

日立-ガティス空気輸送装置

HITACHI GATTYS Pneumatic Conveyor

奈良 安 晃*
Yasuaki Nara

要 旨

本装置は日立製作所が西ドイツのガティス社と技術提携をして開発した新しい方式の空気輸送装置で、従来の空気輸送装置と輸送原理がまったく異なり、閉塞がない、輸送速度が遅く所要動力が小さいなどのすぐれた特長をもっている。本文は日立-ガティス空気輸送装置の原理、特長を概説し、実験結果の一部と実機の状態を報告したものである。

1. 緒 言

粉粒体をパイプの中の気流に乗せて輸送する空気輸送装置は設備合理化の要望にこたえるものとして各方面で利用されてきており、日立製作所は1950年以来500件を超える空気輸送装置を製作納入している。

しかしこの空気輸送装置は他の輸送装置に比べて独得な長所を持つ反面、動力消費が大きいことや輸送による粒子のこわれが大きいことなどのためにその応用分野が限定され、現在ではその普及の限度にきていると考えられないこともない。とくに輸送条件によっては輸送管が輸送物によって閉塞する危険性があることは信頼性が強く要求される分野での普及を妨げている一因となっている。

西ドイツのプラントエンジニアリング会社であるガティス社は1962年、従来の空気輸送装置とは輸送原理がまったく異なる新しい方式の空気輸送装置を開発した。この方式は閉塞のおそれもなく、他の数々の特長とあいまって従来の圧送式空気輸送装置の分野にはもちろん、それが使えなかった方面にも広く応用することができ、空気輸送装置に画期的な革新をもたらすものということができる。

日立製作所は1965年ガティス社と技術提携を行ない、1966年4月からこの新しい方式の空気輸送装置を日立-ガティス空気輸送装置として製作を開始した。また日立製作所ではこれまでの空気輸送装置設計製作の技術を生かしてさらに発展させ、新しい応用範囲を拡大するための研究を続けている。

2. 概 論

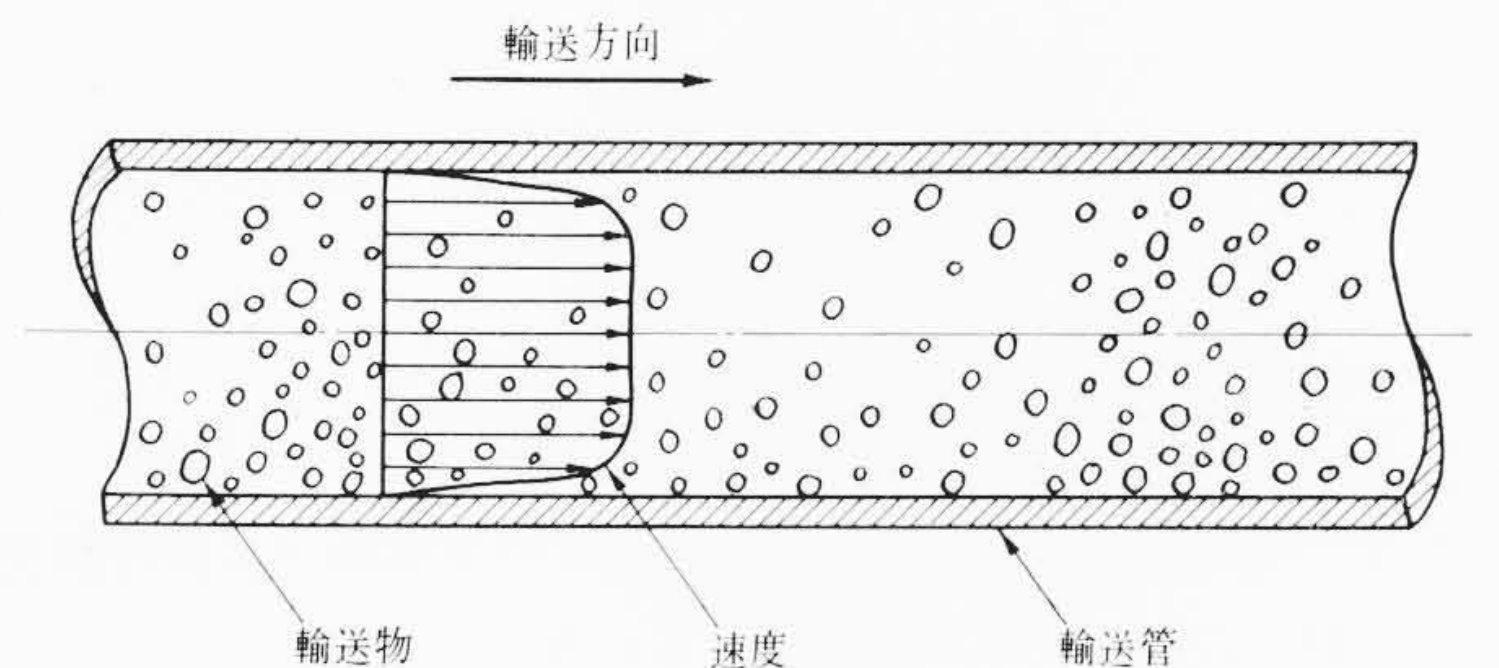
2.1 原 理

従来の空気輸送は輸送管内で粉粒体粒子を気流中に浮遊させて輸送するものであって、基本的には気流中におかれた単粒子の運動とみなすことができる。すなわちこの単粒子は流体から受ける抵抗により運動し、この抵抗は気流と粒子との相対速度によって生ずるものである。この場合輸送媒体である空気から輸送物である粉粒体へのエネルギーの授受は気流と粉粒体との相対速度によって行なわれる。

これに対して日立-ガティス方式の空気輸送は輸送管内に一定長さの輸送物の集団—プラグ—を作り、これを空気圧力によって押し進めて輸送することを原理としたものである(図1)。粒子は単独で運動するのではなくプラグという集団で運動するのであって、輸送のためのエネルギーはプラグ前後の圧力差によって与えられる。一口に言えば従来の空気輸送は空気流の速度エネルギーによる輸送であるのに対し、日立-ガティス方式の輸送は圧縮された空気の圧力ヘッドによる輸送であるということができ、両者は原理的に輸送理

* 日立製作所川崎工場

従来式空気輸送装置



日立-ガティス空気輸送装置

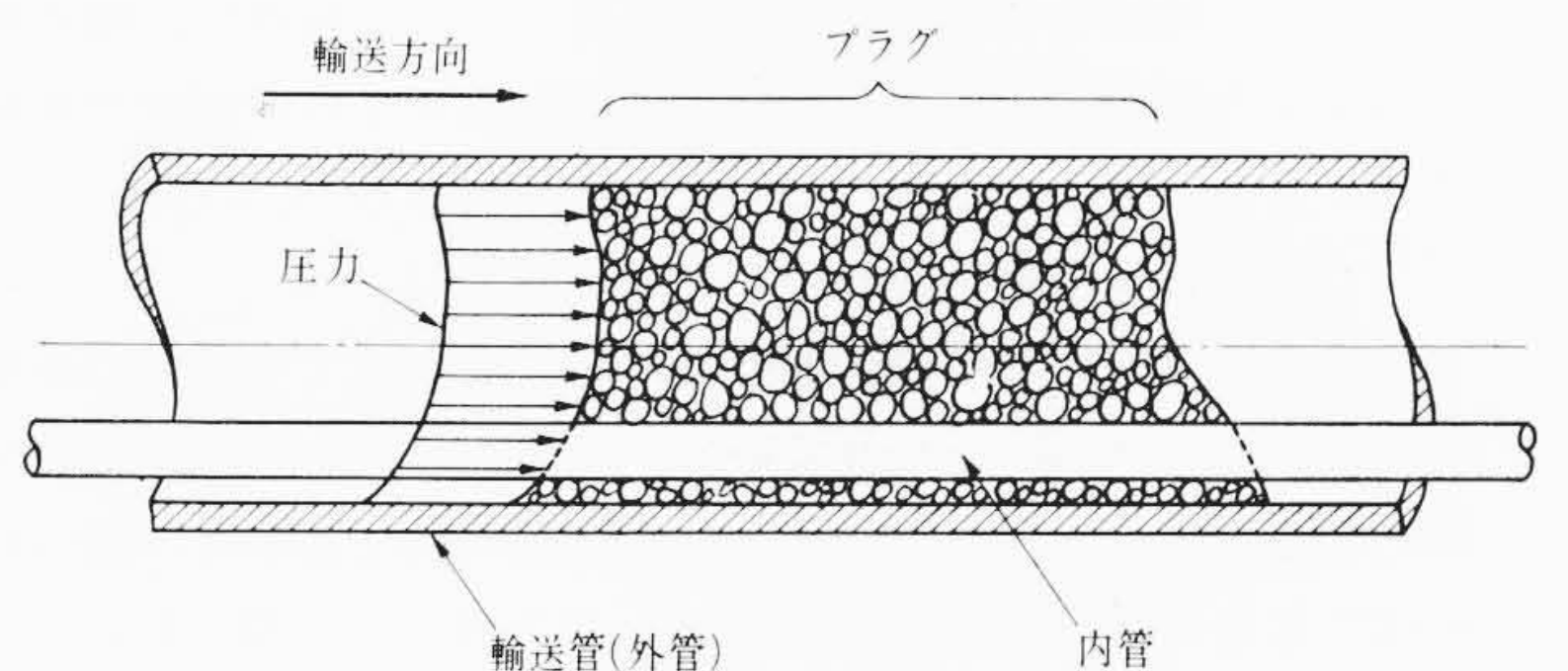


図1 輸送管内での粒子の状態

論が異なっている。

2.2 輸 送 機 構

日立-ガティス空気輸送装置は従来の空気輸送装置と同様に供給部、輸送管部、分離部、空気源部の四つの要素に分けることができるが(図2)、日立-ガティス空気輸送装置の最大の特長はその輸送管部にある。輸送管は外管と内管とからなり、輸送物の通過する外管の内部に内管がそう入されている。この内管には適当な大きさの特殊な開口が適当なピッチで設けてある。

供給部は輸送圧力が高いので従来のプロータンク式空気輸送装置におけるように密閉容器となり、ここに投入された輸送物は数箇所から吹き込まれる圧縮空気により輸送管内に押し出され、適当な長さのプラグに分割され、内管の作用により閉塞をおこすことなく、遅い速度で輸送される。

このプラグの性質は粉粒体の種類性状によって微妙に変化する。プラグは輸送管中に生じた輸送物の波であり、圧力振動によって誘起される。そして内管はこのプラグを閉塞をおこすことなく輸送するためのもので、その役割は大きく分けて、

- (1) プラグを流動状態にする。
- (2) 輸送に必要な圧力と空気量とを輸送管全長にわたって供給する。

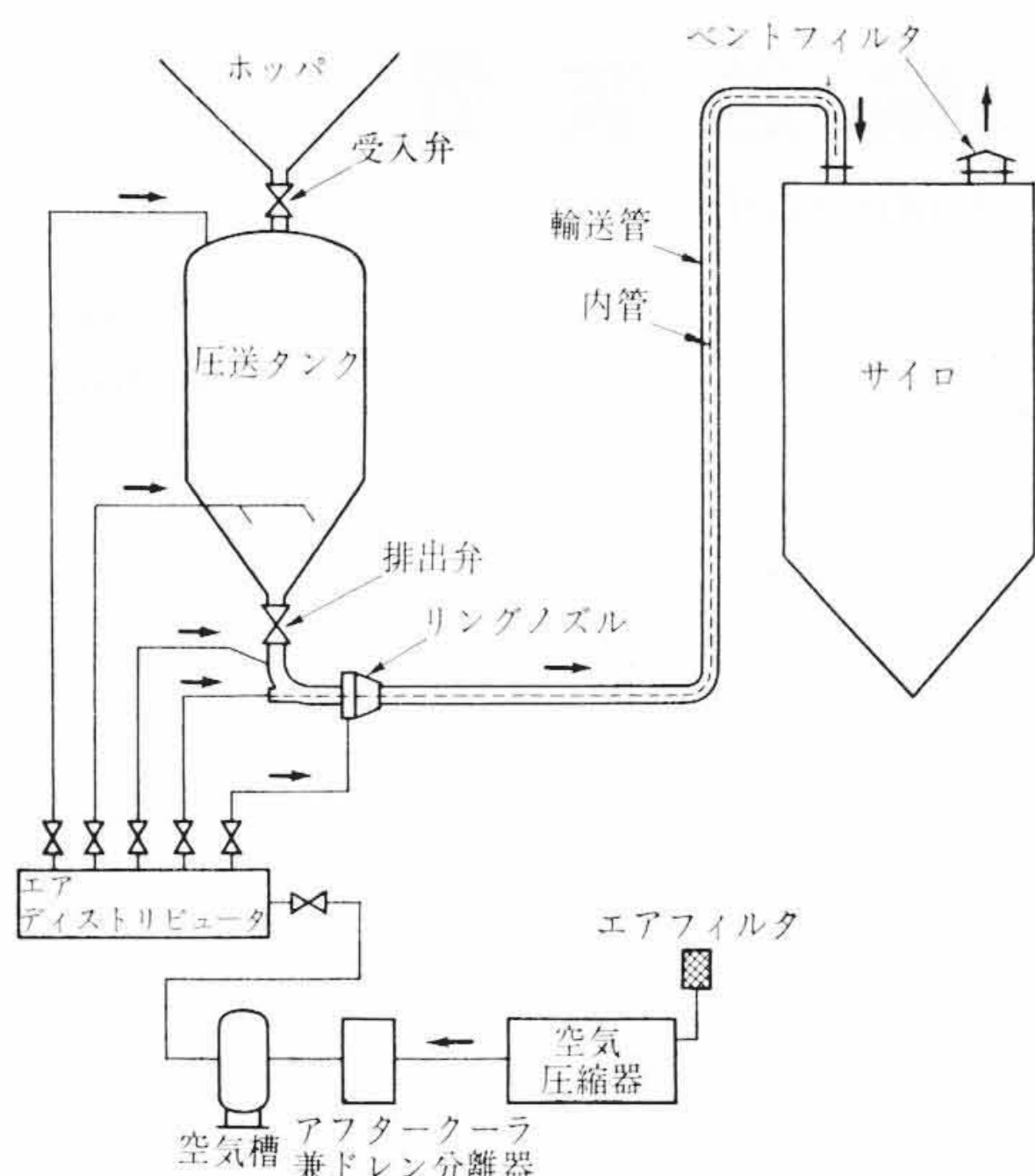


図2 日立-ガティス空気輸送装置系統図

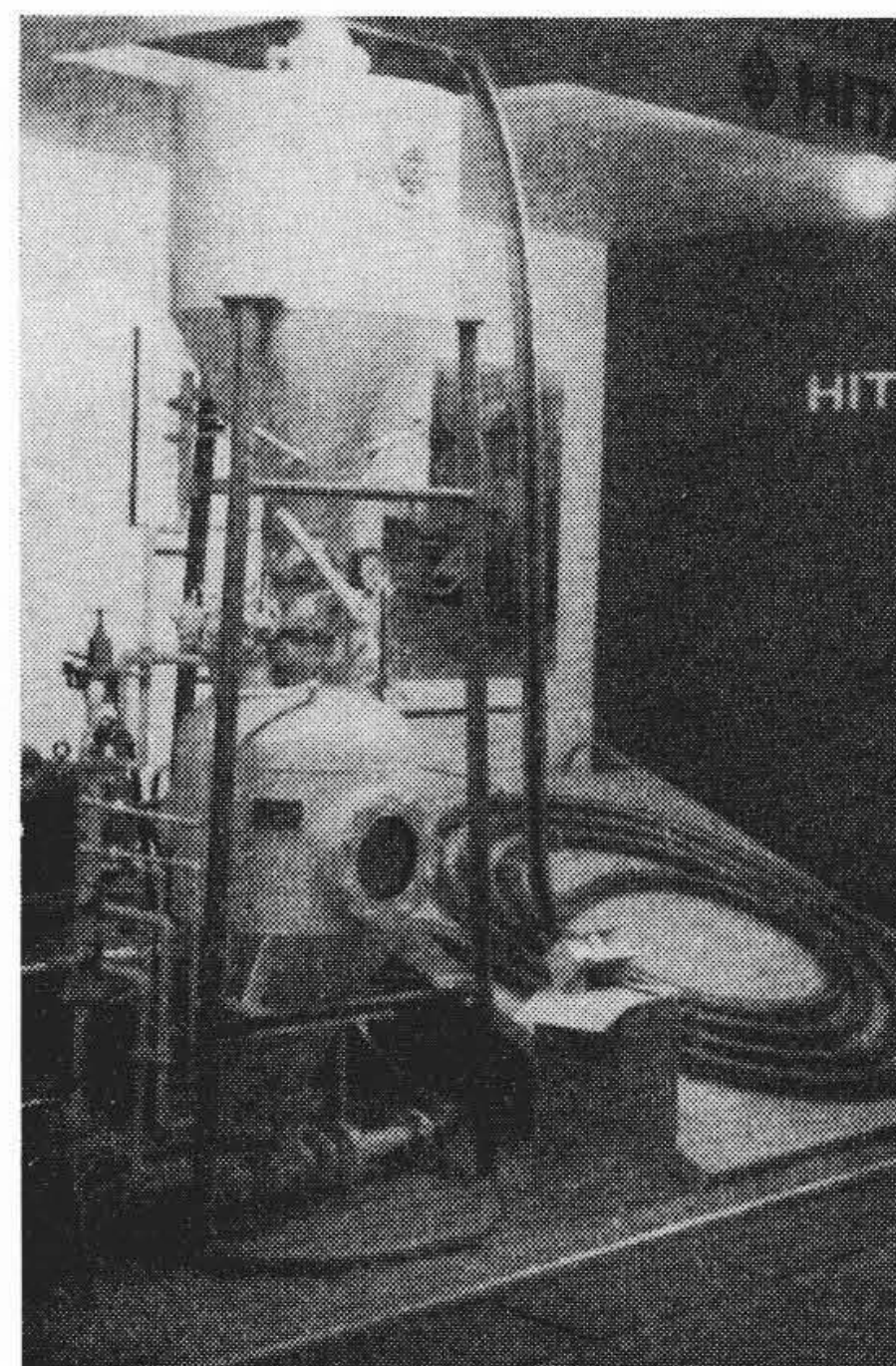


図3 No.2 実験装置

の二つをあげることができる。

2.3 特 長

この日立-ガティス空気輸送装置は従来の空気輸送装置の特長のほかに一般に次のような長所を持っている。

(1) 輸送速度が小さい。

従来の空気輸送では粉粒体を沈降させず浮遊させるため空気流は18~30m/s程度の速度を必要とするが、日立-ガティス方式の空気輸送では輸送物の移動速度は普通数メートル毎秒で、輸送物によっては人間が歩くくらいの速度——1m/sくらい——でも輸送することができる。したがって次の利点がある。

(i) 輸送管の摩耗がきわめて少ない。

一般に空気輸送での輸送管の摩耗量はその部での気流の速度の数乗に比例するといわれている。日立-ガティス方式の空気輸送では従来方式の空気輸送と輸送機構が異なるので一概に比較はできないが、大気圧に換算した平均風速は1/3~1/4であるので輸送管の摩耗がきわめて少ないといえる。

(ii) 輸送中の輸送物の破損が少ない。

従来の空気輸送では粒子の破砕が大きくて空気輸送の対象にならなかったもの、たとえば化学調味料などの結晶粒も壊れを少なく輸送することができる。この件については後節で詳述する。

(2) 使用空気量が少ない。

高い混合比(時間当たりの輸送物重量と輸送空気重量との比)で輸送できるので従来の空気輸送に比べて使用空気量が少なくなり、したがって次のことがいえる。

(i) 一般に消費動力が小さい。

これは粉粒体の種類や輸送条件によって差があり、粉体輸送や長距離輸送において著しい。

(ii) 輸送先で粉粒体と空気との分離が容易になり、分離器が小形に、また場合によっては省略することができる。

輸送物が最初から空気と分離されたプラグ状になっていることと風量が少ないことから粉粒体と空気との分離が容易で、粉体でもレシーバタンクでの重力沈降分離でかなりの捕集効率を得られる。したがって比較的大きい容器に輸送するときとはとくに分離器を設けず、直接容器に投入することができる。また捕集効率をあげるためサイクロン、バグフィルタを設ける場合でも、風量が少ないのでそれぞれ小形にできる。とくに高価なバグフィルタを小形にできることは有利である。

(3) 輸送管での閉塞事故がまったくない。

これが日立-ガティス方式の大きな特長の一つである。輸送物の性状が大幅に変わることがないかぎり、どんな運転をしても閉塞のおそれはまったくなく、輸送管が輸送物で一杯になった状態からでも起動ができる。したがって輸送中の空気の停止、輸送管路の遮断など自由自在である。

(4) バルブの開閉によって輸送物の切換え、引出しが可能である。

水道の蛇口を開閉するのと同様である。2個所以上の地点に輸送したいとき、各輸送先への分岐を設けそれぞれの分岐にバルブをそう入しておく。輸送圧力を加えておけば任意の分岐のバルブを開くことによってその分岐に輸送物を引き出すことができる。引出しを停止したいときはその分岐のバルブを閉じればよい。またすべての分岐のバルブが閉じてもしつつかえない。

(5) 従来の空気輸送装置より広い範囲の粉粒体を輸送することが可能である。

従来から空気輸送の対象になっている粉粒体はもちろん、従来の空気輸送では輸送できなかった付着水分の多いもの、あるいは脂肪分の多いような粉粒体をも輸送可能である。一般に圧送タンクから輸送管内に供給できる粉粒体なら輸送可能であるといえる。また輸送物が破砕されるために従来の空気輸送の対象外であったものも日立-ガティス方式の空気輸送の対象になりうる。

このほか混合粉の輸送中の分離が少ない、輸送管ベンドの影響が少ないなどの長所を備えている。

一方短所としては次のようなことがあげられる。

(1) 輸送圧力が高い(1~2kg/cm²G)ので輸送管への供給機がバッチ式の圧力容器になる。

(2) 短距離輸送では所要動力が大きくなる。

(3) 内管の保守に多少の手数を要する。

3. 実 験

3.1 実験装置

日立-ガティス方式の空気輸送では輸送物の物性の輸送状態におよぼす影響のしかたが従来の空気輸送とはまったく異なり、しかも従来測定されているような比重、安息角、粒度分布だけでは分類できず、わずかの性質のちがいが輸送状態に大きな影響をおよぼすので、すべての輸送物について輸送実験をしてデータを集積していく必要がある。われわれは現在二つの実験装置を持っている。その仕

表1 実験装置の仕様

	No. 1 実験装置	No. 2 実験装置
圧送タンク容積 (m ³)	0.5	0.15
輸 送 管 径	3B	2B
輸 送 距 離 (m)	40, 70	20

表2 No.1 実験装置による輸送データ

名 称	能 力 (t/h)	混 合 比
アルミナ (スターチ)	11	70
アルミナ (フラーリ)	7	55
アルミナ (サンディ)	4.5	30
セ メ ン ト	18	110
合 成 樹 脂 ペ レ ッ ト	5.5	25
合 成 樹 脂 パ ウ ダ	8	70
化 学 調 味 料	2	25

様は表1のとおりである。

3.2 輸 送 データ

上記実験装置によりすでに30種以上の粉粒体についてデータを集めた。これらの粉粒体のうちおもなものの名称は次のようなものである。

食 品 関 係

グラニュー糖, 上白糖, 化学調味料(結晶), メリケン粉, インスタントコーヒー

化 学 関 係

ソーダ灰(粒状), 合成洗剤(粒状), 各種合成樹脂ペレット・パウダ

そ の 他

セメント, アルミナ, 粒状カーボン, 鋳物砂, 各種鉱石粉

またNo.1実験装置による輸送データの一部を表2に示す。

セメントの混合比110という数字は従来の空気輸送では考えられない高い値である。また同じアルミナでも種類によって輸送結果が大きく異なっているのは注意を要する。化学調味料の2t/hというのは結晶の破壊を少なくするため故意に能力を下げたものである。

3.3 プ ラ グ

日立-ガティス空気輸送装置では輸送物をプラグ状で輸送するが、プラグ状の輸送というものがなかなか理解されにくい。図4はNo.2実験機でのプラグである。

プラグ1個の長さ、端部の形状は輸送物の性状によって大きく異なり、他の輸送条件によっても変わる。1個のプラグの運動をとらえるにはオシログラフによるのが最もよい。図5は大豆粕フレーク輸送のさいの管内圧力をオシログラフで測定したものである。一定長さ離れた2点で測定された圧力が重ねられており、曲線(1)が上流側、曲線(2)が下流側の圧力である。そしてaはプラグ前後の圧力差、bは二つの測定点間をプラグが移動するに要した時間でこれよりプラグ速度が求められる。cはプラグ通過に要した時間でこれとプラグ速度とからプラグ長さが求められ、dとプラグ速度とからプラグ間隔が求められる。

この圧力曲線の形は輸送条件によって変化し、また1回の輸送中においてもプラグごとに変わるので測定値は統計的に処理する必要がある。

3.4 輸 送 物 の 破 壊

粒状物のなかには品質管理、製品価値、取扱上などの点から粒子が輸送中に破碎されたり、表面が摩損されたりするのをきらうものが案外多い。そしてこれのなかには満足すべき運搬装置がないため、やむをえず非合理的な運搬方法にたよっているものも多い。

輸送物の破壊は実験装置により簡単に結果が得られるのですでに

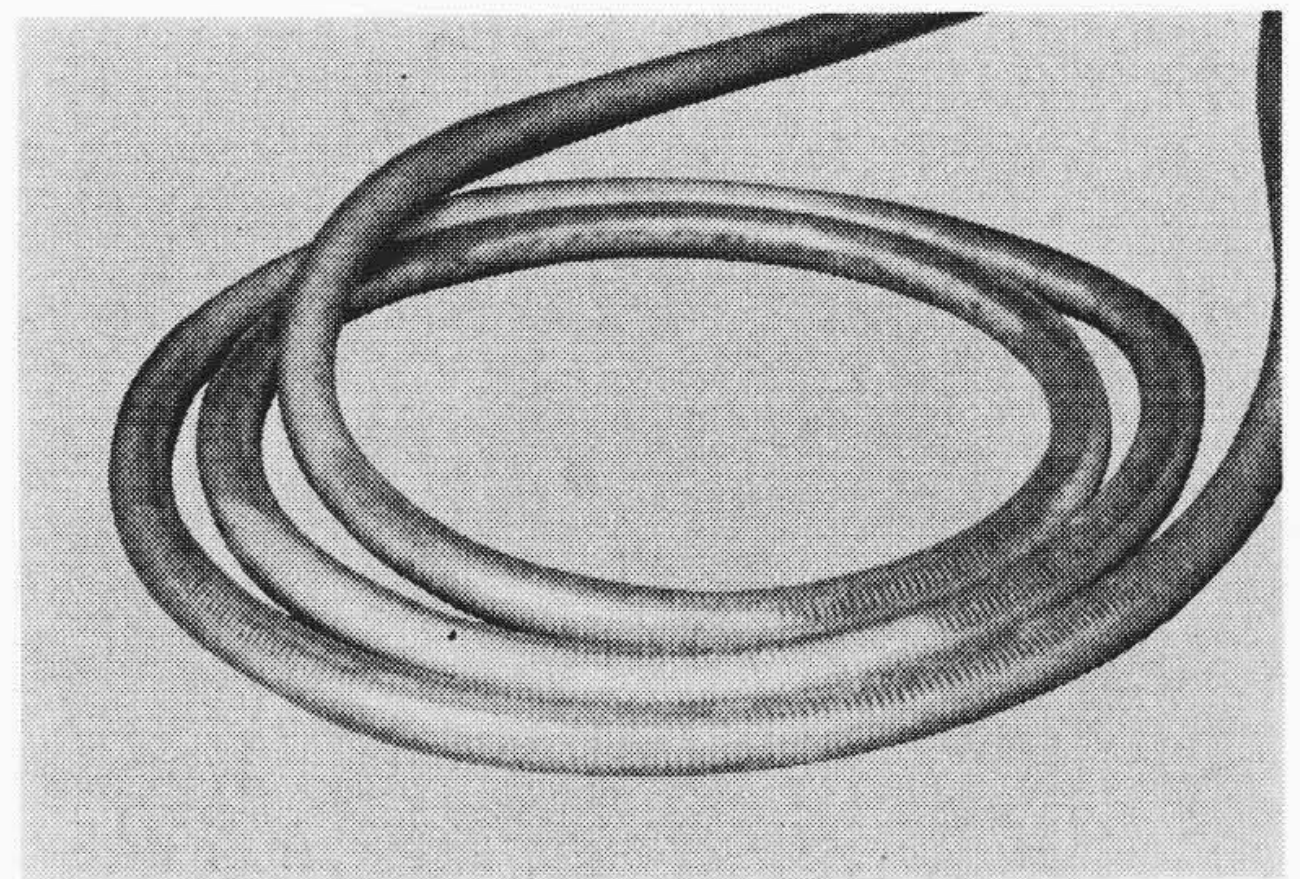


図4 プ ラ グ

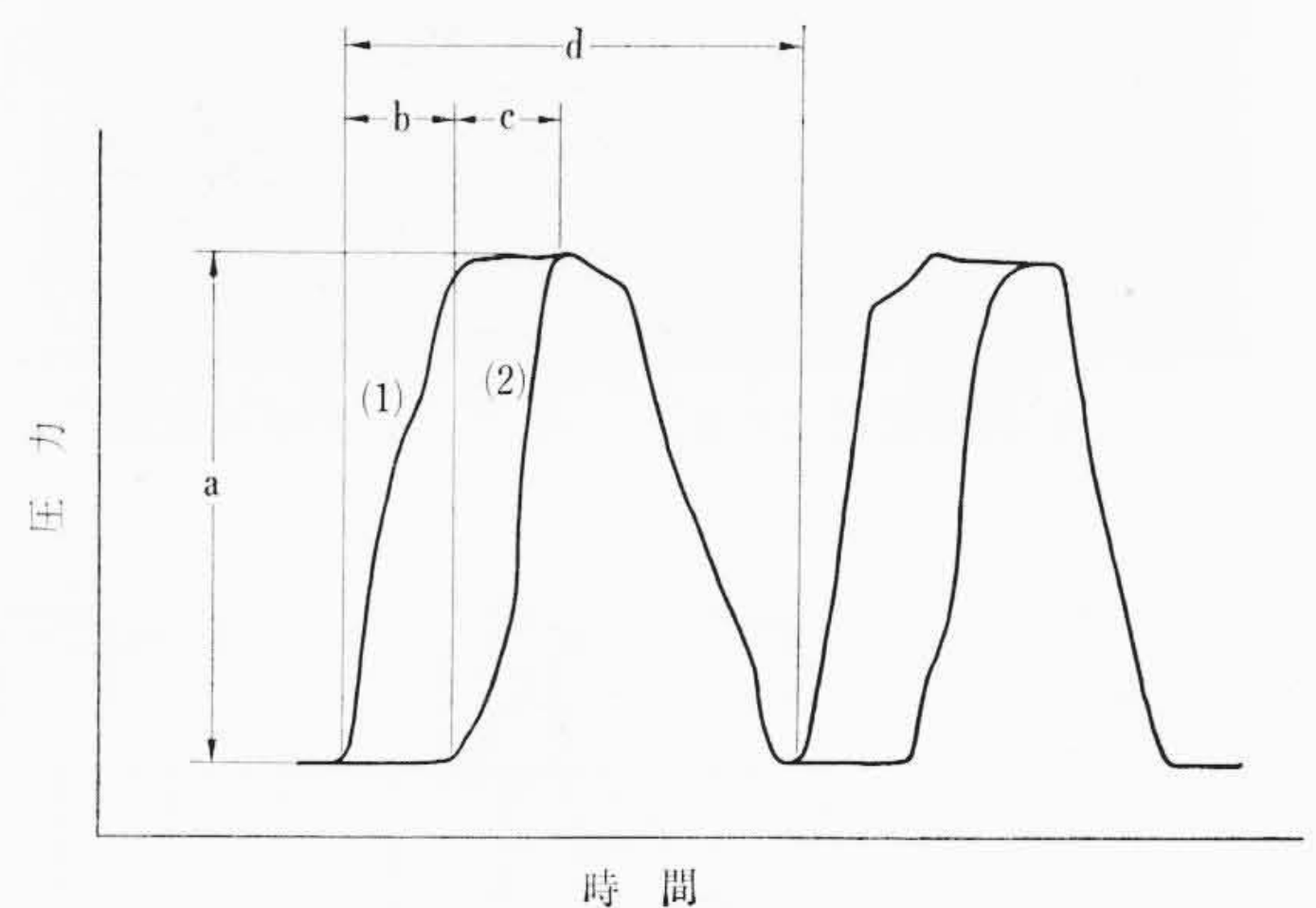


図5 輸送管内の圧力変化

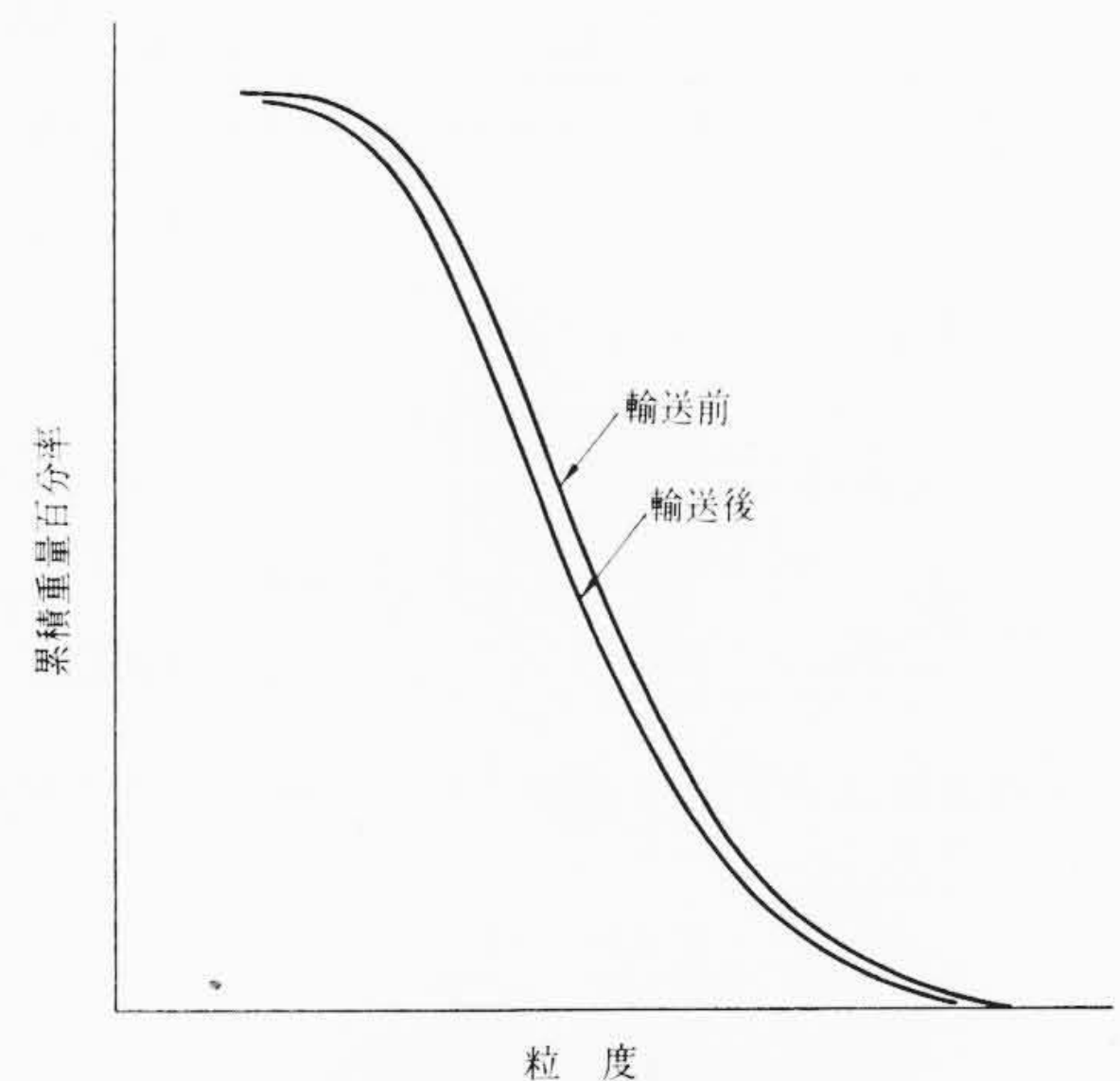


図6 化学調味料粒度分布曲線

化学調味料, ソーダ灰, 粒状カーボン, シェルモールド砂 (レジン皮膜の損傷), ナイロンペレット (ダストの発生) などについて実験をしており、良好な結果を得ている。

図6は化学調味料を輸送した場合の粒度分布である。従来の空気輸送装置で輸送した場合には大部分が粉末になってしまうので、その差は判然としている。この実験結果から化学調味料輸送装置を受注し製作納入した。

低融点の合成樹脂ペレットを空気輸送するとき管壁との摩擦によってペレット表面が融解してダストが発生し、管内壁にフィルムを形成することが問題となるが、ナイロンペレットでの実験の結果日立-ガティス方式の空気輸送では輸送速度が遅いのでダストの発生が非常に少なく、フィルム形成のおそれが非常に少ないことがわかった。

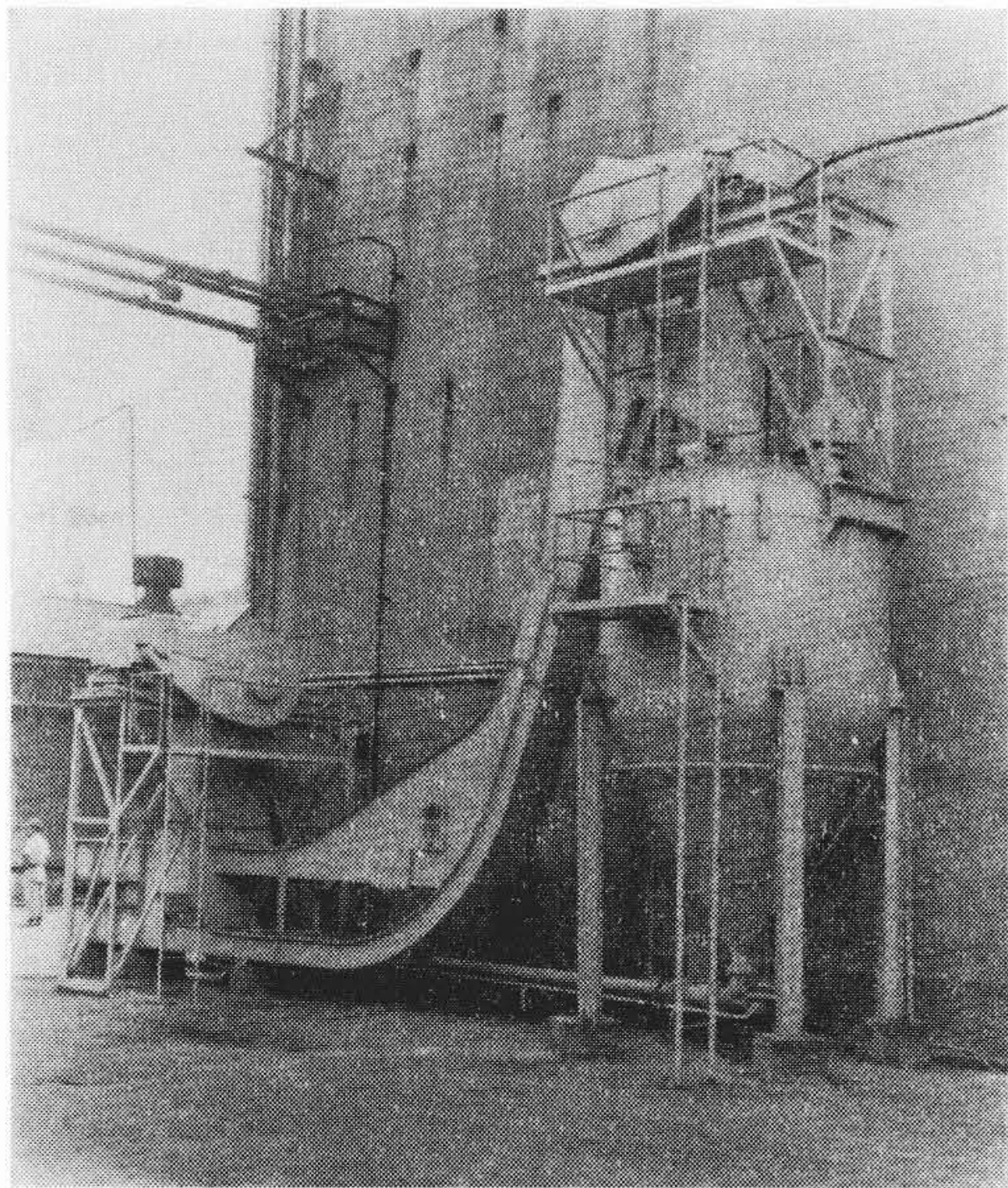


図7 味の素株式会社納大豆粕フレーク輸送装置

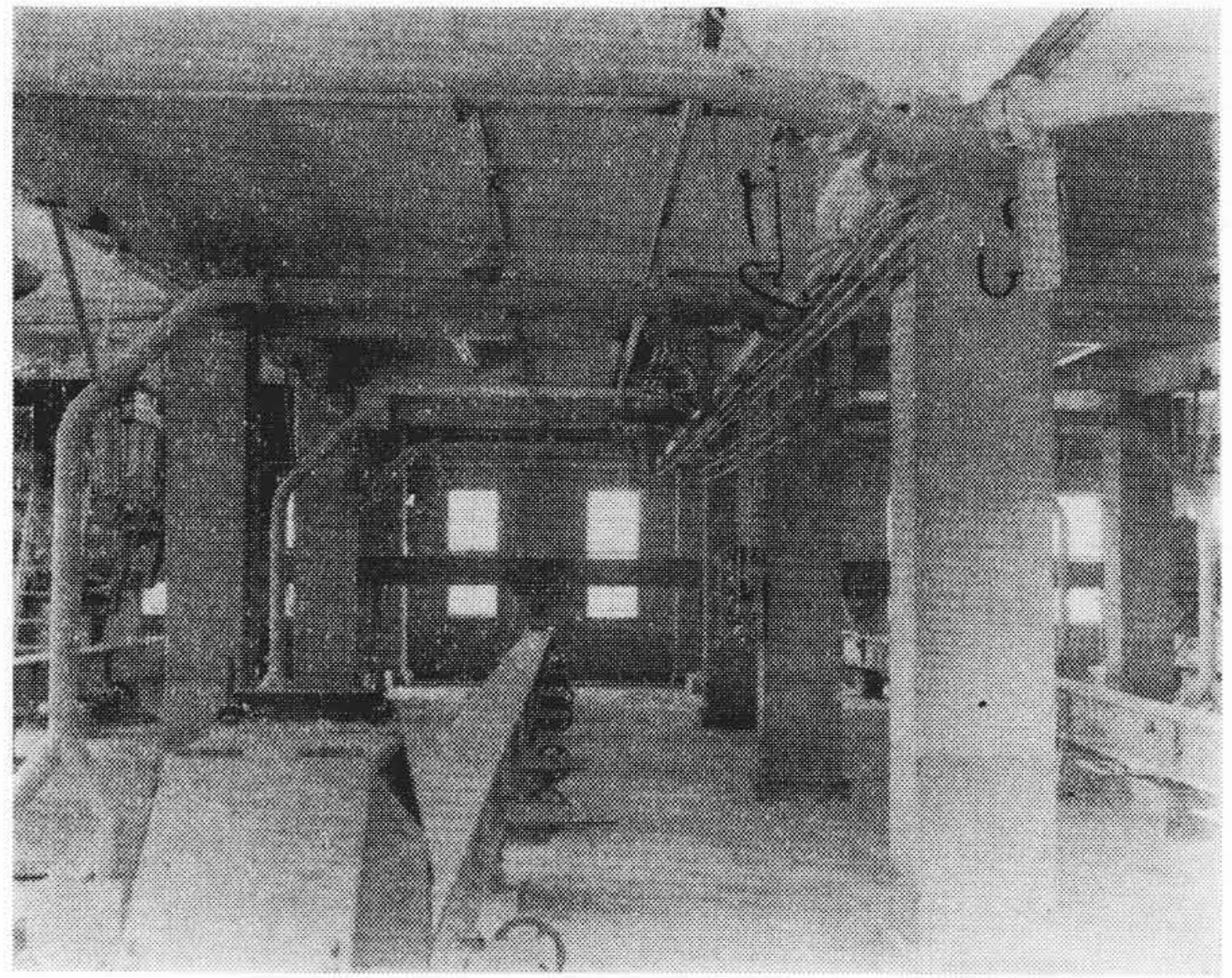


図9 味の素株式会社納大豆粕フレーク輸送装置

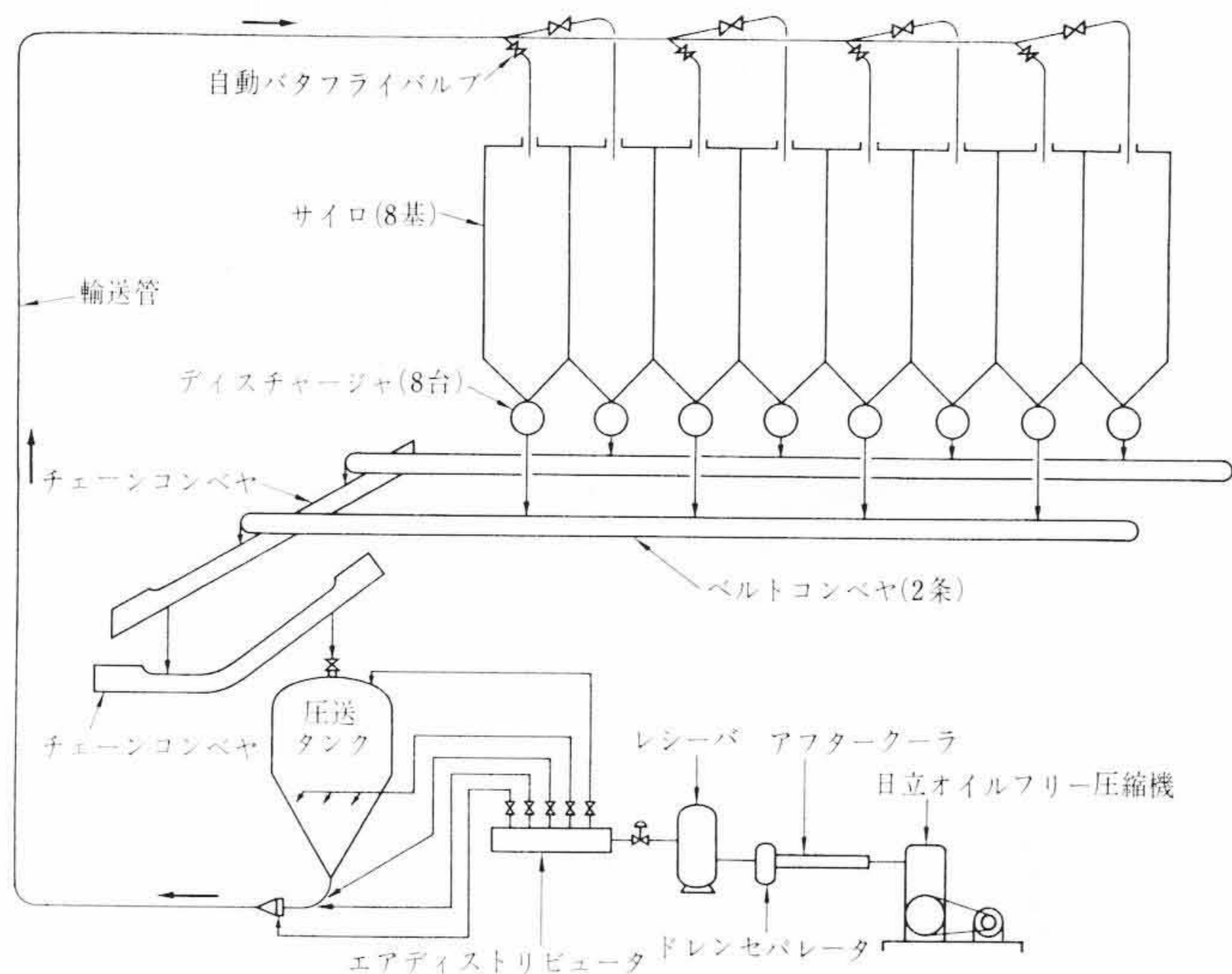


図8 味の素株式会社納大豆粕フレーク輸送装置系統図

4. 実機の状況

日立-ガティス空気輸送装置はすでに8基が製作納入され、いずれも順調に稼動している。これらのなかから1966年9月味の素株式会社横浜工場に納入した大豆粕フレーク輸送装置についてその系統と特長とを述べる。

4.1 仕様

輸送物	大豆粕フレーク
見掛け比重	約0.6
輸送能力	6t/h (輸送時)
輸送圧力	2kg/cm ² G
輸送管径	4B
輸送距離	水平40m, 垂直30m, ベンド5個

4.2 系統 (図8)

本装置はサイロ内の大豆粕フレークが固着するのを防止するため適宜その一部を引き出し、ふたたびサイロに送り込むリサイクル輸送の装置である。すなわち8基のサイロ下部からディスチャージャ

で引き出された大豆粕フレークをベルトコンベヤ、チェーンコンベヤで圧送タンクに投入し、圧送タンクが満杯になると自動的にコンベヤを停止して圧送を開始し、サイロの壁を一気に30m立ちあがってあらかじめ選択したサイロに送り込む装置である。

送り込みサイロの選択は分岐にバタフライバルブを設け、これを制御盤の押ボタンスイッチで開閉することにより行なわれ、閉塞の心配がないので開閉に関するインターロックはいっさい設けられていない。

輸送終端は輸送管を直接サイロにそう入しただけで、ベント空気はサイロ天井にある点検窓からフィルタなしで逃がしている。輸送終了時に圧送タンク内の圧縮空気が膨張して多少の吹き上げは生ずるが輸送中のダストの飛散はほとんどない。

このような輸送系統に日立-ガティス空気輸送装置が選ばれた理由にはつぎのようなことが考えられる。

- (1) 輸送中の輸送物の破砕が少ない。
- (2) 輸送先サイロの選択が地上制御盤の押ボタンスイッチで任意に行なわれ、操作性にすぐれている。
- (3) チェーンコンベヤより据付、保守が容易である。
- (4) 操作性がすぐれているので人件費の大幅な削減になる。

5. 結 言

以上日立-ガティス空気輸送装置の全般について述べたが、これにより本装置について概略なりとも理解していただけたら幸いである。空気輸送とは粉粒体を圧縮された空気のエネルギーによって輸送するものである。そしてこの圧縮空気のエネルギーは圧力と速度のたがいに変換しうる二つの形態を有しているが、圧力の形で圧縮空気のエネルギーを利用しているのが日立-ガティス方式の空気輸送であり、速度の形で利用しているのが従来式の空気輸送である。両者の間には絶対的な優劣というものはなく、その時の条件によって日立-ガティス方式がすぐれていることもあるし、従来式がすぐれていることもある。要はそれぞれの場合に応じて最適の方式を選択することである。

日立-ガティス空気輸送装置の技術はまだ開発途上にあり、その応用面の開発に伴って従来式の空気輸送も含めて空気輸送の応用分野は広められていくと思う。

最後に日立-ガティス空気輸送装置の生みの親であるガティス博士に心から敬意を表するとともに、この技術の発展にご協力いただいているユーザー各社に深謝する。