

## 〈新製品紹介〉

### アルミナ質連続繊維強化セラミック複合材料

## T/#8360 「ルビコンポ」

スペシャリティー事業開発部 開発チーム

### 1. はじめに

高温環境下で使用できる材料として、従来、緻密質セラミックス材料が各種工業炉や燃焼機器などの用途で多用されてきた。しかしながら、これらのセラミックス材料は固く脆いため、薄肉製品の製作が困難であり、また、大きな熱衝撃がかかる環境下では、突発的かつ瞬間的な亀裂の発生や、これに伴う製品の一部脱落が生じるなどの欠点があった。

今回紹介する「T/#8360 ルビコンポ」は、これらの問題を解決するために開発したアルミナ質連続繊維強化セラミック複合材料である。

### 2. ルビコンポとは

「T/#8360 ルビコンポ」は、アルミナ質連続繊維「T/#8350 ルビロンクロス」とアルミナセラミックスを積層・複合化した、薄板状の連続繊維強化複合材料である。耐熱性・耐熱衝撃性・耐風速性に優れ、また熱容量が小さく、複雑な曲面形状の製作が可能といった特長を有する新しいタイプのセラミックス材料である。本製品は、従来の緻密質セラミックス材料の欠点であった、高温下での突発的な破壊を起こさないという特長を併せ持っており、1年間の試験販売後、本年6月に製品化した。燃焼機器周辺の耐熱材料を始めとして、多くの用途で評価・採用されている。

#### 2.1 ルビコンポの特長

ルビコンポの特長を以下にまとめる。

- ①薄肉（最小厚さ1mmが可能）で高強度
- ②耐熱性および耐熱衝撃性に優れる

- ③任意の形状が製作可能（FRPの成形に似たハンドレイアップ成形を基本としている。写真1参照）

- ④軽量であり、熱容量が小さい

- ⑤酸化物/酸化物系の複合材料なので、高温での酸化がない

- ⑥フリースタンディング（自立）が可能

- ⑦発塵が極めて少ない（弊社製RFボードと比較して）

- ⑧加工が容易（通常工具で加工可能）

#### 2.2 ルビコンポの構造

ルビコンポの断面電子顕微鏡写真を写真2に示す。ルビコンポはFRPと同様に、アルミナ質連続繊維（ルビロンクロス）とマトリックス（アルミナセラミックス）が、交互に積層された状態となっており、マトリックス中に強化繊維が埋め込



写真1 ルビコンポの形状事例

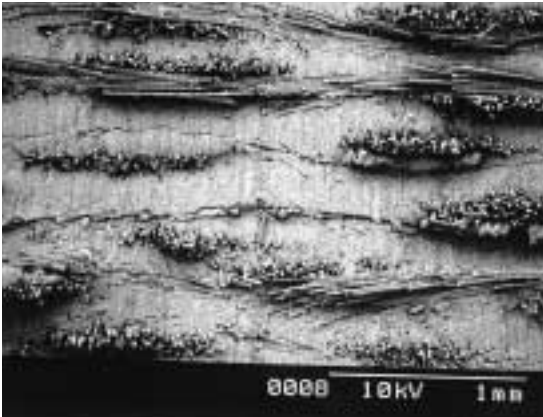


写真2 ルビコンポ断面SEM写真

まれた構造となっている。

### 3. ルビコンポの特性

ルビコンポの代表的特性を表1に示す。

#### 3.1 加熱後曲げ強度

平板状に製作した試験片を、各温度で3時間加

表1 ルビコンポの代表的特性

試験項目		測定値	
最高使用温度( ) *注1		1500	
加熱前室温測定値	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	1.8	
	曲げ強度 MPa	54	
	破断時たわみ量 (mm) スパン100mm	19	
	破断モード	セラミック特有の急激な破断が起こらない	
耐熱試験	加熱後曲げ強度 MPa	1200	33
		1400	25
		1500	16
		1600	15
急熱急冷試験	1400 × 20min 空冷 × 20min 急熱急冷繰り返し	10サイクル 水冷1回	有害な亀裂, 割れの発生なし
	曲げ強度 MPa	10サイクル後	

(測定値であり規格品ではありません。)

注1 最高使用温度は、使用条件(熱的, 機械的及び化学的雰囲気)によって異なるので、事前に実際の使用条件下で評価して下さい。

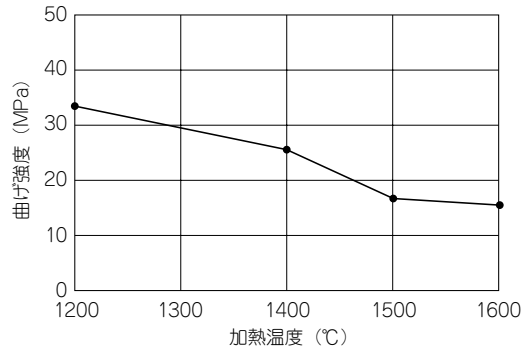


図1 加熱後曲げ強度

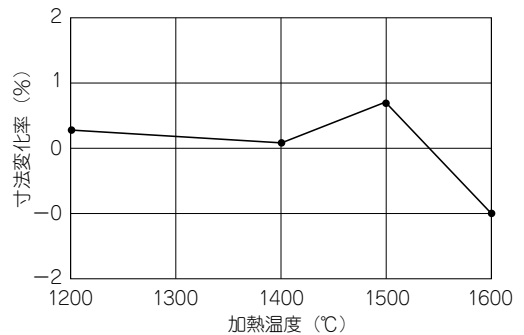


図2 加熱後の寸法変化率

熱した後、室温にて測定した加熱後曲げ強度(3点曲げ)を図1に示す。

加熱温度の上昇とともに強度の低下が認められたが、1,600°Cでの加熱後においても15MPaと強度を保持している。

#### 3.2 加熱後の寸法変化率

平板状に製作した試験片を、各温度で3時間加熱した後、加熱前後の寸法を測定してその変化率を算出した結果を図2に示す。

通常セラミックス材料は、焼成時に大きな収縮をするため、収縮代を考慮して製作しなければならないが、ルビコンポは1,600°Cで焼成しても約1%程度しか収縮せず、また、焼成後においても寸法変化の少ない製品が得られる。

#### 3.3 急熱急冷特性

炉床昇降式の電気炉を使用した急熱急冷試験結果を図3、図4に示す。試験は、加熱冷却パター

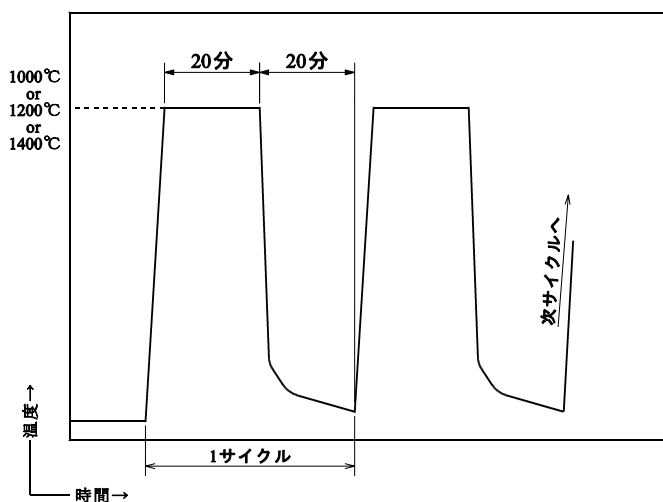


図3 急熱急冷試験 温度パターン概略図

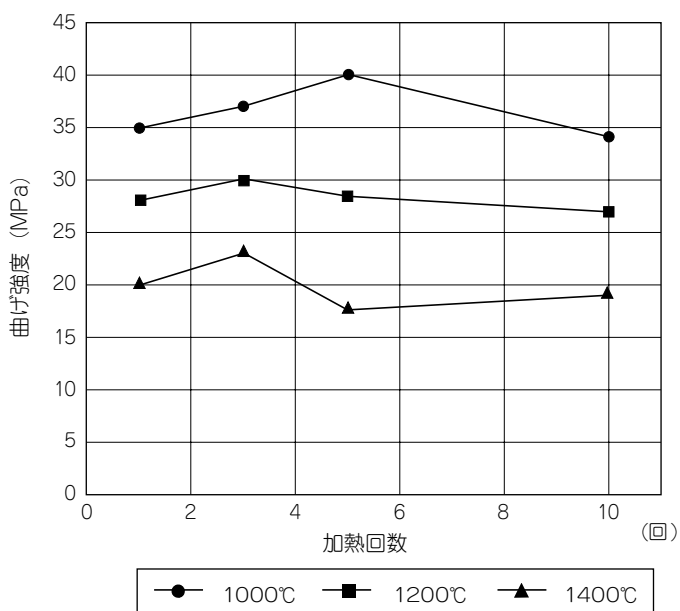


図4 急熱急冷試験後の曲げ強度

ン(図3)に示した通り、予め1400℃に昇温した電気炉中に試料を入れ、20分間加熱した後、炉中から取り出して急速に空冷する方法で行った。

急熱急冷試験後の曲げ強度変化を図4に示した。1400℃の試験を10回繰り返した後でも強度はほとんど低下していないことが分かる。

#### 4. ルビコンポの主な用途

- ① 燃焼機器 (バーナーノズル (コンバスター)、バーナータイルのライナー、燃焼室等)
- ② 耐風速性が必要なファイバー炉の内張り
- ③ 低ダストを要求される炉の内張り

表2 使用実績

用 途	寸 法	温 度 ( )	風速 (m/sec)
バーナーノズル	50 × 80 × 2t × 200L	1300 ~ 1500	120
	55 × 1.5t × 700L	1300	120
	55 × 80 × 2t × 320L	1500 ~ 1600	100
	13 × 50 × 1t × 250L	1300 ~ 1400	100
	100 × 2t × 200L	-	-
バーナータイル	220 × 1.5t × 500L	1500	40
	140 × 2t × 230L	1400	100
	70 × 2t × 1250L	1200	25
	100 × 280 × 2t × 370L	1100	30
	100 × 2t × 500L	1250	70
	110 × 2t × 250L	1550	-
燃 焼 室	120 × 3t × 300L	1000	0.7
	300 × 2t × 200L	1500	-
	420 × 1.5t × 800L	1100	-
誘導加熱炉内壁	240 × 2t × 650	1200	-
	100 × 130 × 2t	1000	-
誘導加熱向けの部材	38 × 110 × 2t × 140L	1000	-
燃焼ガス用ダクト	100 × 2.5t × 1000	1400 ~ 1600	70 ~ 120
	100 × 2t × 950L	950	15
耐 熱 保 護 管	30 × 2t × 1500L	1600	-
	90 × 2t × 300L	-	-
燃料電池改質器の部材	200 × 2t × 1500L	1000	-
	65 × 77 × 2t × 400L	1300	-
フ ェ ル ー ル	40 × 2t × 160L	1450	8

④セラミックチューブの代替

⑤誘導加熱炉の断熱材兼電気絶縁材

代表的な使用実績を表2に示す。主に燃焼機器(バーナーノズル, リジェネレイティブバーナーのコンバスター, バーナータイルのライナー, 燃焼室), 誘導加熱炉の断熱材兼電気絶縁材等に用いられている。

今後は, 燃料電池改質器の部材(バーナータイル・コンバスター), 熱交換用パイプ等の高温耐熱部材, アルミ溶湯の配管ライナーとしての用途が期待されている。

5. おわりに

本製品は, 固い, 脆いといった従来のセラミックスの常識を打ち破った新規のセラミックス材料であり, 今後様々な新しい用途が期待されている。

ユーザー各位のご意見, ご要望を頂きながら, ルビコンポがそれらに満足できる製品となるよう努力する所存である。