

(68) セラミック溶射マッドガンノズルの開発

新日本製鐵(株) 設備技術本部 ○平 初雄 田村 信一 池田 順一  
 広畑製鐵所 汐田 晴是

1 緒言

高炉出鉄口の閉塞作業用マッドガンの筒先金物(以後マッドガンノズルと称する。図1参照)は、溶鉄及び溶滓と直接接触するため溶損しやすく長寿命化が要請されている。本報では、耐熱性、耐溶損性に優れた $Al_2O_3-Cr_2O_3$ 系溶射被膜の熱的安定性を調査したので報告する。

2 実験方法及び実験結果

(1) 予備実験

ガスプラズマ溶射法を用いて、SUS304基板上に、結合層、中間層そして $Al_2O_3, Cr_2O_3, 50\%Al_2O_3-50\%Cr_2O_3$ 混合体及び固溶体溶射層を施工し、試料とした。尚、 $Al_2O_3-Cr_2O_3$ 固溶原料は、成分調整電融した後粉碎して製造した。実験は図2に示す装置を用い、 $1000^\circ C$ に加熱した電気炉内に溶射したSUS304基板を装入し、15分加熱後電気炉を移動させ45分間冷却を合計10回繰り返す、その際発生するAE数を測定した。

その結果、 $50\%Al_2O_3-Cr_2O_3$ 固溶体が、最も発生するAE数が少なく、かつ熱的に安定であることが判明した。

(2) 最適固溶体組成検討実験

予備実験より、 $Al_2O_3-Cr_2O_3$ 系固溶体が有効であることが判明したので、 $Al_2O_3/Cr_2O_3$ 固溶体の組成を4/6~8/2まで変化させ、表1に示す被膜を用いて上述と同様の実験を行なった。10回の加熱・冷却繰り返し時に検出される累積AEカウント数を図3に示す。40% $Al_2O_3$ 系固溶体だけが、3回目の冷却時溶射層が剝離したが、その他の試料は、10回の加熱・冷却では、剝離は認められなかった。50% $Al_2O_3$ 系固溶体の累積AEカウント数31600に比べて、70%、80% $Al_2O_3$ 系固溶体の方が各々7500、18400とAEカウント数が少なく、耐熱衝撃性に優れると推察される。しかし、結晶組成の変化を調査した結果、 $Al_2O_3$ 量が50%以下の場合多数回の昇降温を繰り返しても組成変化は無いが、 $Al_2O_3$ 量が70%以上では、溶射施工後に $\gamma-Al_2O_3$ が検出され、昇降温を繰り返した後では $\delta-Al_2O_3$ に変化した。マッドガンノズルの押付圧力は $200Kg/cm^2$ と大きく、溶射被膜には耐圧強度が要求されるため、平均以上の耐熱衝撃性を有し、むしろ結晶組成の変化に起因する組織劣化を生じ難い50% $Al_2O_3$ 系固溶体溶射被膜の実機化を図った。

3 実機適用結果

広畑製鐵所4-BFにて、50% $Al_2O_3-50\%Cr_2O_3$ 固溶体溶射マッドガンノズルを適用した結果従来使用していたNi-Cr系自溶性合金溶射マッドガンノズルに比べ約1.6倍の寿命延長が達成できた。

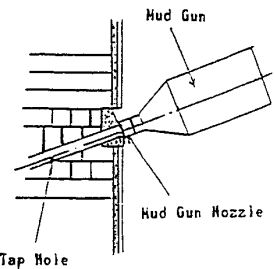


Fig. 1 Scheme of mud gun for blast furnace tap hole.

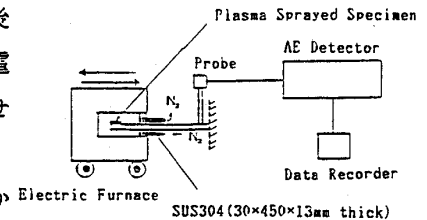


Fig. 2 Apparatus for detecting AE under the temperature change

Table 1 Physical properties of plasma sprayed ceramic coatings

	40% $Al_2O_3$ - 60% $Cr_2O_3$ ss	50% $Al_2O_3$ - 50% $Cr_2O_3$ ss	70% $Al_2O_3$ - 30% $Cr_2O_3$ ss	80% $Al_2O_3$ - 20% $Cr_2O_3$ ss
Vickers Hardness (kg/mm <sup>2</sup> )	1060	1058	1030	1040
Adhesion Strength (kg/mm <sup>2</sup> )	1.7	1.6	1.6	1.5
Pore Volume (cc/g)	0.032	0.033	0.030	0.030

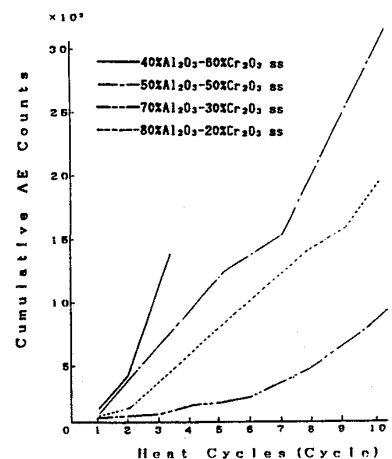


Fig. 3 Cumulative AE counts during thermal change test specimen. Plasma sprayed Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> ceramic coatings with powders of solid solution