

SHINAGAWA TECHNICAL REPORT

イソライト工業株式会社
「RCFフリーの不定形繊維質断熱材
(タッピング材及びコート材)」

Isolite Insulating Products Co., Ltd.
“Development of RCF-Free Moldable Fibrous
Insulation (Tapping Products and Coating
Products)”

末 吉 篤
Atsushi SUEYOSHI

根 本 大 輔
Daisuke NEMOTO

品川技報

イソライト工業株式会社 「RCFフリーの不定形繊維質断熱材（タッピング材及びコート材）」

Isolite Insulating Products Co., Ltd. “Development of RCF-Free Moldable Fibrous Insulation (Tapping Products and Coating Products)”

末 吉 篤^{*1} 根 本 大 輔^{*2}
Atsushi SUEYOSHI Daisuke NEMOTO

要 旨

RCF規制の対象とならない不定形繊維質断熱材であるタッピング材とコート材を開発した。
実施工したところ、これらの製品の施工性は従来品と同等であった。また、断熱キャストブル
をタッピング材に変えることで断熱性が改善されることが示された。
コート材は繊維質断熱材と同等の加熱収縮率に調整することで剥離を低減することができた。
コート材を施工することで繊維質断熱材の寿命延長を図ることが可能である。

Abstract

The newly developed ISOLITE tapping products and coating products are made of unshaped fibrous thermal-insulation materials which are not subject to the RCF regulation.

The onsite workability of the products was the same as the conventional products.

It was shown that the thermal insulation characteristics were improved by changing from insulation castable materials to tapping products.

We adjusted the heat shrinkage ratio of the coating products to almost equal that of base fibrous insulation matrixes to reduced detachment and peeling off. Coating on the heated face of fibrous blocks with ISOLITE significantly improves erosion resistance characteristics, resulting in longer service-life.

1. 緒言

弊社は、不定形繊維質断熱材（タッピング材及びコート材）を販売している。これらは高温断熱ウールを含んでいるため、通常のキャストブル・プラスチック耐火物と比べて軽量であり断熱性が高く、熱的スポーリング性に強い。また粘着性

1. Introduction

ISOLITE produces moldable fibrous thermal-insulation (tapping products and coating products). These contain high temperature resistant insulation wools, so they are light-weight compared to common castable and plastic refractory

^{*1} イソライト工業株式会社 中央研究所 主席研究員 Senior Principal Researcher, Central Research and Development Laboratory, Isolite Insulating Products Co., Ltd.

^{*2} イソライト工業株式会社 中央研究所 研究員 Researcher, Central Research and Development Laboratory, Isolite Insulating Products Co., Ltd.

も富むのでライニング材として重宝され好評である。

昨年11月に施行された特定化学物質障害予防規則等の改正によりRCF（Refractory Ceramic Fiber）に健康障害防止処置が義務付けられたことから、規制の対象とならないRCFフリーの不定形繊維質断熱材への切替を検討し、従来品と同等以上の耐用性、施工性を有する製品を開発した。

改正特化則施行から1年が経過し、不定形繊維質断熱材のRCFフリー品の使用事例で様々な結果が挙がってきた。これらの事例の中から、従来のキャストブル施工をタッピング材施工に変更して断熱効果が改善されたこと、またコート材を使用して耐久性と耐浸食性（特に酸化鉄に対して）が改善されたこと等を報告する。

2. 開発品の特徴

2.1 タッピング材

RCF代替繊維にAES（アルカリアースシリケート）やAF（アルミナファイバ）を温度グレードにより1種以上用い、これらに無機フィラーと結合材を混合した製品である。ドライ品（Fig.1）とウエット品があり、ドライ品は水を添加して練り状にして施工する（Fig.2）。ウエット品はそのまま施工する。

施工前の状態は、粘着性がある（Fig.3）。

粘着性があるので、工業炉の複雑な取り付け部分、ダクト、蓋、または水冷パイプのバック材、目地充填材に使用されている。キャストブル・プ

materials, and have excellent thermal insulation and thermal spalling characteristics. These have good adhesiveness and are widely used as lining-materials.

In November 2015, the Ordinance on Prevention of Hazards Due to Specified Chemical Substances (Japanese law) was enacted. The ordinance included prevention ill health requirement for refractory ceramic fiber (hereafter RCF). We studied RCF-free moldable fibrous insulation products which are not subject to the regulation and developed the same or longer service-life and workability products.

One year has passed since the law has been enacted. We have monitored the performance of the RCF-free moldable fibrous insulation products. We will describe the improvement of thermal insulation effects using the tapping products, and the improvement of erosion resistance, especially to iron oxide attack, using the coating products in this report.

2. Characteristics of the Newly Developed Products

2.1 Tapping products

We use alkaline-earth-silicate-fiber (hereafter AES as like low-biopersistent fiber) and Alumina-fiber (AF) instead of RCF for tapping product materials.



Fig.1 Visual appearance condition of powdery tapping products.



Fig.2 Visual appearance condition of premixed tapping products.

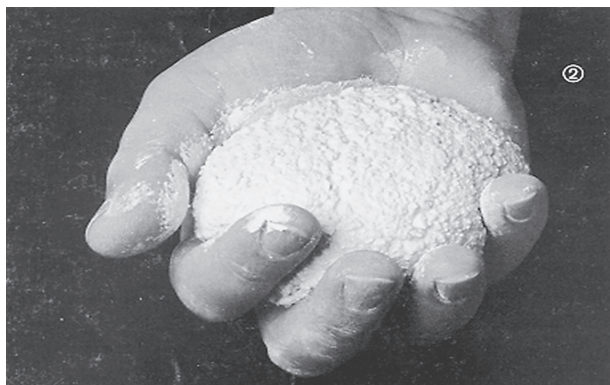


Fig.3 Handling of premix tapping product.



Fig.4 Coating products practice with spray gun.

ラスチック耐火物と比べてかさ密度が小さいので軽量であり、熱伝導率が小さいので断熱性が高い (Table 1)。

2. 2 コート材

RCF代替繊維にAF (アルミナファイバ) を用い、これらに無機フィラーと結合材等を混合した製品である (Table 1)。

ドライ品であるので、水を添加してスプレー施工や鋲塗り施工する (Fig.4)。

粘着性があるので、リバウンドがほとんどない。繊維質断熱材の加熱面に施工し、耐風速性や耐浸食性向上に使用されている。

耐久性の指標として、加熱炉での長期加熱の加熱線収縮率を測定した。開発品 (RCFフリー品) は従来品 (RCF含有品) や比較品 (繊維を含まない) と比較して加熱線収縮率が小さい (Fig.5)。

従来品や比較品は、コート材の収縮が母材の繊維質断熱材の収縮より大きいので剥離や脱落が

We blend one or more kind of fiber. The products are mixtures of fibers, inorganic binders and fillers. There are the two kinds of products, a dry-type (Fig.1) and a wet-type. The dry-type is used after being kneaded with water at the lining work site (Fig.2). The wet-type is ready for use at the lining work site.

These products are adhesive (Fig.3). Because of the adhesiveness, they can be used for the backup insulation of complicated scramble-parts such as duct, covers of industrial furnaces and water cooling pipe, skid pipe and as patching material for joints, cracks and fissures of fibrous insulations. It is lightweight because the bulk density is smaller than castable and plastic refractory materials. It has excellent thermal insulation characteristics because of its low thermal conductivity (Table 1).

2. 2 Coating products

Our coating products are mixtures of AF instead of RCF, with inorganic binders and fillers (Table 1). It is dry-type. They are used by mix with water for spray-lining or trowel-lining (Fig.4). Good adhesiveness gives almost no rebound loss. They are used on the heated faces of fibrous blocks to improve wind velocity resistant and erosion resistance to iron oxide scale.

To evaluate durability, we measured the linear shrinkage during long-term heating in a reheating furnace. The developed RCF-free product has smaller shrinkage at high temperature than the conventional RCF products (Fig.5). The conventional products and test products have larger shrinkage than the fibrous insulation materials used as the base fibrous insulation matrix. They sometimes detached and fell off. The developed products have small shrinkage or equal to the base matrix, which helps prevent detachment and falling off.

Table 1 Typical properties of tapping and coating products (RCF-free)

		ISOTAP F-12MA	ISOTAP F-14A	Neokote-KA
Item		Tapping products	Tapping products	Coating products
Temperature Classification /degC		1200	1400	1600
Chemical composition / mass%	SiO ₂	37	15	3
	Al ₂ O ₃	46	80	80
	CaO	9	5	2
	MgO	8	—	15
Physical properties	Bulk density / g·cm ⁻³ 105degC Dried	0.7	1.0	0.9
	Thermal conductivity / W·m ⁻¹ ·K ⁻¹ 350degC 1000degC	0.18 0.26	0.22 0.31	—
	Liner Shrinkage/ % () /degC×3h	1.2 (1200)	0.5 (1400)	2.3 (1600)
	Modulus of rupture/Mpa () /degC×3h	0.5 (1200)	0.8 (1400)	—
	Compressive strength /Mpa () /degC×3h	0.6 (1200)	1.8 (1400)	—
Marks	Characteristic	Excellent thermal insulation	High strength	Resistance to FeO scale

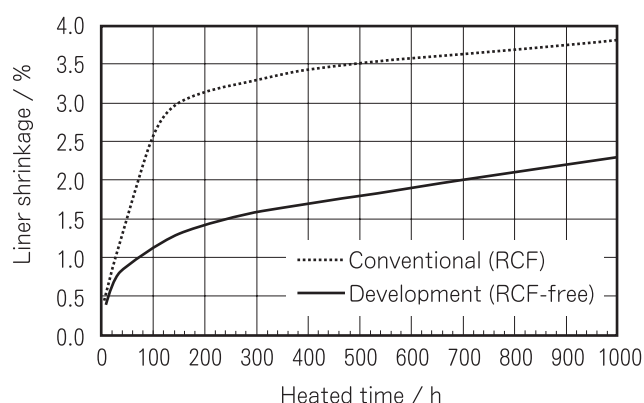


Fig.5 Liner shrinkage of coating products heated at 1450°C.

あったが、開発品は、収縮が小さく母材の収縮と同等であるため、剥離や脱落が無いといった効果がでている。

3. 実使用例

3.1 施工性

RCFを代替繊維に置き換えると、繊維の特性の違いから粘着性や保形性が低下し施工に不具合が生じた。このため、配合を調整し従来品同等の粘着性と保形性を得た。

施工では従来品と遜色ないとの評価であった。

3. Application Results

3.1 Workability

At first, when we used AES and AF instead of RCF, the adhesiveness and consistency were not adequate often resulting in difficult workability. We adjusted a combination of inorganic binders and fillers to improve adhesiveness and consistency so that they were equal to conventional products. The evaluated workabilities of the developed products were the same as the conventional products.

3.2 Thermal insulation characteristics

According to RCF restriction, the previously installed RCF containing tapping product lining was demolished followed by castable installation. However, since considerable increase in heat loss became issue, RCF-free tapping products have been required. We compared the thermal insulation characteristics of RCF-free tapping products and the conventional castable materials configuration at a heat-treatment furnace. The temperature in the furnace was

Table 2 Comparison of energy saving ratio between tapping products and insulating castable materials

	Conventional		Improved	
Refractory composition	1400grade Insulating castable	250mm	Moldable fibrous insulation Tapping products ISOTAP F-14A	250mm
	Calcium silicate board	50mm	Calcium silicate board	50mm
	Total	300mm	Total	300mm
Cold face temperature /degC	118		99	
Heat flow /W・m ⁻²	1124		843	
Energy saving ratio	1		1.25 (25% Energy saving)	

Condition : Furnace temperature 1300degC



Fig.6 Spraying coating product on the hot face of alumina-fibrous blocks in a re-heating furnace.



Fig.7 Appearance of coated alumina-fibrous blocks under the dispersal conditions of iron-oxide scale for 8 months in a re-heating furnace.

3. 2 断熱性

RCF規制により、RCFを含んでいる現行のタッピング材は解体されキャストブルへと変更された。しかし、熱損失が大きくなり問題となったので、RCFフリーのタッピング材が望まれた。

RCFフリーのタッピング材を使用した断熱構成と従来のキャストブルを使用した断熱構成において、表面温度を測定し比較した。炉内温度は1300℃断熱厚さは300mmで行った。

タッピング材を使用した断熱構成は、キャストブルを使用した断熱構成と比べて表面温度は約19℃低く、放散熱量が25%低減された。このことは25%省エネできたことを示していた (Table 2)。

3. 3 耐浸食性

加熱炉のアルミナ繊維質ブロックの加熱面にコート材を施工した (Fig.6)。

1,300 degrees Celsius and insulation thickness was 300mm. The temperature of the outside surface of the insulation was measured. The surface temperature of the tapping material was approximately 19 degrees Celsius lower than the castable material. Furthermore, the tapping product decreased heat flow by 25% compared to the castable materials. This means it saved 25% energy (Table 2).

3. 3 Erosion resistance characteristics

We applied the coating products on the heated side of the alumina-fibrous blocks in a reheating furnace (Fig. 6). The surface of the furnace was exposed to scattered iron oxide scale at 1,450 degrees Celsius for eight months. The erosion status and the depth of the colored layer were measured in order to evaluate performance.

炉内温度は1400℃、酸化鉄スケールが飛散する環境に8ヶ月間暴露し、浸食や変色深さを測定した。

コート材の未施工範囲はアルミナ繊維質ブロックの表面浸食が進んでおり、損傷していた。しかし、コート材を施工した範囲は表層のみ変色が生じており、アルミナ繊維質ブロックに損傷はなかった (Fig.7)。

4. まとめ

不定形繊維質断熱材において高温断熱ウールが使われている。今回、昨年11月に施行されたRCF規制の対象とならない製品を開発した。

法規制施行から約1年が経過し、不定形繊維質断熱材のRCFフリー品の使用事例で様々な結果が挙がってきた。

これら紹介事例の結果から、次のことが分かった。

タッピング材の施工性は従来品と遜色ないとの評価を戴き好評であったことから、施工は従来通りで可能であることが示された。

RCF規制でキャストブルに変更されたが、熱損失が大きい点からRCFフリーのタッピング材が望まれた。キャストブルからRCFフリーのタッピング材に変更して断熱効果が改善されたことから、省エネルギー化に貢献した結果が得られたことが示された。

コート材は、製品としての収縮が母材の繊維質断熱材の収縮と同程度であることから剥離を抑制し、耐久性の改善効果が示された。

繊維質ブロックの加熱面にコート材を施工することで耐浸食性（特に酸化鉄に対して）が改善されたことから、炉材の寿命を延ばせたことが示された。

現在こうした不定形繊維質断熱材は熱処理系の工業炉を主体に実炉への適用が拡大中である。

The bare surface of the alumina-fibrous block was worn. However, the coated area showed just a thin colored area only at the outer layer. There was no damage to the alumina-fibrous blocks (Fig.7).

4. Summary

High temperature resistant thermal-insulation wools are widely used in unshaped fibrous insulation materials. ISOLITE developed RCF-free moldable fibrous insulation products which are not subject to the RCF regulation. One year has passed since the law has been enacted. We have monitored the performance of the RCF-free moldable fibrous insulation products.

In this report, we described the superior characteristics and performance of the newly developed products.

Workability of the developed tapping products was evaluated to be the same as conventional products. Castable was substituted for the conventional RCF containing tapping product according to restrictions on RCF, but increase in heat loss required a RCF-free tapping product. Application of the newly developed RCF-free tapping product decreased of heat flow by 25% compared to castable materials and contributed to saving energy.

The developed coating products have small thermal-shrinkage characteristics at high temperature, almost equal to fiber based insulation matrixes, which has a good effect on preventing detachment and falling off, resulting in longer service-life. Coating the heated face of alumina-fibrous blocks with the new product significantly improves erosion resistance, especially against iron oxide scale, contributing to longer service-life.

These moldable fibrous insulations have been broadly applied to heat-treatment industrial furnaces.