

44. 外壁自動吹付け装置(SB Multi-Coater)

清水建設(株)： 山崎 忍
日本ビゾー(株)： 藤田 宏

1. はじめに

一般にコンクリート外壁の仕上げにはタイルや石板を張り付ける方法と塗装を施す方法とがあり、建物個々の景観、コスト、工期などの観点から決定される。なかでも塗装による外壁仕上げはコストが安いことを理由に従来より広く普及しており、新築、リフォームを問わずかなりの工事量が見込まれている。また、新築時にはコンクリート打放し仕上げの多かった倉庫、冷凍庫をはじめとする大型のRC構造物においても躯体保護の観点からコンクリート外壁に塗装を施す例も多く見られるようになってきている。

一方、外壁用塗材も従来のように単に着色と模様付けを目的としたものだけでなく、防水を主目的とする各種の材料が用いられるようになり塗装の仕様も多層化、高級化が進んでいる。このように、塗装による外壁の仕上げ工事では美観に加えて塗膜の機能や品質を重要視する傾向が強くなってきており、塗装作業者にとっては今まで以上に高度な塗装技術が要求されている。



写真-1 外壁自動吹付け装置

本報では、以上の背景のもと安定した品質の確保（主に均一な膜厚）と外壁塗装作業の安全性の向上とを主眼に開発した外壁自動吹付け装置(SB Multi-Coater)の概要について述べる。

2. 開発コンセプトと設計条件

ひと口に建物外壁といっても凹凸部、窓、金物などがあり表面の状態は様々である。そのような外壁のすべての部位に対して自動的に最適な状態を選択、維持しながら塗装作業を行なう装置を開発することは装置の複雑化とコストアップを招き、実用性に欠けたものとなることは容易に想像できる。そのため、本装置の開発に際しては実用性とシステムの操作性とを重視して万能タイプのロボットを指向するのではなく、比較的平坦な外壁を対象とし、その部位の吹付け作業を効率よく施工できる省力化機械を開発することとした。システムの構築にあたっては自動機と従来工法との組み合わせとなるため、作業者の足場確保と自動機の移動を考慮してゴンドラ方式とした他、以下の条件を設定した。

- (1) 塗装の方法としては能率を重視して吹付けによるものとする。
- (2) 塗装仕様については防水化粧材による複層仕上げを対象とし、下吹き、主材吹き、模様吹き、仕上げ吹き的全工程に対応できること。
- (3) 吹付け品質は仕上りの美観および膜厚が熟練作業者と同等以上。

- (4) システムのオペレーションは一人で対応可能とする。
- (5) 装置の形態はオールインワンタイプとする。

3. システムの概要

3-1 システムの構成

システムは吹付け作業を行なう自動外壁吹付け装置(SB Multi-Coater)と本装置の横移動を行なうレールAssyとからなる。図-1に外壁自動吹付け装置の機器構成を、表-1に装置の仕様を示す。

本装置は建物上部のバラベットに設置したレールAssyの横行トロリよりワイヤロープで吊下げられており、装置自体の昇降機能とトロリによる横行機能により外壁面内の任意の位置へ容易に移動させることができる。

装置自体の基本的な構成は吹付け用の自動ガンAssy、ガン横行装置、昇降用のエンドレスワインダ、エアパネル、制御パネル、および主材ポンプからなるが、これらに加えて装置下降量、ガン横行量、材料消費量を検出する各種センサと装置全体の振れを防止するための吸着装置とガイドローラを具備している。また、塗料の飛散を防止するため集塵ファンとミストカバーにより簡易型の塗装ブースを形成している。

ガンのストローク制御にはロータリーシーケンサを用い、システム全体はプログラマブルコントローラで制御している。また、装置の操作は吹付け条件の設定や調整、あるいは塗材やガン横行パターンの選択などの準備作業は制御パネルで行なうが、装置の昇降、自動運転の始動などの通常動作はすべて無線を用いて制御している。

本システムではガン吹付け系統と吸着装置に空気圧を用い、他はすべて電気を駆動源としており、外部からエアホースとAC200Vの電源ケーブルとが装置につながる。

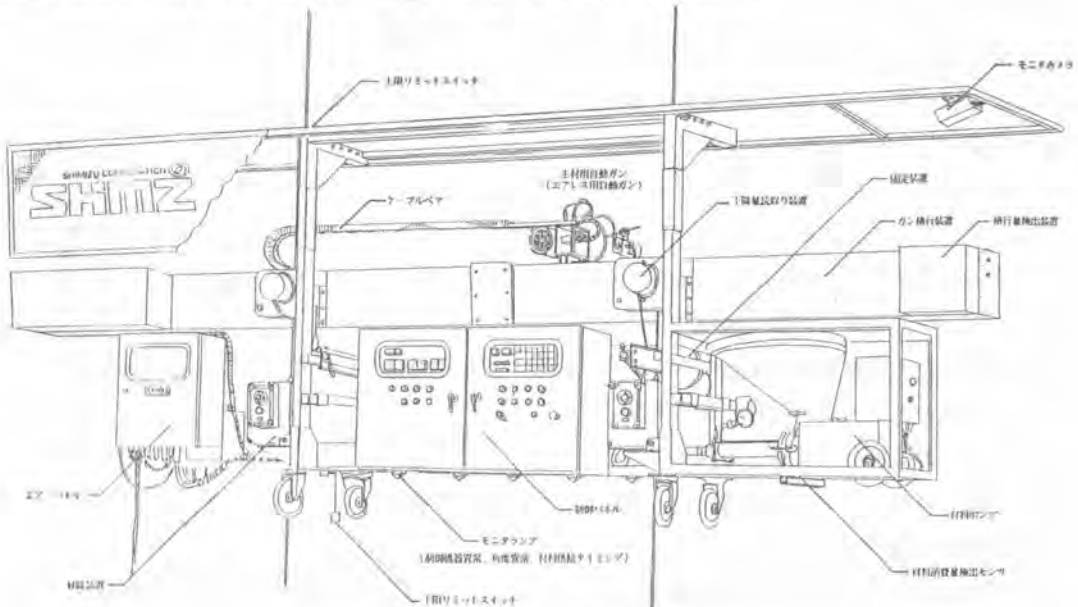


図-1 外壁自動吹付け装置概要図

3-2 作業手順

図2からわかるように装置は事前に入力したデータに従い横一列の吹付け完了後、所定量だけ下降する。建物上部より最下端にいたるまでこの動作を自動的に繰返し、縦一列の吹付け作業を実行する。この間オペレータはモニターテレビで吹付け状況を監視するとともに、必要に応じて装置へ材料を補給する。補給の開始と完了のタイミングは装置側の材料ホッパーに取付けられた重量センサとモニタランプによりオペレータに知らされる。

一方、所定幅の縦一列の吹付けが終了すると横行トロリを操作して次のスパンへの移動が行なわれる。

4. 吹付け方法と特徴

吹付け塗装は、材料の吐出状況や塗装状態を見極める作業者の感覚と巧みなガンさばきとが美観と膜厚を左右し、外壁全面にわたって均一に仕上げるには熟練を要す。なかでも、粘度が高く、0.5～1 mm程度の膜厚を要求される主材のベース吹きと模様吹きは高度な技術が要求される。

本装置では単純なガンのレシプロ動作に独自の工夫を加えることにより、熟練作業者に匹敵する安定した吹付け塗装を可能とした。まず、材料供給を安定化するため主材用のポンプは一軸のスネーク式とし、更に圧損による吐出量の変化を防ぐためにポンプを装置搭載型とした。次に自動吹付けで致命的なトラブルとなるガンの閉塞を防止するため、口径を大きく出来るエア式の自動ガンを開発するとともに、ガンOFFの状態でも湿潤エアを材料吐出口から噴出させてガン先からの材料の逆流と堆積とを防止している。また、ガンを単に横行させただけではガンの軌跡が残る、塗料の噴霧パターンに乱れが生じた場合にビ

表-1 外壁自動吹付け装置の仕様

装置動作諸元	装置昇降速度	3 m/min
	装置走行速度	3 m/min
	ガン横行速度	6～8 cm/sec
	ガン横行ストローク	max. 4.5 m
	主材ガン回転速度	max. 200rpm
吹き付け装置	エアレスガン首振り角度	±15°
	主材用ガン	エア式スタイル、リシン兼用自動ガン (1または2 T)
	下吹き、上吹き用ガン	エアレス自動ガン(2T)
	主材ポンプ	スネークポンプ
制御及び操作	下吹き、上吹き用ポンプ	ダイヤフラム式エアレスポンプ
	制御方式	アログラマブルコントローラによる シーケンス制御及び一部数値制御
寸法及び重量	操作方法	無線による自動または手動運転
	寸法	幅5,000×高さ1,840×運行距離800 mm
重量	重量	990 kg
	電源	AC200V 30A
その他	エアース	コンプレッサ5馬力相当
	安全装置	機器異常及び装置の傾斜検出による 自動停止
その他	漏液防止装置	ミストカバー及び吸塵ファン
	固定装置	磁着パッド及びエジェクタポンプ による

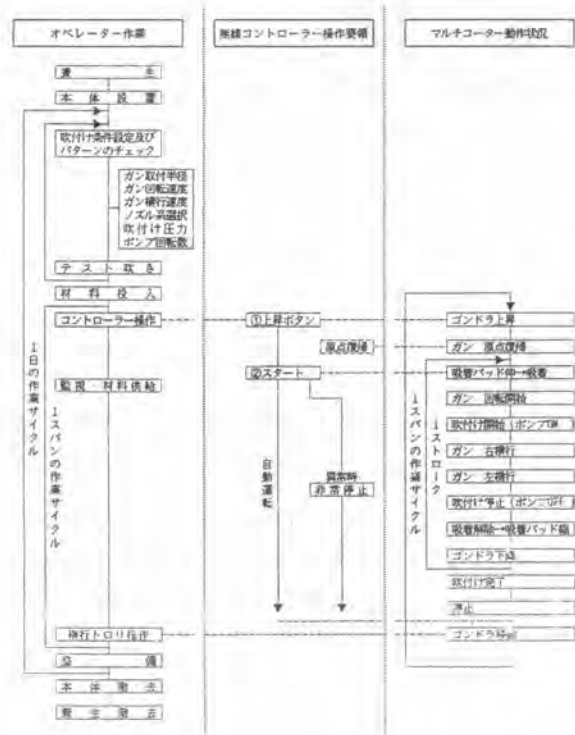


図-2 マルチコーターの作業及び動作フロー

ンホールが発生する、あるいは効率が悪い、などの理由から2丁のガンに特殊なロータリジョイントを介して材料とエアーを供給し、これを回転させる方法を開発した。ガンの先端は回転とレシプロ動作により2重のサイクロイド曲線を描き、薄く、幾重にも吹付けることができるので効率よく均一な塗膜が確保できる。

隣のスパンとの吹き継ぎにおいては、ラップ量を調節するとともにポンプからの初期吐出量を微妙に制御することで最適な状態をつくりだしている。

一方、下吹き、上吹きではシステムがシンプルなエアレスポンプと上下一対に取付けた2丁の自動ガンにより一度に幅広い吹付けが可能である。



写真-2
主材吹き用回転ガンAssy

図-3に厚膜弾性塗材のベース吹き時のガン横行パターンを示す。

また、図-4に同塗材にて膜厚1.2mm(2度吹き)を目標値としてベンチテストを行った時の測定データを示す。測定は1対の超音波センサを用いて1.8×0.9mの石膏ボード全面に吹付けたサンプルボードに対して、ガンの横行軸と平行に走査させて得られた乾燥膜厚データである。

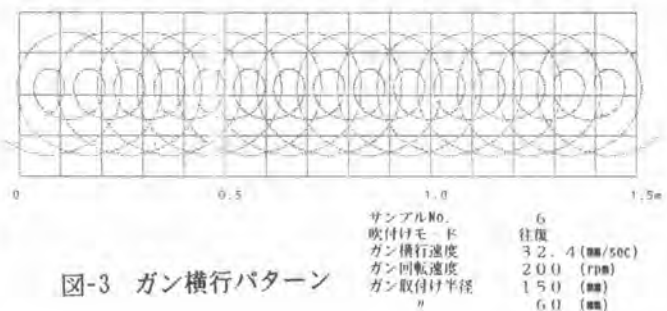


図-3 ガン横行パターン

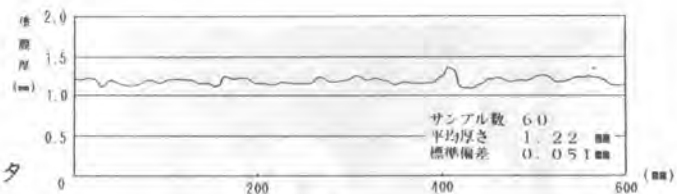


図-4 塗膜厚測定データ

5. 本装置の特長

- (1) 模様吹きを含め、下吹きから上吹きまでの全工程に対応できる。
- (2) ゴンドラを用いて3人1組で行っていた作業をオペレータ1人に省人化できる。
- (3) 高所作業の大半を代行させることができるので安全性が大幅に向上する。
- (4) 吹付け仕様に応じた均一な膜厚が確保でき、仕上り観も熟練作業者と同等以上。

6. おわりに

本装置の開発では吹付けデバイスとその信頼性を高める周辺技術に重点をおき、各メーカーの様々な塗材とテクスチャーに対する吹付け実験を繰返し行なってきた。今後は能率を一層向上させ、適用範囲の拡大を進めていく一方で、天気により大きく工程が左右される外壁吹付け作業を材料も含めた視点から見直し、多少の降雨でも施工可能なシステムと工法の開発にも取り組んでいきたい。