

## 第8章 検査工程

## 第8章 検査工程

溶射加工を専業としているジョブショップあるいは製造工程の一部として溶射加工を取り入れインライン化している企業にとって、溶射加工製品の信頼性の評価およびその品質を保証することは難しい問題である。特に加工サイドがユーザーサイドからの品質保証要求に百パーセント応えるのは困難である。なぜなら、溶射皮膜は広範囲な粒径、温度および速度を有する粒子が基材に衝突し堆積されたものであるから、皮膜の構造が複雑で原理的に皮膜特性の再現性は比較的低い。プロセスの管理をどのように精密に行おうが皮膜の特性は非常にばらつきの多いものになる。しかも、溶射皮膜の特性の多くは破壊検査でなければ測定できないものが多く、なかでも皮膜の組織構造あるいは気孔率等のように特性を定量的に評価することが困難なものもある。また、一般に溶射加工品ユーザーは溶射の加工法および皮膜の特性についての知識に欠けている場合が多いこともユーザーが無理な要求をする原因である。特に溶射皮膜の密着性、皮膜の組織、耐摩耗性、硬度等の破壊検査をしなければ測定できないような皮膜特性の品質保証に関しては、加工サイドとユーザーとの間で事前の詳細な取り決めが必要であり、特に品質規格を決定するに当たって各特性についての評価法および評価値についてお互いに詳しく検討する必要がある。

以上に述べたように溶射仕様の取り決めは事前に規格値の定義およびその測定法、検査法をわかりやすく取り決めをしておかなければならない。しかし、溶射に携わるものは溶射をより広めていくためには皮膜の信頼性あるいは特性の再現性をさらに高めていかなければならない。このためには溶射プロセスの改善というアプローチとともに新たな皮膜の評価法・検査法の開発も必要である。

一方、溶射加工製品の皮膜膜厚、溶射範囲の寸法あるいは外観等に関しては比較的検査も容易で問題が生じるケースは少ない。

溶射加工をユーザーに安心して採用してもらうためにも、加工工程内および製品出荷時の検査法について適切な方法を選択し実行する必要がある。どのように検査を行えば溶射加工製品がユーザーから信頼され使用してもらえるかという視点から工程内検査、出荷検査法について述べる。なお、溶射前の基材加工および溶射加工後の研磨等の機械加工に関する行程内チェックについては溶射加工との関連が比較薄いためここでは触れない。

### 8.1 受け入れ検査

溶射加工前の基材検査は基本的には寸法検査ならびに傷、打痕および汚れ、錆等の外観検査を行なう。同時に数量の確認を行なう。基材に機械加工油あるいは防錆油等が付着している場合、次工程に進む前に洗浄し油を除去する。寸法検査は通常ノギス、マイクロメーターを使用する。まれには寸法測定がそれらの測定器では困難な場合もあり、前もって作製しておいたゲージ等を使用する。複雑形状の製品の寸法検査には三次元測定器のような高価な測

定機器も必要になってくるものと思われる。精密な部品では溶射終了後、振れ、同心度、円筒度等の精度を要求するものもあるので前もって測定しておく必要がある。一般にプラストおよび溶射工程を経ることにより、振れ、同心度、円筒度が溶射加工前の基材より数段悪くなるので、その余裕分を基材の段階で測定し知っておく必要がある。

製品の寸法および外観が規格から外れている場合、作業の進行を止め、顧客に検査データを送る。基材の外観については初期の取り決めでは曖昧な場合が多いので外観不良については写真等で記録に残し、その後の限度を決めるための資料とする。

## 8.2 マスク検査

溶射加工では部品の全面を溶射するケースは非常にまれで、通常、製品の一部分あるいはある特定の範囲のみをコーティングする。この場合、前もって溶射を必要としない部分をマスクする。溶射範囲の要求精度によってマスキングの方式を選択する。高い精度を要求されない場合、耐熱テープ等でマスキングを行なう。高い精度が必要な場合、精密に加工された金属マスクを利用する。次工程のプラスト作業に入る前にマスクが適正にセットされているかノギスあるいはゲージ等で測定あるいは検査を行なう。

精密な金属マスクを使用する場合、数回にわたって同じマスクを利用する。この場合マスクがプラスト工程で変形を生じたり、それに溶射皮膜が付着して溶射範囲が使用回数と共に縮小していくので、マスクそのものの寸法管理を行わなければならない。

## 8.3 プラスト工程検査

プラスト工程は溶射加工において重要なプロセスである。溶射皮膜の基材との密着強度はこのプラスト工程で決まると言っても過言ではない。したがって、プラストプロセスの条件管理が重要であると共にプラスト後のプラスト面を何らかの方法で測定・評価しその良否を決定する必要がある。一般には目視、触針式粗さ計あるいはコンフォーカル顕微鏡（共焦点顕微鏡）を用いて表面形状を測り何らかの粗さ指標を用いてプラスト面の良否を判定する。目視検査は熟練を要するので、粗さ計で表面粗さを測定し基準を決め判定をすることが望ましい。図8.3-1にレーザー顕微鏡と通称されている共焦点顕微鏡で測定したプラスト面の例を示す。

図8.3-1の左側は#100のアルミナプラスト材を4パス、右側は12パスのプラストを施した粗面を示している。図に示されるようにプラストパス数によるプラスト面の形状の違いがよくわかる。

まれには基材へ突き刺さるプラスト粒子の数を制限する規格が求められる場合があるが、現実には工程内検査は難しいので、プロセス条件と突き刺さり数の関係を前もって実験で調

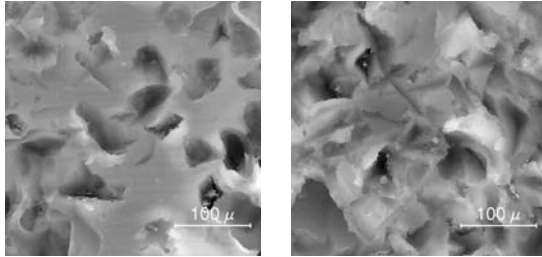


図8.3-1 アルミ基材のブラスト面のレーザー顕微鏡写真

べておきプロセス管理で対処する。一週間あるいは一ヶ月一回とかの時間ごとに製品あるいは試験片をブラスト加工後抜き取り、顕微鏡で粒子数に変化がないか測定する。

ブラスト範囲の検査はノギスあるいは定規で測定しブラスト範囲が規格内に入っているか判定する。溶射範囲が複雑な形状で測定が煩雑になる場合は、透明なプラスチックに境界を描いた一種のゲージを用いて良否の判定をする。

ブラスト工程は基材に加工歪みを与えるので、板厚の薄い基材あるいは細い棒状の基材のように脆弱な基材は反りあるいは振れ等のゆがみが生じる。それらが規格寸法に入っているかダイヤルゲージ等を利用して検査する必要がある。

ブラスト工程検査の記録と同時にブラストプロセス条件、例えば、使用ブラスト材品番、ブラスト圧力、ブラストノズル型式、ブラスト距離、ブラスト角度、トラバース速度およびブラスト時間等々のパラメータを必ず記録し検査表と一体化して管理する。溶射皮膜の密着性の管理には、適切なブラスト面粗度を予め見出し出しておくと共にブラストプロセスの管理の向上を図るためにブラスト粒子速度および粒径をリアルタイムで測定し、それらのデータのフードバック制御が必要になるものと思われる。

## 8.4 溶射工程検査

溶射工程では膜厚または溶射範囲、クラック、傷あるいは打痕等の外観等の限られた項目の検査しか行えない。重要な皮膜特性は一般的には破壊検査でなければ行えない。またそれらの検査項目は測定に時間がかかるので工程内検査にはなじまない。この章の範疇から逸脱することではあるが、品質保証という意味では溶射工程のプロセス管理がより重要になってくる。良好な皮膜品質を得るためには溶射プロセスのパラメータ管理が重要であることは明らかであるが、溶射の場合、管理要因を精密に制御しても思わぬ不良、トラブルに遭遇してしまう場合がある。このようなことを避けるために、現在では溶射粒子の温度、速度の測定が可能な装置（DPV-2000あるいはSpray Watchなど）が市販されているので、このような装置を利用してプロセス管理を行う方が、溶射加工の結果を管理対象とした諸検査よりも、品質管理の面からみた場合に有効性が高い。