

17. 外装塗膜自動剝離機の開発

(株)竹中工務店：*星野 春夫・萩原 忠治
佐藤 秀雄・大沼 悟
鈴木 昭夫

1. はじめに

建物の外装に用いられる塗材は、建物本体に比べてライフサイクルが短いため、改修の頻度が高い。外装塗材の改修は、旧塗膜を除去してから新しい塗膜を施工するのが原則であるが、この旧塗膜の除去作業は労働環境も悪く多くの工数が割かれている。昭和40年代の建築ブームに竣工した建物の改修の需要がピークを迎えているが、昨今の労務事情を考えるとこの作業の省力化は重要な課題となっている。

今回、現状の化学的・物理的な旧塗膜剝離工法の中で省力化の手段として超高压ウォータージェットに着目し、WJを利用した外装塗膜自動剝離機(写真-1)を開発したので以下にその概要について述べる。



写真-1 外装塗膜自動剝離機

2. 開発の背景

外壁仕上げ材の中で、塗材は安価で種類が多く施工性にも優れていることから非常に多用されている。その反面、耐用年数が10~20年と比較的短く改修の頻度が高いことも特徴の一つである。また、昭和40年代の建設ブームに竣工した建物の改修需要がピークを迎えてきている。

外装塗材の改修は、旧塗膜を除去してから新しい塗装を行うのが原則であり、現在一般的な外装塗材の剝離工法は、ディスクサンダーでかきおとす方法、剝離材を塗布して軟化させて剥き取る方法、手持ちのウォータージェットガンにより切り刻んで落とす方法等が用いられている。これらの工法には以下のような共通する問題点がある。

- ①重労働で作業環境も悪いため敬遠されがちであり、技能者が不足している。
- ②作業能率が $2\sim 5\text{ m}^2/\text{h}$ と低く、工事の全体工程に与える影響が大きい。
- ③粉塵、水、薬剤などの飛散、および騒音、振動など工事公害として周辺に与える影響が大きい。

これらの問題点を解決して、外装塗材の剝離作業を効率よく実施するために、機械化、自動化の必要性が認識された。

3. 開発目標

現状の化学的・物理的な旧塗膜剝離工法の中でも優れた特質を有すると思われる超高压ウォータージェット(以下、WJ)を使用し各種条件による剝離実験を行い、その特性を把握するとともに自動剝離機の実用化の可能性を確認した。その検討結果と、過去20年間の自社施工建物の形態および環境条件の調査に基づいて、自動剝離機の開発目標を以下のように設定した。

- (1) 旧塗膜の下地はコンクリートまたはモルタルとする。
- (2) 旧塗材の種類は表-1に示すものとする。
- (3) 施工対象外壁は平滑で大きな凹凸のない垂直面とする。
- (4) 窓は外壁面より30mm以上引込んでいるものとする。
- (5) 窓部の安全性を確保するために窓面上ではWJは噴射しないものとする。
- (6) 剝離面の状況は完全剝離を前提とし、その処理速度は薄付け塗材Eクラスで $35\text{ m}^2/\text{h}$ 、複層塗材REクラスで $15\text{ m}^2/\text{h}$ を目標とする。
- (7) 稼働時オペレーターは1人とする。
- (8) 排水、剝離屑の周辺への飛散を防止する。

4. 外装塗膜自動剝離機の概要

開発目標に基づいて、ノズルおよびバルブに関する1部の装置については確認実験を行い1

表-1 旧塗材の種類

I	薄付け塗材 E (アクリルリシン)
II	複層塗材 E (アクリルタイル)
III	複層塗材 RE (エポキシエマルジョン)
IV	伸張形単層塗材 (アクリルゴム系)
V	伸張形単層塗材 (アクリル樹脂)
VI	マスティック (マスティックA)

表-2 主な仕様

項目	仕様
最大寸法	縦3010mm×横4280mm×奥行900mm
本体重量	1300kg
剝離面積	縦2000mm×横2400mm
ノズル移動速度	0.6~7m/min
剝離能力	(理論最大)約50m ² /h
WJ仕様	圧力1500kgf/cm ² 流量20ℓ/min

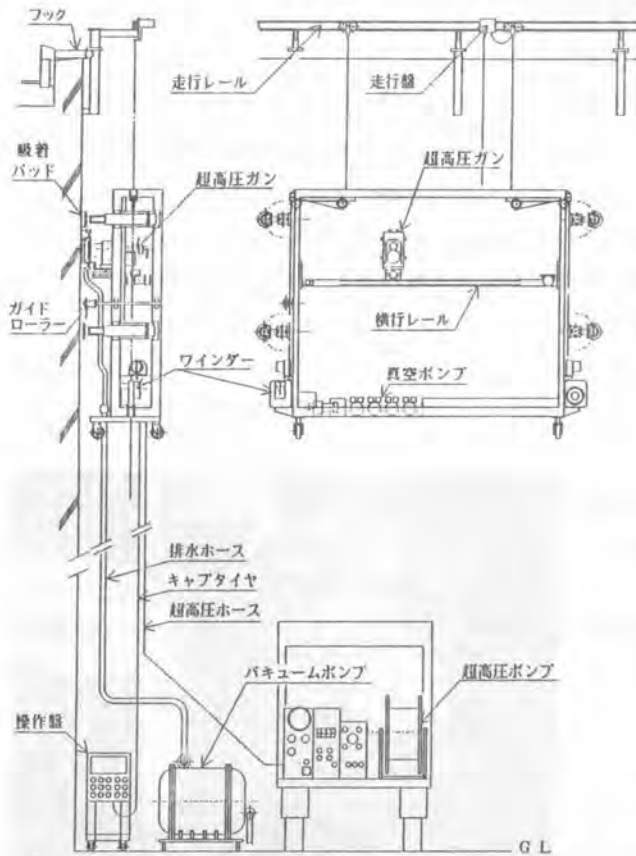


図-1 外装塗膜自動剝離機の全体構成

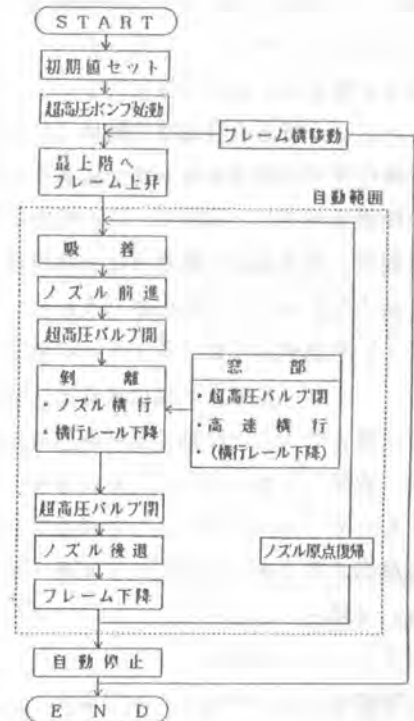


図-2 運転制御フロー

号機を設計製作した。その全体構成を図-1、主な仕様を表-2、運転制御フローを図-2に示す。

必要な初期条件をセットして、手動により最上階の剝離開始位置まで移動させた後自動運転に切り換えることで、その列の終了位置まで自動で剝離する。手動による横移動を含めてこれらの動作を繰り返すことで壁面全体の塗膜を剝離することができる。また、装置本体は分解することなく低床式トラック（4t）で運搬が可能である。

5. 外装塗膜自動剝離機の特徴

本装置の主な特徴を以下に示す。

(1) 装置の移動方式および寸法

WJノズルは、縦横に移動する直交座標形のアームに取り付けられ、装置フレーム内でS字状に壁面を走査する。その走査が終わると、装置本体が走査高さ分下降して、順次剝離を行うというバッチ方式をとっている。1バッチの走査面積は、幅2.4m×高さ2mである。

(2) 壁面への固着機能

下降した装置本体は、架装している吸着盤と真空ポンプにより壁面に吸着し固定される。装置本体が固定された後、高圧水が噴射されノズルが壁面を走査し始める。

(3) 壁面および窓部検出方法

ノズルと壁面の間隔は手動により初期設定され、剝離作業中は超音波センサーによりノズルと壁面の距離を検出し、間隔が一定の範囲に保持される。窓部はノズル周辺に取り付けられた8個のリミットスイッチによって検出される。

(4) 窓部周辺におけるノズルの動き

ノズルは、窓部上下端に来ると、窓を回避する位置まで上下に移動して剝離作業を行う。また、窓部上下端以外では、窓を検出するとWJを止めて窓面上を早送りで通過し、窓終端部を検出するとWJを噴射して剝離作業を再開する。（図-3、図-4）

(5) ノズルの形状

写真-2にノズルヘッド部を示す。横4列、縦12列計48穴のノズルを有する、幅60mm×高さ200mmの長方形ノズルヘッドが剝

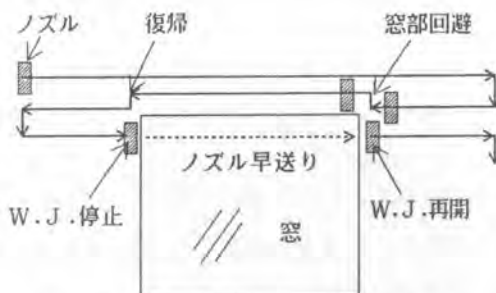


図-3 窓部のノズルヘッドの動き

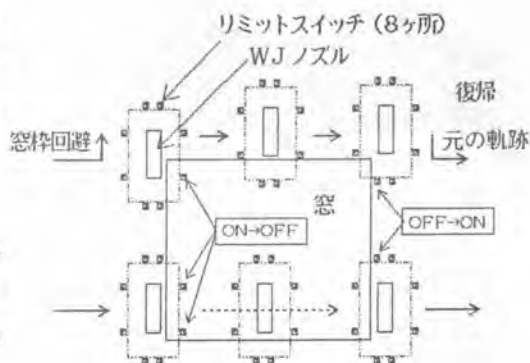


図-4 窓部回避の方法



写真-2 ノズルヘッド

離時には直径15mm、回転数2000rpmの揺動回転を行う。

6. 試験施工

表-3 試験施工結果

オフィスビルと集合住宅の実際の剥離工事で試験施工を行ったので、その概要について以下に述べる。試験施工の結果を表-3に示す。下記

試験対象	塗膜種類	下地種類	施工面積	処理速度
オフィスビル	ケミカルステイン	コンクリート	300m ²	38.4m ² /h
集合住宅	アクリリシン2層	モルタル	160m ²	19.2m ² /h

2例の試験条件は水圧力1500kgf/cm²、吐出水量20ℓ/min、ノズルヘッド移動速度5.5m/minおよび1バッチ処理面積2.3m(W)×1.6m(H)=3.7m²とした。処理速度は1バッチ面積と装置本体のバッチ移動時間を含めたサイクルタイムから求めた。

(1) オフィスビル

塗材はコンクリート面に浸透しアルカリ分と反応して発色するタイプで、再塗装の下地を形成するにはコンクリートを1.5mm~2.0mm削り取る必要があった。上記条件での試験の結果、表-6に示す高い処理速度で完全に剥離し、また均一で良好な下地面が得られた。

(2) 集合住宅

塗材はアルカリリシンで、改修塗装の履歴を持つ2層となっていた。付着強さは平均9.5kgf/cm²であり、水圧300kgf/cm²の高圧水ではまったく剥離不能な活膜状態であった。剥離結果は、1パスでの走査では、塗膜が切り刻まれ膨潤した状態となったがモルタル面から剥落するに至らなかったため、2パスで剥離を行った。その結果、塗膜は完全に剥離し、再塗装下地としてきわめて良好な面が得られた。表-6の処理速度は2パスの結果を示す。

なお、騒音の発生状況は剥離対象壁の裏面居室(窓閉)で51db(A)、ノズルヘッド直下3mで72db(A)であった。排水はpH8.2の弱アルカリで、懸濁の沈降は約半日であった。また、それらの飛散はまったく無くわずかに壁を濡らす程度の良い回収状況であった。

7. おわりに

建物外装塗膜剥離に超高压ウォータージェットを応用した自動剥離機を開発して試験施工を行った結果、剥離面状態、低騒音、排水回収などでほぼ開発目標を達成し、予想した以上の成果を得ることができた。本機の特長は次のように要約できる。

- ①重作業、悪環境からの作業員の解放と、高所作業の低減による安全性が向上する。
- ②人間の7~10倍の作業能力があり、省力化、工期短縮化がはかれる。
- ③全ての旧塗材に対応でき、均質な剥離面が確保できる。
- ④建物を使用しながらの施工が可能で、周辺環境、作業環境が保持できる。

今後の課題としては、多様な旧塗膜への対応とデータの蓄積、装置重量の軽減、駄目部分の削減などが残されている。実施工を通じて改善を重ねながら適用範囲の拡大を図ると共に、塗装まで含めた一貫したシステムへと発展させていきたいと考えている。

共同研究者 (株)竹中工務店: 山田 弘道、石倉 強、中村 達郎、早川 正
 日本ビソー(株): 山村 洋史、藤田 弘、菊池 幸昌
 (株)JSE : 細谷 福年、中野 雅臣