

スクラッチ試験による溶射成膜 AE 特性

AE characteristics on thermal spray coatings using scratch test

○山内秀高* 横田 理**

○Hidetaka Yamauchi*, Osamu Yokota**

*日本大学大学院, **日本大学

*Graduate School, Nihon University **Nihon University

キーワード: AE イベント(AE event), 溶射被膜(Thermal spray coating),
水平荷重(Horizontal load), 垂直荷重(Vertical load),
スクラッチ試験機(Scratch examination machine)

連絡先: 〒963-1165 福島県郡山市田村町徳定字中河原1 日本大学工学部 機械工学科
横田研究室 Tel: 024-956-8772 E-mail: green_soda88@yahoo.co.jp

1. 緒言

溶射技術の向上に伴い, 溶射被膜の適用が各分野に拡大し, 重要な表面加工技術になってきている。しかし, 被膜自体の強度, 密着性の評価法は十分に解明されていない。その原因として, 被膜の機械的特性は, 母材, 溶射粉末, 溶射方法, 溶射条件, 被膜の表面処理法等, 様々な要因で左右される。このため, これらの要因に適った評価法の確立が必要となる。

本試験では, 垂直荷重を 0~200[N]までの範囲で負荷できるスクラッチ試験機を用いて, 作製した溶射被膜試験片のスクラッチ試験を行い, そのときに発生する AE 信号とスクラッチ表層部との関連性について調べたので報告する。

2. 試験方法

使用した母材は, 市販の 60×45×5[mm]の SUS304 ステンレス鋼平板である。溶射被膜の作製はアセチレン・酸素を用いた粉末式フレーム溶射で行った。使用した溶射材はアル

ミナ, 炭化タングステンである。被膜作製の前加工として母材にブラスト加工を施し, 表面を粗面化させた後, その表面に溶射材を被覆させた。粉末式フレーム溶射では各々の溶射材で空冷, 水冷①, 水冷②の熱処理を施した3種類の試験片を作製した。水冷①とはステンレス製容器に試験片を入れ, 容器の底面を冷却水で冷やしながらか溶射を行ったもので, 水冷②とは溶射後に 20 秒間試験片を直接水中に入れたものである。これらの3種類の試験片は各々膜厚を大, 中, 小と変えて作製した。この他に, プラズマ溶射, 高速フレーム溶射を施した膜厚 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm, 0.8mm および 1.0mm の試験片の測定を行った。また, イオンプレーティングと電気めっきを施した委託材料の試験片の測定も行った。

スクラッチ試験装置と AE 計測システムを Fig.1 に示す。Fig.1 のように, 圧子を 15mm/min で降下させると同時に, 試験片を取り付けた移動テーブルを圧子に対して水平方向に 15mm/min で 30 秒間ひっかき試験を行った。このとき, AE センサは試験片の裏

面に取り付け、そのしきい値は0.1mvに設定した。しかし、AE イベントの検出が少ないものについては0.06mvのしきい値で測定を行った。次に顕微鏡を用いてひっかき痕の表面状態の観察を行い、AE イベントの発生が多い地点の亀裂や剥離の様子を調べた。

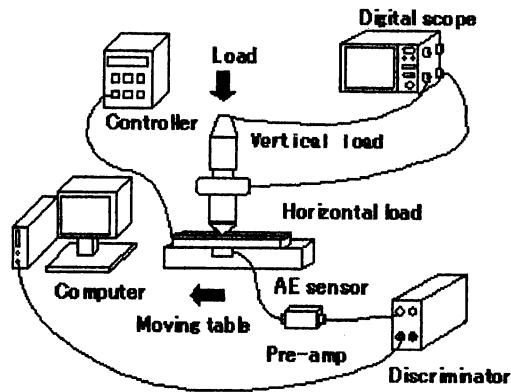


Fig. 1 Examination device and AE measurement system

3. 結果および考察

ここでは一例として、アルミナ被膜を施した試験片について記載する。Fig. 2, Fig. 3 および Fig. 4 には、膜厚を①0.3mm, ②0.4mm, ③0.5mmとしたアルミナ被膜で、空冷のひっかき時間(30秒間)に対する荷重とAEイベントの関係を示す。アルミナ被膜で空冷を施した試験片3種類を比較すると、AE イベントの発生数が多い傾向にあるのは、Fig. 4の膜厚が最も大きい0.5mmの試験片である。これは、膜厚を大きくしたことにより気孔の数が増え、細かな亀裂が生じやすくなったためと考えられる。また、3種類の試験片の水平荷重、垂直荷重、AE イベントの関係に注目すると、最もAEが発生しやすい傾向にあるのは5秒~20秒間であり、この間に水平荷重および垂直荷重の影響が顕著に現れやすいといえる。Fig. 5には時間の区分を15秒間で区切り、(a)0秒~15秒、(b)16秒~30秒としたときの振幅とAEイベントの関係を示す。Fig. 5(a)(b)より、測定時間16秒~30秒のときで、膜厚が大きいものほど数式の傾

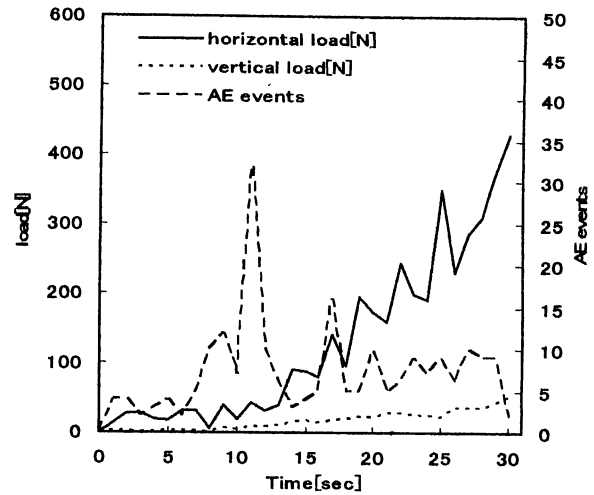


Fig. 2 Al₂O₃ coating thickness of 0.3mm(air cooling)

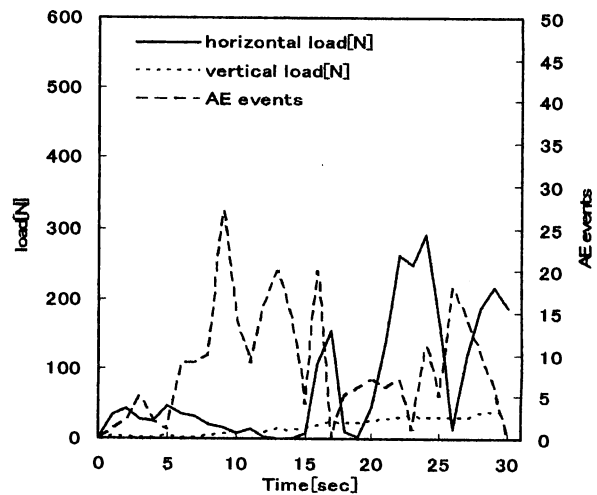


Fig. 3 Al₂O₃ coating thickness of 0.4mm(air cooling)

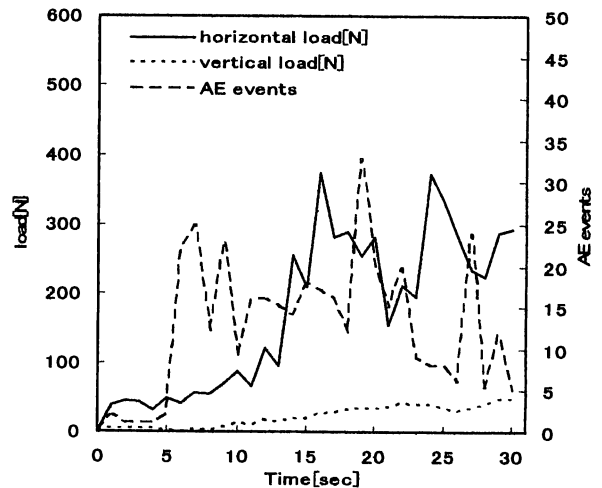


Fig. 4 Al₂O₃ coating thickness of 0.5mm(air cooling)

きが小さくなり、危険な破壊性起因の AE 信号を発生する傾向にあることがわかる。

Fig.6 には、アルミナ（空冷、膜厚 0.3mm）のひっかき痕の中心部分の写真、Table1 にはアルミナ被膜についての AE イベント数の平均を示す。アルミナにおいては、Fig.6 に示した地点で AE が多く発生しやすい傾向がある。ひっかき痕の表面写真を見ても、剥離している箇所が確認できる。印を付けてある箇所では、特に幾つかの気孔が生成されていて、それらの付近に細かな亀裂が入り、Fig.6 の○印部分の写真に示す剥離に至り、多くの AE が発生したと考えられる。また、Table1 を見ると、アルミナ被膜の 3 種類の各冷却方法を施した試験片においても、膜厚が厚いほど AE イベントが多く検出されていることが分かる。

Table1 Alumina AE events

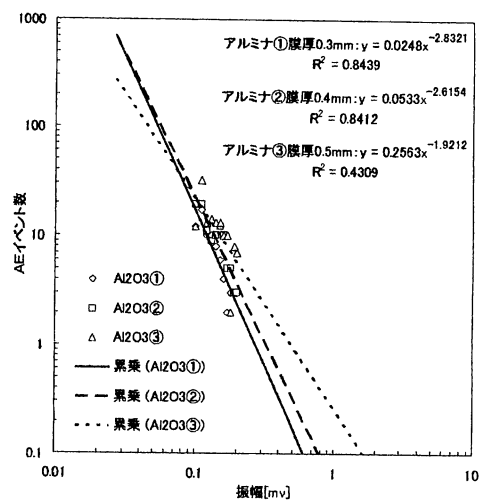
Thermal spray methods	AE events (average)		
	No.1	No.2	No.3
Air cooling	202	302	358
Water cooling①	105	136	322
Water cooling②	228	370	483

4. 結言

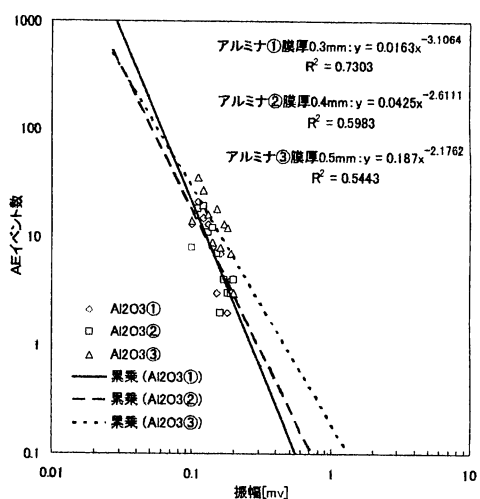
膜厚が同一の試験片において測定箇所によって AE の発生数に差はあるものの、アルミナ被膜の 3 種類の冷却方法を施した試験片においては、膜厚が大きいほど AE イベントが検出されやすい傾向が得られた。

参考文献

- 1) 蓮井 淳：溶射工学，養賢堂（1976）
- 2) 乾 保之他：溶射技術入門，日本溶射協会（2006）
- 3) 日本材料科学会：表面処理と材料，裳華房（1996）



(a) 0[sec]~15[sec]



(b) 16[sec]~30[sec]

Fig.5 Relation between AE events and amplitude

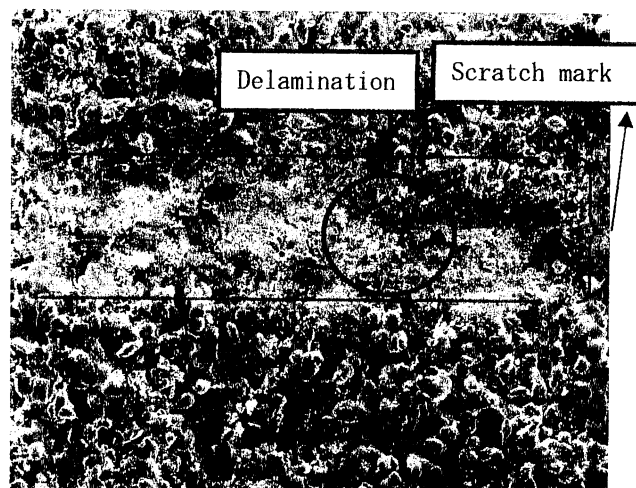


Fig.6 Photographs of scratch marks on alumina coating