

# 噴射素材リサイクルを可能にするレーザー支援微粒子噴射成膜法の提案

Proposal of Laser assisted Particle Spraying Deposition (LPSD), enabling particle reusing

坂本治久, 仁科翔平 (上智大学), 大坪利行 (国際先端技術コンサルティング)

Haruhisa SAKAMOTO and Shohei NISHINA (Sophia University)

Toshyuki Otsubo (International High-technology Consulting Inc.)

## 1. 緒言

今日, メッキ, 真空蒸着, イオンプレーティング, 化学蒸着, 溶射などのさまざまな表面改質技術が存在する。中でも溶射は群を抜いて成膜速度が高く, 膜の材質選択の範囲が広い。しかしながら溶射には, 噴射素材利用効率が低いという課題がある。本研究では, この問題を解決するため, 機能独立の考え方に基づいて新たなレーザー応用溶射プロセスを提案し, その実現性を検証する。

## 2. レーザ支援微粒子噴射成膜法の提案

図1は従来の溶射法を概略的に示している。従来の方法では, 噴射素材の利用効率は数%程度になってしまう。そこで本研究では, この課題点を, 機能独立という考え方に基づいて解決する。溶射における噴射素材の熔融と供給という二つの機能をそれぞれ別の機構により行うことで, その制御性を改善するのである。

図2は, 提案するプロセスを概略的に示している。レーザー加熱機構による熔融と, 循環形供給機構による材料供給で, 機能独立が実現している。これは, 全く新しいプロセスであるため, 以下でその実現可能性を検討する。

## 3. 実験条件および装置

表1は, 使用する供給装置とレーザー発振機, 及び実験条件を示している。使用する溶射材料は航空機部品への溶射を想定し, 実際に耐摩耗膜用に使用されている超硬微粉末を使用し, 基材にはA5052を使用する。レーザー発振はレーザー発振器の機能を利用してパルスとCWで行い, 両者の溶射結果を比較することで本プロセスに最適な発信方法を検討する。パルス化させる場合は, 微粉末の熔融を可能にするため単レンズを用い集光した。

## 4. 結果および考察

図3および図4は, それぞれパルス, CWのレーザーでプロセスを試した結果を示している。CWでは熔融した基材上に多数の材料がめり込む形で付着している。広く粒子が分布し成膜に向いているが, 基材に大きなダメージを与えてしまう。これは, CWでは連続して入熱が起これ, 基材表面から1mm程度の広い範囲が熔融し, ブローに吹かれることで, 図3のように波立ってしまうことで起きると考える。一方で, パルス化すると基材へのダメージは減るが, 粒子が塊となり, 製膜というよりも肉盛りに近い。また, 集光したため付着範囲は狭い。しかし, 基材へのダメージは最小限にするべきなのでプロセスではCWでは無くパルスを用い, 基材の表面の数 $\mu\text{m}$ を熔融させるようなパルスの条件の設定を目指す。熱は時間に伴って移動するため, ごく短時間に大きなエネルギーが入るレーザーであれば, 実現できると考える。

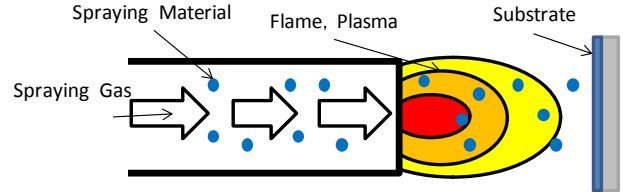


Fig.1 Schematic model of conventional thermal spraying

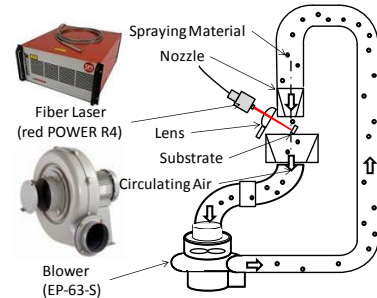


Fig.2 Schematic model of Laser assisted Particle Spraying Deposition

Table.1 Experiment condition

EP-63S		red POWER R4		
		Lasing means	Pulse	CW
Max air quantity m <sup>3</sup> /min	5	Wavelength nm	1070 $\pm$ 10	
Nozzle inside diameter mm	40	Average Power W	52	200
Flow Velocity m/s	66.3	Power Density kW/cm <sup>2</sup>	744	0.3
Material quantity cc	7.5	Beam Diameter mm	0.08	5
Hose length m	2	Repetition Rate Hz	500	
Deposition Material	PRAXAIR 1343VM	Duration %	50	
Quantity cc	7.5	Focal Length mm	170	
		Substrate	A5052	

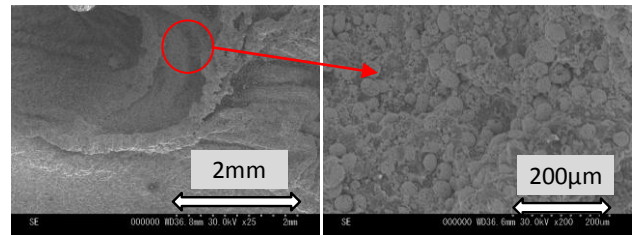


Fig.3 CW lasing result

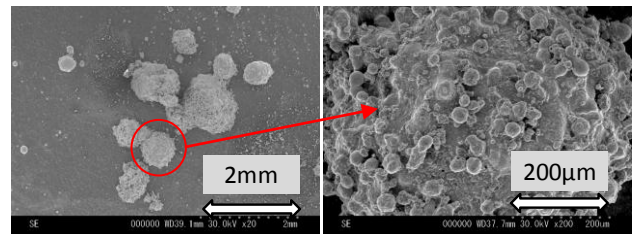


Fig.4 Pulse lasing result

## 5. 結言

レーザー支援微粒子噴射成膜法を提案し, その実現可能性を示した。またCWとパルスでの熔融特性の違いを確認し, 提案プロセスにはパルスが適していると決定した。