

日立V-LIFTの基本的特性と応用例

Basic Characteristics and Applications of Hitachi V-LIFT

依 田 幹 雄*
Mikio Yoda

要 旨

最近の真空吸着装置の各種省力産業への進出にはめざましいものがある。大は長尺鋼板の運搬から、小は工業用ロボット先端のハンド部分への応用ときわめて幅広い用途を有している。この幅広い分野への真空吸着装置普及の裏には最近のわが国における深刻な労働力不足と労働内容の質的向上からくるマテリアルスハンドリング (materials handling) (以下マテハンと略称する) のような単純作業の機械化、省力化に対する各方面からの強い要求とそれに伴う真空吸着技術の進歩という二つの大きな理由が存在する。

本文では特にマテハンを対象とした最近の日立真空吸着装置 (V-LIFT) の概要とその応用例について述べている。

1. 緒 言

真空の力で無気孔の物体を吸着することはアイディアとしては別に目新しいことではない。今から約300年前にドイツにおいてオット・フォン・ゲーリックは地球を取り巻く大気がいかに恐るべき力を発揮するかを実証している。すなわちこれが“マルデブルグの半球”と言われているものである⁽¹⁾。したがって、この時すでに大気と真空の圧力差を利用して物体を吸着することの原理は実証されていたのである。

しかしながら、この真空の力が現在のようにマテハンの省力化に導入されたのは、さほど古い話ではなく、つい10年ほど前の話である。また、この真空吸着装置が広く一般に使用されだしたのは、ここ数年のできごととすることができる。

真空吸着装置はつり上げ搬送、チャック、吸着保持といろいろな形であらゆる工業分野に使用されつつあるが⁽²⁾、最近特に脚光を浴びてきている大きな理由として、吸着対象物の材質を選ばないという点をあげることができる。特に最近では住宅がプレハブ化し種々の新建材が開発、生産されておりこれらのマテハンは、もはや真空吸着装置にたよらざるを得なくなっている。

一方、真空吸着装置の技術が確立されつつある現在、長尺鋼板の1枚つりなど、従来リフティングマグネットによって行なってきた分野にも広く利用されている。これは単に確実な1枚つりができるという理由ばかりでなく、自重が軽くしたがってビーム、クレーン容量も小さくてすみ、結局システム全体に要する費用が少なくてすむという大きな利点を有するからである。

2. 真空吸着装置の特長

真空吸着装置は下記のような特長を有している。

- (1) 玉掛のような単純作業が必要なく、省力化とともに搬送工程のスピードアップができる。
- (2) 適当な吸着面を有するものであれば、板、ブロック、パイプあるいは磁性体、非磁性体、金属、非金属など、形状、材質を問わずあらゆる物体の吸着が可能である。
- (3) 枚数制御装置を用いることなく確実な1枚つりができる。
- (4) 搬送対象物に接する部分は合成ゴムなどやわらかい弾性体でできているため搬送対象物を傷つけることはない。
- (5) 吸着、釈放の操作は簡単であるばかりか、その動作は1～

表1 真空吸着装置とリフティングマグネットの性能比較

区 分	真 空 吸 着 装 置	リフティングマグネット
摘 要		
吸 着 対 象 物	適当な吸着面があれば磁性体、非磁性体の区別なく吸着できる	磁性体に限られるが、磁性体であれば一般に形状を問わない
1 枚 つ り 上 げ	確実な1枚つりができる (多数枚つり不能)	枚数制御装置をつけることにより1枚～数枚つりができる
停電時の安全性	真空タンクを設けることにより吸着を保つことができる	バッテリーなどを必要とする
吸 着 能 力	最大1 kg/cm ²	4 kg/cm ² ～10kg/cm ²
自 重	軽いため、ビーム、その他全体的に軽量ですむ	比較的重くなる

2秒の間に完了することができる。

- (6) 停電時でも真空貯蔵タンクの働きにより長時間吸着を保つことができる。普通圧延鋼板では30分程度は保持できる。
- (7) 真空源は完全無給油であるため給油、保守点検がないばかりか、搬送対象物を油でよごすようなことはなく、原料品から製品に至るまで広く応用できる。
- (8) 吸着パッド内真空度はその物体を吸着するのに必要な真空度の2倍以上常に保っているため、振動、衝撃にも強く十分な安全性をもっている。

参考までに真空吸着装置とリフティングマグネットの性能の比較は、表1に示すとおりである。

3. 原 理

地球を取り巻く大気層に存在する空気は、大気圧という形で地球上のあらゆる物体に力を及ぼしている。この大気圧の大きさは環境、条件によっていくぶん異なるが、その場所を海面に、また温度を15℃にとるならば水銀柱で760mmHgすなわち1,033kg/cm²の値を示す。

真空吸着装置に直接影響を及ぼす海拔と圧力の関係は、

- (1) 温度=15℃
- (2) 海拔11,000 m以内では5.6×10⁻³℃/mの割合で温度低下する。
- (3) ガス定数=29.27

なる三つの仮定を設けることにより、

$$P = (1 - 2.26 \times 10^{-5} H)^{5.256} P_0 \dots\dots\dots (1)$$

で表わすことができる。

ここで、

P₀: 海面における圧力

* 日立製作所大みか工場

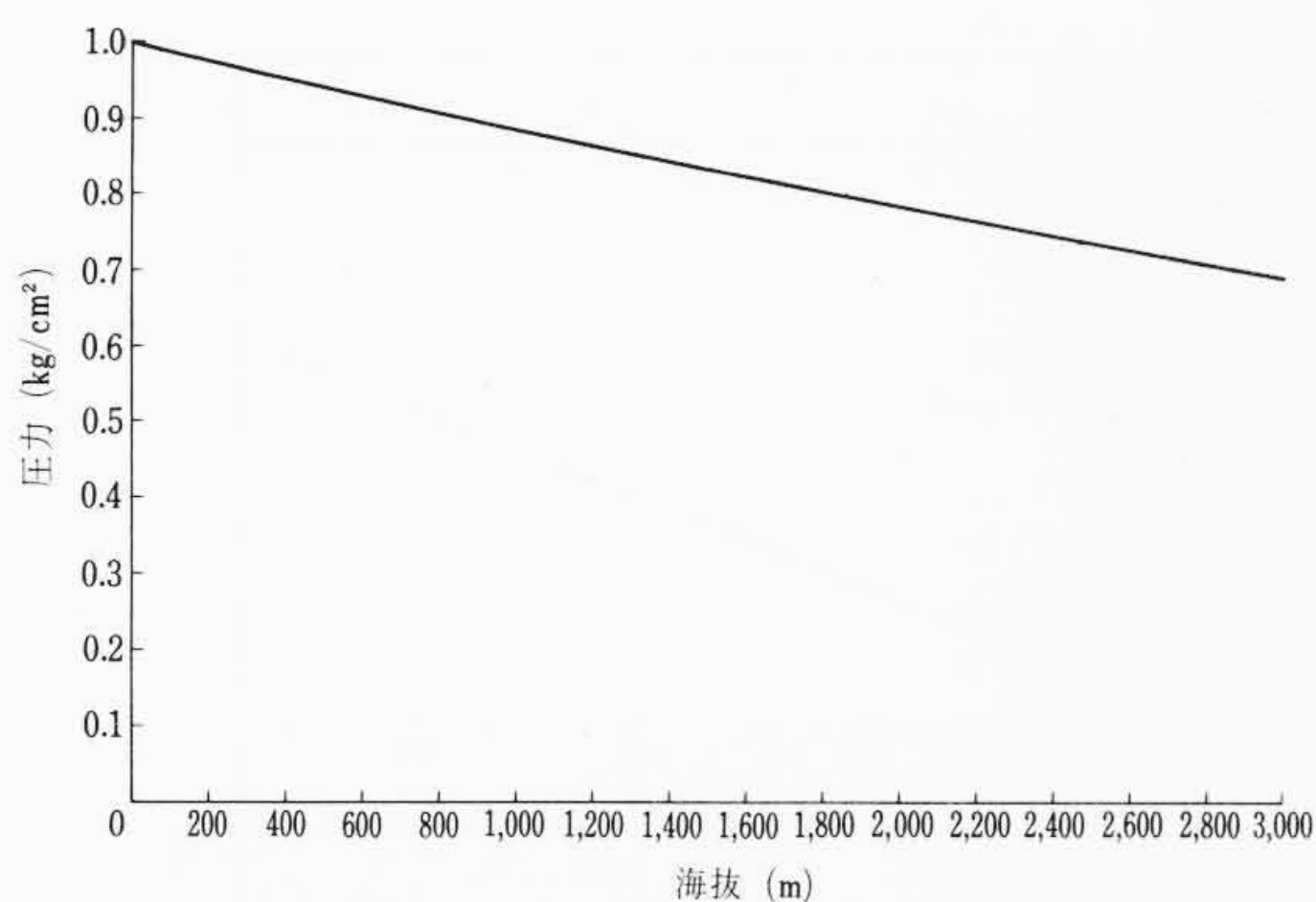


図1 海拔による圧力変化

P ：海拔 H (m)における圧力

H ：海拔(m)

なお、海拔に対する圧力変化は図1のように低下する⁽³⁾。
真空吸着装置によって物体を吸着する場合の吸着パッドと物体の関係は図2によって表わすことができる。ゴムあるいは合成樹脂などの弾性体のガスケットを有する吸着パッドを物体の上に載せることにより吸着パッドと物体の間に空間を作ることができる。この空間の空気を抜き真空にすることによって吸着パッドと物体の間には、

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{P_a - P_p}{P_a} \times 1.033 K \text{ (kg)} \quad \dots\dots\dots (2)$$

の吸着力が発生する。

ここで、

F ：吸着力 (kg)

D ：吸着パッド外径 (cm)

P_p ：吸着パッド内圧力 (Torr)

P_a ：周囲大気圧力 (Torr)

K ：形状係数で吸着パッドの形状によって異なる。

さらにある高度での吸着力は(1)式を(2)式に代入することによって

$$F = \frac{\pi}{4} D^2 \frac{(1 - 2.26 \times 10^{-5} H)^{5.256} P_0 - P_a}{(1 - 2.26 \times 10^{-5} H)^{5.256} P_0} \times 1.033 K \text{ (kg)} \quad \dots\dots\dots (3)$$

で表わすことができる。

海拔0 mすなわち海面で温度15°Cにおける吸着力は吸着パッド径に対して図3によって示される。

真空吸着力は(3)式からも明らかなように、吸着パッド内圧力が低いほど大きく、その値が絶対真空に達したとき最も大きな値を示すが、一般には70%程度の真空によって物体を吸着することが経済的とされている。

以上のように真空吸着装置の吸着力は吸着パッドと物体との間にできる空間を真空にすることにより発生する。

しかしこれをマテハンに利用する場合、物体の吸着そして釈放という二つの動作が必要になってくるためこの空間の圧力は真空、そして大気と自由に切換えのできるものでなくてはならない。これについては後述するとしてまず真空発生方法について説明する。

真空を発生する手段としてはいろいろなものが考えられるが、従来最も一般的に使用されているものが真空ポンプによる方法である。真空ポンプにも機械的なものから物理的なものまで種々あるがマテハン用の真空吸着装置として要求される性能すなわち、

- (1) 無給油で、しかも連続運転ができること。
- (2) 保守点検が簡単であること。
- (3) 運転音が小さいこと。

など十分満足できるものとして無給油回転形ベーンポンプが最適である。このポンプの原理構造は図4に示すとおりである。ベ-

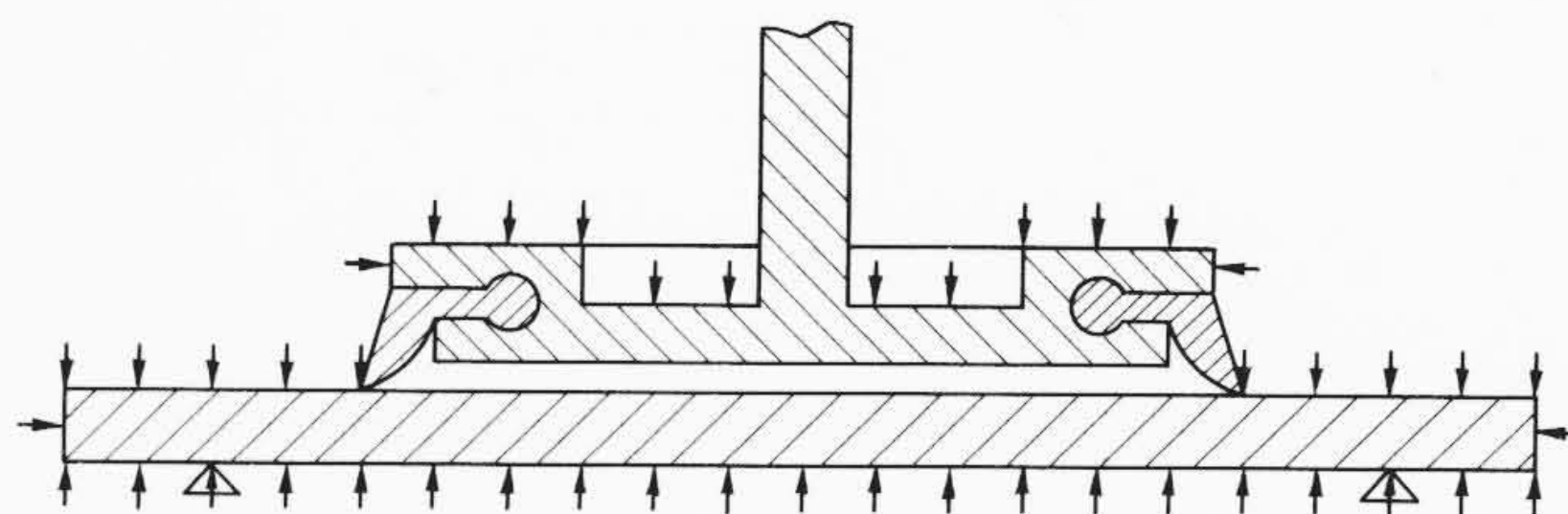


図2 吸着パッドによる物体の吸着

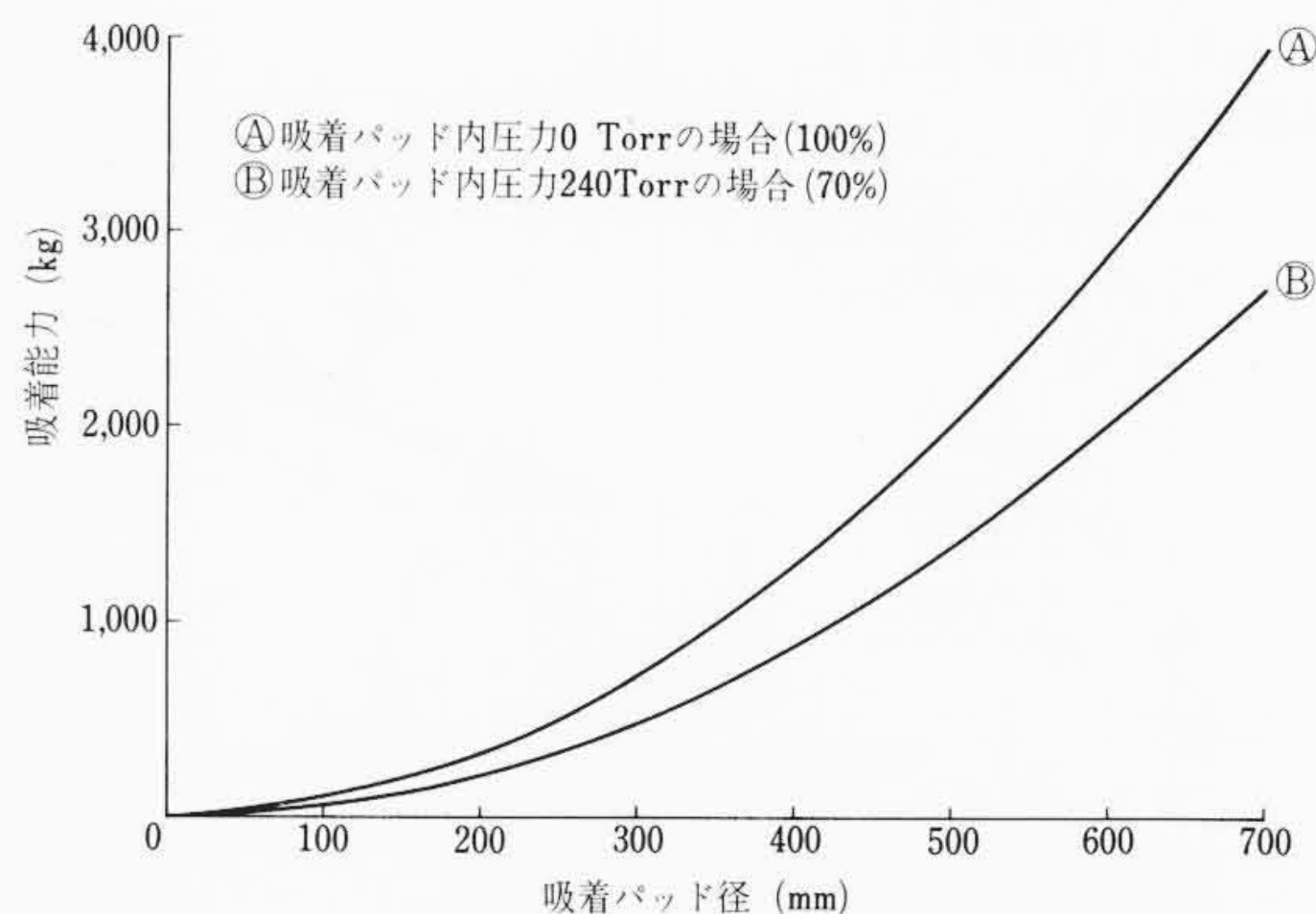


図3 吸着パッド径と吸着力の関係

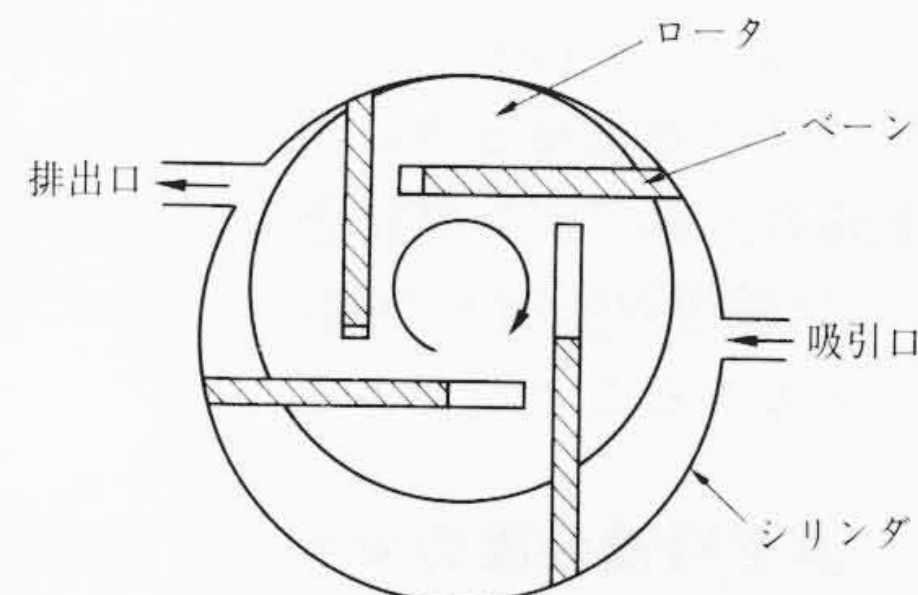


図4 回転形ベーンポンプ

ンを無給油とするため、自己潤滑性を有するカーボンに適当な処理を施したものが熱的にも安定しているため適当と言える。この種のものでも110Torr程度まで減圧することができ、マテハン用の真空吸着装置の吸着力は十分達成される。

真空吸着装置に利用される真空発生装置のもう一つの手段はピストン、シリンダ機構による方法である。この方法はモータのような電気的動力を全く必要としないという点から最近特に注目を浴びているものであるが、これについての詳細は別の機会に説明するとしてここでは省略する。

次に真空吸着装置の制御装置について説明する。真空吸着装置の真空系統の基本回路は図5に示すとおりである。この真空回路には二つの電磁弁が使用されている。その一つは3方向の電磁弁で吸着釈放の動作に利用されるものであり、また停電時吸着パッドと真空タンクの回路を通じたままの状態にしておく必要性から非通電時、開いている性質のものを用いている。一方、もう一つの電磁弁は停電時タンク側とポンプ側の管路を閉じる目的のために設けられているものでここにチェック弁を使用する場合に比較して管路の抵抗を減らし真空ポンプの実効排気速度を増加させる

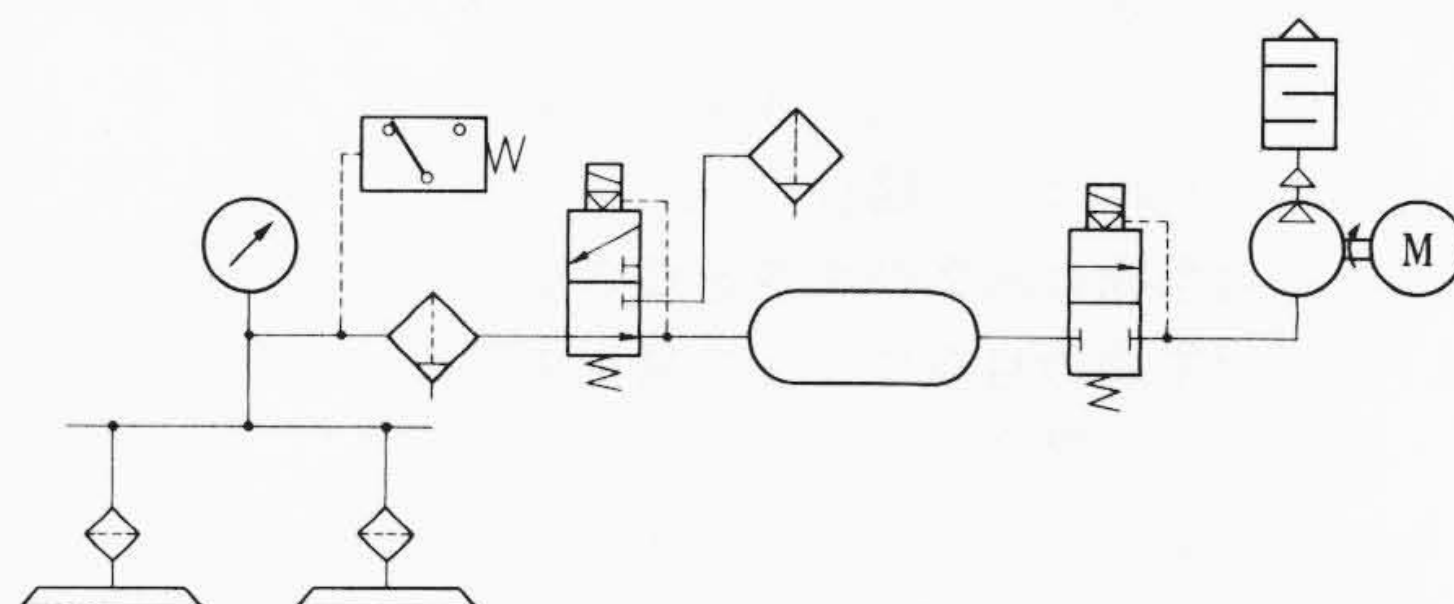
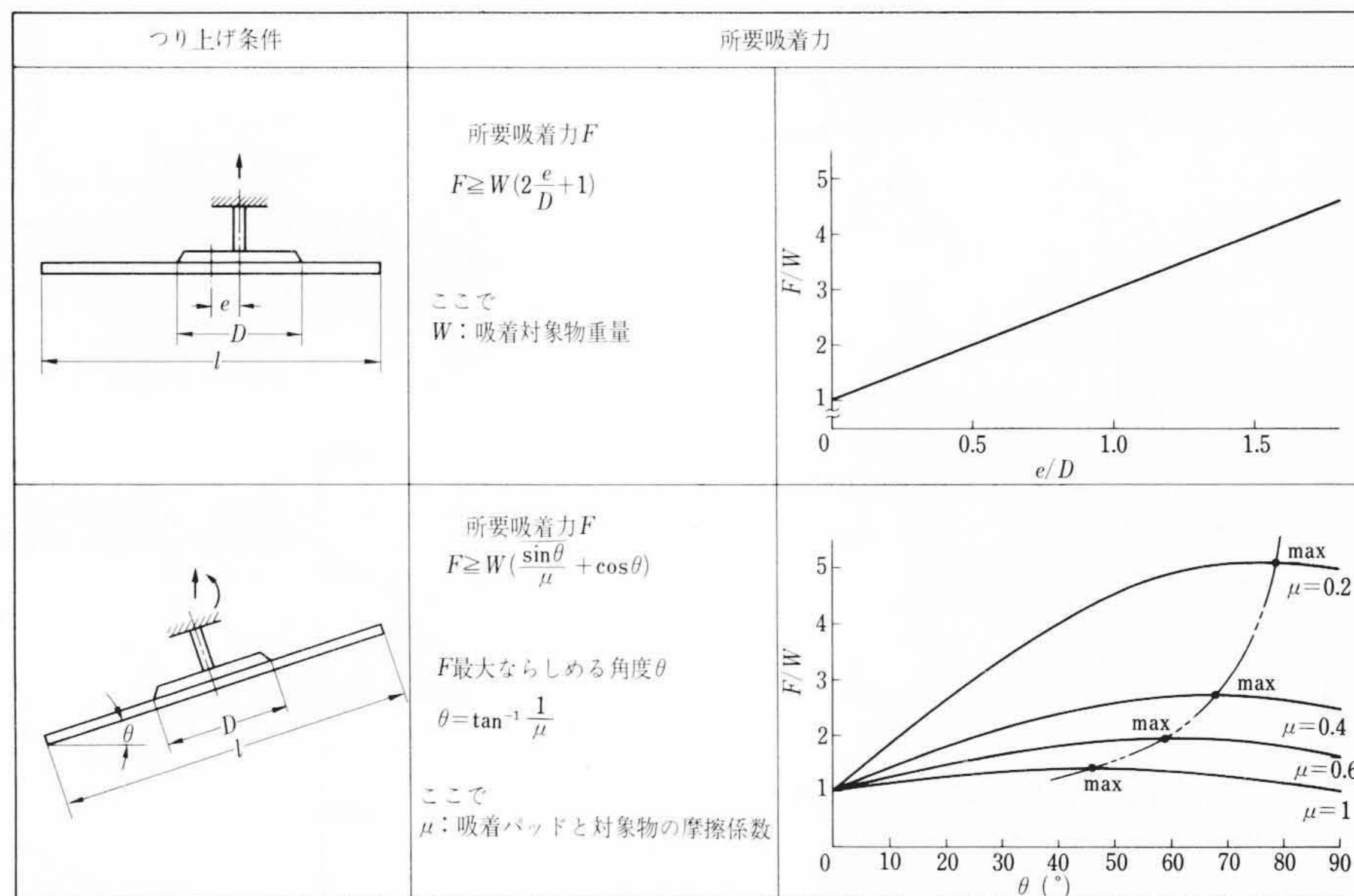


図5 基本真空回路

図6 つり上げ条件による
所要吸着力



のに役立っている。

真空スイッチは吸着パッド内の真空度を検出し規定の真空度に達した際に作業者にランプ信号として知らせたり自動搬送装置などでは次のステップに進ませるのに利用される。

フィルタは電磁弁、真空ポンプに悪影響を及ぼす大気中の塵埃(じんあい)あるいは搬送対象物上の塵埃の除去に役立つもので40 μ 程度の塵埃まで除去することができる。

4. 真空吸着装置のマテハンへの応用

真空吸着装置をマテハンに应用する場合は次の点について十分検討し最適な吸着パッドの配列、大きさ、また真空ポンプ容量などを決定しなくてはならない。

(1) 使用環境条件

使用場所の海拔による大気圧力変化は直接吸着力に影響を及ぼす。

(2) 使用頻度(ひんど)

吸着時間、釈放時間、1サイクルに要する時間などは真空ポンプ容量あるいはタンク容量決定に際し重要な要素となる。

(3) 吸着対象物の形状、大きさ、強度、表面状況

これらは吸着パッドの形状、使用個数、配列、大きさなどを決定する際に必要となるもので、これらが明確にされないと最適なものはできない。

(4) つり上げ条件

真空吸着装置はホイスト、クレーンに取り付けたり専用装置に取り付けられたりするため、水平つり、傾斜つり、あるいは垂直つりなどいろいろなつり上げ条件で使用される。また、つり上げの際には必ず吸着対象物中心と、真空吸着装置中心との間にずれが生ずる。これについても十分検討しておくなくてはならない(図6参照)。

(5) 拘束条件

拘束条件の中には次の3条件がある。

(a) 単につればよい場合。

(b) 吸着対象物に永久ひずみを残さないようにつる場合。

(c) 吸着対象物の自重によって発生するたわみのある範囲内に押えてつる場合。

しかし一般のマテハンに应用する場合上記(b)の条件による場合がほとんどである。特にリフトが小さい場合などは上記(c)の条件を考慮しなくてはならない。

以上のように真空吸着装置は広い用途をもっているが、それだけに使用条件吸着対象物の性質を正確に把握(はあく)しておかなくてはならない。

4.1 吸着パッドの配列

真空吸着装置を鋼板、アルミ板、ガラス板などの比較的薄い板のマテハンに应用する場合は、その拘束条件およびつり上げ条件によって最適な吸着パッドの配列と大きさを選択しなくてはならない。

多数の吸着パッドを有する真空吸着装置で板物をつった場合の状態は図7に示すような単純支持の不静定はりと考えることができる

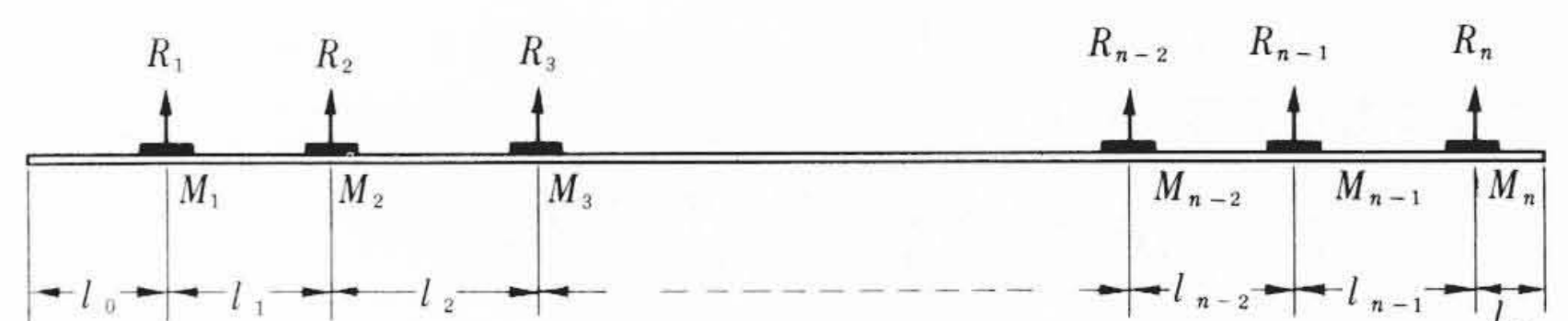


図7 長尺板の吸着

ここで、

R_i : 吸着パッドに分担される荷重

M_i : 材料の各点に発生するモーメント

l_i : 各吸着パッド間の距離

w : 材料の単位長さあたりの重量

図7のように吸着パッドを任意に配列した場合、各吸着パッドに分担される力は次式によって求められる。

まず力の平衡条件より、

$$\sum_{i=1}^n R_i = w \left(\sum_{i=0}^n l_i \right) \dots \dots \dots (4)$$

モーメントのつりあいより

$$\begin{aligned} & \left(\sum_{i=1}^n l_i \right) R_1 + \left(\sum_{i=2}^n l_i \right) R_2 + \dots + \left(\sum_{i=n-1}^n l_i \right) R_{n-1} + l_n R_n \\ &= \frac{1}{2} w \left(\sum_{i=0}^n l_i \right)^2 \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

またclapeyronの3モーメントの定理より、

$$\left. \begin{aligned} l_1 M_1 + 2(l_1 + l_2) M_2 + l_2 M_3 &= \frac{1}{4} w (l_1^3 + l_2^3) \\ l_2 M_2 + 2(l_2 + l_3) M_3 + l_3 M_4 &= \frac{1}{4} w (l_2^3 + l_3^3) \\ &\dots \dots \dots \\ l_{n-3} M_{n-3} + 2(l_{n-3} + l_{n-2}) M_{n-2} + l_{n-2} M_{n-1} \\ &= \frac{1}{4} w (l_{n-3}^3 + l_{n-2}^3) \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (6)$$

$$\left. \begin{aligned} & l_{n-2}M_{n-2} + 2(l_{n-2} + l_{n-1})M_{n-1} + l_{n-1}M_n \\ & = \frac{1}{4}w(l_{n-2}^3 + l_{n-1}^3) \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(6)$$

ただし、ここで各点の発生モーメントは次式となる。

$$\left. \begin{aligned} M_1 &= \frac{1}{2}wl_0^2 \\ M_2 &= \frac{1}{2}w\left(\sum_{i=0}^1 l_i\right)^2 - l_1R_1 \\ M_3 &= \frac{1}{2}w\left(\sum_{i=0}^2 l_i\right)^2 - \left(\sum_{i=1}^2 l_i\right)R_1 - l_2R_2 \\ &\dots\dots\dots \\ M_{n-2} &= \frac{1}{2}w\left(\sum_{i=0}^{n-3} l_i\right)^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-3} l_i\right)R_1 - \left(\sum_{i=2}^{n-3} l_i\right)R_2 \\ &\dots\dots\dots \left(\sum_{i=n-4}^{n-3} l_i\right)R_{n-4} - l_{n-3}M_{n-3} \\ M_{n-1} &= \frac{1}{2}w\left(\sum_{i=0}^{n-2} l_i\right)^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-2} l_i\right)R_1 - \left(\sum_{i=2}^{n-2} l_i\right)R_2 \\ &\dots\dots\dots \left(\sum_{i=n-3}^{n-2} l_i\right)R_{n-3} - l_{n-2}R_{n-2} \\ M_n &= \frac{1}{2}w\left(\sum_{i=0}^{n-1} l_i\right)^2 - \left(\sum_{i=1}^{n-1} l_i\right)R_1 - \left(\sum_{i=2}^{n-1} l_i\right)R_2 \dots \\ &\dots\dots\dots \left(\sum_{i=n-2}^{n-1} l_i\right)R_{n-2} - l_{n-1}R_{n-1} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots(7)$$

以上(4)式～(7)式を R について整理すると、

$$\begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \dots & \dots & a_{nn} \end{bmatrix} \begin{Bmatrix} R_1 \\ R_2 \\ \vdots \\ R_n \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} k_1 \\ k_2 \\ \vdots \\ k_n \end{Bmatrix} \dots\dots\dots(8)$$

となり、連立方程式を R について解くことによって各吸着パッドに分担される負荷は求められる。

これを解くことはかなりの手数を要するが、実際には電子計算機を使用することによって手数を省いている。

たわみについても、また物体に発生する応力についても分担荷重と同様求めることができるがここでは省略する。

吸着パッドの配列はこのような理論をもとに配列されるが、このとき先に述べた拘束条件およびつり上げ条件が大きく関係してくる。

この2条件が完全にされるよう吸着パッドは配列されなくてはならないが、このときの基準となるべき三つの配列方法がある。

- (1) 各吸着パッドに分担される負荷をすべて等しくする配列。
- (2) 吸着対象物の各支点に発生する曲げ応力を等しくする配列。
- (3) 吸着対象物に発生する最大たわみを最小にする配列。

上記(1)は(4)式～(7)式を $R_1=R_2=R_3=\dots=R_n$ なる条件の下に $l_0, l_1 \sim l_n$ について解くことによって $l_0 \sim l_n$ を求めることができる。また吸着対象物に発生する曲げ応力およびたわみについても求めることができる。

以上によって吸着パッドの必要個数およびその配列は必然的に決定される。

この結果吸着パッドに必要な吸着容量が求められ、その容量に相当する径の吸着パッドが選択される訳である。

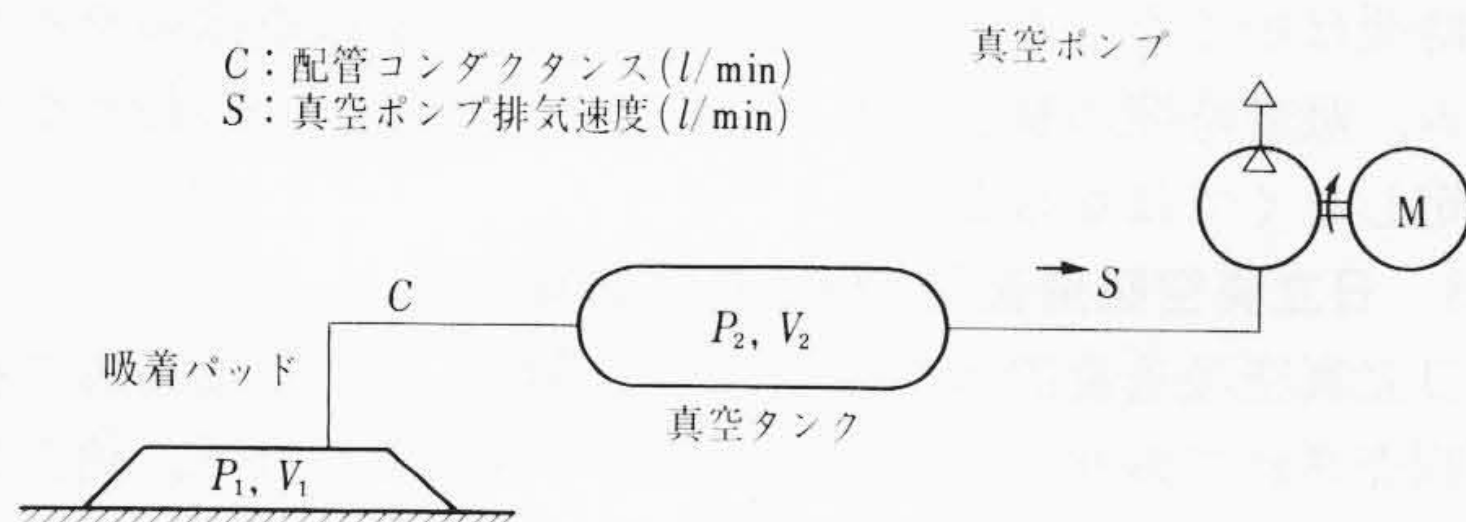


図8 真空回路のモデル

4.2 吸着時間

真空吸着装置を自動供給装置など（専用装置あるいはホイスの自動運転）に応用する場合、吸着時間は全体のサイクルタイムを決定する上で比較的重要な要因となる。

真空吸着装置の真空回路をモデル化すると図8のように表わされる。

以下 C および S を一定として吸着パッド内、真空タンク内の圧力の時間的変化、すなわち、吸着時間を求める。

- (1) 吸着パッド内の状態方程式

$$t = t_0 \text{ で } P_1, V_1$$

$$t = t_0 + \Delta t \text{ で } P_1 + \Delta P_1, V_1$$

これより次式が成立する。

$$P_1 V_1 = (P_1 + \Delta P_1) V_1 + C(P_1 - P_2) \Delta t \dots\dots\dots(9)$$

(9)式を整理すると次式が成立する。

$$\frac{\Delta P_1}{\Delta t} = \frac{C}{V_1}(P_1 - P_2) \dots\dots\dots(10)$$

- (2) 真空タンク内の状態方程式

$$t = t_0 \text{ で } P_2, V_2$$

$$t = t_0 + \Delta t \text{ で } P_2 + \Delta P_2, V_2$$

これより次式が成立する。

$$P_2 V_2 = (P_2 + \Delta P_2) V_2 + S P_2 \Delta t - C(P_1 - P_2) \Delta t \dots\dots\dots(11)$$

(11)式を整理すると次式が得られる。

$$\frac{\Delta P_2}{\Delta t} = \frac{S}{V_2} P_2 - \frac{C}{V_2}(P_1 - P_2) \dots\dots\dots(12)$$

結局、吸着パッド内および真空タンク内の状態は次の連立微分方程式によって表わすことができる。

$$-\frac{aP_1}{at} = \frac{C}{V_1}(P_1 - P_2) \dots\dots\dots(13)$$

$$-\frac{aP_2}{at} = \frac{S}{V_2} P_2 - \frac{C}{V_2}(P_1 - P_2) \dots\dots\dots(14)$$

(13)式、(14)式をそれぞれ P_1, P_2 について整理すると吸着パッド内および真空タンク内の状態は次の微分方程式の解として求めることができる。

$$\frac{d^2 p_1}{dt^2} + a_1 \frac{dp_1}{dt} + b_1 p_1 = 0 \dots\dots\dots(15)$$

$$\frac{d^2 p_2}{dt^2} + a_2 \frac{dp_2}{dt} + b_2 p_2 = 0 \dots\dots\dots(16)$$

ここで、

$$a_1 = \frac{C}{V_1} + \frac{C+S}{V_2} \dots\dots\dots(17)$$

$$a_2 = \frac{S}{V_1} + \frac{C+S}{V_2} \dots\dots\dots(18)$$

$$b_1 = b_2 = \frac{CS}{V_1 V_2} \dots\dots\dots(19)$$

(15)式の決定方式は、

$$\lambda^2 + a_1 \lambda + b_1 = 0 \dots\dots\dots(20)$$

であるから、(20)式の根を λ_1, λ_2 にすると吸着パッド内圧力は、

$$p_1(t) = k_1 e^{\lambda_1 t} + k_2 e^{\lambda_2 t} \dots\dots\dots(21)$$

によって表わされる。

また(16)式の決定方程式は、

$$\lambda'^2 + a_2 \lambda' + b_2 = 0 \dots\dots\dots(22)$$

であるから(22)式の根を λ'_1, λ'_2 とするとタンク内圧力は、

$$p_2(t) = k'_1 e^{\lambda'_1 t} + k'_2 e^{\lambda'_2 t} \dots\dots\dots(23)$$

によって表わされる。

ここで、 $\lambda_1, \lambda_2, \lambda'_1, \lambda'_2$ は、

$$\lambda_1 = \frac{-a_1 + \sqrt{a_1^2 - 4b_1}}{2} \dots\dots\dots(24)$$

$$\lambda_2 = \frac{-a_1 - \sqrt{a_1^2 - 4b_1}}{2} \dots\dots\dots (25)$$

$$\lambda_1' = \frac{-a_2 + \sqrt{a_2^2 - 4b_2}}{2} \dots\dots\dots (26)$$

$$\lambda_2' = \frac{-a_2 - \sqrt{a_2^2 - 4b_2}}{2} \dots\dots\dots (27)$$

ただし、 $b_1 = b_2$ である。

また k_1 、 k_2 、 k_1' 、 k_2' は初期条件によって決定される係数であるが、真空回路が図8に示されるような真空吸着装置においては初回の吸着と2回目以後の吸着では初期条件が異なってくる。

ここでは初回の吸着の場合について説明する。

初期条件

(1) $t=0$ で $p_1=p_a$ $p_2=p_a$ p_a : 大気圧 (760Torr)

(2) $t=0$ $dp_1/dt=0$ $dp_2/dt=0$

を(21)式、(23)式に代入すると、

$$p_a = k_1 + k_2 \dots\dots\dots (28)$$

$$0 = \lambda_1 k_1 + \lambda_2 k_2 \dots\dots\dots (29)$$

また、

$$p_a = k_1' + k_2' \dots\dots\dots (30)$$

$$0 = \lambda_1' k_1' + \lambda_2' k_2' \dots\dots\dots (31)$$

となり(28)式、(29)式および(30)式、(31)式より係数 k_1 、 k_2 、 k_1' 、 k_2' は

$$k_1 = \frac{p_a}{1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}} \dots\dots\dots (32)$$

$$k_2 = \frac{p_a}{1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \dots\dots\dots (33)$$

$$k_1' = \frac{p_a}{1 - \frac{\lambda_1'}{\lambda_2'}} \dots\dots\dots (34)$$

$$k_2' = \frac{p_a}{1 - \frac{\lambda_2'}{\lambda_1'}} \dots\dots\dots (35)$$

となる。

結局、吸着パッド内圧力 $p_1(t)$ および真空タンク内圧力 $p_2(t)$ は、

$$p_1(t) = \left(\frac{e^{\lambda_1 t}}{1 - \frac{\lambda_1}{\lambda_2}} + \frac{e^{\lambda_2 t}}{1 - \frac{\lambda_2}{\lambda_1}} \right) p_a \dots\dots\dots (36)$$

$$p_2(t) = \left(\frac{e^{\lambda_1' t}}{1 - \frac{\lambda_1'}{\lambda_2'}} + \frac{e^{\lambda_2' t}}{1 - \frac{\lambda_2'}{\lambda_1'}} \right) p_a \dots\dots\dots (37)$$

で表わされる。

以上により図8のようなモデル化された真空吸着装置の吸着特性、すなわち吸着パッド内圧力および真空タンク内圧力に関する過渡特性を求めることができるので、これに吸着時間と吸着に必要な基準の真空度を代入すれば必要な真空ポンプの容量および真空タンクの容量を決定することができる。

しかし、実際問題としてかなりの手数を要するし管路が特に細く長くはないかぎり吸着パッド内圧力と真空タンク内圧力の過渡的な差はあまり生じない。またユーザーは概略の吸着時間を知るだけで十分であるという理由から、一般には真空タンク内圧力、吸着パッド内圧力、ホース内圧力はすべて等しいと考えた場合の式、

$$p = p_T + (P_a - P_T) e^{-\frac{S}{V} t} \text{ (Torr)} \dots\dots\dots (38)$$

あるいは、

$$t = \frac{V}{S} \ln \frac{p_a - p_T}{p - p_T} \text{ (s)} \dots\dots\dots (39)$$

が利用される。

ここで、

p : 排気部分の圧力 (吸着パッド内、真空タンク内、配管ホ

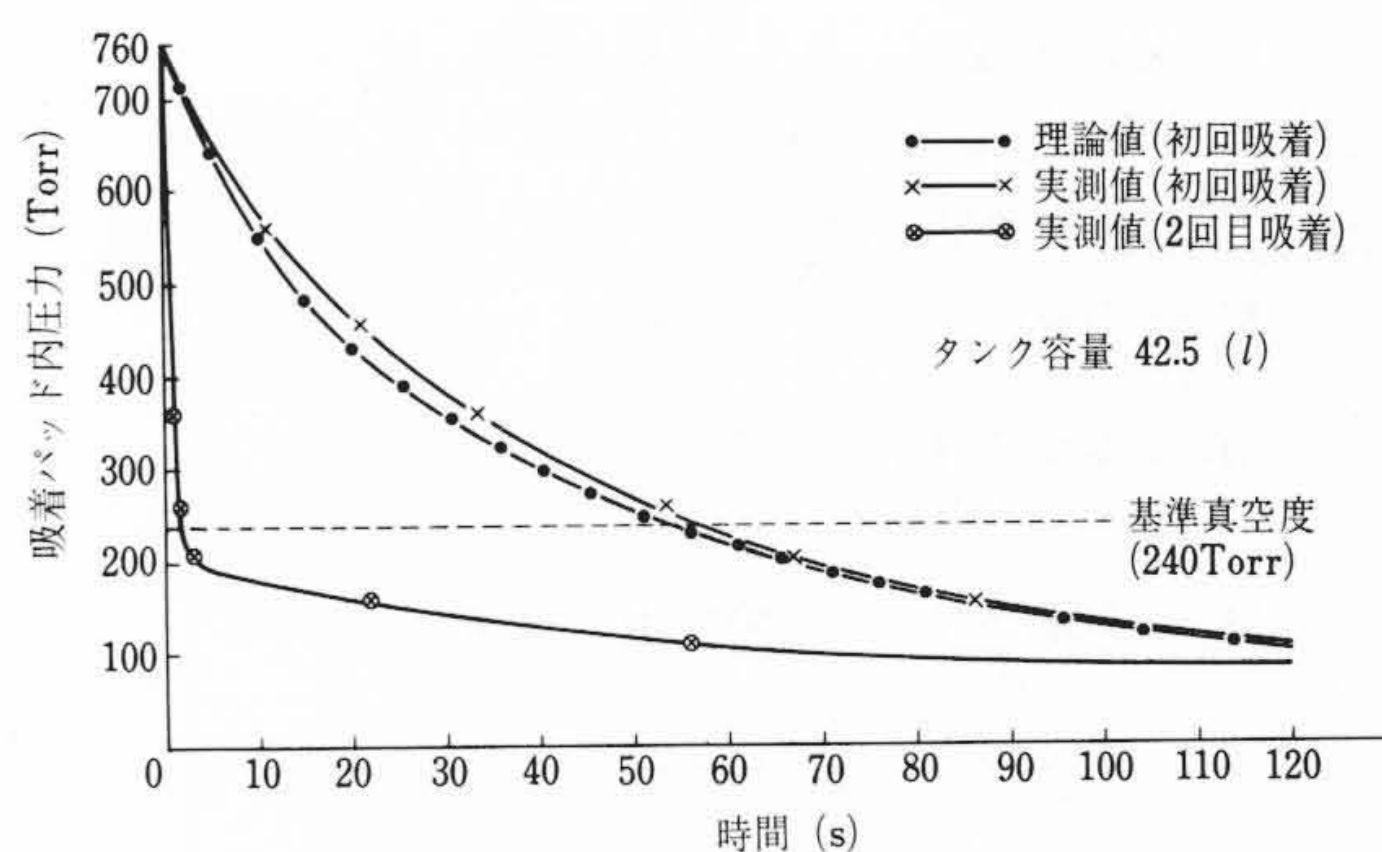


図9 吸着特性 (1)

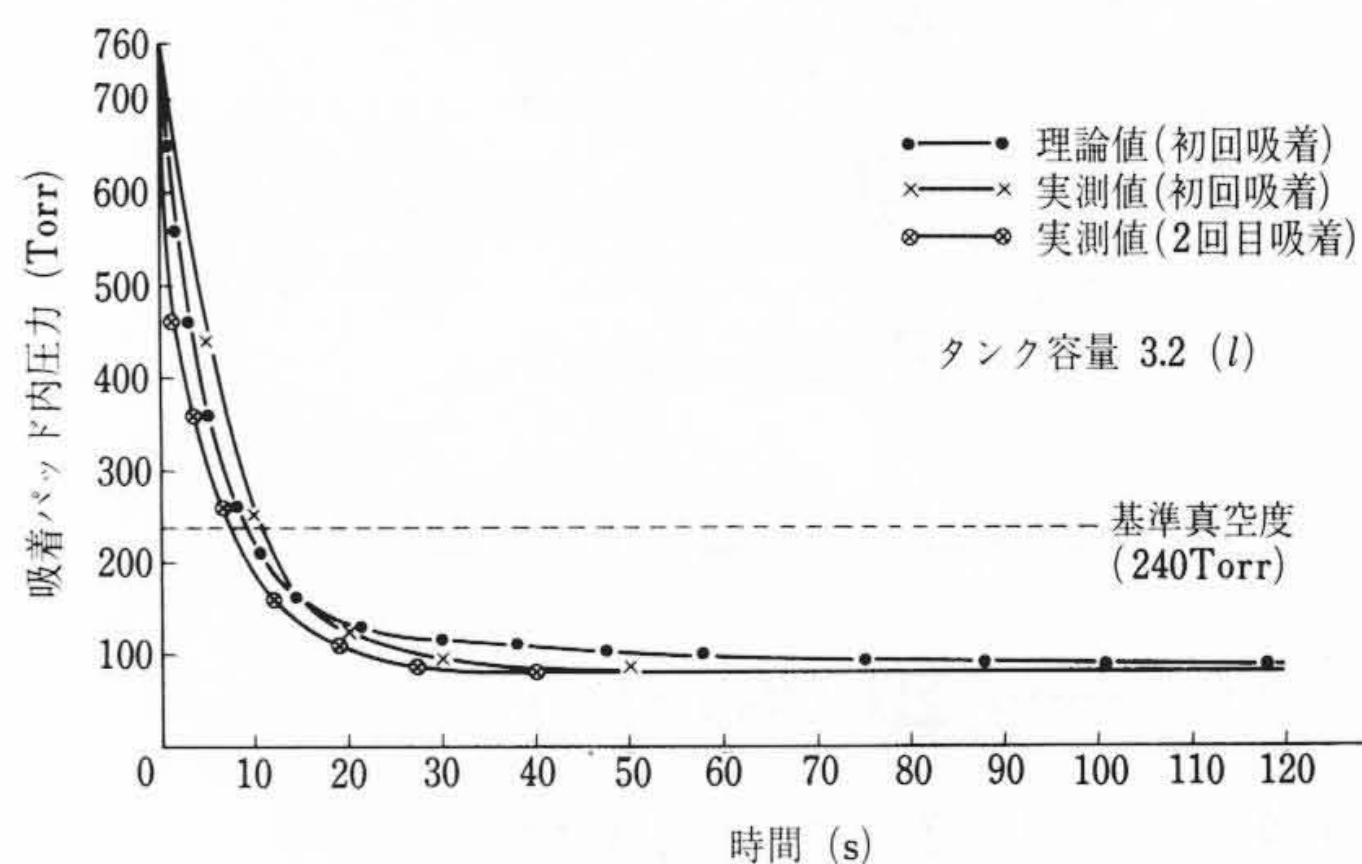


図10 吸着特性 (2)

真空ポンプ排気速度134l/min
吸着パッド 400φ×8個

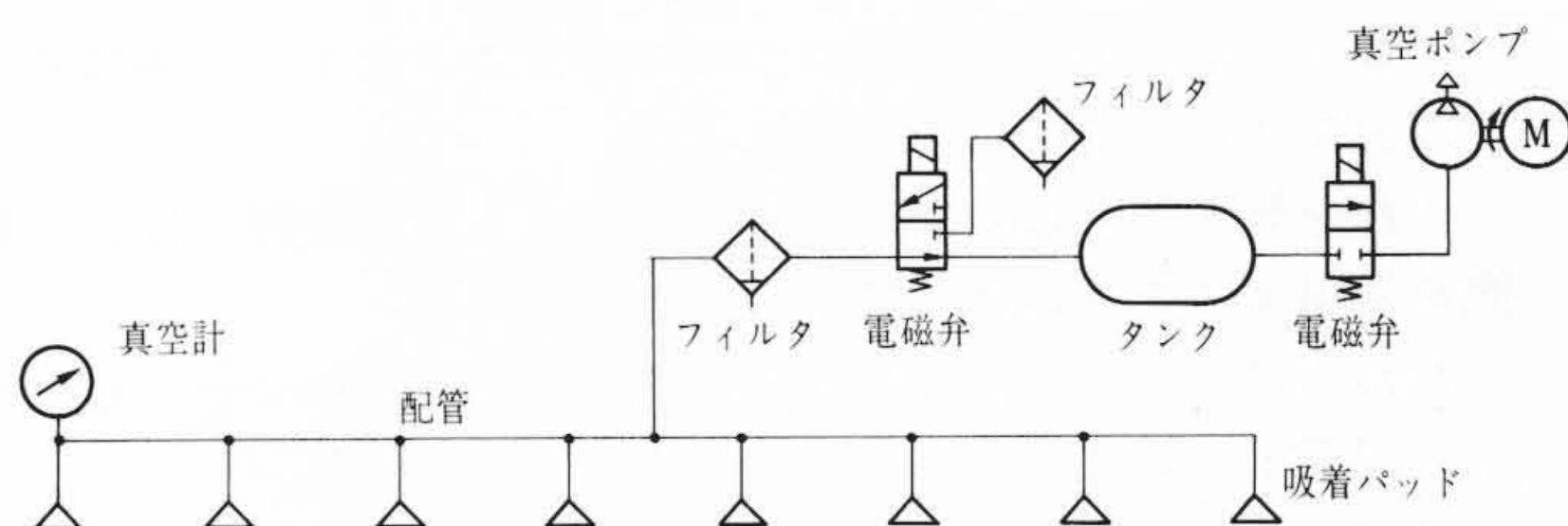


図11 吸着特性測定回路

ース内、その他) (Torr)

p_T : 真空ポンプ到着圧力 (Torr)

p_a : 大気圧 (標準状態では760) (Torr)

V : 排気容積 (吸着パッド、真空タンク、配管ホースその他) (l)

S : 真空ポンプの排気速度 (l/s)

図9、10は上記簡略理論式(38)式、(39)式に基づいて求めた理論値と実験値との比較を示したものである。また図11はその時の測定回路を示したものである。

図には真空タンクの大きい場合と小さい場合の極端な二つの場合について示したが、これより明らかなように真空タンクの大きい場合は初回の吸着には時間を要するが、2回目以後は短時間に吸着を完了することができる。また逆に真空タンクの小さい場合は初回の吸着に時間を要さない代わりに2回目以後にもさほど吸着時間は短くならない。このいずれを選ぶかは全体のサイクルタイム、吸着時間の制限などによってその都度(つど)最適なものを選定しなくてはならない。

4.3 日立真空吸着装置(V-LIFT)の実例

日立真空吸着装置は開発以後“V-LIFT”という商品名で各方面に販売されており、多くの納入実績を有するが以下、納入された中からいくつか選んでその概要を記しユーザーの参考に供したい。

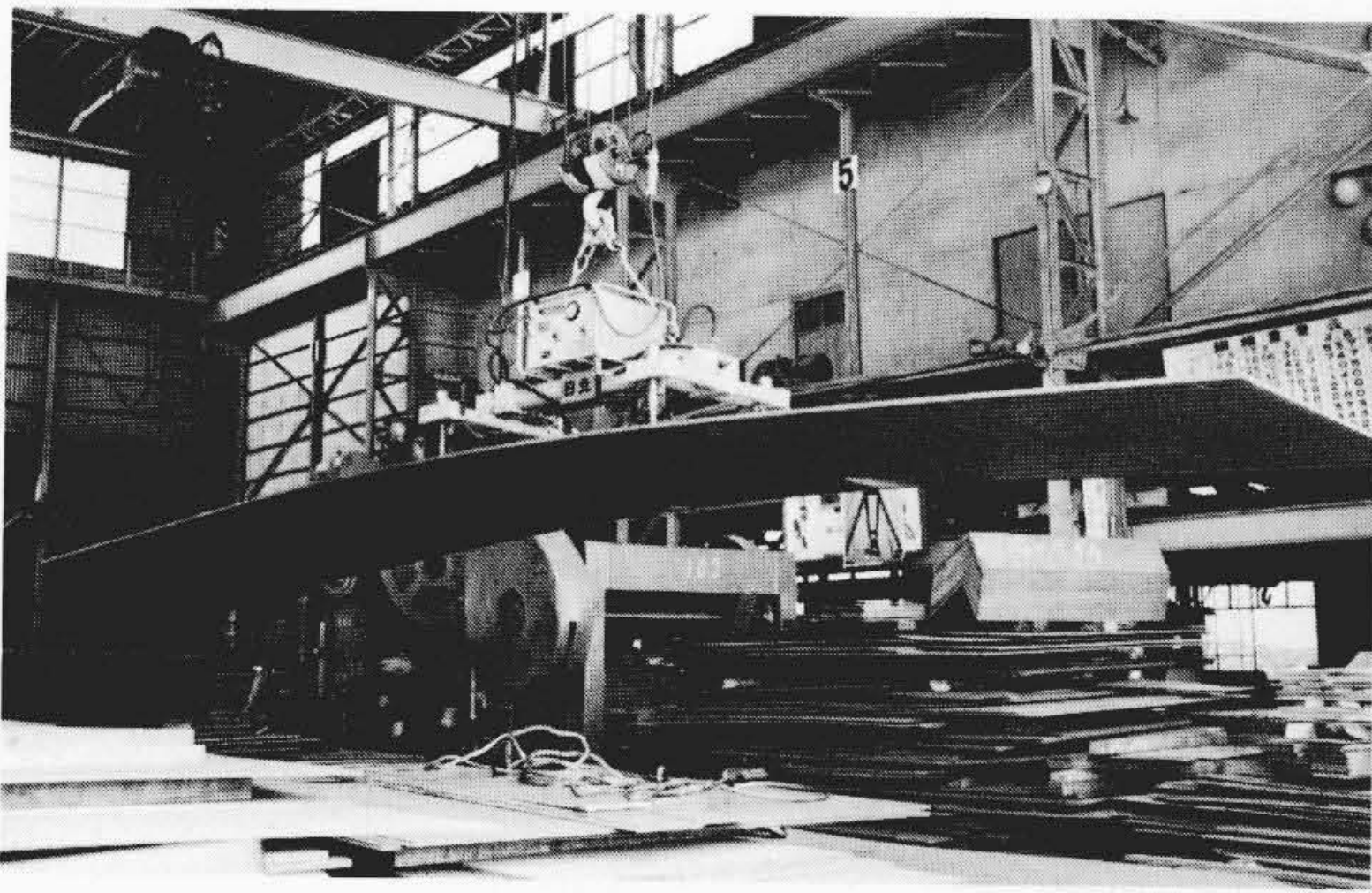


図12 鋼板運搬用V-LIFT

鋼板運搬用V-LIFT (図12)

つり上げ対象物仕様

品名 鋼板

寸法 (3.2~50)厚さ×(914×1,524)幅×(1,820~3,048)長さ(mm)

重量 max 1,800kg

V-LIFT仕様

形式 VL₁₈-16F₈

定格つり上げ容量 1,800kg

吸着パッド 400φ×4個

使用方法, 採用効果

種々の鋼板をシャーリングマシンに供給するのに使用, このめたビームは手動スライド式, また吸着パッドは首振り構造となっている。採用後は玉掛作業をなくし安全を図っている。

鋼板運搬用V-LIFT (図13)

つり上げ対象物仕様

品名 鋼板

寸法 (0.5~3.2)厚さ×(914~1,524)幅×(1,829~3,048)長さ(mm)

重量 max 120kg

V-LIFT仕様

形式 VL₁-16B₆

定格つり上げ容量 120kg

吸着パッド 150φ×6個

使用方法, 採用効果

車両用鋼板のショットピーニングを行なう際のショット装置への鋼板の搬入およびショット後の鋼板の搬出に使用したもので採用前は人手によってワイヤ掛けを行なっていたが, 採用後はワイヤ掛などのロスがなくなり作業がスピードアップされた。

鋼板運搬用V-LIFT (図14)

つり上げ対象物仕様

品名 鋼板および床鋼板

寸法 (3.2~9)厚さ×(1,524)幅×(3,048)長さ (mm)

重量 max 350kg

V-LIFT仕様

形式 VL₃-16E₃

定格つり上げ容量 350kg

吸着パッド 300φ×3個

使用方法, 採用効果

定尺の鋼板および床鋼板を1枚ずつシャーリングマシンの前段にあるコンベヤ上に供給する作業に使用したものでシャーリング作業のスピードアップと省力化ができた。

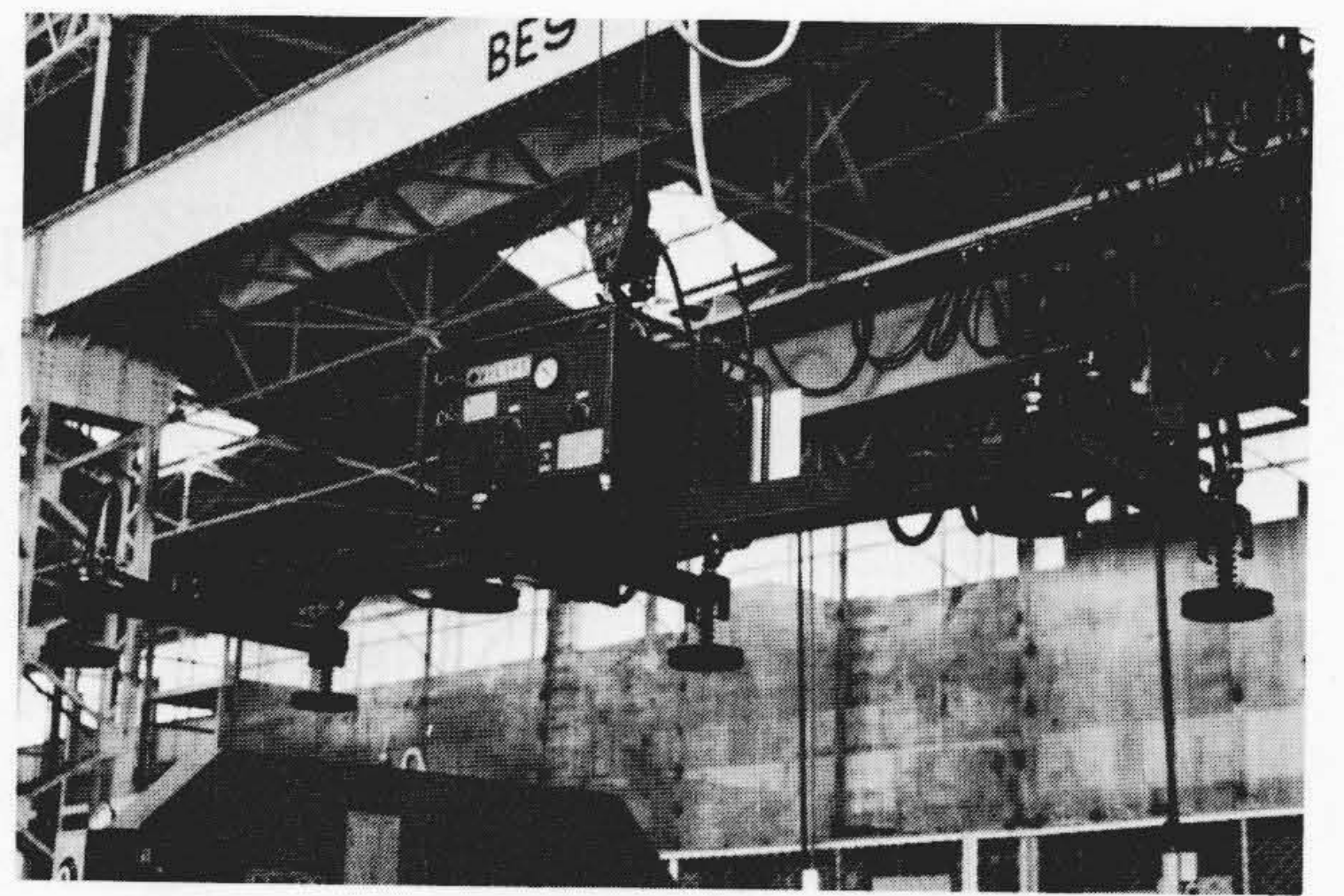


図13 鋼板運搬用V-LIFT

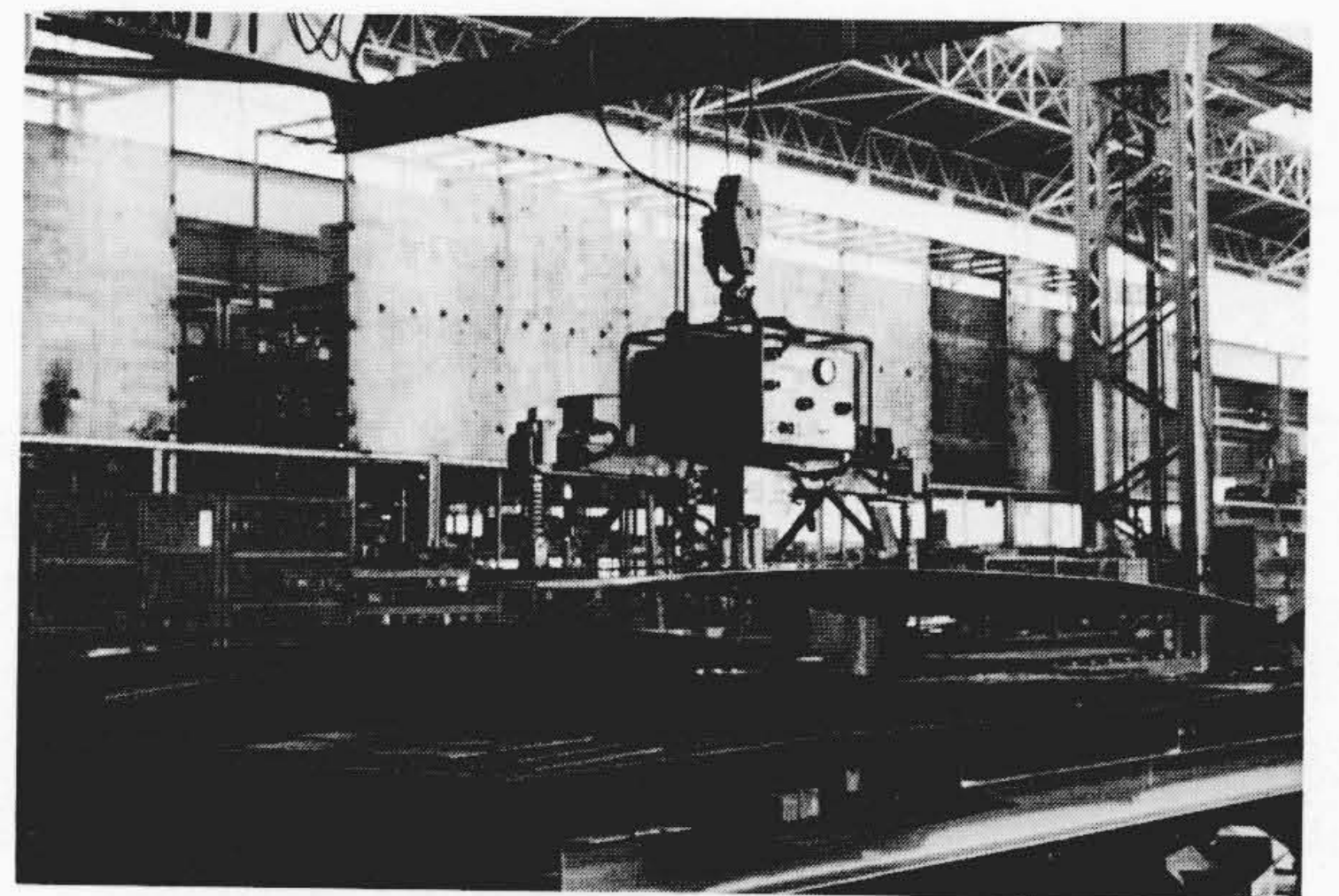


図14 鋼板運搬用V-LIFT

5. 結 言

以上, マテハン省力機器として開発した真空吸着装置, 日立V-LIFTについてその概要と応用例について述べたが, 現在までの検討によれば最近のマテハンのような単純作業に対する労働力不足を解消する最も有力の手段としては, (1)磁性体, 非磁性体など, 材質を選ぶことなく吸着できる。(2)確実な1枚つりが可能である。(3)真空源は完全無給油形となっているため保守点検が容易で, しかも対象物をよごすことがない。(4)軽量安価であるなどの理由により真空吸着装置が最も適していると言われている。

特に最近, プレキャスト板などの新建材の開発が盛んに行なわれているが, これらのマテハンには今後この真空吸着装置が広く応用され, その性能を十分発揮し省力化に大きく貢献することを期待している。

最後に本装置開発にあたり種々ご指導, ご援助をいただいたユーザーのかたがたおよび内外の関係各位に対し厚く謝意を表する。

参 考 文 献

- (1) Ronald G.wiloon: Hydraulics & Pneumatics 10 (1968) p.132
- (2) Eli Rubinstein: Automation 6 (1971) p.56
- (3) Von Egon Labas: Bänder Bleche Rohre 12 (1971) p.23