

熔融スラグの 有効利用について



令和8年9月1日

一般社団法人 日本産業機械工業会
エコスラグ利用普及委員会

概 要

1. エコスラグ利用普及委員会とは
2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量
3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例
4. 溶融還元石（徐冷スラグ）

1. エコスラグ利用普及委員会とは

■ 目的

- 当委員会は、産官学の連携にてエコスラグ利用の実態調査をはじめ、JISなどの標準化、用途開拓や溶融施設調査などを通じ、利用普及を推進することを目的としている。
- 当委員会では多くの自治体等の協賛をいただきながら、毎年「エコスラグ有効利用の現状とデータ集」の発行、「自治体連絡会」や「技術説明会」の開催等を通じて、エコスラグの利用普及活動を展開している。

■ 主な活動

- 標準化
 - ・ 「溶融スラグJIS」制定・改正
 - ・ 「マニュアル類」制定・改正
 - ・ 他
- 利用普及
 - ・ 「エコスラグデータ集」発行
 - ・ 「自治体連絡会」開催
 - ・ 他

■ 会員企業（14社）

(株)神鋼環境ソリューション、鹿島道路(株)
カナデビア(株)、(株)クボタ、大有建設(株)
(株)タクマ、(株)タナベ、中部リサイクル(株)
新日本電工(株)、メルテック(株)
日鉄エンジニアリング(株)、日本道路(株)
J F Eエンジニアリング(株)
三菱重工環境・化学エンジニアリング(株)

1. エコスラグ利用普及委員会とは

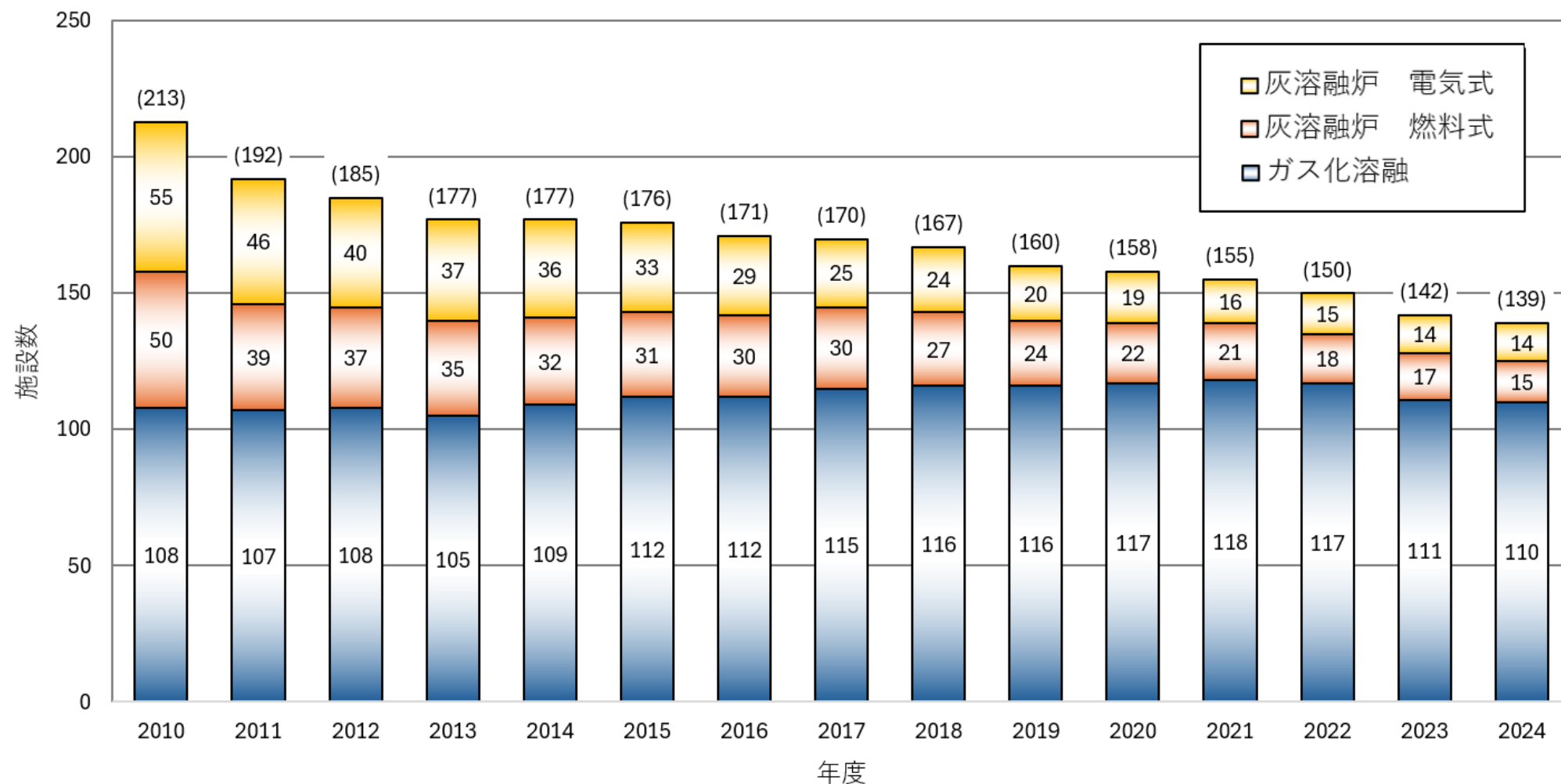
■ 協賛いただいている自治体等（41団体）

	団 体 名
都道府県（5）	青森県、群馬県、東京都、新潟県、愛知県
市町村（24）	江別市、八戸市、日立市、宇都宮市、川口市、千葉市、習志野市、相模原市、南魚沼市、各務原市、多治見市、郡上市、中津川市、静岡市、浜松市、豊橋市、豊田市、岡崎市、京都市、吹田市、岡山市、呉市、高松市、松山市
地方公共団体の組合（12）	日高中部衛生施設組合、根室北部廃棄物処理広域連合、中部上北広域事業組合、石巻地区広域行政事務組合、酒田地区広域行政組合、大野・勝山地区広域行政事務組合、西濃環境整備組合、東部知多衛生組合、揖龍保健衛生施設事務組合、安芸地区衛生施設管理組合、安芸広域市町村圏事務組合、大隈肝属広域事務組合

2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 溶融施設（ごみ）の稼働数の推移

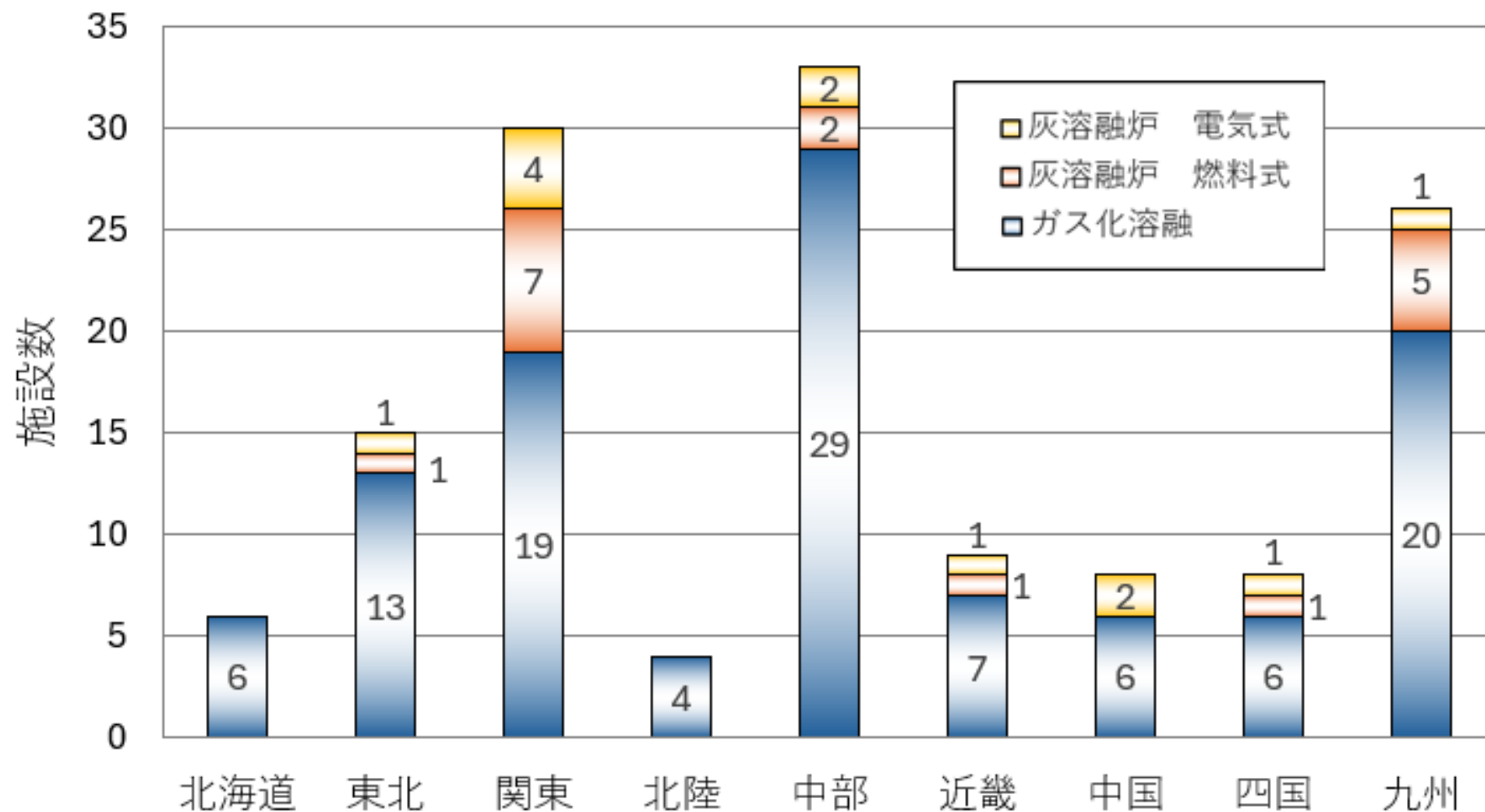
(エコスラグ利用普及委員会)



2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 地区別溶融施設（ごみ）分布状況

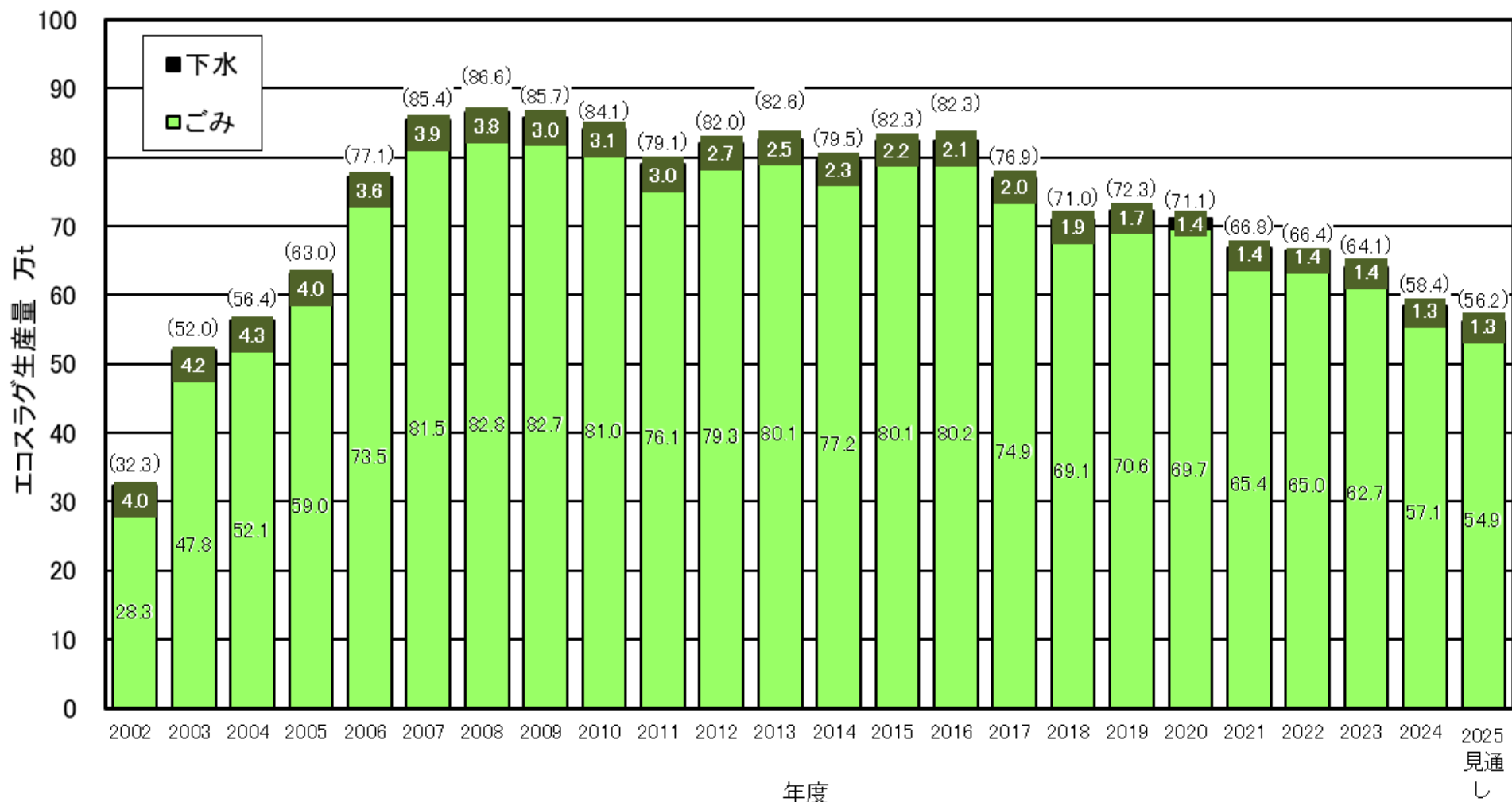
（エコスラグ利用普及委員会）



2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■エコスラグ生産量の推移

(エコスラグ利用普及委員会)



2. 熔融施設の稼働数とスラグ生産量

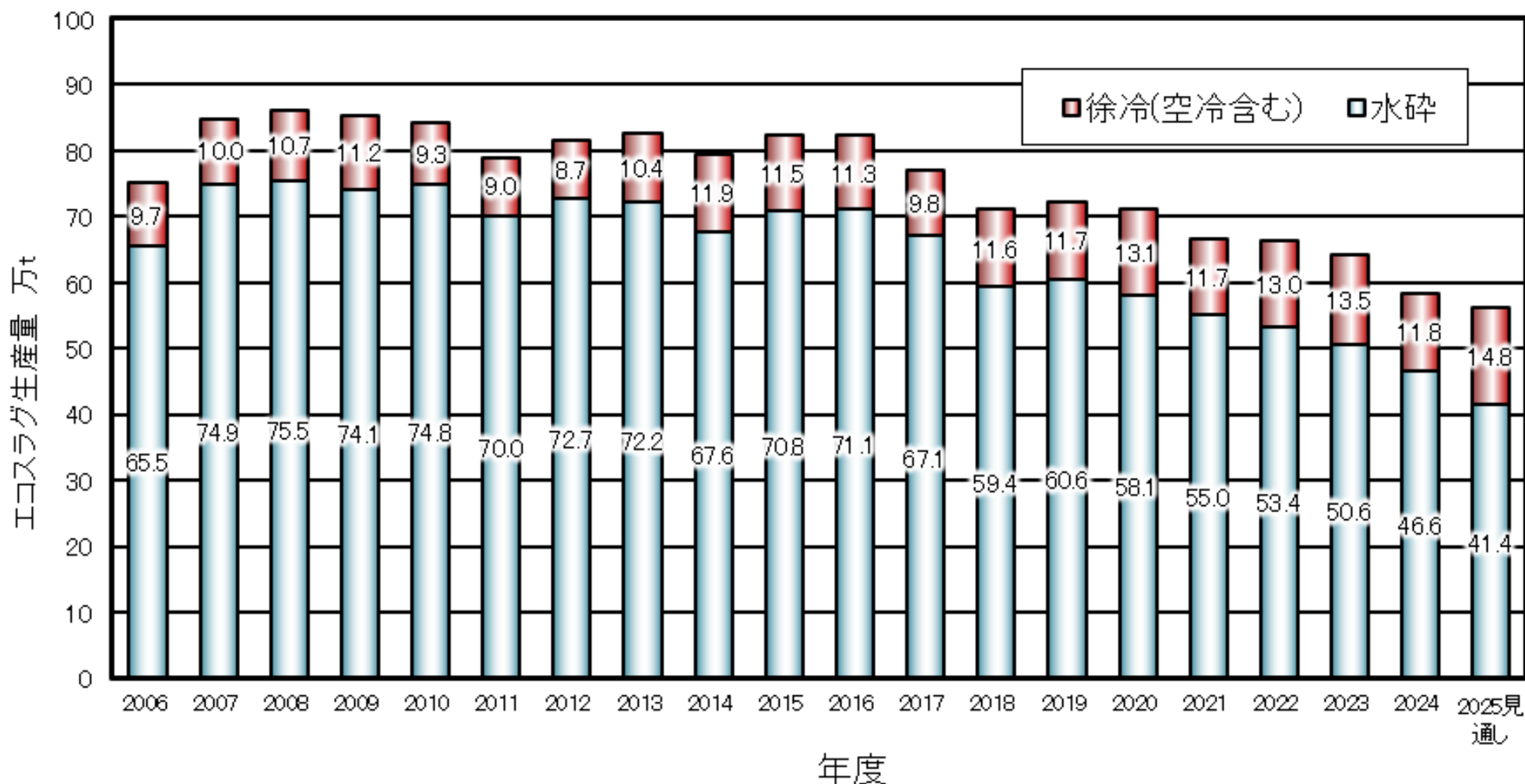
エコスラグの廃棄物処理における役割（資源化）

- ✓ エコスラグの生産量は2008年の86.6万tをピークとした後、2024年度は58.1万tとピーク時の7割程度となっています。
- ✓ これは一般廃棄物の排出量が8割程度に減少（2008年4,811万t⇒2024年3,811万t）していることに加え、熔融処理以外の埋め立て処分を回避する手段としてセメント原料化や焼成処理等、選択肢が多様化したことが影響しています。
- ✓ 一方で、熔融処理によって埋め立てが回避された「エコスラグ生産量 ÷（焼却残渣の埋立量+焼却残渣の資源化量）」の割合は2008年度（17.0%）と2024年度（15.4%）でほぼ変わっておらず、熔融処理は現在でも埋め立て処分回避の重要な役割を担い続けています。

2. 熔融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 水砕/除冷スラグの生産量

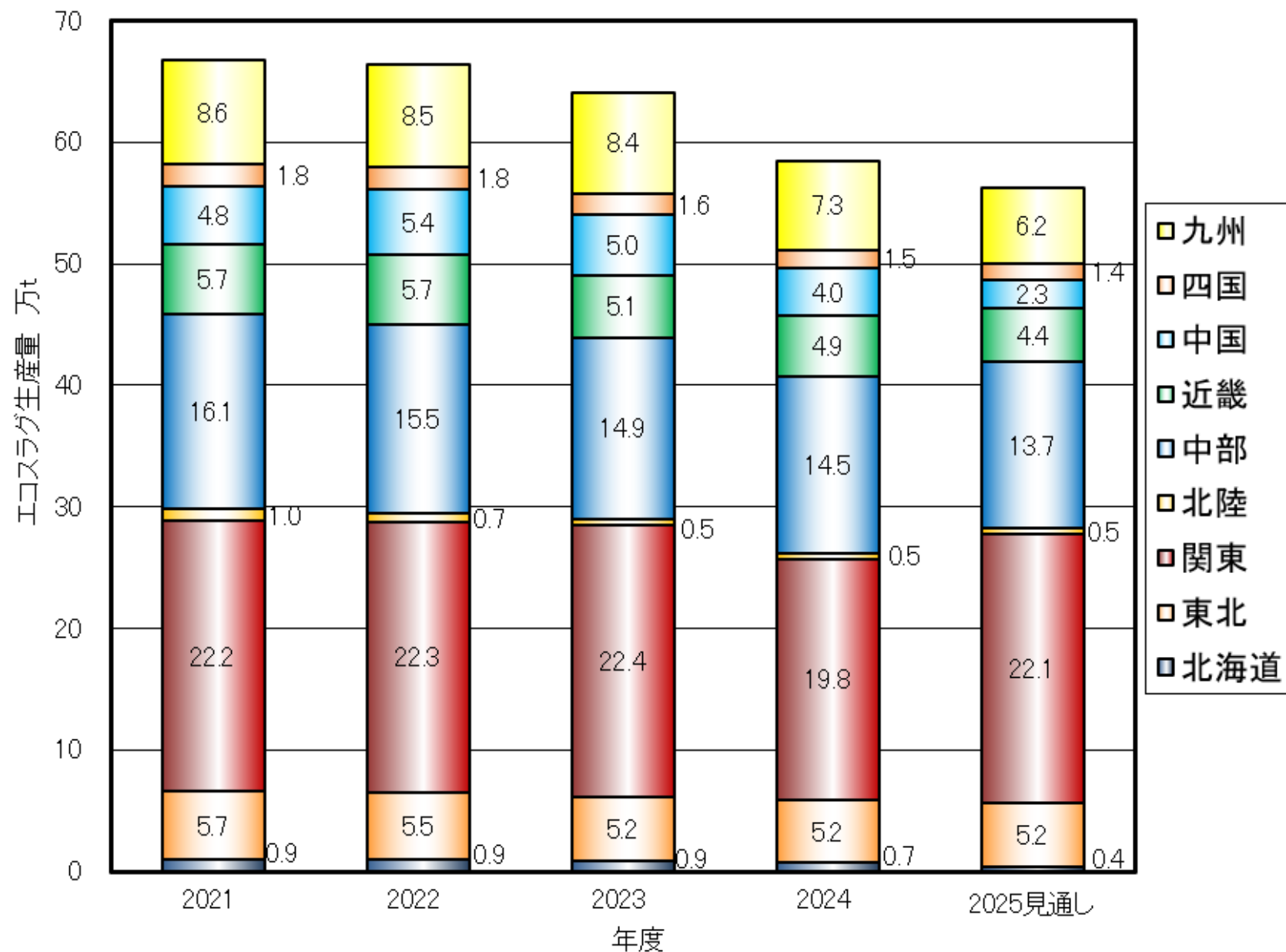
(エコスラグ利用普及委員会)



2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 地区別エコスラグ生産量

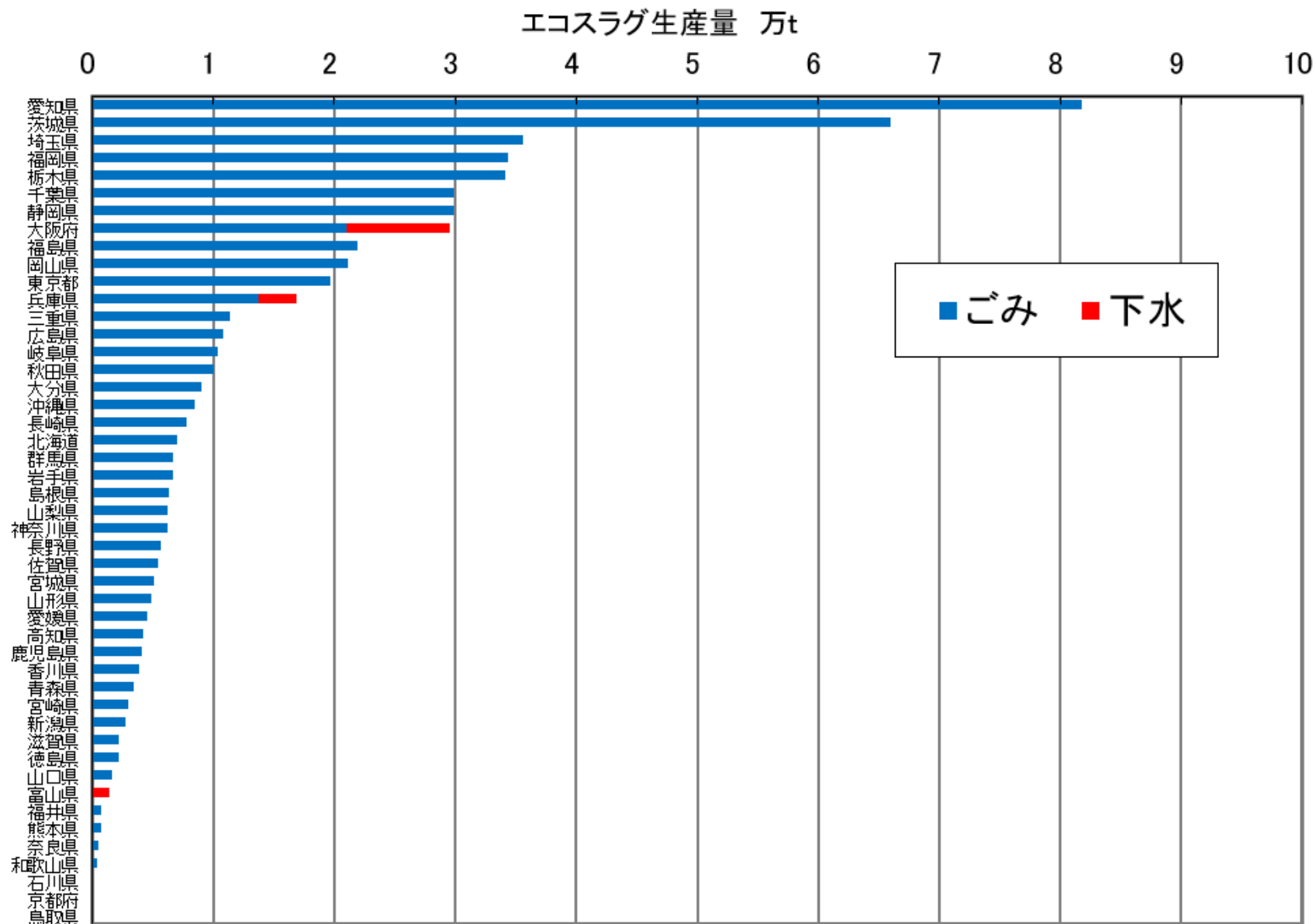
(エコスラグ利用普及委員会)



2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 都道府県別エコスラグ生産量

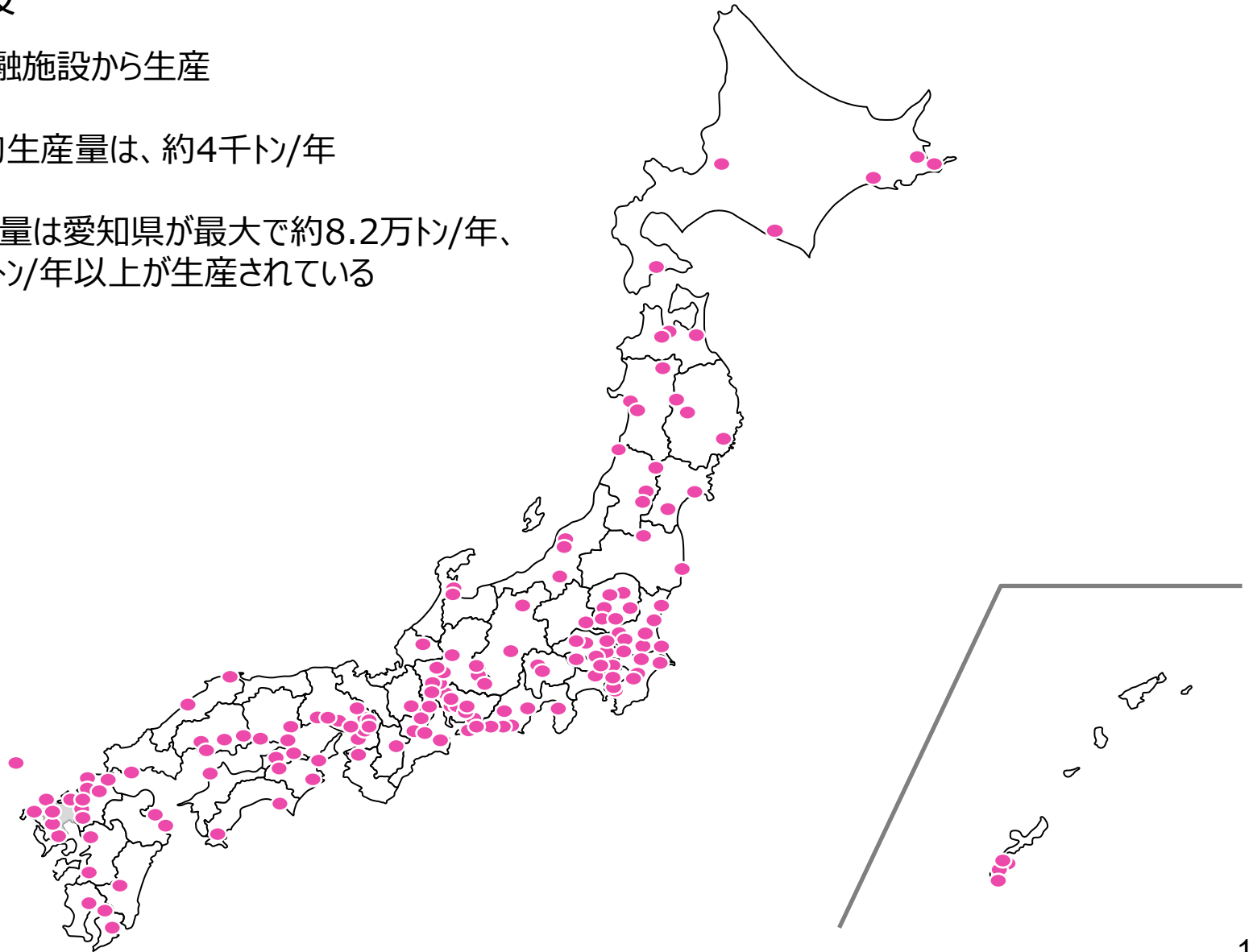
(エコスラグ利用普及委員会)



2. 溶融施設の稼働数とスラグ生産量

■ 全国の溶融施設

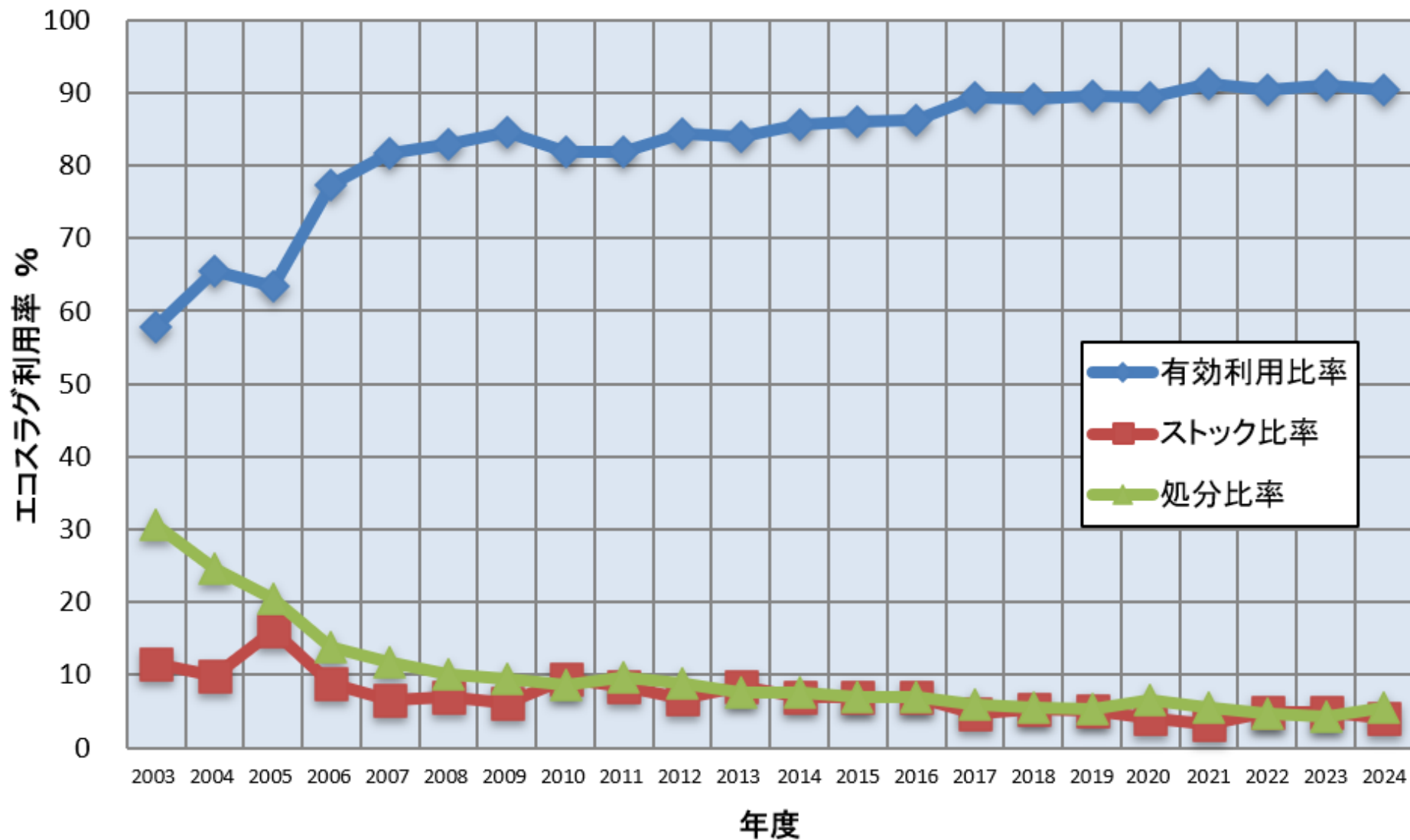
- ✓ 全国で約150の溶融施設から生産
- ✓ 1施設あたりの平均生産量は、約4千トン/年
- ✓ 都道府県別の生産量は愛知県が最大で約8.2万トン/年、
16都府県で1万トン/年以上が生産されている



3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■エコスラグ利用率推移

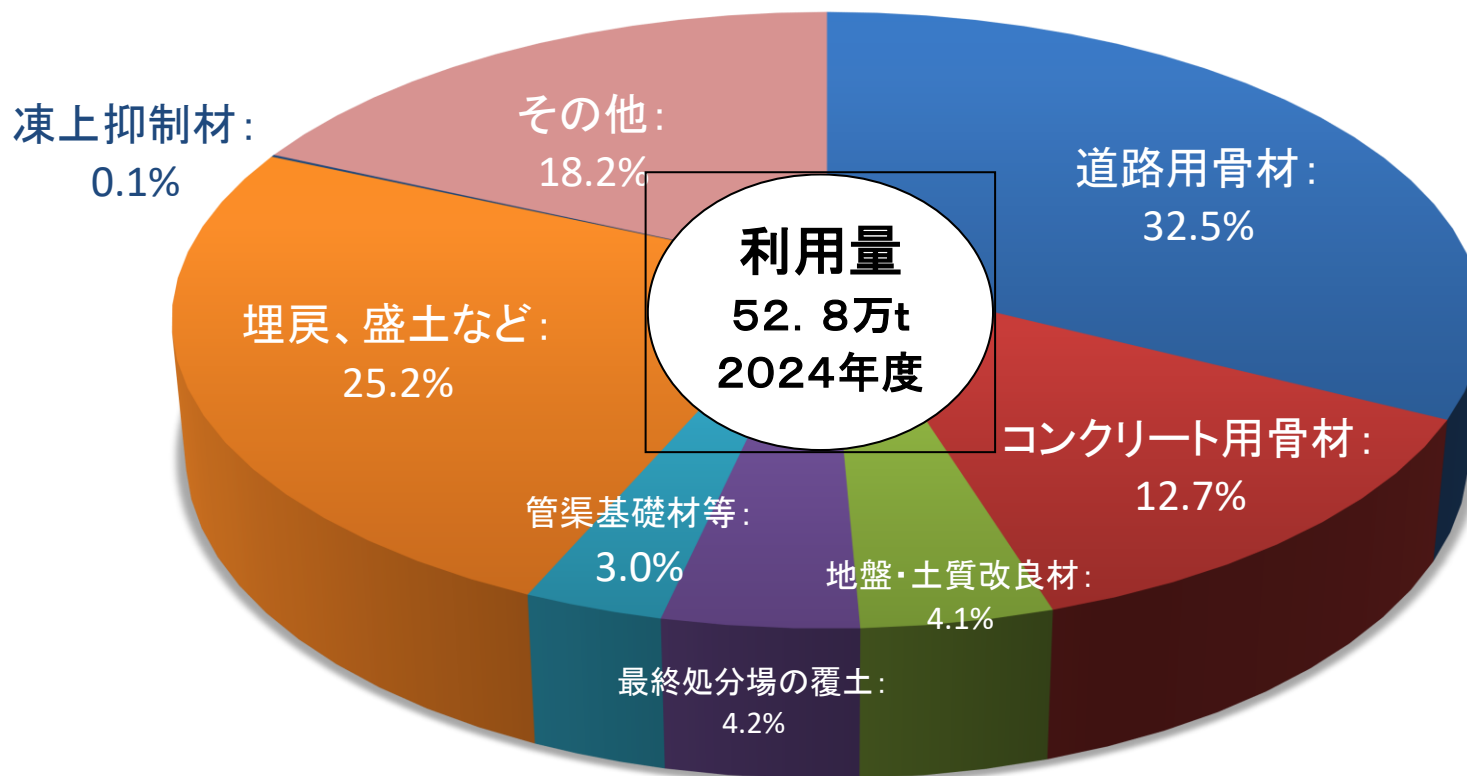
(エコスラグ利用普及委員会)



3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■エコスラグの利用用途

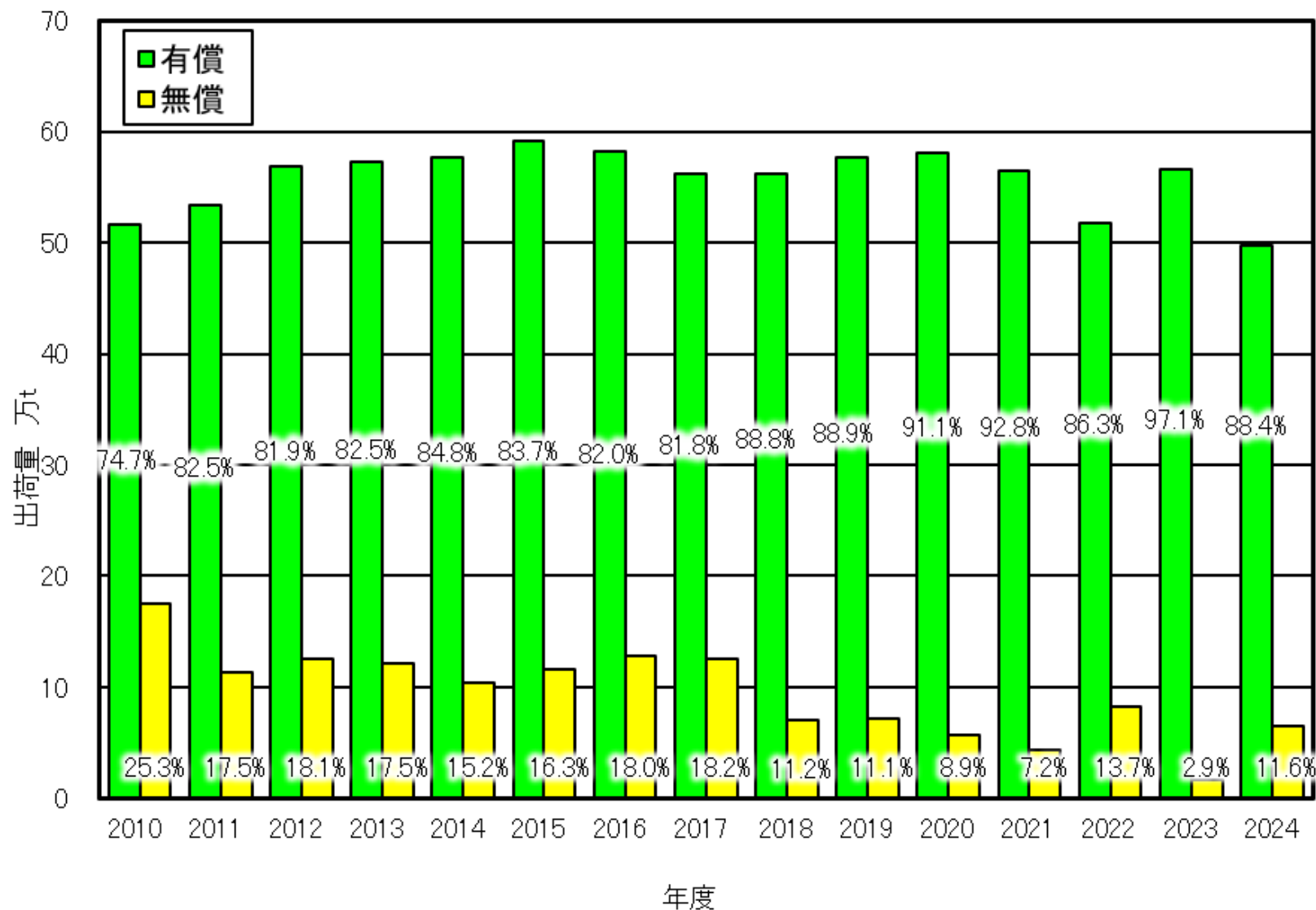
(エコスラグ利用普及委員会)



3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■エコスラグの出荷形態別出荷量

(エコスラグ利用普及委員会)



3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 道路用骨材

アスファルト舗装



路盤材



3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■ アスファルト混合物利用の事例（公道長期追跡調査）

アスファルト混合物にエコスラグを利用し**10年間**の長期追跡調査



アスファルト混合物にエコスラグを利用し**12年間**の長期追跡調査



熔融スラグを利用した工区は通常材を利用した工区と比較して同等以上の路面性状が確保され、長期供用性に問題は無いことが判った。

有害物質の含有量試験、溶出量試験で、**環境安全性の問題は無かった。**

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ アスファルト混合物利用の事例（公道長期追跡調査）

わだち掘れの測定状況



3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■コンクリート二次製品



1. ボックスカルバート



2. L型擁壁



3. タイル



4. インターロッキングブロック

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■コンクリート二次製品の骨材利用の事例

都内の国道沿の歩道に施工事例：国の直轄工事



溶融スラグを約510トン使用

- ・細骨材として骨材割合30%の透水性擬石平板を約13万枚製造
- ・細骨材として骨材割合10%の透水性点字平板を約4千枚製造

(出展：エコスラグ利用普及委員会)

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 地盤改良工事 サンドコンパクションパイル工法

LNGタンク増設の地盤改良工事

施工時期:平成19年9月28日 ~ 平成22年7月31日

施工場所:水島エルエヌジー(株)水島LNG基地内

施工:大林組

使用エコスラグ:水島エコワークス(株):MEW

出展:産業機械「特集」エコスラグ 2008.11

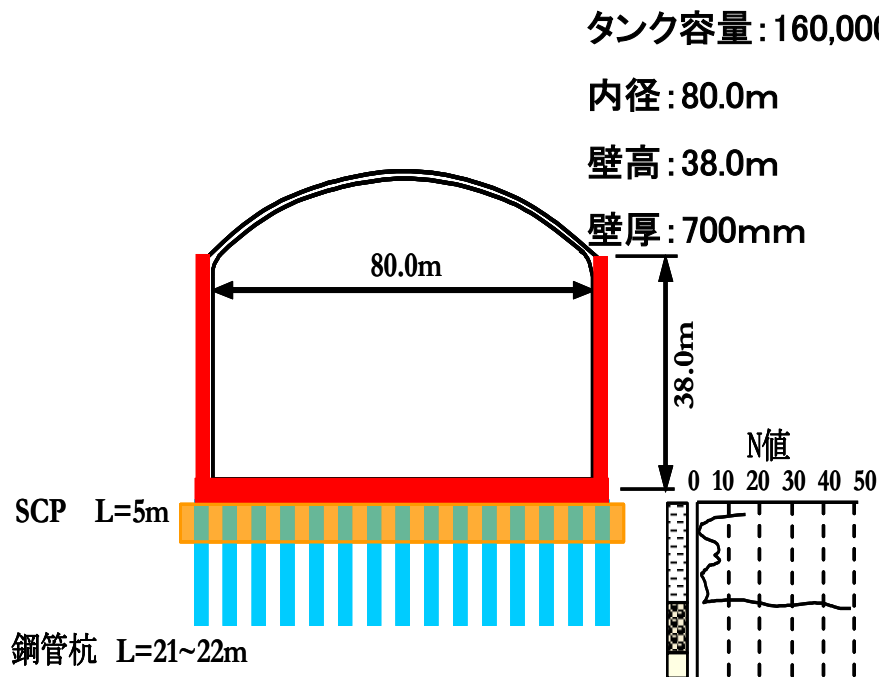
【施工規模】

数量: $\phi 700$, $L=5.0\text{m}$

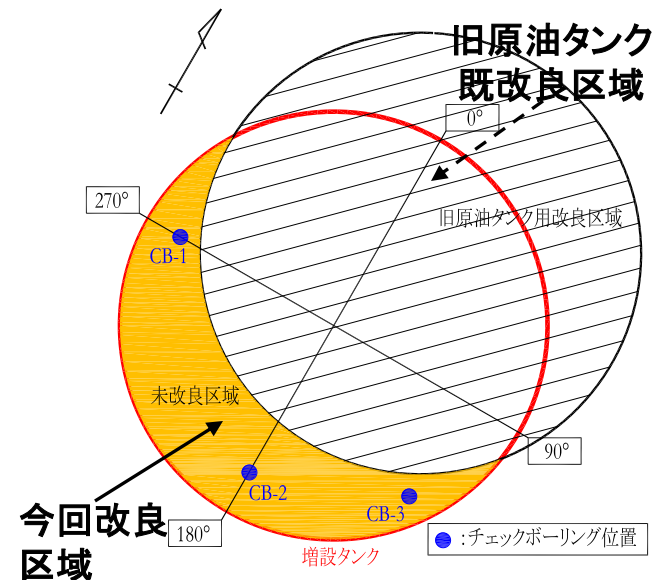
本数: 723本,

打設ピッチ: 1.6m

SCP杭の打設体積: 1947.7m^3



LNGタンク断面図



地盤改良範囲図

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 地盤改良工事 サンドコンパクションパイル工法

地盤改良結果

出展：地盤工学会誌、57-1(612)、32-33

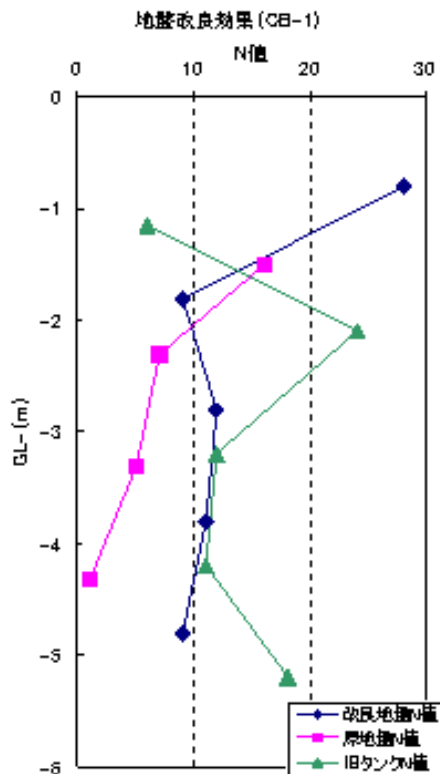


図 地盤改良結果

工事施工全景

産業機械「特集」エコスラグ 2008.11



表 地盤改良結果

注1) 設計時の地盤改良後の平均N値の推定値

	平均N値	備考
旧原油タンク用改良区域	14.2	—
地盤改良区域	13.1	12.9 ¹⁾

平均N値は13.1と向上、旧改良区域との均一な地盤が形成

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 溶融スラグ入り改良土へ利用

写真 スラグ入り改良土の製作状況
(愛知県春日井市)

改良土は土堰堤として利用した



表 スラグ入り改良土の力学的試験結果

試験項目		スラグ入り改良土 (スラグ30%)	スラグ入り改良土 (スラグ50%)
突固め試験	最適含水比 (%)	8.8	8.5
	最大乾燥密度 (g/cm^3)	2.056	2.088
コーン指数 (kN/m^2)		5,309	8,704
一軸圧縮試験 (N/mm^2)		0.05	測定不可
三軸圧縮試験	c (kN/m^2)	32.0	30.9
	ϕ ($^\circ$)	34.9	39.2

3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■スーパー堤防整備事業（国土交通省）

スーパー堤防整備事業へのスラグ利用(概要)

(1)事業名 新砂地区高規格堤防整備事業
(国土交通省関東地方整備局荒川下流河川事務所)

(2)事業場所

東京都江東区新砂三丁目地先
(荒川河口付近)

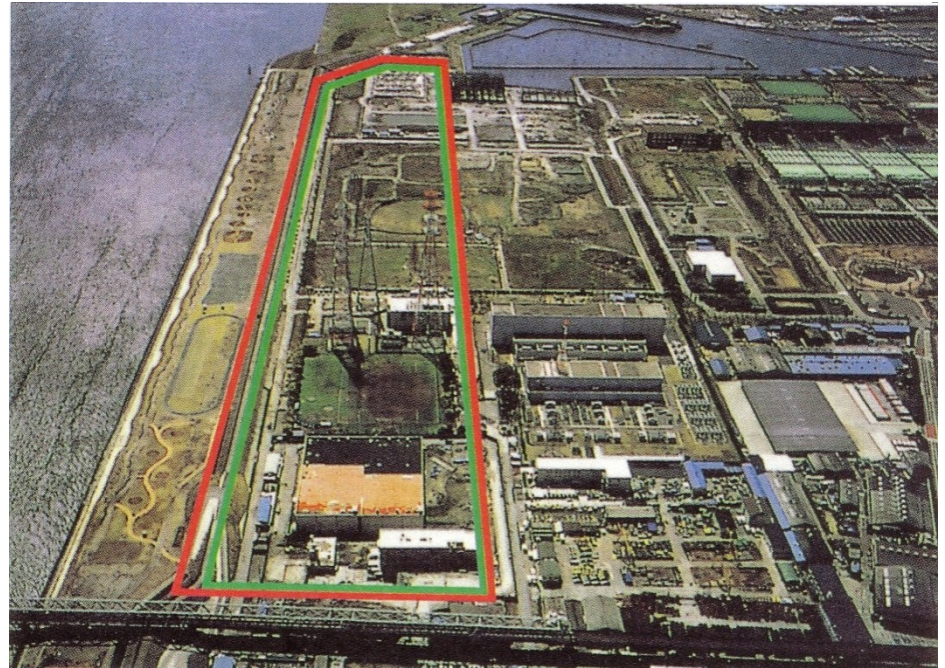
(3)期間

平成15年6月より

(4)スラグ量 概ね1万トン

(5)位置づけ 試験施工

写真 新砂地区高規格堤防整備事業



(出展:エコスラグ利用普及委員会)

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 下水道管基礎材としての溶融スラグの試験施工

試験施工状況

写真1 1層目の施工 ①



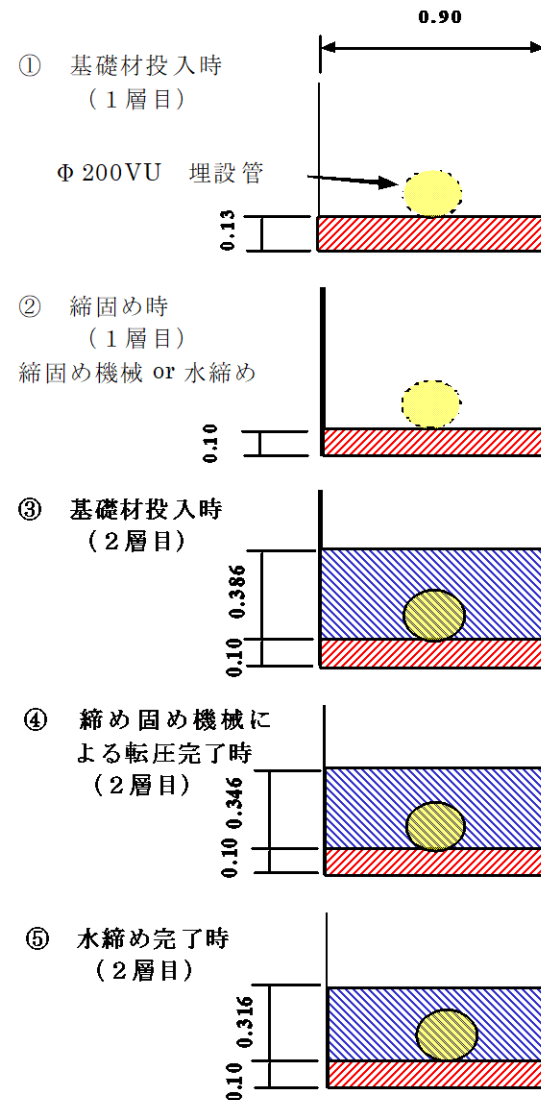
写真3 2層目の水締め ⑤



写真2 2層目タンパ転圧 ④



出展: エコスラグ2005コンフェランス

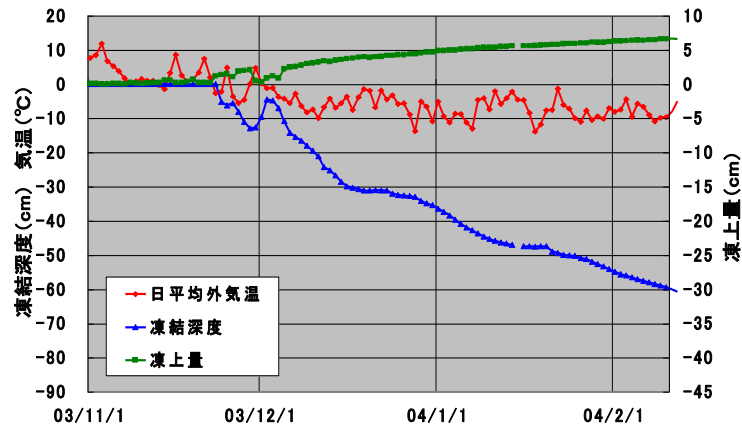


3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 凍上抑制材としての利用

(出展: エコスラグ利用普及委員会)

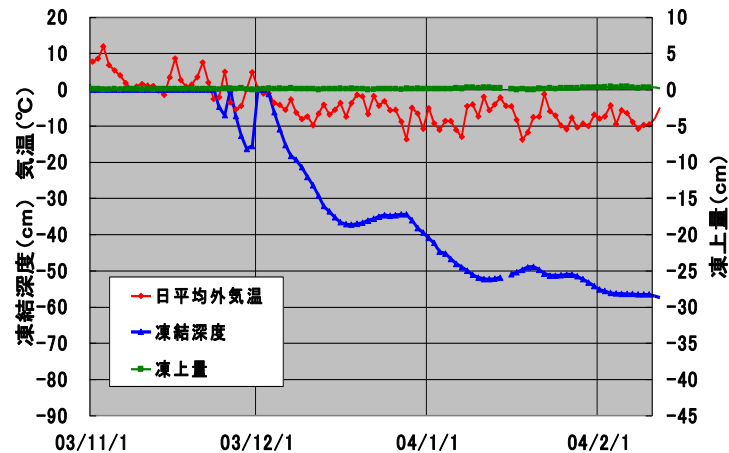
現地土
凍上率
=12.5%



凍上抑制層の施工状況

(西いぶり廃棄物処理広域連合: ムルタワー-21 隣接地)

溶融スラグ
凍上率
=0.53%



凍上抑制層実施工例(北見市 越冬後)

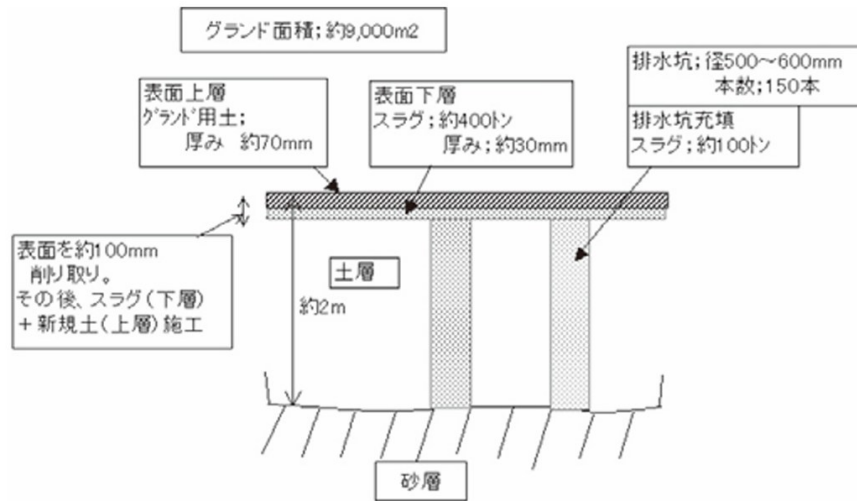
手前スラグ、奥側火山灰

北見工大実証データ(鈴木教授提供)

3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ グラウンド排水改善

施工例



スラグ充填作業



スラグ敷き均し作業



スラグ敷き均し作業



グラウンド全景



3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■ 防草材

公園での施工例



公園での施工例



道路脇での施工例



道路脇での施工例



3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 芝用目砂

- ・天然砂同様に目砂として使用できます。(肥料効果を期待するものではありません。)
- ・排水性の改善が期待できます。
- ・高温溶融処理のため、雑菌が無く、溶融スラグ由来の雑草が生えません。
- ・ゴルフ場での10年以上の利用実績があり、年々利用が増加しています。



3. 熔融スラグの有効利用状況と実施例

■ 肥料

肥料効果試験(ポット試験)



水田での試験



肥料散布の様子



イネの成長の様子



3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 藻場再生実証試験

試験概要

- ・鹿児島県奄美大島の藻場消失地区で共同研究
- ・海藻はキレバモク(南方系のホンダワラ類)
- ・藻場ブロック(エコスラグ配合)を、水深3～7m程度の湾内に設置
- ・ブロックは5年間で約5,000枚設置
- ・海藻育成初期の食害防止用にゲージを設置



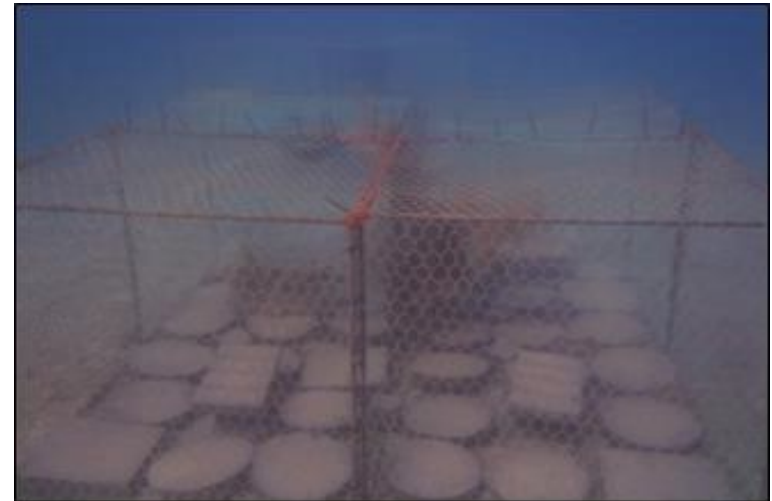
藻場(平板)ブロック

ブロック主仕様

大きさ; 径 30cm × 厚 6cm

重 量; 約10kg/枚

藻場ブロック設置直後の状況



食害防止ゲージ

主仕様 高さ約1m、幅約1m、長さ約1m／基

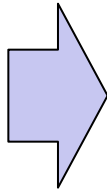
3. 溶融スラグの有効利用状況と実施例

■ 藻場再生実証試験

試験結果



藻場ブロック設置直後の状況



実証4年目のキレバモク育成状況
1年目からキレバモクの着床、生育を確認。
最大2m程度に育成

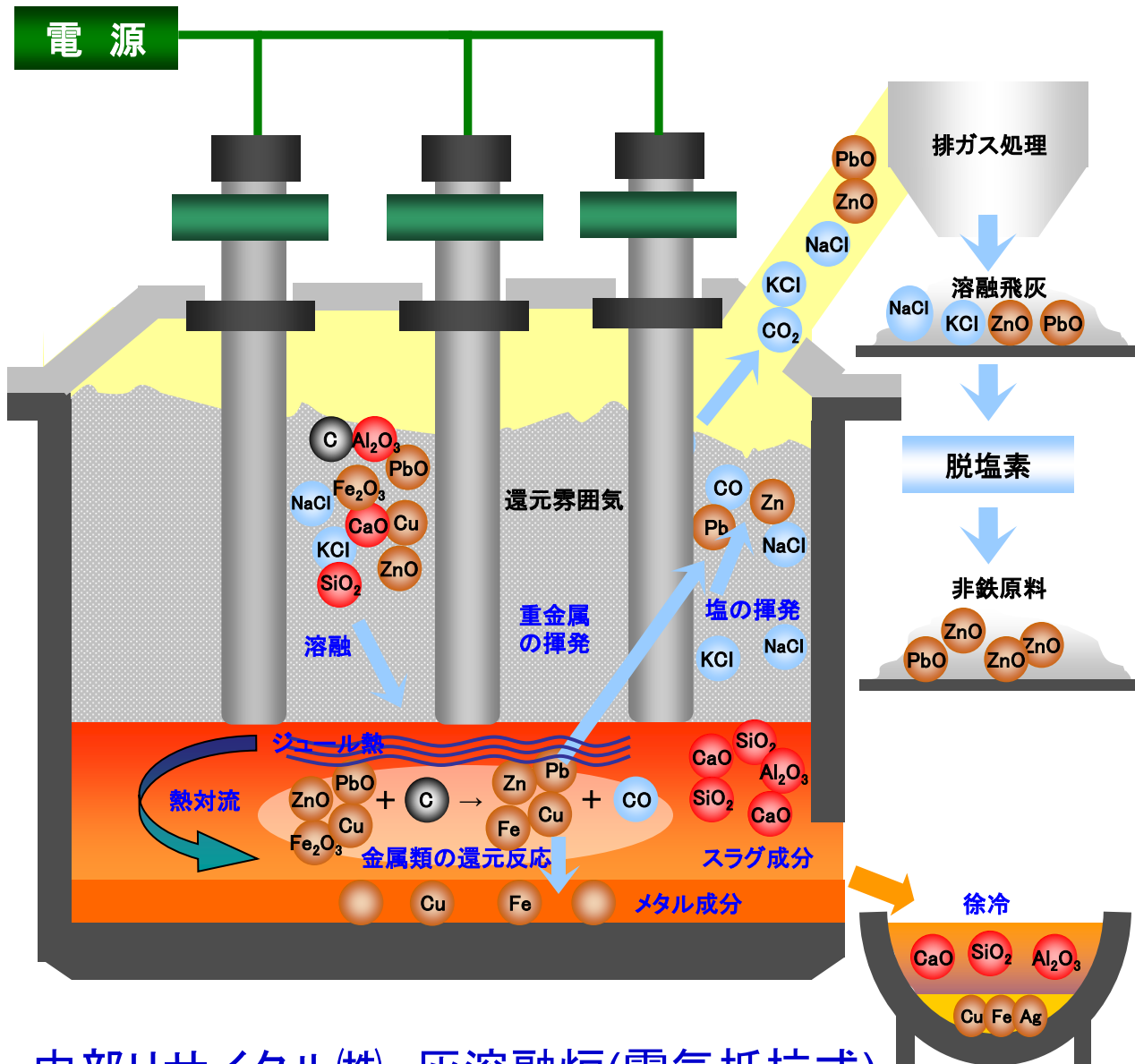


ブロック表面

まとめ

- ・溶融スラグを活用した藻場ブロックにキレバモクが着床、生育した。
- ・藻場ブロック数の増加に伴い、食害防止ゲージ外に設置したブロックへの生育も確認できた。
- ・周辺でのウニ、貝類、魚類の増加が観察された。
- ・本地区では実証試験後も活動継続しており、藻場面積がさらに拡大している。
- ・今後は、他地域でも、適用拡大を検討したい。

4. 熔融還元石（徐冷スラグ）



省エネ型溶融

高効率の伝熱と熱損失の低減によりエネルギーの高効率利用を実現した省エネ型焼却炉です。

還元雰囲気による高品位熔融還元石（エコストーン）の製造

亜鉛・鉛をはじめとする重金属類は強還元状態での穏やかな溶融によりスラグ中から揮発するため、再利用に適した高品質の熔融還元石（エコストーン）となります。

溶融飛灰・メタルの山元還元の実現

還元雰囲気により揮発した重金属類は、山元還元に適した非鉄原料として回収します。

亜鉛(40～60%)、鉛(7～12%)

資源枯渇が懸念される貴金属は溶融メタルとして回収します。

各代表値は

銅(13%)、金(70g/t)、銀(900g/t)

4. 溶融還元石（徐冷スラグ）

■ 溶融還元石の製造と加工



溶融物取出 ↓



スラグ徐冷 ↓



粗破碎

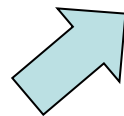
溶融還元石の生産量 12,000 ～ 13,000 トン/年



スケルトンバケットで
粒径を整える



石材として出荷



それ以外のものを大有
建設(株)で製品加工



単粒骨材・路盤材
等として出荷

4. 溶融還元石（徐冷スラグ）

■ 溶融還元石の使用例

① 名古屋市内 河川利用



香流川：籠マット工詰め石（割ぐり石） サイズ：200～150mm



山崎川：籠マット工詰め石（割ぐり石）
サイズ：200～150mm

② 安城市郷東川

多自然型護岸改修工事 サイズ：300～200mm



改修前



改修中



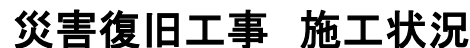
5年後 植生が回復し、下流から遡上した魚類等の産卵、休息、退避場所などになり、それを狙う小動物も多数生息。

国土交通省技術フェアにパネル出展

■ (河川・港湾) 基礎工：捨石 施工事例

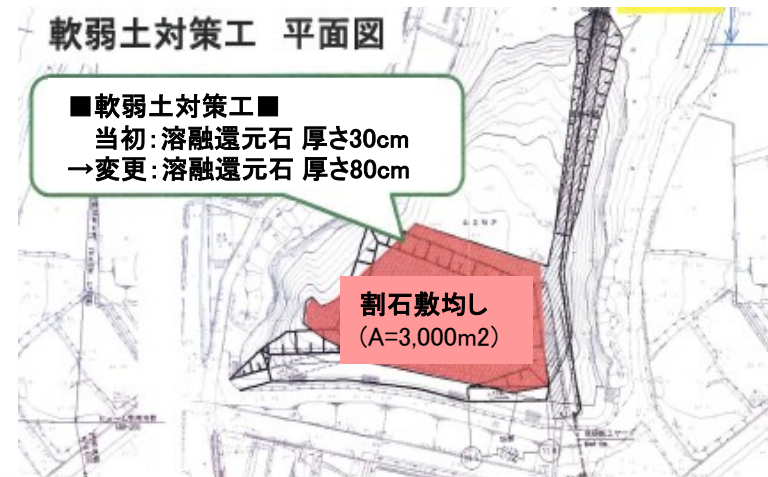
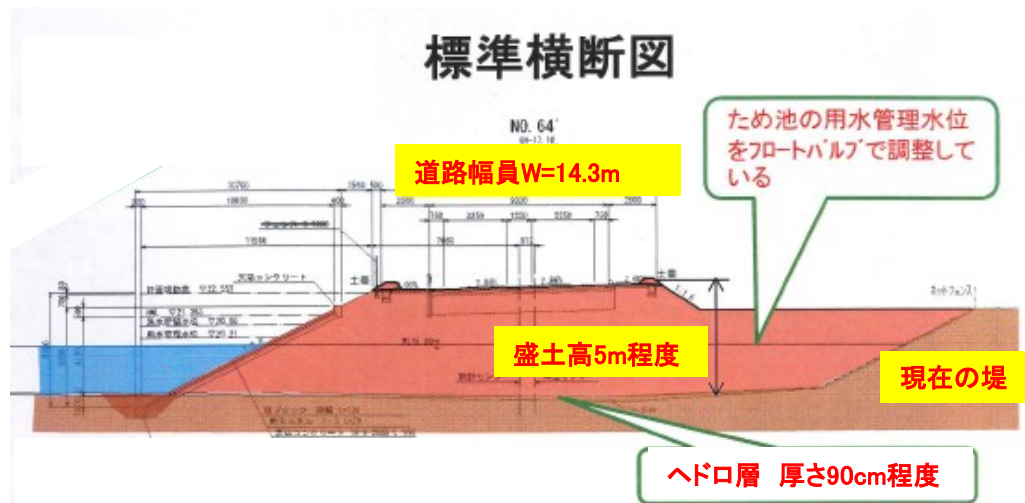
設計数量: 12,800m³の内、1,250m³使用

**特徴:天然石の「硬石」に相当、JIS A 5032の環境安全性基準に適合
水底土砂に係る分析試験(環境庁告示 14号) 判定基準適合**



4. 熔融還元石（徐冷スラグ）

■(軟弱土対策) 路体盛土造成基盤 施工事例



造成面積: 約3,000m²

設計・仕様: 路体盛土の基礎材

必要数量: 約2,400m³の内、約1,700m³使用

特徴: 施工時のトラフィカビリティを確保

施工中の圧密沈下は設計想定内

盛土施工中の側方流動(変位)なし

※軟弱地盤と盛土材の間に透水性が高い、安定した基盤面を構築できた。



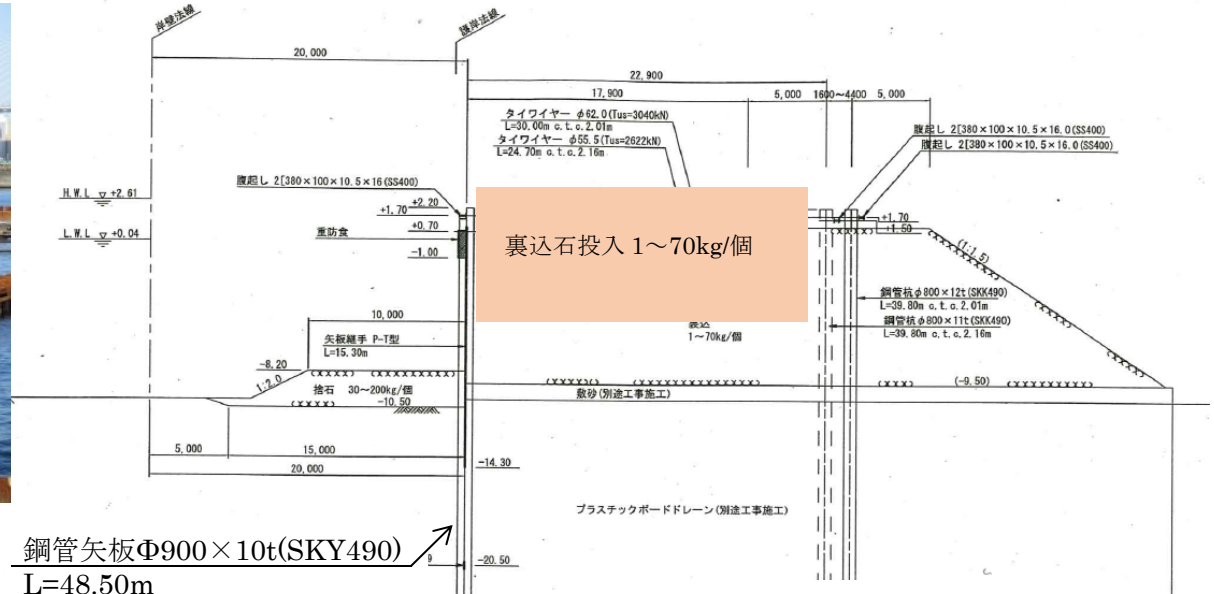
割石搬入・敷均し状況

4. 熔融還元石（徐冷スラグ）

■(港湾) 護岸築造工事：裏込材 施工事例



施工状況(裏込石の投入)



以下、深部は省略した。

標準横断面図

設計・仕様：護岸築造工の内・裏込工(裏込石投入)、上記の標準断面図参照

裏込材の規格：捨石(裏込石) 1~70kg/個

使用数量：設計数量53,807m³の内、約6,000m³を代替使用

特徴：裏込材としての特性値(せん断抵抗角)は、天然石の割石(JIS A 5006相当品)と同等の品質を有する。

【参考文献】「産業機械」誌、2022年6月号、pp.10-13参照

4. 熔融還元石（徐冷スラグ）

■ (港湾) 護岸築造工事：基礎捨石、裏込材 施工事例

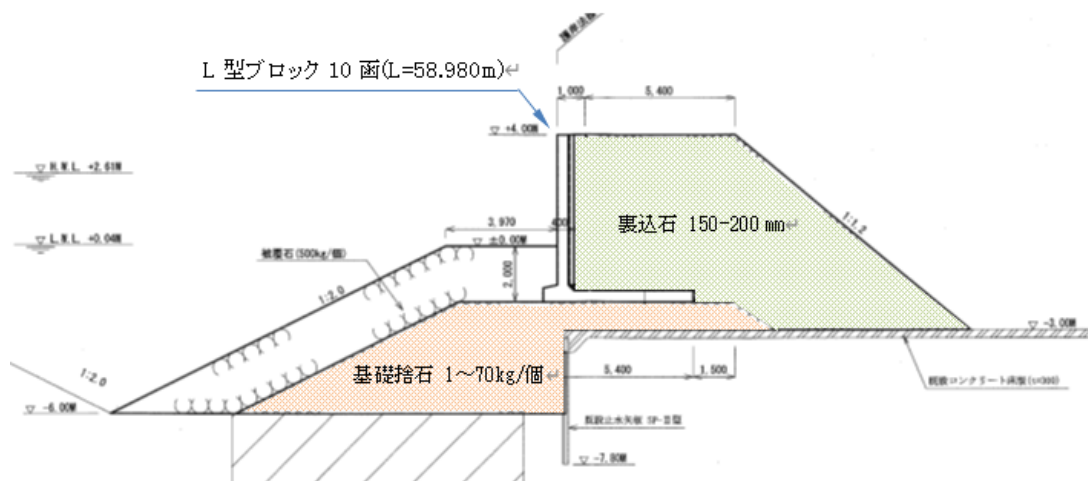
設計・仕様：護岸築造工の内・基礎工(基礎捨石投入)、裏込工(裏込石投入)

製品規格：基礎捨石 1～70kg/個、裏込石 200～150mm

使用数量：基礎捨石 2,204m³

：裏込石 全数量3,967m³の内、2,000m³を使用

特徴：天然石の割栗石(JIS A 5006相当品)と同等の品質を有する。



以下、深部は省略した。

標準横断図



施工状況(裏込石の投入)