

(720) セラミック皮膜への金属粒子分散による耐熱衝撃性の改善

新日本製鐵(株) 素材第一研究センター ○大谷三郎 平 正一
トーカロ(株) 原田良夫 宮島生欣

1. はじめに

最近、多孔性のセラミック皮膜にクロム酸を含浸させた後焼成し、クロム酸を硬質の酸化クロムに化学変化させることによって皮膜の緻密化を図るコーティング方法(以下CDC; Chemically Densified Coatingと称する。)が開発された。この皮膜は鋼母材との密着性に優れ、また高硬度であることから耐摩耗部材等に実用化されてきているが、一方、厚さが数十 μm の比較的緻密なセラミックス層であるため、母材がステンレス鋼の如き熱膨張率の大きな材料に対しては、熱変化を受けた際に母材との熱膨張差から大きな歪を受けることになり、700 $^{\circ}\text{C}$ 程度までの使用が限度とされている。

そこで本研究はこの皮膜に、セラミックスより熱膨張率が大きく、又より大きな延性が期待できる金属粒子を分散させ、セラミックスと金属の複合皮膜とすることによって熱衝撃性を改善することを試みた。

2. 供試材および実験方法

一般に実用化されているCDC皮膜と同組成(原料粉; SiO_2 97%, Al_2O_3 3%)のものを基準皮膜とした。又複合皮膜は原料粉中に平均粒径2.7 μm のSUS 304粉を混合した。母材はいずれもSUS 304で皮膜厚さは50~80 μm である。又原料粉と酸化クロムの比率は約1:1である。熱衝撃試験は100 $\times$ 50 $\times$ 5(mm)形状の同一試験片について700 $^{\circ}\text{C}$ 、800 $^{\circ}\text{C}$ 、900 $^{\circ}\text{C}$ 、1000 $^{\circ}\text{C}$ の各温度から水冷した。又引張り試験は平行部1 $\times$ 6 $\times$ 55(mm)の断片に、弾性歪を含めた所定量の歪を与えた後除荷し、クラックの有無を観察した。

3. 実験結果

1) 熱衝撃試験結果を図1に示す。基準皮膜にSUS 304粒子を50 Vol %以上分散させることによって、耐熱衝撃性を200 $^{\circ}\text{C}$ 程度改善することができ、1000 $^{\circ}\text{C}$ →水冷条件においても剥離を生じない。

2) SUS 304粒子を分散させることによって、図2に示すように皮膜の延性が向上し、50%以上では弾性歪を含めて0.6%歪に耐えるようになる。

一方、SUS 304粒子の複合化によって皮膜の熱膨張率は母材のそれに若干近づく。クロム酸が酸化クロムに変わる最終温度の470 $^{\circ}\text{C}$ を基準とすると、母材と皮膜の熱膨張差は図3に示すように1000 $^{\circ}\text{C}$ で基準皮膜の約0.6%から0.5%に軽減される。図2に示した延性向上が同水準前後で生じており、熱膨張差と延性向上の両因子が耐熱衝撃性の改善に寄与したものと考えられる。

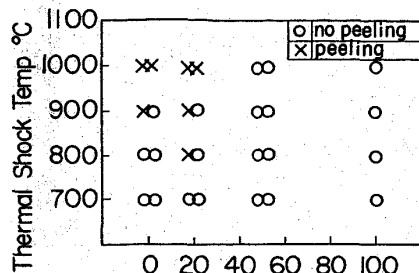


Fig. 1 Effect of Volume of SUS 304 in Powders on Thermal Shock Resistance

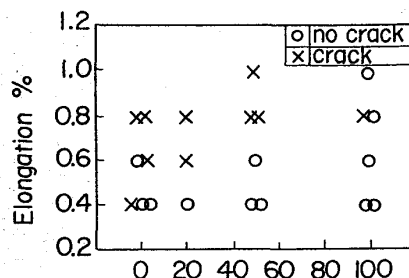


Fig. 2 Effect of Volume of SUS 304 in Powders on Elasticity

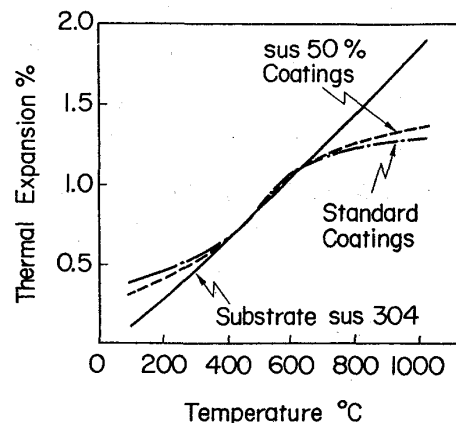


Fig. 3 Comparison Thermal Expansion between Coatings and Substrate (Thermal Expansion Curve of Coatings are coincided with that of Substrate at 470 $^{\circ}\text{C}$)