

NETIS:CG-180002-A

環境と景観に配慮した土系吹付

Hrソイル[®] 工法



自然環境との調和を基本に

施 工 要 領 書

Ver.3.0



Hrソイル工法研究会



Imaoka

今岡工業株式会社

目 次

1.	工 法 概 要	-----	1
2.	工 法 適 用 基 準	-----	2
3.	吹 付 厚 の 決 定 基 準	-----	3
4.	施 工 方 法	-----	4~12
5.	使 用 材 料 、 配 合	-----	13~14
6.	機 械 設 備	-----	15~17
7.	Hrソイル吹付配合計算書(例)	-----	18~20

1.【工法概要】

Hrソイル工法は、自然斜面や切土法面、盛土法面の雑草抑制と降雨等による侵食防止を図るために、骨材として篩真砂土や砂などの自然土の骨材を使用し、木材チップ及び樹皮粉碎品を加工した木材繊維質材と海水中のにがり成分から抽出された低アルカリ性の海水マグネシアを主原料とした固化材に水を吹付ノズル手元で混合(乾式工法)して、モルタル吹付機で施工面に圧縮空気により圧密吹付けし固化させることにより、草木類の根茎の通過を遮断する遮断層を形成させる地面被覆工法である。本材料は、土砂類と天然素材及びリサイクル資材(木材チップ)を用いているので使用後に撤去となった場合には、産業廃棄物とならず埋戻材や植生用土としても再利用ができるものを用いている。

酸化マグネシウムは、肥料や医薬品及び食品添加物としても広く利用されている材料であり、植物を含む全ての自然環境に無害である。

また、仕上がり面が自然な土砂色であり、被覆面全体が自然景観に馴染みやすい特徴がある。固化材としてセメントを使用した場合に比べ硬化体は乾燥収縮が起こりにくく、結束材として混入する木質繊維質資材により硬化体のひび割れ抑制と靱性向上効果がある。



道路工事
切土法面の防草工【本設タイプ】



公園工事
自然斜面の防草工【本設タイプ】



道路工事
盛土法面の防草工【本設タイプ】



史跡整備工事
土系吹付による成形仕上【本設タイプ】

2.【工法適用範囲】

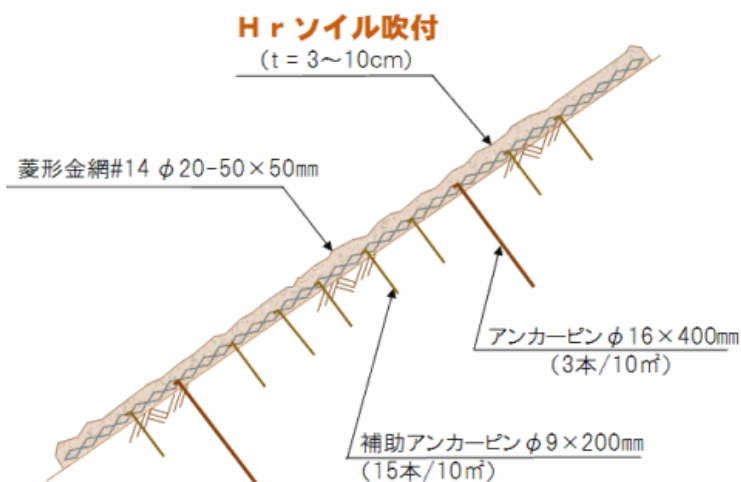
2-1 適用例

雑草抑制工

切土法面、盛土法面の防草
公園、広場、園路の整備、景観保全
防草コンクリートの代替

浸食防止工

切土法面、盛土法面の浸食防止
仮設法面の浸食防止
床堀面の浸食防止
降雨洗掘抑制



2-2 適用基準 <<

現場条件 >>

- 法面勾配 → 1:0.5より緩勾配の切土面や盛土面及び自然斜面
本 1:0.5 (約60°) より緩勾配1:0.5
設 (約60°) より緩勾配
- 施工地状態 → 仮設
法面又は斜面は安定であること
- 基礎工の適用 → 法面勾配 1:1.0より緩勾配ではラス張の省略も可

勾配と基礎工(ラス張工)の併用基準 本設

勾 配	基礎工	
	有り	無し
1:1.2以上	○	○
1:1.1~1:1.2	○	○
1:0.8~1:1.0	○	
1:0.5~1:0.8	○	

仮設については、上記の基準は除外

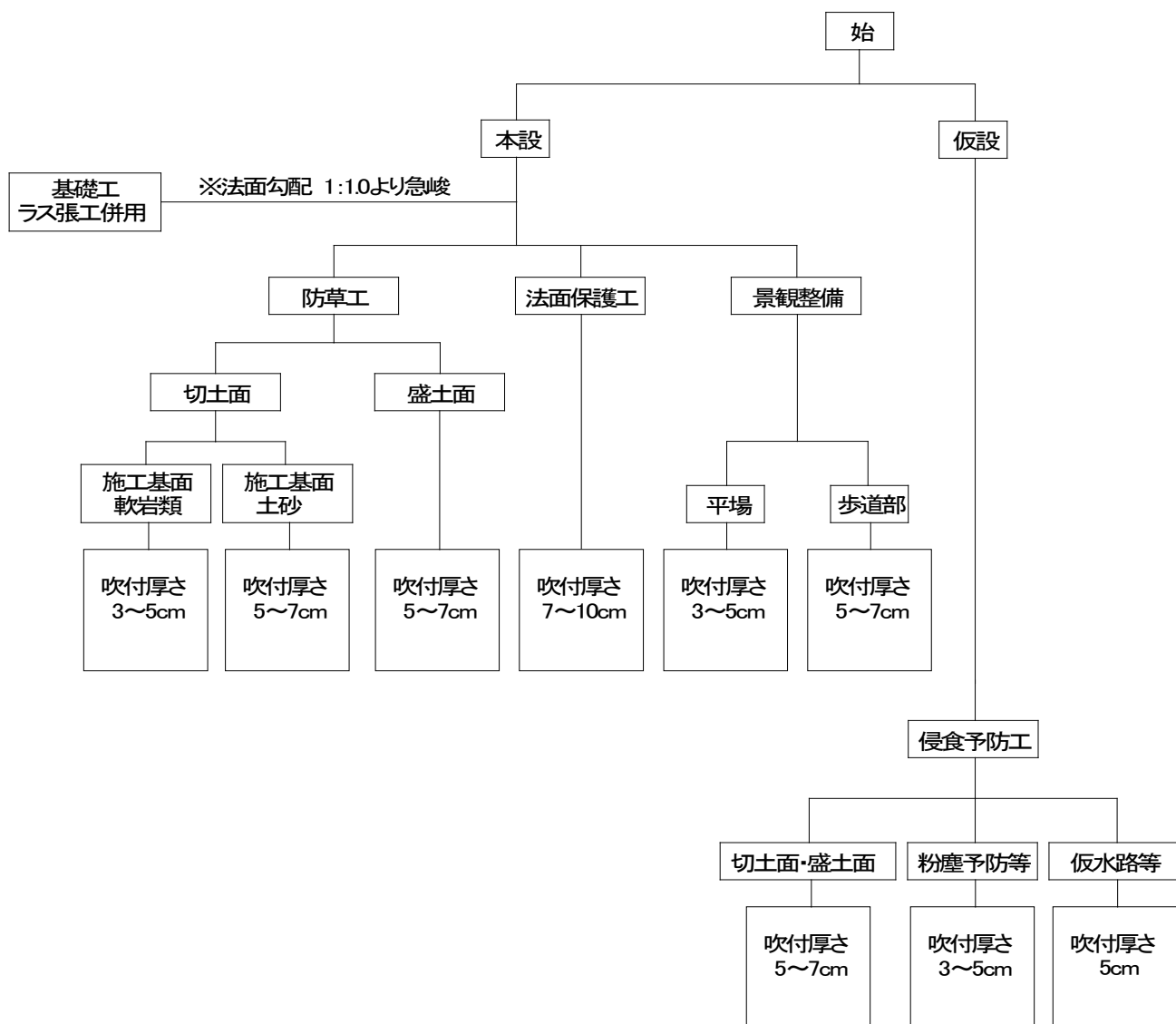
- 法面清掃 → 浮石、浮土、草木根の除去、伐採等

3.【吹付厚の決定基準】

本設 :吹付厚さ 5cm ~ 7cm・10cm

仮設 吹付厚さ 3cm ~ 5cm

吹付厚さ 選定フロー(案)



4.【施工方法】

1)仮設備

施工箇所が高所のり面ロープ作業の対象となる場合は、2重の転落・墜落の防止措置を講ずる。(命綱に加え、ライフラインの設置、フルハーネス型墜落制止具の義務付け)



転落防止用保護具

2)法面清掃

施工基面の浮石や浮土又は根茎は除去し、できる限り平坦になるよう清掃並びに整形を行う。また、雑草等が繁茂している場合は、事前に除草を行う。必要に応じて表面剥ぎ取りなどの法面整形を実施する。



法面清掃完了

3)基礎工(ラス張工)

施工箇所に基礎工(ラス張工)が必要な場合は、ラス張工の施工基準に準拠する。

ラス張工 施工管理基準

100 m²当り

品名	規格・寸法	単位	数量	摘要
ラス金網	φ2 50×50	m ²	100	JISG 3552
主アンカー	φ16 L=400	本	30	JISG 3101
補助アンカー	φ9 L=200	本	150	JISG 3112
ラス網重ね幅		cm	10	



ラス張作業



ラス張完了

4)養生

施工箇所の周囲に吹付時の飛散材料の付着防止のための養生を適宜行う。



上部シート張り

5)吹付

5)-1吹付プラント

Hrソイル吹付工は、土砂類・木質繊維質材・固化材を所定の配合量を、土砂計量機械に投入し混合攪拌を行う。混合攪拌後、ベルトコンベアーにて吹付機械に投入し更に混合攪拌を繰り返す。



吹付プラント全景

5)-2 吹付工

材料攪拌後、圧縮空気にて材料を吹付ホースで圧送し吹付けを行う。

圧送された材料に乾式ノズルで別系統で送られた水を加え、ノズル内で吹付材料と水を混合し、施工面に吹付ける。

ノズルの角度は吹付面に対して概ね直角を保持し、上部から下部へ均一に吹付ける。

吹付け時に発生するリバウンドは、エア一等でその都度十分に排除し、リバウンドの巻き込みが無いように注意深く施工する。

打継ぎは、施工目地箇所で行うことを原則とする。

打継ぎを吹付の端部で行う場合は、次第に薄くなる様に吹付しこれに打継ぐ接続面は、ゴミ等の吹付材料の付着を阻害するものは除去・清掃し、湿らせてから吹付けを行う。

法肩の吹付けに当たっては、雨水等が浸透しないように地山に沿って巻き込んで施工する。湧水処理が必要な場合は、その湧水量により適切に処理を行った後に吹付けを行う。

吹付け時に発生する、リバウンドは廃棄物ではないが、適宜、適正に処理する。

留意事項

Hrソイル工法の吹付けは、乾式工法で行うため、ノズル部で材料に加水を行うことから水量管理はノズルマンの技量により良否が左右される。
ここで、この加水量の目安を以下に列記する。

加水量（少）

- 吹付け時のリバウンド量が多い 粉塵が著しく多い
- 吹付け材の付着量が少ない
- 吹付け中に吹付け材が剥離する
- 吹付け面がバサついている

加水量（多）

- 吹付け材が垂れる。ダレクラックが発生する
- 吹付け直後の表面が異常に軟らかい
- 吹付け材端部より、水がにじみ出す



切土法面吹付



盛土法面吹付

加水する最適含水量は、吹付け材のダレが発生しない最少量を原則とする。

（酸化マグネシウム系固化材による吹付け材料の硬化は、降雨などにより徐々に促進されるため）

降雨、降雪、高温、低温時期に於ける施工

降雨や降雪時は固化材の品質低下や土砂の含水量が増大するので施工は避ける。

暑中における施工(日平均気温が25℃以上)は、日射の強い時期の施工は避け、施工後は散水養生により乾燥を防止する。

寒中における施工(日平均気温が4℃以下)は、氷点下になる時期の施工は避け、施工後はシート養生により凍結を防止する。

暑中及び寒中以外の施工は、基本的に特別な養生を必要としないよう適切な時期を選定する。

5) - 3

吹付用土砂の発生土利用

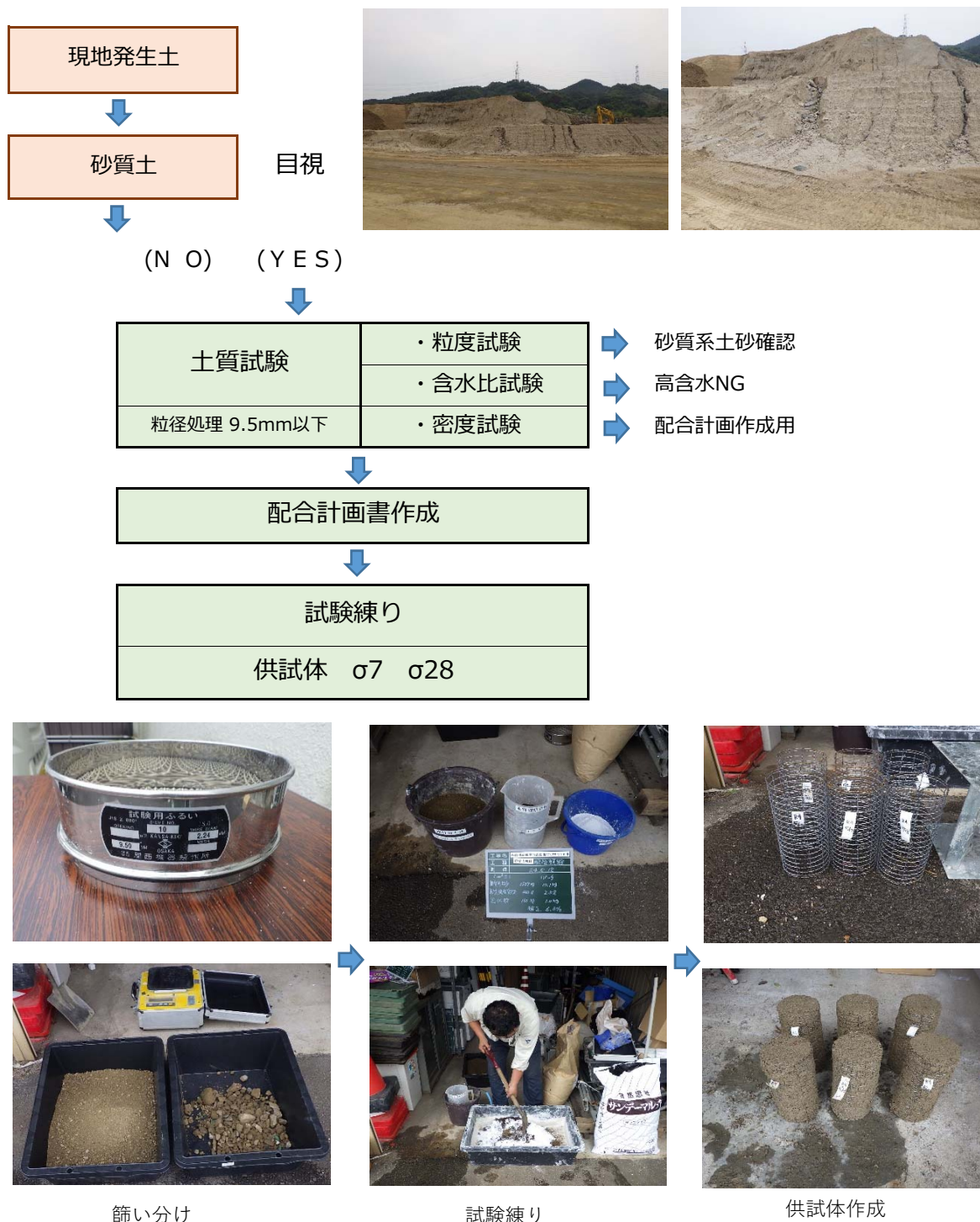
発生土を利用したHrソイル吹付の土砂製造方法についての手順を示す。

※利用できる土砂の選定

発生土を利用したHrソイル工法に用いる土砂は砂質土とする。

また、吹付可能な9.5mm以下(圧送ホース径により)に粒径調整を行う。

吹付用土砂は極力乾燥した材料を使用する乾式吹付であることから、含水比は10%未満とする。



一軸圧縮強度試験 材齢 7日
一軸圧縮強度試験 材齢28日

参考値：基準強度の70%以上(700kN/m²)
規格値：1000kN/m²



吹付用土砂としての利用決定



吹付用土砂製造



Hrソイル吹付



粒径処理工(吹付用土砂製造)

発生土を吹付可能な9.5mm以下に調整するため、篩い分けによる粒径処理工を行う。

一次篩分け

現地の土砂を除礫バケットまたはスケルトンバケットにより35mm以下程度に篩い分け、礫分を取り除く。



専用除礫バケットによる篩い分け



1次篩い分けによる除礫

二次篩分け

一次篩い分けにより礫分を取り除いた土砂を、振動篩付き土砂ホッパーにより吹付可能な粒径に仕上げる。



振動篩付土砂ホッパー



吹付用土砂 粒径処理完了

注意点

- ・ 製造した土砂は降雨等により含水比が上昇しないようにシート等で養生を行う。
- ・ やむを得ず高含水となった場合は、天日乾燥により含水比を下げた後使用する。

4-6) 施工管理
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。	参考値: 1N/mm ² 以上(材齢28日)
			現地発生土を使用する場合は、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1N/mm ² 以上を確認する	



供試体作成



ネットモールド使用



供試体



一軸圧縮強度試験

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	
Hrソイル吹付工	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	200m ² につき1箇所以 上、200m ² 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		

品質管理写真撮影箇所一覧表

工種	写真管理項目			摘要
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	
HPノール吹付工	一軸圧縮強度試験	配合毎に1回[試験実施中]	不要	

出来形管理写真撮影箇所一覧表

工種	写真管理項目			摘要
	撮影項目	撮影頻度[時期]	提出頻度	
HPノール吹付工	法面清掃	200m又は1施工箇所1回 [清掃後]	代表箇所 各1枚	
	ラス鉄網の重ね 合せ寸法	200m又は1施工箇所1回 [吹付前]		
	法長	200m又は1施工箇所1回 [施工後]		
	厚さ(検測孔)	200m ² 又は1施工箇所1回 [吹付後]		

5.【使用材料、配合】

本設タイプ吹付配合

1m³当り

品名	規格・形状	単位	数量
土砂	(篩真砂等)	m ³	1.2
木質繊維質材	サンデーマルチ(チップタイプ 50 $\frac{kg}{袋}$)	$\frac{kg}{袋}$	400
固化材	Hrバインダー(酸化マグネシウム系)	kg	160

仮設タイプ吹付配合

1m³当り

品名	規格・形状	単位	数量
土砂	(篩真砂等)	m ³	1.44
固化材	Hrバインダー [®] (酸化マグネシウム系)	kg	180

本設タイプ

I型(ラス張有り) II
型(ラス張無し)

1m³ 当り

名称	規格・形状・寸法	単位	数量	摘要
ラス張工		式	1.0	
土砂	篩真砂	m ³	1.2	
木質繊維質材	サンデーマルチ(チップタイプ)	$\frac{kg}{袋}$	400	
固化材	Hrバインダー [®]	kg	160	

仮設タイプ

I型(ラス張有り) II
型(ラス張無し)

1m³ 当り

名称	規格・形状・寸法	単位	数量	摘要
ラス張工		式	1.0	
土砂	篩真砂	m ³	1.44	
固化材	Hrバインダー [®]	kg	180	

吹付面は自然色(土色)が標準であるが、別途着色による施工も対応可能である。

現地発生土を利用する場合は、標準配合で供試体を作成し一軸圧縮強度試験により材

齢 σ 28で 1N/mm²以上を確認する。

着色剤使用例



無機顔料 バイフェロックス



添加量 固化材量の5.0%
500g/1バッチ(Mg=10kg)



着色吹付状況(バイフェロックス4920)



着色吹付完了(バイフェロックス4960)

留意事項

材料の保管

工事に使用する固化材の保管は、直接風雨に当たらないような、保管庫に貯蔵する。

作業中においては、その日の使用量を見極め地上に直接置かず、嵩上げて使用する。

木質繊維質材、土砂類は、シートで直接覆う等の養生を行い、降雨による含水量増加を防ぐ。

使用する土砂は、当日搬入した含水比の低い材料を使用することを原則とする。



木質繊維質材
サンデーマルチ チップタイプ



酸化マグネシウム系固化材
Hrバインダー®

6.【機械 設備】

6-1 当工種のフローシートは、図6.1のとおりである。

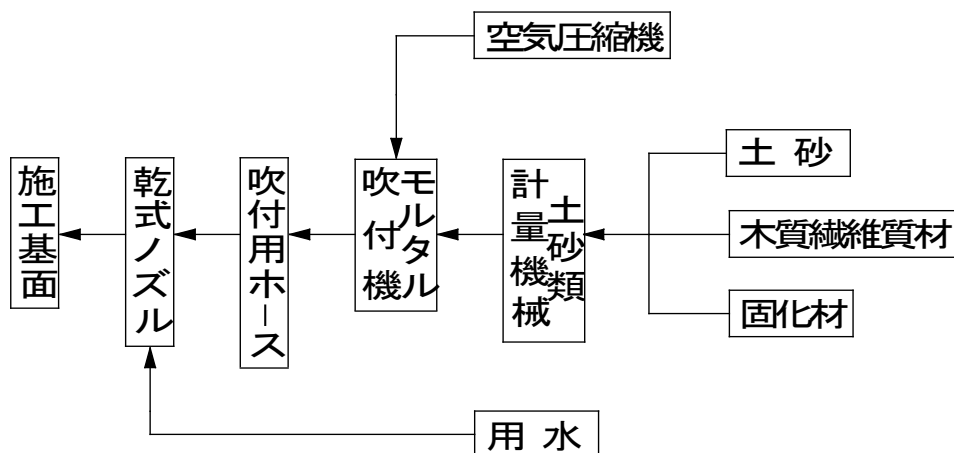
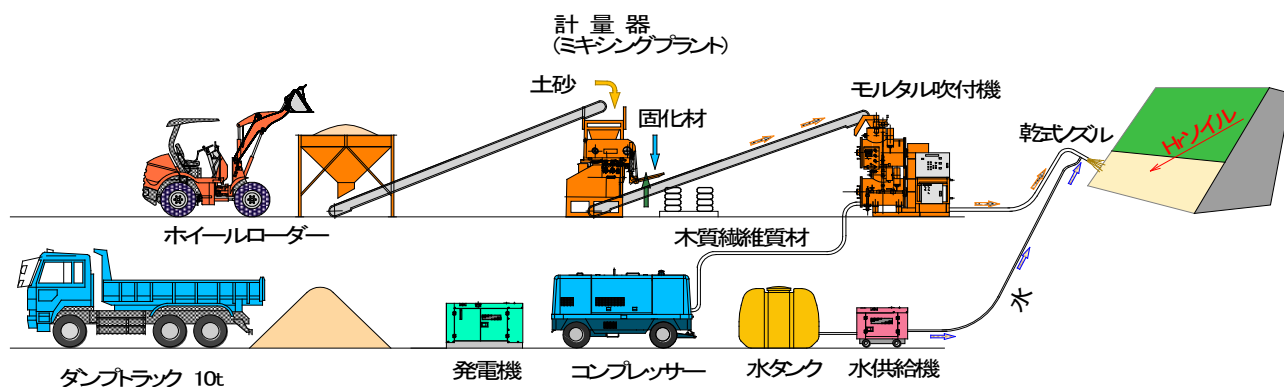


図 6.1 フローシート



6-2 標準的な乾式吹付機械設備

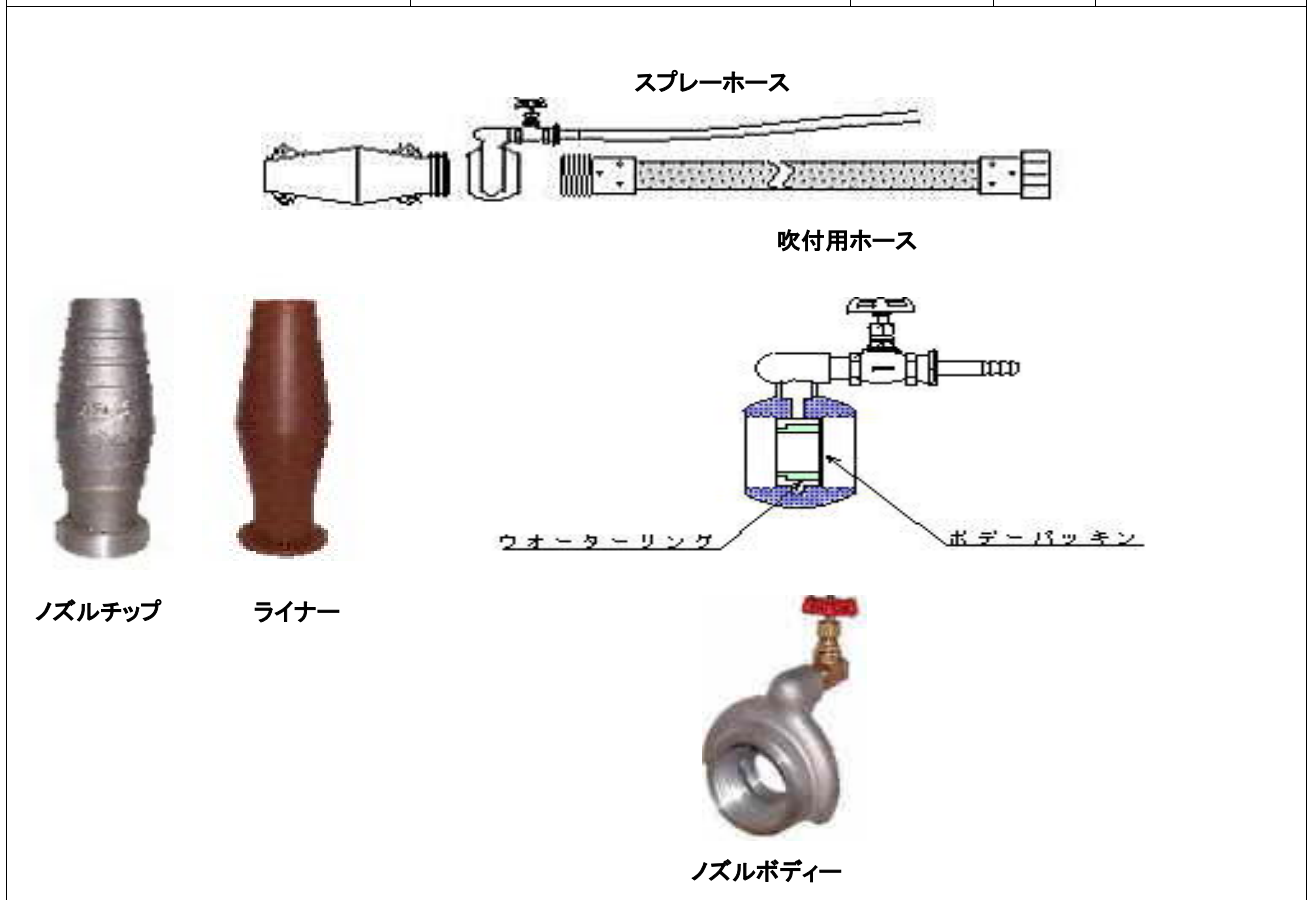
クレーン付
トラック7t

機械名	規格	台数	適用	運搬車
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 140kW	1	吹付工	No.1
吹付機	0.8～1.2m ³ /hモーター式15kW	1	吹付工	No.2
発電発電機	排出ガス対策型(第2次基準値) 45kVA	1	吹付工	
ベルトコンベアー	全長 7.0m 幅 350mm	2	吹付工	No.3
高圧水供給機	30ℓ/min	1	水供給設備	
土砂類計量機械	二桿式 300+300=600kg (推奨 ミキシングホッパー付)	1	攪拌計量	No.4
土砂ホッパー	篩設備付	1	土砂供給設備	
土砂類投入機械	ホイールローダー 0.4m ³ 級(排ガス対策型1次基準)	1	土砂供給設備	

(注) 標準的な使用機械であり、現地状況に応じて変更する。

6-2 標準的な乾式吹付設備

名 称	規 格	単 位	数 量	備 考
スプレーホース	4MPa 100m	本	1	先端水添加用ホース
乾式ガン用ノズルボディー		組	1	
吹付用ホース	耐摩耗性黒ゴム	本	適宜	
ハム型チップ42-A	アルミ製木本・AGネジ	個	1	
ハム型ライナー42-A	耐摩耗性飴ゴム	個	1	



乾式吹付ノズル



乾式吹付作業

留意事項

使用する機械設備は、品質を確保するため常に整備と点検がなされた物を使用する。

吹付プラントの日々の清掃

固化材は、水と急激に反応し硬化する特徴があるので、吹付機、計量器等は特に日々の清掃を確実にいき、場合によっては、清掃頻度を上げる等の注意が必要である。

固化材は粒子が小さいため、風で飛散しないよう投入箇所を防塵シートで養生する。

吹付プラント位置及び連絡方法

吹付箇所、延長、高さを考慮し、最も効率的な場所を選定する。施工高さ H=45m以下施工高さが H=45m以上の場合は空気圧縮機的能力を検討する。

吹付箇所が目視範囲内であれば手動合図で行い、目視不能の場合は無線機器を使い明確な合図の伝達、確認を行う。

保護具の着用

吹付作業に伴い、作業員は防塵マスク及び防塵メガネを使用する。



防草土吹付 配合計算書(例)

Hrソイル工法[®]
NETIS:CG-180002-A

防草土吹付 配合計算(例)

【 配合計算 】

水・固化材比	100 %とする。		
単位固化材量	160 kg/m ³	(比重=3.58)	成績書
単 位 水 量	160 kg/m ³	(W/M)	
木質繊維質材	400 ㍉/㎥	(密度=16kg/50㍉=0.32kg/㍉)	
		(比重=0.5)	
篩 真 砂		(比重=2.616)	土質試験結果

$$1.0 - \frac{\text{木質繊維質材}}{0.5 \times 1000} - \frac{\text{固化材}}{3.58 \times 1000} - \frac{\text{水}}{1000} = \text{自然土} = 0.54 \text{ m}^3$$

$$0.54 \times 2.616 \times 1,000 = 1,413 \text{ kg}$$

よって、以下のような配合となる。

単 位 量 (kg/m ³)			
篩真砂	木質繊維質材	固化材	水(後添加)
S	U	M	W
1413 kg	400 ㍉	160 kg	160 kg

【現場配合】

1バッチ当りの配合は、固化材(20kg)に対して各材料を補正する

$$160\text{kg} \div 20\text{kg} = 8\text{バッチ}/\text{m}^3$$

固化材	20kg
水	20 kg × 1.0 = 20. kg
木質繊維質材	400 ^{リットル} /8バッチ=50 ^{リットル} (1袋) 1413kg/8
篩真砂	バッチ=177kg/1バッチ

以上により1バッチ当りの現場配合は

篩真砂	木質繊維質材	固化材	水(後添加)
177 kg	50 ^{リットル}	20 kg	20 ^{リットル}

含水率を3%	1,455 kg /8バッチ=182kg/1バッチ	やや乾燥
含水率を6%	1,498 kg /8バッチ=187kg/1バッチ	自然含水比
含水率を9%	1,540 kg /8バッチ=193kg/1バッチ	やや湿潤

以上により1バッチ当りの現場配合は

	篩真砂	木質繊維擦材	固化材	水(後添加)
3%	182 kg	50 ^{リットル}	20 kg	- ^{リットル}
6%	187 kg	50 ^{リットル}	20 kg	- ^{リットル}
9%	193 kg	50 ^{リットル}	20 kg	- ^{リットル}

水和反応後の余剰水は面外へ排出される



Ver.3.0 2022.7.12 改訂

Hiソイル工法研究会 事務局
今岡工業株式会社