

埠頭用コンテナクレーン

Shore Side Container Cranes

福 渡 一 郎*
Ichiro Fukuwatari

要 旨

近年国際貿易における海上輸送にコンテナ化が急速にとり入れられつつあり、これに伴い各国の港湾ではコンテナを取り扱うための設備拡充が図られている。われわれはすでに各種のコンテナクレーンを製作しているので、本稿では主としてその構造について述べる。

1. 緒 言

海上輸送のコンテナ化はアメリカを中心として発達して来たが、この画期的な輸送の合理化は最近の国際貿易にも次々と採用され、各国の港湾ではこれに対処するよう設備をととのえつつある。今後は急速に船舶のコンテナ化が進み能率のよい大量輸送が行なわれるであろうことは疑いない。貨物をコンテナ化することによる合理化のキーポイントの一つは従来の海上輸送の方法ではコストの約半分を占めると言われる港湾荷役作業を簡単迅速にすることであるので、船舶に貨物の積み降ろしをするコンテナクレーンの仕様をじっくり検討しむだのないものとする必要がある。コンテナをとう載する貨物船は専用コンテナターミナルのみに配船されれば最も能率がよいが、将来コンテナ化が進み多くの港湾に寄港する必要があるから、各港湾ではコンテナ輸送設備について検討せざるを得なくなると思われる。コンテナクレーンの有無がその港の作業に大きい影響を及ぼすこともあり得るので、それぞれの港の実状にあった仕様を検討し最も適切な形式のコンテナクレーンとする必要がある。たとえばコンテナの取扱い量がじゅうぶんないとか、将来の予想を立てることが著しく困難な場合でもクレーンをコンテナのほかに種々な貨物を扱えるようにしておけばクレーンの作業効率を高めることができ、設備投資を有効に生かすことができる。

コンテナクレーンの最も経済的な仕様を求めるためにはまず次のことをきめておくのがよい。

- (1) 対象となる船舶の大きさ。これはクレーンの大きさを決定するのに重要である。
- (2) 扱うと予想されるコンテナのサイズおよび連結運搬(combined handling)の有無。これはクレーンの容量およびコンテナのつかみ装置(spreader)を決めるために必要なものである。
- (3) 港湾全体のレイアウトおよびクレーン後方の輸送方法と設備およびマーシャリングの方法。これはクレーンの運転方法に関係があり、電気品や機械品の詳細仕様に関係が深い。
- (4) コンテナの取扱い量、これは将来の予想も含めてクレーン全体をコンテナ専用にするか多目的にするかをきめる。なお多目的に設計するときにはその他の扱い物やその取扱い量を調べておくことが望ましい。

コンテナクレーンと称することのできるクレーンは上記の港湾に設置されるもののほかに、船舶の甲板上に設備され、コンテナ専用荷役を行なうものや、鉄道輸送のため列車にコンテナを積み降ろしをするもの、埠頭(ふとう)でフックの下にスプレッドをつった簡単なものなどいろいろの形式や用途のものがある。

わが国では港湾荷役機械化協会により埠頭用コンテナクレーンの

標準仕様が定められているが本論ではクレーンの構造や用途に主眼をおいて説明する。

2. クレーンの寸法

対象となるコンテナ船の寸法がきまると巻上、横行の範囲が定まり、クレーンの寸法が決まる。ただしクレーンの走行方向の寸法は取り扱いのコンテナの大きさに関係する。

海側のアウトリーチは船に積まれたいちばん外側のコンテナを船が外側に傾いても真上から積み降ろしができるものでなければならない。アウトリーチは一般のクレーンに比べてかなり大きく、3万t級の船舶まで考慮すると岸壁の船が接する線から31.5m(103フィート)が必要である。このためクレーンの海側レールはクレーンの安定をよくし、輪重を小さくするためできるだけ海側に近づけることが望ましい。岸壁の保護材、係船柱、給水装置、クレーンへの給電装置などをクレーンレールと岸壁の間に設置されるためこの間隔は2.7m(9フィート)程度まで近づけることができる。したがってクレーンレールからの海側のアウトリーチは34.2m(112フィート)程度のものが多い。ただしこの場合クレーンのけたを上げたとき船が出入したりクレーンが走行しても船舶上方の突出部となるアンテナなどと接触しないようにクレーンの設計をしておかねばならない。

クレーンのスパンはその間に三車線のトレーラまたはキャリアがコンテナを運搬できることが望ましく、このために約16m(50フィート)が必要である。二車線としスパンを約12m(38フィート)としてもよいが、輪重が大きくなり安定用のバランスウェイトがふえ自重が大となる。

クレーンの後方には陸側のクレーンレールから7~15m(20~50フィート)のバックリーチを設けるのが普通である。これはハッチカバーを置いたり臨時の作業のために用いられる。

クレーンの高さはコンテナ船にコンテナがいちばん高く積まれたときにもコンテナをつって通り越すことができるようにする。普通コンテナを6段積み、さらに甲板上に3段のコンテナを積んだ3万t級の船を考え水面上21.5m(71フィート)のリフトが必要となり、これに潮が最高の場合の水面とクレーンレールの高さとの差を考えクレーンレール上のリフトを決める。レール面下のリフトは同様に潮が最低のときの水面下7.8m(25'-6")程度にきめる。ただしクレーンを多目的に使うときはフックが船底までとどく必要があり、バケットを使用するには開き動作のストロークなどを考慮しておく必要がある。

3. クレーンの荷重

クレーンの荷重はコンテナの大きさできまる。現在は次のようなものが考えられる。

* 日立製作所亀有工場

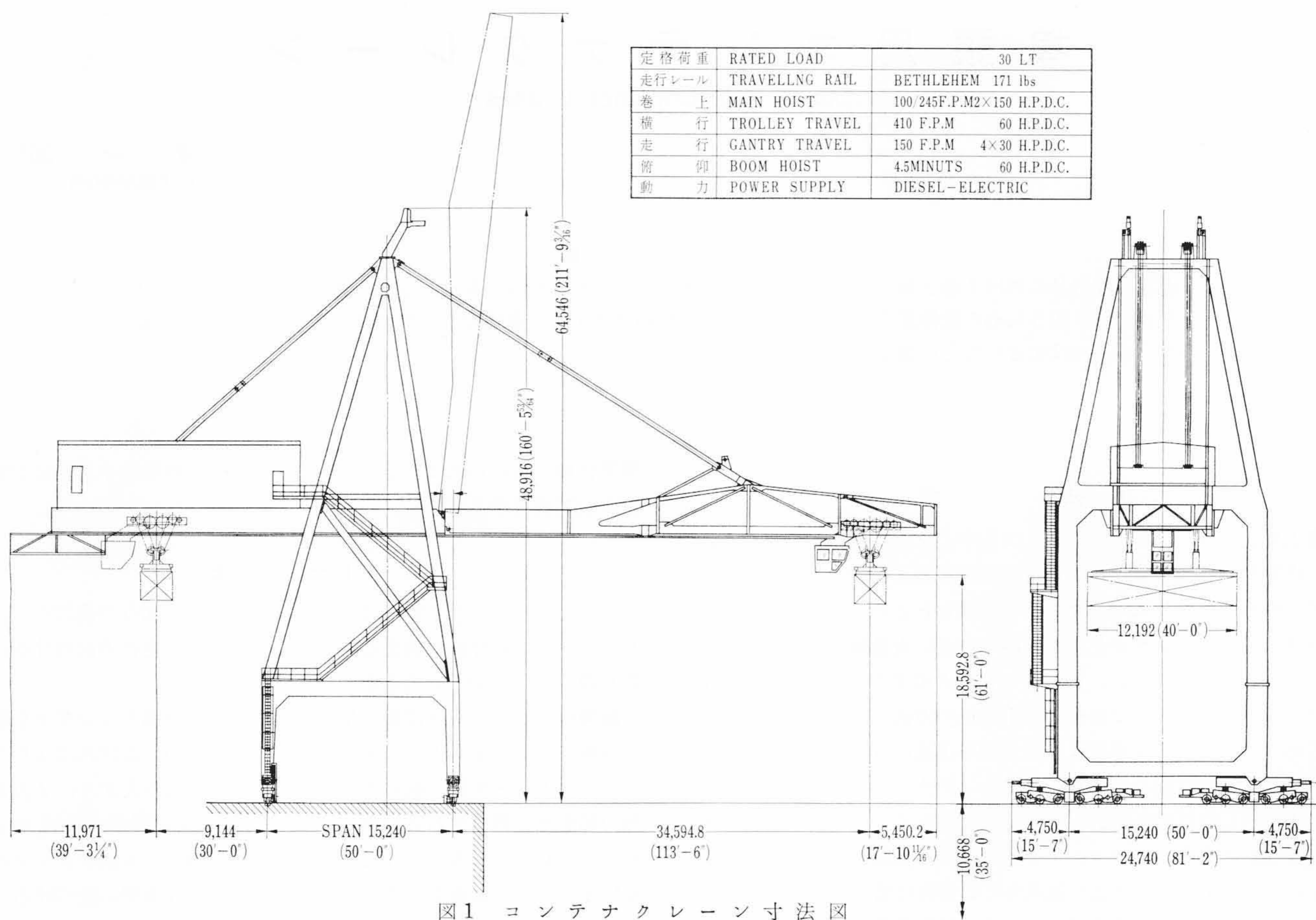


図1 コンテナクレーン寸法図

種 別	コンテナ概略 寸法 (称呼)	コンテナ 最大重量	()はメト リックトン
ISO-1C	8'×8'×20'	20 ロングトン	(20.3 t)
マトソン社規格	8'×8'-6"×24"	25 ショートトン	(22.7 t)
ISO-1B	8'×8'×30'	25 ロングトン	(25.4 t)
シーランド社規格	8'×8'-6"×35'	27.5 ショートトン	(25.0 t)
ISO-1A	8'×8'×40'	30 ロングトン	(30.5 t)

このほかにクレーンを多目的に設計してコンテナ以外の貨物を扱う場合には別に荷重を検討する必要がある (多目的クレーンの場合については次節に述べる)。

4. 多目的コンテナクレーン

現在港のコンテナの扱い量が小規模であって、将来も急速に増加することが見込めない場合、将来の予測がたたない場合、または将来港湾に計画の変更が予定されている場合などでコンテナを扱うためにクレーンの必要性はあるが、専用機とすると設備投資の効果に疑問がある場合には、多目的クレーンとすることが多い。立地条件などからコンテナ専用埠頭として港の一部を使用することができない場合にも同じことが言える。クレーンもいろいろな用途に用いることができるようにしておけば、コンテナ船以外の船がはいってもクレーンを使用することにより稼働率を上げることができる。

ここで多目的コンテナクレーンとはコンテナ扱いが主であって、そのほかは二次的なものであることは言うまでもない。たとえばバケット運転が主眼であればもはやこれは多目的のコンテナクレーンと言うことはできない。

多目的コンテナクレーンは構造が複雑となるのでできればコンテナ専用とすることが望ましいが、やむを得ないときでもコンテナ扱い以外の荷役がどの程度あるかを検討しておくとい。切換装置も複雑な機構になったり消耗品がふえたりするのが一般である。コン

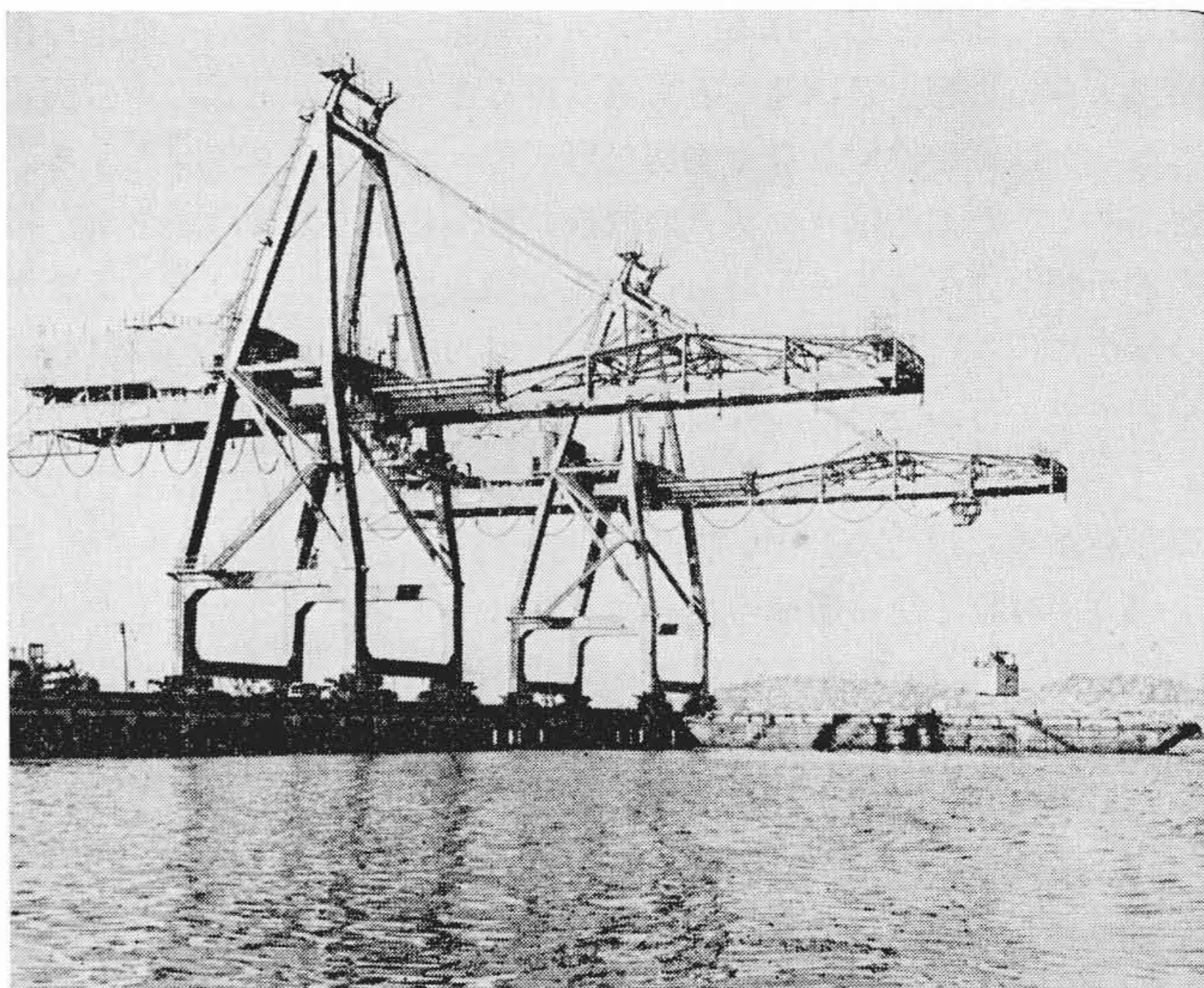


図2 多目的コンテナクレーン

テナ用のスプレッドの代わりに取り付けられるものは、フック、バケット、マグネット、スクラップスキップなどである。バケットやマグネットによる運搬はそのほかの作業に比べて過酷なので荷重はそのひん度に応じて減少させたほうがクレーン全体として無理なく経済的となる。この場合荷重は定数の1/2～3/4程度におさえたほうがよい。またバケットで運搬を行なうときはクレーン後方のバラ物の輸送方法をどうするかを検討しておかないと効率が悪くなったりゴミによる被害を出したりすることがある。

5. コンテナクレーンの動作と運転

コンテナクレーンの使命は港湾荷役の迅速化にあるので、この大形のクレーンをいかに高速にむだなく運転するかがクレーンの経済

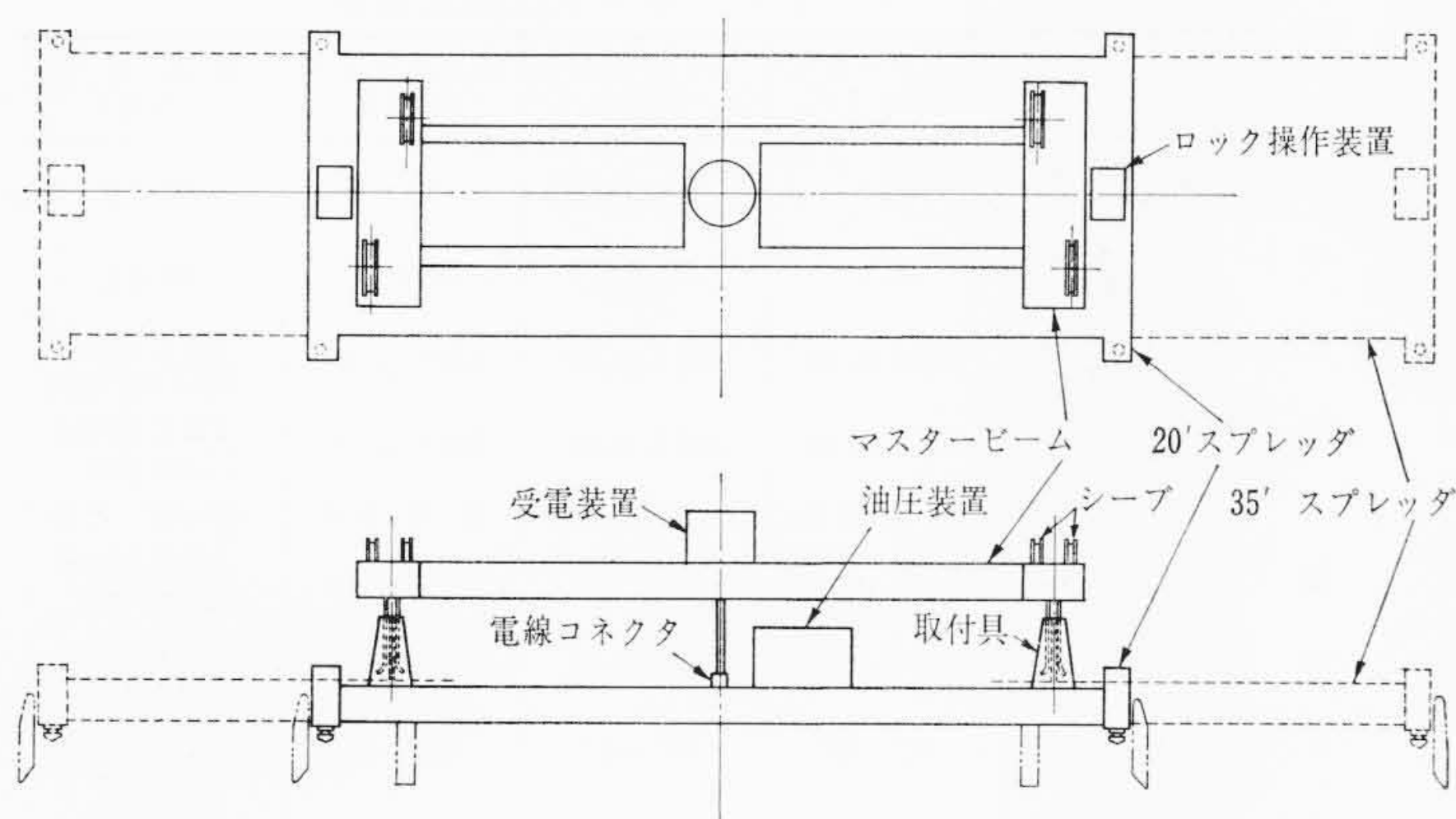


図3 スプレッド (マスタービーム式)

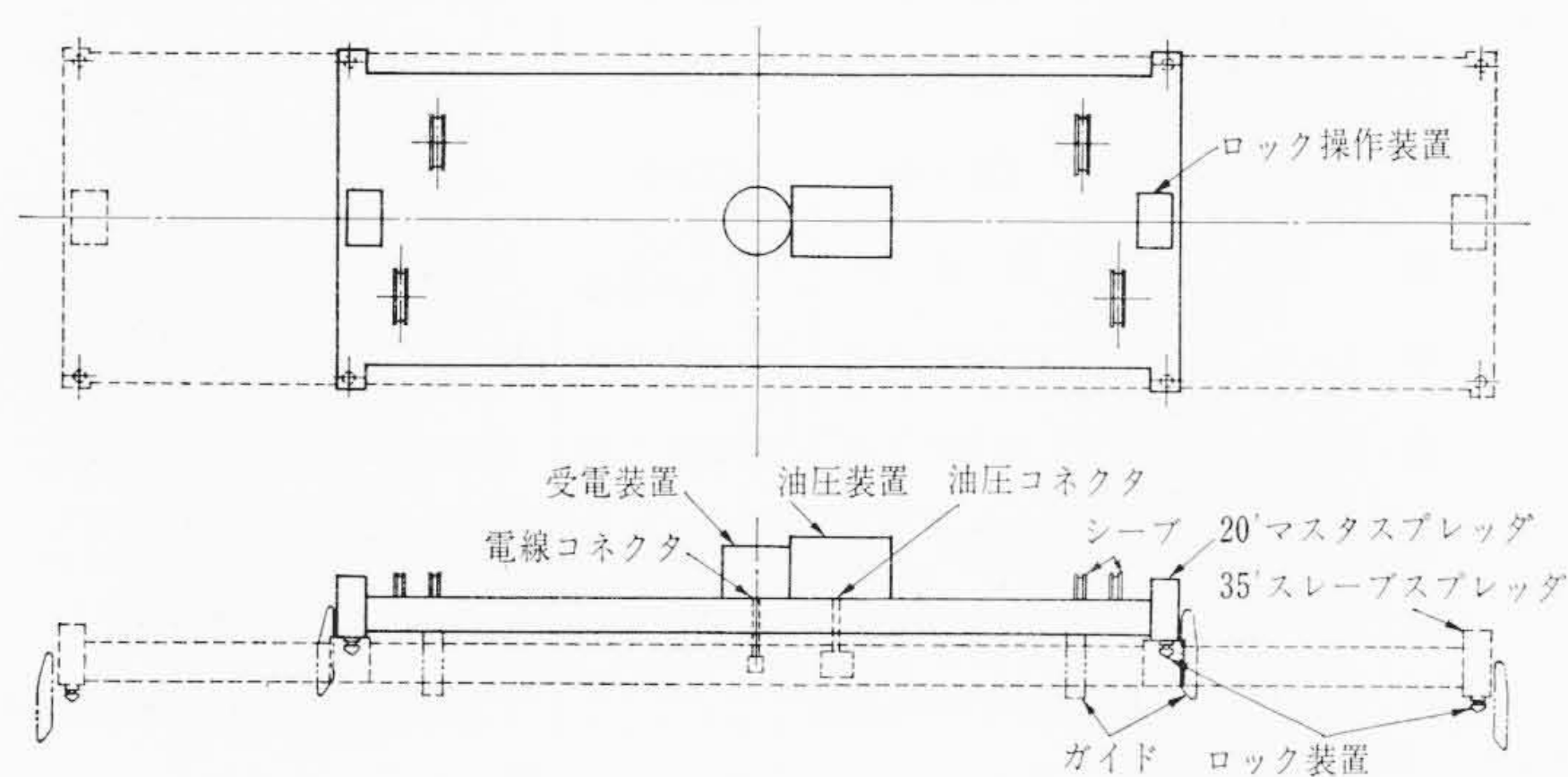


図4 スプレッド (マスタースレーブ式)

性につながることになる。この運転と動作を最も合理的に決めるにはクレーン後方のコンテナ扱い方法およびその設備を考慮する必要がある。これは個々の港の立地条件、交通事情、経済的条件、将来の見通しなどに関係するので港湾全体としての経済性からあらかじめ決めておくべきものである。クレーンはそれぞれの条件に対して最も適切な詳細仕様を決めその機能を最大限に発揮するようにすべきである。クレーンの操作に付随する位置合わせ、作業の合図、保守、点検、修理などもできるだけ時間を費やさずにできるように考慮しておくことが望ましい。

クレーンの運転は高速でかつスムーズにでき、位置合わせも容易であることが必要で、このため電気的にはレオナード方式による無段階変速を行なうと同時に特に巻上げおよび巻下げに際しては軽荷重のときに速度を上げて運転時間を短くする方法が一般に行なわれている。現在ほとんどのコンテナクレーンにはロープトロリ式を採用しているため長いロープの伸びやたるみによる誤差をじゅうぶんカバーし、スプレッドとコンテナ、コンテナと船舶またはトレーラなどの正確な相対的な位置合わせが容易で荷のふれをあまり出さないように運転するため、機械的にもいろいろな方法が考えられている。

速度はコンテナ扱い1サイクルを約3分とするように選ぶのが現在の常識的な考えで巻上 30~35 m/min (100~120 f. p. m) 横行 125 m/min (400 f. p. m) 走行 45 m/min (150 f. p. m) 俯仰 4~8 分程度としている。これに対して低速の場合には荷の重量のいかににかかわらず定格速度の数%程度まで出せるようにし、特に巻上・下げは軽荷重に対して 200~250% の高速を出せるようにする。その間は無段階にどのような速度でも出せるようにし運転を容易にする。コンテナの重量は内容物によって異なり定格荷重に満たないものも多くあるので、巻上装置は電気的な出力を変えないでより速度のはやい運転が可能ないようにしてある。横行および走行に対しては、巻上

操作ほどの効果が期待できないので、普通は一定の速度になるよう制御する。走行モータに対しては特に風圧を考慮して高いトルクを低速で出すこともある。無段階変速には普通サイリスタが利用され直接または間接にモータの速度を制御する。

コンテナの内容物は必ずしも一様ではなく、重心の偏心により左右のロープには均等に荷重がかかるとは限らない。特にロープがコンテナをつった位置はコンテナ全体長さの 1/2~1/3 の間隔になるので重心の偏心によるロープ張力のアンバランスがかなり大きくなることがある。この場合コンテナがロープの伸びの差により傾きやすいので、コンテナを常に水平に保つため巻上モータを2台として、左右のモータを単独に動かしたり、ロープの固定端をわずかに動かしてこれを補正する装置をつける必要がある。このほかコンテナが短い寸法の方に傾いたり、全体が旋回したりすることが考えられるが、これらに対するスプレッドの角度の補正装置は必要であるとは考えられていない。

コンテナをつるスプレッドはその動作を確実にするためリミットスイッチおよびインディケータをつけ巻上操作ともインターロックして安全を期す必要がある。各種大きさのコンテナに対応するスプレッドは図3、4に示すマスタービーム方式やマスタースレーブ方式のほかに伸縮式などがあるがそれぞれ特長がありいずれにするか優劣はつけにくい。

クレーンはリフトが長い振幅は大きくなりやすく、正確な停止を要求される。トロリーに加速力を加えたときに生ずる荷の固有振動は、トロリーと荷の二つの質量を単にロープでつなぎ振れ角が少ないときを考えると次の式で表わすことができる。

$$x = A \sin \left(\sqrt{\frac{(W_1 + W_2)g}{W_1 l}} t + B \right)$$

ここで、 x : 荷のふれによる変位

$A; B$: 常数で初期条件で定まる

W_1 : トロリーおよび横行装置の回転体の相当重量の和

W_2 : ロープ下の重量

l : ロープの垂れ下がり長さ

g : 重力の加速度

t : 時間

したがって振動数の重量 W_2 、つり上げ高さ l によって異なり振動の系は複雑となる。荷の振れをとめる方法としては、電気的フィードバック制御方式やロープの掛け方による方法があるが、今のところ運転手の手動操作によるものが多い。熟練した運転手であれば振れを生じないよう運転することは比較的むずかしくはなく、横行操作が容易なものであればさらによい。

横行の操作性をよくするためトロリーをロープを介さず直接トロリー上の横行装置を駆動する(巻上はロープを介して機械室から操作する)いわゆるセミロープトロリー方式がこれに適当な方式で、横行ロープがないため保守や点検が楽である。

クレーンの動作はそれぞれ単独に運転されるほか次のどちらかの組合せ運転が採用される。

- (1) 巻上+横行, 巻上+走行, 俯仰+走行
- (2) 巻上+横行, 走行+横行, 俯仰+走行

これはレオナード制御において1台の電源に対してモータをそれぞれ次のように組合せ、切換えによって操作するものである。

- (1) 巻上+俯仰, 横行+走行
- (2) 巻上+走行, 横行+俯仰

一般に走行モータの出力の合計は巻上モータについて大きいため

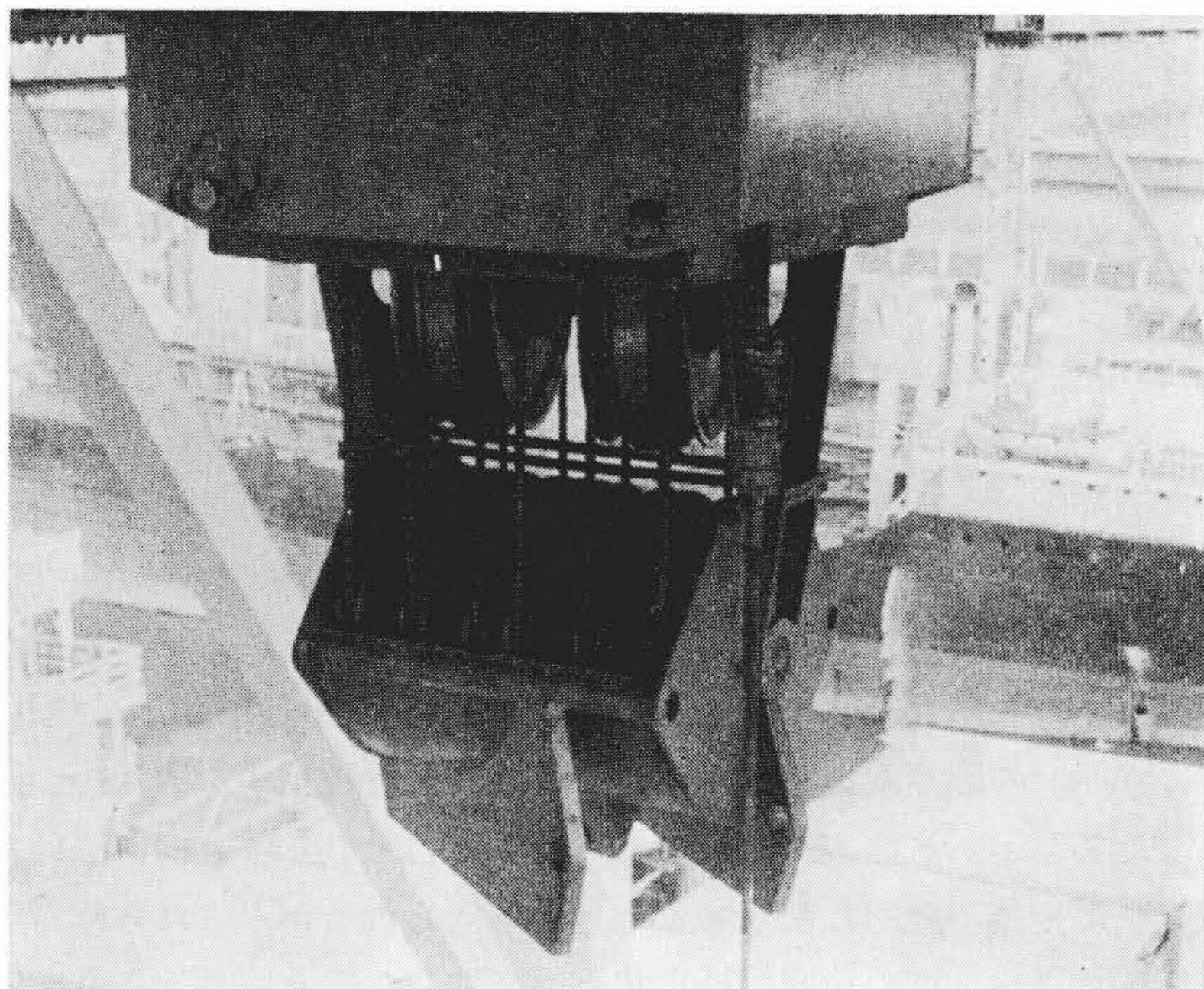


図5 多目的コンテナクレーンにおける
バケットシーブブロック

(2)の組合せのほうが電源容量が小さくてすみ経済的であるが、巻上と走行が同時に運転できないため、走行をたびたび位置合せに用いるような場合、巻上、下の時間が比較的長いコンテナクレーンでは不便である。走行を行なうことは船との位置合せをする必要があるのなるべく走行しないようなクレーン後方の輸送方法が望ましい。トレーラでクレーン下にコンテナを運び込む方式はトレーラでクレーン走行方向の位置合せができるので(2)の方式でよいが、ストラッドルキャリアーなどで地上におかれたコンテナをクレーンが扱う場合は走行方向の位置合せのため(1)の組合せが望ましい。

クレーンのスパン内にコンテナを置きクレーンで直接船に積み込む方式は船とのクレーン走行方向の相対的位置合わせの問題があり現在の大部分の港はこの方法をとっていない。

運転室の位置はトロリーに取り付けられ荷とともに横行するもの、クレーン鉄骨に固定されているもの、独立した運転室が横行方向に移動するものなどがある。最初のものは船倉の中まで見ることができ、運転手自身で確認しながら運転ができる。荷がすぐ目の前を上下するため高さ方向の判断がしにくい点はあるがリフトインジケータである程度解決できる。ケージが固定されているものは視野は広く高さ方向の判断も容易であるが荷が遠くにあるときに位置合せ作業が必要であり、ハッチの中からよく見えないので合図人が必要となる。自走式のトロリーを独立にもつのがいちばん運転は容易であるがコストは高くなるので現在はあまり用いられていない。

6. 動力

最も普通に用いられているのがケーブルリールによる給電方式である。クレーンが2バースの範囲を受持つようにするには約400m(1,300フィート)の走行距離が必要となり、400ボルト級の給電線ではケーブルリールが非常に大きくなるので高電圧のものが望まれる。わが国では600Vを越えないよう550Vにしているものが多いが、外国では高圧のもの、たとえば2,400ボルトが用いられている。しかし岸壁にはトレーラやキャリアなどがひん繁に出入するので電線の事故を完全に防ぐことはむずかしい。このような欠点をなくすためディーゼルエンジンによる発電方式が実用化されている。給電線がなくなるため電線とトレーラの接触事故、ターミナルボックスへの海水の浸入、停電によるクレーンの停止、主モータ起動時の大電流による電圧降下がなくなり走行範囲に制限がなく、将来の移設が容易である。また地上の給電設備が大幅に減少する利点もある。

なおクレーンの休止時に航空標識その他の電灯や修理用電源に30kVA程度の電源を接続できるようにしておくほうがこの間損失

表1 コンテナクレーン仕様比較表

納 先	ポートランド No. 1	シアトル (2台)	ポートランド No. 2	京 浜 外 貿 (3台)
つり 上 荷 重 (メトリックトン)	30 t	39.5 t	38 t	39.5 t
コ ン テ ナ 重 量 (最大)	25 t	30.5 t	30 t	30.5 t
巻 上 速 度 (定格)	130 f. p. m	100 f. p. m	130 f. p. m	(116 f. p. m) 35.5 m/min
巻 上 速 度 (コンテナなし)	260 f. p. m	245 f. p. m	260 f. p. m	(232 f. p. m) 71 m/min
ブ ー ム 俯 仰	往 復 5 分	片側 4.5分	往 復 5 分	往 復 8 分
横 行 速 度	400 f. p. m	410 f. p. m	400 f. p. m	(410 f. p. m) 125 m/min
走 行 速 度	150 f. p. m	150 f. p. m	150 f. p. m	(148 f. p. m) 45 m/min
リ フ ト 地 面 上	61'-3"	61'-0"	68'-0"	(71'-3") 21.7 m
リ フ ト 地 面 下	63'-9"	35'-0"	64'-0"	(39') 11.8 m
ス パ ン	38'-0"	50'-0"	38'-0"	(52'-6") 16 m
横 行 距 離 (前脚より前)	113'-0"	113'-6"	113'-0"	(110') 33.5 m
横 行 距 離 (後脚より後)	25'-0"	30'-0"	25'-0"	(24'-6") 7.5 m
全 横 行 距 離	176'-0"	193'-6"	176'-0"	(187') 57 m
運 転 室	固 定 形	トロリーと ともに移動	独立移動形	トロリーと ともに移動
巻 上 モ ー タ	125 HP 2 台	150 HP 2 台	200 HP 2 台	(168 HP×2) 125 kW×2 台
横 行 モ ー タ	50 HP 1 台	60 HP 1 台	60 HP 1 台	(33.5 HP×2) 25 kW×2 台
走 行 モ ー タ	30 HP 4 台	30 HP 4 台	30 HP 4 台	(26.8 HP×4) 20 kW×4 台
俯 仰 モ ー タ	100 HP 1 台	60 HP 1 台	100 HP 1 台	(90 HP×1) 67 kW×1 台
動 力 源	480V 60 Hz 3φ	ディーゼルエ レクトリック	2,400V 60 Hz 3φ	550 V 60 Hz 3φ
速 度 制 御	ワード レオナード	ワード レオナード	静 止 レオナード	ワード レオナード
走 行 レ ー ル	ASCE 135 16/yd	Bethlehem 171-CR	Bethlehem 171-CR	(149 16/yd) 74 kg/m

の少ない給電ができ、ディーゼルエンジン駆動の場合には特に必要となる。

このほかに地面に作られたみぞの中にトロリー線を固定してそこから集電する方法もあり、海水や雨水の浸入のない場合可能である。

7. コンテナクレーンの経済性

コンテナクレーンの経済性は以上に述べたような方法でむだのない設計をすると同時に迅速に作業を進めることにより高められる。クレーンの1サイクルの作業は現在の3分をさらに縮めることは位置合せやつかみ操作の時間短縮がむずかしいので容易ではなく現在のような方式をとっている間はむしろクレーンを2台にふやしたほうがよいと思われる。

一方コンテナクレーンの保守、点検、修理に時間がかからないことはクレーンの効率を高めることとなるので各種の付属品をつけることによりその目的を達するようにする。これはクレーン付近にある修理工場の有無や管理体制によってその必要性が変わる。

付属品の例としては運転室、機械室を地上の電話およびスピーカ連絡装置、ロープ取替装置、溶接機械用コンセント、修理用作業台と工具、エアコンプレッサ、風速警報、走行警報、修理用クレーン、エンジン駆動の場合の燃料供給ライン、給水ライン、自動消火装置などがある。

8. コンテナクレーンの具体例

日立製作所で納入または製作中のものの具体例を示すと表1のとおりである。

9. 結 言

コンテナ輸送は今後ますます増していくことは疑いなく、各地で

次々とコンテナクレーンが設置されつつある。コンテナ専用ターミナルに設置されるクレーンは標準仕様により経済的なものとするのが賢明であろう。これはコンテナヤードにおけるコンテナも運搬方法が大幅に変わらないかぎりクレーンの仕様はさほど変えなくてもすむからである。しかし場合によってはそれぞれの港の特殊性を考慮して最も適切な仕様とすることもある。たとえば多目的コンテナ

クレーンとすることや多少クレーンの価格が高くなってもプラント全体として経済的となるようなこともある。クレーン自身も年々進歩しコンテナの取扱い方式もいろいろ新しい方法が考えられ改善されていくであろうから、大容量輸送の中で新しい方式に最も適当なクレーンの仕様を検討することが重要である。本文がコンテナクレーンの計画に参考になれば幸いである。



特 許 の 紹 介



特 許 第 482778 号 (特 公 昭 41-6016 号)

羽 鳥 繁

セ ラ ミ ッ ク 形 電 子 管

この発明は、陽極と陽極端子との間に真空封止ろう材の融点では合金を生成しない材料を介在させて封止の際における陽極の変形を防止するようにしたもので、その要旨は図面に示すように陽極と陽極端子に高温において低融点の合金を作りやすい金属たとえば陽極にチタン、陽極端子に鉄、ニッケル、コバルト合金（コバール）を用いたものにおいて、この両者と合金を作らない金属たとえばタンタル板を介して溶着し一体としたことを特長とするものである。

この発明によれば、真空封止の際ろう材が高融点でもチタン陽極とコバール陽極端子はタンタル板によって隔てられているので、チタンとニッケルの合金の生成がなく陽極の変形を防止することができる。

(福田)

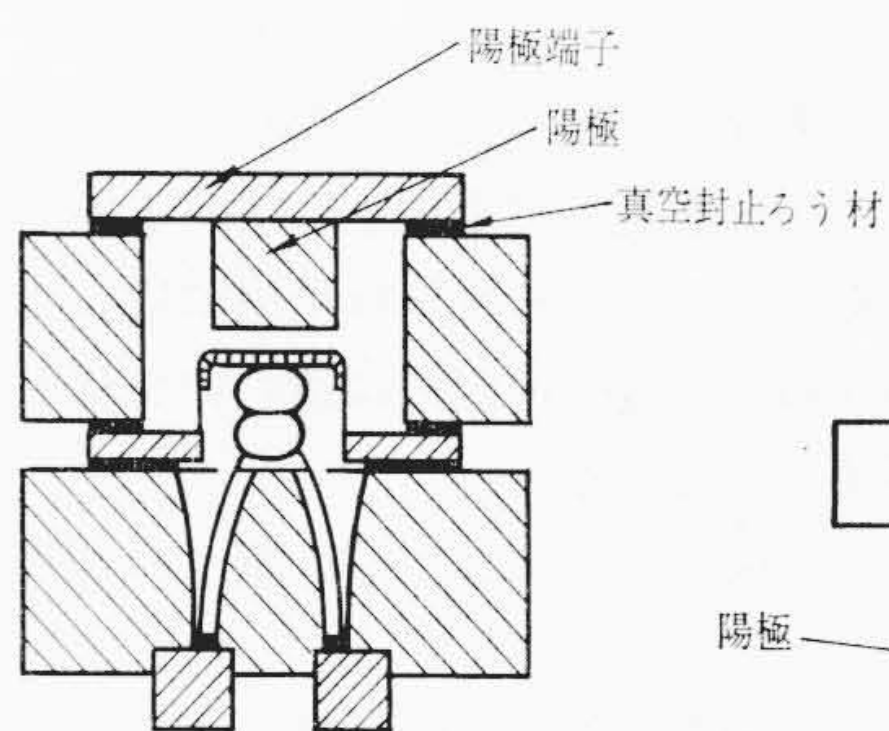


図 1

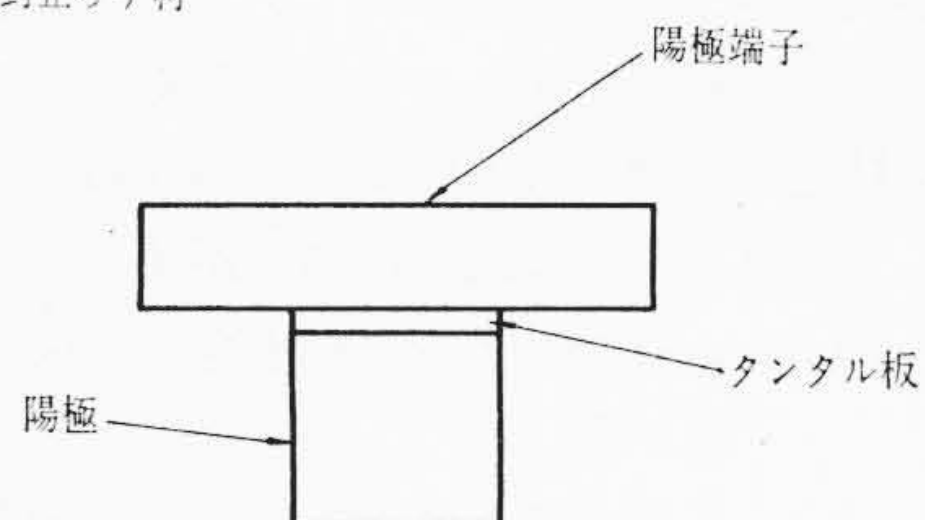


図 2



新 案 の 紹 介



登 録 実 用 新 案 第 807181 号

清 家 光 祥

真 空 管 用 籠 (か ご) 形 格 子

この考案は、真空管用籠形格子の構造に関するもので、その要旨は図面に示すように一定間隔に平行に円筒状に配置された格子線の上に格子支持線を編組状に巻き付け、格子線と格子支持線とを溶着することを特長とするものである。

この考案によれば、格子支持線は編組されているため格子の構造がじょうぶで変形による真空管特性への影響が少なく、したがって格子が一端支持で使用される場合に真空管の雑音が少なくなり、また支持線1本ずつピッチを大きくすることができ、製作に際し心金を交換するつど両端で格子支持線を格子線と固定させる手数がなくなるなどの利点がある。

(福田)

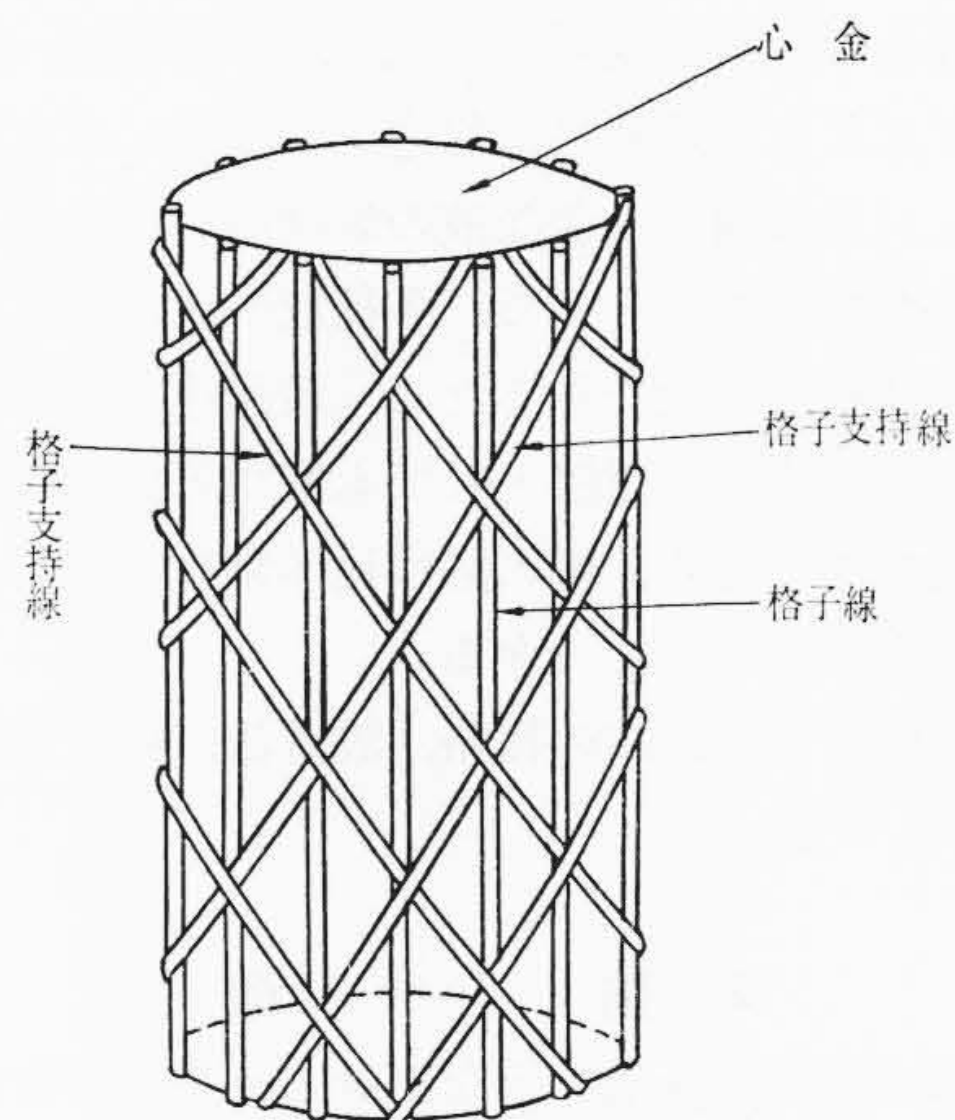


図 1