

## 人工珪砂製造技術・人工珪砂（株式会社あさひ）の技術概要

## 技術概要

技術の仕様・製品  
データ

## 【概要】

- 本技術は、廃棄物として埋め立て処分されるガラスを、低エネルギー・低コストの独自の技術であるミルサイザーによって、エッジレス（角の無い）リサイクルガラス造粒砂を生成し、海砂・山砂の代替物として干潟・浅場造成材に用いることで、自然由来の砂と同等な干潟・浅場の生物多様性向上の効果を持つ資源循環型資材として、環境負荷の少ない沿岸域環境保全・再生の推進に資する事を目的とする。
- 本技術は、廃棄される太陽光発電パネルなどの強化ガラスを独自技術で加工した「リサイクルガラス造粒砂」の製造技術であり、海砂や山砂（採石）など自然環境から調達することで新たな環境負荷を生じさせるリスクを低減できることから、資源循環の観点からも有益な技術である。
- 本技術を用いて造成した干潟・浅場において、海砂や山砂と比較して差異のない生物生息環境を造成する事により、沿岸域の環境保全・改善の推進に寄与する。

## 【仕様】

- 本技術（人工珪砂製造技術）の仕様は以下の通りである。
  - ・粒径：5 mm 以下（粒度調整可能）
  - ・主成分: SiO<sub>2</sub>（二酸化ケイ素） 72 %、Na<sub>2</sub>O（酸化ナトリウム）14%、CaO（酸化カルシウム）10 %、MgO（酸化マグネシウム）2 %、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>（酸化アルミニウム）1 %
  - ・その他稀少成分：K<sub>2</sub>O（酸化カリウム）、MnO（酸化マンガン）、SO<sub>3</sub>（酸化イオウ）、SrO（酸化ストロンチウム）、TiO<sub>2</sub>（酸化チタン）
  - ・比重：2.5 トン/m<sup>3</sup>
  - ・色：無色（原料となる廃ガラスの種類で色別調整可能）
  - ・用途：干潟・浅場造成材、覆砂材、コンクリート用補助骨材、道路舗装工事用材料（光る道路）、排水用材料、水耕栽培、浄化槽用途、ゴルフ場のバンカー、人工ぐり石など
  - ・その他：エッジレス、無害
- 製造装置の仕様は以下の通りである。
  - ・処理可能なガラスの最大サイズ：150 mm まで
  - ・処理可能なガラス厚さ：20 mm まで
  - ・平均粉砕処理量：1 トン／時間（但し、最大 2 トンの処理実績あり）
  - ・粉砕後の粒度分布：5 mm 以下の砂状
  - ・ローターの回転数：1800 rpm
  - ・稼動時の騒音：約 90 db
  - ・電気容量：22 kw（4 P：AC 220 V）
  - ・オプションとして集塵機が必要（2.2 kw：基準風量が 30 m<sup>3</sup>／分）
- キャップ、ラベル等の異物は紙や樹脂であるため、プレダスターの上部から集塵機で吸引されるかガラスのように細粒化しないためプレダスターの下部の篩網で分別する。
- 瓶内の残留物が液体であればミルサイザー内部の遠心力で飛散し内部の熱エネルギーにより加温され蒸発除去され、臭気も集塵機のバグフィルターで除去する。

	<ul style="list-style-type: none"> <li>●プレダスター内の微粉パウダー捕集用ダクトから集塵機によって吸引することにより、パウダーとガラス砂の回収口を別に持って処理する。</li> <li>●集塵機は汎用集塵機で 3.7 kw、基準風量は 40 m<sup>3</sup>/分。濾布は、ポリエステル製のフェルトタイプで 4 ユニットあり、濾過面積は 16 m<sup>2</sup> である。ダストボックスは、直下にあって差圧信号で濾布の清掃を表示する。</li> <li>●安全衛生上において、大気は粉じん対策。振動は防振対策。騒音は遮音対策が必要。</li> </ul>
<p>特徴・長所・セールスポイント・先進性</p>	<p><b>【特徴】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●本技術（人工珪砂）は、シリカが主な成分で、粒径が小さく、透水性が高く、有機物の混在物が無い不活性な性質である。また、粒径も 5 mm 以下で調整が可能であり、干潟・浅場造成を行う現地の環境特性に合わせた粒径の組み合わせと配合が可能である。</li> <li>●装置の特徴             <ul style="list-style-type: none"> <li>・コンパクトな設計により省スペースが実現</li> <li>・シンプルな構造でメンテナンスが簡単</li> <li>・装置を運搬輸送、組み立てが容易に可能</li> <li>・前後に破砕機や篩装置などを設置し、破砕から分級までワンラインの工程設計が可能</li> </ul> </li> </ul> <p><b>【新規性・先進性】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●海砂や山砂などの自然由来の砂を使用する場合、海底の掘削や山地などを切り開きなどで土砂を採取するため、採取場所に存在していた環境を改変することになる。</li> <li>●採取した土砂には、採取地の生物や有機物などの混雑物が入っているため、造成先に元々いなかった生物や物質が人為的に移動し、場合によっては、そのことが、造成先の環境負荷につながる可能性がある。</li> <li>●本技術（ガラス造粒砂）は、資源循環系の資材であるため、環境負荷が小さく、エッジレスで安全である。また、自然由来の砂に比べて、混在する有機物がほとんど無いため、内部負荷が大きい内湾などの海域で使用しても、新たな負荷を生むことは無い。</li> </ul>
<p>技術の原理</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●本技術は、元のガラス自体が鉱物由来のシリカが主成分であり、廃ガラスを材料として、低エネルギー・低コストの独自の技術であるミルサイザーによって粒径が小さく、エッジも丸く、透水性が高く、有機物の混在物が無い不活性な性質を持っているなど、自然由来の砂と同等の性状を持つ人工珪砂である。</li> <li>●本技術の製造に用いる装置は、ローターの回転を利用した独自技術であり、連続的に厚さ 20 mm までのガラスを処理し、効率よく造粒砂を製造することが可能である。</li> <li>●さらに、砂を用いて「干潟・浅場の再生」することによる環境への効果は、一般的に以下の通りである（出典：水産庁 HP「干潟の働きと現状」より抜粋）。             <p><b>【水質の浄化】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・チッソ・リンの吸収による富栄養化の防止（微少藻類）</li> <li>・ろ過食性動物による有機物の除去（二枚貝類）</li> <li>・脱窒による窒素の除去（バクテリア）</li> </ul> <p><b>【生物多様性の維持】</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・多様な生物種の保全（干潟固有の生物）</li> </ul> </li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>・ 幼稚子の保育場の提供</li> <li>・ 鳥類への餌場・休息場の提供</li> </ul> <p>【海岸線の保全（波浪の抑制）】</p> <p>【環境学習（干潟生物・鳥類の観察）】</p> <p>【保養（潮干狩りなど）】</p> <p>●本技術である人工珪砂は、自然由来の砂と変わらない性状を持つことから、一般的に言われている上記のような効果が期待できるものである。</p> <p>●特に、干潟の表面に着生する微細藻類は、多くの底生生物のエサとして利用され、さらに干出した場所では底生生物がチドリなどの鳥類のエサになるため、エコトーンにおける健全な物質循環が創出される。また、水質に着目すると、砂の間を通過する際に濾過された有機懸濁物質などは、バクテリアや底生生物による分解、貝類による濾過、藻類による固定、鳥類や魚類による搬出等を通じて有機物や窒素・りんが除去されている。これらの機能はいずれも生物の代謝（摂食、摂餌、呼吸、同化等）により発現されることから、干潟・藻場という基盤に生物が豊かに存在することによりその機能が支えられていると言える。</p>
<p>技術の開発状況 ・ 納入実績</p>	<p>●人口珪砂としての納入実績はなし。</p>
<p>環境保全効果</p>	<p>●ガラスの年間生産量は約 400 万トンであり、総廃棄量が約 250 万トンである。日本全体の総最終処分量の約 7 %を占めている。ガラスは、再生利用率が低く板ガラス製品は廃ガラスの 3 %程度が再生されるだけで残りは埋め立て処分である。埋め立て処分場の処分量削減と廃棄物コストの低減のためにも環境面で影響は甚大である。</p> <p>●本技術（ガラス砂製造技術・ミルサイザー）は、資源循環型の製品であり、リサイクルの促進に寄与する。</p> <p>●エッジ（角）レスなので触っても安全、安心な干潟、浅場造成材として活用できる。</p> <p>●人口珪砂を製造する一般的なロータリーミル等の他の機械に比べて、1 トンのガラスから本技術（ガラス砂製造技術・ミルサイザー）を製造する場合の電力消費量は 8 分の 1 に抑えられる（1 トンのガラス砂を製造する場合、CO<sub>2</sub> 排出量は 82.4(kg-CO<sub>2</sub>/t)の削減効果）。</p> <p>●物質循環の側面では、造成した干潟の表面に着生する微細藻類は、多くの底生生物のエサとして利用され、さらに干出した場所では底生生物がチドリなどの鳥類のエサになるため、エコトーンにおける健全な物質循環が創出される。</p> <p>●水質の側面では、造成した干潟の砂の間を通過する際に濾過された有機懸濁物質などは、バクテリアや底生生物による分解、貝類による濾過、藻類による固定、鳥類や魚類による搬出等を通じて有機物や窒素・りんが除去されている。これらの機能はいずれも生物の代謝（摂食、摂餌、呼吸、同化等）により発現されることから、干潟・藻場という基盤に生物が豊かに存在することによりその機能が支えられている。</p>
<p>副次的に発生する環境影響</p>	<p>●人工珪砂については、現在、環境省告示に基づく溶出試験を実施し、有害性がない事を証明する予定。</p>
<p>実証項目（案） 及びコスト概算</p>	<p>本技術は、「試験データ取得による実証」を希望している。</p> <p>以下に既存データの試験概要、技術的条件、実証項目、試験結果及びコスト概算を示す。</p>

## 【試験概要】

## (1) 事前調査

## ①底質調査

- 本技術の設置場所の環境条件を把握するため、設置予定場所及び既設の造成干潟の 2 箇所で底泥を採取し、ORP の計測、強熱減量及び粒度組成の分析を行う。
- 人工珪砂については、自然由来の砂との違いを確認するために、顕微鏡写真による形状確認（エッジの有無など）及び粒度組成試験を行う。

## ②底生生物調査

本技術の設置場所の環境条件を把握するため、設置予定場所及び既設の造成干潟の 2 箇所で底泥を採取し、底生生物の分析（種の組成・湿重量）を行う。

## ③地形測量

本技術の設置場所及びその周辺の海底地形の状況を把握するために、深淺測量を行う。

## ④水質調査

本技術の設置場所の環境条件を把握するため、設置予定場所および周辺の 2 箇所で水質計による水温・塩分・光量子・濁度の計測及び透明度の測定を行う。なお、測定は上げ潮と下げ潮の 2 潮時実施する。

## (2) 本調査

- 調査は、人工珪砂を敷設した箇所（本技術設置箇所）及び自然砂の箇所（既設の造成干潟）において実施する。なお、調査地点については、本技術設置箇所と既設の造成干潟で水深（地盤高）や周辺環境などによる相違が無いように設定する。

## ①底質調査

- 本技術の設置箇所及び既設の造成干潟の 2 箇所で底泥を採取し、ORP の計測、強熱減量及び粒度組成の分析を行う。1 地点あたりの採取量などは、実施場所の状況を考慮して決定する。調査は 5 回実施する。

## ②底生生物調査

- 本技術の設置箇所及び既設の造成干潟の 2 箇所で底泥を採取し、底生生物の分析（種の組成・湿重量）を行う。1 地点あたりの採取量などは、実施場所の状況を考慮して決定する。調査は 5 回実施する。

## ③アマモ移植・播種調査

- 近隣のアマモ自生場よりアマモの栄養株を採取し、本技術の設置箇所及び既設の造成干潟の 2 箇所に移植して移植株の生残数、葉長・株数などの生育状況を観察する。合わせて移植場所における魚類、海藻等の生物相を目視観察する。調査は移植後 5 回実施する。
- 近隣のアマモ自生場で採取されたアマモ種子を 10 月～11 月に播種し、2 ヶ月～3 ヶ月後の発芽状況などを観察する。播種については 2 種類以上の方法で行う。
- 近隣に自生アマモ場が無い場合又は実証(試験)場所がアマモの生育環境に適していないと考えられた場合には、専門家のご意見をいただきながら別途、実証方法を検討する。

## ④水質調査

- 本技術の設置場所の環境条件を把握するため、設置場所及びその周辺で水質計による水温・塩分・光量子・濁度の計測及び透明度の測定を行う。なお、測定は上げ潮と下げ潮の 2 潮時実施する。

【技術的条件】

- 粒子の形状を自然砂と比較し、エッジレスの状態が自然由来の砂と同等であることを確認する。
- 粒径の分布を計測する。
- 小規模に干潟を造成し、底質、生物生息状況を観測する。
- アマモの栄養株を移植し、生育状況を確認する。また、アマモ種子を播種し、実生株の発芽状況を確認する。

【試験期間・試験場所】

- 令和2年5月～令和3年3月（開始時期によっては延長の可能性あり）
- 試験場所案：
  - ・ 既に干潟・浅場造成が実施あるいは進行中のサイトを候補として現在検討中

【実証項目・分析及び測定方法・実証する性能を示す値・試験結果】

実証項目及び分析・測定方法は、以下のとおりである。

実証項目	分析及び測定方法	実証する性能を示す値
粒度分布 砂形状比較 底質調査 (粒度分布・ORP)	JIS A 1204 顕微鏡写真による比較	粒度組成が自然砂と同等 エッジが自然砂と同等 自然砂造成地と同等
底生生物調査 (種類数・種の同定)	方形区採集・分析	自然砂造成地と同等
アマモ移植 アマモ播種	目視観察(アマモ他生物) 目視観察	生育・成長が確認される 発芽が確認される

【コスト概算】

6,850,000 円

自社による試験方法及びその結果

【試験方法】

- 粒度分布調査結果及び角の有無の観察結果

【試験結果】本技術と他社製品との比較試験(粒度分布調査結果)

マイクロサイザー比較表

会社名	処理後の形状分布					処理物の形状	塩分	処理能力
	5mm以上	5-3mm	3-1mm	1-0.6mm	0.6mm以下			
弊社提案システム	7.7%	13.9%	41.2%	16.4%	20.8%	角が全てとれている	集塵機にて回収	1.5 t/H
A社	-	3.2%	42.0%	36.6%	18.0%	角があり、触れない	そのまま混入	4 t/H
B社	-	2.5%	11.2%	50.2%	36.3%	角があり、触れない	そのまま混入	1.5 t/H
C社	-	8.1%	17.3%	49.2%	25.4%	角があり、触れない	そのまま混入	0.4 t/H
D社	5.8%	10.4%	40.7%	13.3%	30.3%	角があり、触れない	そのまま混入	3.0 t/H

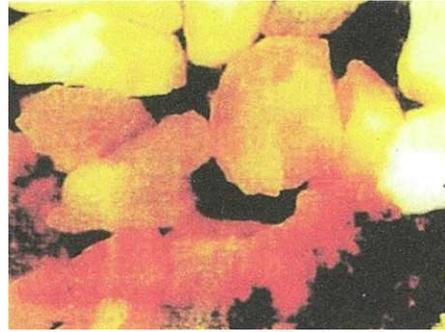
比較補足

1. 他社の場合、能力は高いが原料になった場合、使用用途が限られてしまいます。
2. マイクロサイザーの場合は、塩分を飛ばし、集塵機にてパウダーと一緒に回収してしまう為、パウダー以外のものの原材料としての価値が上がります。

●角の有無の観察結果



本技術によるガラス瓶の粒子



海浜砂の粒子

【試験期間・試験場所】

●記載なし