

知っていますか

フェロニッケルスラグ

循環型社会に寄与する魅力ある資源



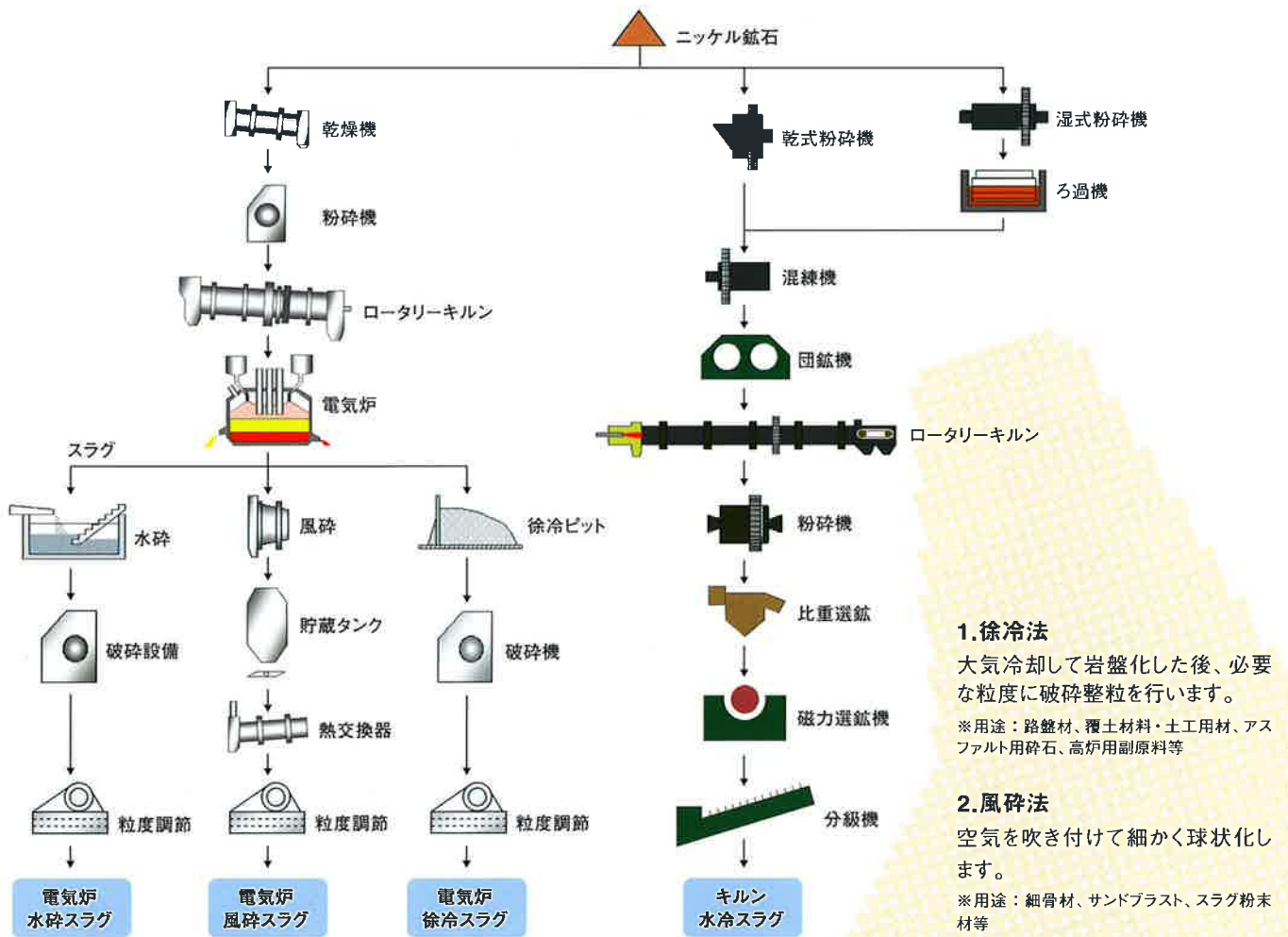
1^{first} フェロニッケルスラグとは

フェロニッケルスラグはステンレス鋼などの原料となるフェロニッケルを製錬する際に発生する副産物で、熔融状態のスラグを使用用途に応じて、後に加工が容易な岩盤状の徐冷スラグと、砂状の急冷スラグに造り分けられています。いずれのスラグも珪酸と酸化マグネシウムが主成分の安定したガラス質および結晶質の物質です。

以前は大半が埋め立て処分され有効利用が進んでいない素材でしたが、循環型社会形成への寄与を目的に用途開発が進められ、1992年にはコンクリート用スラグ骨材としてJIS規格が制定(JIS A 5011-2)されました。以降、コンクリート用細骨材としての利用量が大幅に増えているほか、ケーソンの中詰材・舗装用資材としても利用されてきました。

熔融したフェロニッケルスラグは、冷却方法を変えることによって異なる性質を持つ製品が生まれます(図表1、2)。

図表1 フェロニッケルスラグ製造工程図



1. 徐冷法
 大気冷却して岩盤化した後、必要な粒度に破碎整粒を行います。
 ※用途：路盤材、覆土材料・土工用材、アスファルト用砕石、高炉用副原料等

2. 風砕法
 空気を吹き付けて細かく球状化します。
 ※用途：細骨材、サンドブラスト、スラグ粉末材料等

3. 水砕法
 電気炉から排出したスラグを水で急冷して、砂状に砕きます。
 ※用途：コンクリート用細骨材、アスファルト骨材、ケーソン中詰材、埋戻し材・土地造成材、鉄鋼の融剤、肥料原料

4. キルン水冷スラグ
 キルンから排出したクリンカーを水で急冷して砂状に砕きます。
 ※用途：コンクリート用細骨材、アスファルト骨材、サンドブラスト等



株式会社日向製錬所
 グリーンサンド(電気炉水砕スラグ)



大平洋金属株式会社
 パムコクラストン(電気炉徐冷スラグ)



株式会社YAKIN大江山
 ナスサンド(キルン水冷スラグ)

2^{second} フェロニッケルスラグの安全性

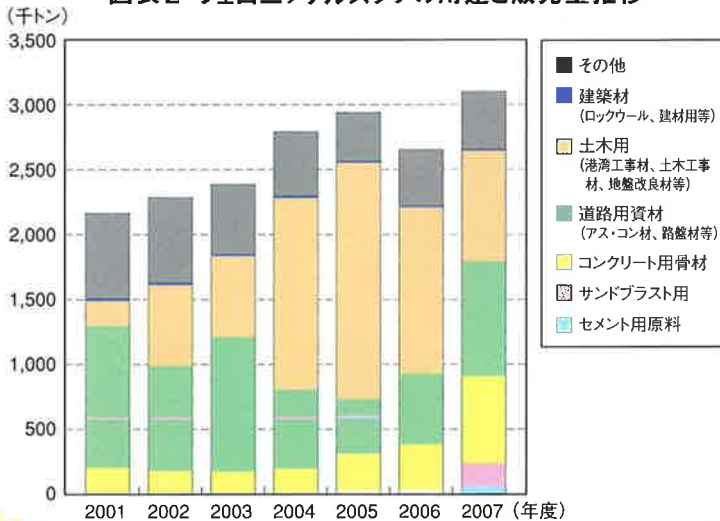
金属製錬の副産物という多くの種類の金属成分を含んでいるような印象を受けがちですが、フェロニッケルスラグの主成分は珪酸がおよそ半分、酸化マグネシウムが30%程度、その他も身近な岩石に含有される一般的な成分である酸化カルシウム、酸化鉄などです(図表3)。図表4、5には電気炉水砕スラグの土壤含有量試験および溶出量試験の結果を示しましたが、どちらも土壤含有量および溶出量に関する基準値以下となっています。なお、その他のフェロニッケルスラグについても同様の結果が得られています。

3^{third} フェロニッケルスラグのJIS規格

1992年に制定されたフェロニッケルスラグのコンクリート用スラグ骨材のJIS規格A5011-2は、2003年の改正を経て、さらに改正される見込みです。また舗装用資材としてのJIS規格制定も予定されています。

JIS規格の整備により、より安定した品質の製品が幅広い用途に向けて供給されることが期待されます。

図表2 フェロニッケルスラグの用途と販売量推移



図表3 フェロニッケルスラグの成分 (%)

製造方法	キルン水冷	電気炉風砕・徐冷	電気炉水砕	JIS A 5011-2 規格値
酸化カルシウム (CaO)	5.18	0.81	0.28	≦15.0
酸化マグネシウム (MgO)	27.8	33.8	33.2	≦40.0
全硫黄 (S)	0.06	0.05	0.03	≦0.5
全鉄 (FeO)	7.82	7.01	8.50	≦13.0
金属鉄 (M-Fe)	0.65	0.18	0.19	≦1.0
珪酸 (SiO ₂)	56.6	53.8	51.3	—

図表4 フェロニッケルスラグの土壤含有量試験結果

(単位: mg/kg)

項目	環告19号	
	測定値	基準値
カドミウムおよびその化合物	<10	≦150
シアン化合物	<5	≦50
鉛およびその化合物	<10	≦150
六価クロム化合物	<10	≦250
砒素およびその化合物	<10	≦150
水銀およびその化合物	<0.5	≦15
セレンおよびその化合物	<10	≦150
ふっ素およびその化合物	<100	≦4000
ほう素およびその化合物	<50	≦4000

備考: 基準値は土壤含有量基準。

図表5 フェロニッケルスラグの土壤溶出量試験結果

(単位: mg/l)

項目	JIS K 0058-1		環告18号	
	測定値	基準値	測定値	基準値
カドミウムおよびその化合物	<0.001	≦0.01	<0.001	≦0.01
シアン化合物	—	—	不検出	検出されないこと
有機りん化合物	—	—	不検出	検出されないこと
鉛およびその化合物	<0.001	≦0.01	<0.001	≦0.01
六価クロム化合物	<0.005	≦0.05	<0.005	≦0.05
砒素およびその化合物	<0.001	≦0.01	<0.001	≦0.01
総水銀	—	—	<0.0005	≦0.0005
セレンおよびその化合物	<0.001	≦0.01	<0.001	≦0.01
ふっ素およびその化合物	<0.1	≦0.8	0.01	≦0.8
ほう素およびその化合物	<0.1	≦1	<0.1	≦1

備考: 基準値は土壤溶出量基準。

4^{fourth} フェロニッケルスラグ導入のメリット

1. 品質が安定している

フェロニッケルスラグは工業製品であり、成分や粒度のばらつきが小さい資材です。用途・目的にあわせて形状などを加工し、より使いやすい製品が開発されています。

2. 天然砂より重い

フェロニッケルスラグの粒子密度は $2.8\sim 3.1\text{g/cm}^3$ で、一般的な中詰砂($2.6\sim 2.7\text{g/cm}^3$)に比べて重いことが特徴です。重量が必要な消波ブロックやケーソン中詰材に適しています。

3. 環境保全への貢献

フェロニッケルスラグの使用で天然砂の使用量を減らすことができ、山、川、海等における砂、砂利採取による自然環境の破壊を抑えることができます。また、金属製錬の副産物を有効利用することで循環型社会の形成に寄与します。フェロニッケルスラグは「フェロニッケルスラグを用いたケーソン中詰材」「フェロニッケルスラグ骨材」として、グリーン購入法に基づく特定調達品目となっています。

フェロニッケルスラグの主な用途



消波コンクリートブロック



橋梁上部



海上工物ケーソン中詰材



道路路盤材 (スラグ施工の道路工事)

制作協力/環境コミュニケーションズ

日本鉱業協会 技術部

〒101-0054 東京都千代田区神田錦町3丁目17番地11号 榮葉ビル8F
TEL.03-5280-2327

大平洋金属株式会社 TEL. 0178-47-7165
株式会社日向製錬所 TEL. 0982-52-8101
株式会社YAKIN大江山 TEL. 0772-46-3121



古紙配合率70%再生紙を使用しています

