

## I 編 概 論

### A. 種々なスラグ

#### 1. スラグの定義

高炉スラグとは、高炉で銑鉄を製造する際に生じる冶金スラグである。銅や鉛の製錬の際にも高炉スラグが発生するので、正確には鉄高炉スラグと呼ぶべきである。しかし、これらは単に銅スラグとか鉛スラグと呼ばれており、量的には高炉での鉄製造の際に生成するスラグに比べて著しく少ないので、高炉スラグの名称は、製鉄高炉から生じるスラグを指すとしても間違いない。フランス語でのスラグの名称である *laitier* については、*lait* = 「ミルク」に由来しており、同時に「ガラスの泡」という意味もあり、これは熔融スラグの外観から呼ばれたものである。

「スラグ」なる呼び方はあまり適切ではない。これは製鉄所の外でスラグを使用するときに、色々と誤解を招くことがあるからである。「スラグ (Schlacke)」なる概念には、一連の全く異種の材料を総括的に説明していることは言うまでもない。スラグなる用語は、元々は疑いなく、純粋な製鉄技術上の概念であって、“*schlagen* (*slaggen*)・・・「叩く」”に由来している。昔は、鉄スラグは、パンの生地のように混ざり合った塊 (ルッペ) をハンマーで叩き割って、鉄を取り出したからである。この推測は、同じ作業過程で生成する鉄塊 (ルッペ) に対して「槌打 (*Hammerschlag*)」なる用語があることも根拠である。このようなことから、後になって、スラグなる用語は、工業炉や窯炉で生じる別の副産物や残渣にも、更には自然界の溶岩のような特殊な外観をもったもの (溶岩スラグ) までも含むようになった。今日の用語の慣例では、スラグなる用語の共通事項としては、比較的高温で熔融または半熔融状態となった主として珪酸塩からなるものを比較的に急速に冷却して得られるものを言う。冷却凝固したスラグの特徴は、大小の気孔があること、更に凝固する以前はパン生地状のように、「ぶよぶよした (*schlacksig*)」、すなわち、形体をなさないとか、不安定な状態をなし、不規則な表面であることが外観的にしばしば識別できるほどの比較的高いガラス質を含むことである。したがって、冶金学者からみると、“*Schlacke*”なる用語の概念に違いがあることは残念である。すなわち、冶金学上のプロセスに基因するスラグ、特に高炉スラグは均一であって、天然岩石に似た外観と性質をもっているのに対して、窯炉燃焼時に生じるスラグは、不要で厄介な廃物と感じられ、限られた範囲でしか利用できない。したがって、技術分野全般に亘って論議するとき、様々なスラグについてその本質と特性を定義上厳密に取り扱うことが大切である。冶金学的に熔融流動状態で生成した冶金スラグと窯炉燃焼の際に生成する石炭殻のようなスラグとは、本書のように区分すべきである。製鉄スラグという名称は、高炉スラグから造る製品を呼ぶ場合に一般的に用いられている。たとえば、高炉スラグからつくる壁用レンガをスラグレンガ (*Hüttenstein*)、発泡させた高炉スラグを膨張スラグ (*Hüttenbims*)、粒状化させてつくっ

たものを水砕スラグ (Hüttensand), 粉砕した肥料用スラグを珪カル肥料 (Hüttenkalk) と呼び, 高炉スラグからつくられるセメントについては, 統一概念で, スラグセメント (Hüttenzement) なる名称が広く一般化している。

## 2. 石炭殻<sup>スラグ</sup>

石炭殻<sup>スラグ</sup> (Kohlenschlacke) は冶金スラグよりも知られており, 冶金スラグと対照させて, 両種のスラグの本質的特徴は明確に見分けられるので, まず石炭殻の特徴について軽く触れることにする。石炭殻については, Gumz-Kirsch-Mackowsky<sup>26)</sup> の著書に詳述されている。

石炭殻は, 焼き固まったり融成したりした「灰」である。これは, 石炭, コークスおよび褐炭が燃焼するときに生じ, 大抵は燃焼不可能な鉱物成分のほかに未燃焼の石炭片・コークス片を含んでいる。したがって, これも燃料の燃焼残渣である。どの程度まで灰がスラグ化したかは, その軟化点および灰が加熱される燃焼温度によって決まる。軟化点が低ければ低いほど, 窯炉の燃焼温度が高ければ高いほど, スラグ化 (滓化) は容易になされる。近代的な大型ボイラー装置の融室付き燃焼炉でしか, 燃料残渣のない融け合ったスラグは生成しない。J. Endell<sup>27, 28, 29)</sup> が述べているが, 粘土を加えることにより石炭・褐炭のスラグの粘度や軟化点は変化する。

軟化点および融点は化学成分にまず関係し, 石炭の種類や産地によって変動する。表-4 にその要点を示す。これに示した範囲でドイツの石炭殻の化学成分は変動する。第1欄は注釈のように概略値である。比較のために最後の欄にドイツの高炉スラグの組成値の範囲を示した。

化学成分から明らかなように, 石炭殻<sup>スラグ</sup> の場合, 灰分の組成が正確に分らなければ, 性質は正確に言い表せない。同一鉱区の石炭でさえ, 第1欄に示したライン褐炭のように珪酸<sup>シリカ</sup>と石灰の含有量はかなり変動する (表中の注釈\*) 参照)。一般に, 石炭の灰分は極めて粘土と同じ性質をもち貧石灰であって, 褐炭の灰分は富石灰であるが大部分は遊離石灰となっており, 残余は $\text{Fe}_2\text{O}_3$ と $\text{SO}_3$ と結合している。注目すべきは, 酸化鉄や硫酸塩硫黄の含有量の変動が激しいことである。硫黄分は主として石炭中の黄鉄鉱( $\text{FeS}_2$ )に由来し, ときには全鉄分もそうで, また, 有機質と結合した硫黄もある。石炭が燃焼するときには, 硫黄は硫酸塩に酸化される。通常取り引きされている石炭は, 0.8~1.5%の硫黄を含む。硫酸塩硫黄の量は, 石炭殻の利用性をかなり制限する。鉄分の含有量は, スラグ<sup>#</sup>の流動性にかなり影響し, 珪酸塩<sup>シリケート</sup>の融点を本質的に低下させる。石炭殻と高炉スラグの範囲値を対比すると, 高炉スラグは本質的に同一範囲値であること, 高炉のプロセスの意義を理解すれば極めて僅かな鉄, しかも酸化第1鉄( $\text{FeO}$ )としてしか含まないこと, および硫黄化合物の含有量は少なく, 硫化物の形態 (硫化カルシウム $\text{CaS}$ ) で存在することが分かる。

# 訳注: 石炭殻のスラグのこと。