

イソライト工業株式会社

Isolite Insulating Products Co., Ltd.

中 島 幸 次*

Koji NAKASHIMA

Abstract

Ceramic fiber is a fibrous lightweight material with refractoriness. Today, there are various grades in ceramic fiber and they are used for various furnaces operated at temperature higher than 1350°C due to effective thermal insulation and low heat capacity. Among various grades ceramic fiber, the most suitable one for high temperature furnace is the grade of α alumina and mullite content. But this grade has disadvantage of higher cost. Therefore, most common practice is to use a combination of lower cost grade of ceramic fibers.

1. はじめに

セラミックファイバー（以下CF^{*1}）は、アルミナやシリカを主成分とする耐火性を備えた繊維状の軽量な材料で、繊維状であるがゆえに断熱性が優れており、軽量なため熱容量が小さい。この特長を生かして各種工業炉の耐火断熱材として使用されている。

当初CFは、操業温度が1000°C程度の比較的低温の炉に使われたが、その優れた省エネルギー効果が認められ、より高い温度の炉への使用拡大が図られ、高温グレードのCF開発により、現在では1350°Cを超える圧延加熱炉にも使われている。

2. CFの種類と耐火性

(1) 標準品（1260°C品、アルミナ・シリカ質）

アルミナとシリカの重量比はほぼ47：53で、耐火性能の指標となる24時間加熱の熱収縮はおおよそ1100°C加熱で2%，1200°C加熱で3%，1300°C加熱で4%，1400°C加熱では13%である。

(2) 1400°C品（アルミナ・シリカ・ジルコニア質）

アルミナとシリカ、ジルコニアの重量比はほぼ35：50：15で、熱収縮は1200°Cで2%，1300°C加熱で3%，1400°C加熱で5%である。

(3) 1500°C品（アルミナ・シリカ・クロミア質）

1. Introduction

Ceramic fiber (hereinafter called CF^{*1}) is a fibrous lightweight material with refractoriness, made of mainly alumina and silica. It has highly efficient of thermal insulation due to its fibrousness and low heat capacity due to its lightness in weight. Making full use of those characteristics, CF is used for various industrial furnaces as a material for thermal insulation.

During the initial stage, CF was used for relatively low temperature furnaces at around 1000°C. After its supremacy of energy efficiency was recognized, applications for higher temperature furnaces were diligently pursued. Today with the development of high temperature grade CFs, they are even used for reheating furnaces operated at temperatures higher than 1350°C.

2. Various Grades of CF and Their Refractoriness

(1) Standard Grade (up to of 1260°C Alumina-Silica content)

* イソライト工業株式会社 断熱事業本部 エンジニアリング部 課長 Manager, Engineering Department, Isolite Insulating Products Co., Ltd

アルミナとシリカ、クロミアの重量比はほぼ40 : 58 : 2で、熱収縮は1300℃で1%, 1400℃加熱ではほぼ2%である。

(4) 1600℃品 (α アルミナ質, ムライト質)

このCFは製造時に熱処理を受け、結晶質となっているため、使用時における結晶析出に伴う収縮が現れず、その熱収縮はほかのCFに比べ小さい。1400℃加熱ではほぼ0.5%である。

3. CFの熱収縮の配向特性

CFはその製法上繊維に配向性がある。そのため熱収縮は一樣ではなく配向特性がある。ブランケット状の製品（標準形状は長さ7.2m, 幅600mm, 厚み25mm）では繊維は長さ方向に配向していて、厚み方向には配向していない。そして熱収縮はブランケットの長さ方向で大きく、厚み方向には小さい。厚み方向の熱収縮は長さ幅方向の60~70%である。

4. 高温炉に適用されるCF

(1) 製品形態

CFは低温炉ではブランケットを金属のスタッドボルトやツイストロックピンで壁紙状に取り付けられるが、高温ではそのボルトやピンが使えず壁紙状に取り付けることができない。この問題を解決するため、ブロック（モジュール）が考案された。この製品は取り付け具を内蔵する形になっており、取り付け具の高温に対する問題を解決している。ブロック（モジュール）の形状は

Fig. 1 に示すようなブランケットを短冊状に切断、積層したものか、あるいはブランケットを折り返して重ね合わせたもので、ブランケットの厚み方向の面が炉内側となるように施工される。そして、厚み方向が熱面とな



Fig. 1 15A HIBRID UNIBLOK.

The weight ratio between alumina and silica is about 47 : 53. The heat shrinkage after heating for 24 hours, an indicator of thermal insulation efficiency is: 2% at 1100℃, 3% at 1200℃, 4% at 1300℃ and 13% 1400℃.

(2) Grade 1400 (up to of 1400℃ Alumina-Silica-Zirconia content)

The weight ratio between alumina, silica and zirconia is about 35 : 50 : 15.

The heat shrinkage is : 2% at 1200℃, 3% at 1300℃ and 5% at 1400℃.

(3) Grade 1500 (Alumina-Silica-Chromia content)

The weight ratio between alumina, silica and chromia is about 40 : 58 : 2. The heat shrinkage is : 1% at 1300℃ and about 2% at 1400℃.

(4) Grade 1600 (α -Alumina and Mullite content)

Heat-treated in the process of manufacturing. As Grade 1600 CF is already crystallized, shrinkage due to crystallization doesn't occur in use. Therefore, compared with other CFs, its thermal shrinkage is relatively minimal. About 0.5% at 1400℃

3. Fiber Orientation and Thermal Shrinkage of CF

CF has a fiber orientation which is attributed to the manufacturing method of the fiber. Accordingly, its thermal shrinkage shows the effect of fiber orientation. For example, a blanket made of CF (standard blanket is 7.2m long, 600mm wide and 25mm thickness) has its fiber orientation towards both its length and width not towards its thickness. The thermal shrinkage of the blanket is more noticeable towards the direction of its length and width than towards its thickness. The thermal shrinkage towards its thickness stays within 60~70% of the shrinkage towards its length and width.

4. Applications to High Temperature Furnaces

(1) Shapes of Products

For low temperature furnaces, CF is installed with metal stud bolts or twist lock pins like attaching wallpaper on the furnace wall. However, those

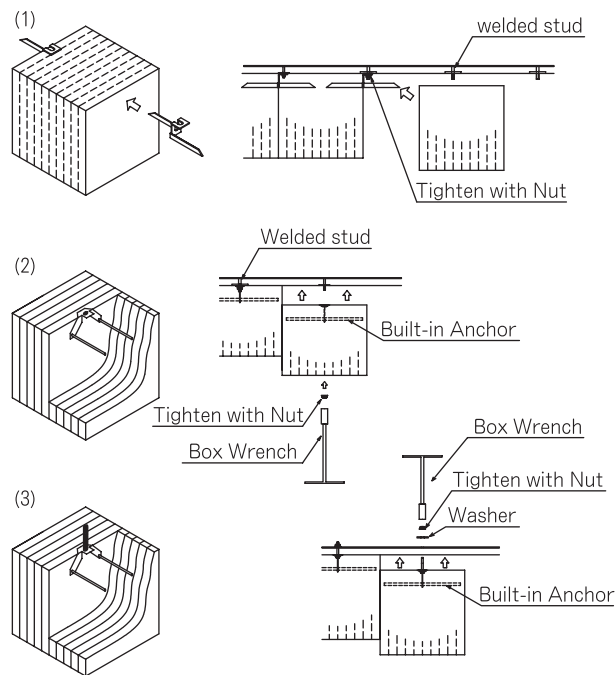


Fig. 2 Anchoring methods.

るため全体としては熱収縮が小さくなる。

Fig. 1 に1500℃品と1600℃品を組み合わせたハイブリッドユニブロック15Aを示す。

(2) 取り付け方法

Fig. 2 に示すように、このブロックを取り付ける方法には、アンカー固定用のスタッドボルトをケーシングに溶接しておき、ブロックに支持金具を刺し込んで、ナット、ワッシャーで取り付けする方法や、あらかじめ支持金具を埋め込んだブロックを炉内側から特殊ナットでスタッ

bolts and pins are not usable with high temperature furnaces because the metal anchors are exposed, and CF can't be handled like wallpaper. Development of fiber block (module) was the solution for this problem. The fiber block has a built-in anchor which can sustain high temperatures. The block is made by putting together several blankets cut in rectangles or uses a multifolded blanket. The blocks are installed, so that the blankets are perpendicular to the furnace wall reducing gaps caused by shrinkage.

Fig.1 shown here is a combination of Grade 1500 and Grade 1600 Isolite 15A Hybrid Uniblok.

(2) Anchoring Methods

As shown in Fig.2, several methods for mounting blocks to furnaces have been developed to best a wide variety of applications. Those methods include stud bolts welded on the casing and anchors pierced into the blocks.

The bolts and anchors are tightened with nuts and washers: Anchors are implanted in the blocks. The blocks are mounted to the furnace wall by tightening the anchors and stud bolts using special nuts: An anchor with a stud bolt is implanted in each block. Blocks are tightened from outside the casing through holes in the casing.

(3) Properties

Table 1 shows properties of various grade of

Table 1 Properties of various grades of UNI-BLOK

		1260 UNI-BLOK	1400 UNI-BLOK	1500 UNI-BLOK	HYBRID UNI-BLOK 15A
Max. Service Temp. (°C)		1260	1400	1500	1500
Bulk Density (kg/m ³)		160	160	160	160
Thermal Conductivity (W/mK)					
	400°C	0.09	0.09	0.09	0.09
	600°C	0.14	0.14	0.13	0.13
	800°C	0.20	0.20	0.17	0.17
	1000°C	0.28	0.28	0.24	0.24
Shrinkage by Heat (%)					
	900°C×24hrs	0.5			
	1000°C×24hrs	1.0	0.2		
	1100°C×24hrs	1.3	1.0	0.6	
	1200°C×24hrs		1.5	0.9	0.8
	1300°C×24hrs			1.2	1.1
	1400°C×24hrs			1.7	1.6

ドボルトに固定する方法がある。

また、スタッドボルト付支持金具を埋め込んだブロックを、穴開けしたケーシングの炉内側から刺し込み外側で固定する方法など、幅広い用途に最適な工法がある。

(3) 品質

各種ブロックの品質をTable 1 に示す。

5. おわりに

CFの中で α アルミナ質やムライト質で結晶質のものがその熱収縮が小さくて高温での使用に適しているが、原料や製造のコストが高く、高価な材料になっている。そのため、他のCFと組み合わせて、トータル価格を抑えて使うことが多い。

※1 CF

セラミックファイバー (CF) は、アルミナ (Al_2O_3) とシリカ (SiO_2) を主成分とした人造鉱物繊維で、非晶質のリフラクトリーセラミックファイバー (RCF) と結晶質のアルミナ繊維及びムライト繊維 (AF) を総称する。

UNI-BLOCK.

5. Conclusions

Among various grades of CF, the most suitable one for high temperature furnaces is the grade of α alumina and mullite content due to minimal thermal shrinkage. But the disadvantage of this grade is the cost of materials and also manufacturing. Therefore, today's most common practice, aimed at total cost reduction, is to use a combination of different grades of CF.

※1 CF

CF is a man-made mineral fiber, made of mainly alumina (Al_2O_3) and silica (SiO_2), it includes noncrystalline refractory ceramic fiber (RCF), crystalline alumina fiber and mullite fiber (AF)