

■ リサイクルガラス造粒砂協会 事務局

〒286-0825 千葉県成田市新泉 21-1 (ガラスリソーシング株式会社成田工場内)	TEL: 0476-36-2207 FAX: 0476-36-2203	http://www.rggs-a.com
--	--	---

■ サンドウエーブ G 製造会社

ガラスリソーシング株式会社	〒288-0814 千葉県銚子市春日町 740-1	TEL: 0479-24-6651 FAX: 0479-25-5808	http://www.glass-r.com
有限会社 ヤマウチ	〒750-0443 山口県下関市豊田町日野 15-1	TEL: 0837-67-0530 FAX: 0837-67-0531	
トーエイ株式会社	〒470-2105 愛知県知多郡東浦町大字藤江字ヤンチャ 28-1	TEL: 0562-83-3880 FAX: 0562-83-8911	http://www.toei-eco.co.jp
マテリアルリソーシング 東北株式会社	〒012-0801 秋田県湯沢市岩崎字壇ノ上 3-4	TEL: 0183-56-8370 FAX: 0183-56-8372	http://www.mr-thk.com

■ リサイクルガラス造粒砂協会 正会員

(平成 27 年 7 月現在)

ネイチャーテック釧路株式会社	TEL: 0154-57-7766	
株式会社 光陽	TEL: 03-3640-1211	http://www.koyo-group.co.jp
東和工業株式会社	TEL: 03-3865-8340	http://www.towakogyo.co.jp
株式会社 竹中道路	TEL: 03-5646-1051	http://www.takenaka-douro.co.jp
株式会社 吉田組	TEL: 079-236-1548	http://www.yoshida-gumi.co.jp
北興商事株式会社	TEL: 0256-34-5865	http://www.hokkou-eco.com/
ユタカ建設工業株式会社	TEL: 029-309-7266	http://www.yutaka-k-k.com/

■ リサイクルガラス造粒砂協会 賛助会員

GR 物流株式会社	TEL: 0299-93-1197	http://www.grbutsuryuu.com
株式会社 ナリコー	TEL: 0476-35-5325	http://www.narikoh.co.jp
岡田土建株式会社	TEL: 0479-22-6411	http://www.okadadoken.co.jp
若築建設株式会社	TEL: 03-3492-0495	http://www.wakachiku.co.jp
石津建材株式会社	TEL: 0478-54-3195	http://isizu.co.jp/



Ver.2

The recycled granular glass sand
リサイクルガラス造粒砂協会

はじめに

私たちの生活に身近なガラス製品。びんとして様々な容器に使われるだけでなく、食器や窓ガラス、蛍光灯、テレビなどにも利用されています。地球上ではおよそ5000年の歴史を持つとされるガラスですが、日本でも2000年前のガラス炉が発見されており、とても長い歴史を持っていて、安全かつ安定した容器としてガラスびんを中心に使われてきました。

そして、使用済みとなった透明びんや茶色びんはガラスびんの原料（ガラスカレット）として用いられてきましたが、その他の色付きびんはリサイクルの道がありませんでした。

平成7年の容器包装リサイクル法施行後、その他の色付きびんは、他用途としてブロックやタイルなどに姿を変えリサイクルされてきましたが、コストと普及の問題で「廃棄・再資源化・流通」という本来あるべきリサイクルには程遠いものでした。

「困っているもの、利用者の目線で用途開発、汎用性の高いものへ」というコンセプトで、砂から生まれたガラスびんを主原料とし、様々な種類のガラスを特殊な破碎加工することでガラス特有の「刺さる、切れる」を解消して、自然砂の代替材用に大量加工する技術を確認し、リサイクルガラス造粒砂「サンドウエーブG」を開発しました。

およそ10年の用途開発と公共工事を中心とした利用実績を経て、平成20年12月に多くの利活用企業グループと製造企業グループで構成されたリサイクルガラス造粒砂協会を設立。平成21年12月から「積算資料SUPPORT」に継続掲載となり、ほぼ全国をカバーする地域でリサイクルと製品流通が可能となってきました。今後は、リサイクルガラス造粒砂の特性を生かした利活用方法の提案や、昨今の異常気象の原因であるとされている地球温暖化の対策、災害復旧・抑制に役立つ利用方法をご提案します。

さらに私たちの願いは、廃棄物処理から委託加工に変わることです。市区町村から排出されるガラスびんは市区町村で再利用できるような利用方法も研究し、環境対策を盛り込んだ循環型社会形成の一助になればと考えております。

リサイクルガラス造粒砂協会

ガラスリサイクルの現状とリサイクルガラス造粒砂「サンドウエーブG」

ガラスびんの現状

現在、日本で作られるガラスびんは約134万トン。その原料の95%はカレットというリサイクル資源です。その他、お酒、醤油、牛乳、ビールなどのびんは繰り返し使われ、これらのびんはリサイクルの優等生です。しかし、青や緑など色のついたびんは再生が難しく、年間約45万トンも埋め立てられています。

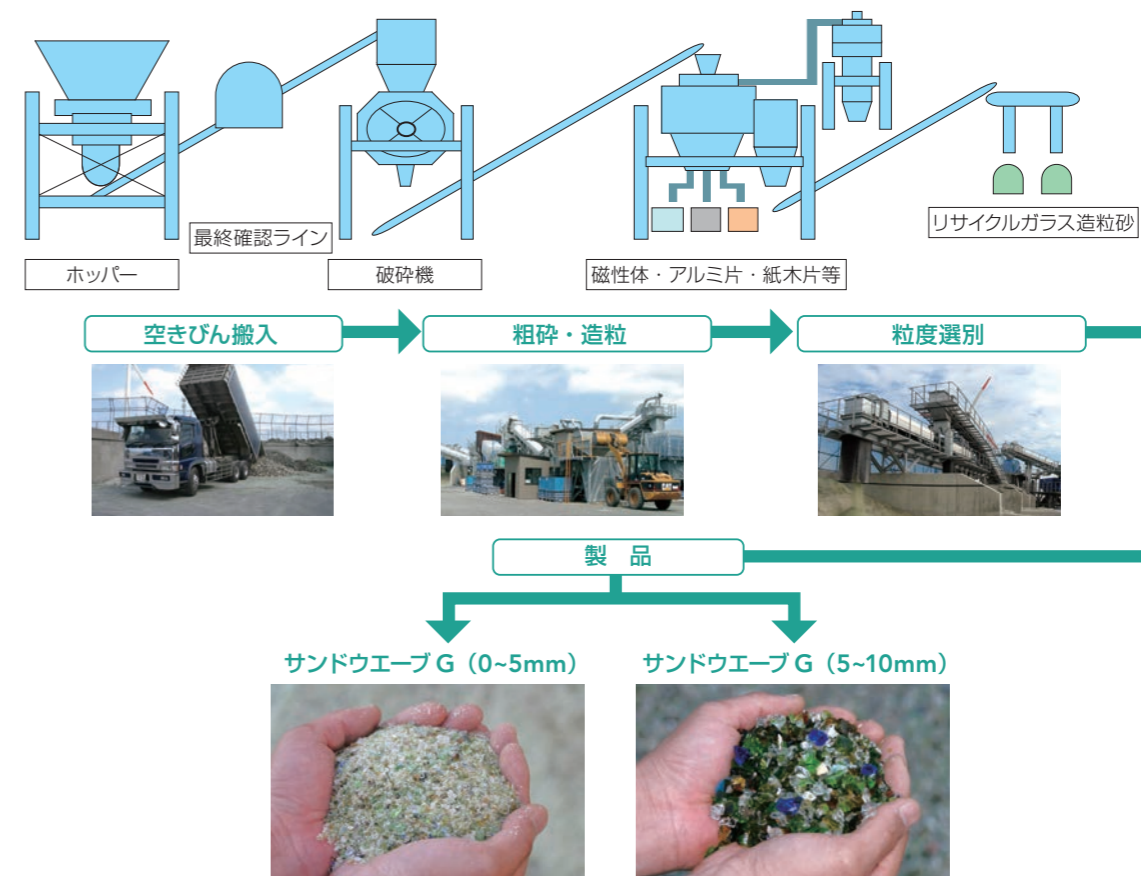
当協会は、これを誠に「もったいない」と考え、そのリサイクル用途の開発に努力してきました。その成果のひとつが「サンドウエーブG」です。リサイクルガラス造粒砂「サンドウエーブG」の主原料は、一般家庭から排出される色付きびんなど、リサイクルの難しいガラスびんです。

地球とガラスびんの関係

地球（地殻）を構成する主要5元素は、酸素（49.5%）ケイ素（25.8%）アルミニウム（7.56%）鉄（4.70%）カルシウム（3.39%）です。

5000年も前に人類の知恵から生まれたガラスびん。その主成分は、ケイ素（62.7%）カルシウム（32.4%）です。今、使われなくなったガラスびんは、元の姿に戻し地球に返しています。それが「サンドウエーブG」。環境にやさしい製品です。

生産工程



ガラスびんやガラスくずを、 自然砂を超えた透水性・締固め特性を 備えた造粒砂へ。

サンドウエーブGは、リサイクルが難しいとして今まで廃棄・埋立処分されていた色付きのガラスびんやガラスくずを100%原料とし、製造工程において、破碎・エッジレス化することにより、良好な透水性・締固め特性を持った造粒砂です。

自然砂（山砂・川砂・海砂）と同等以上の性能を持ち、砂の代替材として利用が可能であり、特に良質な砂を必要とする軟弱地盤改良のためのサンドドレーン・サンドコンパクションの砂杭材料やサンドマット材をはじめ、あらゆる砂の代替材として、幅広く使用できます。

「サンドウエーブG」利用のメリット	
◆ 製造段階で環境負荷低減	◆ 使用段階で環境負荷低減及び防災
廃ガラスの有効利用	洪水被害の軽減
埋立地の延命	地下水の保全
CO ₂ 削減	ヒートアイランド現象抑制減
	ゲリラ豪雨対策
	液状化防止対策
	防草対策



サンドウエーブG 粒径0~5mm
鋭利なファセットが無く、「切れる、刺さる」を解消し安全性を確保

エコプロダクツ大賞
eco products awards 2005
(エコプロダクツ大賞推進協議会主催、財務省・厚生労働省・農林水産省・経済産業省・国土交通省・環境省後援)
平成17年11月 第2回エコプロダクツ大賞
エコプロダクツ大賞推進協議会会長賞（優秀賞）受賞

資源循環技術・システム表彰
(財団法人クリーン・ジャパン・センター主催 経済産業省後援)
平成22年10月 財団法人クリーン・ジャパン・センター会長賞受賞



エコプロダクツ表彰



資源循環技術・システム表彰状

循環型社会形成の推進

「循環型社会」とは、

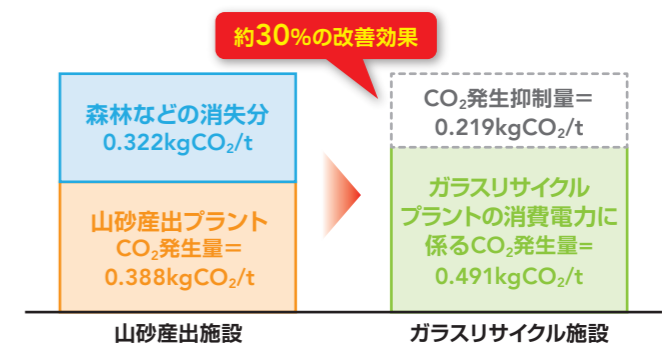
- ① 廃棄物等の発生抑制
- ② 循環資源の循環的な利用
- ③ 循環的な利用が行われないものについての適正な処分の確保

これらによって、**天然資源の消費を抑制し、環境への負荷をできる限り低減される社会。**

CO₂削減につながる取り組み

1. サンドウエーブGの環境負荷低減(CO₂削減効果)

山砂の代わりにサンドウエーブGを利用することで、1t当たり0.219kgCO₂の削減効果となります。
(右図参照)



2. カーボンオフセット認証

カーボンオフセットとは・・・

人間の経済活動や生活などを通して「ある場所」で排出された二酸化炭素などの温室効果ガスを、植林・森林保護・クリーンエネルギー事業などによって「他の場所」で直接的、間接的に吸収しようとする考え方や活動の総称。

トーエイ（株）では、サンドウエーブGの生産段階で、どうしても排出される温室効果ガスについて、排出量に見合った温室効果ガスの削減活動に投資することなどにより、排出される温室効果ガスを埋め合わせることを目的として、いち早くカーボンオフセット認証を取得しました。これにより排出量（27t-CO₂）を岩手県有林における森林吸収量取引プロジェクトに投資しています。



3. 里山再生プロジェクト

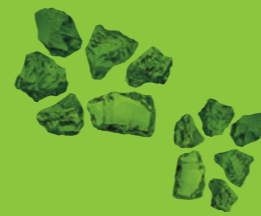
ガラスリソーシング（株）では、平成20年から荒廃した山砂採取跡地を里山（森林公園）として再生し、樹木による年間約2t-CO₂の吸収量を確保するための森林保全活動を行っています。



里山再生状況写真



「サンドウエーブG」の環境特性



1 雨水貯留浸透施設

雨水貯留浸透施設とは・・・

近年、集中豪雨による浸水被害が多発している中で、雨水を一時貯留し時間をかけて地下に浸透させることにより、洪水被害の軽減と地下水の保全に役立つ施設。貯留施設・浸透施設に分類されます。

降った雨は、地面に浸透したり舗装の表面を伝わって側溝から河川へ流れます。しかし、都市化が進み、集中豪雨などで河川の氾濫や住宅浸水、路面浸水を引き起こしています。そこで、地下に貯留槽を設けて、そこに雨水を浸透させたり、砕石充填やコンクリート・プラスチック構造の部

屋を建造するなど、その工法はさまざまです。
気候変動による対応を迫られる今、まさに必要な施設です。

サンドウエーブGを使用した雨水貯留浸透施設の施工方法

地面を掘削してサンドウエーブGに置き換え、表面に透水性アスファルトなどの浸透しやすいものを施すだけの簡単施工です。
(構造例は、構造図を参照)

サンドウエーブGの貯留量

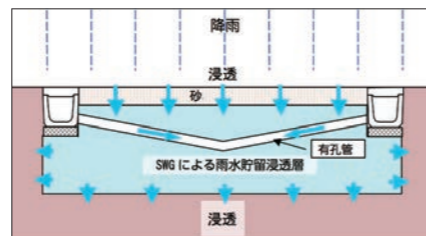
1000m³のサンドウエーブGを用いて、約300トンの雨水貯留
これは、サンドウエーブGを敷き詰めて転圧しても、粒子の隙間の総体積で充填した体積比約30%（空隙率）に相当し、透水性が良いため滞留せずに満遍なくその隙間に雨水が貯留できるためです。



施工写真



施工写真 (千葉県立佐倉高校雨水貯留浸透施設)



構造図

2 ヒートアイランド抑制

ヒートアイランドとは・・・

都市部の気温がその周辺の郊外部に比べて異常な高温を示す現象。緑が少なく、建物や道路が増えたことが暑くなる原因。高温により自然環境が

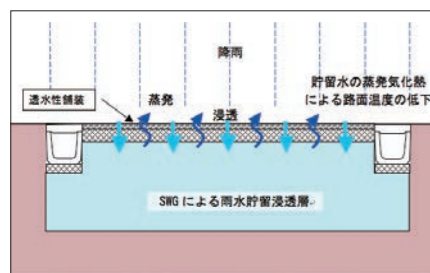
影響を受け、住民の生活や健康にも影響を及ぼすことから、近年問題視されています。対策を行わなければ、人口の集中がある場所では例外なく起こる現象で、都市の規模が大きいほどヒートアイランドの影響も大きい傾向にあります。

サンドウエーブGの使用によるヒートアイランド抑制

天気の良い夏場の舗装表面温度は60℃前後まで上昇し、この路面温度上

昇がヒートアイランド現象の原因の一つになっています。

サンドウエーブGを透水性アスファルト舗装の下に雨水貯留層として利用することで、貯留された雨水の蒸発時の気化熱で路面温度を5～10℃ほど低下させることができ、打ち水と同じ効果が得られます。施工が簡単で駐車場（土地有効利用）や歩道などに利用が可能です。
(利用方法は構造図を参照)

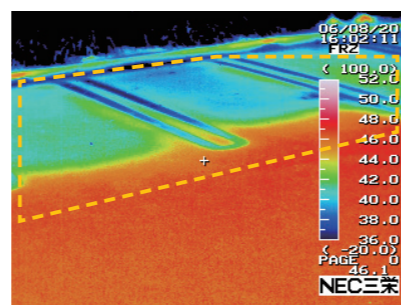


構造図

路床部にSWGを使用し雨水貯留層を設けた箇所



施工写真 (愛知県東浦町役場駐車場)



サーモカメラによる温度差確認

3 ゲリラ豪雨対策

ゲリラ豪雨とは・・・

予測が困難な、突発的で局地的な豪雨を指します。気象学的に明確な定義付けはありませんが、特徴として、(1) 降雨の範囲が極めて局所的、(2) 短い降雨時間、(3) 単位時間あたりの降雨量がきわめて多い、(4) 降雨の場所が限定できない、などがある

ゲリラ豪雨による洪水被害写真



平常時

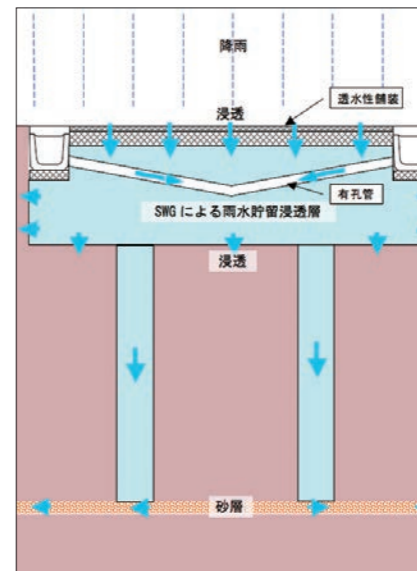


短時間での洪水被害状況

(社)雨水貯留浸透技術協会 HP より

げられます。きわめて限定された場所に大量の雨が集中的に降るために、地盤に悪影響を与えたり、川の水かさが増え、水害を引き起こしたりします。

地球温暖化やヒートアイランド現象が一因とも考えられ、地表面付近の空気が暖かく湿っていて、上層の空気が冷たく乾いている状況のときに活発な積乱雲が発生し、大気の状態が不安定となり局所的に大量の降雨が集中的に起こるとされています。



断面図①

サンドウエーブGの使用により期待される効果

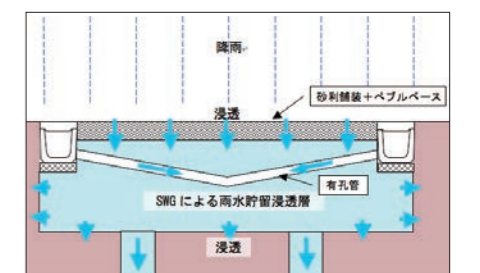
浸水しやすい箇所に対して、サンドウエーブGを用いた雨水貯留浸透層を設けることにより被害の軽減が図れます。さらに、砂層までのパーカルドレーンを設置することにより、大量の雨水を地下に浸透させることが可能となります。
(断面図①)

また、駐車場等公道以外の場所は、透水性舗装部分を工夫することにより、浸透能力を高めるとともに、さらに路面温度の低下が可能となります。



砂利パーキング

写真は四国化成工業株 HP より



断面図②

4 液状化防止対策

液状化現象とは・・・

地震の際に地下水位の高い砂地盤が、振動により液体状になる現象。これにより比重の大きい構造物が沈下し、倒れたり、地中の比重の軽い構造物（下水管等）が浮き上がったりします。(写真参照)

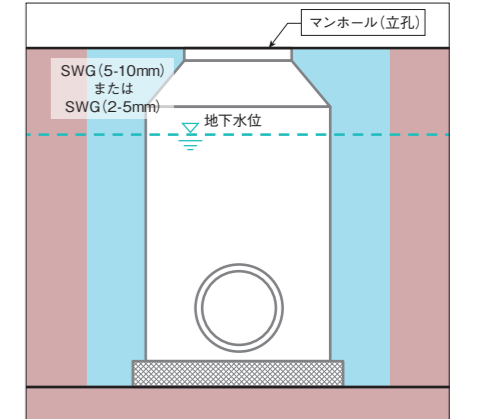


サンドウエーブGを使用した液状化防止対策

液状化防止対策の一つとして、透水性の高い材料で十分な締固めを行うことに

より、浮き上がりや陥没の防止ができることが確認されています。(都市ライフラインハンドブック(土木学会発行)参照)

その透水性の高い材料として、粒子径が大きくなるよう調整したサンドウエーブG (SWG5-10mm) や透水性を高めるために粒度調整したサンドウエーブG (SWG2-5mm) が高い効果を期待できるとされ、地盤工学研究発表会等で取り上げられています。



SWGによる埋戻し

5 防草対策

サンドウエーブGは、水はけがよく、栄養分がないため、土地盤と比べて雑草が生えにくいという特徴を持っています。さらに、粘着力が無いため、雑草が生えても抜きやすく、分離帯部分や庭先にサンドウエーブGを使用することにより、雑草の量の減少、雑草処理に関わる維持管理費のコストダウンが可能です。

■ 防草効果



使用例①（太陽光発電所ソーラーパネル下に使用）



使用例②（分離帯に使用）



使用例③（教習所分離帯部に使用）



使用例④（民家庭先に使用）



6 その他、自然砂の代替材として建設工事への利用

サンドウエーブG (SWG) の特色

- SWGの粒子に粘着力が無いため、施工性が良い。
- SWGは自然砂と比較して、含水比の影響を受けにくいいため、雨天時も作業可能である。また、湿潤状態でも締め固めが可能のため、乾燥を待たずに施工可能である。よって、作業期間の短縮、作業コストの縮減につながる。
- SWGは透水性（水はけ）が良いため、転圧不足となる狭い場所で水締めが可能である。
- SWGは含水比の影響を受にくい材料、透水性が良い材料であることから、地下水位の高い場所や湧水箇所への埋戻し材として利用が可能である。

■ 山砂との比較例

特 性	サンドウエーブG	山砂（茨城県麻生産）
粒 子 の 密 度 (g/cm ³)	2.501	2.679
含 水 比 (%)	1.9	14.7
粒 度 (2mm以下比率%)	65	98
最 大 乾 燥 密 度 ρ _{dmax} (g/cm ³)	1.711	1.739
最 適 含 水 比 (%)	4.9	16.8
透 水 係 数 (cm/s)	1.3×10 ⁻²	10 ⁻² ~10 ⁻³
吸 水 膨 張 比 (%)	0.0013	0.038
修 正 C B R (ρ _{dmax} ×0.95)	20.3	16.3

サンドドレーン工法・サンドコンパクション工法への利用

※サンドドレーン（SD）工法とは、地盤の中に透水性が高い砂杭を所定の間隔と深さで造成し、その上に敷砂をして粘性地盤の圧密沈下を促進させる工法。

※サンドコンパクションパイル（SCP）工法は、振動などにより砂を圧入し、締め固めた砂杭を造成する工法であり、SD工法に砂杭の支持力を付加したものの。



施工状況



サンドマット工法への利用

※軟弱地盤上に厚さ0.5~1.2m程度の透水性の高い砂層を施工し、軟弱地盤上の圧密沈下のための荷重、パーチカルドレーン工法の上部排水層や建設機械のトラフィカビリティ確保などのために利用される。



航空写真（国土交通省常総国道事務所 HP より）

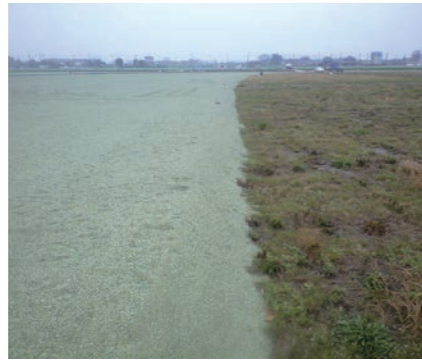
山砂とサンドウエーブGの比較

山 砂



雨により法面の崩壊が起こりやすい

サンドウエーブG



透水性が良いため、法面の崩壊がない



強風時、砂埃が立ちやすい



強風時でも砂埃が立ちにくい

グラウンド造成



施工状況



施工状況

造成工事暗渠排水



施工状況



施工状況

地下埋設物埋戻し材



地下タンク埋戻し材



ヒューム管埋戻し材

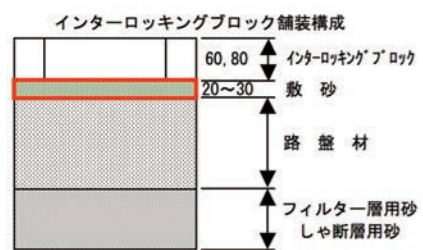


電線共同溝埋戻し材



擁壁裏込め材

インターロッキングブロック舗装 敷砂



施工状況

路床材・路床置換え材



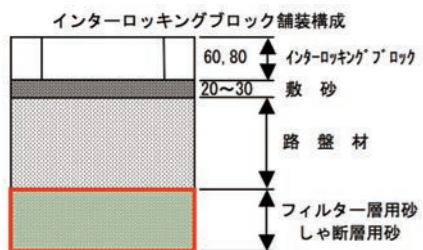
施工状況



施工状況

しゃ断層およびフィルター層用砂

※しゃ断層は、路床土が地下水と共に路盤に浸入して、路盤を軟弱化するのを防ぐため、路盤の下に置かれる砂層
 ※フィルター層は、雨水が路床へ浸透する際のフィルター機能と路床土が路盤に侵入するのを防止するために設ける層



施工状況

評価認定

■ 新材料としての登録

登録制度	登録番号	評価登録機関	申請者
新技術情報提供システム (NETIS)	KT-010157-V	国土交通省 関東地方整備局	ガラスリソーシング㈱
新技術・新工法	DO-06-009-B	横浜市道路局	ガラスリソーシング㈱
新材料・新工法データベース	22018	東京都港湾局	ガラスリソーシング㈱
新技術情報提供データベース (IT'S)	B-08041	茨城県土木部	ガラスリソーシング㈱
新技術・新工法情報データベース	1400	静岡県交通基盤部	トーエイ㈱

■ リサイクル製品としての認定

認定制度	認定番号	評価認定機関	申請者
エコマーク商品	08 131 011	JEA 日本環境協会	ガラスリソーシング㈱
	06 131 016		トーエイ㈱
	08 131 018		マテリアルリソーシング東北㈱
山口県リサイクル製品	第 156 号	山口県	(有)ヤマウチ
秋田県リサイクル製品	201004	秋田県	マテリアルリソーシング東北㈱
茨城県リサイクル建設資材	20-H21-1	茨城県	ガラスリソーシング㈱
愛知県リサイクル資材(あいくる材)	19)-6	愛知県	トーエイ㈱

■ カーボン・オフセット制度

認証制度	認証番号	認証機関	申請者
カーボンオフセット認証	CO2-0046	一般社団法人日本能率協会 地球温暖化対策センター	トーエイ㈱