

〈技術レポート〉

ロックウールの製造技術

技術本部 技術部 ロックウール事業推進室 室長 福島 康典

1. はじめに

ロックウールとは、一般にけい酸と酸化カルシウムを主成分とした高炉スラグ、玄武岩などの鉱物原料をキュボラや電気炉で1,500～1,600℃の高温で熔融し、遠心力などで吹き飛ばして繊維状にした人造の鉱物繊維をいう。

繊維状にしたロックウールは捕集され、用途に応じて解繊・粒状化して「粒状綿」に、またはバインダを添加して硬化炉で固め、一定の密度・厚さに調整して、ボード状、マット状などの「成形品」に加工し製品にする。

当社グループでは工場立地や用途に応じて最適な品質と価格でロックウールをお客さまに提供するため、さまざまな熔融方法、繊維化設備、成形設備を使い分け、多様なロックウール製品を生産している。

2. ロックウールの特長

ロックウールは図1の電子顕微鏡写真に示すように微細な人造鉱物繊維で、以下のような特長がある。

2.1 断熱性

微細な繊維の間に大量の空気を含むため、抜群の断熱効果を発揮する。

2.2 防音性

繊維質のロックウールは低周波から高周波に至る広い範囲で高い吸音性能を発揮する。

2.3 耐熱, 耐久性

原料に高炉スラグなど鉱物原料を使用してい

ることから、他の鉱物繊維と比較して高い耐熱性と耐久性を有する。

なお、製造時に表面処理を施すことにより、撥水性、保水性といった機能を製品に付与することができる。

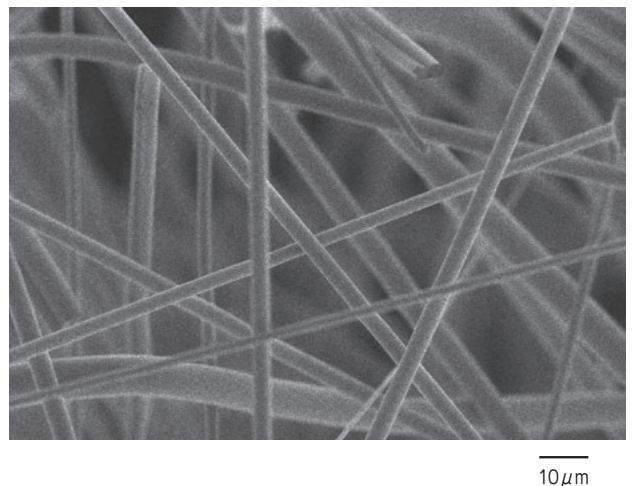


図1 ロックウールの電子顕微鏡写真

3. ロックウール製品の用途

前述のようなロックウールのさまざまな特長を活かし、以下のような用途に幅広く利用されている。

3.1 産業用ロックウール

断熱性、耐久性、防音性を活かしてプラント、発電設備や焼却設備の配管、煙道、タンクなどの保温、また騒音対策が不可避な空港施設や工業施設等での防音にも使用され、省エネルギーおよび環境改善に大きく貢献している。

用途に応じた形状が要求されることから、配管用として円筒状に成形した保温筒と呼ばれる製品やタンク、煙道などの施工に適した保温帯（ベルト）、フェルト、板状（ボード）などの製品がある（図2）。

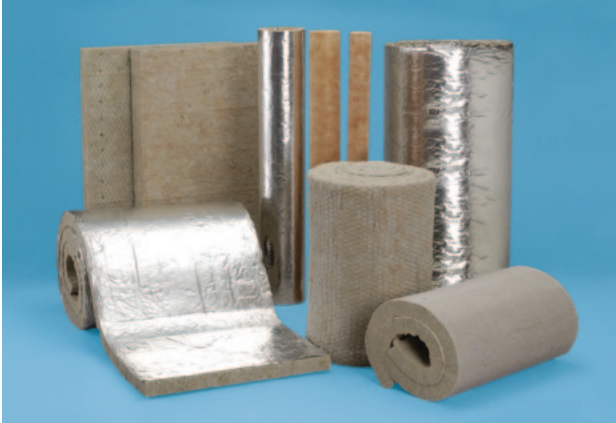


図2 産業用ロックウール製品例

3.2 住宅用ロックウール

ロックウールは住宅用断熱材としてもさまざまな工法に対応し広く使用されており、省エネ時代には欠かせない材料として注目されている（図3）。



図3 住宅用ロックウール断熱材の施工例

3.3 耐火被覆用ロックウール

耐火被覆とは、主に建築物の鉄骨を火災時の熱から保護し、建築物の倒壊抑制や、避難の時

間を確保するためのものである。建物の規模や階数、用途に応じて建築基準法に規定された工法、材料で施工することが義務付けられている。

ロックウールは鉱物繊維の中でも特に高い耐火性を有していることから、耐火被覆の材料として最も多く使用されている。

工法には大きく分けて、吹き付け工法（ロックウール粒状綿を現場でセメントスラリーとともに専用の施工設備を使用して鉄骨などに吹き付けて使用）、巻き付け工法（ロックウール成形品を鉄骨に直接固定して使用）の2種類がある。巻き付け工法の施工例を図4に示す。



図4 巻き付け工法による耐火被覆の施工例

3.4 農業用ロックウール

ロックウールは適度な保水性を付与することで、土に代わる植物栽培用培地として利用されている。また高炉スラグや鉱物を原料としており、それ自身が肥料（けい酸質カルシウム肥料）として働く効果が確認されている。

このうち最も普及しているのが水稲育苗用培地で、高齢化の進んだ稲作農家では土よりも軽いロックウール培地が作業負担を軽減できるとして利用されているほか、野菜や花卉の温室栽培用培地としても広く利用されている。

ロックウール培地は軽量で保水性能が高く、安全な材料であることが認められ、2013年、ISS（国際宇宙ステーション）で行われた宇宙空間でのアズキの栽培実験にも使用された（図5）。



図5 ロックウール培地を使用した宇宙実験装置の模型

4. ロックウールの原料

ロックウールの原料は、日本では当社も含め高炉スラグを主原料にしたものが主流となっている。

高炉スラグは、製鉄所において銑鉄を製造する高炉で、鉄鉱石に含まれる鉄以外の成分と、副原料の石灰石やコークス中の灰分と一緒に溶融分離回収されたものである。高炉から排出されたスラグは、約1,500℃の溶融状態にあり、その冷却方法によって徐冷スラグと水砕スラグに分類される。

5. ロックウールの製造方法

ロックウール製品の製造工程の一例を図6の

模式図に示す。工程は大きく溶融工程、繊維化・集綿工程、成形工程に分かれる。

5.1 溶融工程

ロックウールの製造にはまず原料を溶融する必要がある、製品に応じた各種溶融方法がある。

5.1.1 キュボラ溶融

キュボラとはコークスを燃料とした特殊な溶融炉（図6の溶融炉に相当）で徐冷スラグを主原料に、各種用途に応じた副原料を任意に配合できる。この特長を活かし、当社グループでは住宅用ロックウール断熱材や保温材の生産のほかに原料の多様性を生かして耐熱性の高いロックウール製品を生産している。

5.1.2 電気炉溶融

(1) 溶融スラグ方式

製鉄所で高炉から排出されたスラグを溶融状態のまま鋳物製の専用の運搬容器に入れ、貨車や専用台車で隣接するロックウール工場まで運ぶ（図7）。

運ばれた溶融状態のスラグと成分調整用の副原料を電気炉に投入し、電極を挿入して通電することで、スラグ自身の抵抗発熱により約1,500℃に加熱溶融する。

このように高炉から出た溶融状態のスラグを原料に使用することで、従来の徐冷スラグを使

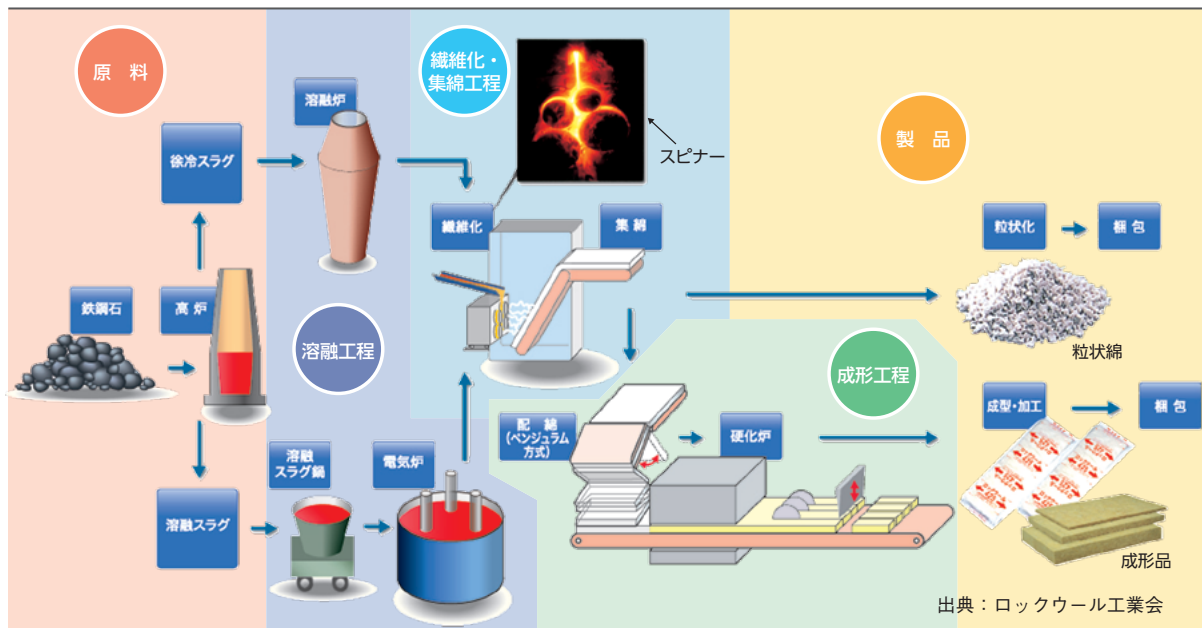


図6 ロックウールの製品の製造工程



図7 熔融状態の高炉スラグ

用する製法に比べると少ないエネルギーでロックウールを生産することができる。当社グループでは製鉄所内に立地する工場にて、この方式で粒状綿と住宅用ロックウール断熱材を生産している。

(2) 冷材方式

熔融スラグ方式に対して、水砕スラグを主原料として少量の成分調整材を加え抵抗加熱にて熔融する。必要に応じて熔融能力、生産規模を選べることから少量多品種の生産に向いている。当社グループでは保温筒の生産設備としてこの方式を採用している。

5.2 繊維化・集綿工程

約1,500℃の熔融状態となった原料はスピナーと呼ばれる高速回転する複数のホイールの遠心力と高速空気チャンバー内に吹き飛ばされて繊維状となる。その際に繊維の表面に少量のバインダ樹脂を噴霧し、付着させる。

吹き飛ばされた繊維は集綿設備に設置されたネット上に連続的に薄くフェルト状に積る。

粒状綿はここでバインダの代わりに少量の発じん防止材を噴霧し、粒状に粉碎し、フルイで粒度調整したのち梱包工程に搬送のうえ圧縮梱包される。

5.3 成形工程

ネット上に薄いフェルト状に捕集した綿は必要な密度、厚さに応じてペンジュラム（Pendulum：振り子）と呼ばれる特殊な積層装置で積層し、均一なマット状に成形する。この装置の導入により、密度の均一性が前世代のロックウールにくらべて格段に向上した。

マット状のロックウールは硬化炉で圧縮しながら熱風を通過させることで、バインダ樹脂を硬化させると同時に、製品密度と厚さを調整する。

硬化工程を経て成形されたロックウール成形品は切断加工の後、最終製品となり梱包して出荷される。

なお、ロックウールの生産工程で発生した副生物（裁断くずなど）は、再び炉内に投入して原料として使用することができる。したがって、廃棄物はほとんど発生しない。

6. おわりに

当社グループでは、2013年11月、新たに熔融スラグ法による住宅用ロックウール専用工場を増設した。この工場には1986年に日本で始めて熔融スラグ法で粒状綿を生産したラインがあり、新ラインはこれまで培った製造技術の集大成であるのはもちろん、国内外から最新の設備を導入したまさに最新鋭のロックウール工場である。

したがって、将来の省エネルギー基準の強化に応じ、さまざまな市場ニーズに合わせた製品ラインアップに対応可能な工場となっている。

本稿ではロックウール製品の概要とその製造方法について当社グループの事例を交えて紹介した。

ロックウール製品は副産物原料の有効利用から始まり、製品機能としての省エネ、その他の環境改善効果により、今後益々その需要が高まることは間違いない。

これからも当社グループは、より良いロックウール製造技術・製品の提供を通じて廃棄物削減、CO₂排出削減により環境負荷の少ない社会の構築に貢献したいと考えている。

筆者紹介



福島康典

技術本部 技術部 ロックウール事業推進室 室長

ロックウールの製造技術開発、製品開発およびロックウール事業に関わる企画、運営に従事

ロックウール工業会産業建設部会部会長

JIS 原案作成委員会委員

ISO/TC163/SC3 国内対策委員会委員