

平成16年 9月17日

氏名 篠田 健太郎



21世紀 COE プログラム

拠点：大学院工学系研究科

応用化学専攻、化学システム工学専攻、

化学生命工学専攻、マテリアル工学専攻

“化学を基盤とするヒューマンマテリアル創成”

平成16年度リサーチ・アシスタント報告書

ふりがな 氏名	しのだ けんたろう	生年月日
	篠田 健太郎	
所属機関名	東京大学大学院 工学系研究科マテリアル工学専攻	
所在地	〒113-8656 文京区本郷7-3-1 電話 03-5841-7099	
申請時点での 学年	博士課程 3年	
研究題目	溶射素過程の計測・解析に基づく溶射プロセス設計	
指導教官の所属・氏名	工学系研究科 吉田豊信教授・小関敏彦助教授	

## I 研究の成果 (1000字程度)

(図表も含めて分かりやすく記入のこと)

これまで開発してきた実験装置を元に計測実験を行った。主要な結果・考察を以下に述べる。

ジルコニアの粘性

$\mu = 0.0037 \exp(6100/T)$ と求められ、融点 3000 K において 0.028 Pa·s となった。ここで、ジルコニアの密度には  $5700 \text{ kg/m}^3$  の値を用いた。この値はアルミナの融点 2323 K での値 0.069 Pa·s に比べてかなり小さく、動粘性係数に換算すると、ジルコニアは  $4.9 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$  でアルミナは  $1.5 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}$  となり、3 倍も違うことがわかった。すなわちいったん熔融させてしまえば、ジルコニアの方が容易に扁平するのである。Fig. 1 に両者の計算結果の比較を示す。ジルコニアの方が実際に高い扁平度を示しているのがわかる。

界面接合様式

得られた冷却速度とスプラット厚から熱伝達係数及びその逆数である接触熱抵抗の値を導出したところ、それぞれ、 $3 \times 10^4 - 3 \times 10^5 \text{ W/m}^2\text{K}$  及び  $3 \times 10^{-6} - 4 \times 10^{-5} \text{ m}^2\text{K/W}$  となった。ミリメートルからセンチメートルのオーダーであるスプラットクエンチングにおいては基板の熱伝導率が凝固組織に影響を及ぼすとの報告がなされているが、上記に見られるように、溶射プロセスにおいては界面の接触状態が予期されるほど良くなく、今後の凝固組織制御のためには接触熱抵抗の支配因子を探ることが非常に重要となる。現在のところ、粒子 - 基板間に空気の層があると考えている。基板表面粗さと界面接合の関係に関しては、基板表面の微細な粗さは粒子変形後期の縁におけるフィンガリング(Bussmann の定義に従い、スプラット本体から 2 次液滴が飛散しサテライト状に 2 次スプラットを形成する場合をスプラッシング、スプラット本体が揺らいだ縁を持つことをフィンガリングと呼ぶ)には影響を及ぼすが、衝突初期の変形すなわち扁平率にはほとんど影響がないことがわかった。これは最近の数値計算結果とも一致している。近年の溶射プロセスは高速小粒径が主流であり、扁平率換算で見れば速度がその支配因子となる。しかしながら、セラミック溶射に関すれば、応力緩和機構として縦割りのクラックが入るため、過度に厚みのないスプラットを必要とはせず、扁平率にして 3 程度もあれば十分である。そのため、低速セラミック溶射の場合、速度は重要因子とはならない。Ti 溶射粉末の場合、基板との接合強度が溶射粉末サイズに比例し、通常 40 MPa 程度の付着強度が  $120 \mu\text{m}$  の粉末を使用した際には 200 MPa まで向上したという研究報告があったのに対し、セラミックの場合、応力緩和機構としてのクラックがどう作用するかは体積収縮問題と併せ、今後検討していかななくてはならない。

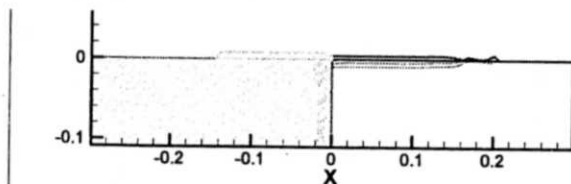


Fig. 1 alumina(左)と zirconia(右)液滴のシミュレーション結果。計算には実験から求めた物性値を用いた。

II 学術雑誌等に発表した論文（掲載を決定されたものを含む。）

共著の場合、申請者の役割を記載すること。

（著者、題名、掲載誌名、年月、巻号、頁を記入）

学術雑誌と学会等のプロシーディングなどを以下のように区別して記入すること。

- (1) 学術論文（査読あり）
- (2) 学会等のプロシーディング
- (3) その他（総説・本）

- (1) Kentaro Shinoda, Yoichi Kojima, and Toyonobu Yoshida, "In-situ measurement system for deformation and solidification phenomena of yttria-stabilized zirconia droplets under plasma spraying conditions", Journal of Thermal Spray Technology に投稿中。
- (2) Kentaro Shinoda, Atsushi Yamada, Toshihiko Koseki, and Toyonobu Yoshida, "In situ measurement of sprayed ceramics particles and supercooling effects on splat morphology", in the proceedings of International Thermal Spray Conference, May 2004, available on CD.

氏名 篠田 健太郎

III 学会において申請者が口頭発表もしくはポスター発表した論文  
(共同研究者(全員の氏名), 題名, 発表した学会名, 場所, 年月を記載)

Kentaro Shinoda, Atsushi Yamada, Toshihiko Koseki, and Toyonobu Yoshida,  
"In situ measurement of sprayed ceramics particles and supercooling effects on splat  
morphology", International Thermal Spray Conference, Osaka, May 2004.

上記国際会議にて Japanese Organizing Committee Awards 受賞。

篠田 健太郎, "YSZ 単一溶射粒子の急速変形・急速凝固過程のその場計測", 東京大学 COE  
合同シンポジウム、東京大学、2004年6月。