

(231)

溶銑・溶鋼連続测温技術の開発

新日本製鐵(株) 名古屋製鐵所 ○四阿 佳昭 大堀 潤二
 森 英朗 三輪 英一
 旭碍子(株) 研究開発部 酒井 恒蔵 林 篤

1. 緒言 製銑・製鋼工程において、溶銑・溶鋼の温度管理は操業・品質の安定化にとり非常に重要である。従来の温度測定は、消耗型の浸漬式温度計を用い、熱電対溶損に至る数秒間の断続的測定によるもので、連続测温による温度管理が強く望まれていた。今回、耐熱性・耐熱衝撃性・耐食性に優れた硼化ジルコニウム (ZrB_2) 系セラミックスを熱電対保護管に実用化し、溶銑・溶鋼の長時間連続测温に成功したので報告する。

2. 测温用保護管材質の検討 連続测温用保護管の材質としては、耐熱性・耐食性・耐熱衝撃性・強度等が要求される。各種セラミックスの物性例を Table.1 に示す。これらの中で ZrB_2 は溶鋼浸食試験において最も耐食性に優れ、他の性質も良好であり、最近その成形・量産技術が確立されたため、連続测温用保護管への ZrB_2 応用に着手した。

3. ZrB_2 の適用検討

3.1. 予熱温度 Fig.1 に示すように、種々の予熱温度に保持した ZrB_2 試験片を溶鋼中に浸漬する方法により耐熱衝撃性を評価した結果、溶鋼温度 $1550^{\circ}C$ の場合、予熱温度は $900^{\circ}C$ 以上で使用可能との結論を得た。

3.2. 保護管の設計 (1) FEM (有限要素法) 解析により求めた熱応力、温度変化に対する応答性、(2) ZrB_2 セラミックスの成形技術、(3) 実操業への適用性 (操作性) 等を考慮し、保護管の肉厚、形状・寸法を決定し、Fig.2 に示す構造の連続测温用温度計を製作した。熱電対には白金-ロジウム系を使用し、 Al_2O_3 管と今回開発の ZrB_2 管の2重保護構造とした。

4. 実操業における溶銑・溶鋼連続测温結果 今回開発の温度計 (Fig.2) を用いて、高炉出銑樋および連続铸造設備タンディッシュ内において溶銑および溶鋼の連続测温を行なった。Fig.3 に测温データの例を示す。(1) 温度偏差: 従来の消耗型温度計に比べ $5^{\circ}C$ 以内、(2) 初期応答速度: $1 \sim 2$ 分 ($950^{\circ}C \rightarrow 1550^{\circ}C$)、(3) 耐久性: 溶銑にて 28 時間、溶鋼にて 12 時間 (浸食速度 $0.06 \sim 0.17 mm/hr$) と、長時間の連続测温が可能であった。

5. 結論 ZrB_2 セラミックス応用による温度計を開発し、溶銑・溶鋼の長時間連続测温に成功した。現在、更に長時間の連続测温を可能とするために、保護管材質・構造の改良に取り組むと共に、実操業への連続测温装置の導入を計画している。今回開発した連続测温の技術は、今後の操業ならびに品質の安定化に大きく寄与するものと期待している。

Table 1. Property data of typical advanced ceramics

Property	Ceramics	ZrB_2	Al_2O_3	B N	Si_3N_4
Density	[g/cm^3]	3.9	3.8	1.7	3.1
Bending strength	R.T. [kg/mm^2] 1200 $^{\circ}C$	10~15 6~11	34~40 17~20	2.4~4.5 -	60~70 30~35
Fracture toughness	[$MN/m^{3/2}$]	3.2	-	-	5.3
Thermal conductivity	[$W/mh^{\circ}C$]	23~29	8~10	49~50	16~17
Thermal shock resistance	¹⁾ [$^{\circ}C$]	550 ~600	200 ~250	1500 <	750 ~800
Melting point	[$^{\circ}C$]	3060	2050	2970	1900
Corrosion resistance	²⁾ to molten steel	A	C	B	C

1) Quenching in cold water
 2) Immersion in molten steel A(Good) \rightarrow C(NG)

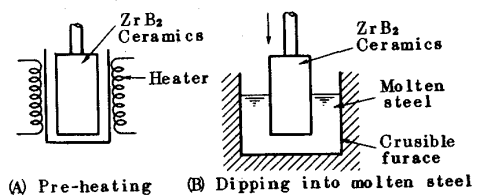


Fig.1. Estimation of thermal shock resistance

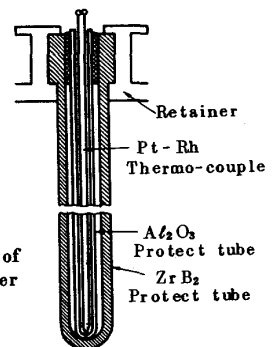


Fig.2. Structure of thermometer

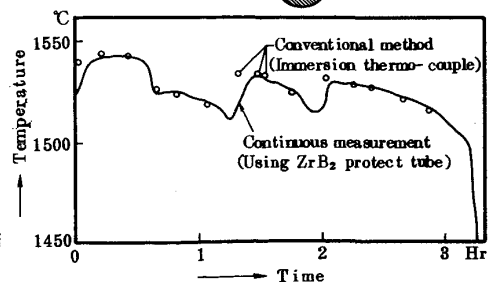


Fig.3. An example of continuously measured temperature