

ものづくり 日本大賞	国土技術 開発賞	建設技術 審査証明 ※	他機関の 評価結果

2016.03.25現在

技術 名称	自走式3種同時混合土質改良工法			事後評価未実施技術	登録 No.	CG-100034-A
事前審査	事後評価		技術の位置付け(有用な新技術)			
	試行実証評価	活用効果評価	推奨 技術	準推奨 技術	評価促進 技術	活用促進 技術
			旧実施要領における技術の位置付け			
			活用促進 技術(旧)	設計比較 対象技術	少実績 優良技術	
活用効果調査入力様式			適用期間等			
-A 活用効果調査入力システムを使用してください。		-				

上記※印の情報と以下の情報は申請者の申請に基づき掲載しております。申請情報の最終更新年月日:2011.03.31

副 題	自走式3種土質改良機により、土と土質改良材の混合時に砕石等を同時に混合する3種同時混合工法	区 分	工 法
分類1	土工 - 安定処理工		
分類2	土工 - 路床改良工		
分類3	土工 - 土工 - 残土処理工		
分類4	共通工 - 軟弱地盤処理工 - 表面安定処理工		
分類5	共通工 - 軟弱地盤処理工 - 置換工		

## 概要

## ①何について何をやる技術なのか?

・粒度分布及び土質性状が悪く軟弱な土に、砕石等(再生砕石、スラグ、砂、トンネルズリ等)と土質改良材(固化材等)を自走式3種土質改良機により3種同時混合し、粒度分布の改善、締固め品質の向上、土質改良材の縮減、有害物質への懸念が減る。

## ②従来はどのような技術で対応していたのか?

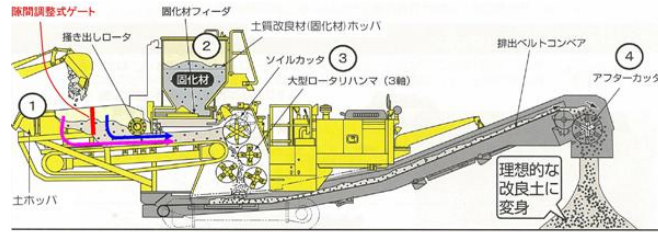
・スタビライザやバックホウによる土質改良は、改良箇所へ人力併用により土質改良材を所定量散布し、深さを確認しながら混合作業を行っていた。

## ③公共工事のどこに適用できるのか?

・土質改良、地盤改良等

## 【具体例】

- ・道路路体・路床等の盛土材
- ・築堤盛土材
- ・函渠工・橋梁下部工等の裏込め材
- ・函(管)渠工の基礎地盤の置換え材
- ・工事用道路、施工ヤード等の盛土材
- ・下水道工事等の埋戻し材



### 土質改良の説明

- ① 原料土フィーダ(土ホッパー)を隙間調整式ゲートで2分割します。
  1. 土ホッパーの一方に碎石等(再生碎石、スラグ、砂、トンネルズリ等)を投入します。
  2. もう一方の土ホッパーに土を投入します。
  3. ベルコンで送られ、掻き出しロータで一定量が送り込まれます。
- ② 2種類の原料の上に土質改良材(固化材)ホッパーから定量の土質改良材(固化材)が添加されます。
- ③ 2種類の原料と土質改良材(固化材)はソイルカッタで切削混合され、さらに高速回転(約700rpm)する3軸ロータリハンマで衝撃混合され、細粒化されます。
- ④ 混合機から出た改良土は、排出ベルトコン出口に設けられたアフターカッタで衝撃切削混合され、さらに細粒化され、排出されます。

### 自走式3種同時混合土質改良工法説明

### 新規性及び期待される効果

①どこに新規性があるのか?(従来技術と比較して何を改善したのか?)

- ・土・碎石等(再生碎石、スラグ、砂、トンネルズリ等)・土質改良材の3種類の原料を自動で定量的に同時混合できるようにした。
- ・土と碎石等の比率は、隙間調整式ゲートの開閉量(断面比率)で調節できるようにした。
- ・3種混合を密閉された機械内部で行うことができる。

②期待される効果は?(新技術活用のメリットは?)

- ・3種類の材料を混合することにより、軟弱土の粒度分布が改善され土質性状が向上する。
- ・バックホウやスタビライザ混合での割増添加量は、改良厚さ50cm以上で粘性土の場合30～50%であるが、自走式3種同時混合土質改良工は一律10%で良く、土質改良材の添加量が大幅に縮減できる。【表.1参照[セメント系固化材による地盤改良マニュアル第3版:(社)セメント協会P47、舗装設計施工指針:(社)日本道路協会P237参照、稼働実績による】
- ・土質改良材の減量により、有害物質への懸念が減る。
- ・碎石等(再生碎石、スラグ、砂、トンネルズリ等)が粒度調整材に使用できるため、リサイクル材料の活用促進を図ることができる。
- ・混合を定量的に機械内部で行うため、均一な混合が可能。
- ・密閉された機械内部で混合するため、粉塵低減が図れる。

表.1 浅層改良の強度(現場/室内)比及び割増し添加率比較表

固化材	改良の対象	施工機械	コーン指数・一軸圧縮強度(現場/室内)比	CBR(現場/室内)割増し添加率
粉体	軟弱土、ヘドロ・高含水有機質土	自走式3種土質改良機	0.7～0.9	10%
粉体	軟弱土	スタビライザ	0.5～0.8	30～50%(厚さ50cm以上、粘性土の場合)
粉体	軟弱土	バックホウ	0.3～0.7	30～50%(厚さ50cm以上、粘性土の場合)
粉体	ヘドロ・高含水有機質土	バックホウ	0.2～0.5	-

## 原料土フィーダのホッパを2分割

隙間調整式ゲートの開口率調整 ⇒ 2種類の原料混合比を変更



隙間調整式ゲート

### 適用条件

#### ①自然条件

・原則として、土の含水比に影響のある降雨時等の施工は避ける。

#### ②現場条件

・自走式3種土質改良機、バックホウ、土、砕石、土質改良材等の配置に必要な作業スペースの目安は、(W)10.0m × (L)30.0～40.0m程度である。

#### ③技術提供可能地域

・技術提供地域については制限なし

#### ④関係法令等

・産業廃棄物関係法令

### 適用範囲

#### ①適用可能な範囲

- ・粘性土から砂質土、礫混じり土の土質改善が可能。
- ・80%以下の高含水比土について適用可能。
- ・礫径は、200mmまで適用可能。
- ・土質改良材は、5mm以下の粒径に適用可能。
- ・粒度調整材は、砕石等(再生砕石、スラグ、砂、トンネルズリ等)が適用可能。

#### ②特に効果の高い適用範囲

- ・土の粒度分布改善。
- ・環境への配慮(有害物質への懸念が減少)。
- ・高含水比土(80%以下)の改良。
- ・粉塵に配慮が必要な現場。
- ・現位置混合が不可能な場合(置換え、埋戻し等)。
- ・他の現場に持ち出す場合。

#### ③適用できない範囲

・含水比80%を超える軟弱土。

#### ④適用にあたり、関係する基準およびその引用元

・セメント系固化材による地盤改良マニュアル第3版:(社)セメント協会

- ・建設発生土利用技術マニュアル第3版:(財)土木研究センター
- ・石灰による地盤改良マニュアル:日本石灰協会
- ・建設機械等損料表:(社)日本建設機械化協会
- ・発生土利用基準:国土交通省
- ・河川土工マニュアル(案):国土開発技術研究センター
- ・リテラ設計・技術資料:(株)小松製作所
- ・土木工事設計マニュアル:国土交通省
- ・舗装設計施工指針:日本道路協会

**留意事項**

①設計時

- ・ほぐし土量で作業量を設定するので変化率の考慮が必要である。
- ・事前に、対象土の土質、改良目的、目標強度により土質改良材の種類及び添加量を決定するため、室内配合試験等が必要である。
- 【セメント系固化材】一般軟弱土用、特殊土用、高有機質土用、高炉セメント等より、0～5mmの粉粒状、粉末状を選定。
- 【石灰系】生石灰、消石灰、石灰系固化材等より選定。
- ・3種類混合の定量混合能力は、通常40～60m<sup>3</sup>/時間(最大150m<sup>3</sup>/時間)である。
- ・礫径は最大200mmを超えるものは避ける。
- ・土質によっては、碎石等を混合することにより、残土が発生する場合がある。

②施工時

- ・各ホツパ及びフィーダ内の土、碎石等、土質改良材が途切れないう、施工環境や作業能力に応じて混合能力を調整する。
- ・施工前にキャリブレーションを実施する。
- ・隙間調整式ゲートの開閉量は、作業開始前の点検により必要に応じて調整する。(開閉量は10%単位での調整を推奨)
- ・異物は取り除く。

③維持管理等

- ・土質改良材の固着は施工・機械的性能に影響するので定期的な点検整備を要する。

④その他

- ・セメント系固化材を使用する時は、混合後速やかに盛土・埋戻し等の施工を行うのが望ましい。
- ・機械のみのリースは行っていません。

**活用の効果**

比較する従来技術		安定処理工		
項目	活用の効果			比較の根拠
経済性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上( 35.16 %)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下( %)	施工機械の運転損料が割高であるが、土質改良材を大幅に縮減できるので向上する。
工程	<input checked="" type="checkbox"/> 短縮( 18.99 %)	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 増加( %)	日当りの施工量が向上する。
品質	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	土質改良材の管理ができ、土の性状が向上する。
安全性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	各材料投入後は遠隔操作による自動運転により土質改良機内で混合するため、安全性が向上する。
施工性	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	作業スペースは増えるが、土質改良材の散布が不要となり、混合が自動で行える。
周辺環境への影響	<input checked="" type="checkbox"/> 向上	<input type="checkbox"/> 同程度	<input type="checkbox"/> 低下	粉塵の低減、有害物質への懸念が減少、再生資源の有効利用等により、環境への影響が低減する。
追加項目、技術のアピールポイント等	従来技術では、対応しきれなかった粒度分布の改善及び有害物質への懸念に対し、自走式3種同時混合土質改良工法は、土・土質改良材・碎石等の3種を同時に混合することで粒度分布が改善され、土質改良材の使用量を縮減でき、有害物質への懸念が減る。			
コストタイプ コストタイプの種類	並行型: B(+ )型			

**活用効果の根拠**

基準とする数量	100	単位	m <sup>3</sup>
	新技術	従来技術	向上の程度
経済性	385284.8円	594179.83円	35.16%
工程	0.64日	0.79日	18.99%

**新技術の内訳**

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要

労務費	土木一般世話役	0.64	人	16000円	10240円	H22公共工事設計労務費単価(島根県)
土質改良材	石灰系(現場添加量60kg/m3)	6	t	20500円	123000円	配合試験55kg/m3(CBR20%:現場10%割増)、建設物価/2010年度版
碎石等	再生碎石(RC-40)	30	m3	2600円	78000円	建設物価/2010年度版
バックホウ	山積み0.8m3(碎石、土投入用)	0.64	日	50582円	32372.48円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)
バックホウ	山積み0.8m3(改良土用)敷均し	0.64	日	50582円	32372.48円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)
自走式3種土質改良機	20t級(3種同時混合作業能力:53m3/時間)	0.64	日	146392円	93690.88円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)
タイヤローラ	質量8~20t	0.64	日	24389円	15608.96円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)

**従来技術の内訳**

項目	仕様	数量	単位	単価	金額	摘要
労務費	土木一般世話役	0.79	人	16000円	12640円	H22公共工事設計労務費単価(島根県)
労務費	特殊作業員	0.79	人	14600円	11534円	H22公共工事設計労務費単価(島根県)
労務費	普通作業員	0.79	人	11700円	9243円	H22公共工事設計労務費単価(島根県)
土質改良材	石灰系(現場添加量247kg/m3)	24.7	t	20500円	506350円	配合試験177kg/m3(CBR20%:現場40%割増)、建設物価/2010年度版
バックホウ	山積み0.8m3(クレーン2.9t吊)	0.79	日	44488円	35145.52円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)
タイヤローラ	質量8~20t	0.79	日	24389円	19267.31円	H22建設機械等損料、H22公共工事設計労務費単価(島根県)

**特許・実用新案**

<b>種類</b>	<b>特許の有無</b>				<b>特許番号</b>
<b>特許</b>	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し	
<b>特許詳細</b>	特許情報無し				
<b>実用新案</b>	<b>特許の有無</b>				
	<input type="checkbox"/> 有り	<input type="checkbox"/> 出願中	<input type="checkbox"/> 出願予定	<input checked="" type="checkbox"/> 無し	
<b>備考</b>					

**第三者評価・表彰等**

	<b>建設技術審査証明</b>	<b>建設技術評価</b>
<b>証明機関</b>		
<b>番号</b>		
<b>証明年月日</b>		
<b>URL</b>		
	<b>その他の制度等による証明</b>	
<b>制度の名称</b>		
<b>番号</b>		
<b>証明年月日</b>		

証明機関	
証明範囲	
URL	

**評価・証明項目と結果**

証明項目	試験・調査内容	結果

**施工単価**

**【従来技術・新技術の説明】**

- ・従来技術は、現位置での安定処理工で施工単価を算出している。
- ・新技術の施工量は、自走式3種土質改良機に3種の材料を投入し、改良土が100m3作成された後に、タイヤローラによる締固めを行う。

**【積算条件】**

- ・土質条件:粘性土(含水比は80%以下、有害物質を含まない)
- ・土質改良材:石灰系、セメント系(安定処理工の目的、目標強度により選定)
- ・日当り施工量:定量混合能力53m3/h(日当り施工量:212m3/日、粘性土)
- ・作業量:ほぐした土量(ルーズ状態の体積)
- ・作業効率:粘性土:0.5
- ・土質改良材ストック用サイロ:別途計上(通常はフレコンで施工)
- ・改良範囲:(W)10m×(L)10m、改良厚さ1.0m
- ・消費税:含まない
- ・運搬費:含まない

**【施工単価の比較】**

**[2種混合]**

- ・従来工法:バックホウ混合[粘性土100m3+石灰系改良材[現場24.7t/m3(40%割増):室内17.7t/m3]]

**[3種同時混合]**

- ・粘性土70m3+再生砕石(RC-40)30m3+石灰系改良材[現場6.0t/m3(10%割増):室内5.5t/m3]
- ・粘性土70m3+再生砕石(RC-40)30m3+セメント系改良材[現場6.0t/m3(10%割増):室内5.5t/m3]
- ・粘性土70m3+砂30m3+石灰系改良材[現場6.0t/m3(10%割増):室内5.5t/m3]
- ・粘性土70m3+高炉スラグ30m3(比重0.8t/m3)+石灰系改良材[現場6.0t/m3(10%割増):室内5.5t/m3]

表.2 施工単価比較積算例(100m3当り、単位:円) [(注)実際の積算時は、配合試験を実施]

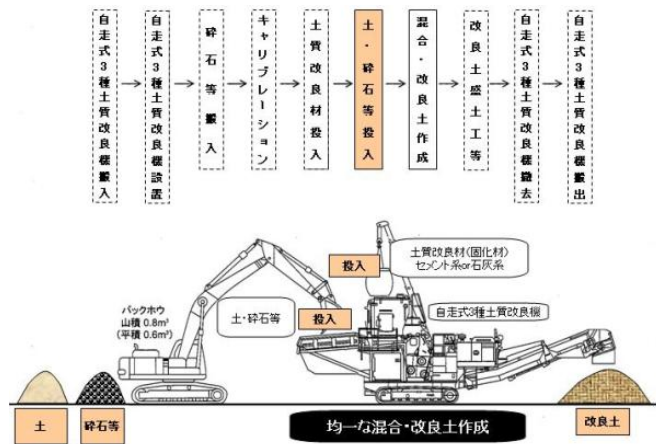
項目	2種混合(従来工法:バックホウ混合)	3種同時混合	3種同時混合	3種同時混合	3種同時混合	備考
細目	粘性土+石灰系改良材	粘性土+再生砕石+石灰系改良材	粘性土+再生砕石+セメント系改良材	粘性土+砂+石灰系改良材	粘性土+高炉スラグ+石灰系改良材	
材料費	506350	201000	156000	225000	363000	
施工費	87830	184280	184280	184280	184280	
合計	594180	385280	340280	409280	547280	

歩掛り表あり ( 標準歩掛, 暫定歩掛, 協会歩掛, 自社歩掛)

**施工方法**

**自走式3種同時混合土質改良工法**

- 1.自走式3種土質改良機による土質改良作業スペースは、(W)10.0m×(L)30.0～40.0m程度を必要とします。
- 2.自走式3種土質改良機に装備されたクレーン装置・操作盤側の作業半径内に土質改良材を仮置きします。(サイロを置く場合も操作盤側に設置します。)
- 3.土質改良材(固化材)ホッパ内に土質改良材を投入します。(フレコンは、装備のクレーンでフレコンのまま吊り込むと自動で開封します。)
- 4.原料土フィーダ(土ホッパ)での土と砕石等との比率は、隙間調整式ゲートの開閉量(断面比率)で調節します。
- 5.バックホウで土ホッパの一方に土を投入し、もう一方の土ホッパに砕石等を投入します。
- 6.土質改良材を自動的に定量的に添加するようモニターで設定します。
- 7.施工前にキャリブレーションを行い、所定の基準との比較確認及び時間(日)当たりの施工量を決定します。
- 8.混合作業中は、3種を同時に混合するため、各材料を途切れなく投入し、同時混合処理を行います。
- 9.排出された改良土をバックホウで敷均し、ローラで締固めます。(改良土の使用先が離れている場合は、ダンプトラック等に積込み運搬します。)



標準的施工フロー

今後の課題とその対応計画

①今後の課題  
・特になし。

②対応計画  
・特になし。

収集整備局	中国地方整備局				
開発年	2006	登録年月日	2011.03.31	最終更新年月日	2011.03.31
キーワード	環境、コスト縮減・生産性の向上、公共工事の品質確保・向上				
	自由記入	3種混合	調整ゲート	リテラ	
開発目標	施工精度の向上、周辺環境への影響抑制、品質の向上				

開発体制	単独 ( <input checked="" type="checkbox"/> 産、 <input type="checkbox"/> 官、 <input type="checkbox"/> 学 ) 共同研究 ( <input type="checkbox"/> 産・産、 <input type="checkbox"/> 産・官、 <input type="checkbox"/> 産・学、 <input type="checkbox"/> 産・官・学 )				
	開発会社	大福工業株式会社			
問合せ先	技術	会社	大福工業株式会社		
		担当部署	環境部地盤改良課長	担当者	藤元一志
		住所	〒693-0017 島根県出雲市枝大津町2番地7		
		TEL	0853-21-4151	FAX	0853-21-4152
		E-MAIL	<a href="mailto:fujimoto@daifuku-izumo.co.jp">fujimoto@daifuku-izumo.co.jp</a>		
		URL			
	営業	会社	大福工業株式会社		
		担当部署	環境部参事	担当者	小村一行
		住所	〒693-0017 島根県出雲市枝大津町2番地7		
		TEL	0853-21-4151	FAX	0853-21-4152
		E-MAIL	<a href="mailto:k.omura@daifuku-izumo.co.jp">k.omura@daifuku-izumo.co.jp</a>		
		URL			

問合せ先

番号	会社	担当部署	担当者	住所
	TEL	FAX	E-MAIL	URL

実績件数

国土交通省	その他公共機関	民間等
0件	260件	0件

実験等実施状況

【自走式3種同時混合土質改良実験】  
 時期:平成22年2月17日  
 場所:島根県出雲市神西沖町地内 出雲改良土センター(株)内

1)実験内容

●目標改良品質:CBR値20%以上、コーン指数800kN/m<sup>2</sup>以上、河川土工 堤体材料の適正確認

①《土:下水道工事現場から発生した残土》粒度試験、CBR試験、コーン指数試験

②《2種混合:残土+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>》CBR試験、コーン指数試験(粒度試験省略:残土と同じ)

③《3種同時混合:残土「70%」+再生砕石(RC-40)「30%」+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>》粒度試験、CBR試験、コーン指数試験

2)実験結果

①《土》CBR値[0.5%<20%]及びコーン指数[ $q_c=67.6\text{kN/m}^2 < 800\text{kN/m}^2$ ]、粒度分布範囲が堤体材料に不適合(粒径加積曲線により判断)⇒盛土の品質に不適合……NO

②《2種混合》土+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>⇒CBR値[5.4%<20%]、コーン指数[ $q_c=1552.2\text{kN/m}^2 \geq 800\text{kN/m}^2$ ]、粒度分布範囲が堤体材料に不適合(粒径加積曲線により判断)……NO

※土に比べ、CBR値[0.5%が5.4%に向上]10.8倍、コーン指数[67.6kN/m<sup>2</sup>が1552.2kN/m<sup>2</sup>に向上]23.0倍であった。

③《3種同時混合》土「70%」+再生砕石(RC-40)「30%」+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>を混合⇒CBR値[20.5%≥20%]、コーン指数[ $q_c=4113.3\text{kN/m}^2 \geq 800\text{kN/m}^2$ ]、粒度分布範囲が堤体材料に適合(粒径加積曲線により判断)……OK

※2種混合に比べ、CBR値[5.4%が20.5%に向上]3.8倍、コーン指数[1552.2kN/m<sup>2</sup>が4113.3kN/m<sup>2</sup>に向上]2.6倍であった。

3)評価

①同じ量の土質改良材を使った場合は、3種同時混合の方がCBR値やコーン指数の値が大きくなる。

②2種混合の場合は、粒度分布の改善が行われない。

4)参考事項[コーン指数( $q_c$ 値)と一軸圧縮強さ( $q_u$ 値)の関係式について]

実験では、粒度試験、CBR値、コーン指数のみの土質試験を行ったが、一軸圧縮強さ( $q_u$ 換算値)の算出方法を下記に示す。

①コーン指数( $q_c$ 値)と一軸圧縮強さ( $q_u$ 値)の相関関係式

\* $q_u \doteq 0.2 \times q_c$

②実験結果より $q_u$ 換算値算出

・《土》 $q_u \doteq 0.2 \times 67.6 = 13.52\text{kN/m}^2$

・《2種混合》 $q_u \doteq 0.2 \times 1552.2 = 310.44\text{kN/m}^2$

・《3種同時混合》 $q_u \doteq 0.2 \times 4113.3 = 822.66\text{kN/m}^2$

③目標改良品質に対する事前室内配合試験結果

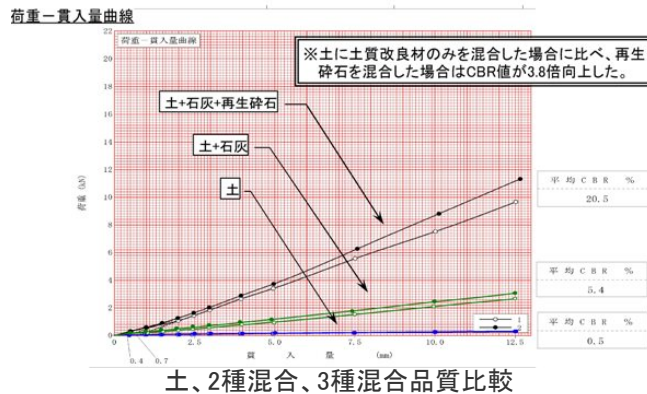
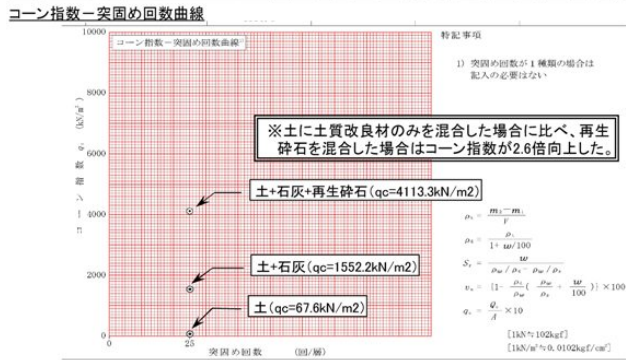
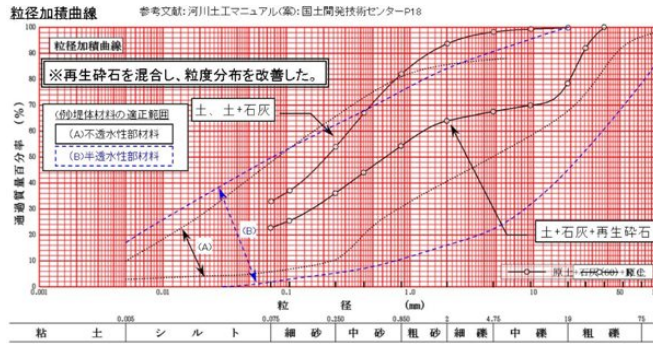
《2種混合》割増率40%、現場添加量247kg/m<sup>3</sup>

《3種同時混合》割増率10%、現場添加量60kg/m<sup>3</sup>

表.3 自走式3種同時混合土質改良実験結果

項目	CBR (%)	コーン指数: $q_c$ (kN/m <sup>2</sup> )	一軸圧縮強さ: $q_u$ 換算値(kN/m <sup>2</sup> )	粒度適否《堤体材料に適用》	土質区分	分類記号
土(下水道工事残土)	0.5	67.6	13.52	否	泥土	礫まじり粘性土質砂(SCS-G)
2種混合(土+石灰系改良材)	5.4	1552.2	310.44	否	第2種建設発生土	礫まじり粘性土質砂(SCS-G)
3種混合(土+再生砕石+石灰系改良材)	20.5	4113.3	822.66	適	第2種建設発生土	粘性土質礫質砂(SCSG)





添付資料等

添付資料

- 【添付資料.1】自走式3種同時混合土質改良工法説明資料
- 【添付資料.2】事前配合試験結果(2種混合、3種混合)
- 【添付資料.3】自走式3種同時混合土質改良工法カタログ
- 【添付資料.4】「実験」土質試験結果一覧表
- 【添付資料.5】原料土の粒度試験、CBR試験、コーン指数試験結果
- 【添付資料.6】原料土+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>」の2種混合土のCBR試験、コーン指数試験結果
- 【添付資料.7】原料土「70%」+RC碎石「30%」+土質改良材(石灰系)「60kg/m<sup>3</sup>」の3種混合土の粒度試験、CBR試験、コーン指数試験結果

参考文献

- ・道路土工-施工指針:(社)日本道路協会
- ・道路土工-軟弱地盤対策工指針:(社)日本道路協会
- ・石灰系安定処理工法 設計・施工の手引き:日本石灰協会
- ・盛土の調査・設計から施工まで:(社)地盤工学会

その他(写真及びタイトル)



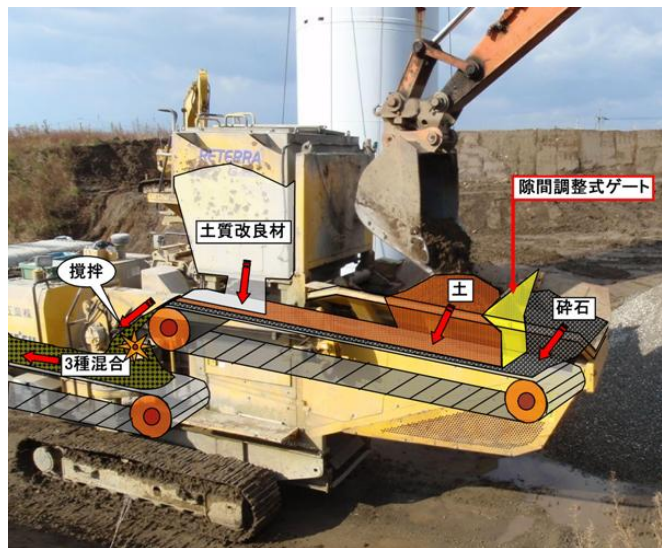
投入



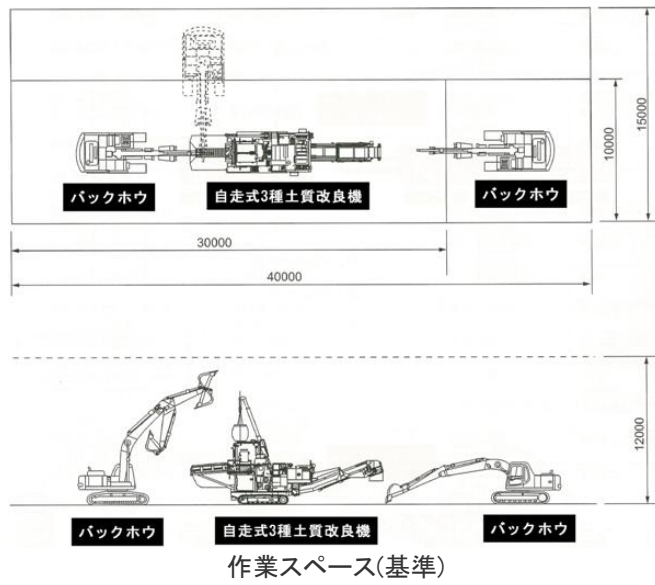
同時混合



自走式3種同時混合土質改良実験状況



3種混合イメージ



詳細説明資料(様式3)の様式はExcelで表示されます。