

日本製鉄株式会社

本社 スラグ事業・資源化推進部 〒100-8071 東京都千代田区丸の内2-6-1丸の内パークビルディング Tel: 03-6867-6199

北日本製鉄所 室蘭地区 生産技術部資源化推進室	〒050-8550 北海道室蘭市仲町12	Tel: 0143-47-2255
東日本製鉄所 鹿島地区 資源化推進部スラグ室	〒314-0014 茨城県鹿嶋市光3	Tel: 0299-88-2914
東日本製鉄所 君津地区 資源化推進部スラグ室	〒299-1141 千葉県君津市君津1	Tel: 0439-50-2029
名古屋製鉄所 資源化推進部スラグ室	〒476-8686 愛知県東海市東海町5-3	Tel: 052-603-7119
関西製鉄所 和歌山地区 資源化推進部スラグ室	〒640-8555 和歌山県和歌山市湊1850	Tel: 073-454-4119
瀬戸内製鉄所 広畑地区 生産技術部資源化推進室	〒671-1188 兵庫県姫路市広畑区富士町1	Tel: 079-236-5944
九州製鉄所 八幡地区 資源化推進部スラグ室	〒804-8501 福岡県北九州市戸畑区飛幡町1-1	Tel: 093-872-6677
九州製鉄所 大分地区 資源化推進部スラグ室	〒870-0992 大分県大分市大字西ノ洲1	Tel: 097-553-2297

日鉄スラグ製品株式会社

本社	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-13-13JRE茅場町二丁目ビル3F	Tel: 03-5643-7575
エスメント事業部	〒103-0025 東京都中央区日本橋茅場町2-13-13JRE茅場町二丁目ビル3F	Tel: 03-6667-0818
東日本製造所 君津工場	〒299-1141 千葉県君津市君津1	Tel: 0439-50-2078
鹿島工場	〒314-0014 茨城県鹿嶋市光3	Tel: 0299-84-3942
名古屋製造所	〒476-0015 愛知県東海市東海町5-3	Tel: 052-604-7111
室蘭事業所	〒050-0083 北海道室蘭市東町2-22-5	Tel: 0143-41-1151
室蘭事業所 札幌営業所	〒060-0003 北海道札幌市中央区北三条西1-1-1	Tel: 011-221-3020
東北営業所	〒980-0811 宮城県仙台市青葉区一番町3-6-1	Tel: 022-212-5073
東日本事業所 鹿島地区	〒314-0014 茨城県鹿嶋市光3	Tel: 0299-84-3942
東日本事業所 君津地区	〒299-1141 千葉県君津市君津1	Tel: 0439-27-1801
名古屋事業所	〒476-0015 愛知県東海市東海町1-1-2	Tel: 052-601-0031
和歌山事業所	〒640-8404 和歌山県和歌山市湊1850	Tel: 073-452-4645
広畑事業所	〒671-1125 兵庫県姫路市広畑区長町1-12	Tel: 079-236-8888
九州事業所 八幡地区	〒804-0001 福岡県北九州市戸畑区飛幡町2-2	Tel: 093-288-8080
九州事業所 大分地区	〒870-0902 大分県大分市西ノ洲1	Tel: 097-553-2669

お問い合わせは

ご注意とお願い

- ・本資料に記載しているデータは、製品特性を示すものであり、品質保証をするものではありません。実際の利用にあたりましては、季節、天候その他様々な影響を受けるものですので、記載データと異なる品質になる可能性があります。
- ・本資料に記載しているデータは、予告なしに変更する可能性があります。最新データに関しましては、担当部署にお問い合わせください。
- ・本製品を含め鉄鋼スラグ製品は、水と接すると高いアルカリ性を示したり、また、膨張特性を有するなどの特徴がありますので、製品のご利用にあたっては、販売担当者から説明がある「使用上の注意事項」をお守りください。
- ・本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。

日本製鉄株式会社

〒100-8071 東京都千代田区丸の内二丁目6番1号
Tel: 03-6867-4111 Fax: 03-6867-5607

NS スラッガーズ®
L001_11_202408f

© 2024 NIPPON STEEL CORPORATION 無断複写転載禁止

NSスラッガーズ®

日本製鉄の鉄鋼スラグ製品



0
NET ZERO
NIPPON STEEL
Green Transformation
Initiative

日本製鉄株式会社

NSスラッグーズ®とは

鉄鋼スラグ製品は、鉄鋼製造にともない生成される高炉スラグ、製鋼スラグを原料として、さまざまな用途に応じて製造・品質管理されています。

天然資材の代替としてご使用いただけることから、省エネルギー・省資源に寄与できる地球にやさしい材料として脚光を浴びており、その大半がJIS相当品またはグリーン購入法の特定調達品目として市場に提供されています。

当社では、鉄鋼スラグ製品を**NSスラッグーズ®**として、需要家の皆様の様々な要求にお応えすべく、製品開発・技術開発を行いつつ、環境基準に適合する厳格な品質管理のもとご提供しております。

ここに**NSスラッグーズ®**の概要を紹介させていただきますので、その有用性をご理解いただき、ぜひご活用いただきますようお願い申し上げます。

省エネルギー
省資源
CO₂削減

NSスラッグーズ®はその特性を生かして、各種用途に提供されています。



高炉スラグと製鋼スラグ p.2



セメント用 p.4

- 高炉セメント用混合材
- コンクリート用混和材
- クリンカー用原料



コンクリート用骨材

- コンクリート用高炉スラグ粗骨材
- コンクリート用高炉スラグ細骨材

..... p.6



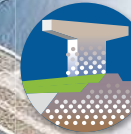
肥料用 p.7

- ケイ酸質肥料、石灰肥料、特殊肥料



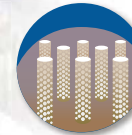
道路用 p.8

- 道路用路盤材
- アスファルトコンクリート用骨材
- カタマ®SP



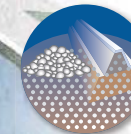
土工用 p.10

- 土工用水砕スラグ
- カルスビン®工法
- シオタイザー®



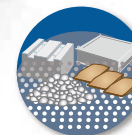
地盤改良用 p.12

- (サンドコンパクションパイル用)
- エコガイアストーン® (固結タイプ) (摩擦タイプ)



港湾工事用人工石材 p.14

- フロンティアストーン®
- フロンティアロック®



漁場・藻場造成製品 p.16

- ビバリー®シリーズ**
- ビバリー®ユニット、ビバリー®ブロック
- ビバリー®ロック



カルシア改質土による
海域環境修復技術 p.18

- カルシア改質土

グリーン購入法の特定調達品目に
指定されている鉄鋼スラグ関連製品 p.20

各自治体リサイクル認定一覧

NSスラッグーズ®の主な施工事例 p.22

ご注意とお願い

本資料に記載された技術情報は、製品の代表的な特性や性能を説明するものであり、「規格」の規定事項として明記したもの以外は、保証を意味するものではありません。本資料に記載されている情報の誤った使用または不適切な使用等によって生じた損害につきましては責任を負いかねますので、ご了承ください。また、これらの情報は、今後予告なしに変更される場合がありますので、最新の情報については、担当部署にお問い合わせください。

本資料に記載された内容の無断転載や複製はご遠慮ください。本資料に記載された製品または役務の名称は、当社および当社の関連会社の商標または登録商標、或いは、当社および当社の関連会社が使用を許諾された第三者の商標または登録商標です。その他の製品または役務の名称は、それぞれ所有者の商標または登録商標です。

NS SLAGGERS

高炉スラグと製鋼スラグ

鉄鋼スラグは、高炉で鉄鉱石を溶解・還元する際に発生する高炉スラグと、鉄を精錬する製鋼段階で発生する製鋼スラグに大別できます。

■ 高炉スラグ

鉄鉄を製造する高炉で熔融された鉄鉱石の鉄以外の成分は、副原料の石灰石やコークス中の灰分と一緒に高炉スラグとなり分離回収されます。

この高炉スラグは天然の岩石に類似した成分を有し、鉄鉄1t当たり約300kg生成します。

高炉から取り出されたばかりのスラグは約1,500℃の熔融状態ですが、冷却の方法によって、右記の徐冷スラグ、水砕スラグの2種になります。

■ 製鋼スラグ

高炉で製造された溶銑やスクラップから、靱性、加工性のある鋼にするのが製鋼工程であり、製鋼炉には転炉、電気炉があります。この製鋼工程で生成するのが製鋼スラグであり、粗鋼1t当たり約100kg生成します。製鋼スラグは高炉徐冷スラグとほぼ同じ方法で加工され、各種用途に用いられます。

徐冷スラグ（徐冷処理）

熔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って冷却すると、結晶質で岩石状のスラグとなります。これを徐冷スラグと呼び、所定の粒度に加工して、道路用・コンクリート用骨材などに利用されます。

水砕スラグ（急冷処理）

熔融スラグに加圧水を噴射するなどして、急激に冷却すると、ガラス質（非晶質）の粒状スラグとなります。これを水砕スラグと呼び、セメント用、土工用などに利用されるほか、加工することでコンクリート用細骨材としても利用されます。



冷却ヤードへの放流

粒度調整後製品



蒸気エーシング

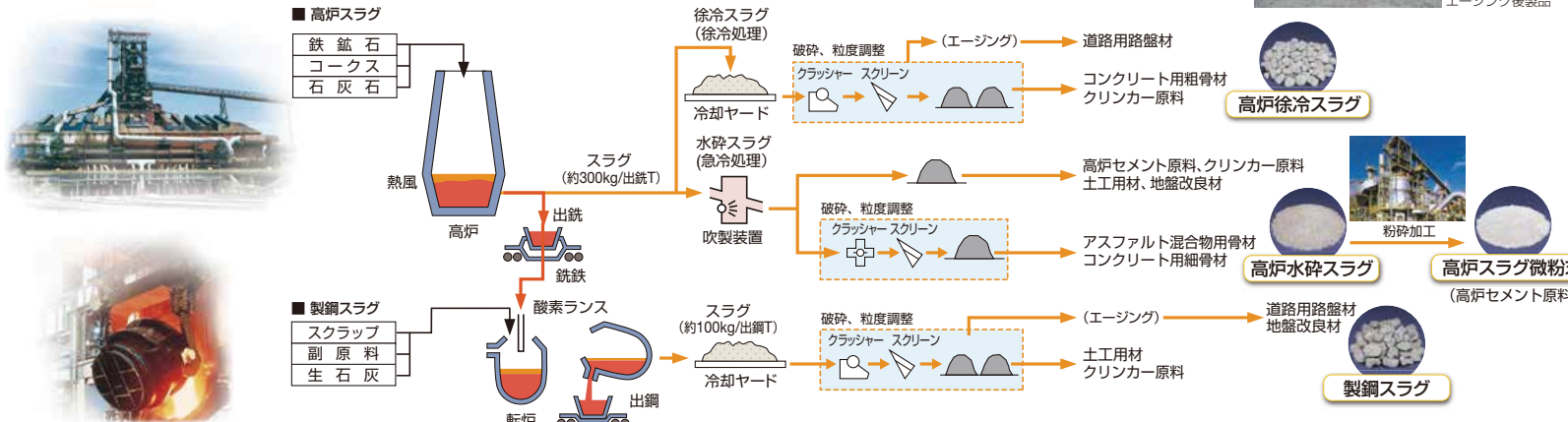


破砕設備と一次粒度調整設備



エーシング後製品

● 鉄鋼スラグ製品の製造フロー



※ 出典：鉄鋼スラグ協会

鉄鋼スラグおよび鉄鋼スラグ製品の性質

● 化学組成

鉄鋼スラグは、石灰 (CaO) とシリカ (SiO₂) を主成分としています。その他の成分として、高炉スラグはアルミナ (Al₂O₃)、酸化マグネシウム (MgO) と少量の硫黄 (S) を含み、製鋼スラグは酸化鉄 (FeO)、酸化マグネシウム (MgO) を含有しています。

これらの成分は、地盤や天然岩石、鉱物など自然界に存在するものであり、化学組成は普通セメントに類似しています。鉄鋼スラグの形状や物理的特性は、一般の砕石または砂と似ていますが、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ます。

鉄鋼スラグの化学組成例 (単位%)

	高炉スラグ	製鋼スラグ	普通セメント	安山岩 (参考)
CaO	41.7	45.8	64.2	5.8
SiO ₂	33.8	11.0	21.2	59.6
T-Fe	0.4	17.4	2.0	3.1
MgO	7.4	6.5	1.5	2.8
Al ₂ O ₃	13.4	1.9	5.2	17.3
S	0.8	0.06	—	—
P ₂ O ₅	<0.1	1.7	0.3	—
MnO	0.3	5.3	0.1	0.2

● 製品特性に関する注意事項

① 膨張性

製鋼スラグは、金属元素が酸化物の形でスラグに取り込まれていますが、吹錬時間が短いため、副原料として使用する石灰が、酸化物と結合せずに未消化のまま遊離石灰 (free-CaO) として残るものがあります。これらは、水と接触した際に膨張する性質を示す原因となっています。

当社は、膨張対策としてエーシング処理を施した製品を準備しており、アスファルトやコンクリート等の舗装路盤材に採用されています。構造物の下部に使用される場合等は、製品の膨張特性について、販売窓口と事前によくご相談いただくようお願いいたします。

② アルカリ性

鉄鋼スラグは、含有する石灰の影響で、水と反応するとpHが10～12に上昇し、コンクリート再生路盤材、セメント安定処理土と同等のアルカリ性を示します。

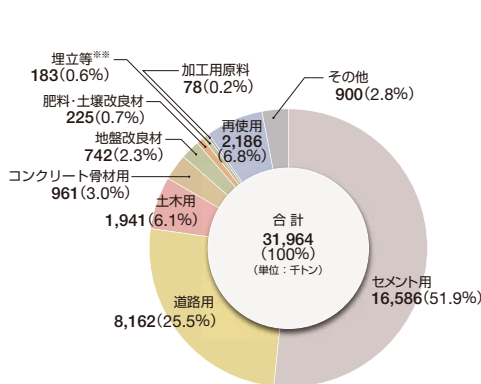
わが国の土壌は一般に酸性土壌であるため、鉄鋼スラグ製品から溶出したアルカリ成分は、土壌に吸着中和されますが、鉄鋼スラグに接した水が土壌を介さないで、外部に流出する恐れがある場合には、コンクリート再生路盤材やセメント安定処理土を使用する場合と同様、アルカリ吸着能の高い土壌で覆土したり、炭酸ガス等で中和処理をした後に排水する等の対策を実施する必要があります。鉄鋼スラグ製品をご使用いただく際には、施工中・施工後の流出水対策について、販売窓口と事前によくご相談いただくようお願いいたします。

③ 重金属

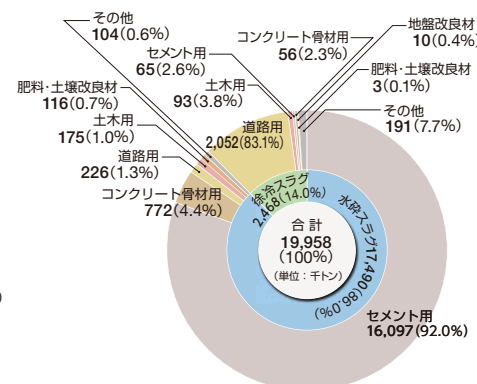
当社の鉄鋼スラグ製品は、各用途において、土壤環境基準等の各種基準を満足しています。

なお、コンクリート用スラグ骨材および道路用スラグについては、2011年7月12日付けで制定された環境安全品質およびその検査方法を導入するための指針 (日本工業標準調査会) に対応・適合しています。

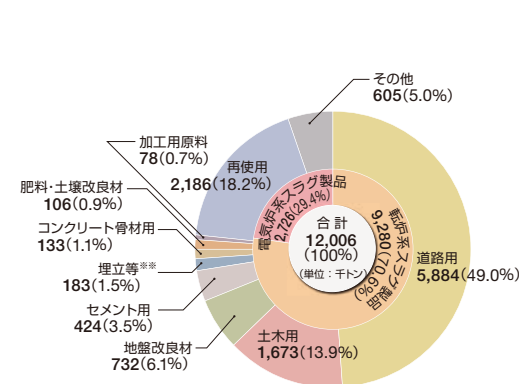
● 鉄鋼スラグ製品の用途別総使用量※



● 高炉スラグ製品の用途別使用量※



● 製鋼スラグ製品の用途別使用量※



※ 鉄鋼スラグ協会データ (2023年度実績)

※※ 埋立等とは、資源化目的以外の用途をいう。



セメント用

鉄鋼スラグ製品の最大需要分野はセメント用です。これは鉄鋼スラグの化学成分がセメントの成分と近いことと、強い潜在水硬性はセメントと相性が良いことによります。これらの特長は古くから知られ、日本では、およそ100年前から使われています。

●高炉セメント用混合材

高炉水砕スラグを粉砕加工した高炉スラグ微粉末は、強い潜在水硬性を発揮します。この特性を利用して高炉セメント用の混合材として使われるほか、普通セメントに5%混合することができます。大きなCO₂負荷軽減効果があることから、近年注目されています。



高炉水砕スラグ

●コンクリート用混和材

高炉水砕スラグを粉砕加工した高炉スラグ微粉末は、コンクリート二次製品や生コンクリート製造時の混和材として使用されます。



高炉スラグ微粉末

高炉スラグ微粉末製品

高炉スラグ微粉末は、高炉水砕スラグを微粉末状に粉砕加工したもので、当社グループ会社で製造・販売しています。

●高炉スラグ微粉末の特長

1. セメントとの配合比率(置換率)を自由に設定できます。
2. アルカリ骨材反応を抑制する効果があります。
3. 塩分拡散が小さく、優れた耐久性が得られます。
4. 高炉セメント同様、CO₂負荷軽減が図れます。

●高炉スラグ微粉末の種類 (JIS A 6206)

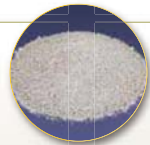
種 類	用 途
高炉スラグ微粉末 3000	低発熱用混和材
高炉スラグ微粉末 4000	最も多く使用される汎用品
高炉スラグ微粉末 6000	高強度・高流動性用混和材・耐酸性
高炉スラグ微粉末 8000	高強度用混和材・耐酸性、グラウト用混和材

●クリンカー用原料

各種スラグは、セメント原料と似た化学成分を持っていることから、原料代替として使用されています。



高炉徐冷スラグ



高炉水砕スラグ



製鋼スラグ

●特長

1. 高炉スラグ(水砕スラグ・徐冷スラグ)は、粘土代替として使用できます。
2. 製鋼スラグは、鉄原料代替として使用できます。
3. いずれのスラグもCaが主成分ですので、石灰石の使用を減らせます。

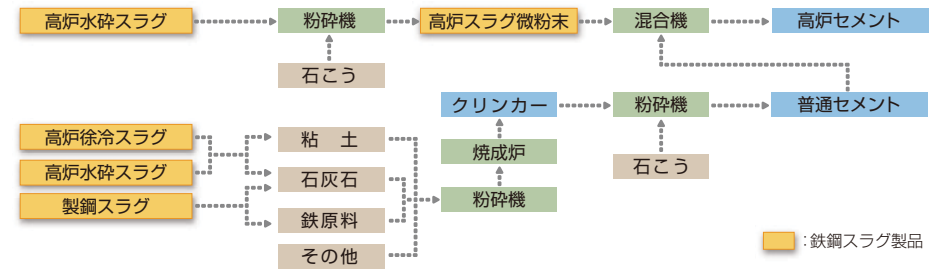
●化学組成例

	高炉スラグ	製鋼スラグ	普通セメント
CaO	41.7	45.8	64.2
SiO ₂	33.8	11.0	21.2
T-Fe	0.4	17.4	2.0



セメント製造設備

●セメント製造工程と鉄鋼スラグ製品の利用



■：鉄鋼スラグ製品

高炉セメント ~およそ100年前から使われています~

高炉セメントは、ポルトランドセメントに高炉スラグ微粉末を一定比率以上混合したセメントです。

●高炉セメントの特長

1. 長期強度が大きく増進します。
2. アルカリ骨材反応を抑制する効果があります。
3. 塩分拡散が小さく、優れた耐久性が得られます。
4. セメント生産時のCO₂が削減できます。

●高炉セメントの種類(JIS R 5211)

種 類	スラグの分量 (%)	特 長
A 種	5を超え 30以下	多くの仕様書で普通セメントと同様に使用できる
B 種	30を超え 60以下	最も汎用的に使用されている高炉セメント
C 種	60を超え 70以下	マスコン用などに使用される

●特殊な高炉セメント

種 類	特 長
低発熱型高炉セメント	一般の高炉セメントB種より発熱が小さい JISでは高炉セメントB種に分類される
ダム用高炉セメント	ダム本体打設時に使用される 高炉スラグの分量が多く、発熱が小さい

●高炉セメントのCO₂削減効果

(単位: kg/t)

CO ₂ 排出源	ポルトランドセメント CO ₂ 排出量 ①	高炉セメントB種 CO ₂ 排出量 ②	CO ₂ 削減量 ①-②	CO ₂ 削減率 %
石灰石	478	269	209	44
エネルギー	278	168	110	40
計	756	437	319	42

高炉セメント使用による
CO₂削減効果は
年間275万t*です

* 8,614千t×319kg/t÷275万t=CO₂

出典：セメント協会HP 2024年4月LCIデータ

※ 2023年度 高炉セメント生産高 8,614千t
出典：セメント協会HP 生産高(会計年)

セメント関連当社グループ会社

会 社 名	製 造・販 売 品 目
日鉄高炉セメント(株)	高炉セメント、高炉スラグ微粉末
日鉄セメント(株)	高炉セメント、普通セメント、高炉スラグ微粉末
日鉄スラグ製品(株)東日本製造所 鹿島工場	高炉スラグ微粉末
日鉄スラグ製品(株)東日本製造所 君津工場	高炉セメント、高炉スラグ微粉末
日鉄スラグ製品(株)名古屋製造所	高炉セメント、高炉スラグ微粉末
日鉄スラグ製品(株)和歌山事業所	高炉スラグ微粉末



高炉水砕スラグ粉砕設備



：グリーン購入法の特定調達品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



コンクリート用骨材



高炉スラグを原料として製造されるコンクリート骨材は高炉スラグ骨材として JIS (JIS A5011-1) が制定されており、コンクリートの耐久性に影響を及ぼす有機不純物や粘土、貝殻などを含まないこと、品質のばらつきが少ないこと、アルカリ骨材反応による膨張が認められないことなどの特長があります。また天然骨材の代替としてもご使用いただいています。

●コンクリート用高炉スラグ細骨材

細骨材は、高炉から取り出された熔融状態のスラグを水で急冷し、粒度調整してつくられる骨材です。



●特長

1. 粒度調整や塩化物量低減等の目的で他の細骨材と混合使用することができます。
2. 潜在水硬性により長期にわたるコンクリート強度の増加が期待できます。
3. 本製品単体でアルカリ骨材反応の原因となることはありません。

●種類(粒度による区分)

区分	粒度範囲 mm	ふるいを通るものの質量分率 %						
		ふるいの呼び寸法 mm						
		10	5	2.5	1.2	0.6	0.3	0.15
5mm	5以下	100	90~100	80~100	50~90	25~65	10~35	2~15
2.5mm	2.5以下	100	95~100	85~100	60~95	30~70	10~45	2~20
1.2mm	1.2以下	—	100	95~100	80~100	35~80	15~50	2~20
5~0.3mm	5~0.3	100	95~100	65~100	10~70	0~40	0~15	0~10

※上記の熔融状態のスラグを水で急冷し、粒度調整してつくられる骨材の他に、熔融状態のスラグを徐冷した高炉徐冷スラグを湿式で篩分けし、微粒分を洗浄除去したコンクリート用高炉徐冷スラグ細骨材もあります。

●品質

	項目	高炉スラグ細骨材
化学成分	酸化カルシウム (CaOとして) %	45.0 以下
	全硫黄 (Sとして) %	2.0 以下
	三酸化硫黄 (SO ₃ として) %	0.5 以下
	全鉄 (FeOとして) %	3.0 以下
	絶対密度 g/cm ³	2.5 以上
	吸水率 %	3.0 以下
	単位容積質量 kg/L	1.45 以上

※粗粒率、微粒分量、環境安全品質については、JIS A 5011-1 でご確認ください。

●コンクリート用高炉スラグ粗骨材

粗骨材は、高炉から取り出された熔融状態のスラグを徐冷し、粒度調整した骨材です。



●特長

1. 高炉スラグを原料としているため、コンクリートに有害な粘土や有機物等を含んでいません。
2. 本製品単体でアルカリ骨材反応の原因となることはありません。

●種類(粒度による区分)

区分	粒度範囲 mm	ふるいを通るものの質量分率 %						
		ふるいの呼び寸法 mm						
		50	40	25	20	15	10	5
4005	40~5	100	95~100	—	35~70	—	10~30	0~5
4020	40~20	100	95~100	20~55	0~15	—	0~5	—
2505	25~5	—	100	95~100	—	30~70	—	0~10
2005	20~5	—	—	100	90~100	—	20~55	0~10
2015	20~15	—	—	100	90~100	—	0~10	0~5
1505	15~5	—	—	—	100	90~100	40~70	0~15

●品質

	項目	高炉スラグ粗骨材	
化学成分	酸化カルシウム (CaOとして) %	L	N
	全硫黄 (Sとして) %	2.0 以下	
	三酸化硫黄 (SO ₃ として) %	0.5 以下	
	全鉄 (FeOとして) %	3.0 以下	
	絶対密度 g/cm ³	2.2 以上	2.4 以上
	吸水率 %	6.0 以下	4.0 以下
	単位容積質量 kg/L	1.25 以上	1.35 以上

※粗粒率、微粒分量、環境安全品質については、JIS A 5011-1 でご確認ください。



肥料用

鉄鋼スラグを原料とする肥料は農林水産省が定める「肥料の品質の確保等に関する法律」に規格が定められています。主な規格は「鉱さい(けいさい)酸質肥料」「副産石灰肥料」「鉱さいりん酸肥料」「副産肥料」「含鉄物」などです。

鉄鋼スラグのうち、高炉スラグは肥料成分である酸化カルシウム (CaO)、ケイ酸 (SiO₂)、苦土 (MgO) を含有、製鋼スラグは酸化カルシウム、ケイ酸、苦土に加えて、酸化鉄 (FeO)、酸化マンガン (MnO)、リン酸 (P₂O₅) を含有しています。

高炉スラグを原料とする肥料は主に稲作に、製鋼スラグを原料とする肥料は稲作の他に畑作、牧草用として幅広く利用されています。

——— 当社の鉄鋼スラグを利用した主な肥料製品 ———

●製鋼スラグ利用肥料

…「ミネカル」、「てんろ石灰」、「農力アップ」、「ミネラル G」、「珪鉄」他

●高炉スラグ利用肥料

…「ケイカル」、「粒状ケイカル」



●稲作への効果

- ・収量が増加、安定します。
- ・米の外観品質を向上させます。
- ・米粒中のデンプン増、低タンパク化により食味が向上します。
- ・気象の変化に耐性ができます(高温、冷害、日照不足、潮風害、フェーン、干ばつ)。

●ケイ酸の効果

1. 葉の受光態勢が向上、光合成を促進します。
2. 茎を丈夫にし、倒伏を防ぎます。
3. 身や茎が硬くなり、いもち病やニカメイチョウ等の侵入を抑制します。
4. ケイ酸が表皮のクチクラ層の下に集積し、クチクラ蒸散を抑制することで、高温時でも気孔蒸散が維持され稲体温度の上昇を抑えます。
5. 根の酸化力を促進、根の活力を向上させます。

●アルカリ分の効果

1. 土壌の pH を上昇させます。
2. pH の改良により、生稲わらの分解を促進します。
3. 作物の生育に適した pH を維持します。

●鉄・マンガンの効果(製鋼スラグ肥料)

- ・土の異常還元を抑制、根腐れを防止します。

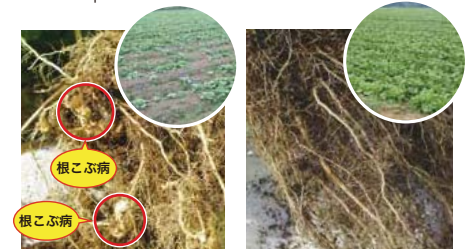


●畑作への効果

- ・製鋼スラグ肥料は、畑に酸化鉄 (FeO)、酸化マンガン (MnO)、酸化マグネシウム (MgO)、りん酸 (P₂O₅) を供給します。
- ・アルカリ分が pH の向上、維持に貢献、畑の病原菌の活動を抑制します。

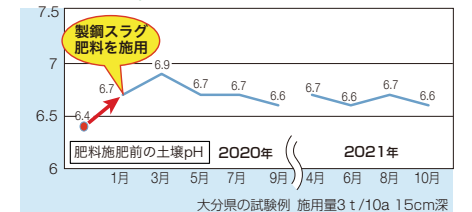
●ハクサイへのスラグ肥料の効果

発病株率 0% 区は、pH5.7 の圃場に製鋼スラグ肥料を投入し、pH7.5 に調整。



根こぶ病多区(発病株率 65%) 製鋼スラグ肥料施用区(発病株率 0%)
大分県農林水産研究指導センターの試験圃場の結果
製鋼スラグ肥料施用量 28t/10a 20cm 深

●持続性の高い pH 矯正効果



※施用量については、散布地の土壌、および施用する製鋼スラグ肥料に関する pH 緩衝曲線を作成するなど、農業指導員等にご相談して決定下さい。



道路用

道路用路盤材、アスファルトコンクリート用骨材は、1960年代から研究が開始され、1979年にはJISが制定され、その後数回の改正を経て現在のJIS(道路用鉄鋼スラグJIS A5015)に至っています。

●道路用路盤材

道路用路盤材は、高炉スラグまたは製鋼スラグを破碎・整粒して製造するもので、それぞれを単体もしくは混合して用途に適した製品を製造しています。原料となる高炉スラグは、少量の硫黄を含んでおり、黄色対策、臭気対策のため、エージングを行っています。同じく原料となる製鋼スラグは膨張する性質があるため、膨張対策としてエージングを行っています。



●特長

1. 潜在水硬性により長期にわたり路盤の強度が増加します。
2. 含水比の変化の影響を受けにくく、良好に締め固めることができます。
3. 施工は一般の路盤材と同様に行うことができます。
4. 以下に示す粒度や品質は、JIS A 5015道路用鉄鋼スラグと同等です。

●種類と用途

種 類	呼び名	用 途
水硬性粒度調整鉄鋼スラグ	HMS-25	上層路盤材
粒度調整鉄鋼スラグ	MS-25	上層路盤材
クラッシュラン鉄鋼スラグ	CS-40 CS-30 CS-20	下層路盤材



施工状況

●粒度

呼び名	粒度 範囲 mm	ふるいを通るものの質量分率 % JIS Z 8801-1 に規定する金属製網ふるいの公称目開き									
		53mm	37.5mm	31.5mm	26.5mm	19mm	13.2mm	4.75mm	2.36mm	425μm	75μm
HMS-25	25~0	—	—	100	95~100	—	60~80	35~60	25~45	10~25	3~10
MS-25	25~0	—	—	100	95~100	—	55~85	30~65	20~50	10~30	2~10
CS-40	40~0	100	95~100	—	—	50~80	—	15~40	5~25	—	—
CS-30	30~0	—	100	95~100	—	55~85	—	15~45	5~30	—	—
CS-20	20~0	—	—	—	100	95~100	60~90	20~50	10~35	—	—

●品質

項 目	呼 び 名					備 考
	HMS-25	MS-25	CS-40	CS-30	CS-20	
呈色判定*	呈色なし					高炉徐冷スラグを用いた道路用鉄鋼スラグに適用
水浸膨張比** %	1.0 以下					製鋼スラグを用いた道路用鉄鋼スラグに適用
単位容積質量 kg/L	1.50 以上	—	—	—	—	
一軸圧縮強度 MPa	1.2 以上	—	—	—	—	

* 高炉徐冷スラグを用いた道路用鉄鋼スラグからの黄濁水発生の有無の判定
** 製鋼スラグを用いた道路用鉄鋼スラグの膨張性を評価する指標
*** 環境安全品質については、JIS A 5015 でご確認ください。

上記以外に鉄鋼スラグにコンクリート廃材等のリサイクル材を混合した製品(再生路盤材)があります。
詳しくは各販売窓口にお問い合わせ下さい。

●アスファルトコンクリート用骨材

原料となる製鋼スラグは、硬質かつ耐摩耗性に優れていることから天然骨材の代替として使用されています。



●特長

1. 製鋼スラグを用いた骨材は硬質で耐摩耗性に優れています。
2. 排水性舗装・透水性舗装にも使用することができます。
3. 施工は一般のアスファルトコンクリート用骨材と同様に行うことができます。
4. 粒度や品質は、JIS A 5015道路用鉄鋼スラグと同等です。

●種類（粒度による区分）

呼び名	粒度 範囲 mm	ふるいを通るものの質量分率 % JIS Z 8801-1 に規定する金属製網ふるいの公称目開き					
		26.5mm	19mm	13.2mm	4.75mm	2.36mm	1.18mm
SS-20	20~13	100	85~100	0~15	—	—	—
SS-13	13~5	—	100	85~100	0~15	—	—
SS-5	5~2.5	—	—	100	85~100	0~25	0~5

●品質

項 目	呼 び 名		
	SS-20	SS-13	SS-5
水浸膨張比* %	2.0 以下		
表乾密度 g/cm³	2.45以上		
吸水率 %	3.0 以下		
すりへり減量 %	30 以下		

* 製鋼スラグを用いた鉄鋼スラグ路盤材の膨張性を評価する指標
** 環境安全品質については、JIS A 5015 でご確認ください。

●固まる簡易舗装材料 カタマ®SP

鉄鋼スラグ特有の潜在水硬性を活用した舗装材料で、適量の散水と重機による転圧を行うことで徐々に固化が進行し、通常碎石と比較すると荷重に対する強度が強く、耐久性の向上が図られた製品です。簡易で安価な舗装資材として、防草対策や林道・農道等に適した当社独自製品です。



●特長

1. 簡易な施工
適量の散水と重機による転圧を行うだけで施工後、徐々に固化が進行します。
2. 快適な走行性
しっかり固まるため、車両の走行はスムーズな状態が継続します。
3. 安価な維持費
固化により通常碎石より強度、耐久性が向上するため、除草費用および林道、農道等の維持管理費の軽減が可能です。



水分付与 + タイヤローラー等で転圧



林道(作業道)施工前



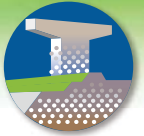
林道(作業道)施工後



ソーラー発電所防草対策用施工例



：グリーン購入法の特定調達品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



土工用

鉄鋼スラグは、自然材料と比較して、その単位体積重量の違いや内部摩擦角の大きさなどから、陸上、港湾を問わず、土木分野で広くご利用いただいています。

● 土工用水砕スラグ



土工用水砕スラグは、護岸の裏込め、軟弱地盤対策用の覆土、路床、盛土用などに幅広く利用されています。



沿岸技術ライブラリー No.27 港湾・空港における水砕スラグ利用技術マニュアル

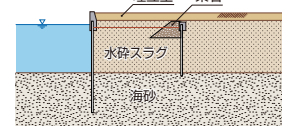
● 土工用水砕スラグの特性

1. 単位体積重量は $11 \sim 16 \text{ kN/m}^3$ で、天然砂よりも軽量です。
2. せん断抵抗角は 35° 以上、CBR20~30%で天然砂以上の強度があります。
3. 固結した水砕スラグは液化化しません。
4. 透水係数は $10^0 \sim 10^{-2} \text{ cm/s}$ と良好です。
5. 水硬性により長期強度や耐久性が向上します。
6. 一般的には強度特性上最大1mまでの、まき出し施工厚での転圧施工が可能で、施工の合理化が図れます。

● 土工用水砕スラグの適用用途および特徴

用途		特性(○は、必要に応じて効果あり)			
		軽量	せん断抵抗角大	水硬性	透水性
土工	盛土	○	○	○	
	埋戻し	○	○	○	
	法面保護		○	○	○
	裏込め	○	○	○	
地盤改良	SCP		○		
	サンドマット覆土	○	○	○	○
道路	路床		○	○	

● 裏込め



● カルスピン®工法

津波堆積物等のがれき等が混入した軟弱な泥土にジオタイザーを加え、回転式破砕混合機を用いて攪拌混合した後、ふるいにてがれきを分別する工法です。



建設技術審査証明事業(土木系材料・製品・技術、道路保全技術) 建設審証第1305号
一般財団法人土木研究センター 有効期限2028年8月4日

● 特長

1. がれきが混入した泥土を効率よく分別・改良できます。
2. 混入がれきが精度良く分別できます。



カルスピン工法プラント全景



分別・改良された土

● 軟弱地盤改良用石灰系粒度調整材 ジオタイザー®

ジオタイザーは、製鋼スラグを原料とする石灰系粒度調整材で、軟泥土改良・路床改良・埋戻土改良等に利用できます。改良土は転圧性に優れ、またボソラン反応も加味され強度が向上します。



● ジオタイザーの特長

1. 粒状体のため扱いが容易

ジオタイザーは粒状体のため、扱いが容易です。



セメント系・石灰系の場合



ジオタイザー

2. 特殊な建設機械を用いることなく混合・施工が可能

従来の改良材(セメント・石灰など)と同じ工法が採用できます。



バックホウ



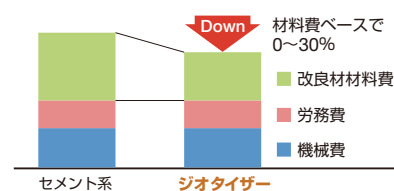
スタビライザ

3. 現地バラ積みで保管可能

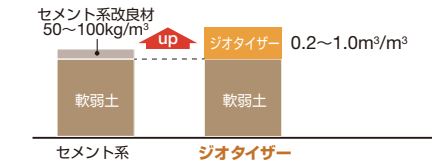
セメント系・石灰系の改良材の場合は、保管時に湿気対策が必要ですが、ジオタイザーは粒状体かつ固化反応が緩やかなため、運搬や保管に特別な設備が不要です。



4. 材料費が安価のため、混合費用を抑制

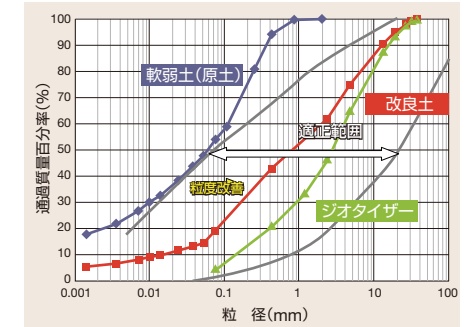


5. ボリュームアップにより購入土費を抑制

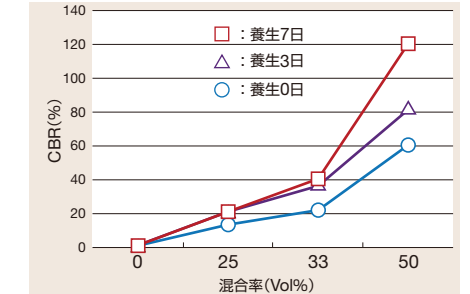


● ジオタイザーの特性

● ジオタイザーによる粒度改善効果の一例



● 混合率とCBRの関係の一例



グリーン購入法の特定調達品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



地盤改良用(サンドコンパクションパイル(SCP)用)

従来の自然砂に比べて同等以上の強度の杭を形成し、支持力向上や地震時のせん断変形の抑制により、材料費の縮減と改良率を小さくすることによるコスト縮減を実現します。

●エコガイアストン®(固結タイプ)～軟弱地盤改良用～

製鋼スラグに、高炉徐冷スラグまたは水砕スラグを質量混合比で15%～50%の範囲で混合して製造される材料で、一軸圧縮強さ(材令28日)60 kN/m²以上の固結性能を有する材料です。



SCP杭

港湾関連民間技術の確認審査・評価書認定: 第10001号(2021年3月第2回変更)

●エコガイアストン(固結タイプ)の特長

1.天然砂よりも大きなせん断抵抗を発揮します。

エコガイアストン(固結タイプ)は、固結に伴う粘着力成分の効果により、せん断抵抗が従来の砂材料より優れるため、より経済的な改良断面とすることが可能です。設計では、この効果により見掛けのせん断抵抗角 ϕ を42°以上とすることができます。
 $q_u \geq 60 \text{ kN/m}^2 \Rightarrow$ 設計用せん断抵抗角 $\phi \geq 42^\circ$

2.コストパフォーマンスに優れています。

エコガイアストン(固結タイプ)は、従来の砂材料よりもせん断抵抗が優れることから、地盤改良幅を低減することが可能で、コスト縮減につながります。

3.地震時の残留変形を抑制可能です。

エコガイアストン(固結タイプ)は、固結に伴う粘着力成分の効果により剛性がアップし、地震時における残留変形を抑制することができます。天然の砂材料に比べ60～80%に低減できます。

また、地震時の残留変位要因でCDM(深層混合処理)工法を用いなければならない場合でも、エコガイアストン(固結タイプ)を用いればSCP工法を採用できる可能性があり、20～30%のコスト縮減が期待できます。

4.環境適合性

有害物質の溶出・含有については「海洋汚染防止法水底土砂基準」等の各種環境基準に適合しています。

pHについては、施工時はケーシングパイプに、施工後は地盤に覆われるため、周辺海水に影響を及ぼしません。

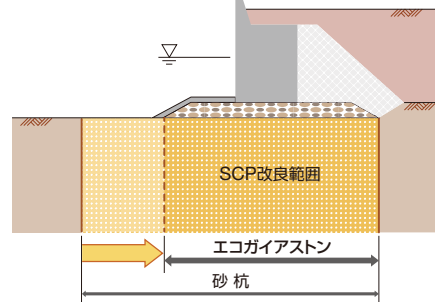
また、リサイクル材の利用促進により、天然資源の保護が可能となります。

●エコガイアストン(固結タイプ)の材料特性

項目	エコガイアストン(固結タイプ)	比較:天然砂
粒度	40～0mm	
湿潤単位体積重量	24±2kN/m ³	18kN/m ³
水中単位体積重量	16±2kN/m ³	10kN/m ³
設計用せん断抵抗角	≥42°*	30°～35°
一軸圧縮強さ	≥60kN/m ²	—
三軸圧縮試験結果	$\phi_d = 41.2^\circ \sim 53.6^\circ$ $C_d = 37.2 \sim 114.9 \text{ kN/m}^2$	—
初期せん断剛性率	≥174MN/m ²	115MN/m ² 程度

* 偏芯傾斜荷重に対する基礎地盤の支持力照査に用いる場合は50°以上

●地盤改良効果とレベルII地震時の残留変形抑制効果の試算例



必要改良幅は砂杭に対して60～80%に低減

●動的解析結果の一例

工法	改良仕様	ケーソン天端の残留変位 (m)	
		水平	鉛直
CDM	壁式50%改良	1.1	0.3
SCP(砂杭)	As=78.5%	2.1	0.9
SCP(エコガイアストン)	As=78.5%	1.4	0.4

地震時残留変位は砂杭に対して大幅に低減

●エコガイアストン®(摩擦タイプ)～砂地盤の液状化対策用～

製鋼スラグ単体または、製鋼スラグに高炉徐冷スラグもしくは水砕スラグを質量混合比で50%以下の範囲で混合して製造される材料で、せん断抵抗角35°以上の材料です。



港湾関連民間技術の確認審査・評価書認定: 第10001号(2021年3月第2回変更)

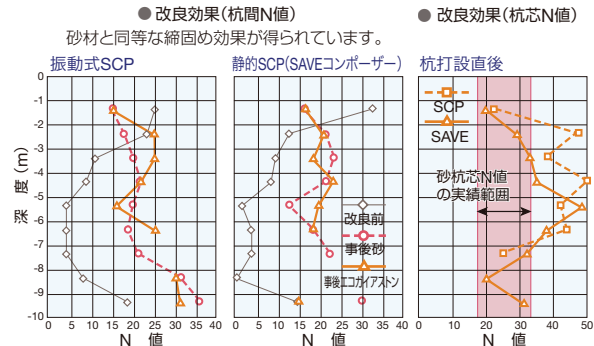
●エコガイアストン(摩擦タイプ)の特長

1. 砂材と同等の締固め特性・施工性

液状化対策としての砂地盤の締固め効果および施工能率、施工時の騒音・振動・地中変位は、従来の砂杭施工の場合と同等であることを確認しています。

●エコガイアストン(摩擦タイプ)施工方法

振動式締固め工法および静的締固め(SAVEコンポーザー)工法が、用途・条件に合わせて適用可能です。



2. 粒度構成

陸上用施工重機での施工を可能とするため、従来の港湾工用製鋼スラグよりも細粒分を少なく管理した材料としています。

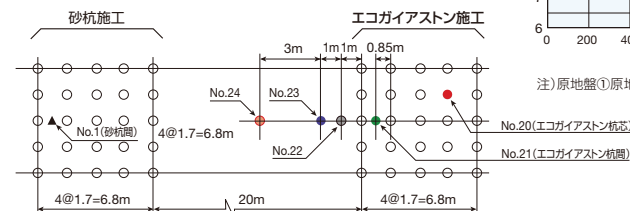
3. 膨張安定性

80°C水浸膨張比(10日)≤1.5%で品質管理された材料です。

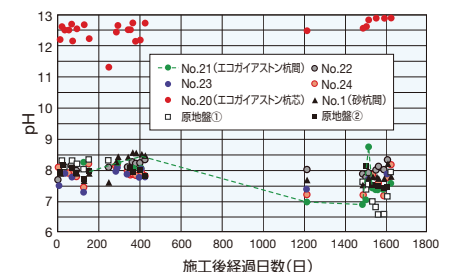
4. 環境適合性

有害物質の溶出・含有については、「海洋汚染防止法水底土砂基準」等の各種環境基準に適合しています。

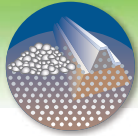
pH溶出水については、エコガイアストン杭芯のpHは高いが、杭近傍の地盤のpHは周辺地盤のpHと同等であることを確認しています。



地盤改良施工状況(SAVEコンポーザー)



注) 原地盤①: 原地盤②は、調査場所より50m離れた原地盤の観測井

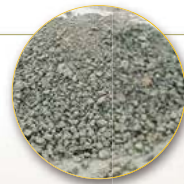


港湾工事用人工石材/フロンティアストーン® フロンティアロック®

海洋工事での非液状化埋立材や割り石・裏込め石さらには潜堤や緩傾斜護岸用資材として利用される鉄鋼スラグ加工製品です。

●フロンティアストーン® ●フロンティアロック®

フロンティアストーン、フロンティアロックは製鋼スラグと高炉セメントの原料である高炉スラグ微粉末と水などを練混ぜ、水和固化させて製造した人工石材です。フロンティアストーンは粒径300mm以下の小さな人工石材であり、フロンティアロックは粒径100mmから1000mm程度の大きな人工石材です。



フロンティアストーン



フロンティアロック

沿岸技術ライブラリー No.28 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアルー製鋼スラグの有効利用技術ー(改訂版)
港湾関連民間技術の確立審査・評価書認定: 第22002号 (2022年9月部分変更)
第11回 国土技術開発賞優秀賞 (「鉄鋼スラグ水和固化体人工石材」) (2009年)

●フロンティアストーン、フロンティアロックの製造方法



●フロンティアストーン、フロンティアロックの特徴

人工石材の種類		フロンティアストーン	フロンティアロック
用 途		埋め立て材	割り石(緩傾斜護岸・被覆石) ・裏込石
母岩品質		圧縮強度: 9.8N/mm ² 以上 表乾密度: 2.1~2.9g/cm ³ 吸 水 率: 20%以下	
粒度・質量	粒径・質量の範囲	0~300mm	5~2000kg (100~1000mm *)
	U _c	5~45	1.3~3
	D ₁₀	2.0mm以上	—
力学特性	せん断抵抗角	35°以上(拘束圧100kPa 以上 400kPa 未満) 40°以上(拘束圧100kPa 未満)	
環境適合性	pH	9.0以下(海水溶媒 固液比1:10)	
	生物付着性	天然石材と同等以上	
	有害物質の 溶出・含有	「港湾用途溶出量基準」または「一般用途溶出量基準 および含有量基準」の基準値以下	
膨 張		膨張しないこと (JIS A 5015 80°水浸膨張 試験10日で0.2%以下)	有害なひび割れなし

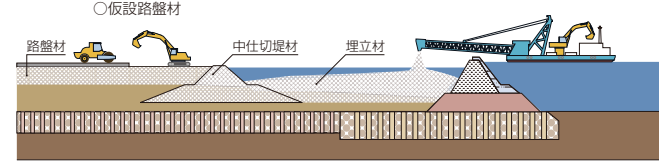
*1: 500mm以上の製造可否については、製造元にご確認下さい。

●配合例

No.	単位量(kg/m ³)					
	水	高炉スラグ微粉末	フライアッシュ	製鋼スラグ	アルカリ刺激材	混和剤
No.1	230	460	—	1692	—	—
No.2	230	460	—	1326	—	—
No.3	186	297	125	2038	53	2.85
No.4	166	297	85	2021	53	1.76
No.5	174	316	63	2111	57	2.61
No.6	300	450	—	1539	—	—
No.7	300	525	—	1463	—	—

●フロンティアストーンの適用部位

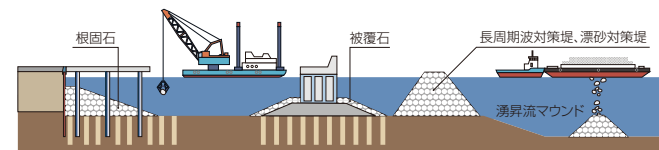
- [陸域例] ●埋立材・非液状化埋立材
○港湾・護岸工事の埋立材・裏込め材
○非液状化埋立材・中仕切堤材
○仮設路盤材



作業船による掘土状況

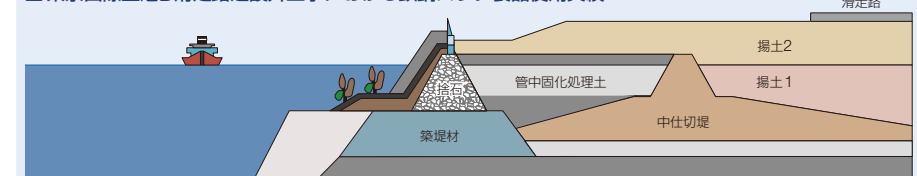
●フロンティアロックの適用部位

- [海域例] ●人工構造物築造材
○ケーソン前後面、根固石、被覆石
○ジャケット構橋下、根固石、被覆石
○長周期波対策用堤、漂砂および消波対策堤(突堤、離岸堤、人工リーフ等)
○航路埋戻し対策マウンド



底開/バージ船での投入状況

■東京国際空港D滑走路建設外工事における鉄鋼スラグ製品使用実績



●鉄鋼スラグ製品使用数量

	フロンティアストーン	高炉水砕スラグ	高炉セメント
中仕切堤	22	20	—
掘土1(液状化対策材)	18	—	—
掘土2(仮設道路材)	60	—	—
管中固化処理土	—	—	36
合計	100	20	36

■護岸石材としての使用例

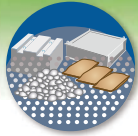


護岸根固め用の石材として天然石同等品と評価され、フロンティアロックが使用されました。



地盤材としてフロンティアストーンが使用された東京国際空港D滑走路建設外工事

：グリーン購入法の特定調達品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



漁場・藻場造成製品 / ビバリー® シリーズ

ビバリーシリーズは豊かな海域を創造する日本製鉄の漁場・藻場造成製品です。

●ビバリー®ユニット

転炉系製鋼スラグ(鉄分)と人工腐植土(腐植酸)を混合することで人工的に腐植酸鉄を作りだし、焼成した海域へ安定的に鉄イオンを供給して海藻類の生育を助ける製品です。



(社)全国水産技術協会による漁場造成・再生用資器材利用技術評価委員会の技術認定登録 第04001号(2022年2月更新)
市村地球環境産業賞 貢献賞(2020年)受賞

●特長

ビバリーユニットは海藻類の生育に必要な「鉄イオン」を腐植酸鉄の形で海に供給し、藻場の造成を助ける、まさに海藻のためのサプリメントです。森林土壌中の「鉄イオン」と「腐植酸」がキレート化*することで生み出される腐植酸鉄を、転炉系製鋼スラグと人工腐植土の副産物を利用して人工的に生成し、供給することで藻場の造成を助けます。

●安全性

本製品は生物安全性については、魚類、貝類、甲殻類、海藻類に対しての急性毒性試験(海産生物毒性試験指針に準拠)、食品安全性については、製品周辺生物の重金属蓄積の分析によって安全性を確認しています。

*: キレートとは、ギリシャ語でカニのハサミのこと。カニがハサミで物を挟むような形で金属と錯結合する物質のことです。キレート化した金属は生物に吸収されやすくなります。

ビバリーバッグとは

ビバリーバッグはビバリーユニットを透水性の良い袋に入れたものです。

○用途(埋設用)

透水性の良い汀線部(例: 増毛町は200~500mm程度の玉石で形成)に沿って溝を掘削して、一定の数のビバリーバッグを投入し、埋め戻しを行います。これによって汀線部より海域中に腐植酸鉄の供給を行います。

○標準使用サイズ

(用途により大きさ、重量は変更可)
袋サイズ: $\phi 0.3\text{m} \times \text{L}1.0\text{m}$ 、
1袋あたりの重量: 約25kg



ビバリーバッグ

●ビバリーユニットの製品規格

項目	規格
配合	容積比で転炉系製鋼スラグ50%以上、人工腐植土40%以上であること
溶出安全性	「水底土砂に係る判定基準」の中で、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、セレン、ふっ素の7項目について基準値を満たしていること
pH	pHが9.0以下であること*1
鉄分溶出性	全重量に対して0.3%以上の可溶性鉄分を含有すること*2

*1: JGS 0211修正法(溶媒: 人工海水、固液比 1:10)

*2: 農林省告示に基づく「詳細肥料分析法」に記載のクエン酸可溶性リン試験法

ビバリーボックスとは

ビバリーボックスはビバリーユニットを麻製の袋に入れ、鋼製の箱に充填したものです。

○用途(沈設用)

波浪等への耐久性を備えた鋼製のビバリーボックスは埋設が不要で海域中の岩盤上にも直接設置可能であり、その周辺へ腐植酸鉄の供給を行います。また、海藻類の着生基質材にもなります。

○標準使用サイズ

(用途により大きさ、重量は変更可)
ボックスサイズ: $\text{W}1.7\text{m} \times \text{D}1.7\text{m} \times \text{H}0.5\text{m}$
重量: 約2,000kg(内容物: 約1,250kg)



ビバリーボックス

※「ビバリーユニット」についての詳細は別途カタログをご参照下さい。

●ビバリー®ブロック ●ビバリー®ロック

ビバリーブロック・ビバリーロックは、鉄鋼副産物である転炉系製鋼スラグと高炉スラグ微粉末等から製造され、藻類・生物着生の基質材や、人工山脈のマウンド材として適用できる藻場・漁場造成用の製品です。



ビバリーブロック



ビバリーロック

(社)全国水産技術協会による漁場造成・再生用資器材利用技術評価委員会の技術認定登録 第04002号(2022年2月更新)

●特長

1. 鉄鋼副産物の利用

ビバリーブロック・ビバリーロックは、鉄鋼副産物を主原料とするため、新たな天然骨材・天然原料の使用を抑制できます。

2. 自由な形状

ビバリーブロック・ビバリーロックは、コンクリートと同様に混練・成型されて製造されるため、自由な形状・サイズにすることが可能です。

3. 安全性

ビバリーブロック・ビバリーロックはアルカリの溶出が少なく、生物が着生しやすい製品です。また、生物安全性については、魚類、貝類、甲殻類、海藻類に対しての急性毒性試験(海産生物毒性試験指針に準拠)、食品安全性については、製品周辺生物の重金属蓄積の分析によって安全性を確認しています。

●ビバリーブロック・ビバリーロックの製品規格

項目	品質規格
強度	圧縮強度: 9.8N/mm ² 以上であること
膨張安定性	【粒径300mm以下】 水浸膨張試験*1にて膨張率0.2%以下であること 【粒径300mm超】 鉄鋼スラグ水和固化体の膨張安定性評価試験*2にて有害なひび割れがないこと
溶出安全性	「水底土砂に係る判定基準」の中で、カドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、セレン、フッ素の7項目について基準値を満たしていること
pH	pHが9.0以下であること*3
COD	乾泥として、COD _{sed} : 20mg/g以下であること*4

*1: JIS A 5015 道路用鉄鋼スラグ附属書B

*2: 鉄鋼スラグ水和固化体技術マニュアル附属書2

*3: JGS 0211 修正法(溶媒: 人工海水、固液比 1:10)

*4: 底質調査方法

●製造可能サイズ

- ビバリーブロック: 型枠を用いて製造するので、ご要望に応じたサイズ・形状に対応可能です。
- ビバリーロック: 5~2,000kg(100mmから1,000mm)程度を製造可能です。

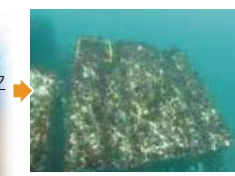
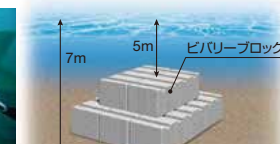
■ビバリーブロックの利用例

●東京都三宅島(2008.9設置)

1個10tのビバリーブロックを2段に積み重ねて藻場礁を造成。9ヶ月後にはマウンド全体にテングサが着生しました。



設置状況(2008.11)



ブロック全体にテングサが着生(2009.6)

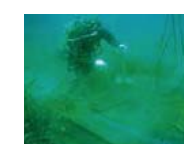


主にマクサ(テングサの一種)が繁殖(2009.6)

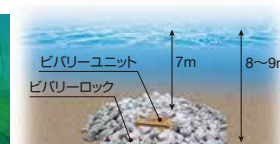
■ビバリーロックとビバリーユニットを組み合わせた利用例

●北海道函館市(2007.11設置)

ビバリーロック30m²とビバリーユニット(ビバリーボックス1基)を組み合わせてマウンドを造成。7ヶ月後にはマコンブがマウンド一面に繁茂しました。



マウンド内にビバリーユニットを設置(2007.11)



設置1年目にマコンブが繁茂(2008.6)



設置2年目も繁茂が継続し大型化(2009.7)

※「ビバリーブロック/ロック」についての詳細は別途カタログをご参照下さい。



: グリーン購入法の特定調達品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



軟弱浚渫土の有効活用技術 / カルシア改質土

カルシア改質土は、軟弱な浚渫土にカルシア改質材を混合することにより、物理的・化学的性状を改質した材料です。

●カルシア改質土

鉄鋼スラグを原料として成分管理と粒度調整を施したカルシア改質材と浚渫土を混合し、カルシア改質土を製造します。



沿岸技術ライブラリー No.47 港湾・空港・海岸における カルシア改質土利用技術マニュアル、NETIS 登録 CBK-150001-A
環境省 環境技術実証事業 090-0901、漁場環境修復技術基本認定(社)全国水産技術協会 第 06001 号
水産公共関連民間技術 確認審査・評価事業(社)漁港漁場新技術研究会 第 16-A-002 号

●特長

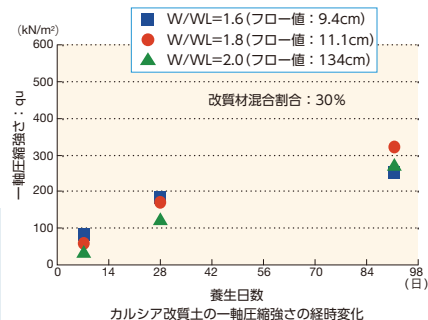
1. 軟弱な浚渫土の強度が改善されます。

浚渫土のシリカ分・アルミナ分とカルシア改質材からのf-CaOが水和固化して、カルシウムシリケート系水和物(C-S-H)やカルシウムアルミネート系水和物(AFM)が形成されて固化します。

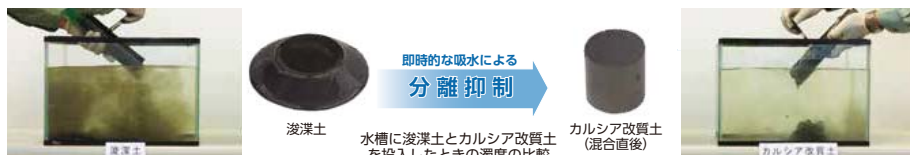
改質材のCa + 浚渫土のSi, Al, 水 → 水和物(C-S-H, AFM)

強度発現は以下の要因により変動します。詳細設計の検討には、事前に使用する材料を用いた配合試験を行うことが望まれます。

浚渫土の	カルシア改質材の	養生条件
・含水比	・カルシウム溶出量	(時間、温度、気中 / 水中)
・細粒分含有率	・粒径分布	
・有機分含有率	・配合量	■ 強度増進材の添加
・シリカ溶出量		



2. 濁りの発生が抑制されます。



3. 法面勾配の形成が可能です。

4. 液状化に抵抗できます。

5. 安全性が確保されています(環境安全品質、pH上昇抑制、生物影響)。

6. 耐久性を有します(海水中において長期的な劣化が生じません)。

●施工状況

姫路市網干地区浅場実験区造成 (2015~2018年) 東海元浜浦頭公有水面埋め立て工事 (2012~2013年)



バックホウ混合法

管中混合法

落下混合法

●カルシア改質土の特長が活かされる用途

■埋立材

海面に人工の地盤を造成する埋立に用いた場合、

- 強度発現が早く、圧密沈下も小さいため、埋立工期の短縮が可能です。
- 早期に強度を必要とする裏埋部や非液状化を要求する箇所に適用すると効果的です。

■浅場・干潟基盤材

生物の産卵や生育の場であるとともに、生物による水質浄化の場にもなる浅場や干潟の基盤造成に用いた場合、

- 勾配を設けた施工が可能です。
- 表面に設けた生物生息空間(覆砂や築堤等)を安定的に保持できます。

■中仕切り堤材

大規模な埋立工事を、工区分けして効率的に施工していくために設ける中仕切り堤に使用した場合、

- 埋立用材に加え、従来は天然石を使用していた中仕切り堤の上部材にも浚渫土を有効活用することができます。

■航路埋没対策用材

堤体を設け、航路への土砂の流入を防止する航路埋没対策に使用した場合、

- 航路の浚渫で発生する浚渫土の有効活用が可能となり、土砂処分場への搬送を低減できます。
- 安定的な堤体ができるため、表面に石や砂を敷き、生物との共生の場を設けることもできます。

■深掘窪地埋戻し材

貧酸素水塊の溜まり場となり、青潮の発生原因となる深掘窪地の埋戻しに使用した場合、

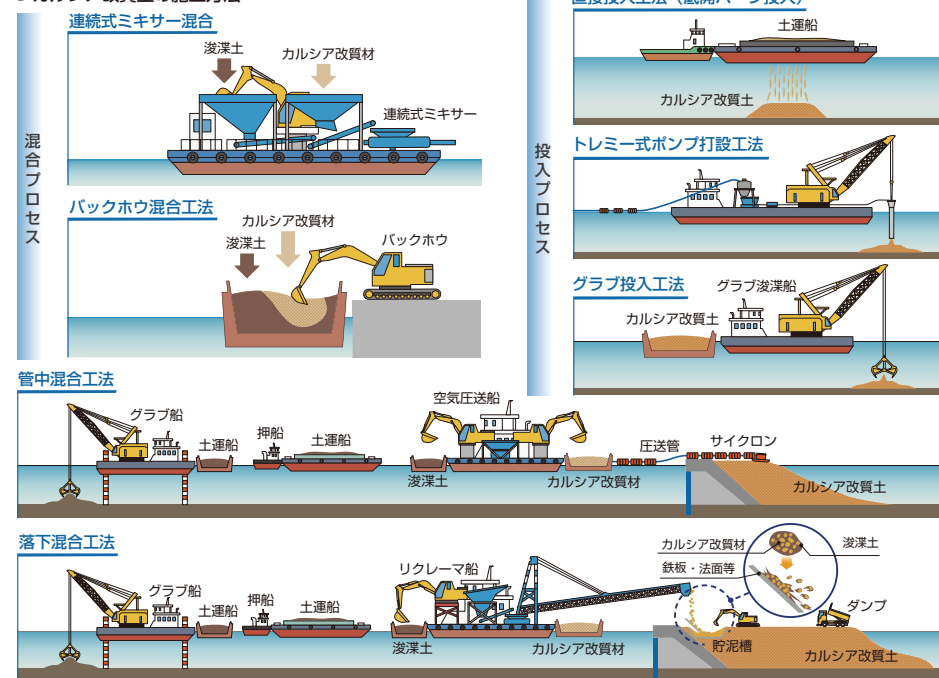
- 強風や潮流により湧昇し、生物の大量死を生じさせる貧酸素水塊の窪地内の形成を防止できます。
- 表面に設けた生物生息空間(覆砂や築堤等)を安定的に保持できます。
- 有害物質やリン酸、硫化物が底泥から溶出することを抑制できます。

■腹付け材

護岸の安定性を増すために背後を拡幅する腹付けに使用した場合、

- 護岸背面の液状化が抑制されます。
- カルシア改質土は難透水性のため、背後の埋立用材の流出が生じません。
- 裏込石の均しや防砂シートが不要になります。

●カルシア改質土の施工方法



●カルシア人工石

カルシア改質土に高炉スラグ微粉末や高炉セメントなどを添加し、強度を発現させ、固化・破砕することにより人工石を製造できます。天然石材と同等の強度を有するカルシア人工石により、天然資源の保護と浚渫土の有効活用ができます。なお、カルシア人工石に用いるカルシア改質材は、膨張安定性などの確認を行った材料を用います。



グリーン購入法の特定期間品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品



「国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律」(グリーン購入法)の公共工事における
特定期間品目に指定されている鉄鋼スラグ関連製品は、以下の通りです。

製 品 名	条 件	環境面のプラス
高炉セメント	原料に30%を超える高炉スラグを使用した高炉セメント	・石灰石資源の節約 ・省エネルギー効果 ・二酸化炭素発生量抑制
高炉スラグ骨材 (コンクリート用高炉スラグ骨材)	天然砂(海砂、山砂)、天然砂利、砕砂や砕石の代替として使用する高炉スラグ骨材	・自然環境の保護 ・破砕加工時に使用される化石燃料削減と二酸化炭素削減
鉄鋼スラグ混入路盤材	路盤材の道路用鉄鋼スラグ	・自然環境の保護
鉄鋼スラグ混入アスファルト混合物 (アスファルトコンクリート用製鋼スラグ骨材)	加熱アスファルト用の道路用鉄鋼スラグ骨材	・自然環境の保護 ・破砕加工時に使用される化石燃料削減と二酸化炭素削減
鉄鋼スラグを原料としたロックウール	ロックウールで、鉄鋼スラグを85%以上使用したもの	・高断熱性でエネルギーを削減 ・アスベストの代替材料
土工用水砕スラグ	天然砂(海砂、山砂)、天然砂利、砕砂や砕石の代替として使用する土工用高炉水砕スラグ	・自然環境の保護 ・破砕加工時に使用される化石燃料削減と二酸化炭素削減
地盤改良用製鋼スラグ	サンドコンパクションパイル工法における天然砂(海砂、山砂)の代替として使用する製鋼スラグ	・自然環境の保護 ・破砕加工時に使用される化石燃料削減と二酸化炭素削減
鉄鋼スラグブロック (鉄鋼スラグ水和固化体)	骨材のうち、製鋼スラグを重量比で50%以上使用していること。かつ、結合材に高炉スラグ微粉末を使用していること	・自然環境の保護 ・セメント使用量削減によるCO ₂ 削減 ・藻類、貝類等の優れた付着性による海洋浄化とCO ₂ 吸収効果

各自治体リサイクル認定一覧

自治体名	製 品 名	再生資源	申 請 者
北海道	ビバリーユニット	製鋼スラグ	日本製鉄(株)北日本製鉄所
北海道	ビバリーボックス	製鋼スラグ	日本製鉄(株)北日本製鉄所
北海道	鉄鋼スラグ路盤材、アスファルト舗装用製鋼スラグ	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)北日本製鉄所
北海道	土工用水砕スラグ	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)北日本製鉄所
北海道	高炉セメントB種	高炉スラグ	日鉄セメント(株)
愛知県	再生クラッシュラン(CS-40) 再生粒度調整砕石(HMS-25)	高炉スラグ	日本製鉄(株)名古屋製鉄所
愛知県	再生クラッシュラン(CS-20)	製鋼スラグ + 高炉スラグ	日本製鉄(株)名古屋製鉄所
愛知県	製鋼スラグ土壌改良材(CS-20)	製鋼スラグ	日本製鉄(株)名古屋製鉄所
愛知県	カタマ SP-N	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)名古屋製鉄所

自治体名	製 品 名	再生資源	申 請 者
和歌山県	鉄鋼スラグ路盤材(HMS、MS、CS)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	土工用水砕スラグ	水砕スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	コンクリート用高炉スラグ粗骨材	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	地盤改良用製鋼スラグ(エコガイアストン含む)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	RC-40	鉄鋼スラグ・がれき類	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	RC-30	鉄鋼スラグ・がれき類	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	RM-30	鉄鋼スラグ・がれき類	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	コンクリート用高炉スラグ細骨材	水砕スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	港湾工事用人工石材(フロンティアロック、フロンティアストーン)	鉄鋼スラグ・高炉セメント	日本製鉄(株)関西製鉄所
和歌山県	カタマ SP	高炉スラグ・製鋼スラグ	日本製鉄(株)関西製鉄所
北九州市	鉄鋼スラグを使用した路盤材(カタマ SP)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	海洋港湾工事および漁場・養殖造成用鉄鋼スラグ製品 (①スラグ人工石材 ②ビバリーユニット ③カルシア改質材)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	ジオタイザー(軟弱地盤改良用石灰系粒度調整材)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	【エコプレミアム選定品】 鉄鋼スラグを使用した固まる簡易舗装材 カタマ SP	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	【エコプレミアム選定品】 鉄鋼スラグ製品を用いた浚渫土などの改質サービス	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	【いち押しエコプレミアム選定品】 海洋工事での非液状化埋立材や裏込め石等に使用されると共に豊かな海域を創造する漁場・養殖造成用の「海洋港湾工事および漁場・養殖造成用鉄鋼スラグ製品」 (①スラグ人工石材 ②ビバリーユニット ③カルシア改質材)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
北九州市	【いち押しエコプレミアム選定品】高炉セメント	水砕スラグ	日鉄高炉セメント(株)
福岡県	カタマ SP(MS-25)	鉄鋼スラグ	日本製鉄(株)九州製鉄所
福岡県	再生粒度調整砕石(RM-25T)	鉄鋼スラグ + 再生コンクリート	日鉄スラグ製品(株)九州事業所
福岡県	再生クラッシュラン(RC-40T)	鉄鋼スラグ + 再生コンクリート	日鉄スラグ製品(株)九州事業所
大分県	土工用水砕スラグ	高炉スラグ 100%	日本製鉄(株)九州製鉄所
大分県	SCP用製鋼スラグ エコガイアストン	製鋼スラグ 100%	日本製鉄(株)九州製鉄所
大分県	鉄鋼スラグ路盤材(HMS-25、CS-30、CS-40)	高炉スラグ・製鋼スラグ 100%	日本製鉄(株)九州製鉄所
大分県	カタマ SP	高炉スラグ・製鋼スラグ 100%	日本製鉄(株)九州製鉄所
大分県	ジオタイザー	製鋼スラグ 100%	日本製鉄(株)九州製鉄所

NSスラッグーズ®の主な施工事例

●道路用

工事名称	施主名	使用量 (t)	用途 (種類)	施工時期
① 第二東名高速道路 東海JCT工事	NEXCO 中日本	113,000	路床路盤材	2007.10～2010.4
② 一般国道235号苫小牧市沼ノ端舗装道路	国土交通省北海道開発局	18,000	路盤材	2009.12～2010.1
③ 平成21年度広域河改第4～4号広域河川改修工事	大分県大分土木事務所	3,600	カタマ®SP	2009.12～2010.2
④ 和田山八鹿道路朝来地区西舗装工事	国土交通省近畿地方整備局	8,100	路盤材	2011.8 ～ 2012.8
⑤ アイランドシティ地区内貿ヤード舗装工事	福岡市港湾局	6,600	路盤材	2013.1
⑥ 一般国道211号(第1工区)道路改良工事	北九州市建設局	4,000	路盤材	2011.11 ～ 2013.2
⑦ 北九州港(響灘東地区)道路(南工区)工事	国土交通省九州地方整備局	18,000	路盤材	2012.9 ～ 2013.3
⑧ 夢洲3区画道路舗装新設工事	大阪市港湾局	8,000	路盤材	2012.12 ～ 2013.3
⑨ 宮崎10号舗装工事除草対策	国土交通省九州地方整備局	16,000	カタマ®SP	2012.11 ～ 2013.12
⑩ 東九州自動車道日向舗装工事	NEXCO 西日本	27,900	路盤材	2013.7 ～ 2013.12
⑪ 首都圏中央連絡自動車道稲敷舗装工事	NEXCO 東日本	70,500	路盤材	2013.9 ～ 2014.4
⑫ 小川スマートインター舗装工事	NEXCO 西日本	4,300	路盤材	2013.10 ～ 2014.1
⑬ 駿馳山バイパス本庄第1舗装工事	国土交通省中国地方整備局	4,000	路盤材	2014.1 ～ 2014.2
⑭ 首都圏中央連絡自動車道成田舗装工事	NEXCO 東日本	122,000	路盤材	2014.9 ～ 2015.3
⑮ 阪和自動車道南紀田辺工事	NEXCO 西日本	8,300	路盤材	2015.1 ～ 2015.3
⑯ 和歌山峠道路舗装工事	国土交通省近畿地方整備局	114,700	路盤材	2015.5 ～ 2017.3
⑰ 第二東名高速道路 大井川藤枝スマートIC新設工事	NEXCO 中日本	5,000	路盤材	2015.8 ～ 2016.2
⑱ 新名神高速道路 城陽八幡舗装工事	NEXCO 西日本	28,300	路盤材	2016.8 ～ 2017.3
⑲ 常磐自動車道 山元～亘理間舗装補修工事	NEXCO 東日本	20,000	路盤材	2016.9 ～ 2016.11
⑳ 阪和自動車道 和歌山JCT工事	NEXCO 西日本	7,700	路盤材	2016.10 ～ 2017.3
㉑ 新名神高速道路 箕面舗装工事	NEXCO 西日本	46,900	路盤材	2017.2 ～ 2017.8
㉒ 新名神高速道路 高槻舗装工事	NEXCO 西日本	30,800	路盤材	2017.4 ～ 2017.9

●地盤改良用(サンドコンパクション用)

工事名称	施主名	使用量 (t)	用途 (種類)	施工時期
① 室蘭港入江地区岸壁(-8m)耐震化工事	国土交通省北海道開発局	11,000	液状化対策	2006.10～2008.2
② 品川内貿埠頭岸壁(-8.5m)改良整備工事	東京都港湾局	16,000	液状化対策	2009.5～2009.6
③ 長崎港防災安全対策工事	長崎県長崎港湾漁港事務所	152,000	液状化対策	2009.8～2010.4
④ 鍋田第4埠頭地盤改良工事その1～4 その8～9	名古屋港管理組合	181,600	軟弱地盤改良	2009.9～2010.7
⑤ 名古屋港鍋田埠頭岸壁(-12m)地盤改良	国土交通省中部地方整備局	48,500	液状化対策	2009.9～2010.11
⑥ 長崎港改修工事	長崎県長崎港湾漁港事務所	280,000	液状化対策	2009.10～2010.2
⑦ 長崎港(小ヶ倉地区)岸壁(-12m)(改良)地盤改良工事	国土交通省九州地方整備局	239,900	液状化対策	2009.10～2010.2
⑧ 阿蘇浦地区広域漁港整備工事(阿蘇浦漁港10工区)	長崎県県北振興局	34,200	軟弱地盤改良	2009.11～2009.12
⑨ 衣浦港改修工事	愛知県建設部	45,000	液状化対策	2010.12～2011.4
⑩ 長崎県長崎小ヶ倉護岸築造工事	長崎県長崎港湾漁港事務所	127,900	軟弱地盤改良	2011.8 ～ 2013.11
⑪ 北上川下流長面・釜谷地区築堤工事	国土交通省東北地方整備局	20,900	液状化対策	2013.7 ～ 2013.8
⑫ 境港外港中野地区岸壁(-12m)築造工事	国土交通省中国地方整備局	51,000	軟弱地盤改良	2013.11 ～ 2014.1
⑬ 金浜地区海岸災害復旧工事	岩手県沿岸広域振興局	31,600	液状化対策	2015.3 ～ 2015.6

●港湾工事用人工石材(フロンティアストーン®/フロンティアロック®)

工事名称	施主名	使用量 (t)	用途 (種類)	施工時期
① 東京国際空港D滑走路建設外工事	国土交通省関東地方整備局	606,000	掘土材	2008.5～2009.3
東京国際空港D滑走路建設外工事	国土交通省関東地方整備局	396,000	中仕切堤	2009.6～2009.12
② 釜石港湾口地区湾口防波堤工事	国土交通省東北地方整備局	290,000	被覆石	2013.6～2018.3
③ 雲雀野北埠頭荷捌地災害復旧工事	宮城県石巻港湾事務所	4,300	被覆石	2013.9～2013.10
④ 中川護岸耐震工事 他	東京都建設局	23,700	捨石	2014.12～2020.1
⑤ 防潮堤建設工事 他	東京都港湾局	46,400	捨石	2015.2～2016.8
⑥ 鹿島港外港地区中央防波堤付属施設築造工事	国土交通省関東地方整備局	8,400	基礎捨石	2015.7
⑦ 鹿島港外港地区中央防波堤付帯施設築造工事	国土交通省関東地方整備局	16,400	被覆石	2017.7 ～ 2017.11

●漁場・藻場造成製品(ビバリー®シリーズ)

工事名称	工事場所	施主名	数 量	施工時期
① 平成18年度三浦湾環境調査業務委託(投石)	三重県北牟婁郡紀北町紀伊長島区三浦	三重県企業庁	ビバリーロック200m³	2007.2
② 北海道寿都町藻場礁設置	北海道寿都町	北海道寿都町	ビバリーボックス2個	2007.10
③ 志摩市船越前浜海岸藻場造成	三重県志摩市	志摩の国漁業協同組合	ビバリーユニット100個	2008.1
④ 東京湾内房地区藻場再生工事	東京湾内房地区(富崎港相沢地区)	国土交通省関東地方整備局	ビバリーブロック(8t)198個	2008.3
⑤ 東京湾藻礁石材設置工事	千葉県安房郡鋸南町保田	国土交通省関東地方整備局	ビバリーボックス3個、ビバリーロック20,800m²	2010.2
⑥ 平成21年度新海面処分場Cブロック海浜(磯浜)整備工事	東京都江東区青海三丁目地先	東京都港湾局	ビバリーロック 200m³	2010.3
⑦ 須崎港湾口地区藻場造成検討調査	高知県須崎市角谷岬地先	国土交通省四国地方整備局	ビバリーボックス1個、ビバリーロック1m²	2010.8
⑧ 石田地区藻場回復工事	長崎県杵岐市石田町地先	長崎県杵岐市	ビバリーボックス5個、ビバリーロック700m³	2010.12
⑨ 大里地区藻場造成工事(24)	福岡県北九州市門司区大里本町地先	北九州市産業経済局	ビバリーロック1,500m³	2012.12
⑩ 杵岐北部地区藻場回復工事	長崎県杵岐市	長崎県杵岐市	ビバリーボックス10個、ビバリーロック2,360m²	2013.2～2013.5
⑪ 長浜地区増殖場造成工事	福岡県北九州市小倉北区末広1丁目地先	北九州市産業経済局	ビバリーロック1,400m³	2013.12

●カルシア改質土用(カルシア改質材)

工事名称	施主名	使用量 (t)	用途 (種類)	施工時期
① 東京湾藻礁石材設置工事	国土交通省関東地方整備局	11,300	藻場基盤材	2009.11～2010.3
② 名古屋港鍋田ふ頭航路泊地(-12m)浚渫工事	国土交通省中部地方整備局	55,600	埋立	2012.8～2012.9
③ 東予港中央地区岸壁(-7.5m)築造工事	国土交通省四国地方整備局	12,000	埋立	2017.8～2017.9
④ 鹿島港外港地区南防波堤築造工事	国土交通省関東地方整備局	42,100	ケーソン中詰め	2018.1～2018.7
⑤ 函館港若松地区-10m泊地浚渫工事	国土交通省北海道開発局	30,000	水中盛土	2019.6～2020.2
⑥ 函館港-10m泊地浚渫工事	国土交通省北海道開発局	14,800	水中盛土	2019.10～2020.3
⑦ 函館港若松地区泊地浚渫工事	国土交通省北海道開発局	22,100	水中盛土	2019.11～2020.3
⑧ 鹿島港外港地区南防波堤築造工事	国土交通省関東地方整備局	41,200	ケーソン中詰め	2019.12～2020.6
⑨ 函館港泊地浚渫工事	国土交通省北海道開発局	28,000	水中盛土	2020.4～2020.8
⑩ 函館港若松地区-10m泊地浚渫その他工事	国土交通省北海道開発局	21,000	水中盛土	2020.6～2020.12

※ 出荷数量は、カルシア改質土数量に対して表乾密度と容積混合率を考慮して算定。



和歌山峠道路(路盤材)



高架下防草対策(カタマSP)



釜石市災害廃棄物処理事業(カルスピ工法)



金浜地区海岸災害復旧工事(エコガイアストーン摩擦タイプ)



林道(カタマSP)



線路脇防草対策(カタマSP)



農道(カタマSP)



東京都中川護岸耐震補強工事(フロンティアロック)



雲雀野北埠頭荷捌地災害復旧工事(フロンティアロック)



釜石湾口防波堤工事(フロンティアロック)



埋設実験(ビバリーユニット)



埋設実験(ビバリーボックス)

鉄鋼スラグ製品の品質特性と使用上の注意事項

【製品特性からの注意事項】

1. 溶出水について

鉄鋼スラグ製品は、石灰分を含むため、水と接すると石灰分が溶け出し、アルカリ性の強い白色水が流出することがあるため使用できない場合があります。

下記のような場所において使用される場合は、事前に必ず担当窓口にご相談下さい。

- (1) 地下水、井戸、水田、池に隣接する場所。
- (2) 排水路、用水路、川、沢などに溶出水が直接流入するおそれがある場所。
- (3) 排水、集水の設備および配管がある場所。
- (4) その他、白色水流出の原因となる場所。
- (5) 地下水位が高く、降雨等で鉄鋼スラグ製品の使用位置より地下水位が上がる場所。

2. 膨張性に関して

鉄鋼スラグ製品のうち、道路用路盤材に使用する製鋼スラグ製品については膨張対策としてエーシング処理を実施し、JIS(道路用鉄鋼スラグ JIS A 5015)の水浸膨張率 1.0%以下を満足しています。

膨張対策(エーシング処理)を実施していない製鋼スラグ製品については、時間とともに膨張する性質があるため、本製鋼スラグ製品を使用した場所においては、将来にわたり原則として次の措置を請しない下さい。

- (1) 構造物下部等の基盤材としての使用。
- また、次の措置を請じる場合は、担当窓口にご相談下さい。
- (2) アスファルト・コンクリートによる舗装。
- (3) その他、方法の如何を問わず、表面に何らかの被覆を行うこと。

3. 粉じん対策について

鉄鋼スラグ製品のうち、パルクタンクローリー車での輸送やサイロでの保管がなされない製品については、乾燥状態や風速により、粉じんが発生する可能性があり、輸送～保管～施工までの間で生活環境の保全上の支障が生じないよう対策を実施して下さい。

【施工中の注意事項】

製品の保管上の留意について

- (1) 施工のための鉄鋼スラグ製品の敷地外一時保管については、シート等を使用するなど上記の溶出水対策や粉塵対策を講じて下さい。
- (2) 在庫過多により鉄鋼スラグ製品が野積みとみなされないように、在庫は3ヶ月以上放置(仮置き)しないで下さい。

【その他注意事項】

- (1) 購入いただいた鉄鋼スラグ製品は、転売禁止です。転売したい場合は、担当窓口にご相談下さい。
- (2) 鉄鋼スラグ製品は、販売の前提となった使用場所や用途以外の使用を禁止しています。使用場所や用途を変更したい場合は、担当窓口にご相談下さい。
- (3) 鉄鋼スラグ製品を使用した土地の使用目的を変更したり、売却したりする場合には、担当窓口にご連絡下さい。

当方で、上記各事項が遵守されているか否かについて定期的なノットロールを実施し、現場を確認させて頂くこともあります。