

泥土リサイクル技術

Bon Terrain 工法

～積算資料～

平成 30 年 4 月改訂

株式会社森環境技術研究所

～目 次～

第1章 工法の概要	1
1-1. ボンテラン工法とは	2
1-2. 適用含水比	2
1-3. 改良直後の性状	2
1-4. 建設汚泥の取扱い	3
第2章 ボンテラン工法の積算	4
2-1. 施工方法	5
2-1-1 施工方法	5
2-1-2 適用範囲	6
2-1-3 攪拌ピット構造（例）	7
2-2. 設計方法	8
2-2-1 攪拌改良工の編成人員	8
2-2-2 攪拌改良工の機種選定	8
2-2-3 攪拌改良工の日当たり施工量	8
2-2-4 改良材（ボンファイバー、固化材）標準添加量	9
2-2-5 攪拌ピットの構造資材の選定	10
2-2-6 攪拌ピット造成・撤去の編成人員	10
2-2-7 攪拌ピット造成・撤去の機種選定	10
2-2-8 諸経費	10
2-3. 単価表	11
2-3-1 ボンテラン改良工直接工事費	11
2-3-2 攪拌改良工単価表	11
2-3-3 攪拌ピット造成・撤去工単価表	12
2-3-4 機械運転単価表	13
第3章 その他施工条件	14
3-1. 運搬可能な性状の判断基準	15
3-2. 運搬可能な性状まで改良する条件の設計方法	15
第4章 参考	16
4-1. 改良材の最小添加量	17
4-2. 現場と室内の強度比	17
見積り条件入力シート	18

第 1 章

工 法 の 概 要

1-1. ボンテラン工法とは

従来、再資源化が不適とされてきた泥土（ヘドロ）に繊維質系泥土改良材「ボンファイバー」と固化材を投入・攪拌することにより、取扱い性の向上（ハンドリング）、高耐久性・耐侵食性および地震対策等の機能を付加し、これらを積極的に再資源化する工法です。

1-2. 適用含水比

ボンテラン工法は泥土を対象として、図-1 に示すとおり、含水比 50%から 500%程度の泥土を適用含水比としています。「改良直後に仮置きできる性状」を品質目標とした標準配合では含水比 200%までの配合を設定しております。含水比 200%を超える泥土、また、「改良直後に運搬可能な性状」を品質目標とした配合については現地採取土を用いた事前配合試験により配合を決定します。

改良性状 \ 含水比	50%	100%	200%	300%	400%	500%
仮置き可能な性状 まで改良	標準配合			現地採取土による配合		

図-1 ボンテラン工法の適用含水比

1-3. 改良直後の性状

改良対象土である泥土の中には、液状で写真-1 に示すとおり水槽やピットに入れておかなければ、こぼれ出してしまう性状のものもあります。そのような泥土をボンテラン改良することで改良直後の取扱い性（ハンドリング）を向上させ、仮置きできる性状まで改良する配合を標準配合としております。改良直後に仮置きできる性状とは、モルタルフロー試験で振動を与えない0回落下時のフロー値を指標として、フロー値が 110mm 以下の状態を仮置きの判断基準としています。仮置き不可能な性状を写真-2 に、仮置き可能な性状の改良土を写真-3 に示します。

改良土の養生後の強度は固化材の添加量により目的とする強度を発現させます。

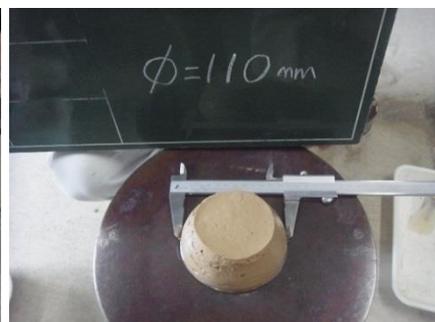


写真-1 液状の高含水比泥土 写真-2 仮置き不可能な性状 写真-3 仮置き可能な性状
(110mm/0回落下時)

1-4. 建設汚泥の取扱い

排出事業者（元請業者）が行う廃棄物の処理には、自己処理と委託処理があります。

自己処理とは、排出事業者自らが行う中間処理をいい、それぞれ廃棄物処理法に定める基準に従い処理しなければなりません。

委託処理とは、処理業者に委託することをいいます。この場合、排出事業者は、中間処理業者と事前に書面にて委託契約を締結するなど、廃棄物処理法に定める委託基準に従い、適正処理を確保しなければなりません。

現場内で行う処理であっても、下請け業者に処理させる場合は委託処理に該当します。

（建設廃棄物処理指針（平成 22 年度版）、環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部産業廃棄物課 P8）

委託処理の場合、本積算資料は適用しません。

第 2 章

ボンテラン工法の積算

2-1. 施工方法

2-1-1 施工方法

攪拌ピットに泥土を投入し、攪拌用ミキサーを装着したバックホウで攪拌する施工方法です。改良土は仮置き可能な性状に改良後、初期養生ヤードに排出して初期養生を行います。図-2に標準配置図を示します。

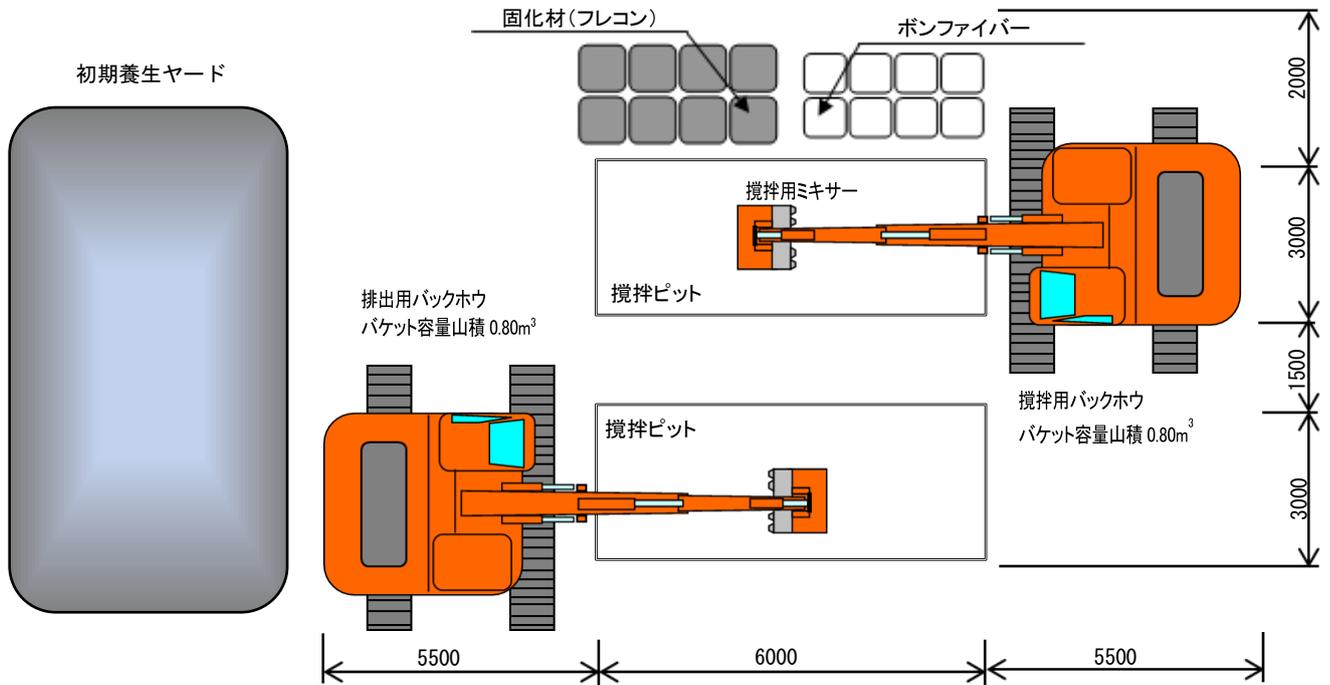
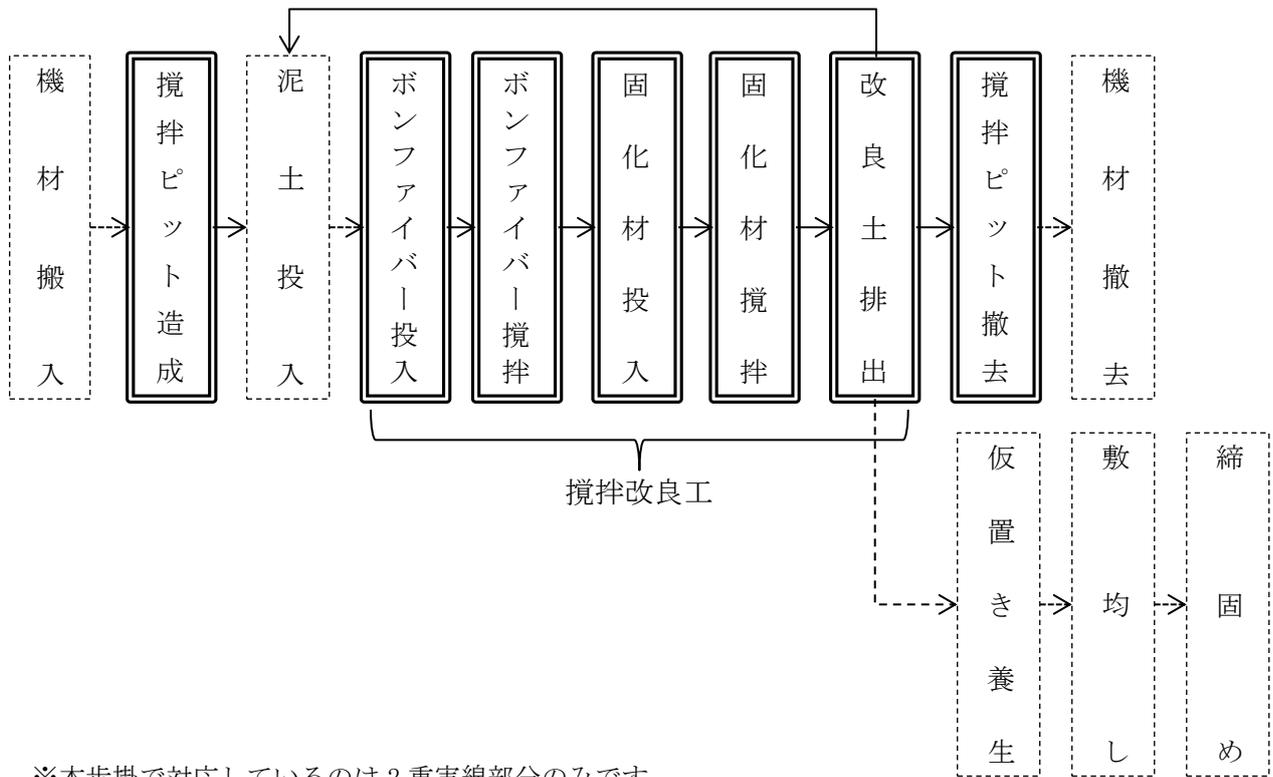


図-2 標準配置図

2-1-2 適用範囲

本資料は、攪拌ピット造成・撤去工と攪拌ピットに投入した泥土にボンファイバーおよび固化材を攪拌用バックホウにより攪拌し、改良土を排出用バックホウにより攪拌ピットの外に排出させるまでの一連の攪拌改良工(攪拌ピットへの泥土の投入費用は含まない)を適用範囲とします。施工フローを図-3に示します。



※本歩掛で対応しているのは2重実線部分のみです

図-3 施工のフロー

※積算にあたり、重機運搬費、施工上の技術管理費・品質管理費など本歩掛りに定める以外の項目については、別途計上願います。

2-1-3 攪拌ピット構造 (例)

ボンテラン工法の施工は専用の鋼製攪拌槽もしくは現地で造成する攪拌ピットにより行います。下記に敷鉄板および鋼製山留材を用いた攪拌ピットの構造 (例) を示します。このピットの場合、約 $6.0\text{m} \times 3.0\text{m} \times 1.5\text{m}$ で 27m^3 の容量であり、攪拌時に泥土の飛散防止のために $h=0.83\text{m}$ の有効高さまでの泥土改良を行うものとして 15m^3 の有効攪拌容量になります。

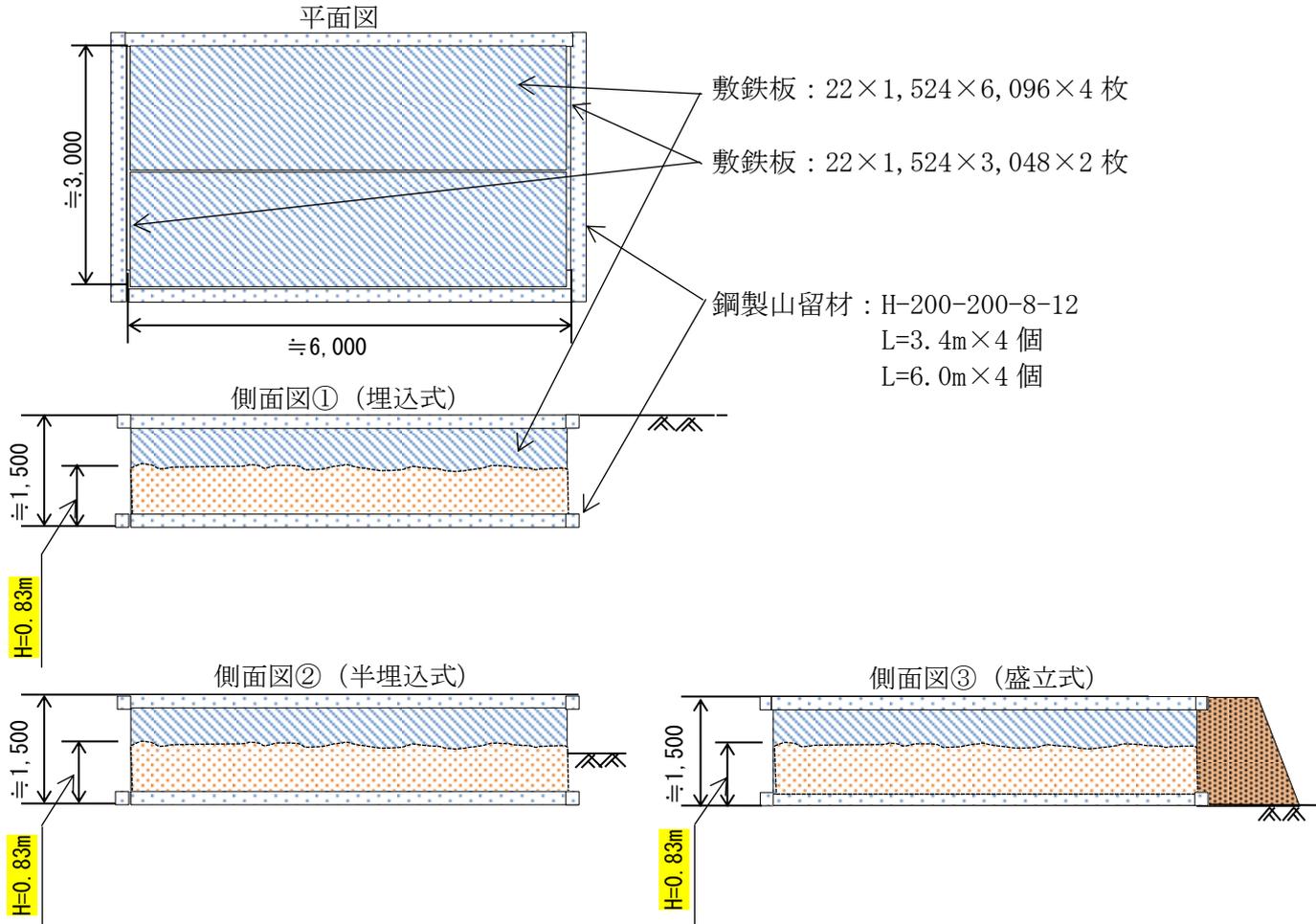


図-4 攪拌ピット構造 (例)

- ・攪拌ピットの造成において、必要があればヤードの盛立を行います。
(ヤード盛立は本積算適用外により別途計上します。)
- ・改良ヤードの造成において、必要があれば表層改良を行います。
(表層改良は本積算適用外により別途計上します。)
- ・本攪拌ピットは一つの構造例であり、攪拌ピットは現場に合わせて造成します。
現場に既設の攪拌ピットがある場合には、それを使用することも可能です。

- ・埋込式が出来ない場合はフレコンを並べたピットおよび鋼製水槽での施工も可能です。



2-2. 設計方法

2-2-1 攪拌改良工の編成人員

攪拌改良工の編成人員は図-2 の標準配置図に示すセットにおいて、表-1 を標準とします。

表-1 日当たり編成人員 (人)

土木一般世話役	普通作業員	特殊運転手
1	2	2

※普通作業員の作業内容は、ボンファイバーおよび固化材の投入・攪拌作業の補助労務です。

2-2-2 攪拌改良工の機種選定

使用機械の機械・規格は図-2 の標準配置図に示すセットにおいて、表-2 を標準とします。

表-2 機種を選定

作業種別	機械名	規格	単位	数量
ボンファイバーおよび 固化材の投入、攪拌	攪拌用 バックホウ	排ガス 2 次 クローラ型クレーン機 能付 2.9t 吊 山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³) 油圧 3 系統 攪拌装置付きバケット : DM200	台	1
改良土排出	排出用 バックホウ	排ガス 2 次 クローラ型クレーン機 能付 2.9t 吊 山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³)	台	1

2-2-3 攪拌改良工の日当たり施工量

図-2 の標準配置図に示すセットにおけるボンテラン工法の日当たり施工量は、式-1 により求めます。日当たり最大施工量を表-3、土質による補正係数を表-4、現場条件、作業条件による補正係数を表-5 に示します。

$$D=Q \times E1 \times E2 \times E3 \dots \dots \dots (式 1)$$

ここに、D : 1 日当たりの施工量

Q : 日当たりの最大施工量

E1 : 土質による補正係数

E2 : 現場条件による補正係数

E3 : 作業条件による補正係数

表-3 日当たり最大施工量 Q

日当たり最大施工量 Q	150m ³ /日
-------------	----------------------

表-4 土質による補正係数 E1

土質名	補正係数 E1		備 考
	普通	不良	
粘性土	0.85	0.7	含水比が低くネバ着きが強いため攪拌に時間が掛かる場合、もしくは含水比が高く土粒子による摩擦が少なくボンファイバーがほぐれにくい場合を不良。
砂質シルト	1.0	0.9	含水比が低くネバ着きが強いため攪拌に時間が掛かる場合を不良。
砂質土	1.0	1.0	

表-5 現場条件、作業条件による補正係数 E2、E3

	補正係数 E		備考
	普通	制限あり	
E2:現場条件	1.0	条件により設定	改良現場が狭く、図-2 に示す標準配置図の設置が難しい場合に設定
E3:作業条件	1.0	条件により設定	泥土の排出条件や他の作業との錯綜により、日当たり最大施工量の改良が難しい場合に設定

2-2-4 改良材（ボンファイバー、固化材）標準添加量

ボンテラン工法におけるボンファイバー、固化材の添加量を表-6、表-7 に示します。

表-6 ボンファイバー添加量 (kg/m³)

含水比	ボンファイバー
50%	10
80%	15
100%	25
150%	40
200%	50

※ボンファイバー添加量は模擬泥土を用いた場合の標準的な配合数量を計上しています。実施工の場合は現地採取土により事前配合試験を実施し、仮置きが出来る性状の配合を確認して決定します。

表-7 固化材添加量 (kg/m³)

用途	含水比				
	50%	80%	100%	150%	200%
第2種改良土	50	65	80	115	120
第3種改良土	50	50	55	65	80
第4種改良土	50	50	50	50	55

※固化材添加量は現場における均一な攪拌が確保できる最少添加量について考慮する必要があります。セメント系固化材の場合は最少添加量を 50kg/m³、石灰系固化材の場合は 30kg/m³ を参考に設定しています。「第4章参考 4-1 改良材の最小添加量」をご参照ください。

※固化材添加量は「一般軟弱土用セメント系固化材」を用いた場合の標準的な配合数量を計上しています。実施工の場合は現地採取土により室内試験を実施し、現場と室内の強度比を考慮して適正な配合を決定します。「第4章参考 4-2 現場と室内の強度比」をご参照ください。

2-2-5 攪拌ピットの構造資材の選定

攪拌ピットの構造資材は、図-4の攪拌ピット構造(例)に示す有効攪拌容量 $30\text{m}^3 (=15\text{m}^3 \times 2 \text{基})$ 当たりの場合、表-8に示す構造資材を計上します。

表-8 攪拌ピット有効攪拌容量 $30\text{m}^3 (=15\text{m}^3 \times 2 \text{基})$ 当たりの構造資材

名称	規格	単位	数量	摘要
鋼製山留材	H-200-200-8-12 L=3.4m	個	8	4個×2基
鋼製山留材	H-200-200-8-12 L=6.0m	個	8	4個×2基
敷鉄板	22×1,524×3,048	枚	4	2枚×2基
敷鉄板	22×1,524×6,096	枚	8	4枚×2基

2-2-6 攪拌ピット造成・撤去工の編成人員

攪拌ピット造成・撤去工の編成人員は図-2の標準配置図および図-4の攪拌ピット構造(例)に示す有効攪拌容量 $30\text{m}^3 (=15\text{m}^3 \times 2 \text{基})$ 当たりの場合、表-9に示す造成と撤去の合計を計上します。

表-9 攪拌ピット日当たり編成人員 (人)

	土木一般世話役	特殊作業員	普通作業員	特殊運転手
造成	1.0	1.0	4.0	1.0
撤去	0.7	0.7	3.0	0.7

※特殊作業員の作業内容は、玉掛等です。

※普通作業員の作業内容は、山留材組立、基面整正、合図、補助労務です。

2-2-7 攪拌ピット造成・撤去工の機種選定

攪拌ピット造成・撤去工の使用機械の機械・規格は、表-10を標準とします。

表-10 機種の選定

作業種別	機械名	規格	単位	数量
設置基面整正 鋼製山留材設置 敷鉄板設置	バックホウ	排ガス 2次 クローラ型クレーン機能付 2.9t 吊 山積 0.8m^3 (平積 0.6m^3)	台	1

2-2-8 諸経費

諸経費は、攪拌ピット構造資材の組立に係るボルト・ナット類、クランプ、溶接に関する経費等の費用であり、攪拌ピット造成・撤去工の労務費の合計額に表-11の率を乗じた金額を上限として計上します。

表-11 諸経費率 (%)

諸経費率	20
------	----

2-3. 単価表

2-3-1 ボンテラン改良工直接工事費

ボンテラン改良工直接工事費は表-12 に示すとおり攪拌改良工と攪拌ピット造成・撤去工からなります。

表-12 ボンテラン改良工直接工事費

名 称	単位	数量	単価	金額	摘 要
ボンテラン改良工直接工事費					
攪拌改良工	m ³				
攪拌ピット造成・撤去工	式				
計					

2-3-2 攪拌改良工単価表

攪拌改良工の 100m³ 当たり単価表を表-13 に示します。

表-13 攪拌改良工 100m³ 当たり単価表

名 称	規 格	単位	数 量	摘 要
土木一般世話役		人	1×100/D	表-1
普通作業員		〃	2×100/D	〃
ボンファイバー		kg		表-6
固化材		〃		表-7
攪拌用 バックホウ運転	排ガス 2 次 クローラ型クレーン機能 付 2.9t 吊 山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³) 油圧 3 系統 攪拌装置付きバケット : DM200	日	100/D	表-15
排出用 バックホウ運転	排ガス 2 次 クローラ型クレーン機能 付 2.9t 吊 山積 0.8m ³ (平積 0.6m ³)	〃	100/D	表-16
鋼製山留材賃料	H-200-200-8-12L=3.4m×8 個×55kg/m	t	1.496×100/D	表-8
	H-200-200-8-12L=6.0m×8 個×55kg/m	〃	2.640×100/D	〃
敷鉄板賃料	22×1,524×3,048 4 枚	枚	4×100/D	〃
	22×1,524×6,096 8 枚	〃	8×100/D	〃
諸雑費		式	1	端数整理
計				
1m ³ 当たり				

※積算にあたり、重機運搬費、施工上の技術管理費・品質管理費など本歩掛りに定める以外の項目については、別途計上願います。

※ボンファイバーの価格は、「積算資料：一般財団法人経済調査会」に掲載しております。ここで、「積算資料」に掲載している価格は、限定した都市のみに適用できる価格を掲載しておりますので、これ以外の都市でボンファイバーを使用する場合、別途価格調査を実施してください。

2-3-3 攪拌ピット造成・撤去工単価表

図-4 に示す攪拌ピット構造（例）を用いた場合の攪拌ピット造成・撤去工の有効攪拌容量 30m^3 ($=15\text{m}^3 \times 2$ 基) 当たり単価表を表-14 に示します。

表-14 攪拌ピット造成・撤去工の有効攪拌容量 30m^3 当たり単価表

名 称	規 格	単 位	数 量	摘 要
土木一般世話役		人	1.7	表-9
特殊作業員		人	1.7	〃
普通作業員		人	7.0	〃
バックホウ運転	排ガス 2 次 クローラ型クレーン機能 付 2.9t 吊 山積 0.8m^3 (平積 0.6m^3)	日	1.7	表-16
諸雑費		式	1	表-11
計				

2-3-4 機械運転単価表

機械運転単価表を表-15、表-16に示す。

表-15 攪拌用バックホウ運転単価表

運転1日当たり単価表

名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
運転手(特殊)		人				
燃料費		ℓ				
機械損料	排ガス2次 クローラ型 クレーン機能付2.9t吊 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	供用日				建設機械等 損料表
賃料	バックホウ装着型 攪拌装置付きバケッ ト:DM200	供用日				市場単価 (見積単価)
諸雑費		式	1			端数調整
計						有効数字4桁

	0.8m ³ 級バックホウ	攪拌装置付きバケッ ト
運転労務数量	1.00	—
燃料消費量	126	—
機械損料数量	1.46	1.00

※バックホウ(ベースマシン)は、建設機械等損料表のバックホウ(クローラ型)[標準型・クレーン機能付き・排ガス対策型(第2次基準値)]を採用します。

※攪拌装置付きバケッ ト(DM200)の賃料は市場単価(見積り単価)を採用します。

表-16 排出用バックホウ・バックホウ運転単価表

運転1日当たり単価表

名称	規格	単位	数量	単価	金額	摘要
運転手(特殊)		人				
燃料費		ℓ				
機械損料	排ガス2次 クローラ型 クレーン機能付2.9t吊 山積0.8m ³ (平積0.6m ³)	供用日				建設機械等 損料表
諸雑費		式	1			端数調整
計						有効数字4桁

	0.8m ³ 級バックホウ
運転労務数量	1.00
燃料消費量	54
機械損料数量	1.46

※バックホウは、建設機械等損料表のバックホウ(クローラ型)[標準型・クレーン機能付き・排ガス対策型(第2次基準値)]を採用します。

第 3 章

そ の 他 条 件 施 工

《改良直後に運搬可能な性状への改良》

3-1. 運搬可能な性状の判断基準

改良直後に運搬可能な性状まで改良する場合に特殊条件施工を適用します。改良直後に運搬可能な性状とは、写真-4 に示すモルタルフロー試験機を用いたモルタルフロー試験でダンプトラックによる振動を考慮し、50 回落下時のフロー値を指標として、写真-5 に示すフロー値が 150mm 以下の状態を運搬可能な判断基準としています。施工フローを写真-6 に示します。



写真-4 モルタルフロー試験機



写真-5 運搬可能な性状 (150mm/50 回落下時)



写真-6 改良直後に運搬可能な性状の改良状況

3-2. 運搬可能な性状まで改良する条件の設計方法

改良直後に運搬可能な性状まで改良する条件の設計方法は、現場の諸条件（特に泥土の性状）により大きく変更するために、研究会に直接お問い合わせください。現地採取土を用いた事前配合試験により配合を決定します。

第 4 章

参 考

4-1. 改良材の最少添加量

ポンテラン工法に用いる改良材の添加量は、室内配合試験を基に作成しております。実施工の場合は、現地採取土を用いて固化材選定試験を含む室内配合試験を行い、適正な添加量を決定してください。また添加量の設定の際には、現場における均一な攪拌が確保できる最少添加量についても考慮する必要があります。

「セメント系固化材による地盤改良マニュアル」：社団法人 セメント協会では最小添加量を $50\text{kg}/\text{m}^3$ 程度といわれており、また、「石灰による地盤改良マニュアル」：日本石灰協会では最少添加量の目安を $30\text{kg}/\text{m}^3$ としており、これらを参考に設定します。

4-2. 現場と室内の強度比

固化材添加量と強度との関係は図-5 に示すように整理し、施工に際し採用する固化材の添加量は、設計強度を現場と室内の強度比で除した室内試験における改良目標強度から求めます。現場と室内の強度比とは室内試験と現場施工における条件の違いを調整するもので、施工機械と室内試験用攪拌機械の攪拌性能による攪拌程度の相違と、養生温度の相違に起因する強度の差及び改良区域での土質のバラツキや含水比の相違による現場強度の変動をも含めて経験的にカバーするものであります。

施工機械ごとの現場と室内の強度比の目安を表-17 に示します。ポンテラン工法は攪拌アタッチメントを装着したバックホウを用いるため、攪拌ムラが少なく、効率が良いことが確認されており、スタビライザの現場と室内の強度比 $0.5\sim 0.8$ を採用し、平均値である 0.65 を採用します。

出典：建設汚泥再生利用マニュアル：独立行政法人 土木研究所

セメント系固化材による地盤改良マニュアル：社団法人 セメント協会

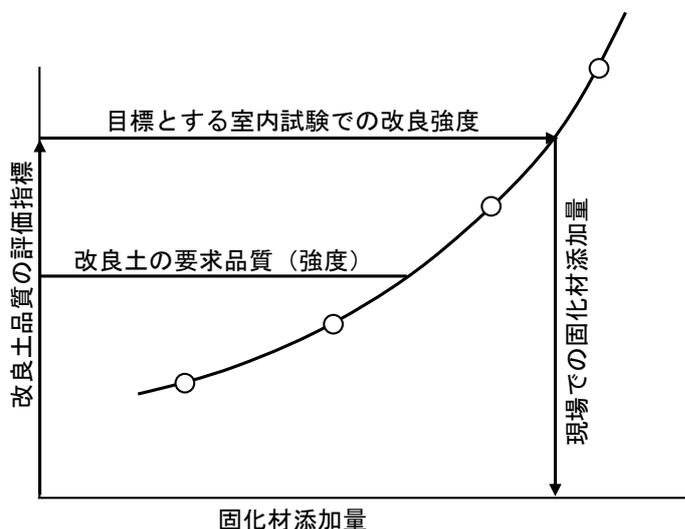


図-5 現場における固化材添加量の決め方

表-17 現場と室内の強度比の一例

固化材の添加方式	改良の対象	施工機械	現場と室内の強度比
粉体	軟弱土	スタビライザ	0.5~0.8
		バックホウ	0.3~0.7
	ヘドロ 高含水有機質土	クラムシエル バックホウ	0.2~0.5

見積り条件入力シート

設計の御見積をご希望のお客様は、下記の入力シートに必要事項をご記入の上、弊社まで FAX またはメールにてお送り下さいますよう、よろしくお願いたします。後ほど、弊社の積算担当よりご連絡させていただきます。

《 発信者 》

会社名 :	
所属 :	
氏名 :	
住所 :	
TEL :	FAX :
E-mail :	

《 返信先 》

株式会社森環境技術研究所
〒996-0071 山形県新庄市小田島町 7-36
TEL : 0233-22-0832
FAX : 0233-22-0932
E-mail : info@mori-kankyo.co.jp

《 見積条件 》

No.	項 目	記 入 欄
1.	見積宛名	
2.	工事件名	
3.	日 付	要 (平成 年 月 日) ・ 不要
4.	改良する泥土の総量	m ³
5.	改良する泥土の種類	建設汚泥 ・ 浚渫土砂 ・ 軟弱土 ・ ため池底泥
6.	改良する泥土の性状	粘性土 ・ 砂質シルト ・ 砂質土
7.	改良対象土の含水比	%
8.	改良土の目標強度 ^{※1}	第2種 ・ 第3種 ・ 第4種 ・ その他 ()
9.	改良直後における運搬の必要性 ^{※2}	有 ・ 無
10.	施工場所	都 道 市 府 県 町 村
11.	土質による補正の必要性 ^{※3}	普通 ・ 不良
12.	現場条件による補正の必要性 ^{※4}	約 m ²
13.	作業条件による補正の必要性 ^{※5}	有 (m ³ /日) ・ 無

※ このページは森環境技術研究所 HP (<http://mori-kankyo.co.jp/>) よりダウンロードできます。

※ ご返信の際は、このページのみ送信下さい。

《備考》

※1 改良土の目標強度

処理土の品質と適用用途標準

種別	コーン指数 (kN/m ²)	利用用途				
		工作物の埋戻し 構造物の裏込め	道路路床 盛土	道路路体 盛土	河川堤防 (一般堤防)	土地 造成
第2種 改良土	800以上	◎	◎	◎	◎	◎
第3種 改良土	400以上	○	○	◎ (施工機械の 選定注意)	◎ (施工機械の 選定注意)	◎ (施工機械の 選定注意)
第4種 改良土	200以上	△	△	○	○	○

(利用用途においては改良土としての品質だけでなく、その目的物に応じた品質管理基準を満たす必要があります)

～凡例～

【評価】◎：そのまま利用が可能なもの

○：施工上の工夫をすれば利用可能なもの

△：評価が○のものと比較なものと比較して、土質改良を行っても使用が不適なもの

※2 改良直後における運搬の必要性

改良場所が狭く、現場内に養生場所が確保できない為、改良直後に運搬可能な性状にする必要性がある場合。

※3 土質による補正の必要性

特に粘性土において含水比が低くネバ着きが強いため攪拌に時間が掛かる場合、もしくは含水比が高く土粒子による摩擦が少なくボンファイバーがほぐれにくい場合を不良とする。表-4を御参照ください。

※4 現場条件による補正の必要性

改良現場が狭く、設置できる機械設備が限られる場合に、その影響度により補正係数を決定する。表-5を御参照ください。

※5 作業条件による補正の必要性

泥土の発生状況や施工条件が制限され、連続した作業が難しい場合に、その影響度により補正係数を決定する。表-5を御参照ください。

ボンテラン工法積算資料

(平成 30 年 4 月改定)

発行者

株式会社森環境技術研究所

【本部】

〒996-0071 山形県新庄市小田島町 7-36

TEL : 0233-22-0832 FAX : 0233-22-0932

URL : <http://mori-kankyo.co.jp/>

E-mail : info@mori-kankyo.co.jp

本資料は予告なく変更することがあります。