

305 光音響分光法による溶射皮膜の非破壊試験

北見工業大学 二俣 正美
厚谷 郁夫
(院) ○佐藤 睦

1. 緒言

溶射は今日最も注目されている表面皮膜形成法の一つであるが、溶射皮膜には既存のX線、超音波などの非破壊試験法が必ずしも適用できず、新しい試験技術の開発が求められている。非破壊試験の一手段として分光法の応用が考えられる。ここで検討している光音響分光法(Photoacoustic Spectroscopy, PAS と略す)は、現在研究段階であるが、高い検出感度とリアルタイムの応答性を有し、しかも従来の吸収スペクトル法では測定困難な光学的に厚く不透明な物質、あるいは散乱の強い物質に対してもその吸収特性を測定できるという特徴がある。前報では溶射皮膜試験へのPASの応用の可能性を示した。本報ではさらに二、三の適用例について述べている。

2. 光音響分光法の原理

密閉容器(セル)内に試料物質をおき光を照射すると、試料物質は光を吸収して無輻射遷移により熱を発生し、セル内の雰囲気ガス圧力の増大を誘発する。今、照射光を一定周波数の断続光とすると、内部ガス圧力はその周波数に同期した疎密変化となり、この変化をセル内に設置した圧力センサーで検出し、信号の特性を解析するのがPASである。

3. 実験装置及び実験方法

図1にPAS装置の概略を示す。光源から発生した光はチョッパーで断続、モノクロメータで波長選別され、試料セルと参照セルに分光して照射される。光音響信号はマイクロホンで検出され、ロックインアンプでチョッパーの周波数と同じ周波数成分のみを増幅し、パソコンにより所定の処理をされた後X-Yレコーダで出力される。

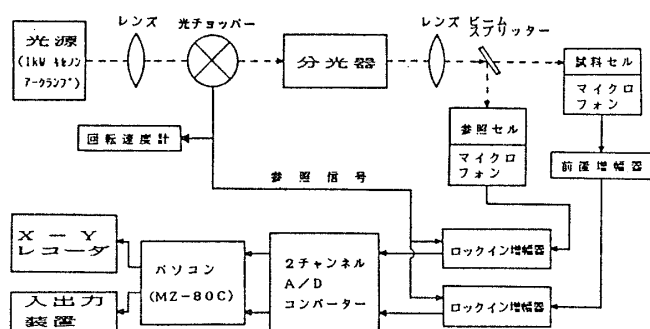


図1 光音響スペクトル測定装置の概略

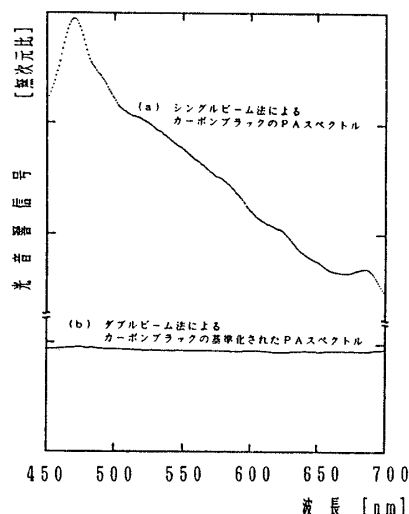


図2 カーボンブラックのPASスペクトル

本装置の光源には1kWのキセノンアークランプを使用しており、その光源強度は図2(a)のように変化する。そこでスペクトルを補正(基準化)するためにダブルビーム法(2光束型)を採用した(図2(b))。

基準化は測定波長範囲全ての光強度を一定とするもので、カーボンブラックを内封した参照セルからの信号(B)と試料セルからの信号(A)との強度比(A/B)によった。

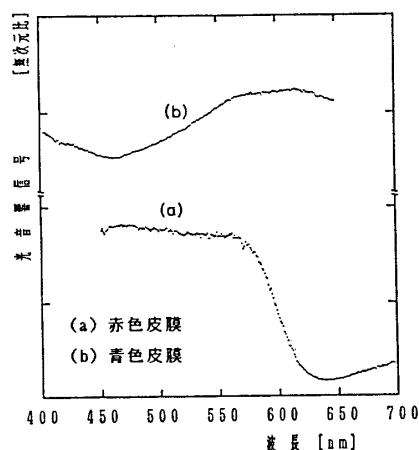


図3 反射率とPAスペクトルの関係

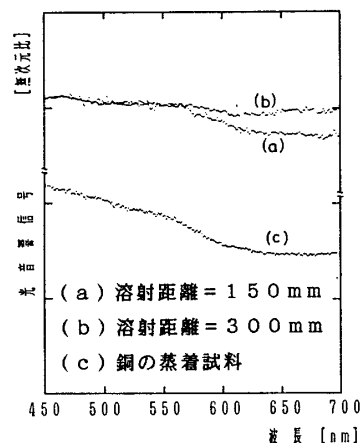


図4 酸化度とPAスペクトルの関係

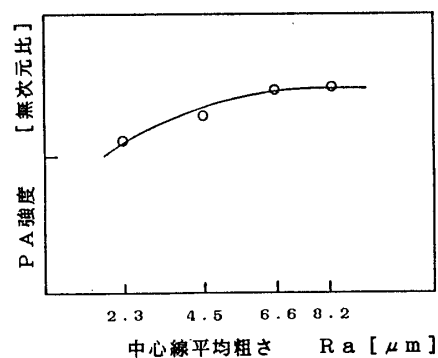


図5 表面粗さとPA強度の関係

4. 実験結果及び考察

図3は、皮膜成分、酸化などに伴う色調変化についての情報検出の可否を知るために、着色した基板を用いたモデル実験から得られたPAスペクトルである。(a)、(b)の相違は反射率や吸収率の違いによるものであり、このことは溶射皮膜の成分及び酸化度の分析がPASで可能なことを示している。

図4に、溶射距離を変えることによって酸化の度合を変化させた銅皮膜についてのPAスペクトルを示す。(b)の試料は(a)に比べて酸化の程度が大であり、この場合には銅特有の560nm付近からのスペクトル強度の低下は見られない。なお、(c)は参考のため銅を真空蒸着した試料についてのスペクトルを示したものである。

あらさとPA強度(450nm)との関係を図5に示す。あらさが粗くなればPA強度は上昇する傾向を示すが、これは光吸収量、及び放熱量が増加したためだと考えられる。

以上の結果より、PASを溶射皮膜の非破壊試験に適用する場合には皮膜表面の状態(反射率)が大きく影響を及ぼすことが明らかになった。そこで、一般的な光音響効果の理論式であるRG理論式に反射と散乱を考慮したフレネルの光の透過に関する式を導入した式の適用の可能性を検討中である。

5. 結言

PASによって溶射皮膜の成分分析の他に、皮膜表面の特性(粗さ、酸化度)の情報を得安いことが示された。

参考文献

- 1) 二俣 他: 溶接学会全国大会講演概要第38集(1986)