

1221 各種厚さの Fe-Mo 熱応力緩和層を有する Mo 溶射被覆鋼板への 燃焼炎によるダイヤモンド合成

Diamond deposition on APS Mo coated mild steel substrates with various different thickness of Fe-Mo thermal stress buffer layers by combustion flame

○小林 克也・足利工大

Katsuya Kobayashi, Ashikaga Inst. of Tech.

鈴木 大志・足利工大

安藤康高・足利工大

戸部省吾・足利工大

Hiroshi Suzuki, Ashikaga Inst. of Tech.

Yasutaka Ando, Ashikaga Inst. of Tech.

Shogo Tobe, Ashikaga Inst. of Tech.

Key Words: Combustion flame, Diamond deposition, Thermal spraying, Surface modification, CVD

1. 緒言

溶射皮膜への硬質粒子の分散は、溶射皮膜の耐摩耗性を向上させる有用な方法であり、ガラス粒子分散による成功例¹⁾も報告されているが、粒子製造コストの高さや均一分散の難しさからまだ実用化には至っていない。簡便な硬質粒子分散法としては、燃焼炎法による Mo 大気溶射皮膜上へのダイヤモンド合成があり、Mo/Mo-Fe 混合層（熱応力緩和層）の 2 層構造を持つ大気溶射皮膜をコーティングした SS400 基材（以下、熱応力緩和基材）を用いる事により、皮膜の割れや剥離を抑えたダイヤモンド合成も近年可能になった²⁾。しかし、Mo は高価な素材であるため、実用化を図るためにはより一層の Mo 消費量低減が求められる。

そこで本研究では、燃焼炎ダイヤモンド合成法における製造コストの低減を目的とし、厚さの異なる Fe-Mo 熱応力緩和層を有する Mo 溶射被覆鋼板への燃焼炎によるダイヤモンド合成を行った。

2. 実験方法

Fig.1 に、実験で使用した燃焼炎 CVD 装置の模式図を示す。本研究では、酸素／アセチレン溶接機、水冷式基材ホルダーより構成される一般的な構成の燃焼炎 CVD 装置を用い、

Table 1 に示す条件にてダイヤモンド合成を行った。基材は、50 μ m 厚の Mo 溶射皮膜の直下に 20-100 μ m 厚の熱応力緩和層（Mo-Fe 混合層（Mo: Fe=1:1（重量比）））を設けた SS400 平板であり、表面は研磨処理を施さず as-deposit のまま実験に供した。Fig.2 に、基材断面の光学顕微鏡観察結果を示す。ダイヤモンド生成後には、X 線回折によるダイヤモンドの結晶構造解析および基材表面の光学顕微鏡観察を行った。

Table 1 Experimental condition.

Working gas	C ₂ H ₂ /O ₂
C ₂ H ₂ flow rate	1.4 l/min
C ₂ H ₂ pressure	2.5 kg/cm ²
O ₂ flow rate	1.25 l/min
O ₂ pressure	3.5 kg/cm ²
Deposition distance	10 mm
Total deposition time	20 min
Deposition temperature	1423K
Substrate	Mo/ Mo-Fe APS* coated SS400 mild steel

*APS: Atmospheric plasma spraying

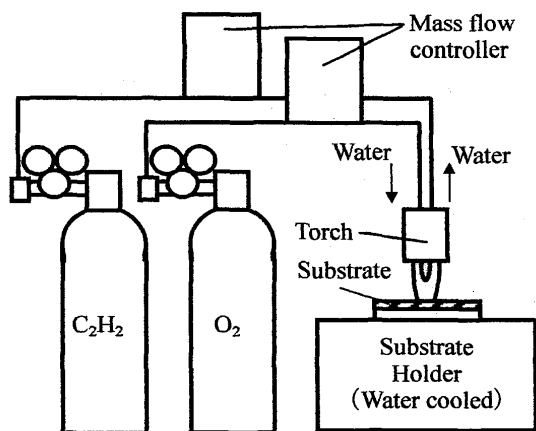


Fig.1 Schematic diagram of combustion flame CVD equipment.

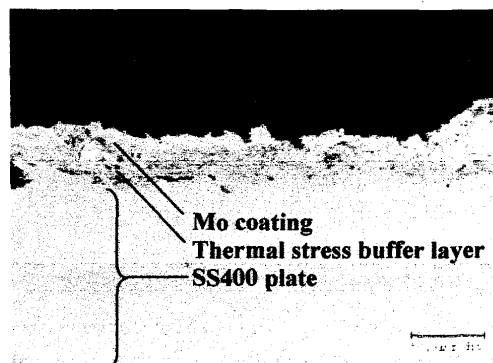


Fig.2 Optical micrograph of the cross-section of the substrate.

3. 実験結果

Fig. 3 に、ダイヤモンド合成後の基材（熱応力緩和層厚さ $20\mu\text{m}$ ）の外観写真および光学顕微鏡による表面観察結果を示す。従来の軟鋼基材上に Mo 大気溶射皮膜のみをコーティングした場合は、ダイヤモンド合成中における皮膜の割れや剥離が多発したが、Mo/Mo-Fe 混合層の 2 層皮膜をコーティングした場合には、皮膜の割れや剥離を生じることなくダイヤモンドを合成でき、Mo-Fe 混合層の熱応力緩和効果を確認することができた。なお、熱応力緩和層厚さが $70\mu\text{m}$ 以上に場合は、皮膜の割れや剥離は起こらなかったが、皮膜の熱伝導性が低下するため Fig.4 に示すようにダイヤモンド合成中に基材の一部が溶融した（ただし、この場合にも溶融が起こらなかった部分では、ダイヤモンドが形成された）。以上の結果より、熱応力緩和層厚さ $20\mu\text{m}$ の場合でも、燃焼炎照射による皮膜の割れや剥離を起こすことなくダイヤモンドが合成でき、熱応力緩和効果が得られることがわかった。

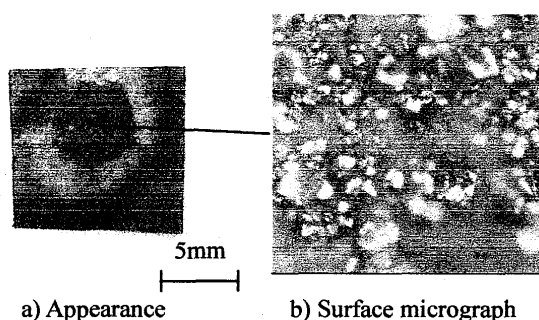


Fig.3 Appearance and surface micrograph of the diamond deposited on the substrate with $20\mu\text{m}$ thick thermal stress buffer layer.

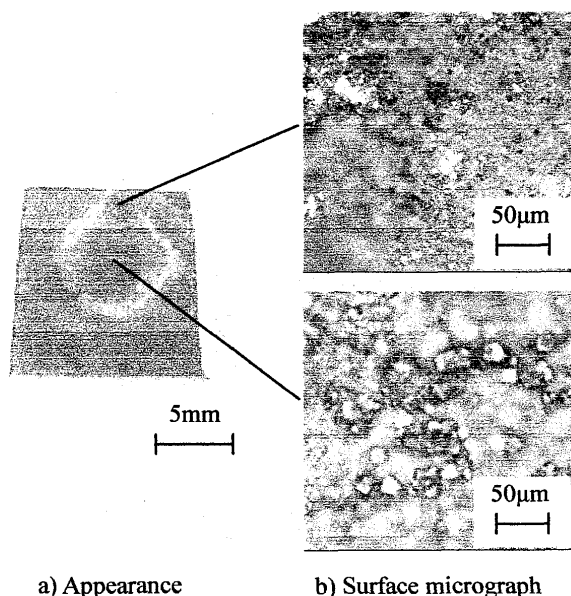


Fig.4 Appearance and surface micrograph of the diamond deposited on the substrate with $70\mu\text{m}$ thick thermal stress buffer layer.

今後は、a)ダイヤモンド-皮膜間の密着力の向上、b)更なる Mo 消費量の低減、を図るべく、ダイヤモンド合成後の大気 Mo 溶射（以下、追溶射）によるダイヤモンドの密着力改善を図る（Fig.5a）とともに Fe/Mo 比の異なる各種熱応力緩和層上へのダイヤモンド合成（Fig.5b）を行う。

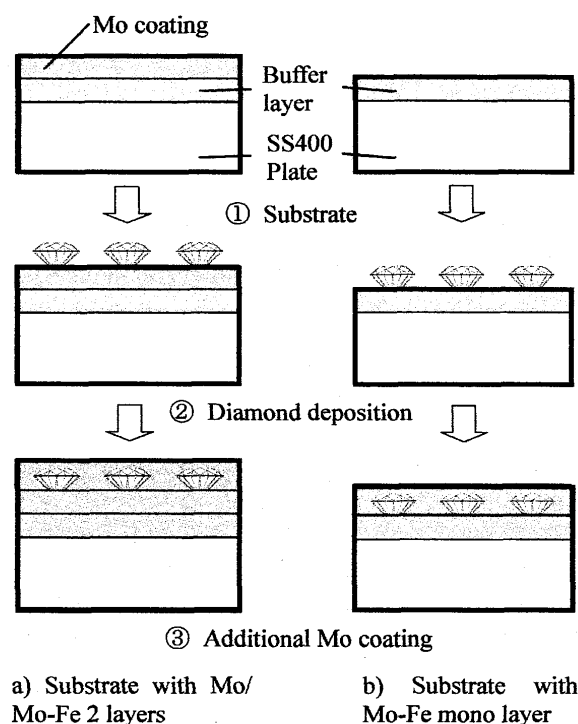


Fig.5 Procedure of the additional Mo coating after diamond deposition.

4. 結 言

熱応力緩和層を設けた Mo 溶射被覆 SS400 基材上に、燃焼炎法によりダイヤモンド合成を行った結果、約 $20\mu\text{m}$ 程度の熱応力緩和層の導入で、皮膜の割れや剥離を抑えることができ、Mo 消費量低減による低コスト化を図る上で有益な知見を得ることができた。

参考文献

- 1) B. R. Marple, J. Voyer: Proceedings of ITSC2000 (2000) p. 909.