

鉄鋼スラグの発生とその有効活用

(株)神戸製鋼所
鉄鋼アルミ事業部門技術開発センター
製鉄開発部 鉄資源プロセス開発室 山中 量一

2021年10月26日

◎はじめに・・・

- 日本の鉄鋼業は、過去50年以上にわたり、鉄鋼スラグ製品の品質改善、利用技術開発、公認化等の推進に努め、幅広い用途に使用され、社会基盤充実の一端を担っています。
- 本報告では、神戸製鋼所加古川製鉄所における資源循環の取組みを例として、鉄鋼スラグからなる製品やその有効利用の現状と今後の展開について解説いたします。

【加古川製鉄所：面積はおよそ甲子園球場150個分】



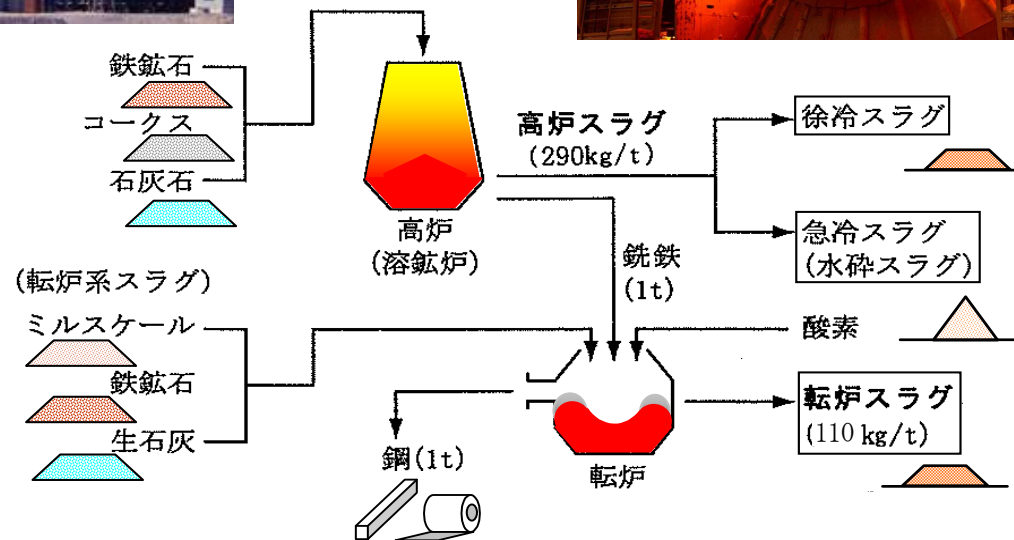
◎鉄鋼スラグとは・・・

- 鉄鉱石から鉄を取り出す製鉄工程（高炉）から生成する高炉スラグと高炉から取り出した鉄（銑鉄）を高品質の鋼にする転炉等からなる製鋼工程から生成する製鋼スラグの2種類に大きく区分されます。

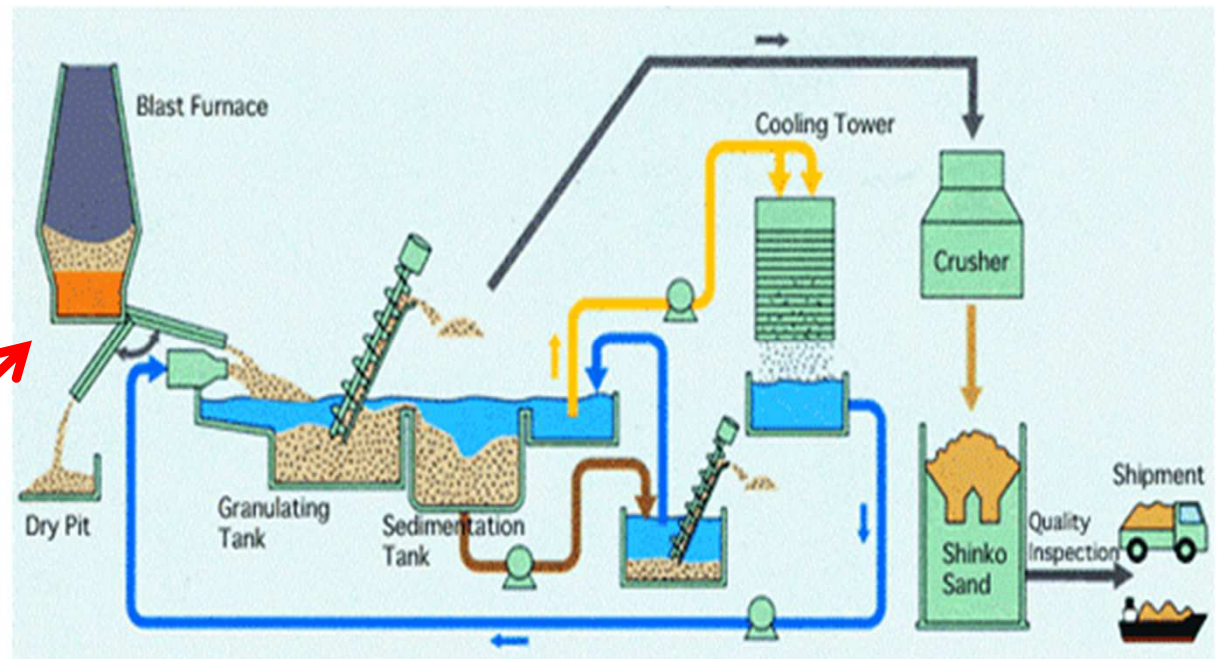
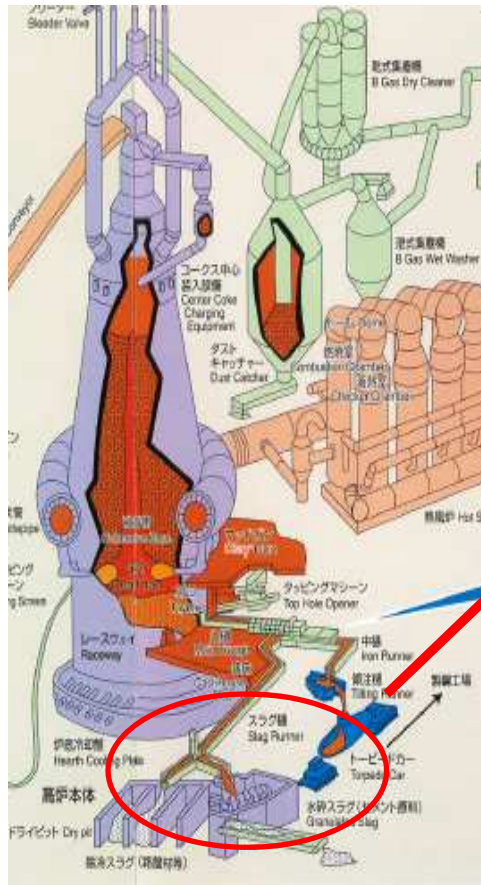
【高炉】



【転炉（製鋼工程）】



◎高炉水砕スラグの生成プロセス



◎製品規格等 様々な規格・ルールに則って製造された「製品」

- 日本工業規格 (JIS)
 - JIS A 5015 「道路用鉄鋼スラグ」
 - JIS A 5011-1 「コンクリート用スラグ骨材-第一部：高炉スラグ骨材」
 - JIS A 5011-4 「コンクリート用スラグ骨材-第一部：電気炉酸化スラグ骨材」
 - JIS R 6206 「コンクリート用高炉スラグ微粉末」
 - JIS R 5211 「高炉セメント」
 - 国交省 土木工事共通仕様書
 - 国交省 港湾工事共通仕様書
 - 地方自治体の仕様書
 - 例：兵庫県土木共通仕様書、神戸市工事共通仕様書
 - 舗装再生便覧
 - 舗装設計施工指針
 - 製鋼スラグ路盤設計施工指針
- e t c . . .

◎鉄鋼スラグ製品の管理「鉄鋼スラグ製品の管理に関するガイドライン」

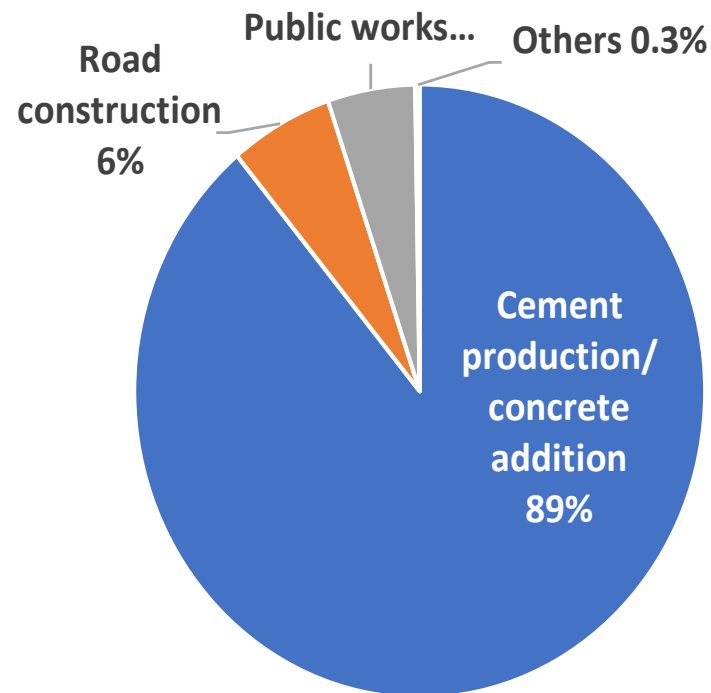
- 鉄鋼スラグ製品の業界団体である鉄鋼スラグ協会では鉄鋼スラグ製品の販売にあたり、鉄鋼スラグ製品の販売者として管理すべきことを「ガイドライン」にとりまとめています。
- 加古川製鉄所において、本ガイドラインに従った製品管理を実施、当協会が導入した第三者機関の審査に基づく審査制度を活用、当社製品を安心して利用頂けるよう製品の管理に努めている。

◎加古川製鉄所の鉄鋼スラグ製品概要

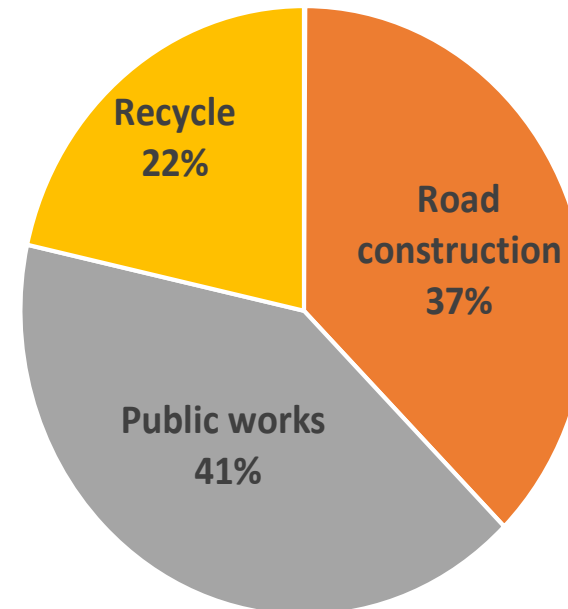
- 2017年度

当社の高炉スラグ生成量は、約211万トﾝ（国内では2,285万トﾝ）。

製鋼スラグ生成量は約105万トﾝ（国内では1,367万トﾝ）



(a) Use of BF slag

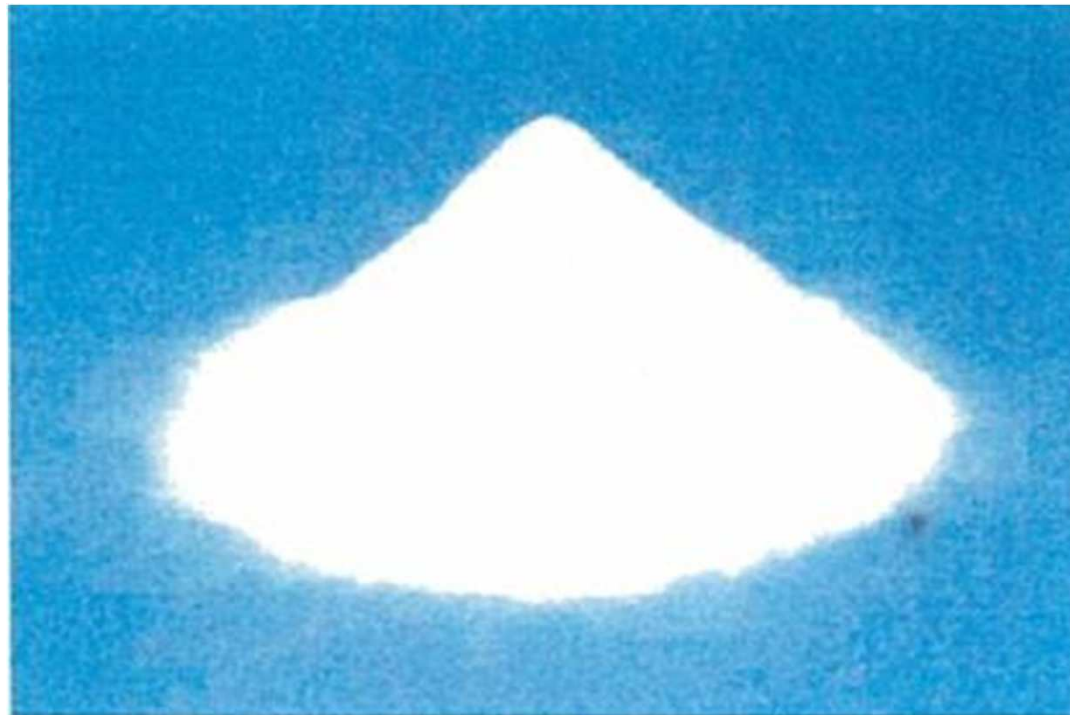


(b) Use of Steelmaking slag

◎コンクリート用高炉スラグ微粉末（商品名：ケイメント）

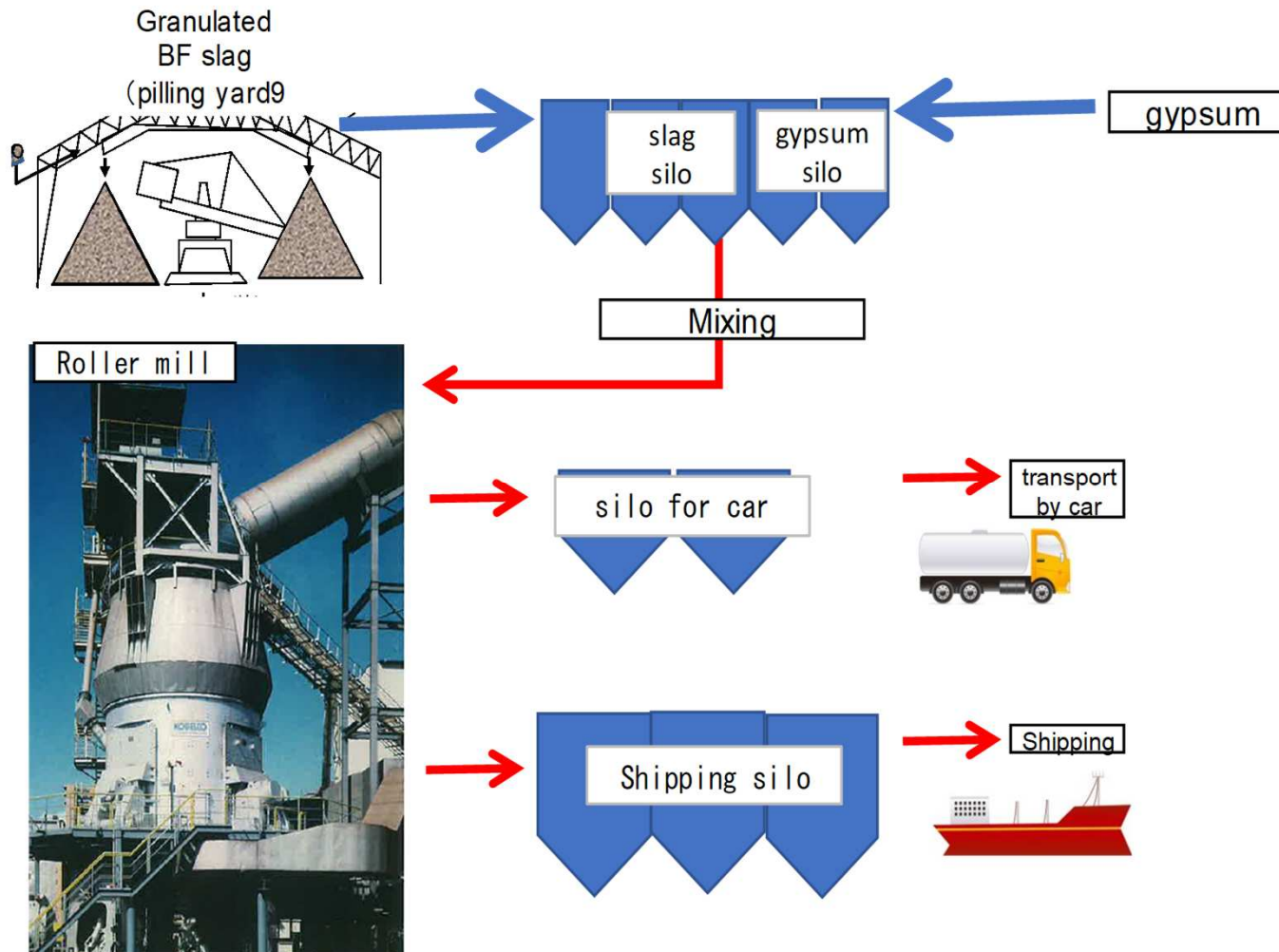
- 水砕スラグを微粉末化したもの。普通セメントに多量に混合して、「高炉セメント」を製造することから、クリンカー起因のCO₂の大幅な削減が実現できる。

※「普通セメント」の場合、製造時に石炭等必要な焼成エネルギーに起因するCO₂と原料である石灰石からのCO₂が発生する。



◎ケイメントの製造プロセス

- 水砕スラグを微粉末化したもの。普通セメントに多量に混合して、「高炉セメント」を製造することから、クリンカー起因のCO2の大幅な削減が実現できる。

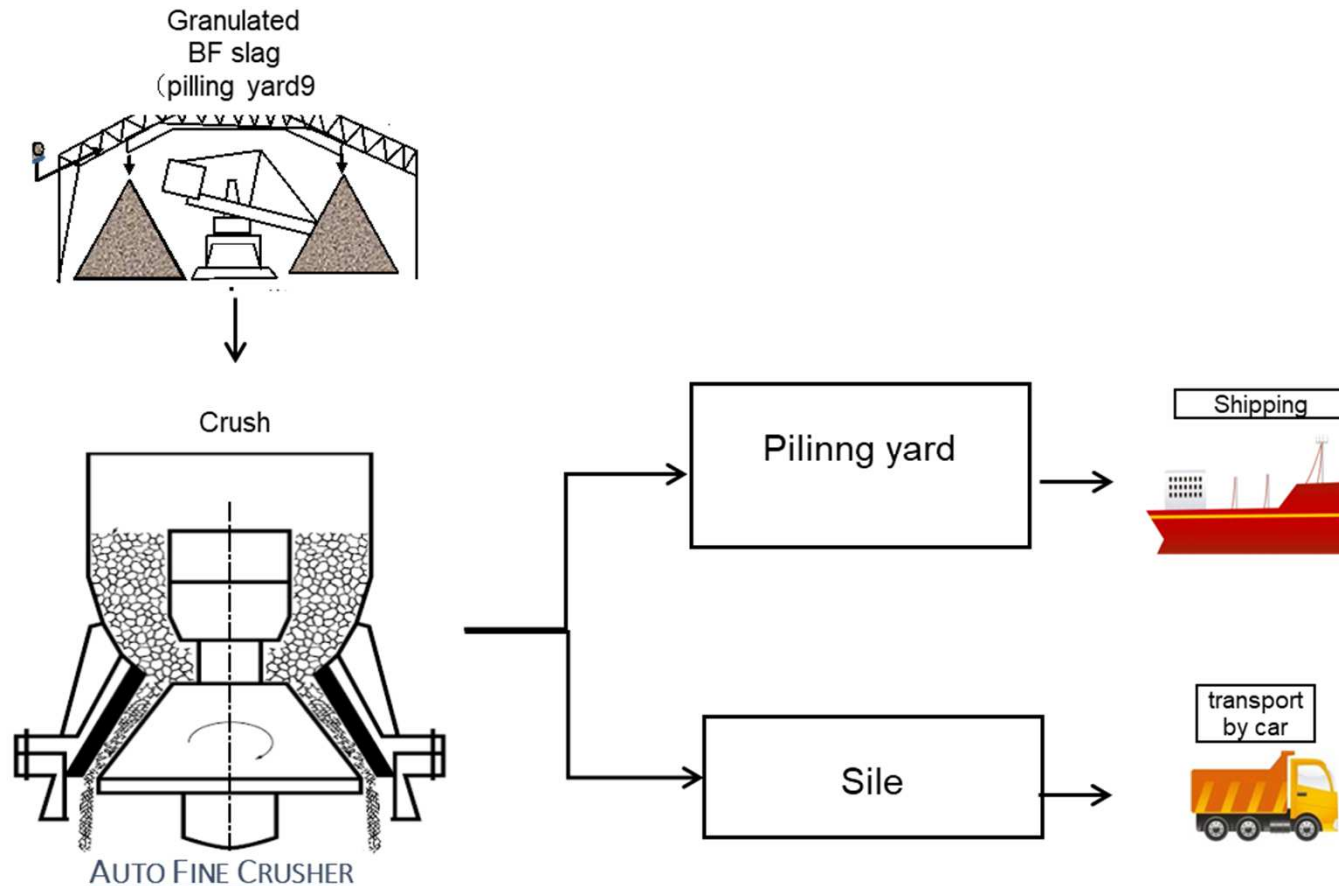


◎コンクリート用高炉スラグ細骨材（商品名：シンコーサンド）

- ・コンクリートブロック・インターロッキングブロックの骨材として使用



◎シンコーサンドの製造プロセス
水砕スラグを軽破碎し、粒子形状とサイズを調整

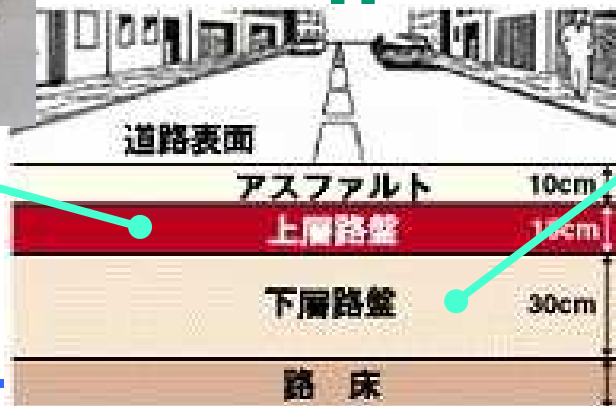


◎道路用鉄鋼スラグ路盤材類

複合路盤材

製鋼スラグ、高炉徐冷スラグ、
水砕スラグ等を混合

用途：路盤材（道路の舗装）



再生路盤材

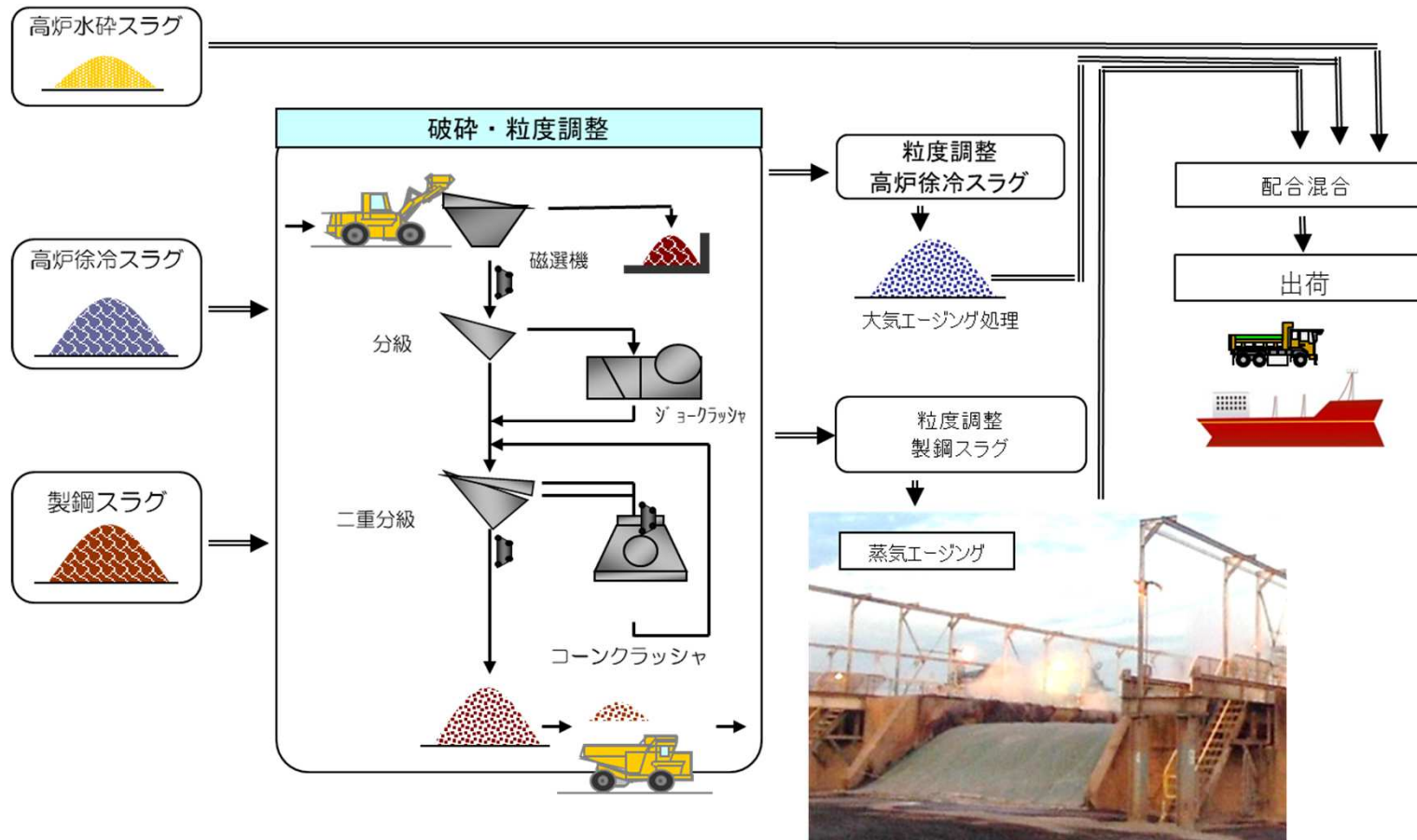
製鋼スラグ、高炉徐冷スラグ、
コンガラ等を混合

用途：路盤材（道路の舗装）
スーパー・コンビニの駐車場の施工
土地の造成
埋め立て工事 など



◎道路用鉄鋼スラグ路盤材類の製造プロセス

- 各スラグ素材を適正な比率で混合し、主に路盤上層部で使用される水硬性粒度調整スラグ
主に路盤下層部で使用される再生路盤材を製造。
- 製鋼スラグや高炉徐冷スラグを路盤材に供する場合、エージングと呼ばれる材質安定化の
処理を全量実施。



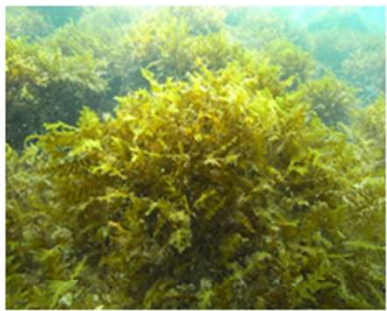
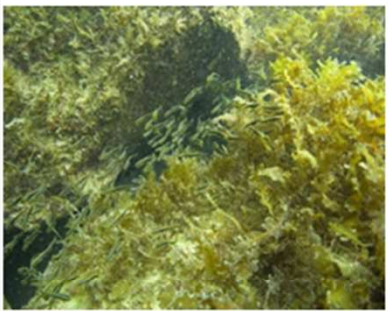






◎鉄鋼スラグの新規用途

- 新たな利用法として、製鋼スラグの特性を生かした海域環境改善材への展開実施中。



◎鉄鋼スラグ人工石を用いた潜堤の海中状況。

- 天然石と鉄鋼スラグ人工石との海藻付着状況，水質の比較を3年間実施。
 設置初期から1年目まではスラグ人工石には天然石よりも多くのアカモクが
 繁茂するなど、鉄鋼スラグ人工石は海藻の着生基材として有効であることが
 確認できました。

	Experimental submerged breakwater		Existing submerged breakwater	
	Slag stone	Natural stone		
Aug. 2014				
Apr. 2017				

鐵鋼スラグ協会 <https://www.slg.jp/>

The screenshot shows the homepage of the Nippon Slag Association (鐵鋼スラグ協会). The header includes the organization's name in Japanese and English, along with navigation links for ENGLISH, Site Map, and Member Login. A main banner features a photograph of a bridge and the text: "環境修復・改善につながる 環境資材として" (As an environmental material that contributes to environmental restoration and improvement). Below the banner, there are three main content sections: 1. "第14回 鐵鋼スラグ製品と海と森 アートコンテスト" (14th Iron and Steel Slag Products and Sea and Forest Art Contest), 2. "協会からのお知らせ" (Information from the Association) with a list of recent news items, and 3. "協会活動" (Association Activities) with sub-sections for member companies, guidelines for product management, and trends in the use of slag products.

ありがとうございました。