当該クレーンの消耗・劣化に関する特徴が明らかになり、この特徴を供用後の早い段階で把握しておくことが効率的な維持管理を行う上で有効な手段となってくる。

また、コンテナクレーンの大きな故障として、コンテナ船による衝突事故が挙げられる。損傷箇所はコンテナクレーンの海脚部に集中し、ケーブルリール、シルビーム、走行装置（ボギーや走行モータ等）が損傷した事例がある。

コンテナクレーンの逸走防止のためには、レールクランプやレールブレーキ等の逸走防止装置等を適切に点検診断し、維持管理を行うことが重要である。適切な点検診断・維持管理が行われず、逸走防止装置等の爪の摩耗確認を怠り、逸走事故に繋がった事例も見受けられる。

逸走防止装置であるレールクランプについては、その機構上、爪の摩耗状態が保持力の強弱に大きく関係するため、簡易な点検で摩耗状態を確認できるような工夫が必要である。レール側面の摩耗も逸走を防止する上で重要な点検診断項目であり、例えば、ライト付きのスコープのような点検鏡による爪の確認やペンキ等による爪痕の確認等を行うことが望ましい。

点検診断及び補修工事を行う時に、係留しないで逸走事故を起こしている事例もあり、係留状態で点検診断及び補修工事をするを基本とし、周知が必要である。

(2) 多目的ジブクレーン

バルク貨物を主として取り扱うジブクレーンの場合、機内コンベア関係の故障が多い。消耗品であるコンベアベルトを始め、コンベアキャリアローラ、コンベア用ロードセル等が経年劣化による交換を行っている。また、リミットスイッチ等に消耗品の交換が多く、予備品を使用し、日

常点検や月例検査において交換を行っている。

その他、巻上・開閉用ワイヤロープ、シーブベアリング、電気設備の部品であるサーマルリレーやMGアダプタの劣化事例も見られる。

使用頻度の高い消耗品としては、以下が挙げられる。

- ① 巻上・開閉用ワイヤロープ
- ② MGアダプタ
- ③ サーマルリレー
- ④ リミットスイッチ

ジブクレーンの特徴の一つは、コンテナクレーンと異なり、機械室を大きく取りにくいことである。そのため、巻上・開閉装置、起伏装置、引込装置、制御盤を始め、これらの電気設備が1箇所配置されている。供用後二十数年経過して、経年劣化により、電気設備のコモンベース(台座)に亀裂が生じ、大型の補修が必要な事例もある。

(3) アンローダ

ニューマチックアンローダでは、大豆や小麦等の穀物をブローによって揚荷するため、輸送管の摩耗が大きい。穀物が衝突する先端部のノズルや曲管部、さらには穀物が摺動する水平管において、摩耗による肉厚の減少が生じ、最終的には孔が開くことになり、補修や交換を余儀なくされる。特に、曲管部は穀物の旋回流による摩耗が激しいため、耐摩耗性を高めたセラミックやウレタンを曲管の内面にコーティングした、ステンレス鋼管が使用されている。

また、先端部や垂直管の劣化については、貨物船の船底に残っている穀物の底浚えに使用する、ブルトーズの衝突による物損の事例が見られる。

連続機械式アンローダの主な劣化は、先端部(チェーンフィーダ)の摩耗やコンベアの摩耗等であり、ニューマチックアンローダと同様に、穀物との接触による摩耗が原因と考えられる。

機械装置関係における故障等は、使用頻度の高い垂直管昇降ウインチ及びブレーキ等の作動不良の事例がある。経年劣化による接触器の溶着に伴う故障等が多く、非常ブレーキが作動しなくなり、垂直管が落下する事故が発生している。

従って、経年劣化を起こす接触器については、定期点検診断で劣化状況を確認すると共に、一定期間経過したものは交換を行い、予防保全的な対応を取ることも考えられる。

その他使用頻度の高い消耗品としては、以下が挙げられる。

- ① 輸送管(単管、ノズル)
- ② 垂直伸縮用モータ
- ③ ロータリーフィーダ
- ④ ろ布

劣化判定を行う際の参考のため、コンテナクレーンの劣化判定事例を、**図Ⅱ-1.1**から**図Ⅱ-17**に示す。



図Ⅱ-1.1 ケーブル溝の状態、劣化度[b]



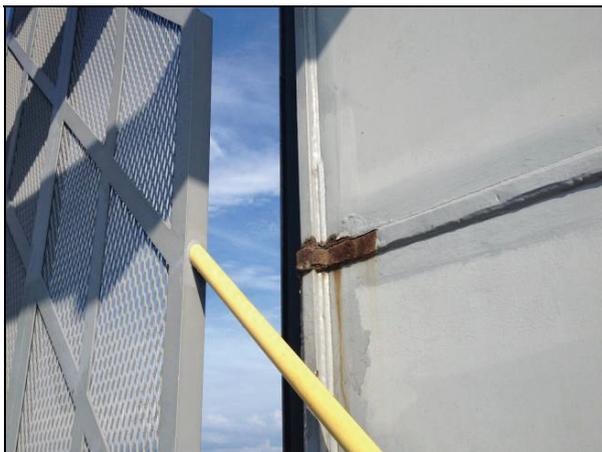
図Ⅱ-1.2 ケーブル溝の状態、劣化度[d]



図Ⅱ-2.1 タイブーム下部の塗装状況、劣化度[a]



図Ⅱ-2.2 鋼構造部の塗装状況、劣化度[a]



図Ⅱ-2.3 脚部の塗装状況、劣化度[b]



図Ⅱ-3 階段手摺り基部の腐食、劣化度[b]



図 II-4.1 ブレーキディスクの摩耗、劣化度[a]



図 II-4.2 同左、劣化度[a]

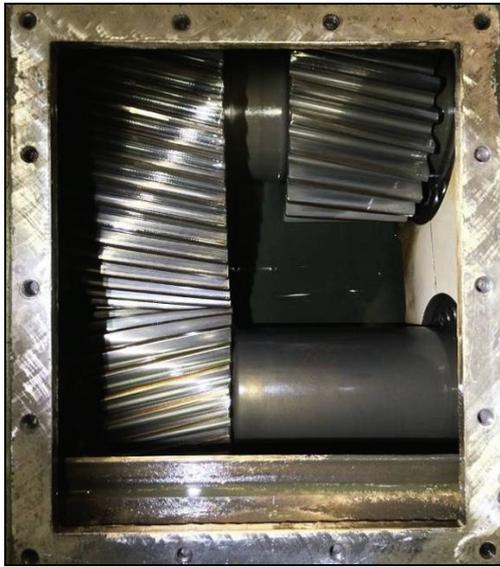


図 II-5.1 巻上装置減速機内部の歯車群、劣化度[d]

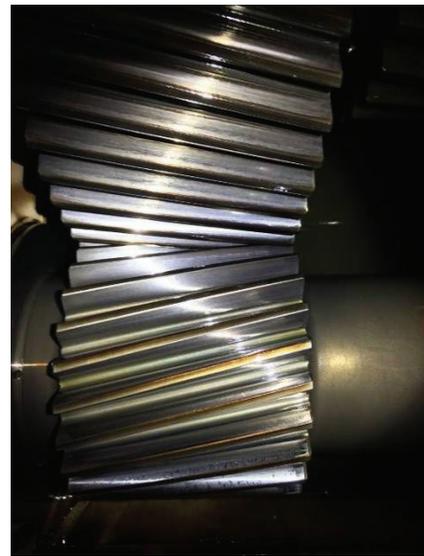


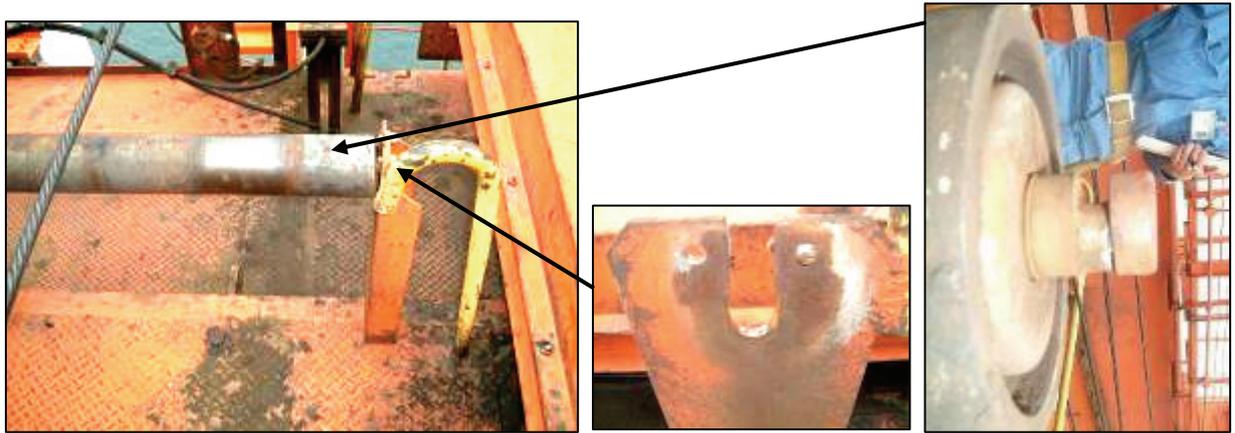
図 II-5.2 同左、劣化度[d]



図 II-6 巻上ドラムの状態、劣化度[d]



図 II-7 主巻シーブの条痕、劣化度[a]



図II-8 ロープガイドローラの状況

軸受、劣化度[a]

ガイドローラ、劣化度[a]



図II-9.1 トロリ車輪軸受の状況

ころがりローラの腐食状況、劣化度[a]



図II-9.2 トロリ車輪軸受外輪の腐食状況、劣化度[a]



図II-10.1 ケーブルキャリアホルダ、劣化度[c]



図II-10.2 ケーブルキャリアホルダ、劣化度[d]



図Ⅱ-11.1 走行装置、電動機内蔵ブレーキの状況（ドラム式）、劣化度[a]



図Ⅱ-11.2 走行装置、電動機内蔵ブレーキの状況（ドラム式）、劣化度[c]



図Ⅱ-11.3 走行ブレーキ蓋の腐食、劣化度[a]



図Ⅱ-12.1 レールクランプの爪の摩耗状況、劣化度[d]



図Ⅱ-12.2 レールクランプの状況（レバー式）、劣化度[d]



爪の摩耗状況、劣化度[a]



図Ⅱ-13.1 レールブレーキ・パッドの状況、劣化度[a]



図Ⅱ-13.2 レールブレーキ・パッドの状況、劣化度[d]



図Ⅱ-14 ツイストロックピンの状況、劣化状況[c]



図Ⅱ-15 スライドプレートの破損、劣化度[a]



図Ⅱ-16.1 照明装置の状況、劣化度[c]



図Ⅱ-16.2 照明装置の状況、劣化度[d]



図Ⅱ-17 ケーブルバスケットの破損、劣化度[a]