

構造材料としてのファインセラミックス

総合技術研究所 新素材技術 G

ファインセラミックスが機能材料として、広く使用されていることを前号で紹介した。一方、硬い、高温に耐える、腐食に強いなどから、機械部品の構造材料として研究され、次第に使用されてきている。(第1表)

ニッケル、クロム、コバルトなどを主成分とする超合金と並んで、高温部分に使用できるようになると材料の長寿命化のみならず、熱機関の効率向上が期待できる。そこで今回は構造材料としてのファインセラミックスについて述べる。

1 耐熱材料としてのファインセラミックス

耐熱材料は、高温に耐えると同時に、熱膨張率が小さくて、急激な温度変化に耐える耐熱衝撃性であることが重要である。

スペースシャトル“コロンビア号”の機体表面は、大気圏突入時に約1,500℃の温度に達するため、シリカファイバ (SiO₂) 系のセラミックス断熱タイルが張られ、話題になった。

火力発電所のボイラバーナ部品は高温燃焼ガスにより焼損が生じる。バーナチップは高温強度、耐熱衝撃性などから窒化珪素(Si₃N₄)が、またバーナディフューザ(保炎板)は耐熱性、耐熱衝撃性などより炭化珪素(SiC)などの適用研究が進められている。

石炭の高度利用技術として、石炭ガス化複合発電の研究が進められている。複合発電ではガスタービンの入口温度を高くすると、効率が著しく上がる。

そのためガスタービンの燃焼器、動翼および静翼には高温強度が高く、また高温においてナトリウム、カリなどの腐食促進物質に耐える材料として炭化珪素、サイアロン (Si-Al-O-N) の適用が検討されており、入口ガス温度1,300~1,500℃が、開発の目標となっている。

自動車部品のファインセラミックス化は長寿命化および高効率化に有効であり、すでに1部の車種に次のとおり使用されている。

ターボチャージャロータには、高温強度および軽量化などから、窒化珪素が選定され、加速性の向上が図られている。

また、ディーゼルエンジンの副燃焼室には、燃焼温度を高めるため、高温強度に優れた窒化珪素が選定され、燃焼効率の向上が図られている。

2 耐摩耗材料としてのファインセラミックス

ポンプのメカニカルシールリングは、著しい摩耗が生じるため、炭化珪素が広く使用されている。

火力発電所の排煙脱硫装置のスラリ用ポンプには、耐摩耗、靱性および耐食性に優れたジルコニア (ZrO₂) の適用が研究されている。またスラリ弁には耐摩耗性のアルミナ (Al₂O₃) が使用されている。

石炭をスラリ化したCOM (石炭・油スラリ) およびCWM (石炭・水スラリ) 用バーナチップには、耐摩耗性に優れた窒化珪素の適用が研究されている。

エンジンの吸・排気弁を開閉する機構のロッカアームチップには、耐摩耗性に優れた窒化珪素が使用されている。

3 耐食材料としてのファインセラミックス

高純度薬品ポンプには、耐食性に優れたジルコニアが使用されており、また海水ポンプのスリーブには、耐食および耐摩耗性などからアルミナセラミックスコーティングが使用されている。

第1表 構造材料としてのファインセラミックス

特 性	セラミックス	使用例または研究対象例
耐熱性	SiC サイアロン	ガスタービン燃焼器 ガスタービン動翼、静翼
	SiC	バーナディフューザ (保炎板)
	Si ₃ N ₄	ターボチャージャロータ ディーゼル副燃焼室
耐摩耗性	Al ₂ O ₃	スプレーノズル、切削工具
	SiC	メカニカルシールリング
	Si ₃ N ₄	COM (石炭・油スラリ) 用バーナチップ CWM (石炭・水スラリ) 用バーナチップ ロッカアームチップ
	ZrO ₂	スラリポンプ、はさみ、ほうちょう
耐食性	Al ₂ O ₃	薬品ポンプ スラリポンプ、スラリ流量調節弁