

# I 鉄鋼スラグとは

## 1 スラグの種類 — 金属製造工程起源スラグと廃棄物加熱溶融起源スラグ

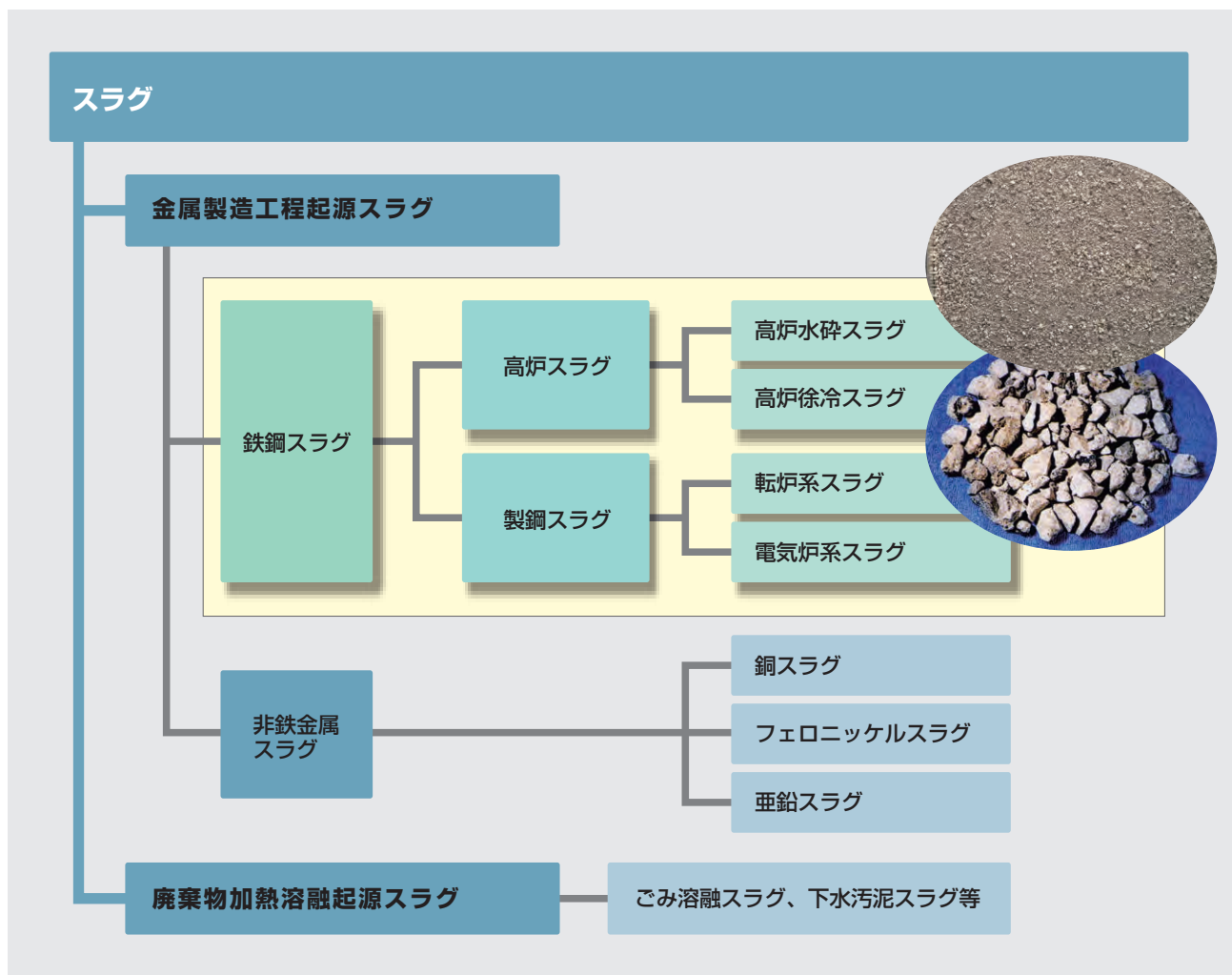
スラグは、鉱石から金属を還元・精錬する際に、特定の成分が溶融・分離してできたものである。

スラグは本来金属製造工程起源のものを表す言葉であるが、近年では、ごみなどを焼却施設で処分したときに発生する廃棄物加熱溶融起源のものもスラグと呼んでいる。さらに、金属製造工程起源のスラグは鉄鋼スラグと非鉄金属スラグに分けら

れ、鉄鋼スラグは、鉄鋼製品の製造工程で生まれたものを指す。

鉄鋼スラグは、鉄鉱石から鋼を作り出す還元・精錬段階で生まれるシリカ (SiO<sub>2</sub>) などの鉄以外の成分が、石灰 (CaO) と溶融・結合した副産物であり、省エネルギー・省資源、CO<sub>2</sub> 削減を可能にする「地球にやさしい資材」として利用されている。

### スラグの種類





## 2

## 鉄鋼スラグができるまで

### 製鉄の副原料「石灰石」がルーツ

一見製鉄とは関係がないように思われる石灰石は、製鉄プロセスにおいて必要不可欠な副原料である。

従来から日本の鉄鋼業が使用する石灰石は日本国内で採掘されてきた。太平洋上の海洋プレートにあったサンゴ礁、石灰岩などがプレート移動で日本列島の海溝に潜り込む際に、日本列島各地の地盤に付加されたもので、現在でも豊富な埋蔵量を誇る。広い海洋で生まれた不純物の少ない日本の石灰石は、その品質の高さから、海外にも輸出されている。

鉄鉱石を還元する際には、それに含まれるシリカやアルミナ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ )などの他成分を取り除くために石灰石を加える。石灰石は他成分と一緒にすることで、融点の低い熔融体を形成し、鉄と分離・回収しやすくなる。この回収物が鉄鋼スラグとなる。

石灰石



## 鉄鋼スラグが生まれる過程

鉄鋼スラグは、高炉で鉄鉱石を溶融・還元する際に生成する高炉スラグと、鉄を精錬する製鋼段階で生成する製鋼スラグに大別できる。

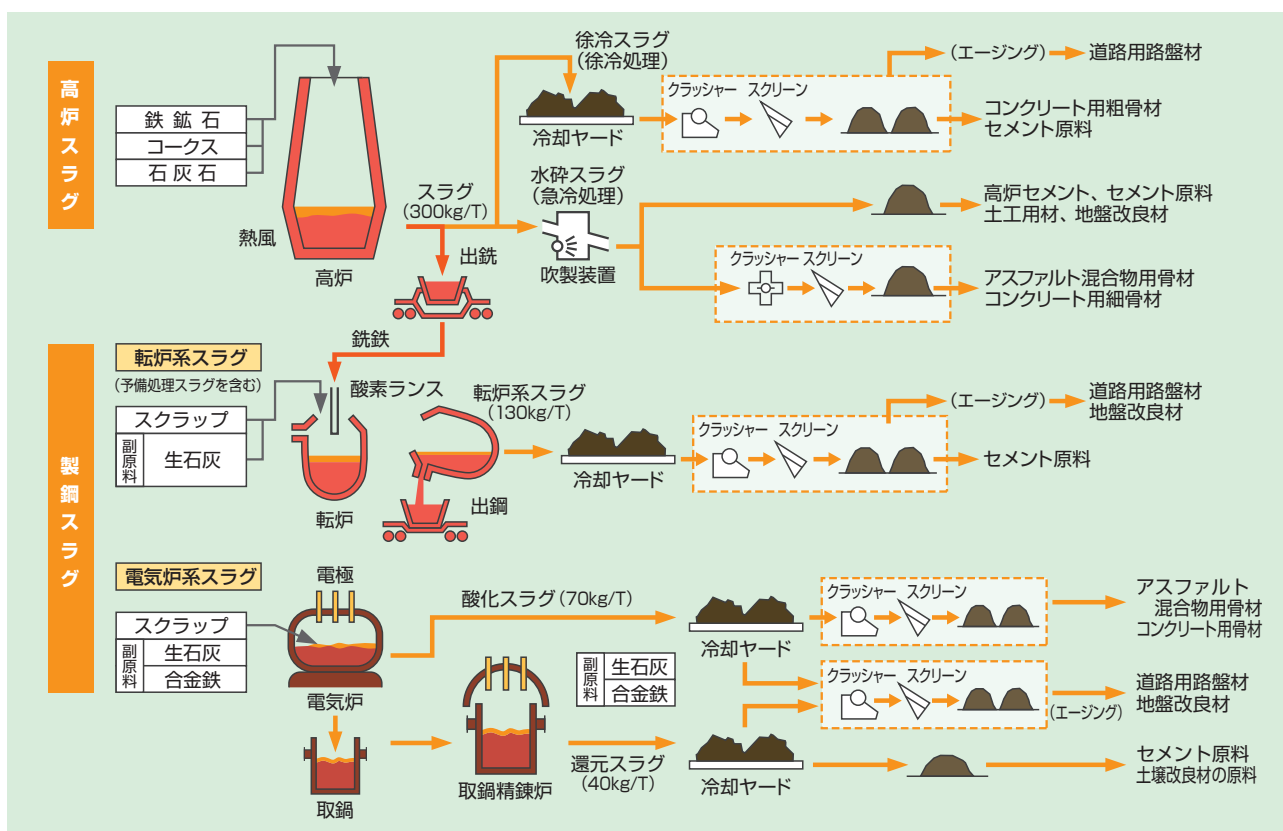
高炉スラグは、鉄鉱石に含まれるシリカなどの鉄以外の成分や還元材として使われるコークスの灰分が、副原料の石灰石と結合したものである。溶融状態での高炉スラグは、銑鉄の上部に浮かび上がるため、容易に分離・回収できる。この高炉スラグは銑鉄1tあたり約300kg生成する。高炉から取り出されたスラグは約1,500℃の溶融状態だが、冷却方法によって異なる特徴を持ったスラグになる（詳細はP10参照）。

製鋼スラグは、高炉で生まれた銑鉄を、靱性、加工性の高い「鋼」にする製鋼工程で生成する。製鋼スラグには、石灰などの副原料を加えて酸素を吹き込み、銑鉄に含まれる炭素やリン、硫黄などを取り除く精錬をするときに生成する転炉系製鋼スラグと、鉄スクラップを溶融・精錬するときに生成する電気炉系製鋼スラグがある。（詳細はP11参照）。製鋼スラグは粗鋼1tあたり約120kg生成する。

## 鉄鋼スラグの化学組成

鉄鋼スラグは石灰(CaO)とシリカ(SiO<sub>2</sub>)を主成分としている。その他の成分として、高炉スラグはアルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)、マグネシア(MgO)と少量の硫黄(S)を含み、製鋼スラグは酸化鉄(FeO)、マグネシア

### 鉄鋼スラグ製品の製造フロー



(注) 銑鉄・高炉スラグが生産される高炉では、廃プラスチック等のリサイクル資源が副原料として有効利用されている。





(MgO)を含有している。製鋼スラグの場合、多くの金属元素は酸化物の形でスラグ中に取り込まれている。精錬時間が短く石灰含有量が高いため、副原料の石灰の一部が未溶解のまま遊離石灰 (free-CaO) として残るものもある。

これらの成分は、地殻や天然岩石、鉱物など自然界に存在するものであり、化学組成は普通ポルトランドセメントに類似している。鉄鋼スラグの形状や物理的特性は、一般の碎石または砂と似ているが、化学成分や冷却プロセスの違いなどにより、スラグ特有の幅広い性質を持たせることができる。例えば、アルカリ刺激があると硬化する特性を持つものなど、その物理的・化学的特性を活かした用途が開発され、多方面で利用されている。

## 鉄鋼スラグの組成例

(単位: mass %)

種類 成分	高炉スラグ	転炉系スラグ	電気炉系スラグ		安山岩	普通セメント
			酸化スラグ	還元スラグ		
CaO	41.7	45.8	22.8	55.1	5.8	64.2
SiO <sub>2</sub>	33.8	11.0	12.1	18.8	59.6	22.0
T-Fe	0.4	17.4	29.5	0.3	3.1	3.0
MgO	7.4	6.5	4.8	7.3	2.8	1.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.4	1.9	6.8	16.5	17.3	5.5
S	0.8	0.06	0.2	0.4	—	2.0
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	<0.1	1.7	0.3	0.1	—	—
MnO	0.3	5.3	7.9	1.0	0.2	—