

# プラスターマシンに関する調査

岡村 武史

脇坂 達也

安齋 佑一

## 概要

近年機械化への動きは左官の深刻な不足などから左官工事にも波及し、目下運搬と塗り付け作業の機械化が最大の問題となっている。欧米ではプラスターマシンの開発利用によりこの問題の解決が図られており、わが国でもこれにならう動きが活発化しているが、セメントモルタルに対しては圧送などに種々の問題を生じている。本調査はこの機械を圧送機構を中心に再検討するため行なわれたものである。

## 1. はじめに

近年「建設の機械化」の運動は左官工事にも波及した。建設途中で一時的に歪みを許される一般の現場打ちコンクリート建築には左官による手直し、更には仕上げが施されるのが普通であるが、ここ数年来の深刻な左官の不足<sup>1)</sup>から機械化によらなければ、もはや需要を満し得ない状態に立ち至っている。また一方では「湿式工法から乾式工法へ」の合理化の波に乗ったボードなどの建材メーカーの進出、精度の高いPC部材の普及などによって左官工事の領分は狭められる傾向にあるが、これに対し伝統を旗じるしに巻き返しを図るとしても、機械化による合理化は不可欠であろう。

左官工事における混練作業はモルタルミキサーの普及により一段落し、運搬と塗り付け作業の機械化が目下最大の問題である。欧米およびソ連においては、おもに石膏プラスターを圧送し吹き付ける簡便な機械（以下プラスターマシンと呼ぶ）が開発利用され、この問題の解決が図られている。わが国でもこれにならう動きが昭和38年頃から始り、建設省の建設研究にも取り上げられて<sup>2)3)</sup>、活発化している。当研究所においても一昨年トリコーターによるモルタルの吹き付けと付着力に関する実験を行ない、ある程度の目安を得た。

プラスターマシンをわが国が特色とするセメントモルタルに適用する場合、閉塞なしに圧送することが最もむずかしい問題とされ、現に先の実験においてもポンプ内で分離を起し、圧送できないことがたびたびあった。この様なことから圧送機構を中心としたプラスターマシンの再検討を試みることになった。まずメー

カーからカタログを取り寄せたが不明の点も多いため、新たに調査表を作りアンケートを試みた。ノウハウに触れるとする向きもあり期待した程回答は寄せられなかったが、この機械の性能を見誤らない程度の資料は得られたので先の文献をも参考にしそれをまとめ次に記す次第である。

## 2. 調査結果

プラスターマシンが圧送前に加水混練する方式を取るのに対し土木工事に使用される機械には圧送後ノズル近傍で加水し吹き付ける方式を取るものもあるが、水量管理のむずかしさ、吹き付け材のはね返りが多いなどの理由から左官工事には適当でない。

プラスターマシンは圧送、混練、吹き付けおよび運搬の各機構からなり、圧送の方式から往復動ポンプ型、ねじポンプ型およびプレーサー型の三つの種類に分類される。図—1, 2, 3に示すように機械の構成は前二者において類似し、圧送、混練および吹き付け機構の一部（空気圧縮機）が車輪付きの架台上に釣り合い良く配置されているが、プレーサー型においては圧送に大風量を要するため圧送機構の一部である空気圧縮機がこれから離脱している。表—1に代表的と思われる機種の仕事を示す。

### 2.1 圧送機構

圧送機構は一般に動力部、駆動部およびポンプからなるが、プレーサー型においては多少異なり空気圧縮機、空気溜めおよび圧力容器がこれに対応する。それにホッパー、材料ホースが加えられて全体が構成される。

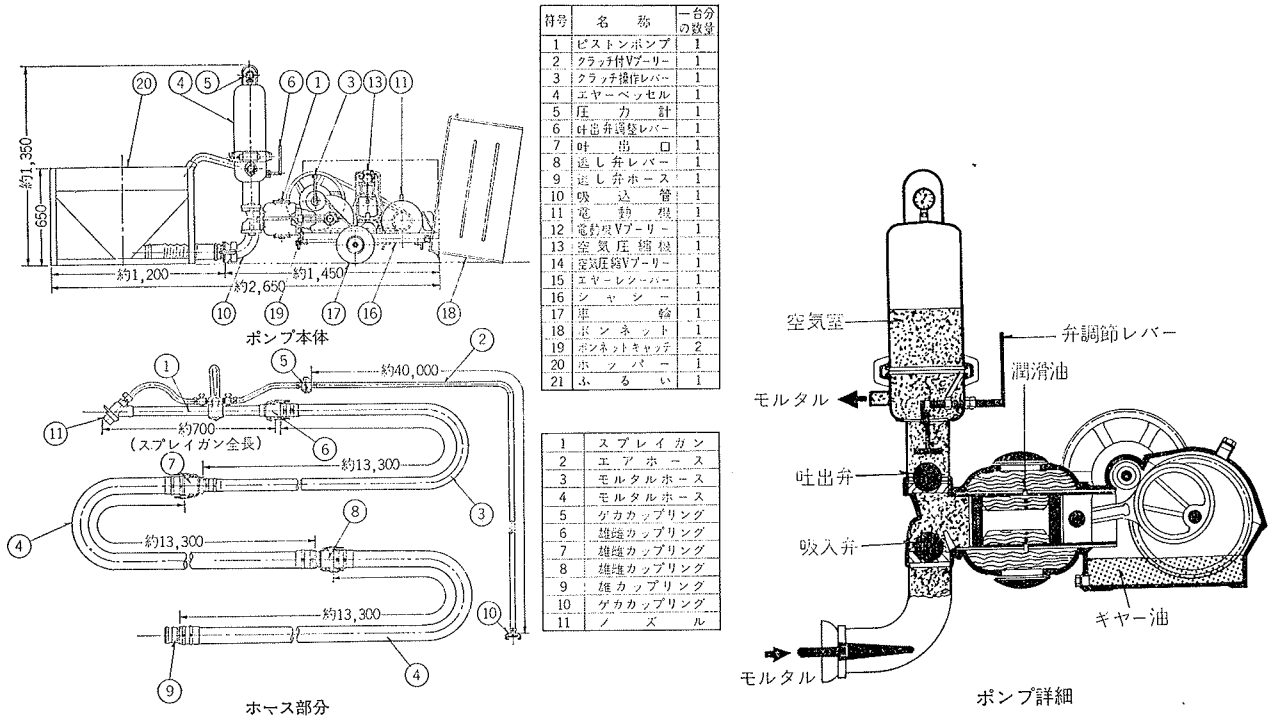
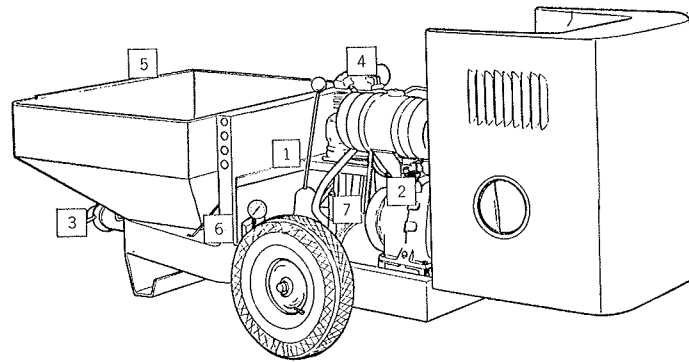


図-1 プッツボーイ (新明和工業) 一往復動ポンプ型



1. 変速器 (前進3段後進1段)
2. 9.2 HP Wisconsin エンジン
3. ポンプ吐出口
4. 往復空気圧縮機
5. 170 l ホッパー
6. ドライブシャフトシール
7. 自動遠心クラッチ

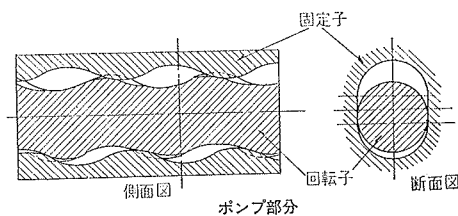


図-2 FM-9 (エシック) ねじポンプ型

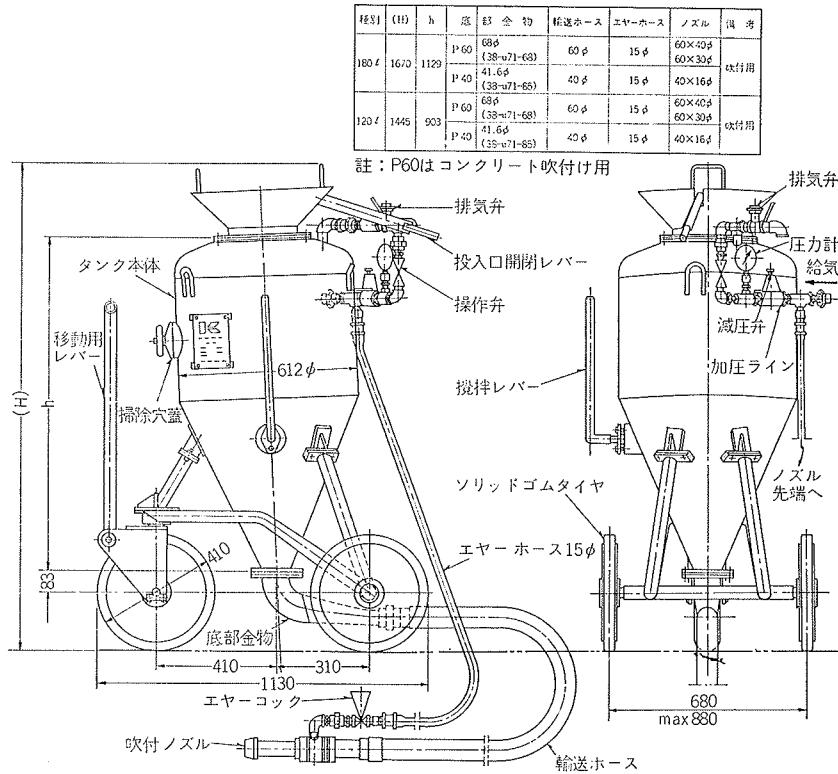


図-3 ランシプレーソ P60&P40 (呉造船所) プレーサー型

現在、プasterマシンに使用されているポンプを概観すると次のようになる。

- |  |        |                                       |
|--|--------|---------------------------------------|
| プaster<br>マシ<br>ン<br>用<br>の<br>ポ<br>ン<br>プ | 往復動ポンプ | 1 ピストン (空気室付き)                        |
|  |        | 2 " (差動式)                             |
|  |        | 3 " (クランク駆動)                          |
|  | ねじポンプ  | 1 ローター (モイノ型)                         |
|  | プレーサー  | 1 加圧ライン<br>(空気溜めと圧力容器) 2 " (空気分離装置付き) |

この他に現在流行のうず巻ポンプなども考えられるが機構上モルタルには無理のようである。

**2.1.1. 往復動ポンプ** 往復動ポンプは吐出、吸入管内の流速とシリンダーの圧力変化、すなわち脈動を生ずるという欠点を有するが、差動式の採用、空気室の装着などによりその減少が図られ、現在最も多用されている。シリンダーの径は76~100mmで吐出管径の約2倍、行程内径比は0.9~1.8、差動式の行程比は約2である。回転数は弁口からの逆流を防ぐために約200rpmに抑えられ、シリンダーの正常圧力は20kg/cm<sup>2</sup>前後とされる<sup>4)</sup>。吸入、吐出口にはゴム球弁があり、清掃のために簡単に取り外しできるようになっている。多シリンダーの場合には直列型の他に並列型の流路をとる機種もあるが、中にはY型分岐管を用いるなど工夫を凝らしたのも見られる。

動力部に関しては、ねじポンプ型にも共通して言え

ることであるが、エンジンと電動機の選択が利く機種が多く、出力は2~30馬力で、ポンプの吐出量とは図-4に示すようにほぼ直線の関係が見られる。

駆動方式は機械式であり一般に動力は原動機、Vベルト、摩擦クラッチ、2~4段の歯車変速機、クランク (またはカム)、コネクティングロッド、ピストンの順で伝達される。液圧駆動式も多くの利点を有するが、

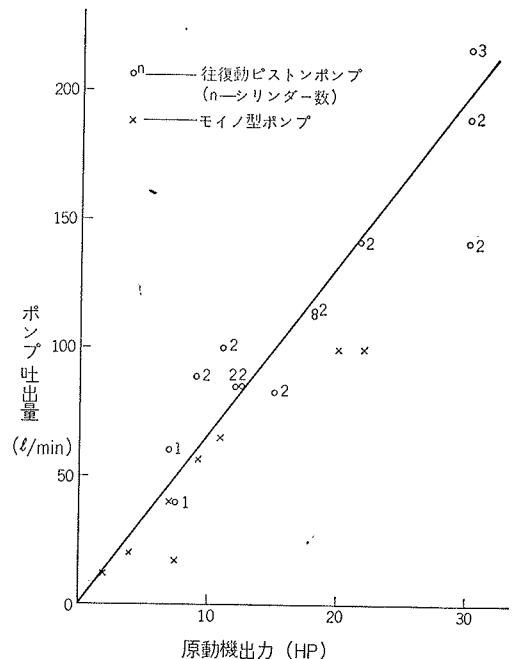


図-4 出力とポンプ吐出量の関係

プラスターの段階では利用されていない。

ホッパーは板金製四角錐形で上面に枠付き篩を有し、高さはできるだけ低く造られている。材料ホースはゴムまたはビニール製で、接合部は着脱容易なカム式クイックカップリングを採用する機種が多い。

2.1.2. ねじポンプ ねじポンプはロータリーポンプの一種でうず巻ポンプと往復動ポンプの中間の特性を持ち、脈動がなく、構造が簡単で取り扱いが容易であるという利点を有する。

モイノ型はねじポンプの一種であり一重ねじの回転子が二重ねじの固定子の中で偏心運動しながら回転し、これらの間の密閉空間が軸方向に移動して中の液を移送する方式を取るが、回転子は合金、固定子はゴムで造られるので微粒子を含む液の輸送にも適している。これに属するものとして9.2馬力、固定子径33ないし48mm、長さ360mm、ねじ6山、回転数230~600rpmの例があるが、モルタルに対しては回転子の摩耗が非常に激しいといわれる。この型は欧州系の機械に比較的多く見られ、いずれはこれが一般に用いられる様になるという向きもある<sup>5)</sup>。

2.1.3. プレーサー プレーサー型の圧送機構は、材料を投入した圧力容器に空気圧縮機から空気溜めを経て送られる圧縮空気で圧送する方式をとるために構造が簡単でモルタルの軟度にある程度関係なく圧送で

きる<sup>6)</sup>という利点を有するが、バッチシステムをとるために連続輸送できないという欠点もある。輸送距離を伸ばすために加圧ラインを途中に増設する場合もあるが、先端で空気を分離する装置がいる。空気圧縮機の種類は圧送条件によるが、30馬力程度のものが用いられる。この方式はむしろコンクリートに対し成功しているようである。

2.2. 混練機構

混練機構は動力を圧送機構による場合と別個に持つ場合とがあるが、いずれにしろほとんどの機種はこれを備え得るように設計されている。容量は圧送性能の大小にかかわらずほぼ一定であり、米国では283l、西独では170lのものが多い。形式はいずれも横胴の固定容器翼回転式ミキサーで傾胴可能であり、翼にはスパイラルリボン型とデュアルスパイラル型が見られる。攪拌性能はパン型ミキサーよりも勝れている。

2.3. 吹き付け機構

吹き付け機構は空気圧縮機、スプレーガンおよびエアホースからなる。空気圧縮機は1,2気筒の小型往復圧縮機で、圧縮空気は吹き付けはもちろんのこと、クラッチの遠隔操作にも用いられる。スプレーガンの先端には吹き付け作業に適した向きに取り付けられたノズルがあり、空気量の調節により吹き付けの形を調節するのであるが、更にオリフィス径やオリフィスとエ

| 製造会社               | 名称                 | 外形寸法   |        |             | 総重量 (kg) | 原動機   |         | ポンプ         |             |                           |          | 空気圧縮機    |             | ホッパー容量 (ℓ) | 輸送管径 (mm) | 備考        |                           |              |
|--------------------|--------------------|--------|--------|-------------|----------|-------|---------|-------------|-------------|---------------------------|----------|----------|-------------|------------|-----------|-----------|---------------------------|--------------|
|                    |                    | 全長 (m) | 全巾 (m) | 全高 (m)      |          | 種別    | 出力 (HP) | 形式          | 吐出量 (ℓ/min) | 吐出圧 (kg/cm <sup>2</sup> ) | 圧送水平 (m) | 距離垂直 (m) | 吐出量 (ℓ/min) |            |           |           | 吐出圧 (kg/cm <sup>2</sup> ) |              |
| AIR PLACO          | 米 3P10             | 1.88   | 1.09   | .84         | 443      | G     | 12.5    | 2ピストン       | 11~85       |                           |          | 3階高      | 227         | 1.8        | 283       |           |                           |              |
|                    | 35P9-4A            | 2.90   | 1.22   | 1.32        | 860      | G     | 21.5    | 2ピストン       | 19~142      |                           |          | 20階高     | 283         | 4.2        | 225       |           |                           |              |
|                    | MARK V             | 2.67   | 1.62   | 1.08        | 730      | G     | 30      | 2ピストン       | 28~142      |                           |          |          | 283         | 4.2        | 300       |           |                           |              |
| ESSICK             | 米 FM-9             | 1.60   | .86    | .79         | 238      | G     | 9.2     | 1ローター       | 7~57        |                           | 75       | 30       | 227         | 2.5        | 170       | 38.2      | ミキサー装着可能                  |              |
|                    | PG-12              | 1.84   | 1.19   | 1.03        | 613      | G     | 12      | 2ピストン差動     | 14~85       |                           | 220      | 75       | 227         | 3.2        | 255       | 50.8      |                           |              |
|                    | TM-30              | 2.08   | 1.93   | 1.18        | 1,280    | G     | 30      | 3ピストン       | 42~217      |                           | 300      | 130      | 425         | 3.2        | 283       | 50.8      | ミキサー装着可能                  |              |
| GIANT              | 米 LITTLEGIANT      | 1.07   | .69    | .53         |          | G     | 6       | 1ローター       |             |                           | 46       |          | 227         |            | 156       |           |                           |              |
|                    | P-306              | 1.98   | 1.45   | 1.17        | 953      | G     | 30      | 2ピストン差動空気室付 | 190         |                           | 61       | 46       | 355         |            |           | 50.8      | コンクリートの圧送可能               |              |
| MULLER             | 米 MOR-FLO SANDY M5 | 2.13   | 1.22   |             | 726      | G     | 18      | 2ピストン       | 113         |                           |          |          | 227         |            |           |           |                           |              |
| REFRACT-ALL        | NO. S 1500         | 2.44   | 1.22   | 1.78        | 1,450    | G     | 22.5    | プレーサー       | 285         |                           |          |          |             | 1.8~8.8    |           |           | ミキサー付き                    |              |
| THOMSEN            | 米 TOMMY GUN A 3    | 2.18   | 1.17   | 1.02        | 727      | G     | 18      | 2ピストン差動     | 14~113      |                           | 76       | 20階高     | 283         | 8.4        | 255       | 50.8      | ミキサー装着可能                  |              |
| P.D.C              | TRICOATER MG-9     | 1.95   | .70    | .95         | 477      | G (E) | 9       | 2ピストン       | 89          |                           | 180      | 90       |             | 2.1~2.5    |           |           | ESSIKと合併                  |              |
| AZAR               | 西独 AZARINA         | 2.35   | 1.00   | 1.10        | 450      | D     | 7       | 1ローター       | 40          |                           |          | 30       |             |            |           |           |                           |              |
|                    | ID 11M             | 2.80   | 1.60   | 1.50        | 1,080    | D     | 11      | 1ローター       | 65          |                           |          | 40       |             |            |           |           | ミキサー付き                    |              |
|                    | KID15M             | 3.40   | 1.57   | 1.54        | 1,020    | D     | 15      | 2ピストン差動     | 83          |                           |          | 100      |             |            |           | 38.2      | "                         |              |
|                    | ID22M              | 4.00   | 1.90   | 1.65        | 1,800    | D     | 22      | 1ローター       | 100         |                           |          | 90       |             |            |           | 38.2      | "                         |              |
| K-S (PUTZ-MEISTER) | 西独 SPRAY BOY       |        |        |             |          | E     | 1.45kW  | 1ローター       | 4.7-12      | 30                        | 10       | 10       | 300-600     | 2~3        | 50        | 25        |                           |              |
|                    | MP20               |        | 80     | 1.60        | 130      | E     | 3kW     | 1ローター       | 20          | 40                        | 20       |          | 200         |            |           | 25        | ミキサー付き                    |              |
|                    | PK                 |        |        |             | 400      | D     | 7       | 1ピストン空気室付   | 60          | 20-30                     | 150      | 50       | 250         | 2          | 200       |           | ミキサー装着可能                  |              |
|                    | P13                |        |        |             | 700      | D     | 11      | 2ピストン差動     | 12~100      | 60                        | 500      | 100      | 400         |            |           |           | 35→25                     | "            |
|                    | P10                |        |        |             | 980      | D     | 20      | 1ローター       | 100         | 30                        | 200      | 60       |             |            |           | 230       | 50→35                     | "            |
|                    | 朗シブレーサーP 40        | 1.20   | .80    | 1.45 (1.67) | 230      |       |         | プレーサー       | 8~13        |                           | 10       | 8        |             |            |           | 120 (180) | 40                        | セボア社(仏)と技術提携 |
| 新明和工業              | 日 プッツボーイ           | 2.60   | .92    | 1.35        | 350      | E     | 5.5kW   | 1ピストン空気室付   | 40          | 30                        | 135      | 40       | 300         |            | 250       | 50→35     | K・S社と技術提携                 |              |
| 産機技研               | 日 ビスコモデル           | 1.70   | .98    | 1.02        | 320      | E     | 5.5kW   | 1ローター       | 17          |                           | 100      | 25       |             |            |           | 50→38     |                           |              |

表一 1 プラスターマシンの仕様一覧表

アステム間の距離を調節し細かくテクスチャーを変え得るものもある。この他にモルタルがノズルを通過する時の抵抗などにより霧化する機械的な方式も見られる<sup>7)</sup>が、あまり用いられていないようである。

#### 2.4. 運搬機構

この機械の路上運搬は外国では牽引式が原則であるためそれに見合った二輪の空気タイヤと牽引桿がとり付けられている。

#### 2.5. 結果の考察

プラスタマシンを圧送機構を中心として調査した結果、開発途上の機械とは言え細部にわたって検討され、簡潔に釣り合い良くまとめられた完成度の高い機械であることがわかった。これを石膏プラスタよりも可塑性の低いセメントモルタルに適用するためには原動機出力を適度に増大し、駆動部分をそれに見合ったものにし、特にモイノ型ポンプに言えることであるがポンプ内面の耐摩耗性を高め、流路設計を更に改良することなどが機械の側から考えられることである。

### 3. むすび

プラスタマシンを左官工事に活用した場合の最大の利点は、作業能率の向上によるコストダウンと労務の節減であろう。文献の中には否定的なもの<sup>8)</sup>も見られ、いまだ定説は確立されていないようであるが、機械による圧送と吹き付けで材料が最終位置まで運搬されるようになれば、運搬の手元は不用となり、左官は鏝作業に専念できるので、これは十分期待できる。更にホース運搬のために作業の安全性が高くなり運搬が占める空間が狭小なため他の職種との衝突も少なく狭い場所でも十分使用できるという利点がある。

その反面材料の選択と調合、これは先の建設省の建設研究において一貫して取り組まれた問題であるが、はなはだ微妙でむずかしい問題である。このほかに吹き付け周辺部の汚濁に対する養生、吹き付け精度の確保、機械およびホースの清掃などの煩わしい問題もある。

これらの技術的な問題のほかに更に解決されねばならぬ業界内の問題もあろうが、機械化の趨勢は避け難く、また、優秀な機械も現われたことであるから、我々も慎重かつ積極的な態度でこれを利用して行くことが望ましいと考える。

謝辞 本調査にあたりご協力いただいた丸ノ内商工 K. K. の狩野氏を初め多くの方々に厚く謝意を表す。

#### 参考文献

- 1) 中村幸安：建設労務・資材，建築雑誌，Vol. 82 No. 983 (1967)，75～77
- 2) 左官工事施工機械研究委員会：左官工事の施工機械に関する研究，昭和39年度建設技術研究報告，(1965)
- 3) 左官工事施工機械研究委員会：左官用として試作された施工機械の使用および改良方法に関する研究，昭和40年度建設技術研究報告，(1966)
- 4) 文献3)，36
- 5) 文献3)，101
- 6) 文献3)，69
- 7) エム・オー・サマーソン，高木暢太郎校閲：ソ連における左官工法，(1967)，59～61
- 8) 文献2)，96～105