

Hrソイル® 工法

「環境と景観に配慮した土系吹付工」

NETIS:CG-180002-A



Hrソイル工法研究会

NETIS:CG-180002-A

しまね・ハツ・建設ブランドA2101

Hzソイル[®] 工法 とは

①何について何をする技術なのか？

- ・自然土及び木質繊維質材と酸化マグネシウムを主成分とする固化材を混合して法面に吹付け、雑草抑制や浸食防止を図る、環境に配慮した土系吹付の技術

②公共工事のどこに適用できるのか？

- ・法面に防草対策としてモルタル吹付工やコンクリート張工を行う工事・景観を重視する公園等における防草対策工や緩勾配法面保護工

用 途 ①景観保全や環境に配慮した法面保護

②法面の雑草抑制

③法面の浸食防止対策

④史跡整備事業



開発の経緯

【道路維持管理の問題点】

道路除草に係る経費の増大

作業員の高齢化・労働力不足



除草をしなくてよい方法はないか？

【環境・景観への配慮】

コンクリートやシートなどの構造物は修繕と改修を繰り返しながら、最後に取り壊すまでのライフサイクルを通じて、多くの資源とエネルギーを消費する。その結果、CO2や産業廃棄物などの環境負荷を拡散する。また、人工的で景観と調和しない。



防草コンクリート



防草シート



環境や景観に負荷がかからない材料はないか？

方針：環境と景観に配慮した草の生えない構造物をつくる



版築工法：土壁(土・にがり・藁) 三和土：土間(土・にがり) 万里の長城(石・土・にがり・石灰)

材料の選定（土・砂利・にがり・石灰などと繊維を配合）

- ① 「土」といっても何でもよいわけではなく 砂・粘土のバランスが良いこと。
粘土分が多すぎると乾燥によってひび割れが生じやすい。
- ② 「にがり（マグネシウム）や石灰・繊維」を用いて固化体を形成させる。
- ③ 土を握って形が残るくらいの水分で施工され、体積が半分くらいになるまで突き固める方法



現代の技術で再現可能か？

自然由来の材料を選定



吹付工法による施工

加圧空気輸送で遮根層を形成



土砂に酸化マグネシウム系固化材を攪拌混合すると、土壌間隙に徐々に融解し、その進行に伴い、土砂中に水酸化マグネシウムが生成され固結する。その過程で木質繊維質材により土砂を緊縛して強度と耐久性を高めている。

吹付用土砂の選定(篩真砂又は現地発生土)

| 試料番号 (標 記) | | 防草土吹付土砂 |
|-----------------------|-------------------------------------|---------------|
| 一 般 | 湿潤密度 ρ_w g/cm ³ | |
| | 乾燥密度 ρ_d g/cm ³ | |
| | 土粒子の密度 ρ_s g/cm ³ | 2.661 |
| | 自然含水比 w_n % | 8.1 |
| | 間隙比 e | |
| | 飽和度 S_r % | |
| 粒 度 | 石分 (75mm以上) % | |
| | 礫分 ^① (2~75mm) % | 31.9 |
| | 砂分 ^② (0.075~2mm) % | 57.2 |
| | シルト分 ^③ (0.075~0.075mm) % | 10.9 |
| | 粘土分 ^④ (0.075mm以下) % | |
| | 最大粒径 mm | 37.5 |
| | 均等係数 C_u | * |
| 50%粒径 D_{50} mm | 0.971 | |
| シ ム ト 分 率 | 液性限界 w_L % | |
| | 塑性限界 w_p % | |
| | 塑性指数 I_p | |
| 分 類 | 地盤材料の 分類名 | 細粒分まじり 礫質砂 |
| | 分類記号 | (SG-F) |

→ 密度・含水比：吹付配合計画

→ 粒度試験・分類：使用の可否判定
(砂質系の土砂)

自然由来の材料を選定

①固化剤：酸化マグネシウム系固化剤 (海水マグネシア)

| 製品名称 | | Hrバインダー |
|-------------------------|--------------------------------|---------|
| 化学組成 (%) | MgO | 80.0 以上 |
| | CaO | 5.0 以下 |
| | SiO ₂ | 0.2 以下 |
| | Fe ₂ O ₃ | 0.1 以下 |
| | Al ₂ O ₃ | 0.1 以下 |
| | SO ₄ | 5.0 以下 |
| | Ig.Loss | 15.0 以下 |
| | 付着水分 | 3.0 以下 |
| 嵩密度(g/cm ³) | | 1.0 以下 |

NETIS:CG-180002-A

Hrソイル[®]工法 専用資材

環境にやさしい固化剤 Hrバインダー



酸化マグネシウムを主成分とした環境にやさしい固化剤です。

※酸化マグネシウムは、肥料・医薬品・食品添加物など様々な用途に使用されている安全な材料です。

| Hrソイル工法(本設タイプ) 標準配合 | | 1m ² あたり | | | | | |
|---------------------|-------------------|---------------------|----------|-------|------|----------|-------|
| 土 | ※ 土質(砂質土)の割合(土質別) | 1.2m ³ | | | | | |
| ■ 水 | ■ 砂 | ■ リンデ | ■ マルブ | ■ コーン | ■ ケイ | ■ 20kg/袋 | 900kg |
| ■ 酸化マグネシウム系 | ■ 固化剤 | ■ Hrバインダー | ■ 20kg/袋 | 160kg | | | |

| Hrソイル工法(仮設タイプ) 標準配合 | | 1m ² あたり | | |
|---------------------|-------------------|---------------------|----------|-------|
| 土 | ※ 土質(砂質土)の割合(土質別) | 1.4m ³ | | |
| ■ 酸化マグネシウム系 | ■ 固化剤 | ■ Hrバインダー | ■ 20kg/袋 | 280kg |

NET

- 20kg/袋(標準設備用)
- 10kg/袋(小型設備用)

〒807-0111
福岡県遠賀郡芦屋町白浜 7番 6号

販売元 **株式会社グリーン有機資材**
TEL 093-223-0047 FAX 093-223-3646
e-mail: green181@proof.ocn.ne.jp

販売店

②短繊維：木質繊維質材

森林発生材

リサイクルチップ材 100%

撥水防止・吸水促進剤 22.5g/50%

サンデーマルチ

(チップタイプ)

サンデーマルチ (チップタイプ) は森林発生材 (伐採木など) を破砕し吸水促進加工した木質短繊維です。

サンデーマルチ (チップタイプ) の特徴

①雑草の抑制

土と木質繊維により遮根層を形成し、長期にわたり雑草を抑制します。

②土壌をしっかり確保

土と木質繊維質が互いに絡み合い、流亡に強い被覆層を形成します。

③すぐれた保温効果

木質短繊維であるため保温効果があり地表温度の変化を軽減します。



正味50ℓ

| Hrソイル工法 標準配合 | | 1m3量り |
|--------------|--------------------------|-------------------|
| 土 | 砂 購入土(腐真砂等)又は現地発生土(粘土処理) | 1.2m ³ |
| 木質繊維質材 | サンデーマルチチップタイプ 50ℓ/袋 | 400ℓ |
| 難化マグネシウム系固 | Hrバインダー 20kg/袋 | 160kg |

販売店

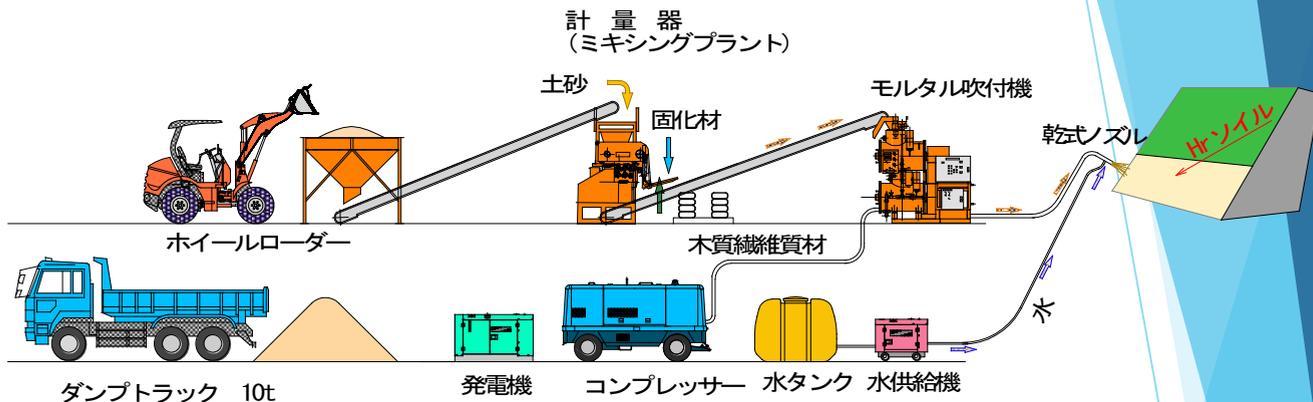
【製造元】

株式会社 **FOREX** トーリン

〒728-0027 広島県三次市三原町16-1
TEL.0824-63-1819 FAX.0824-63-2751
E-mail.torin@forex-mori.com

吹付工法による施工

乾式吹付



| 機 械 名 | 規 格 | 台数 | 適 用 |
|-------------|---|----|--------|
| 吹 付 機 | 0.8~1.2m ³ /h モーター式15kW | 1 | 吹付工 |
| 空 気 圧 縮 機 | 可搬式 排出ガス対策型 (第2次基準値) 18~19m ³ /min 140 kW | 1 | 吹付工 |
| 発 動 発 電 機 | 排出ガス対策型 (第2次基準値) 45 KVA | 1 | 吹付工 |
| ベルトコンベア | 全長 7.0m 幅 350mm | 2 | 吹付工 |
| 計 量 器 | 二桿式 300+300=600kg (推奨 ミキシク [®] ホッパ [®] -付) | 1 | 攪拌・計量 |
| 高 圧 水 供 給 機 | 30ℓ/min | 1 | 水供給設備 |
| 土 砂 ホ ッ パ ー | | 1 | 土砂供給設備 |
| ホイールローダー | 排出ガス対策型 (第2次基準値) 0.3m ³ | 1 | 土砂供給設備 |



乾式ノズル

標準断面図

Hrソイル吹付

($t = 3 \sim 10\text{cm}$)

菱形金網#14 $\phi 20-50 \times 50\text{mm}$

アンカーピン $\phi 16 \times 400\text{mm}$
(3本/ 10m^2)

補助アンカーピン $\phi 9 \times 200\text{mm}$
(15本/ 10m^2)

主な登録

国土交通省:NETIS登録

平成30年5月

CG-180002-A

島根県:しまね・ハツ・建設ブランド

令和 4年2月

【工法】A2101

特許庁:商標登録 3件

1)本設タイプ

用途:道路や公園の防草工・緩勾配法面保護工・園路広場整備工 等

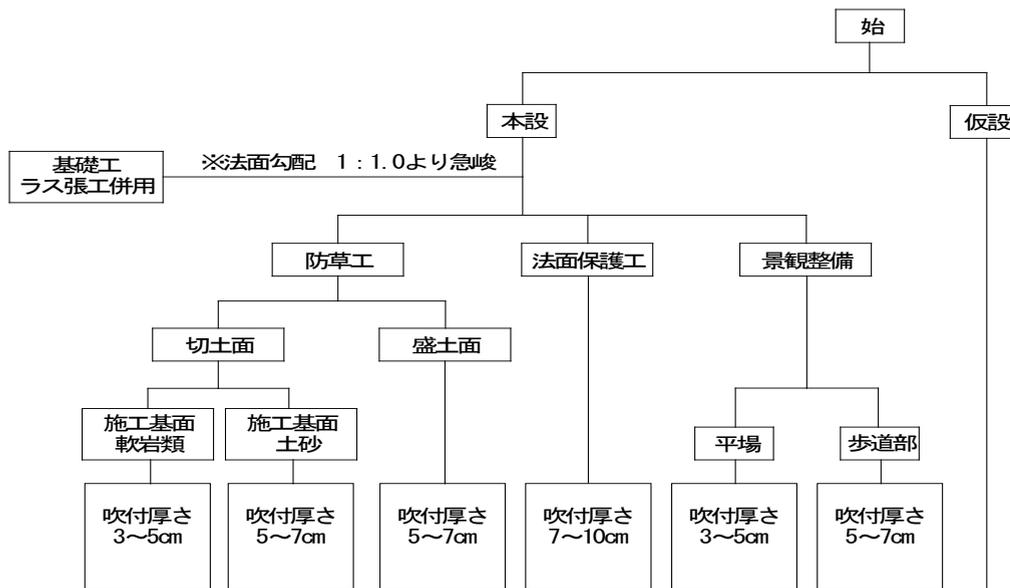
材料:自然土、木質繊維質材、酸化マグネシウム系固化材

2)仮設タイプ

用途:仮設道路の切土面・盛土面、構造物の床掘面など、仮設法面の浸食防止対策

材料:自然土、酸化マグネシウム系固化材

吹付厚さ 選定フロー(案)



侵食予防工



標準配合

Hrソイル工法(本設タイプ) 標準配合

1m³当り

| | | | |
|------------------|---|-----------------------------|-------------------|
| 土 | 砂 | 購入土(篩真砂等)又は現地発生土(粒径処理) | 1.2m ³ |
| 木質繊維質材 | | サンデーマルチ チップタイプ 50 μ l/袋 | 400 μ l |
| 酸化マグネシウム系 固化剤 | | H r バインダー 20kg/袋 | 160 kg |

Hrソイル工法(仮設タイプ) 標準配合

1m³当り

| | | | |
|------------------|---|------------------------|--------------------|
| 土 | 砂 | 購入土(篩真砂等)又は現地発生土(粒径処理) | 1.44m ³ |
| 酸化マグネシウム系 固化剤 | | H r バインダー 20kg/袋 | 180 kg |

①適用可能な範囲

法勾配 1:0.5より緩勾配の切土面及び盛土面又は自然斜面 (草木がある場合は事前に除去)

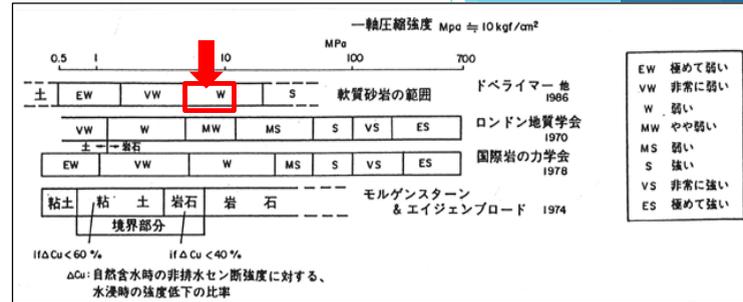
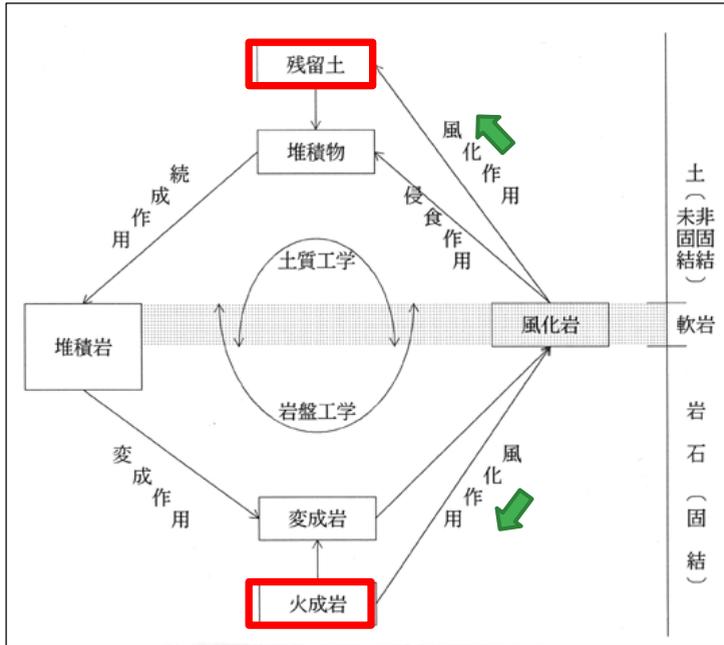
②特に効果の高い適用範囲

道路の切土部法尻及び盛土部法肩に防草工として施工する場合

③適用できない範囲

法面が安定しない場合(落石の発生や表層の部分的な滑落の恐れがある場合)

Hrソイル[®] 基準強度の決定 (必要となる強度)



諸機関において、一軸圧縮強度**10MPa** (100kgf/cm²) をもって、土と岩石の境界とし、10MPa付近に土から軟岩の境界が漠然と示されている。

よって、Hrソイルにより防草を行うために、基準強度を植物根の伸長に障害となる軟岩以上とする。

1000kN/m²($\approx 100\text{kgf/cm}^2$)以上
(1kN/m² $\approx 0.0102\text{kgf/cm}^2$)

山中式土壤硬度計 指数 **33mm**(100kgf/cm²)



30mm以上で根の伸長は不可能

【未固結・固結のサイクルを示す概念図】

堆積物が固結したり、また逆に固結している岩石が風化等の影響で固結度を失い、粘土や砂に移り変わって行く状況を模式的に表示

期待する効果

- ▶ (新技術活用のメリット)
- ▶ 本技術による吹付は、モルタル吹付や
- ▶ コンクリート張よりも施工目地や側溝
- ▶ 等に隙間が生じにくいいため、従来技術
- ▶ に比べて長期間、草木の侵入を防ぐ事が
- ▶ ができる。
- ▶ 真砂土や砂などの自然土を使用するた
- ▶ め自然な仕上がりになり周辺環境と調
- ▶ 和し景観性に優れている。
- ▶ 自然環境に対して無害な材料を使用する
- ▶ ため撤去の必要が生じた場合でも、金網
- ▶ を取り除き細かく潰せば、植栽土や盛土
- ▶ 材として再利用が可能で産業廃棄物にな
- ▶ らない。

コンクリートによる防草工 (2年後)



水路との境界に雑草侵入



伸縮目地に雑草侵入

Hrソイルによる防草工 (2年後)



水路との境界に変化無し



伸縮目地に変化無し



施工手順 (長崎県平戸市)



全 景 : 景観と環境に配慮した城址公園整備工事



施工管理方法

土系吹付の施工管理について、「Hrソイル工法施工要領書」に基づき監督職員と事前に協議を行う。

a) 品質管理

| 試験項目 | 試験方法 | 規格値 | 試験基準 | 摘要 |
|----------|---------------|---------|--|-------------------------------------|
| 一軸圧縮強度試験 | JIS A 1108に準拠 | 設計図書による | 1回6本 吹付初日に1回行ない、 σ_7 及び σ_{28} をそれぞれ3本行う。それ以降は、1日1回3本採取し、 σ_{28} 強度を測定する。 現地発生土を使用する場合、標準配合で供試体を6本作成し σ_7 及び σ_{28} をそれぞれ3本行い σ_{28} で1000kN/m ² 以上を確認する | 1000kN/m ² 以上 (材齢28日) |



Φ100×200 ネットモールド使用
(テープにより識別管理)



供試体作成



一軸圧縮強度試験

一軸圧縮強度試験実績例

| 測点 | | | | | | | |
|--------|-----------|-----------|---------|--------|-----------|--------|--------|
| 測定項目 | 圧縮強度 標準4週 | | | 測定項目 | 圧縮強度 標準4週 | | |
| 規格値 | 1000.0～ | | | 規格値 | 1000.0～ | | |
| 社内規格値 | 1500.0～ | | | 社内規格値 | 1500.0～ | | |
| 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 | 測点又は区別 | 設計値 | 実測値 | 差 |
| | | | | 5/9 | 1000.0 | 2610.0 | +1610. |
| 平均値 | 1000.0 | 2787.1 | +1787.1 | 5/10 | 1000.0 | 2790.0 | +1790. |
| 最大値 | 1000.0 | 3050.0 | +2050.0 | 5/11 | 1000.0 | 2730.0 | +1730. |
| 最小値 | 1000.0 | 2400.0 | +1400.0 | 5/12 | 1000.0 | 2900.0 | +1900. |
| 最多値 | | | | 5/14 | 1000.0 | 3030.0 | +2030. |
| データ数 | | | n=7 | 5/15 | 1000.0 | 2400.0 | +1400. |
| 標準偏差 | | m=±232.86 | | 5/16 | 1000.0 | 3050.0 | +2050. |

b) 出来形管理

● : 出来形図表を作成する。

△ : 設計図等を使用し設計寸法と比較対象出来るように整理

単位mm

| 工種 | 測定項目 | | 規格値 | 測定基準 | 測定箇所 | 摘要 | | |
|------|-----------|----------------------|---|---|------|----|--------|--|
| 土系吹付 | 法長 l | $l < 3\text{m}$ | △-50 | 施工延長40mにつき1箇所、延長40m以下のものは1施工箇所につき2箇所 測定断面に凹凸があり、曲線法長の測定が困難な場合は直線法長とする。 | | | | |
| | | $l \geq 3\text{m}$ | △-100 | | | | | |
| | 厚さ t | $t < 5\text{ cm}$ | ●-10 | 200㎡につき1箇所以上、200㎡以下は2箇所をせん孔により測定 | | | | |
| | | $t \geq 5\text{ cm}$ | ●-20 | | | | | |
| | | | 但し、吹付面に凹凸がある場合の最小吹付厚は、設計厚の50%とし、平均厚は設計厚以上 | | | | | |
| | 延長 L | | | △-200 | | | 1施工箇所毎 | |
| | | | | | | | | |

【公共施設 防草工】

施工実績

本設タイプ

| | |
|------|-----------------|
| 工事名 | 消防本部北側法面改修工事 |
| 発注者 | 光地区消防組合 |
| 工事場所 | 山口県光市 |
| 数量 | t=7cm 511㎡ |
| 工事年月 | 令和5年11月～令和6年 2月 |



【維持修繕 法面保護】

本設タイプ

| | |
|-----------|---------------------|
| 工事名 | 高校下地区砂防メンテナンス工事(補正) |
| 発注者 | 島根県県央県土整備事務所 |
| 工事場所 | 島根県川本町 |
| 数量 | t=7cm 540㎡ |
| 1 工事年月 | 令和5年7月～令和5年12月 |



施工実績

【城址公園 防草工】

本設タイプ

| | |
|------|----------------------------------|
| 工事名 | 平戸城外構防草対策工事 他2工事 |
| 発注者 | 長崎県平戸市役所 |
| 工事場所 | 長崎県平戸市(平戸城) |
| 数量 | t=7cm R4 265㎡ R5 695㎡ R5 240㎡ |
| 工事年月 | 令和4年度 令和5年度 令和6年度 |



【既設法面 防草工】

本設タイプ

| | |
|------|-------------------|
| 工事名 | 市道駅前団地3号線法面崩壊対策工事 |
| 発注者 | 岡山県浅口市役所 |
| 工事場所 | 岡山県浅口市 |
| 数量 | t=7cm 577㎡ |
| 工事年月 | 令和6年9月 |

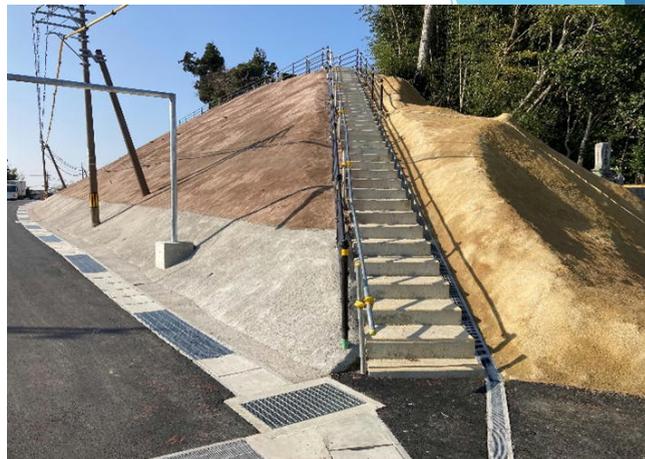


施工実績

【切土法面保護工】

本設タイプ

| | |
|------|-------------------------------------|
| 工事名 | 国道431号園工区防災安全交付金 (災害防除)工事(第3期) |
| 発注者 | 島根県出雲県土整備事務所 |
| 工事場所 | 島根県出雲市園町 |
| 数量 | t=7cm 1,940m ² (着色吹付) |
| 工事年月 | 令和3年4月～令和4年3月 |



【公共施設 防草工】

本設タイプ

| | |
|------|------------------------------|
| 工事名 | 宮若さくらこども園法面補修工事 |
| 発注者 | 福岡県 宮若役所 |
| 工事場所 | 福岡県宮若市 |
| 数量 | t=4cm 1,124m ² |
| 工事年月 | 令和6年11月 |

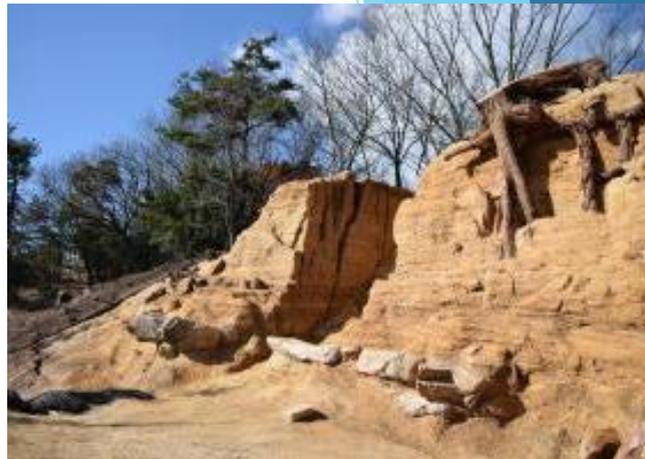


施工実績【史跡保存整備】

本設タイプ

| | |
|-------|-----------------------|
| 工 事 名 | 史跡永納山城跡保存整備工事 |
| 発 注 者 | 愛媛県西条市役所 |
| 工事場所 | 愛媛県西条市 |
| 数 量 | t=10~20cm 220㎡ (着色吹付) |
| 工事年月 | 令和2年7月~11月 |

国指定史跡 永納山城(奈良時代の朝鮮式山城)



発掘調査時 土塁



ジオセルによる史跡保護及び復元成型



Hrソイルによる復元吹付

施工実績

【発生土利用】

国土交通省 福岡県朝倉市

【災害発生土を9.5mm以下に粒径処理】

本設タイプ

| | |
|-------|--|
| 工 事 名 | 赤谷川流域災害改良復旧(26号)工事 |
| 発 注 者 | 九州地方整備局筑後川河川事務所 |
| 工事場所 | 福岡県朝倉市杷木松末 |
| 数 量 | t=5cm 3,290m ² 災害発生土利用 |
| 工事年月 | 令和3年12月～令和4年9月 |



除礫バケットによる1次篩



平成29年 九州北部豪雨により被災



振動篩付き土砂ホッパーによる2次篩



ラス張工



乾式吹付プラント



乾式吹付作業



盛土法面吹付完了

施工実績【長距離圧送】

本設タイプ

| | |
|------|--|
| 工事名 | 富士川身延線身延山 I C 和田34工区法面工事 和田37工区法面工事 (中部横断自動車道身延山IC) |
| 発注者 | 山梨県 |
| 工事場所 | 山梨県南巨摩郡身延町 |
| 数量 | t=5cm 5,190m ² 、730m ² |
| 工事年月 | 令和2年3月～11月 |

吹付作業 **圧送距離 L=300m**
施工能力 5190m²/27日(吹付)=192≒180m²/日



中部横断自動車道 身延山 I C
令和3年8月29日開通 施工後1年2ヵ月



今後の取り組み

土系吹付工法の普及促進

【実績】 施工件数 国土交通省(2) 島根県(12)・山梨県(2)・愛媛県(1)・長崎県(3)
岡山県(3) 山口県(1)・福岡県(2) **R7.3月現在**
施工面積計 **16,300**m²

【取り組み】 **維持管理費抑制や景観保全、環境対策などへの提案**
高速道路をはじめとする道路除草作業の更なる削減への提案など



・セイタカアワダチソウ・ススキ・葛(カズラ)の繁茂防止





【事務局】

島根県出雲市塩冶神前2-8-16

 **今岡工業株式会社** 内

TEL0853-23-7778

E-mail Hr_soil_01@imaokakogyo.co.jp

広報HP

<http://www.gor-method.jp>