

環境負荷低減のために もっと「高炉スラグ」を！ 低炭素型セメント研究最前線



キャスター



東京工業大学名誉教授

鉄鋼スラグとは、鉄の製造過程において生成される副産物だ。鉄づくりの原料である天然資源の鉄鉱石、コークス、石灰石由来の成分で構成されており、品質管理された製品としてさまざまな分野で活用されている。また近年、環境保全に対する意識が高まる中、省資源、省エネルギーの観点からも優れた資材として脚光を浴びている。その一つが普通ポルトランドセメントに高炉スラグを混合した高炉セメント。その混合比率を6割以上に高めた低炭素型セメントの研究・開発に携わってきた東京工業大学の坂井悦郎名誉教授は、「CO₂排出量の削減にその汎用化は欠かせない」と説く。キャスターの八塩圭子さんが聞く。

スペシャル対談 7

坂井悦郎 × 八塩圭子

八塩 先生と鉄鋼スラグの関わりからお聞かせください。

坂井 鉄鋼スラグのうち、銑鉄をつくる過程で生まれたものを高炉スラグと呼び、銑鉄から鋼にする工程で生じるものを製鋼スラグと呼びます。私が主に研究の対象としているのは、高炉スラグの方。その中でも、溶けた状態の高炉スラグを水で急冷して、砂状にした水砕スラグの利用について、基礎的な研究をずっと続けています。

八塩 鉄鋼スラグとの出会いはどういうきっかけだったのでしょうか。

坂井 私が学んだ東工大大学院工学研究科無機材料工学専攻（現・物質理工学院）では、戦後すぐに近藤連一先生が、その後、大門正機先生が、高炉スラグの先駆的な研究をされてこられました。私は、当初、別分野の研究をしていましたが、一度、民間の研究所に行き、94年に大学に戻ってきて大門先生と高炉スラグ研究に勤しむようになりました。

八塩 具体的には、どのような研究をされてきたのでしょうか？

坂井 高炉スラグの構成化合物や化学組成の影響、何故反応するのか、どうして固まるのか、反応を早めるにはどうしたらよいか、などの課題を資源有効活用の観点から研究してきました。

八塩 資源活用といえば、普通ポルトランドセメント（OPC）に高炉スラ

グを混ぜてつくる高炉セメントも、近年、注目の存在です。

坂井 高炉セメントは、JISの規格にもなっていて、高炉スラグの混合比率によってA種（5〜30%）、B種（30〜60%）、C種（60〜70%）に分類されます。現在、使われているのは、ほとんどがB種。40%くらいを高炉スラグに置換したものが主流で、セメント全体の2割程度、使われています。

八塩 高炉セメントがOPCに比べ、環境負荷が低いのはなぜなのでしょう？

坂井 セメントをつくるには、原材料を高熱で焼成してクリンカーにしなくてはなりません。その折、原料の石灰石が熱分解してCO₂を排出し、焼成するためにCO₂を排出します。セメントクリンカーを、CO₂を出さない高炉スラグと置換できれば、その分、CO₂の排出量も抑制できる計算になる。

八塩 高炉スラグの置換率が高ければ高いほど、温室効果ガス抑制に貢献できるのですか？

坂井 「エネルギー・CO₂・ニマム（ECM）セメント・コンクリートシステムの研究開発」。プロジェクトの内容と意義について、教えてください。

坂井 NEDOの援助のもとゼネコン2社、セメントメーカー4社、化学混和剤会社1社の協力を仰ぎ、高炉スラグを活用した低炭素型セメントの先導

研究（2008〜10）と実用化研究（11〜13）を行いました。グループではセメント、コンクリート、構造物を一貫して研究しました。

八塩 どの程度までなら置換量を増やしても、高い性能や耐久性を保つことができるのでしょうか？

坂井 施工を容易にするため流動性を改善する分散剤を使用しなければならぬ点などを考慮すると、置換量は70%あたりが限界となります。プロジェクトでは、混合物として高炉スラグ、OPC、石膏や石灰石微粉末などの組成の最適化、適した分散剤の開発や適用構造物の明確化や施工や性能の問題点と解決方法など広範囲に検討しました。高炉セメントは、耐水性や化学抵抗性、塩化物イオン浸透抵抗性、アルカリシリカ反応抑制、六価クロム溶出抑制などの特徴もあります。留意点としては中性化や収縮などに配慮していく必要があります。日本建築学会や土木学会の指針額の再整備も並行して進め

てもらいました。

八塩 2050年までにCO₂排出量を実質ゼロとするという政府が掲げる目標を達成するためにも、低炭素型セメントの普及は欠かせません。

坂井 欧州では、CO₂削減対策として、CCUやCCSの新技术とクリンカーファクターの低下が重要、と明確に述べています。しかし、セメントクリンカー製造には、大量の廃棄物を原料や燃料に利用している日本の状況も考えなければなりません。

八塩 CO₂削減のため、クリンカー製造量を減少させると廃棄物の使用量が減少してしまうのですか？

坂井 そのためには、海外、中でもアジアに視野を向ける必要がある。日本のセメントクリンカーや高炉スラグの性能は非常に優れており、これらの地域を市場とする戦略が望まれます。

八塩 世界に誇る高い技術。ぜひ、地球環境のために活かしていきたいですね。

Profile

八塩圭子 ● やしお・けいこ

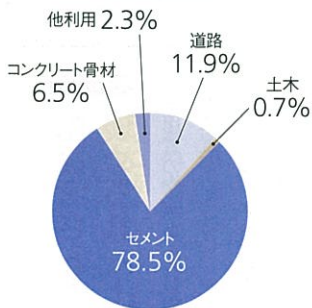
東京都生まれ。上智大学法学部卒。テレビ東京入社。報道局、アナウンス室勤務を経て、フリーに。テレビ、ラジオ、雑誌など、多方面で活躍。

坂井悦郎 ● さかい・えつお

長野県生まれ。東京工業大学大学院工学研究科博士課程修了。東京工業大学名誉教授。NEDOプロジェクト「エネルギー・CO₂・ニマム（ECM）セメント・コンクリートシステムの研究開発」を主導。

高炉スラグの用途別利用量 (2019年度実績)

利用量計22,803千トン



鉄鋼スラグ協会

鉄鋼スラグ製品に関する品質および技術の調査・研究・生産・需給に関する情報収集・普及活動

〒103-0025
東京都中央区日本橋茅場町3-2-10
鉄鋼会館5階
TEL: 03-5643-6016
https://www.slg.jp/