

鉄鋼スラグニュース

「ガバナンス」誌 特別連載

鉄鋼スラグと資源循環の展望

全国の公務員を対象に、全国の自治体の政策関連情報を発信する雑誌「ガバナンス」。鉄鋼スラグ協会では、2011年度の広報活動の一環としてこの雑誌とタイアップし、「鉄鋼スラグと資源循環の展望」と題した記事を6回にわたって連載しました。毎回、各分野を代表する研究者や識者の方にご登場いただき、インタビュー形式で誌面を構成。鉄鋼スラグが抱える課題と未来における可能性をわかりやすく紹介しました。鉄鋼スラグニュース2012年度号は、その連載記事のすべてを1冊に編集し、鉄鋼業界の関係者のみならず、広く一般の皆様にも参考にさせていただける「永久保存版」としてお届けします。

CONTENTS

P2-P5

第1回：震災復興と鉄鋼スラグ活用

「あらゆる知恵と技術を結集し、未来志向の"世界に冠たる"復興を」

貝原俊民（ひょうご震災記念21世紀研究機構理事長／前兵庫県知事）

P6-P7

第2回：資源循環と鉄鋼スラグのあり方

「資源循環社会の構築に鉄鋼スラグの有効利用を」

大迫政浩（独立行政法人 国立環境研究所 資源循環・廃棄物研究センター長）

P8-P9

第3回：資源循環と鉄鋼スラグのあり方

「産業副産物の資源としての価値を高める努力が必要」

細田衛士（慶應義塾大学 教授）

P10-P11

第4回：環境資材・鉄鋼スラグの地盤工学的有効活用

「港湾基礎構造物や液状化対策への活用を大いに期待」

菊池喜昭（独立行政法人 港湾空港技術研究所 特別研究官）

P12-P15

第5回：鉄鋼スラグのコンクリート用資材、道路用資材への活用

「資材としての品質を高め、差別化を図ることが活用促進のカギ」

長瀧重義（愛知工業大学特任教授・東京工業大学名誉教授）

丸山暉彦（長岡技術科学大学名誉教授）

P16-P17

第6回：産業副産物と関係法令の内容

「有効利用される鉄鋼スラグは廃棄物ではない」

佐藤泉（弁護士）

あらゆる知恵と技術を結集し、未来志向の「世界に冠たる」復興を

ひょう「震災記念21世紀研究機構理事長（前兵庫県知事）」

貝原俊民氏に聞く

Profile

かいはら・としみ 1933年生まれ、東京大学法学部卒業後、自治省入省、兵庫県副知事などを歴任し、86年兵庫県知事に当選。4期15年にわたり、この間豊かな兵庫を目標して県政を展開。2006年4月から現職。「大震災100日の記録―大地からの警告―兵庫知事の阪神・淡路大震災」など著書多数。近著「総括―災害対策全書（全4巻）（せうせい）」。



東 日本大震災は、広範な地域に甚大な被害をもたらした。原発事故も重なり、いまだ多くの住民が避難生活を強いられている。瓦礫の処理はなかなか進まず、復旧・復興の道筋が見えてこない。そこで、阪神・淡路大震災時に兵庫県知事として震災復興にリーダーシップを発揮した貝原俊民理事長に、当時の復興の考え方とともに、東日本大震災復興のあり方や課題、再生製品としての鉄鋼スラグの有効性などについて聞いた。

聞き手：神鋼スラグ製品株式会社常務取締役企画室長 遠山俊一

Interview

「創造的復興」を掲げる

東日本大震災の復興に向けて阪神・淡路大震災から学ぶ点も多々あるのではないかと思います。まず阪神・淡路大震災の復興の考え方、重視されたことはどのようなことだったのでしょうか。

日本は明治以降、欧米をモデルにキヤッチアップに努め、1980年代半ばには経済先進国の仲間入りを果たしました。しかし先進国になった途端目標を見失い、一方でバブルに浮かれてしまいました。そして90年代に入りバブルが弾けた。日本が方向性を見出せない中で起こったのが、阪神・淡路大震災だったのです。

私は一つの転換が求められていることを痛感しました。それまでの都市づくりは、大きいことがいいことで、成長や発展に価値が置かれていました。しかしそこに限界が見えたのです。ですから、巨費を投じ、膨大なエネルギーをかけて復興を進めるに当たっては、以前の姿に戻しただけでは意味がないと考えました。復興を進める中で経済先進国としての日本の先導的モデルをつくっていくという思いを込めて、私たちは

「創造的復興」を掲げました。

また、阪神地域は東日本と西日本の交通の要衝です。西日本の主要輸出入港である神戸港が大きな被害を受けました。交通運輸機能を早く回復しないと日本の経済全体が停滞し、国民生活に大きな影響を及ぼします。迅速な復旧が求められていました。そのため、私たちは1995年1月17日の大震災発生から3日後の20日から復旧・復興に向けての戦略会議を開始しました。スピードが求められましたが、拙速ではいけない。

兵庫県が策定していた長期計画をベースに、震災での教訓や新たに見えた課題などを加え7月に復興計画をまとめました。

復興計画の特徴とポイントは？
市民の安全や幸せを最大の価値とし、人間中心のまちをつくるべく、考え方に転換したのが特徴です。

計画では、市民の「生活」の復興を第一に打ち出しました。高齢化が進展する中で、元気に生活ができる活力のあるまちをつくることにしたのです。そのため、2番目に「文化」、3番目に「産業」というソフト面の復興に重点をおきました。そして、4番目に「安全な都市」というハード面の整備を掲げ、5番目に「県土構想」、すなわち特定地域に集積・集中するのではなくネットワーク型の県土をめざすことにした。以上の5つを柱にし、10年間で17兆円を投じて復興する計画にしました。復興計画は、どのように実施したのですか。

まずは、人流・物流を早く回復していくことに全力を挙げました。鉄道・道路・港湾関係者などの努力により、人流・物流のアクセスは驚くべきスピードで復旧しました。もう一つの経済先進国としての先

「コンクリートも、人も」の発想が必要

次に今回の東日本大震災で感じたようになったことはどのようなことでしょうか。

東日本大震災で私たちが学んだことのひとつとして、フェールセーフについての配慮があります。フェールセーフとは、代替機能を予め用意することです。例えば、大阪と神戸をつなぐ道路が1本しかなければ、そこが寸断されると両者の物流はストップします。そうならないため、補完する機能をつくっておくべきだという考え方がフェールセーフなので

す。社会資本整備としては当然の原則で、国土整備はそのような考えの下に進められてきました。

ところが、財政が悪化し、公共事業が税金の無駄遣いの主犯にされました。その結果、公共事業が削減されました。それは、「コンクリートから人へ」というスローガンを掲げた民主党政権でさらに加速しました。

東日本大震災はそのような状況下で起こり、支援物資の供給などに著しい支障が生じました。阪神・淡路大震災の教訓が生かされていなかったわけです。道路などの社会資本整備をきちんと行わなければ、国民の安全は保てない。だから、「コンクリートから人へ」という二者択一ではなく、「コンクリートも、人も」あるいは「人間のためのコンクリート」という発想で、コンクリートも大切にする必要があります。

東日本大震災の復興のあり方をどのようにお考えですか。
東日本大震災では大津波で面的に甚大な被害を受けています。そのため、まったく新しくまちをつくっていかねばならない。三陸では明治以降3度も大津波に遭い、大きな被害を受けてきました。津波が来て



現在の神戸港六甲アイランド。復旧にはスラグ製品が使われた（図1参照。写真提供/鉄鋼スラグ協会）。

再生資源である 鉄鋼スラッグの活用で 自然破壊を抑制できる。

も安全なまちにしなければなりません。住宅を高台に移転させたり、防波堤だけでは津波を完全に阻止できないので避難路や情報伝達網を充実させる必要があるでしょう。

復興に向けての課題は？

安全なまちづくりとともに、農地の除塩や放射能の除染をいかに進めていくか。高速道路も整備し、鉄道も復旧させなければなりません。すなわち、都市基盤、社会資本を安全性の高いものに再構築していくことが一つの大きな課題です。

もう一つの課題は、少子高齢・人口減少社会への対応です。三陸地域は高齢化・過疎化が急速に進んでおり、復興に当たっては、いかに活力ある地域にしていくかの視点が不可欠です。社会資本を整備したけれども、住む人がいないというのでは意味がありません。

壁工事に100万t以上用いられ、その後の研究で液化化対策にも効果があることが確認されました。東日本大震災でも鉄鋼スラッグは瓦礫の埋立てや地盤の強化に貢献するのではないかと考えています(図1参照)。

瓦礫の放射能汚染の問題もあって阪神・淡路大震災のときのような埋立て処分方法は難しいかもしれませんが、埋め立てる場合は地盤の強化が必要になります。また、地震によって各地で地盤沈下や液化化が起っています。地盤強化にもスラッグが有効であることは実証済みですね。

鉄鋼スラッグを混ぜると地盤の支持力が高まること、施工性に優れ工事を迅速に進められるのが利点です。また生成量も全国で3500万t規模あり、供給能力としても安定しています。副産物である鉄鋼スラッグを使用することで天然資源の使用を抑制できますし、最近では海域環境修復資材としても注目されています。

再生資源である鉄鋼スラッグを活用することで自然破壊が抑制できる。循環型社会の促進にも貢献するわけですね。鉄鋼スラッグ協会としても大いに有効性をアピールし、活用を促進していく必要があるでしょう。

政府は、阪神・淡路大震災では先導的モデル地域として復興することを目指しましたが、今回はさすがに未来志向の、私たちが掲げた「創造的復興」を行わなければならないと認識しています。国の復興構想会議でもそういう問題意識による構想ができており、その意味で阪神・淡路大震災復興の教訓が生かされたと思っています。

瓦礫の処理が復興への第一歩

東日本大震災の復興に向けては、瓦礫の処理も問題になっていきます。阪神・淡路大震災ではどのように対応したのでしょうか。

瓦礫が処理されないと復興が進まないのが、阪神・淡路大震災のときも瓦礫の処理は大きな課題でした。当時の考え方としては、瓦礫といえ

21世紀の日本を先導する地域に

最後に、東日本大震災復興に向けて、被災者や関係者を勇気づけるアドバイスなどをお願いします。

東北復興の課題を話しましたが、東北地方は、それらの解決を可能にする特性を持っています。三陸地域の基幹産業は水産業と農業です。確かに人口減少と高齢化が進んでいますが、これら第一次産業では80歳くらいまで元気に働いている人がたくさんいます。高齢社会になっても元気に働く高齢者が増えれば問題はないわけです。人口減少・高齢社会でも成り立つ地域産業モデルをつくることができます。

それから今後、食料やエネルギーは世界的に逼迫します。日本の食料を支えている東北のポテンシャルはますます高まっていくでしょう。エネルギーについても、人口一人当たりの面積が東京の40倍なので、地熱、風力、太陽光、バイオエネルギーなどを駆使すれば、原子力に頼らなくともエネルギー自給率100%超が可能だと思われれます。その意味で、21世紀の日本を先導する地域となる条件が揃っていると思っています。

でも私有財産なので、原則として所有者が処理しなければならないという仕組みでした。しかし、それではまったく復興が進みません。そこで、阪神・淡路大震災のときに初めて、公費で撤去する制度を導入しました。大企業は別ですが、中小企業や個人の瓦礫は公費で撤去することを政府与党に強く申し入れ、実現したわけです。

その結果、瓦礫を中間処理場に集めて、それから最終処分場まで運ぶシステムを構築して迅速な処理を実現しました。

この場合、最終処分場の確保が非常に難しいのですが、兵庫県など近畿圏の自治体では阪神・淡路大震災以前から「大阪湾フェニックス計画」を策定していました。各自治体の廃棄物処分計画に応じて大阪湾に処分場を確保する計画です。私はその理事長を務めており、当時は二か所に最終処分場を確保していました。そこに瓦礫を運ぶことができ、迅速な処理が図られたのです。また、神戸市も六甲山の裏側はかなり大規模な処分場を持っていました。つまり、公費負担の仕組みを導入したことと、最終処分場をあらかじめ持っていたことで、瓦礫の撤去をスピーデー

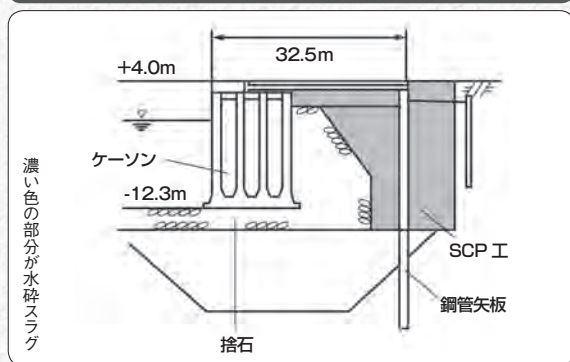
津波による大きな被害に加え、原発事故によって、東北復興には相当な困難が伴います。しかしそれは、被災地だけの問題ではなく、「創造的復興」を遂げていくために日本全体が背負わされた試練ではないでしょうか。鉄鋼スラッグ協会をはじめ、関係者のあらゆる知恵と最先端・最新鋭の技術を結集し、世界に冠たる復興を図っていくべきだと思います。

人口減少・高齢化、食料やエネルギー問題を乗り越える形で復興を成し遂げれば、日本は世界から称賛されることでしょう。見習おうという人たちが世界中からどんどん東北を訪れるのではないかと思います。

私ども鉄鋼スラッグ協会も様々な技術を提供し、復興に貢献していきたいと思えます。本日は貴重なお話をありがとうございました。



図1 神戸沿岸壁復旧工事(神戸市六甲アイランド)



イに行くことができたのです。

一方、東日本大震災の瓦礫の処理状況はどのように見えていますか。

公費負担が進められていますが、最終処分場が確保できていません。自治体自体も被災し、瓦礫撤去の行政能力が低下しています。また、阪神・淡路大震災と比べ、被災範囲があまりにも広い。さらに原発事故による瓦礫の放射能汚染の問題もあります。そのため、瓦礫処理は困難を極めているといえます。

阪神・淡路大震災では埠頭などにも瓦礫を埋めて緊急処理を行いました。また鉄鋼スラッグが耐震強化岸

「鉄鋼スラッグ」とは？

鉄鋼スラッグとは鉄鋼製造の過程で生じる副産物の中で、これまではセメントや路盤材などインフラ整備のために使われることが多かったが、近年は海や森の環境再生に役立つエコ素材としても注目を集めている。また、1995年の阪神・淡路大震災後には復興資材として大活躍したことから、今回の東日本大震災の被災地でもその貢献が期待される。こう

した鉄鋼スラッグ製品の価値を広く伝えることを目的に、鉄鋼スラッグ協会では毎年「鉄鋼スラッグ製品と海と森」と題したアートコンテストを実施している。

お問い合わせ先：鉄鋼スラッグ協会
TEL 03-5643-6016 FAX 03-5643-6018
http://www.slg.jp/

資源循環社会の構築に 鉄鋼スラグの有効利用を

求められるリテラシーの向上とパラダイム転換

鉄 鋼スラグ等の利用促進に向け、スラグ骨材の環境安全性に関する評価方法と基準を規定するJIS策定指針が作成された。そこで、資源循環の研究などを進めている国立環境研究所の大迫センター長に、指針のポイントや期待される効果、鉄鋼スラグなど産業系副産物の利用促進における課題などについて聞いた。



独立行政法人国立環境研究所資源循環・廃棄物研究センター

Interview 大迫 政浩 センター長に聞く

おおさこ・まさひろ 1991年京都大学大学院工学研究科博士課程修了。1992年厚生省国立公衆衛生院廃棄物工学部研究員、主任研究官を経て、省庁再編により2001年より(独)国立環境研究所に異動。循環型社会・廃棄物研究センター主任研究員、室長、企画部次長を経て、2011年4月から現職。東京工業大学大学院連携教授(総合理工学研究科)。

産業系副産物の 需要の低下

まず、最近の資源循環の状況について教えてください。

私は1992年に国立公衆衛生院に入りました。当時は最終処分場が逼迫し、廃棄物の減量化やリサイクルが強く求められ始めた時代でした。その中で私もリサイクル推進に関する研究に携わり、スラグの再資源化にもかかわってきたのです。

代表的な産業系副産物である鉄鋼スラグは、当初からリサイクルの優等生で、100%近いリサイクル率を達成し続けてきました。しかし最近、リサイクル率が全体として鈍化し、横這いになっていきます。

それはなぜなのでしょう。

人口減少と成熟した低成長下での需要の変化が挙げられます。鉄鋼スラグは、建設系材料として使われることが多いため、土木建設事業の減少に伴って需要が低下しました。その一方、過去に建設した建築物や土木構造物が更新時期を迎えていることから、建設系廃棄物をリサイクルする機会が増え、鉄鋼スラグと競合するようになったのです。



今後、需給バランスが崩れることも予測されます。鉄鋼スラグのより一層の活用に向けては、スラグの利用用途を拡大する努力とともに、社会の受入れ体制も必要となります。

信頼性向上に JIS策定指針を作成

鉄鋼スラグ利用拡大に向けての課題は？

鉄鋼スラグの品質に対する信頼性は定着しているものの、スラグには鉄鋼スラグ、非鉄スラグ、廃棄物溶融スラグなどがあり、発生形態や性状などは多岐にわたっています。非鉄スラグや廃棄物溶融スラグの中には有害物質を若干含むスラグもあり、環境に影響を及ぼすのではないかと不安を抱くユーザーも現れています。ですから、信頼性をさらに向上させていくことが大きな課題だといえるでしょう。

鉄鋼スラグは、これまで土壌環境基準などの環境基準を守るために自主的な管理を行ってきました。ユーザーの不安をさらに払拭するには、どうしたらいいのでしょうか。

循環利用に当たっての環境安全性を十分に確保した公的な基準が必要

となります。これまで環境安全評価において、科学的・合理的な安全基準が体系化・標準化されていませんでした。そこで、経済産業省が主導し、産業系副産物の代表であるスラグを対象に、コンクリート用や道路舗装材料としての環境安全性に関する評価方法と基準を規定する指針(JIS策定指針)の作成が進められました。

効率的な 検査体系を導入



それはどのような指針ですか。

環境に配慮しながらスラグの有効利用を促進するための化学物質試験方法が2005年にJIS化されました。その流れを受け、使用実績が最も高い鉄鋼スラグや非鉄スラグについての環境安全品質をJIS化したという議論が起きました。

先ほども触れたようにスラグの性状などは多様で、環境安全性担保のための基準はそれぞれ異なります。しかし、それらを整合した形で評価方法を規定し、環境安全品質基準を決めることが必要との認識に立って検討したのがJIS策定指針です。

指針のポイントは何ですか。

まず、しっかりしたコンセプトをつくりました。一つはスラグのライフサイクルを考慮し、最も環境への配慮が必要なプロセスを模擬した評価を行うこと、もう一つは環境安全品質を性能評価的に検査する形式検査と日常の品質を確認する簡便な受渡検査の二段階構成による効率的な検査体系を導入したことです。

つまり、全ライフサイクルで環境安全性が担保される形の評価方法とし、実際の品質管理においては過度な負担とならない現実的・合理的な検査方法にしたのが、ポイントだといえます。

取りまとめで苦労した点は？

土壌や廃棄物海洋投棄の際の基準など、既存の様々な環境基準との整合性を図ることです。

また、全ライフサイクルで環境安全品質を担保するということは、製造責任をきちんと果たせる評価方法にしなければなりません。その理論構築に知恵を絞りました。このほか、性状等が違い、異なる業種から出てくるスラグをいかに統一的な考え方でまとめるかに苦心しました。

指針によって期待される効果は何でしょうか。

スラグの中でも有害物質を含んで

期待される震災復興への スラグ活用



いるものは、環境配慮上、問題が生じないようにしなければなりません。しかし一方で、過度な規制によってコストがかかったり、余計なエネルギーを使わなければならないと、スラグの循環利用は進まなくなります。したがって、トレードオフの関係にあるものについては、いかにバランスを図っていくかが大事なポイントなのです。

今回の指針を踏まえて環境安全品質が評価できるようになれば、これまでの過剰な不安が払拭され、バランスの取れた形でスラグの利用促進が期待できます。

東日本大震災の復興関連では、どのような課題に対応されていますか。

東日本大震災によって2500万tの災害廃棄物が発生したと見積もられ、国や自治体はその処理に全力を挙げています。瓦礫にはリサイクルすべきコンクリートガラなどもあるので、迅速・安全なリサイクルに向けて支援しているところ です。

また、国内では鉄鋼スラグも含め産業系副産物が年間1億t排出され

ており、それを震災復興に役立てていくことが問われています。東北沿岸部を中心に、津波や地盤沈下などで社会インフラが失われました。安全なまちを新たに作るべく、鉄鋼スラグの有効利用が不可欠となるでしょう。

たとえば、震災による津波で海底からヘドロが陸上に上がってきました。鉄鋼スラグの技術開発では、液状汚泥と鉄鋼スラグ等を混合した改質土を開発しています。その技術を活用し、地盤沈下修復などの造成材として活用できないかと期待されています。

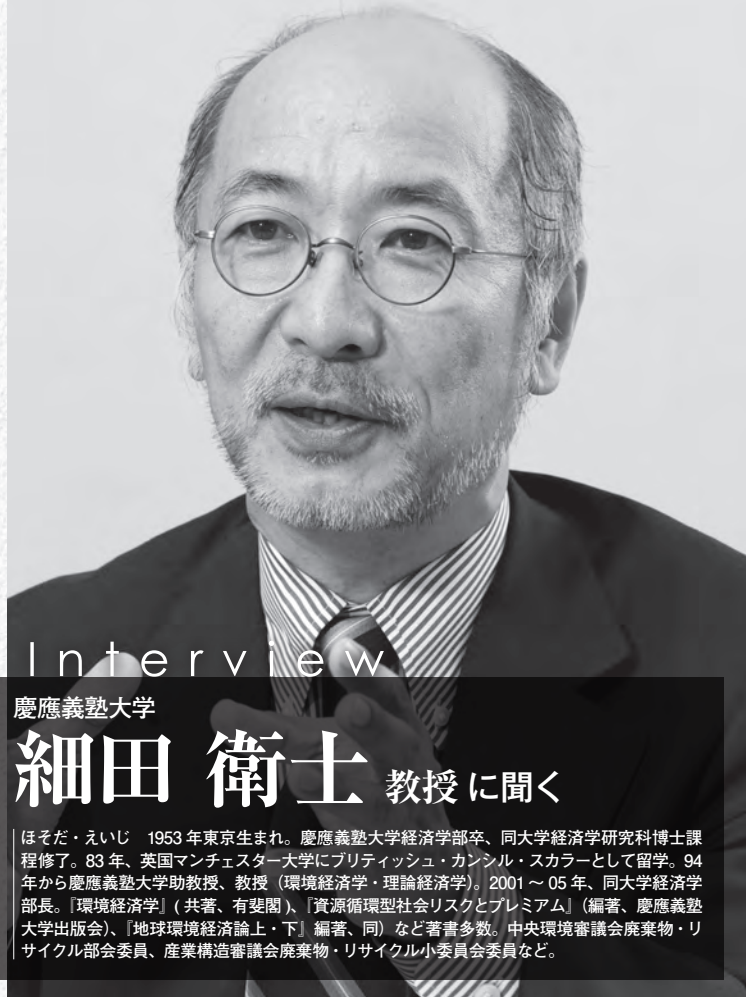
鉄鋼スラグの技術が貢献できるように協力したいと思っています。

産業界だけでなく社会全体で活用を考えると、産業界副産物やその利用に対する社会のリテラシーの向上が重要なカギになります。そして、産業系副産物利用における新たな発想、つまりパラダイム転換が必要です。東日本大震災の復興はその大きな機会になるのではないのでしょうか。

リテラシー向上とパラダイム転換が利用促進のポイントですね。そのことを認識し、活用促進に努めたいと思います。

産業副産物の資源としての価値を高める努力が必要

循環型社会の形成に向け、鉄鋼スラグなど産業副産物の利用促進が図られている。だが、経済の停滞に伴って再生資源の需給バランスが崩れるなど、課題にも直面している。そのような状況を乗り越え、いかに資源化を図っていけばいいのか。環境経済学を専門とする慶應義塾大学の細田衛士教授に、産業副産物の利用促進の必要性や方策などについて聞いた。



Interview
慶應義塾大学
細田 衛士 教授に聞く

ほそだ・えいじ 1953年東京生まれ。慶應義塾大学経済学部卒、同大学経済学研究科博士課程修了。83年、英国マンチェスター大学にプリティッシュ・カンシル・スカラーとして留学。94年から慶應義塾大学助教授、教授（環境経済学・理論経済学）。2001～05年、同大学経済学部長。『環境経済学』（共著、有斐閣）、『資源循環型社会リスクとプレミアム』（編著、慶應義塾大学出版会）、『地球環境経済論上・下』（編著、同）など著書多数。中央環境審議会廃棄物・リサイクル部会委員、産業構造審議会廃棄物・リサイクル小委員会委員など。

資源としての価値を見出す発想が必要

はじめに、先生のご専門の環境経済学について教えてください。

私が環境経済学の研究を始めた当初は、環境問題がどうして経済学のテーマになるのかとずいぶん問われました。しかし最近では、環境問題は経済問題、つまり地球温暖化をはじめ、大気や水の汚染、廃棄物などの問題は経済活動によって生じるという認識が社会に浸透しています。経済活動をやめれば環境問題は解消しますが、それでは私たちの生活が成り立ちません。経済活動によって私たちの幸福度を高めながら、環境への負荷を抑えるにはどうすればいいのか。環境と経済の両立のための分析を行い、それに基づいて政策や提言を行っていくのが環境経済学です。

わが国における循環型社会形成の現状については、どのように捉えていますか。

この10年間に循環型社会形成推進基本法をはじめ、循環型社会に向けた法制度が整い、容器包装や家電、自動車などのリサイクルが進みました。その結果、10年前には一般廃棄



物と産業廃棄物を合わせて6000万〜7000万tあった埋立処分量は、現在3000万tを切っています。それはひとえに、廃棄物の排出抑制に取り組んできた成果であり、その背景には最終処分場不足に伴うごみ問題がありました。「混ぜればごみ、分ければ資源」という標語が生まれ、ごみをいかに資源として使い回して減量するかという発想で進められてきたわけです。

しかしいまは、天然資源の枯渇や天然資源を採る際の自然環境の破壊の問題の方が深刻化してきています。つまり、ごみを分別してリサイクルし、最終処分量を減らす発想から、捨てられるものの資源性に価値を見出して経済社会の中で生かしていく発想に転換しないと、環境問題が解決できない段階を迎えているのです。

様々な主体を巻き込み有効利用の知恵を絞る



鉄鋼スラグ協会では、鉄鋼スラグの利用促進に努めています。必要な需要分野である建設業が低迷しています。このような状況を打破するにはどうすればよいのでしょうか。長期と短期の視点がありません。

求められます。

平易な言葉で理解してもらう努力を



我々業界もしつかり提案していかねばならないわけですね。

鉄鋼スラグの有効活用に向けて最も大切なことは、社会的な受容性を高めることです。そのため、社会での認知度を高める必要があります。一般の市民には「分ければ資源」という意識が浸透し、ペットボトルや容器包装など身近なものの資源化は進んでいます。しかし、多くの人は鉄鋼スラグを知らないし、見たことありません。

例えば、鉄鋼スラグの活用では海城での利用が新聞で紹介されましたが、マスコミで報じられれば社会的な認知度は高まります。第三者に評価してもらおう努力も必要ではないでしょうか。様々な主体が積極的に情報を共有し、知恵を出し合い、国や自治体に働きかける努力を重ねていくことが大事だと思います。

東日本大震災による津波堆積土の処理で鉄鋼スラグの活用を働きかけるなど、鉄鋼スラグの用途開拓に努めています。市場性を確保する

上で有効な方法はありますか。鉄鋼スラグの資源としての価値を自治体や関係者に理解してもらうことは不可欠ですが、そのための即効薬などはないでしょう。先ほども話したように、社会に受容してもらう努力を積み重ねていくしかないと思います。

そのときに大事なことは、一般の市民に平易な言葉で説明し、鉄鋼スラグを利用するとどれくらい環境にいい影響をもたらすか、天然資源が節約できるかを理解してもらうことです。つまりメリットを認識してもらうことが大事であり、メリットは認識された瞬間に付加価値となります。付加価値が高まれば、産業副産物はまったく新しい資源となります。それを私は「ハイワードマテリアル」と名づけています。

天然資源は確実に減少していくわけですから、産業副産物を天然資源の代替資源として大事に使っていくことに軸足を移さなければなりません。鉄鋼スラグが「ハイワードマテリアル」になることを願っています。

循環型社会の構築に向け、我々も鉄鋼スラグの利用促進にさらに工夫していきたいと思っています。

経済が停滞すると資源の有効利用も滞ってしまうので、長期的には経済を健全に成長・発展させていく努力が必要です。この点は国や大規模自治体の重要な役割だと思います。鉄鋼スラグは、これまで主にスラグが製造される近隣地域で有価物として利用されてきました。しかし、需要が停滞し、一層の利用促進に向けて利用地域を拡大しなければならなくなりました。すると、運送費がかかり、商品価値を上回る場合があり、この場合、廃棄物ではないか、との指摘をする自治体もあるようです。これは非常におかしな話です。有効利用できないからといって捨てていくと、天然資源を使い尽くし、最終処分場という資源も使い果たすことになるからです。

そうならないためにも、産業副産物は有効な資源だという考え方に改め、社会的な仕組みを資源循環させる方向に修正していく必要があります。

法の規制緩和も不可欠です。産業副産物の安全性をしつかり管理し、有害性がないことが確認できれば、そういう情報を付与した上で産業副産物を有効利用することは、国の責務だと思います。また、自治体関係

者は、第三者の意見を聞き、自らの目で見て、産業副産物の資源としての価値を理解してもらいたい。鉄鋼関係者と自治体や土木・建設関係者などが情報交換し、様々な主体を巻き込みながら鉄鋼スラグの有効利用について知恵を絞る努力が、短期的には必要になります。

新たな用途開拓にも取り組んでいます。地元の発生した建設廃材などと競合してきています。

ミクロ的には、地域発展のため、地場優先の産業振興や資源化のシステム構築が図られます。しかし、資源循環は本来広域的なものであり、産業副産物の資源化はもっと広げなければなりません。国家的に考える必要がありますが、関係者もイメージを描き、具体的に世の中に提案していくような地道な努力が求められるのではないかと思います。

経済全体が伸び悩み、財政難で公共工事も少なくなっています。需要の掘り起こしには、鉄鋼スラグの有効利用によって循環利用率がどのくらい上がるかを具体的に示していく必要があるでしょう。そして、コスト削減と品質確保のための標準化・規格化、さらに安全性をしつかり担保し、有効利用に向けた情報発信が

港湾基礎構造物や液状化 対策への活用を大いに期待

港湾整備や空港の沖合展開事業などでは大量の地盤材料が必要となるため、従来の天然材料に加え、産業副産物である鉄鋼スラグの活用が図られている。さらに東日本大震災の後、復興や液状化対策における有効利用が期待されている。そこで、港湾空港技術研究所で地盤・構造研究を進めている菊池喜昭特別研究官に、地盤材料としての鉄鋼スラグの優位性や活用のあり方について聞いた。



Interview
独立行政法人 港湾空港技術研究所
菊池 喜昭 特別研究官に聞く

きくち・よしあき 1983年東京大学大学院修士課程修了。1983年、運輸省に採用になり、港湾土質部基礎工研究室長、(独)港湾空港技術研究所地盤・構造部部长などを経て、2011年から現職。2008年から熊本大学客員教授も務める。

強く固まる特性は 鉄鋼スラグの優れた利点

まず、港湾空港技術研究所について教えてください。

港湾空港技術研究所は、もともとは運輸省港湾局の研究所で、港湾整備のための技術の研究開発を進めてきました。水理や波浪、地盤、構造に関する研究に加え、船舶など機械関係の研究も行う、港湾と空港の建設技術に関する総合的な研究所です。

先生のご専門は何でしょうか。

基礎工研究室に長く所属し、杭や矢板など港湾施設の基礎工の研究に携わってきました。また、並行してリサイクル材料の開発や有効利用も研究しています。そのような中で、製鉄の副産物である鉄鋼スラグに関与しました。

基礎工研究室では、1977年から鉄鋼スラグの一つである高炉水砕スラグ(注1)の地盤材料としての有効利用について研究を始めました。私が関与したのは92年頃、港湾で利用されたスラグがどのように固まっているかを調べたのが最初でした。スラグは固まるけれども安定した状態ではないのではないかと悩んで

いたからです。調べてみるとしっかり固まっており、まったく問題はありませんでした。ただし、固まるのに時間がかかるので、固化を促進する工法が必要なのかが分かってきました。

高炉水砕スラグの固まる特性は非常に優れて、構造物に作用する土の圧力を小さくし、液状化対策にも極めて有効に機能します。現在は固化を促進する方法が分かったので、今後はより優れた地盤材料として期待できます。

地盤材料として大いに活用を図っていくべきだと。

そうですね。その理由は、港湾整備では大量の土砂を必要とするからです。

従来は天然材料で賄ってきましたが、大規模工事になると山を一つも二つも削ってしまうことになりました。その代替材料として、産業副産物に注目するようになりました。中でも鉄鋼スラグは優等生で、年間3000万tを産出し、非常に扱いやすいのが利点です。

一方、スラグはpH値が高いのが課題だとされています。

実は、海水中ではスラグのpHはかなり下がりますので、海域の広い範

(注1) 高炉水砕スラグ：溶融スラグへの加圧水の噴射あるいは溶融スラグを水槽に注入して急冷、粒状化(水砕)したもの。

(注2) 製鋼スラグ：溶銹、スクラップ等を精錬し鋼を製造する際、同時に生成する。精錬炉の種類により転炉スラグ、電気炉スラグに分類される。
(注3) セル：鋼製セルともいう。中に土を詰めて変形しにくくして岸壁などの構造に用いる。
(注4) サンドコンパクションパイル：強固に締め固めた砂杭を地中に埋め込んで地盤を改良する工法。

囲のpHが上がることはないと思われる。

鉄鋼スラグには高炉スラグのほかに製鋼スラグ(注2)があります。鉄分を含むので重く、また膨張する特性がありますが、活用においてはどのようなお考えですか。

膨張する特性を活用した研究も行いました。セル(注3)と違って直径約20mの鉄の茶筒形のものに製鋼スラグを投入すると、スラグが膨張してセルを硬くするので効果がありません。しかし、実用には至っていません。

もう一つ、製鋼スラグと粘土を混ぜると固まる性質があり、今後活かしていただけるのではないかと注目しています。例えば、粘土を固めて裏込め材として使ったり、少量のスラグと粘土を混ぜて軽く固めて使えば用途はさらに広がると思います。

また、製鋼スラグは鉄分を含みコンブやワカメなどが生育しやすくなることから、藻場の開発にも活用されています。

広島地区の港湾工事では、製鋼スラグを活用したサンドコンパクションパイル(注4)が大量に使われました。それに対する評価は？

ではある程度の地盤沈下を予測するわけですが、製鋼スラグはよく固まってしまったために想定していた沈下が起こりませんでした。それが唯一厄介な問題でしたが、非常に強く固まるので、地盤材料としては良質の材料であることが分かりました。今後、利用価値は高まるのではないかと思います。サンドコンパクションパイルは液状化対策としても有効な工法なので、利用の広がりを期待しています。

震災復興に不可欠な 材料として期待

東日本大震災では、強い揺れと津波によって港湾施設が大きな被害を受けました。復興に向けては、どのようにお考えですか。

阪神・淡路大地震以降、液状化対策が進められ、対策を講じたところの被害は比較的小さかったことが明らかになっていきます。しかし、かなりの被害を受けたので、復興には大量の土砂が必要になります。

もう一つの問題は、地殻変動で全体的に地面が下がったことです。満潮時に浸水するところも多くあるので、その嵩上げにもかなりの土砂が

必要です。

岸壁の嵩上げでは堤体の安定を図るために良質な材料を使う必要がありますが、その背後や住宅地などの嵩上げに必要な大量の土砂をすべて天然材料で補うことは難しいでしょう。瓦礫の活用も図られるでしょう。天然材料に代わるさまざまな材料の活用を考えていく必要があります。

鉄鋼スラグ協会では津波泥土の改質処理も重要だと考え、泥土と製鋼スラグ中のカルシウムを水和させたカルシア改質土を提案しました。裏込め材や地盤改良材としての利用が期待できるのではないかと考えています。

泥土とともに瓦礫の処理も重要で、例えば瓦礫のコンクリートガラのような粒子の大きな材料も製鋼スラグに混ぜて固められれば、非常にいい材料になります。

防潮堤についてもいろいろ議論されていますが、防潮堤と臨港道路を組み合わせて整備することになれば臨港道路を盛土で整備することがあると思います。その場合にはスラグを活用した地盤材料が、より一層求められるようになるのではないのでしょうか。

震災復興では鉄鋼スラグの活用をさらに提案したいと思います。最後に、鉄鋼スラグ協会への注文をお聞かせください。

鉄鋼スラグは産業副産物なので難しいかもしれませんが、経済動向に左右されず安定的にスラグを供給できるような方がいいと思います。港湾整備でのニーズは桁外れで、急に大量のスラグ製品がほしいという話が出てきたりします。そのときに迅速に対応していただければ、港湾整備を進める上でスラグ製品は使いやすい材料として、これまで以上に評価されると思います。

鉄鋼スラグのほとんどが天然の砂、碎石の代替として利用されておりますが、カルシウム、マグネシウム、鉄分などの成分を含み、天然のものにはみられない性質があります。これらの性質を活かした利用技術の開発を検討していただければ、鉄鋼スラグ製品活用の可能性はさらに広がっていくのではないのでしょうか。

鉄鋼スラグの特性を活かせばますます活用されるのではないかと意を強めました。鉄鋼スラグが港湾整備に不可欠な材料になるよう、さらに技術開発などを努力していきたいと思っています。

資材としての品質を高め、差別化を図ることが活用促進のカギ



長岡技術科学大学名誉教授 丸山暉彦氏・長瀧重義氏

丸山暉彦氏・長瀧重義氏に聞く

良いコンクリートには良い骨材が必要

長瀧先生はコンクリート研究の第一人者ですが、建設資材として良いコンクリートとはどのようなものでしょうか。

長瀧 長らく強度が重視されてきましたが、最近は耐久性重視の考え方が変わってきています。コンクリートを造るには、材料、配合、計量、練り混ぜ、施工の五つのステップがあります。良いコンクリートを作るには、まず良いセメント、良い骨材、良い混和材料が必要です。その上で、構造物の用途や性能を果たせるように配合を決め、それに基づき誤差の少ない計量器で材料を計量し、十分に練り混ぜ、熟練技術者が施工します。どれが欠けても、良いコンクリートはできません。

ところが、材料の中で良い骨材が不足しています。昔は、なるべく少ないセメント量で固いコンクリートを造り、それを十分に締め固めることが鉄則でした。ところが、最近は特別な場合ではありますが、コンクリートを流動化し、締め固めをしなくてもいい高流動高強度コンクリートが用いられたりしています。そのため、良い骨材が必要なのです。ま

高 度経済成長下の旺盛な鉄鋼需要により昭和40年代から鉄鋼生産量は一気に拡大。それに伴い、副産物の鉄鋼スラグも大量に産出され、その利用技術に関する研究開発が進められてきた。大きな利用用途先となったのが、コンクリート用資材と道路用資材である。わが国を代表するその道の第一人者である長瀧重義氏と丸山暉彦氏に、コンクリート用資材や道路用資材としての鉄鋼スラグの利点や課題などについて聞いた。

た、高齢化や後継者不足などで熟練技術者が少なくなっていることも大きな課題です。

——コンクリートへの産業副産物の適用性、特に鉄鋼スラグについてはどのようにお考えですか。

長瀧 コンクリートの資材として様々な産業副産物が活用されるようになりました。まず、鉄鋼スラグの一つの高炉スラグ（注1）微粉末や、火力発電所の副産物であるフライアッシュなどの粉体があります。次に粒状体。骨材と言われるもので、高炉スラグをはじめ、フェロニッケルスラグ、銅スラグ、電気炉酸化スラグなどがあります。そして再生骨材やごみ溶融スラグ。さらにはコンクリート製造工場等でミキサなどを洗ったときに出る洗いのスラッジ水は、コンクリートの練り混ぜ水の一部として使われています。

最近では、セメントの製造そのものも副産物を活用しています。例えば、高炉セメントやフライアッシュ

セメント、シリカセメント。加えてエコセメントがあり、いまや産業副産物だけでもコンクリートが造れるようになりました。裏返すと、これからは資源保護や廃棄物処理の観点から、コンクリートにおいても産業副産物を有効活用していく必要があり、そのための技術が求められてきます。その中で高炉スラグは、材料的に優れており、量的にも多い。うまく使いこなしていくことが極めて大事だと思っています。

——鉄鋼スラグが主原料である高炉セメントの利点は？

長瀧 普通セメントに高炉スラグの微粉末を混ぜたものが高炉セメントですが、最大の利点はアルカリ骨材反応（アル骨反応）を防げることで、アル骨反応とは、コンクリートに含まれるアルカリ性水溶液が砂粒や砂など骨材の特定成分と反応し、膨張やひび割れなどを引き起こす劣化現象です。ただし、一般に使用される高炉セメントB種に含まれる高

炉スラグは30%～60%と幅がある中で、アル骨反応に十分対応できるかは注意が必要です。アル骨反応への不安がある場合は、高炉セメント中の高炉スラグ量を確認し、高炉スラグ微粉末を足すなどの対応をすべきでしょう。

道路舗装の長寿命化に有効な硬い路盤

丸山先生は数少ない道路舗装の研究者で、道路舗装での鉄鋼スラグの活用も研究されておられますね。

丸山 鉄鋼スラグは、路盤材およびアスファルト混合物の骨材として使われており、性能的には天然骨材と遜色はありません。最近、透水性の高いポーラス舗装（注2）が増えています。このポーラス舗装には粗骨材が85%以上使われていますが、硬い骨材が求められるようになり高品質化が進みました。また粗骨材の最大粒径を小さくし粒度を単一に調整するとともに扁平な形を丸く整える整形化が図られています。今後ポーラス舗装が広がるにつれ、骨材としての鉄鋼スラグにも高品質化が求められると思います。

——鉄鋼スラグは長期にわたり固化するのが特長です。路盤材としてはどのように評価されていますか。

丸山 2011年11月の日本道路会議で、中日本高速道路㈱から興味深い発表がありました。東名高速道路は1968年に開通し、供用後43年経ちましたが、セメント安定処理路盤が使われている豊田ICから春日井IC間の約25kmは路面状態が非常にいい。他の粒状路盤のところは何度も路面を修理しているのに対し、セメント安定処理路盤は補修しないで済んでいるというのです。

非破壊検査で調べてみると、セメント安定処理路盤は硬いことが分かっています。つまり、長寿命舗装には硬い路盤が有効なのです。その観点から、鉄鋼スラグの固まる性質を活用していく可能性はあります。強く固まると掘削のときに大変ですが、高速道路のように半永久的に供用する路盤材としては、長寿命化に向けて非常に有利な材料ではないかと思っています。また、東日本大震災で大きな問題となった液状化防止にも使えるのではないのでしょうか。さらに、寒い地域では、凍上防止にも有効ではないかと考えています。

——道路の長寿命化を図るにはどのように補修すればいいのでしょうか。
丸山 長寿命舗装に向けては予防的維持、すなわち壊れる前に手当てするやり方が効果的です。

(注1) 高炉スラグ：高炉で銑鉄と同時に生成する副産物
(注2) ポーラス舗装：透水性・排水性の高い空隙の多い舗装のこと

補修のタイミングとしては、道路表面のひび割れやわだち掘れの有無、平坦性が悪くなっていないかどうかで判断します。それ自体は、これからはあまり変わらないでしょう。そして、路盤を堅硬にすれば長寿命舗装になるという認識が形成されつつあるので、路盤を安定する方向に向かつていくと見えています。

——日本の道路舗装では簡易な設計法が使われていますね。

丸山 路床の支持力と交通量で舗装断面を決める簡便な「TA設計法」が使われています。これまで大きな問題は生じていませんので、発注者もその設計法を使っています。欠点は、新しい材料を使えないことです。新しい材料を使うには、設計における等価換算係数を公的機関が設定していかなければならないからです。

——そこで、新しい材料も使えるように、各材料の弾性係数（ひずみの変換率）を求めれば設計することができる「理論設計法」に移行していいということになりました。しかし、発注者側から理論設計法を求めるケースはまだ少なく、あまり普及していません。

——それはどうしてでしょうか。
丸山 アスファルト混合物は温度によって弾性係数が変化し、また粒状

体はある程度ポリュームがないと弾性係数が測れないなどの問題があるからです。そのため、総合評価発注方式において、新しい材料を使うとする道路業者側が技術提案として理論設計法で出しているケースが見受けられる程度なのです。ただ、良い材料を使いたいという機運は高まっており、積極的に新材料の弾性係数を出していく動きもみられるので、今後は理論設計法が増えていくのではないかと期待しています。

——鉄鋼スラグを使った新材料の普及には理論設計法が不可欠ですから、鉄鋼スラグ協会でもプロポーザルする道路会社と協力して理論設計法の普及に努めていくことを考えてみていいのではないのでしょうか。
長瀧 コンクリートの分野でも仕様

こととなります。しかし、私はそれでもリスクはあると思うので、とにかくアル骨対策には高炉セメントを使うべきだと主張しています。

——循環型社会の形成では、リスクヘッジが大切だということですね。
丸山 アスファルト混合物では、最近、ポーラスアスファルトや改質アスファルトなど様々な材料が増えてきたことから、アスファルト混合物のリサイクルに関する今までの規定を変えました。

——再生アスファルトの評価基準をつくるのは難しいので、混合物をつくる試験を行い、合格すればいいという形になりました。混合物に対して様々な耐久性試験を実施して評価するというように変わっています。
長瀧 先ほど話したとおり、コンクリートも同じような流れです。今回のJIS改正でも、スラグ骨材の成分を、スラグ骨材のみの場合と混合物として製品化した場合に分け、製品化したものが合格すればいいという考え方を取っています。

鉄鋼スラグ製品の 高品質化に期待する

——最後に、鉄鋼スラグへの期待や当協会への注文をお願いします。
長瀧 高炉スラグは年間2500万



長岡技術科学大学名誉教授
丸山 暉彦
Teruhiko Maruyama

1971年東京工業大学大学院理工学研究科博士課程中退。長岡技術科学大学助教授などを経て89年から同大学教授。土木学会舗装工学委員会委員長、高速道路調査会フェロー、日本道路建設業協会理事などを歴任。2008年から道路用鉄鋼スラグJIS改正原案委員会委員長も務める。

することも気がかりです。

循環資材には リスクヘッジが求められる

——次に、循環資源の利用促進を図っていくため、環境側面などから、素材供給上注意しなければならぬことなどを指摘ください。

長瀧 スラグ骨材のJIS改正に絡んで、出荷時点で微量有害成分が入っていないことなど、供給者が環境安全品質を保証する必要があると思います。コンクリートやアスファルトはリサイクルされ、トレーサビリティを確保できないのが実態であるので、出荷時に安全性を保証する必要があります。循環型社会形成のためには、将来的には、再生を繰り返しても人体に悪影響を及ぼさないことが、素材供給メーカーに求められると考えています。

——鉄鋼スラグとは別の話になりますが、再生骨材の場合、いまの規定では、アル骨反応を起こした構造物から採取したコンクリートは再利用しないことになっています。ところが、途中で経路が変わると分からなくなる。今回のコンクリート用再生骨材のJIS改正ではそういう骨材が入っている、3回試験して合格すればアル骨反応はないと判断していい

と産出しており、量が多いのが利点であり強みです。粗骨材も細骨材もつくられており、強度や耐久性でも実績があります。ただし、品質において、変えられる品質と現行では変えられない品質があることに問題意識を持っています。

——変えられる品質では、例えば道路の粗骨材で話が出ましたが、磨砕をかけて表面形状を直したり、粒度を調整したりするなど、供給者側でいろいろ努力しています。コンクリートでも、いままで出ているJISの高炉スラグの粒度が最適粒度とは限りません。磨砕のかけ方や粒度調整によっては、さらさらいい粒度になるのではないかと。そのあたりの研究が充実することを期待しています。一方、高炉スラグそのものの密度や吸

水率は変えられないと言われていま。しかし本当に変えられないのでしょうか。鉄鋼スラグは副産物だからそのまま使うことを前提としています。ところが鉄鋼スラグを原料として、何か新しい材料を加えることで品質の違うものができる可能性があるのではないかと。超高強度コンクリート用の骨材など、変化する社会のニーズに対応するコンクリート用骨材が生まれるのではないかと。そのあたりの研究もぜひ進めていただきたい。

——これからは、売れるからいいという姿勢は通用しないでしょう。再生骨材がどんどん出てきてライバルが増えるので、ユーザーが使いやすい製品をつくる努力が求められます。——ユーザーを満足させる製品にする意気込みが求められると。

長瀧 副産物であっても、品質を高める知恵と努力はあつてしかるべきです。そこに新しい技術が生まれれば、パテントを取って世界に売り出せばいい。そのような夢を語ることで、鉄鋼スラグ協会への期待感を示したいと思います。

——丸山 天然資源の枯渇の恐れがあり、副産物の利用やリサイクルの重要性がますます高まっています。再生材にはコンクリート再生材、アスファルト再生材、ごみ溶融スラグなど競合製品がたくさんあります。その中で鉄鋼スラグの大きな強みは、工場で製造され、品質管理ができることです。その価値をアピールして差別化し、発注者や道路工事業者に理解してもらおうことが大事です。

——その点に関しては、供給者側のアピールやユーザーとのコミュニケーションの努力がまだまだ足りないような気がします。コミュニケーションをもっと深め、良い材料として使っていたらどう努力していくことが大事ではないでしょうか。
長瀧 私も鉄鋼スラグのメリットをユーザーにもっとプロポーザルする必要がありますと感じています。——さらに鉄鋼スラグのPRに努めていきます。これからもご指導をよろしくお願いします。



愛知工業大学特任教授・東京工業大学名誉教授
長瀧 重義
Shigeyoshi Nagataki

1963年東京大学大学院数系研究科博士課程中退。東京大学講師、東京工業大学助教授、同教授、新潟大学教授などを経て2002年から愛知工業大学教授、日本コンクリート工学会会長、ダム工学会会長、土木学会副会長、日本材料学会副会長などを歴任。コンクリート用スラグ骨材JIS改正原案作成委員会委員長も務める。

有効利用される鉄鋼スラグは廃棄物ではない

鉄鋼スラグの有効活用を促進していく上では、資源循環や廃棄物に関する法令の内容を理解しておく必要がある。そこで、鉄鋼スラグと資源循環を展望するシリーズの最終回では、環境や廃棄物における法令等に詳しい弁護士佐藤泉氏に、産業副産物の法令における位置づけや副産物と使用済品の違い、副産物の廃棄物該当性の判断基準、鉄鋼スラグの有効活用の方針などについて聞いた。



Interview

弁護士

佐藤 泉 氏に聞く

さとう・いずみ 環境問題や製造物責任などに関する企業法務が専門。日本弁護士連合会公害対策・環境保全委員会委員、中央環境審議会土壌農業部会臨時委員。主な著書に『排出事業者のための廃棄物処理法完全ガイド 2007 年度版』（日経 BP 社）ほか。

副産物と使用済品を同じに考えるのは誤り

副産物は、法令ではどのように位置づけられているのでしょうか。

循環型社会形成推進基本法の2条2項2号では、「製品の製造、加工、修理若しくは販売、エネルギーの供給、土木建築に関する工事、農畜産物の生産その他の人の活動に伴い副次的に得られる物品」と規定されています。資源有効利用促進法の2条2項でも、同様の規定があります。

副産物の特徴は、主たる製品を製造すると必ず発生するということです。たとえば、米を生産すると藁が必ず発生し、石炭からコークスを生産するとコールタールが必ず発生します。また、レアメタルの多くは、他の金属の鉱石の副産物です。副産物は、生産工程から恒常的に発生する未使用物で、生産者が成分をよく知っているという特徴があります。そのことから、副産物は使用済品よりも有効利用が容易なものです。

使用済品と副産物は違うと。使用済品は一度市場に出て戻ってきたもので、リユース品やリサイクル品になります。一方、副産物は製

造行為自体から生まれるので、リサイクル品ではありません。また、使用済品は市場から回収する収集運搬が伴いますが、副産物にはそれが無いという違いもあります。つまり、副産物と使用済品を同じに考えるのは誤りなのです。

副産物を捨てることは原料の一部を捨てることに等しいわけで、生産者は副産物を余すことなく使いたいと考えます。そこで、副産物は古くから、他の製品の原材料として利用されてきました。

副産物の有効利用のため、法令ではどのような規定がありますか。

資源有効利用促進法では、副産物の発生抑制とともに、副産物の再生資源として利用を促進すべきだとしています。ただし、自主的な取り組みを促進する法律であり、廃棄物処理法の適用除外とするまでの強力な効果はありません。そのため、資源有効利用促進法で有効利用が奨励されていながら、廃棄物処理法で適正処理が求められるという矛盾が生じるケースが少なからずあります。

副産物は、有効利用される場合は廃棄物に該当しません。しかし、「有効利用される可能性がある」状態の副産物については、どのような

判断基準で「有用物」であると言えるのか、微妙なケースが生じます。そのとき、事業者と行政担当者で意見が食い違うこともあるのです。

廃棄物に該当するかどうかは総合的に判断

その判断について、どのような考え方がありのでしょうか。

副産物が廃棄物に該当するかどうかは判例があり、その中で一番有名なのが「おから事件判決」です。おからは、豆腐を製造するうえで副産物であり、栄養価の高いおからとして古くから利用されています。しかし、平成11（1999）年3月10日の最高裁判所の決定では、産業廃棄物だとされました。もともと、おからすべてを廃棄物としたのではありません。まず、豆腐が大量生産されるようになったことに伴っておからが余るようになり、廃棄物として処理することが一般的になってきたという社会変化があります。この事件では、処理料金を受領しておからを引き取った業者が、適切に飼料化・肥料化を行わずに腐敗させ、近隣住民から苦情が出ていたという事情がありました。そのような事情を

総合的に考慮し、この事件では、おからは産業廃棄物であり、これを無許可で受け取っていた業者は産業廃棄物の無許可営業罪に該当するとされたのです。

このように廃棄物の該当性は、事案ごとに、複数の事情を総合的に判断して決定するのが裁判所の考え方です。行政も基本的にはこの考えにしたがっています。これは総合判断説と呼ばれ、おから事件判決では、①客観的性状、②排出状況、③通常の取扱の形態、④取引価値の有無、⑤事業者の意思、という5要素を総合的に勘案するとされました。この5つの要素は、抽象的であるうえ、どの要素が最も重要なかも不明確です。またこれ以外の要素を考へてはいけないというわけではありません。

現実には有効利用されているという事情は、廃棄物該当性の判断基準に反映されないのでしょうか。

再生利用が可能で、かつ実際に再生利用されている場合は、廃棄物に該当しない方向に考慮するとした判例が二つあります。一つは、東京高裁平成12（2000）年8月24日の判決で、他人に有償売却された実績がなくとも、品質が確保され、自ら有効利用している場合は廃棄物に該

当しない、としています。もう一つは、東京高裁平成20（08）年4月24日の判決で、再生利用が製造事業として確立し、継続して行われている場合は、再生利用に関連する一連の経済活動の中で、各事業者にとって一定の価値があることを取引価値の一要素として加えることは許される、としています。

両判決では、有償売却という要素についてあまり厳密に考えると、廃棄物の範囲が広くなって循環的な資源の有効活用を阻害するという趣旨を、判決理由に記しています。ただし、後者の判決の結論としては、安定した製造事業とはいえないとし、廃棄物に該当するとされました。

鉄鋼スラグ製品においても、輸送費が売買代金よりも高くなることがあります。廃棄物該当性に影響を与えますか。

0円や1円で売却した場合は有償売却といえるかという問題があります。そこで環境省は、平成17（05）年3月25日付の規制改革通知で、廃棄物該当性を判断するうえで輸送費の取扱い等の明確化を示しています。この通知は過度の規制や行政指導の混乱を避けるためのものですが、輸送費込みで手元マイナス

価格の場合は輸送段階では廃棄物に該当するという非常に厳しい運用をする自治体も一部にあるようで、かつて混乱が増していると思います。しかし、廃棄物該当性は、価格と輸送費の関係だけで判断するのではなく、複数の要素を総合的に勘案する必要があります。循環型社会を推進するには、具体的な品質と現実に有効利用されているかを重視すべきです。環境省も後日、この規制改革通知のQ&Aを作成し、価格と輸送費の関係だけで廃棄物該当性を判断するものではないとしています。

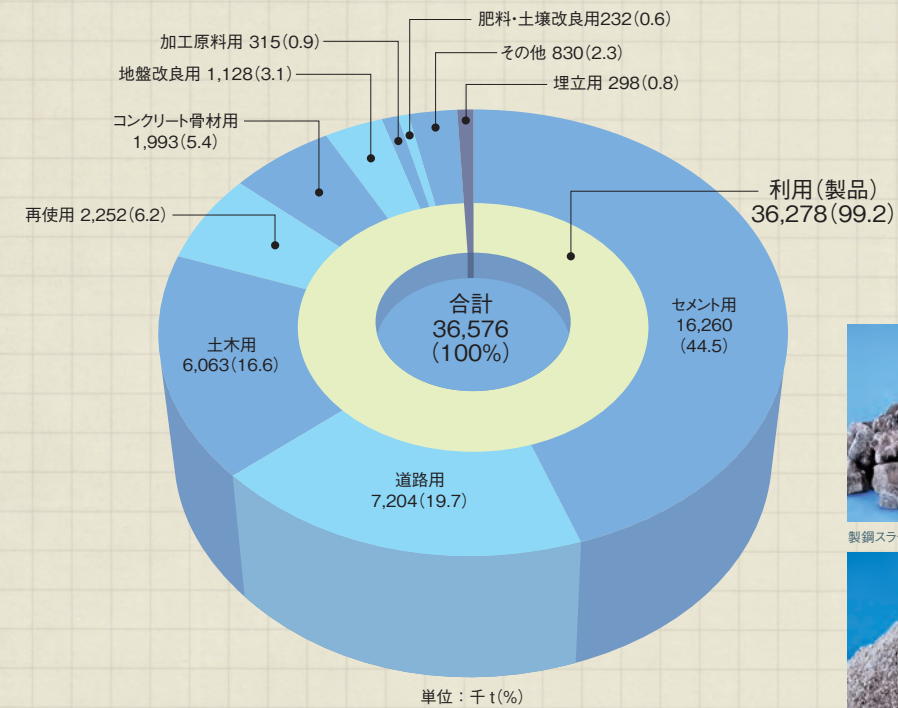
鉄鋼スラグ製品の有効活用を広げるには、どんな工夫が必要ですか。

鉄鋼スラグ製品は、安全な品質を備え、適切に利用するのであれば、輸送費等に惑わされずに有効活用されるべきです。業界としても、工事発注者や行政などに理解を得る努力を続けることが大切だと思います。すべての国民にとって、資源を循環的に利用することは重要なことです。この共通の目的を、相互に認識することが必要ではないでしょうか。

貴重なご指摘をありがとうございました。

鉄鋼スラグの全国用途別総使用量

(2010年度)



【出典】「環境資材 鉄鋼スラグ」は、鉄鋼業界における鉄鋼スラグへの取り組みとともに鉄鋼スラグ製品の有用性を紹介している小冊子。鉄鋼スラグ協会が発行 ▶ www.slg.jp



製鋼スラグ(転炉系)



水砕スラグ



徐冷スラグ

は、酸化精錬で発生する酸化スラグと還元精錬で発生する還元スラグがあり、前者は電気炉1tあたり約70kg、後者は約40kg生成されている。

鉄鋼スラグは、高炉で鉄鉱石を溶融・還元する際に発生する高炉スラグと、鉄を精錬する製鋼過程で発生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。密度が鉄鉄よりも小さく、溶融状態では鉄鉄の上部に浮かび上がってくるため容易に分離・回収できる。この高炉スラグは鉄鉄1tあたり約290kg生成される。高炉から取り出されたスラグは約1500℃の溶融状態だが、冷却方法によって異なる特徴を持った、徐冷スラグと水砕スラグになる。

徐冷スラグは、溶融スラグを冷却ヤードに流し込み、自然放冷と適度の散水により徐冷処理することで、結晶質の岩石状となる。一方、水砕スラグは、溶融スラグに加圧水を噴射するなど急激に冷却処理することにより、ガラス質で粒状の水砕スラグとなる。

また、製鋼スラグは、銑鉄やスクラップから成分を調整し、靱性・加工性に優れた「鋼」を製造する製鋼工程で副生される。製鋼スラグには、転炉から生成する転炉系スラグと、スクラップを原料とする電気炉製鋼工程で生成される電気炉系スラグがある。

転炉系スラグは、高炉徐冷スラグと同様に冷却ヤードで放冷や散水により徐冷処理された後、加工され各種用途に利用されている。転炉鋼1tあたり約110kg生成される。電気炉系スラグ

高炉セメントが使用された構造物



東京湾アクアライン



明石海峡大橋

道路用鉄鋼スラグ



国道170号線・大阪外環状線



山陽自動車道姫路東ランプ

土工用水砕スラグ



神戸港六甲アイランド

大規模プロジェクトでの採用例

2001～2004年の中部国際空港セントレア用地造成工事で、滑走路・誘導路の路盤をはじめエプロン(駐機場)の路床材、コンクリート用細骨材、載荷盛土材、浚渫土の固化材に約190万tの鉄鋼スラグ製品が使用された。

また、2003～2004年の神戸空港工事は170万t、2004～2007年の関西国際空港2期工事は110万tが使われている。

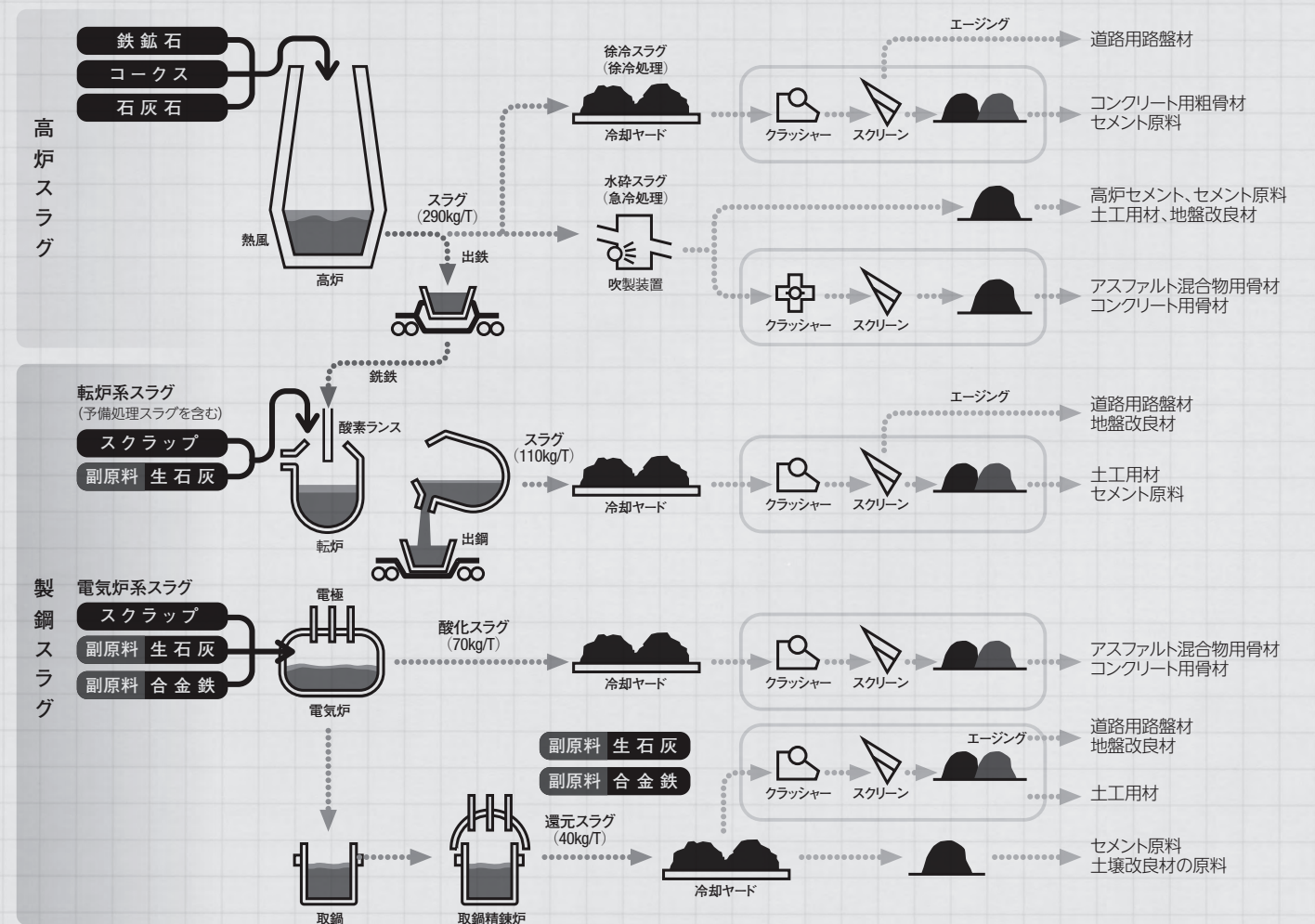


中部国際空港



関西国際空港

鉄鋼スラグ製品の製造フロー



第 4 回「鉄鋼スラグ製品と海と森 アートコンテスト」に、
過去最高！566 もの力作が寄せられました。

海に森に大地に都会にと、様々なフィールドで活躍する鉄鋼スラグ製品の環境有用性に重ね、人と自然と様々な生き物たちが共存する様子が描かれた作品を募集する「鉄鋼スラグ製品と海と森 アートコンテスト」。第 4 回となる 2011 年度のコンテストにおいては過去最高の 566 もの作品が寄せられ、3 月上旬、審査委員長である水中写真家の中村征夫氏のもと授賞作品を決定しました。授賞作品や中村氏の講評などを鉄鋼スラグ協会のホームページでご確認いただけます。

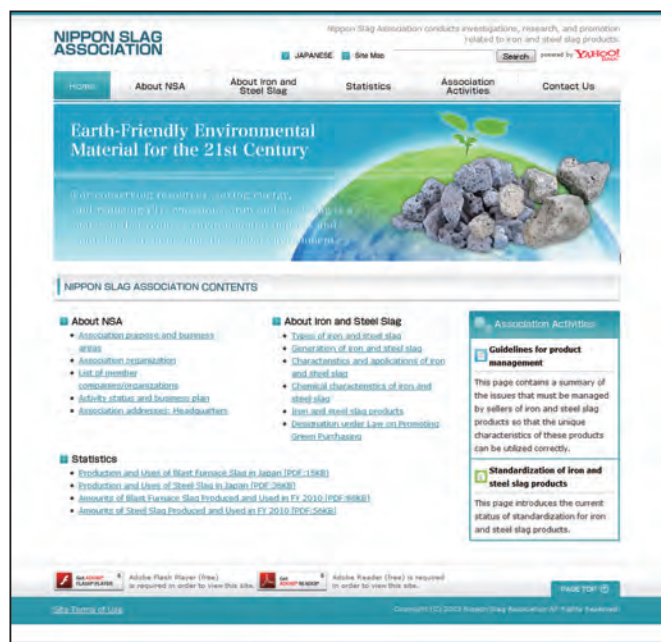
第 4 回「鉄鋼スラグ製品と海と森」アートコンテスト



最優秀賞・大人の部「海のゆりかご」山田亜紀子さん（兵庫県）



最優秀賞・子供の部「お魚さんとらめっこ」犬塚媛理さん（8 歳／愛知県）



鐵鋼スラグ協会ホームページの
英語版をリニューアルしました。

2011 年 8 月、鐵鋼スラグ協会ホームページの英語版を大幅リニューアルしました。トップページのリードテキストにあるように、とりわけ英語版では鉄鋼スラグ製品の環境貢献性とともに、未来に欠かせない産業資材としての価値をアピールする内容になっています。

小中学生を対象にした絵本
「おしえて 鉄鋼スラグ」を作成しました。

鉄鋼スラグ製品を理解するための基本的な内容を、豊富な写真とイラスト、短い文章でわかりやすく紹介した絵本のような小冊子を作成しました。すべての漢字にルビをふるなど、小中学生の学習教材としても活用できるよう配慮しています。

