

最近のつり上げ運搬装置とその応用

Recent Tendency of Lifting Devices

With advanced specialized techniques made available of late, labor-saving or automation schemes have been adopted not only for individual production unit or line but for the entire production plants. At the same time, lifting devices and other material handling apparatuses playing vital role in distribution systems have come to be required to be safer and more reliable than ever before. Also, they are facing such problems as automation, economization in electric and other energy outlay, etc.

This article describes the performance and features of the lifting device in relation to these problems citing some examples of its actual application.

石田真之助* *Shinnosuke Ishida*

伊 東 将* *Susumu Itô*

依 田 幹 雄* *Mikio Yoda*

1 緒 言

最近生産の場から消費の場まで、一貫してスムーズな製品の流れをつくる物流システム化の必要性が問われてきている。また自動化、省力化も従来の部分的なものやその場しのぎ的なものから各生産ラインやプラント全体を有機的に結合したシステムティックなものへと変わりつつある。物流の主体業務は輸送と保管であるが、物流で主役を演ずるものが荷役であり、ハンドリングであることはあまり知られていない。物流とは一連の物の流れであり、それは無数のサイクルをつなぎ合わせた機能の流れでもある。なめらかな物の流れとは、機能と機能および工程と工程のつなぎ合わせがうまくいっていることといえる。物の流れに停滞が起こりネック現象が起きるのはおもにその接点であり、継ぎ目である。このネック現象を起こしやすい工程と工程との間のつなぎを受け持っているのが荷役であり、ハンドリング技術である。

そういう意味で、荷役とは物の位置を移動する技術ではなくて、つなぎの技術がその本質的機能だといえる。この結びつけの技術が物流システム化において不可欠なものとなる。そして、その代表例が産業ロボットであり、つり上げ運搬装置であるといえよう。物流システムの中で、有機的に活動すべく、前者にあっては、視覚や触覚をつけさせる努力が続けられており、後者にあっては、マテリアルズそのものと運搬装置との結合への努力が続けられている。産業ロボットについては、各種の文献に詳報されているので、ここではあまり省みられることの少ないつり上げ運搬装置につき、実例を交えて最近の傾向を紹介する。

2 つり上げ運搬装置の現状と問題点

最近のわが国における荷役運搬機器は、盛んな設備投資、大量輸送、大量消費など流通環境の著しい変化および技術革新の進行、それと対照的な労働力不足の深刻化などにより、驚くべき成長と発展を遂げつつあり、荷役運搬時代の到来を思わせるものがある。しかしシステム化、情報化の進行とともに安全性や信頼性の強い要求に加えて、節電、省エネルギーの社会的要請にもこたえる必要が生じている。そこでその変化とシステム化に適応するマテリアルハンドリング（以下

マテハンと略す）システムの再編と、これに最も有効に適応しうるマテハン機器の開発が要求されるわけである。

3 新しい運搬省力機器の開発と応用

自動化ハンドリングにあたっては従来の部分部分の改善技術の指向から、ハンドリング自身をシステムティックにアプローチし個別な部分機器の選択から一連のものの流れに対して、その対象に適応する最良の機器の選択が必要であり、かつ自動化機能や省エネルギー化も十分検討する必要がある。本項では自動化ハンドリングを前提とした最近の新しい運搬省力機器を紹介する。

3.1 長尺広幅鋼板用永久磁石式リフティングマグネット

最近、長尺広幅化した鋼板の荷役運搬には欠かすことのできないリフティングマグネットや真空吸着装置にも自動化機能と従来にない信頼性、安全性が要求されている。

本節ではこれらの情勢に対処して開発された長尺広幅鋼板用永久磁石式リフティングマグネット「日立パーマグ」の基本的特性について述べる。

3.1.1 永久磁石式リフティングマグネットの適用と利点

図1は、鋼板の水切り作業から、パイリング、デパイリング、マーキングラインへの鋼板1枚自動搬入、ショットブラスト、コロケータといった鋼板の搬入、加工、搬出ラインにおけるマテハン自動化のレイアウトの一例である。本図によれば、コントロールセンタからの指令により、経路、調整、仕分け、集合、時間、貯蔵といったハンドリング機能条件を十分満たし、また各所で最適な自動化機能を備えたハンドリング機器を使用することにより鋼板の流れは常に総括制御されている。

この一連のラインにおいてハンドリング区分でいえばつり上げが地味ではあるが比較的自動化しにくい区分である。それはつり上げに従来から用いられているリフティングマグネットを用いれば、

- (1) 場所、時により寸法、重量が変化する。
- (2) パイルしてある中からの確実な1枚取りが困難である。
- (3) 長尺広幅の場合、鋼材自身の自重による長さ方向のたわ

* 日立製作所大みか工場

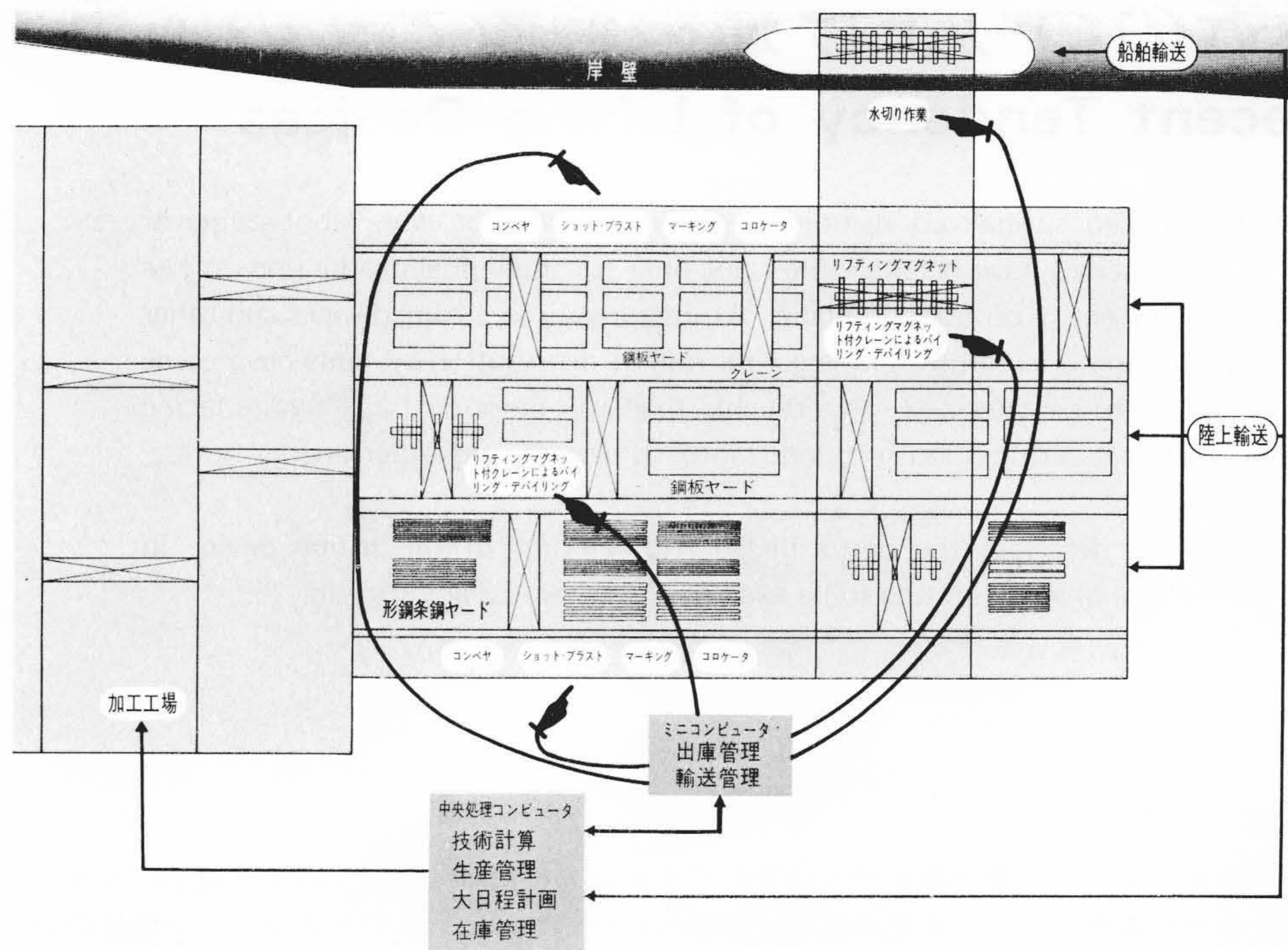


図1 コンピュータによるマテ
ハンオンライン制御 自動
化機能を有するハンドリング機器の
使用により、鋼板の流れは総括制御
される。

Fig. 1 One Example of Com-
puter Controlled Material
Handling System

みによりすきまを生じ、つり上げ能力の安全性が問題となる。

(4) 数台併設して使用する場合、最適なつりピッチが必ず得られるとはかぎらない。

(5) クレーンの停止精度やストック鋼板の位置精度から複数個のマグネットに対し非対称負荷(偏荷重)を生ずる。

(6) 励磁コイルが発生するジュール熱によりつり上げ能力を一定にするのが困難で制御対象となりにくい。

などの理由により自動化ハンドリングが非常に困難であった。そこで瞬時の着磁、脱磁といったいわば制御コイルを有し、さらに不足の停電時には永久磁石の力で鋼材を保持し、また節電化にも適する永久磁石式リフティングマグネットが、これらの問題を比較的容易に解決できる自動化機器として有効になってくる。

3.1.2 在来形永久磁石式リフティングマグネットの欠点

一般に長尺広幅鋼板の一枚つり(デパイリング)には、従来の電磁石に代わって制御対象としやすい永久磁石式ユニットマグネットを複数個組み合わせるが、この場合、

(1) 永久磁石は鋼板のたわみなどによりすきまが変化すると安定した吸引特性が得がたい。

(2) たわみを少なくするため、多数のマグネットをつりビームに懸架して用いると、各マグネットのレベルが出にくい。

(3) つりビームが対象鋼板とはほぼ同じ大きさのボックス状のものとなり扱いにくく地上作業者に威圧感を与える。

(4) 各マグネットの配線がくもの巣状となり断線などの危険性がある。

(5) 各マグネットが自由に動くので、位置決めがしにくい。などの理由から一般に永久磁石式リフティングマグネットは非常に扱いにくいものとされてきた。しかし以下に説明する「日立パーマグ」はこれらの難点をなくした画期的性能を有する永久磁石式リフティングマグネットである。

3.1.3 「日立パーマグ」の動作原理と特長

(1) 安定化安全励磁方式

これは永久磁石と鋼板で形成される磁気回路の安定化を図るもので、図2に示す動作順序は次のとおりである。

(a) 着磁(0→A点)

制御指令ONによりコイルに励磁電流が流れ、マグネットが着磁されて鋼材を吸着する。

(b) 地切りによるつり上げ確認(A→B点)

クレーンの巻上げが始まると、自動的に電流は切れ、永久磁石のみの状態でつり上げ確認する。

(c) 安定化励磁(B→C点)

一定時間の地切りの後、再び電流が流れ、クレーン巻上げ時の鋼材の振動、ハウリングなどによって生ずるすきまを減少させる。

(d) 安全励磁(C→D点)

安定化励磁を一定時間与えた後、電流は自動的に小さくなり、搬送中、連続して永久磁石にわずかの増磁を与え続け、クレーン走行時のショックなどに対し、搬送の安全化を図る。

(e) 電流しゃ断(D→E点)

制御指令OFFにより電流は切れ、永久磁石のみのつり上げ状態となる(普通はこの必要がなく、ただちに消磁に切り替わる。E点は停電時に相当する)。

(f) 消磁(E→F→O点)

制御指令DROPにより逆方向の電流が流れ、一定時間の後自動的に電流は切れ、マグネットが消磁されて鋼材を釈放する。

(2) 揺動自在独立懸架方式

図3に示すように、ユニットマグネットが独立にU字ボルトを通じて揺動自在にスプリングを介して子ビームへ取り付けられ、複数個の単位マグネットであたかも1台の角形マグネットのような形状となり、つりチェーンを介して親ビームへ取り付けられる方式(図5参照)で、次に示す特長を有する。

(a) 揺動自在独立懸架

スプリングとユニットマグネットの自在つり手の効果により、薄鋼板の自重によるたわみや多少の永久ひずみのある鋼板であっても十分追随し、すきまを最小限にして安定したつり上げ能力を発揮できる。もしミルスケールや砂塵

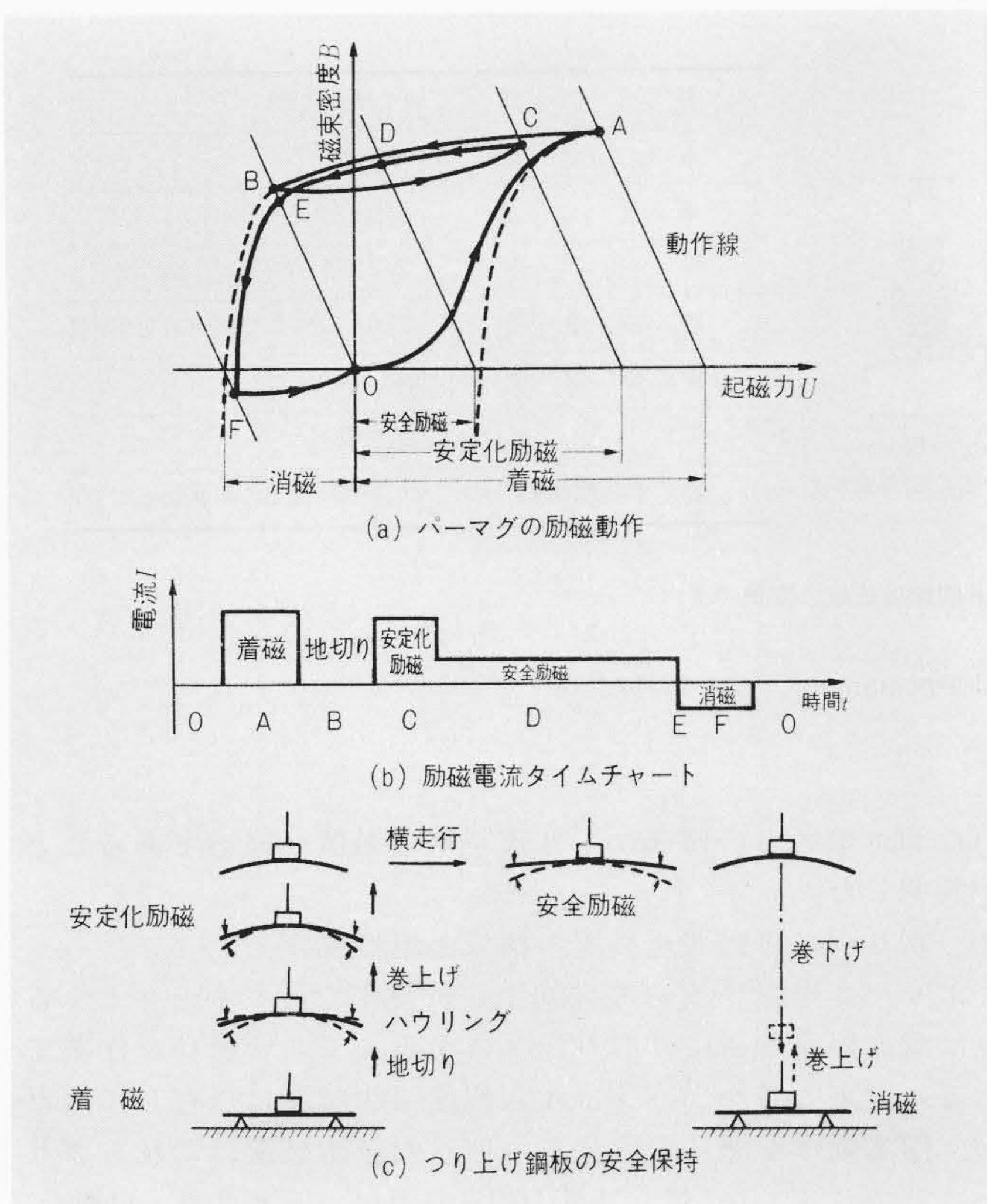


図2 「日立パーマグ」の安定化安全励磁方式 本制御方式により永久磁石の欠点をなくすることができ、永久磁石式リフティングマグネットに自動化機能を持たせることが可能となる。

Fig. 2 A Method for Transporting Loads Safely by Utilizing "Hitachi Permanent Magnet Type Lifting Magnet"

(じん)などがあった場合、ユニットマグネット1個にすぎまを生じても独立のスプリングにより自動的にユニットマグネットのレベルが変わり、他のマグネットに影響せず能力減少を最小限にとどめる。図4は鋼板にストレインゲージをはり付けて図2に示した動作を行なったときの鋼板に作用する応力と振動の状態を確認したものである。本図によれば、巻上げから停止に至る過程において鋼板に作用する応力差が少なく、また振動周波数も約2Hzと従来の懸架方式に比べ約 $\frac{1}{3} \sim \frac{1}{4}$ と小さく、鋼板を持ち上げるときのハウリングがスプリングの効果により早く収束し、かつ大きく軽減でき揺動自在独立懸架方式の効果を確認できた。

(b) 構造が簡単

単位小形マグネットを1本の子ビームへまとめてあり、ユニットマグネット多数等分布配置方式に比べ、親ビームの形状は1本物で単純であり、振れ止め用ワイヤやレベル調整が不要で、かつ使用時の威圧感が少ない。

(c) 揺れが少ない

無負荷移動時ユニットマグネットはスプリングによりつり金具部分が子ビームへ押しつけられてブレーキ作用をし、から荷揺れを極力小さくする（ユニットマグネットに荷重がかかったとき、スプリングがたわみ子ビームとつり金具の間に間隔ができて揺動自在となる）。

(d) スプリングが安定で長寿命

(e) 保守、点検が容易

以上のように「日立パーマグ」は長尺広幅鋼板の自動化ハンドリングを目標に開発されたもので、従来にない安全性、信頼性を有する。図5は仕様寸法の一例を、図6は鋼板運搬に活躍中の「日立パーマグ」装置を示すものである。

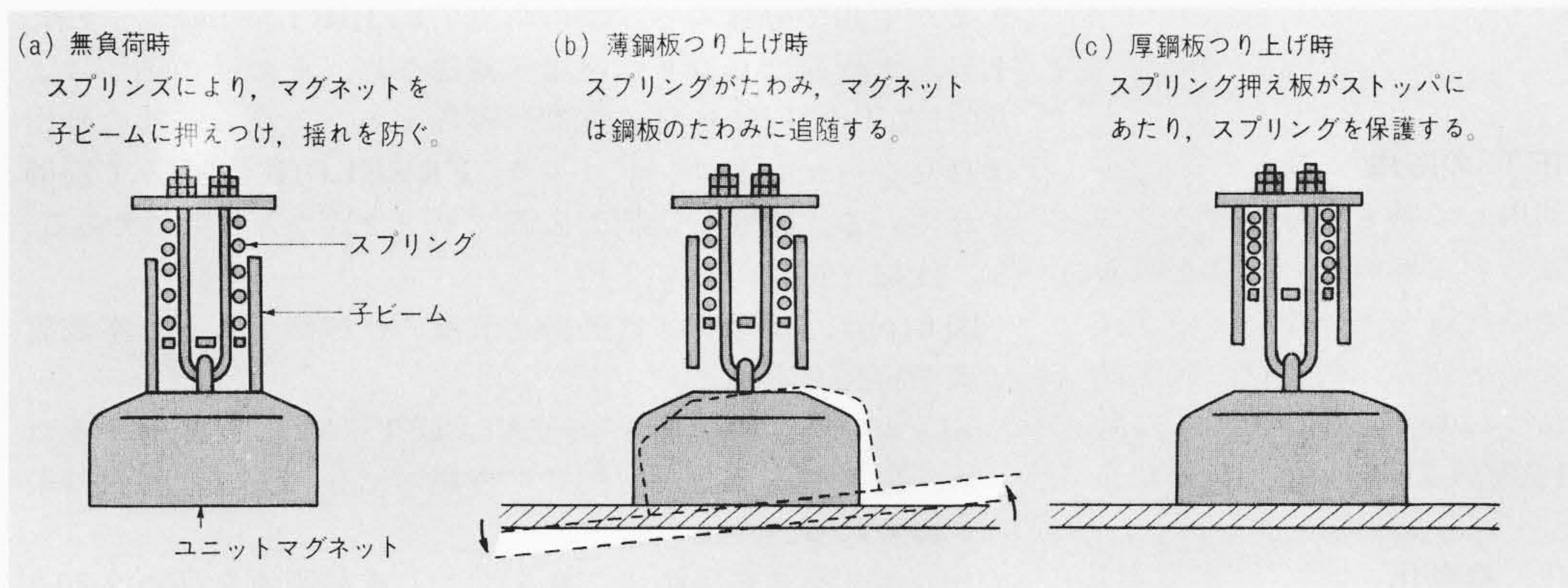


図3 「日立パーマグ」の懸架説明図 鋼板のたわみに追従できる構造は従来にない安全な吸引特性を保证する。

Fig. 3 Explanation of Hanging Method of "Hitachi Permanent Magnet Type Lifting Magnet"

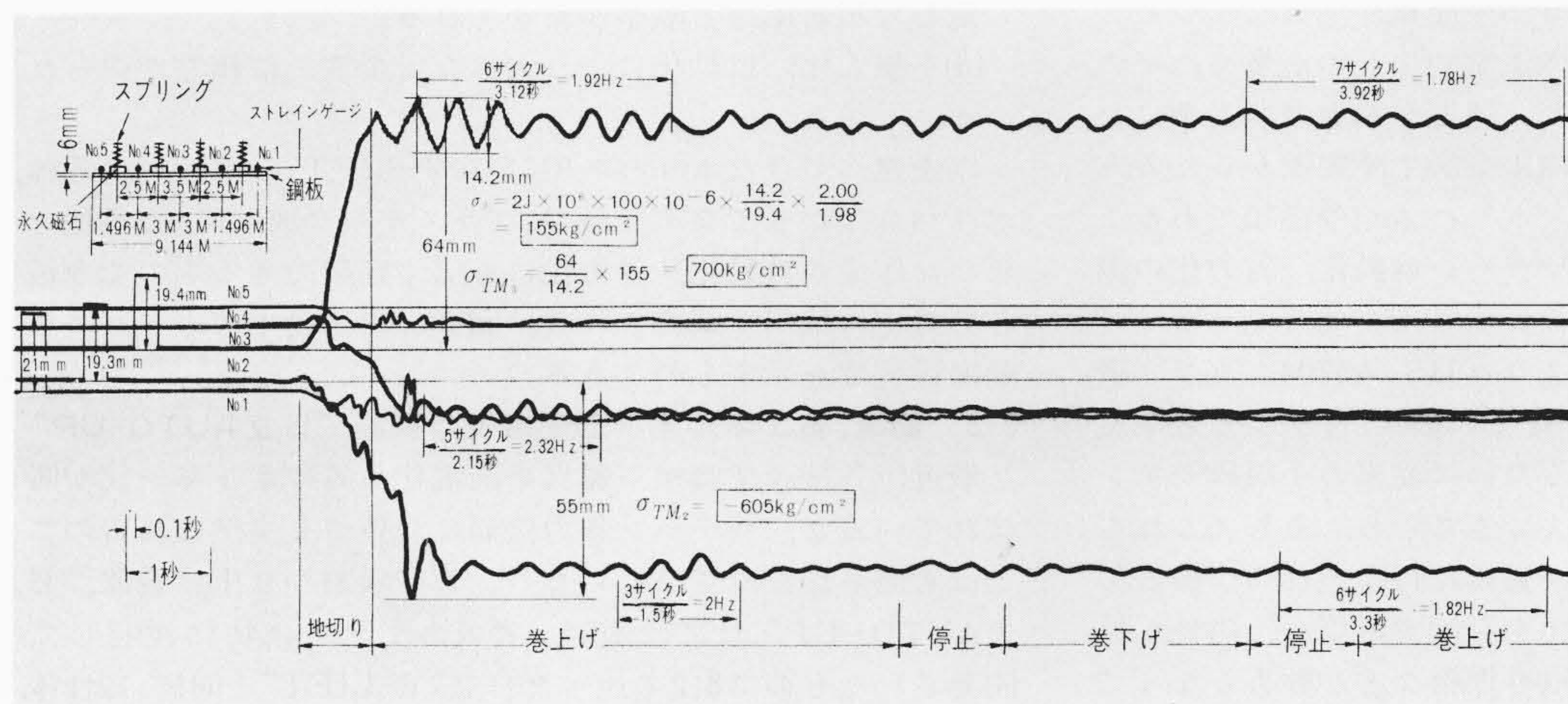
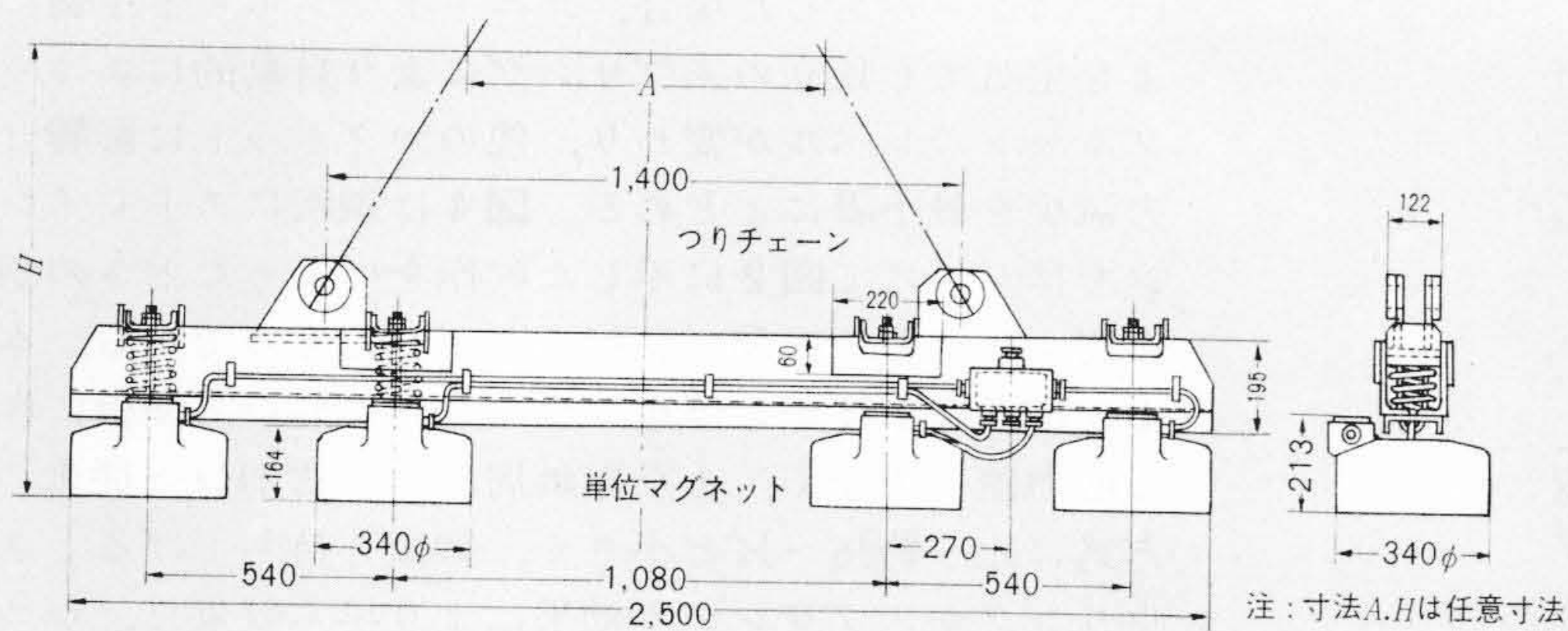


図4 鋼板つり上げ時鋼板に作用する表面応力と振動周波数のオシログラフ 揺動自在独立懸架方式により、巻上げ—停止—巻下げ—停止といった過程において、従来になく鋼板のハウリングが少なく、かつ収束を早めることができ安定したつり上げが行なえる。

Fig. 4 An Oscillograph Data of Bending Stress and Frequency of Steel Plate Oscillation in Motion



形 式	PLM-UP254
自 重	600kg
最 大 寸 法	340mm×2,500mm
電 圧	DC220V
着 磁 電 流	21.6A 75℃にて
安 全 電 流	8.6A 75℃にて
定 格	ED20%
最大つり上げ能力	4t (25mm以上の普通鋼板にて)

図5 「日立パーマグ」の仕様寸法の一例 鋼板の寸法により単位マグネット個数は任意に変更でき、また構造がきわめてシンプルとなる。

Fig. 5 An Example of Specification and Outline Structure of "Hitachi Permanent Type Lifting Magnet"

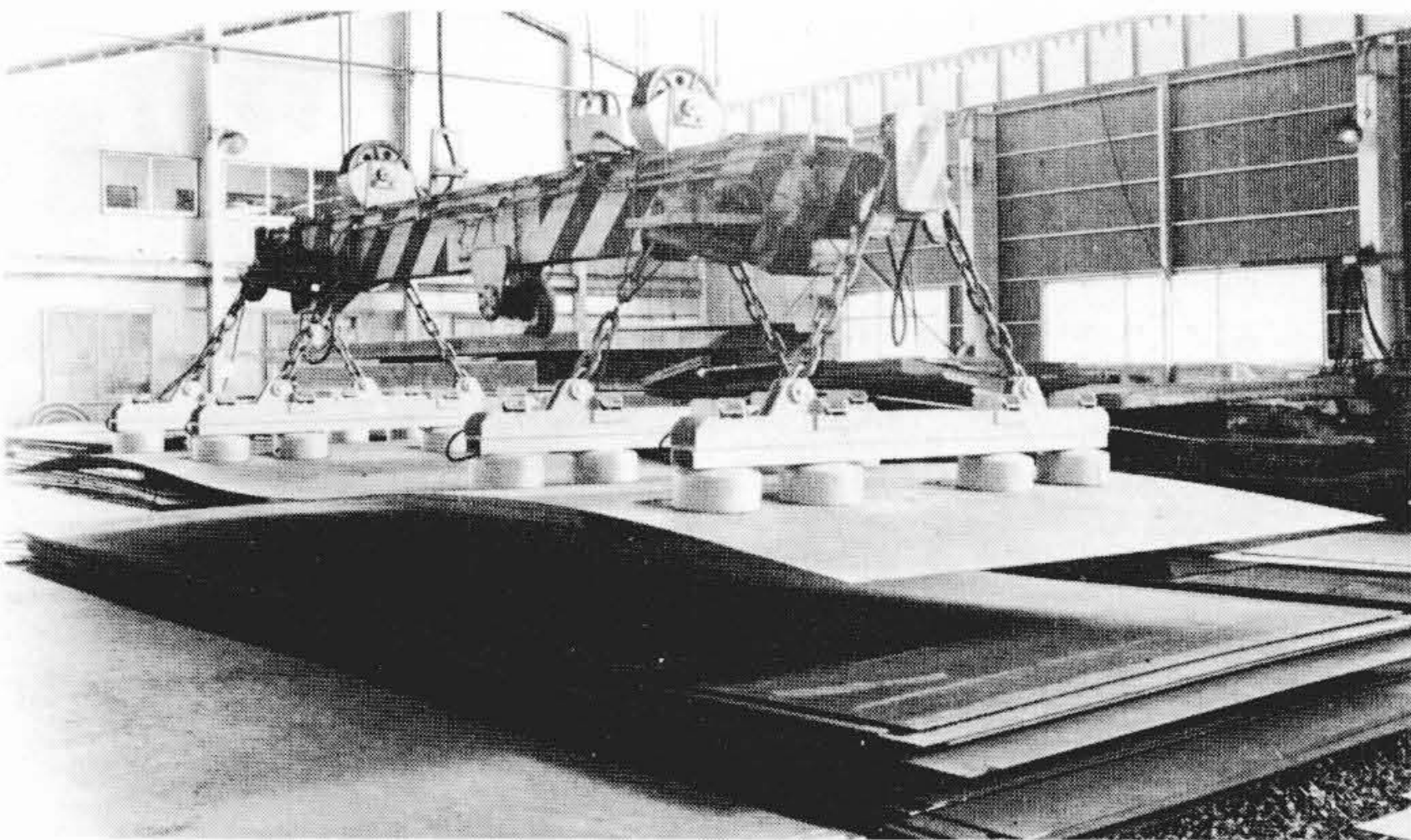


図6 鋼板運搬に活躍中の「日立パーマグ」 鋼板のたわみに単位マグネットが良く追従していることがわかる。

Fig. 6 "Hitachi Permanent Type Lifting Magnet" in Service

3.2 真空吸着装置 “日立V-LIFT”の応用

材料の持つ磁気特性を有効に利用して物をつり上げるリフティングマグネットに対し、真空の力で無気孔の物体を吸着する真空吸着装置も、吸着対象物の材質を選ばないという点から、鋼材、非鉄金属、コンクリート製品、新建材、民生品などあらゆる工業分野で使用されつつある。3.2では、自動化ハンドリング装置としての“日立V-LIFT”の応用例を紹介する。

(1) ポリバス生産ラインの省力化、自動化

ガラス繊維強化ポリエステル浴そう(以下ポリバスと略す)は、住宅設備関連需要の波に乗って生産量が増大している。従来この種の業界は、とかく家内工業的なものが多く、その生産ラインは成形品の離型(脱型)、運搬作業など、人手にたよる場合が多かった。これは家内工業的生産要因からくる人件費に対する認識不足のほかに、ポリバスが多種類であることおよび形状の複雑さからくるマテハン自動化、省力化の困難性がおもな原因となっていた。

しかし最近では、JIS などにより (JIS A5704: ガラス繊維強化ポリエステル浴そう, 46年), その形状, 寸法なども規定され、また、需要も急増しているために従来の小規模ラインではとうてい消化しきれない所まできている。そしてこれらに伴う生産ラインの改造、新設が盛んに行なわれつつある。

ポリバス生産のマテハン省力化を計画する場合、磁性も持たず形状の複雑さ、離型、ばり取り作業などが弊害となって

いたが、筆者らの研究により真空吸着装置が最適であることが判明した。

(2) ポリバス自動搬送装置の構成と原理動作

ポリバス生産ラインの自動化、省力化で最もネックとなる点は離型作業からばり取り作業に至るまでのマテハン作業である。従来このマテハンは4人程度の作業者に依存していたが、作業効率が悪く危険性をも伴った。本装置はこれらポリバス製造ラインを“日立V-LIFT”応用により省力化、自動化したもので、その構成は図7(a)に示すように“日立V-LIFT”走行装置、昇降装置、制御装置、集電装置およびモノレール架台などより成っている。一連のライン動作は、次に述べるとおりである。まず成形用モールド型とポリバスが一体となったものがコンベヤ移送で搬入され、離型場所で停止し、ここでポリバスとモールド型はその境界に空気圧をかけられすきまが生じて分離する。この時点でV-LIFTが下降し、吸着、上昇、走行後ばり取り作業場へ搬送され、その逆の動作により“日立V-LIFT”は元の位置へ復帰する。これら一連の動作は日立シーケンスコントローラ“FREELOG”によって制御されている。図6(b)は制御装置ブロック図を示すものである。

(3) 仕様と特長

図6(c)は、ポリバス自動搬送装置の仕様例である。本装置は次の特長を有する。

- (a) ポリバスの裏面を“日立V-LIFT”によって吸着するため、従来のような人力作業を皆無にでき、大きな省力効果が得られる。
- (b) ポリバスの傷やよごれをなくし成品価値を高めうる。
- (c) V-LIFTの吸着パッドはリンク機構の採用により、安定した吸着搬送と離型作業ができる。
- (d) 無人化、自動化により大きな安全性、信頼性が得られる。

以上述べてきたポリバス用“日立V-LIFT”応用搬送装置は、ポリバスばかりでなく一般の「プラスチック成形品」の各種マテハン作業の自動化、省力化にも広く応用できるもので今後各分野での採用が期待される。図8は実稼動中のポリバス自動搬送装置を示すものである。

3.3 節電、省エネルギー形運搬省力機器、“日立AUTO-UP”

最近、各種産業機械、器具の節電化、省エネルギー化が叫ばれているが、マテハン省力機器についても当然これらのことは考慮されなくてはならない。真空吸着つり上げ装置、“日立AUTO-UP”はこの節電、省エネルギーに特に注目して開発されたもので3.2で述べた日立“V-LIFT”と同様、磁性体、

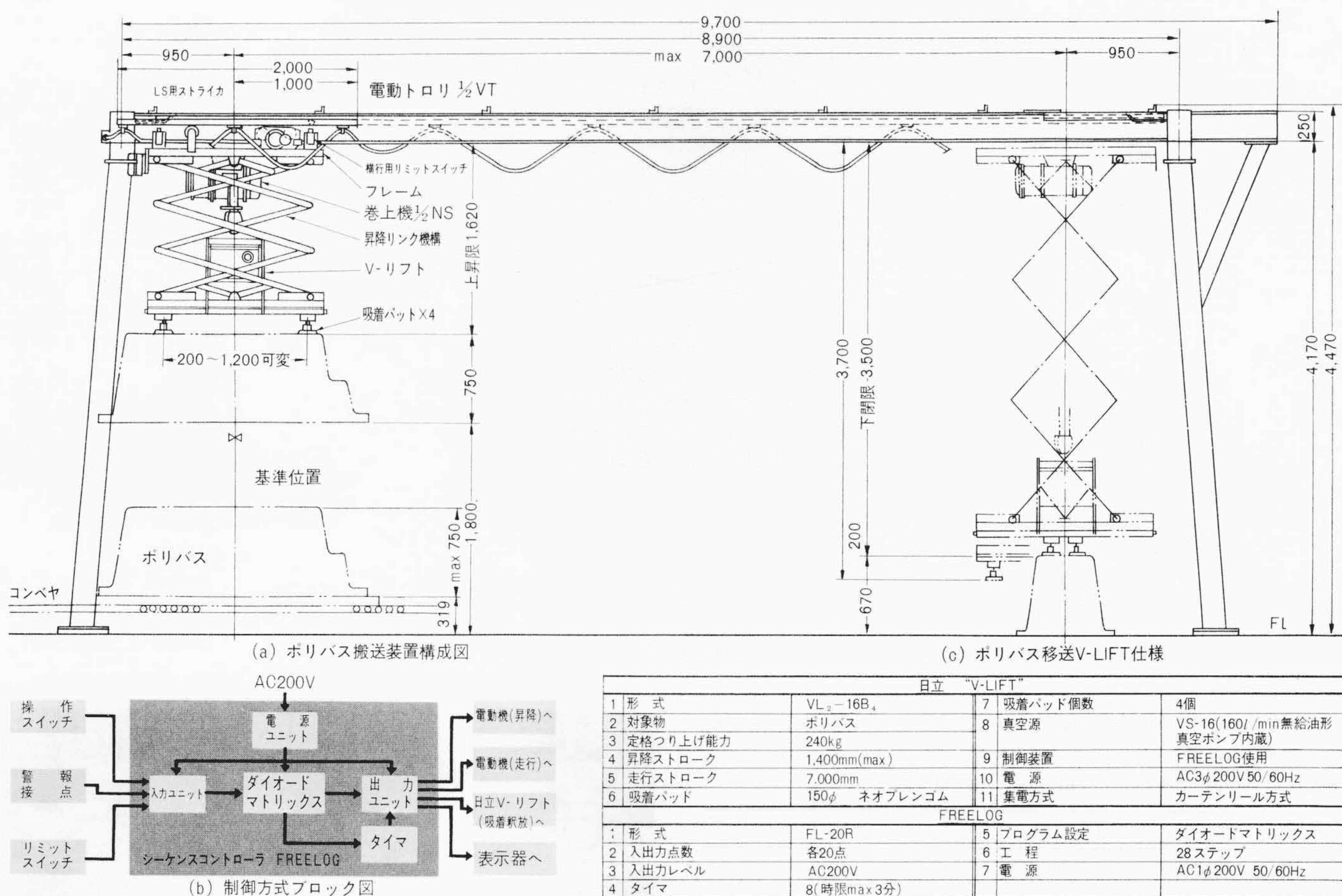


図7 ポリバス自動搬送装置の構成と仕様 “日立V-LIFT”と“FREELOG”の組み合わせにより離型からばり取りまで一連のラインの自動化、省力化が可能となる。

Fig. 7 Outline and Specification of Automatic Polyester-Bath Handling System

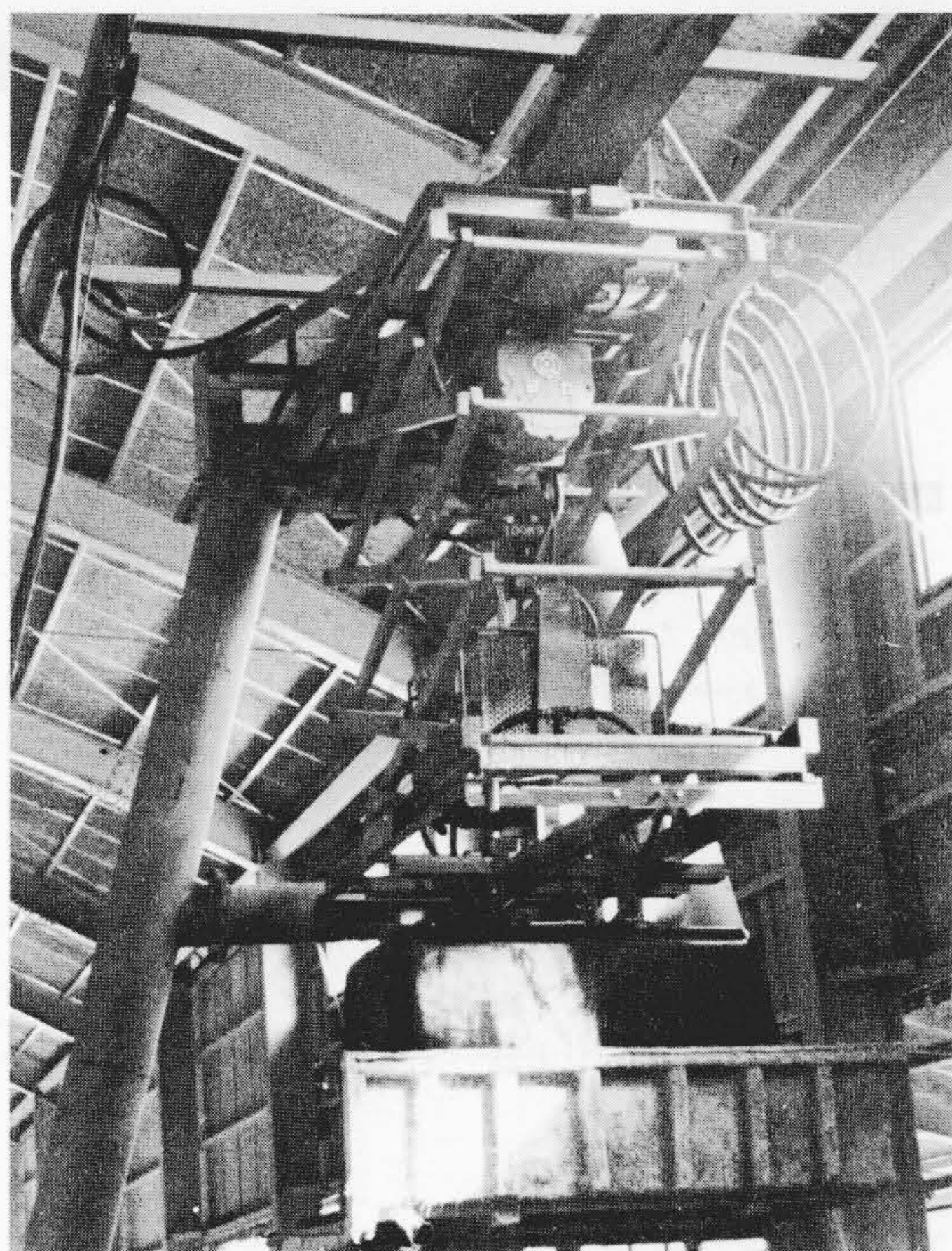


図8 ポリバス搬送装置の稼働例 自動化によりポリバスの傷、変形を皆無にでき搬送の安全性、信頼性を高めることができる。

Fig. 8 Polyester-Bath Handling Equipment in Service

非磁性体を問わず鋼板、アルミニウム板などのマテハン省力化に大きく貢献するものである。以下、3.3ではこの節電、省エネルギー化した真空吸着つり上げ装置、“日立AUTO-UP”についてその概要を述べる。

3.3.1 “日立AUTO-UP”の構成と動作原理

“日立AUTO-UP”は、特殊ペロフラムを利用したピストンシリンダ機構によって、つり上げる物の自重を利用して真空を発生させ、この真空を利用して物体をつり上げる装置である。その具体的構造ならびに動作は図9に示すようにきわめて簡単なもので、吸着パッド、ピストンシリンダ系、オートバルブの3部分より構成されている。ここでピストンシリンダ系は空気漏れのないもので、しかも摩擦力の小さいものでなくてはならないが（空気漏れがあると吸着時間が短くなり危険を伴い、また摩擦力が大きいとこの摩擦力のために軽いものをつろうとした場合に物体をつる前に“日立AUTO-UP”本体が上ってしまい物体がつれなくなる）これらを解決する最も有力な手段として“日立AUTO-UP”ではペロフラムシリンダを採用している。次にオートバルブであるがこれは物体を吸着、釈放する際の動作を自動的に切り換えるためのバルブであり、ピストンの下部に設置されておりピストンの上下運動に伴って開閉を行なう構造となっている。

3.3.2 仕様と特長

本装置は次の特長を持っている。

(1) 電源不要

真空ポンプなど動力をすべて必要としないため、電源が全

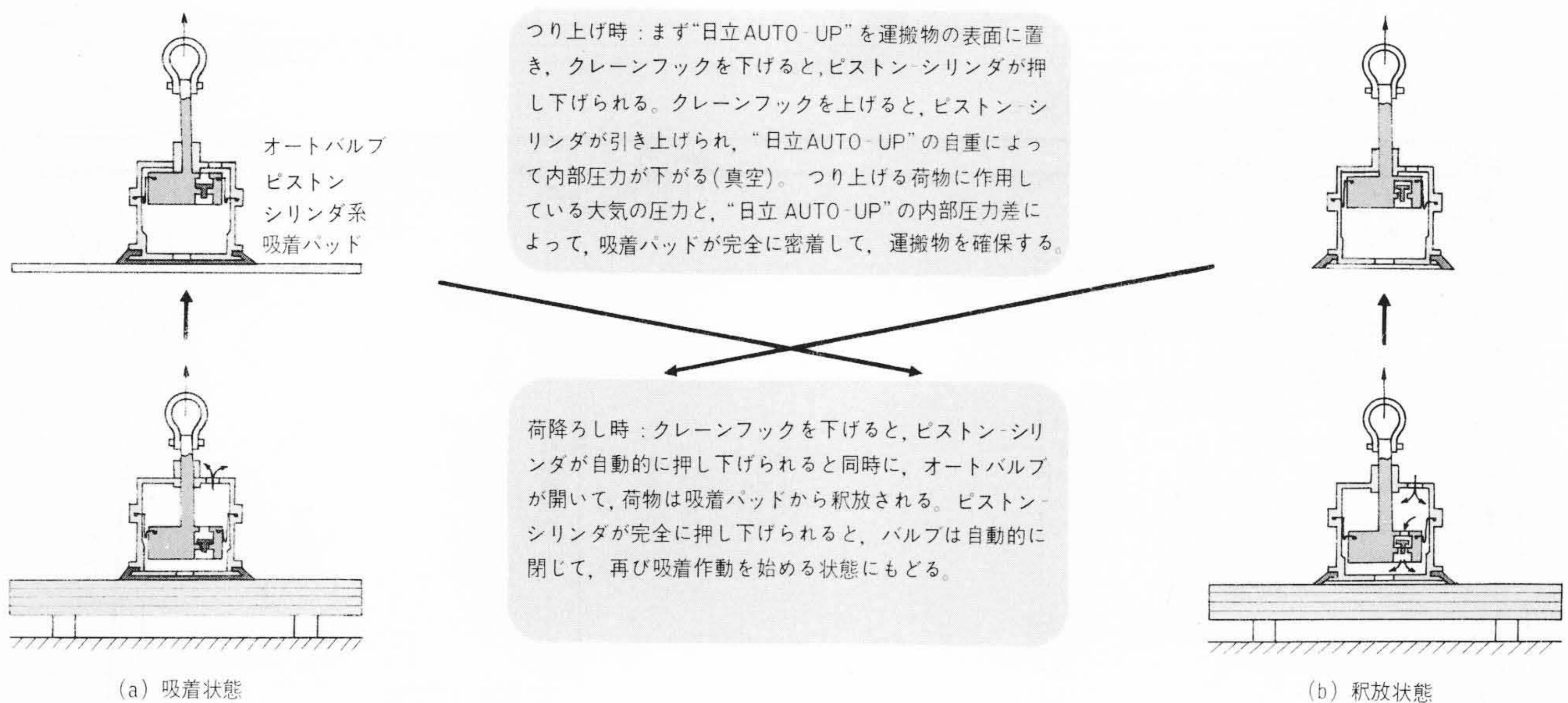


図9 “日立AUTO-UP”の構造および動作説明図 “日立AUTO-UP”の構造は、ピストンシリンダ系、吸着パッド、オートバルブの3主要部から成っている。

Fig. 9 Explanation of Structure and Motion of “HITACHI AUTO-UP”

表1 日立“AUTO-UP”の仕様 鋼板、SUS板、アルミ板等の一般的な板物を対象とした標準AUTO-UPの仕様である。

Table 1 Specification of Hitachi “AUTO-UP”

形 式	PL ₃ -4E1	PL ₅ -4F1
定格つり上げ容量	250kg	500kg
吸 着 保 持 時 間	30分*	30分*
吸 着 パ ッ ド	300φ ネオプレンゴム	420φ ネオプレンゴム
使用温度範囲	常 温	常 温
操 作	不 要	不 要
動 力 源	〃	〃
自 重	55kg	65kg

注：*は基準表面状態における値を示す。

基準表面状態…荒さ6～12_aの圧延鋼板表面程度とする。

く不要で上下動作の行なえるクレーンやホイストなどの荷役機械とワンタッチ操作で簡単に取り付け使用できる。

(2) 手動操作不要

吸着、釈放はオートバルブによって自動的に行なわれるため、つり上げ、荷降ろし時すべて手を触れる必要がないから運搬作業の大幅な能率化が得られる。

(3) 給油不要

特殊ペロフラムを採用したユニークなピストンシリンダ機構を用いているため、動作がスムーズで給油の必要がない。

(4) 安全で長寿命

吸着パッド内の真空がつり上げる物体の重量を保持するのに必要な真空度の2倍以上常に発生しているため、振動、衝撃にも強く安全である。またピストンとシリンダは直接、接触することがないので摩耗がなく長寿命である。

以上述べてきた節電、省エネルギー化された“日立AUTO-UP”は鋼板、ステンレス板、アルミ板などの運搬から、プラスチック浄化そうの脱型作業に至るまで比較的表面良好な物体の運搬に大いに役だつものである。表1は“日立AUTO-UP”の仕様例また図10はプレス機へのステンレス板搬入に使用中的“日立AUTO-UP”を示すものである。

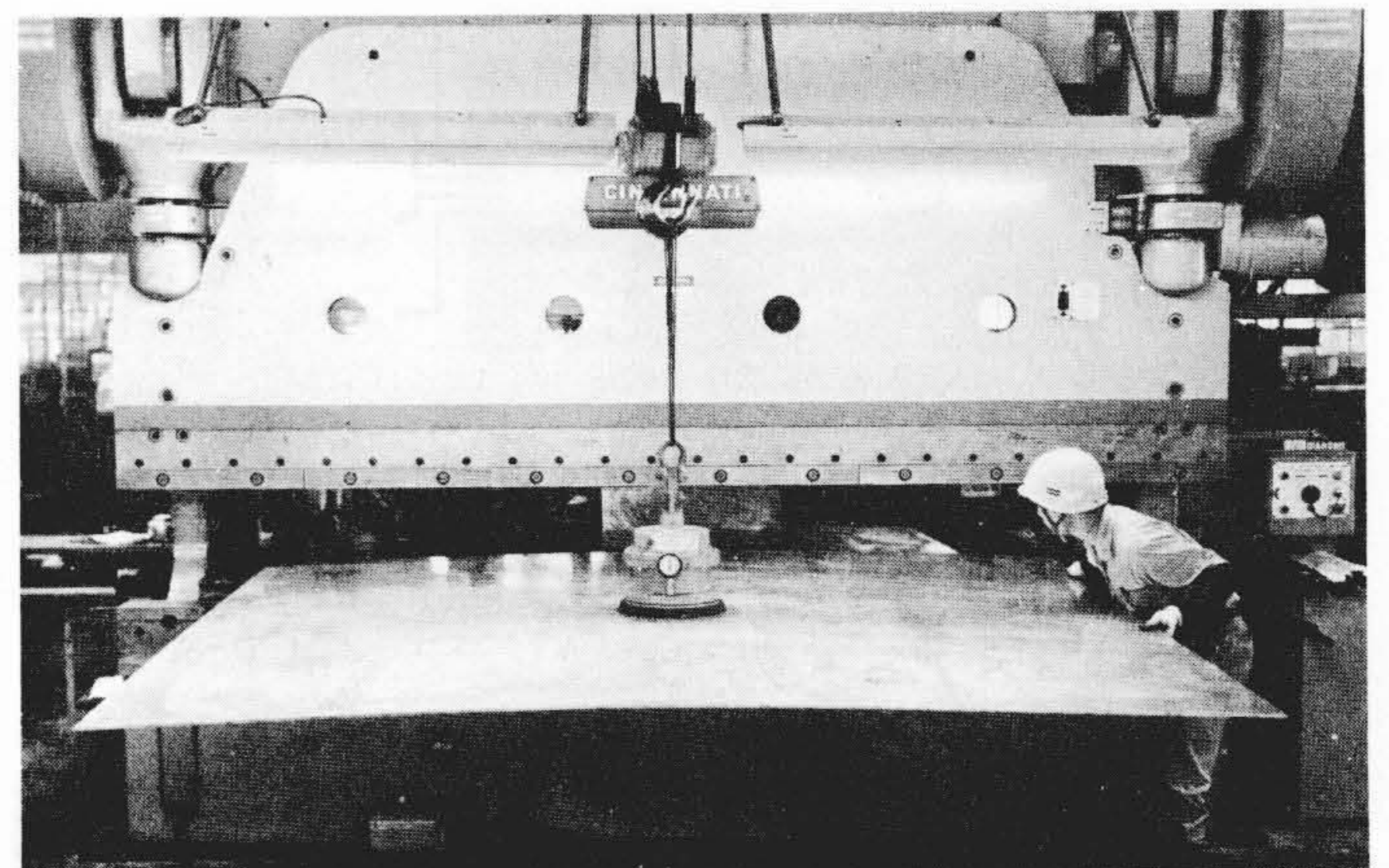


図10 稼働中の“日立AUTO-UP” “日立AUTO-UP”の使用によりプレス機への板の搬入、位置決めが容易となり、省力化も図れる。

Fig. 10 “HITACHI AUTO-UP” in Service

4 結 言

以上物流における荷役機器の諸問題とマテハン自動化の具体例を紹介した。

物流システムにおける荷役運搬の自動化、省力化は、現在その緒についたばかりで、今後は部分部分の省力化から全工程を一貫したトータルシステムの思考への移行がますます推進されなければならない。

そこで物流の主役を占める荷役機器にも今後ますます自動化機能が要請され、われわれはユーザー各位と一体となり新しいマテハン自動化機器の開発とシステム化に努力していく所存である。

参考文献

- (1) 伊東：日立評論「リフティングマグネットによる荷役運搬の合理化、省力化」54, 410～411（昭47-5）
- (2) 依田：日立評論「日立V-LIFTの基本的特性と応用例」54, 416～417（昭47-5）