

# 163 超高速ガス炎溶射皮膜の耐土砂摩耗特性

(株)東芝 重電技術研究所 ○斉藤 正弘 高橋 雅士 本多 啓三  
京浜事業所 池田 一昭 渡辺 俊行 小熊 証

Slurry erosion resistance behavior of  
high pressure/high velocity oxygen-fuel coatings

By Masahiro SAITOH, Masashi TAKAHASHI, Keizoh HONDA, Kazuaki IKEDA,  
Toshiyuki WATANABE and Tadashi OGUMA

## 1. 緒言

水力機器に用いられる材料の特性としては、高強度、高靱性、高耐食性と共に、耐土砂摩耗性、耐キャビテーション性等が要求されている。特に、浮遊土砂の多い河川に建設された水力発電所の水車流路面は、一般に高速の土砂噴流による摩耗損傷を受ける。これらは水力機器の性能を低下させるだけでなく、補修による著しい稼働率の低下を招いており、その対策に苦慮しているのが実情である。近年、機器へのダメージが少なく、現地作業性や信頼性に優れた超高速ガス炎溶射（HP/HVOF）をはじめとする新しい溶射技術が耐食、耐摩耗コーティングプロセスとして注目されている。しかしながら、水力機器への適用にあたって重要な特性である耐土砂摩耗性、耐キャビテーション性等については、ほとんど明らかにされていないのが現状である。そこで、耐食、耐摩耗性材料として知られる市販溶射材料を用いてHP/HVOF皮膜を作製し、その皮膜特性を明らかにした。

## 2. 供試験材料および実験方法

実験に供した材料は、SUS304およびSS400基材、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>、WC<sub>12</sub>Coの炭化物セラミックおよびサーメット溶射材料である。Table 1に溶射粉末材料組成をまとめて示す。

Table 1 Chemical composition of powder used

| Materials                      | Chemical compositions (wt%) |      |      |      |      |      |      |
|--------------------------------|-----------------------------|------|------|------|------|------|------|
|                                | Ni                          | Cr   | Co   | C    | Si   | O    | W    |
| Cr <sub>3</sub> C <sub>2</sub> | 14.4                        | 71.9 | -    | 10.8 | 0.13 | 0.57 | -    |
| WC <sub>12</sub> Co            | -                           | -    | 12.6 | 5.6  | -    | -    | Bal. |

供試体は、HP/HVOF装置（JP5000

Hobart Taha製）を用い、溶射距離150mm、粉末供給速度8~20kg/h、燃焼ガスにケロシンとO<sub>2</sub>を用い、基材に1mmの皮膜を形成した。試験片は、土砂摩耗試験片（50×60×5mm）、キャビテーション試験片（φ16×13mm）を製作した。土砂摩耗試験は、40m/sec.の高圧水噴流にφ0.1mm、1wt%のアルミナを混合し、基材および皮膜表面に吹き付ける（噴射角度30、60、90°）ことで試験片重量減量を測定した。また、キャビテーション試験では、水槽中の水道水に試験片を浸漬し、磁歪振動式キャビテーション試験機（UST-50N島田理化学工業製）により、振動数18KHz、振幅45μmの条件にて試験を行い、試験片の重量減量を測定した。

## 3. 実験結果および考察

Fig. 1にHP/HVOF皮膜の密着力測定結果を示す。図から明らかなように、Cr<sub>3</sub>C<sub>2</sub>皮膜に比べてWC<sub>12</sub>Co皮膜の密着力が高いことが分かった。また、ブラスト処理後に基材表面粗さ

を測定した結果、 $Ra\ 3\ \mu m$ 程度といずれの基材の表面粗さも同様な値を示しており、基材の種類によって密着力の変化は少ない。

Fig. 2に基材およびHP/HVOF皮膜の土砂摩耗試験結果を示す。図から明らかなように、基材の損傷量に比べて、HP/HVOF皮膜の損傷量は低い傾向にある。HP/HVOF皮膜の土砂摩耗損傷量は、低角度側で損傷量が低く、高角度側で損傷量が多くなり、基材の損傷量とは逆の傾向を示した。すなわち、基材等の延性材料は引掻きに弱く、溶射皮膜等の脆性材料は叩かれによる疲労破壊に弱いものと考えられる。しかし、従来の大気プラズマ溶射皮膜の損傷量は、基材の損傷量よりも多いことを考慮すると、HP/HVOF皮膜の耐土砂摩耗性は、極めて優れていることが明らかである。Fig. 3に基材および溶射皮膜のキャビテーション試験結果を示す。HP/HVOF皮膜のキャビテーション損傷量は、基材と同等かそれより多い傾向を示す。特に、Cr3C2皮膜の粒子間結合力や皮膜硬さは、いずれもWC12Co皮膜よりも劣るため、WC12Co皮膜に比べて耐キャビテーション性が低い傾向にある。すなわち、結晶粒を微細にし、析出する炭化物を均一に分散することにより、耐キャビテーション性は向上するものと考えられる。ところで、従来より溶射皮膜の耐キャビテーション性については、あまり期待されていなかった。皮膜中の気孔や酸化物の巻き込みが少なく、緻密な皮膜組織を呈するHP/HVOFでは、従来の溶射皮膜に比べて基材と同等で明らかに改善効果があるものの、それほど期待した耐キャビテーション性は得られないものと考えられる。この点についてはHP/HVOF皮膜の検討課題である。

#### 4. 結言

(1) HP/HVOF皮膜の密着力は、Cr3C2皮膜に比べてWC12Co皮膜が高い傾向を示す。

(2) HP/HVOFによるWC12Co皮膜の耐土砂摩耗性は、基材に比べ約3倍優れ、水車流路面の耐食、耐摩耗皮膜として期待できる。一方、耐キャビテーション性については基材と同等である。

<参考文献> 省略

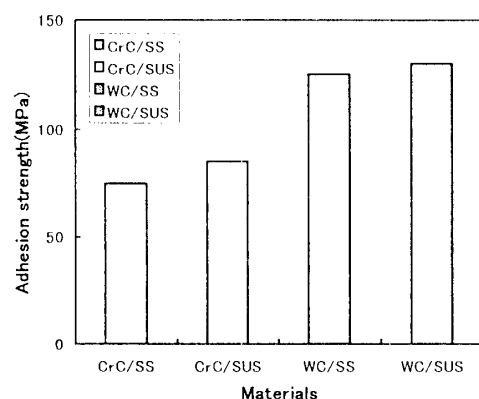


Fig. 1 Adhesion strength of substrates vs HP/HVOF coatings

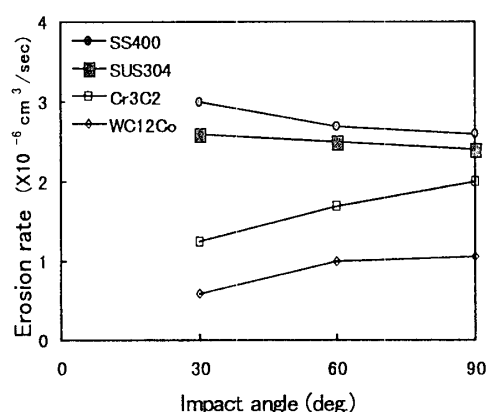


Fig. 2 Slurry erosion rate of substrates and HP/HVOF coatings

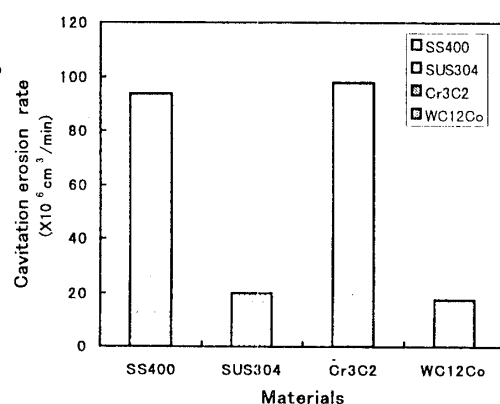


Fig. 3 Cavitation erosion rate of substrates and HP/HVOF coatings