

粉体輸送用高耐摩耗性アルミナベント管^{*1}

佐々木 王明^{*2} 小川 泰弘^{*3}

Abrasion Resistant Alumina Bent Tube for Powder Transfer Line

Kimiaki Sasaki, Yasuhiro Ogawa

1 緒 言

セラミックスは金属に比べて弾性や延性に乏しいため「固くて脆い材料」として知られている半面、耐熱性、耐摩耗性、強度、電気絶縁性および化学的安定性などの点では、金属より優れた特性を有する。中でもアルミナセラミックスは、構造用部材として広く利用されており、特に耐摩耗輸送管や耐摩耗各種治具材への応用が活発になっている。耐摩耗輸送管は、鋼管あるいはプラスチック製ケーシングの中にセラミックスを挿入して、従来にない高耐久性を得ようとするものである。セラミックスの装着方法について種々の方法が提案されているが、われわれは、内挿セラミックスの目地部損耗の軽減を目指し、用途や形状に応じた製造工程を採用することにより、ベント管や分岐管を可能な限り、一体物で提供する製造技術を確立した。

2 品質特性

一般的なセラミックスの材料特性と各セラミックスの価格比を Table 1 と Fig. 1 に示す。アルミナセラミックスは他の材質と比較して強度、破壊靱性、耐熱衝撃性などの点では劣るものの、高硬度であり、耐摩耗性には優れた材料といえる。また実用においては、耐久性だけでなくコストメリットも重要な要因となる。そこでこれらの点から判断すると、アルミナセラミックスは、他の材質と比較して耐久性に優れるだけでなく、安価であるため、構造用材料として魅力的な材料といえる。

Table 1 Properties of ceramics

Properties	Materials	Al ₂ O ₃	ZrO ₂	Si ₃ N ₄	SiC
Density	(g/cm ³)	3.9	6.1	3.2	3.1
Bending strength	(MPa)	340	1000	780	390
Vickers hardness H _v	(GPa)	18	12	16	25
Fracture toughness K _{IC}	(MN/m ^{3/2})	3	10	6	4
Thermal shock resistance ΔT	(K)	200	350	600	400

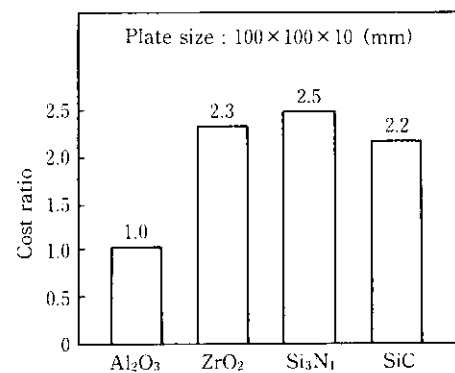


Fig. 1 Cost ratio of ceramics

3 耐摩耗性の評価

アルミナセラミックス、バサルトおよび金属 (SUS) について細かい砥粒を吹き付けることによって損耗量を比較し、耐摩耗性を評価するために ASTM 法による摩耗試験¹⁾を行った。各材質の損耗量の比較結果を Fig. 2 に示す。これよりアルミナセラミックスは従来から使用されているバサルトに比べて数十倍優れており、さら

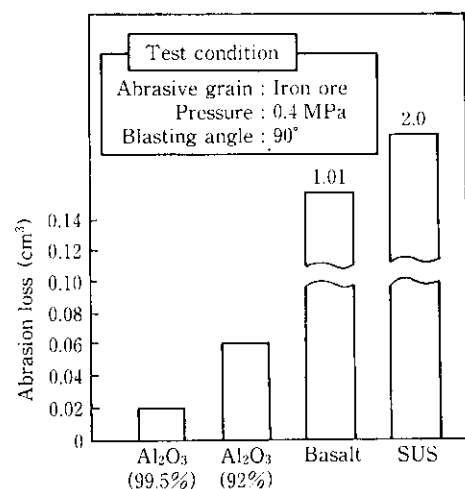


Fig. 2 Abrasion loss of various materials

*1 平成3年11月29日原稿受付

*2 川崎伊材(株) 技術研究所新素材開発室 主任研究員(課長補)

*3 川崎伊材(株) 技術研究所新素材開発室

にポピュラーな金属材料 (SUS) と比較しても実に 100 倍近くの耐摩耗性があることがわかる。さらにアルミナセラミックスにおいて高純度であるほうが耐摩耗性に優れる傾向が認められる²⁾。

4 粉体輸送用耐摩耗管

粉体輸送用耐摩耗管の構造は、その用途に応じて種々の構造を持つことが報告されている。その主なものを Fig. 3 に示す。これに対して、Fig. 3 の B, C および D の型は、比較的早くから普及し、多く使用されてきたが、(1) 製品化するための加工日数が多くかかる、(2) セラミックスとセラミックスの接合部に隙間が生じや

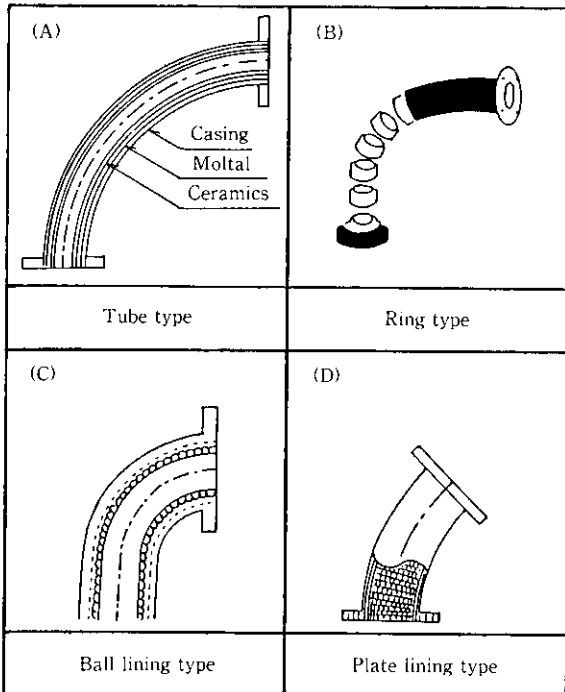


Fig. 3 Structures of abrasion resistant alumina bend tube

す、(3) セラミックスの剝離が発生しやすいなどの欠点があった。例えば、B のリング型のものでは、接合部に角度がつくため接合部分からの異常損耗が懸念される³⁾。また、C や D 型のボールの埋め込み、タイル状平板の張り合せでは、目地部からの異常損耗やこれに伴うセラミックスの剝離が考えられる。

このうち Fig. 3 A のチューブ型は当社が採用している方法であり、当社の独自技術によって製品化されたものである。この方法の特徴はスリップキャスト法によりベント管はもとより Y 形、T 形などの各種分岐管でさえも一体物として提供することが可能になった点である。また大型ベント管の場合、分割を余儀なくされるものの、管と管を曲線で接合するため、粉流体の圧力損失も少なく、特定部位での損耗もないため、製鉄所における高炉吹き込み粉体輸送用の管や各種粉体の輸送管などに好適であり、多数使用されている。

5 アルミナセラミックスベント管および分岐管の製造方法

セラミックス管の成形には、金型プレス成形法、IP 成形法、押し出し成形法、スリップキャスト成形法、HP 法および HIP 法などがあり、これら単独もしくは組合せが適宜、選択されている。このうち、アルミナセラミックスの成形方法として一般的なものは IP 法とスリップキャスト法が挙げられる。

IP 法では造粒し、顆粒状とした原料粉末をゴムモールドに充填して成形するため、直管など単純な形状のものは比較的簡単に成形できる半面、複雑形状品を成形することは困難で、成形体加工が必要である。

スリップキャスト法は、複雑形状品でも石膏型の工夫により容易に成形できる利点がある。このためベント管、分岐管などの複雑形状品の成形には、スリップキャスト法が最適である。また排泥法を適用するため、スラリーの粘度、排泥時間の調整により、肉厚が任意に設定でき、成形体加工がほとんど不要である。しかし成形時に乾燥収縮が生じ、また焼結時の収縮が約 20% 生じるため、石膏型の設計は特に重要である。さらに成形体にはかなりの水分が含まれ

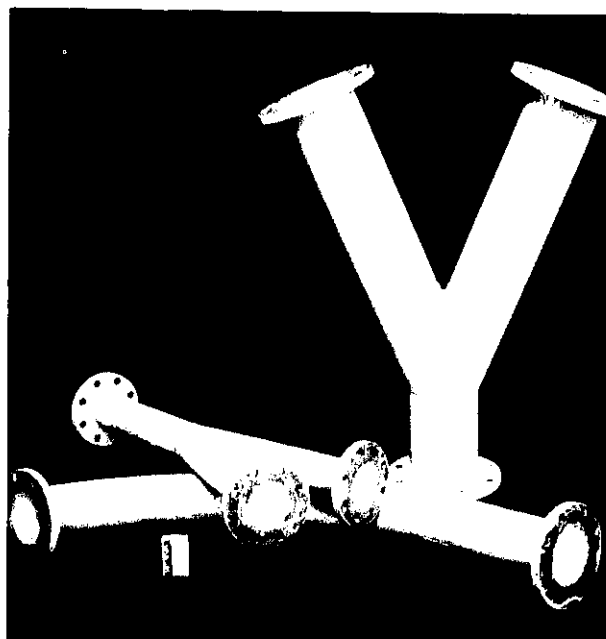


Photo 1 Examples of alumina ceramic tubes

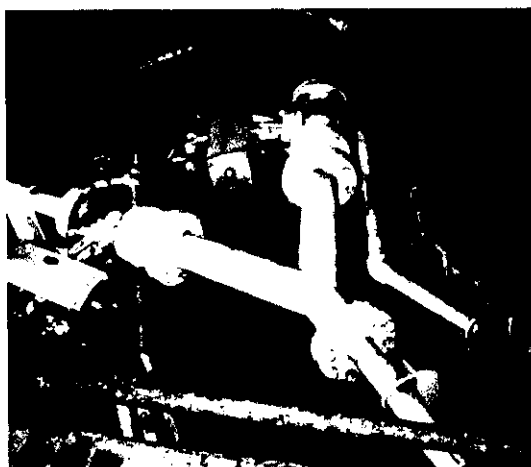


Photo 2 Example of alumina ceramic branched tube used for powder transport facilities

るため、乾燥、焼成の条件が重要なポイントとなる。

スリップキャスト法により製造された製品例を **Photo 1** に示す。

また製鉄所内での実使用例を **Photo 2** に示す。

6 結 言

鉄鋼製造設備などに使用される各種粉体輸送管の長寿命化を目的として、一体型アルミナセラミックスペント管および分岐管を開発した。この過程を通じて、以下のことがわかった。

- (1) アルミナセラミックの耐摩耗性は、金属やバサルトに比べて数十倍優れている。
- (2) スリップキャスト成形法により、大型かつ一体型のペント管、分岐管の製造が可能である。

現在、これらアルミナセラミックは製鉄所において高炉用微粉炭吹込管などの各種粉体輸送管に継続使用され、実績を上げている。

参 考 文 献

- 1) 佐藤 力, 東原 健, 岡本孝雄: 川崎伊材技報, No. 11 (1980), 61-77
- 2) 和田重孝, 渡辺直義: 窯業協会誌, 95 (1987), 835-840
- 3) 和田重孝, 渡辺直義: 窯業協会誌, 95 (1987), 976-983

<問い合わせ先>

川崎伊材(株) 新素材事業部 (担当藤原)

〒678-02 兵庫県赤穂市中広東沖 1576-2

Tel 07914 (5) 2781 Fax 07914 (3) 8336