

# レーザー粉体肉盛法を用いた超硬材の形成技術開発

機械金属部 ○山下順広 舟田義則

## 1. 目的

耐摩耗性が求められる金型や冶工具には、高硬度な超硬材が多用されている。超硬材は鉄鋼材に比べて高価であるためにコスト高の一因となり、金型や冶工具においては、耐摩耗性が求められる箇所のみを超硬材を付加する部分的な適用が望ましい。このような部分的に材料を付加する技術として、レーザー粉体肉盛技術(以下、LMDと示す)が注目されているが、超硬材の適用はあまり進んでいない。

そこで本研究では、鉄系基材上に超硬合金(炭化タングステン WC とコバルト Co の合金)の皮膜を形成する技術確立を目的とし、LMD 装置を用いた超硬皮膜形成における課題を明らかにするとともに、その解決方法について検討した。

## 2. 内容

### 2.1 レーザ粉体肉盛技術

本研究では、粉末をレーザーにより溶かして皮膜化する直噴射型LMD装置を使用した。装置の概要を図 1 に示す。装置は、レーザー加工ヘッド内に同軸に設置した小口径のノズルから原料となる粉末を基材表面に対して垂直に噴射供給すると同時に、斜め方向から照射するレーザー光により加熱熔融することで皮膜を形成する。波長 915nmの近赤外半導体レーザー光を 6 本使用し、原料粉末供給ノズルと同軸上の 1 点に集光する。各レーザービームの最大出力は 50Wであり、合計出力は最大で 300Wである。ビームスポット径は $\phi 0.28\text{mm}$ とした。

また、2 台の粉末供給機を使用することで 2 種類の原料粉末を同時に供給可能であり、その供給割合を変えることにより組成を変えながら皮膜を積層できる。

### 2.2 単組成超硬皮膜

直噴射型LMD装置を用いて超硬合金の皮膜形成における可能性を調べるための基礎実験を行った。実験は、平均粒径  $30\mu\text{m}$ の超硬粉末Co-88%WC(mass%)を用いて厚さ 2mmのステンレス鋼板(SUS304)に、10mm四方の皮膜を 1 層形成し行った。

形成した皮膜の断面写真を図 2 に示す。皮膜内部において亀裂が発生しており、その数は 21 本/10mmであった。また、黒色の部分は空隙であり、数多く存在している。亀裂および空隙は、強度低下の要因となるため、これらを無くすための検討が必要である。

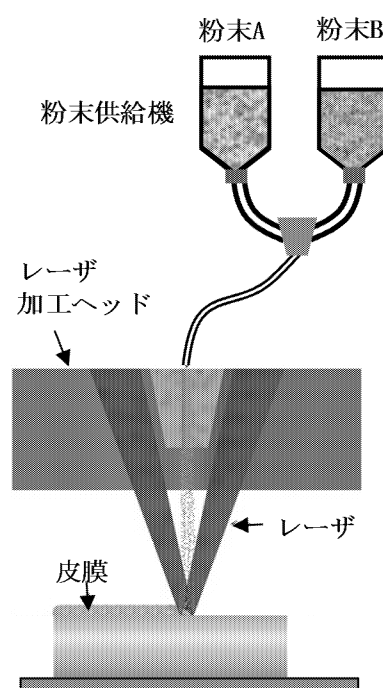


図 1 LMD装置の概要

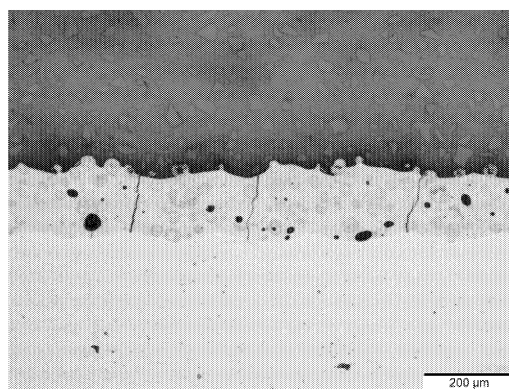


図 2 単組成超硬皮膜の断面

### 2.3 傾斜組成化による亀裂防止

亀裂の発生要因は、基材と皮膜の材料特性が急激に変化するためと考えられる。そこで皮膜の傾斜組成化により、材料特性を段階的に変化させることを試みた。層ごとの組成を変えながら 10mm四方の超硬皮膜を3層積層する実験を行った。基材には厚さ 2 mmのステンレス鋼板(SUS304)を用いた。原料粉末として、平均粒径  $30\ \mu\text{m}$ のCo-88%WC (mass%)と平均粒径  $30\ \mu\text{m}$ のCo-16%WC (mass%)をそれぞれ別の粉末供給機に各粉末を入れ、層中のWC含有率が表 1 に示す値となるように各粉末の供給量を制御しながら皮膜を積層した。

形成した積層皮膜の断面観察結果を図 3 に示す。基材に向かってWCの含有率を層ごとに段階的に減少させることによって亀裂の発生を 3 本/10mmまで大幅に減少させることができ、傾斜組成化の有効性を確認できた。

### 2.4 Ni自溶性合金添加による空隙防止

空隙の防止には、皮膜形成における熔融部の発生ガスを外部へ放出しやすくすることが有効と考えられる。そこで、超硬粉末にNi自溶性合金を添加し、空隙の低減を試みた。平均粒径  $30\ \mu\text{m}$ のCo-88%WC (mass%)に平均粒径  $30\ \mu\text{m}$ のNi自溶性合金の粉末を混ぜ合わせ、WC含有率が 64% (mass%)となる混合粉末を用いて皮膜を形成し、Co-64%WC (mass%)粉末を用いた皮膜実験と比較した。

形成した皮膜の観察結果を図 4 に示す。Ni自溶性合金を添加することで空隙が大幅に減少した。Ni自溶性合金を混入させることで熔融部の粘性が下がり、発生するガスが抜けることで空隙の発生を抑制できたと考えられる。

## 3. 結果

本研究では、直噴射型 LMD 装置を用いてステンレス鋼板(SUS304)に超硬合金の皮膜を積層した。得られた結果を以下に示す。

- (1) WCの含有率を段階的に変え組成を傾斜化することで、超硬皮膜中の亀裂発生数を減少させることができた。
- (2) 超硬粉末にNi自溶性合金を添加することで空隙を大幅に低減できた。

表 1 各層の超硬組成

	WC 含有率(mass%)
1 層目	16
2 層目	50
3 層目	88

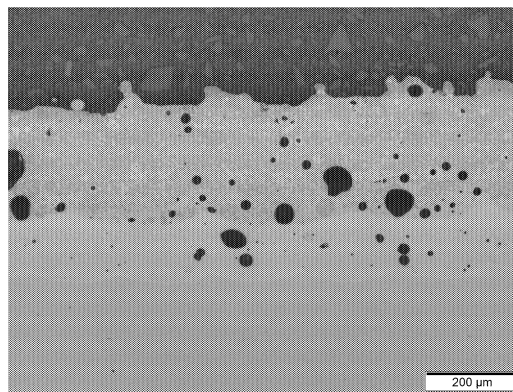
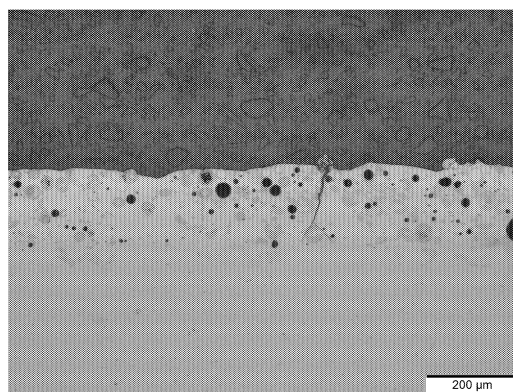
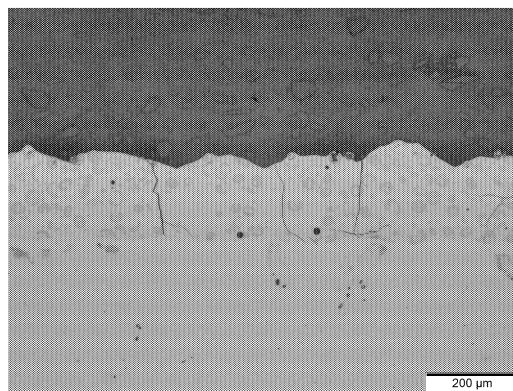


図 3 傾斜組成超硬皮膜の断面



(a) 添加なし



(b) 添加あり

図 4 Ni自溶性合金添加の有無による超硬皮膜断面の比較