

埋立地の地盤改良に関する検討報告書(案) 概要

I. 地盤改良工事施工不良問題と本報告書の目的

1. 東京国際空港他の地盤改良工事施工不良問題の概要 (省略)
2. 本報告書の目的

施設直下の液状化対策工法は、地盤条件の影響を大きく受けるものの、適切に計画し、施工すれば確実に出来形・品質を確保できる技術である。一方で、その性能確認は難しく、想定される地震が発生して初めて効果や性能が確認されるため、地盤改良工事には施工不良が顕在化しにくい一面がある。不正防止を徹底するためには、まずは施工不良を防ぎ、次に工事成果の検査過程に不正防止措置を講ずる必要がある。

本報告書は、確実な施工と品質確保の観点から、これまでの施工におけるトラブル対処方法や技術マニュアルには記述されていない施工上の留意点を体系的に整理し、その上で工事の不良や不正を防止するための自主管理ルールを策定した。今回対象とするような地盤改良工事においては、施工会社がこの自主管理ルールを有効に活用し、さらに整備拡充していくことを強く希望する。

3. 本報告で取り扱う地盤改良工法の範囲

類似工法が今後追加されることも視野に置きつつ、当面は既存構造物直下の地盤改良工法（液状化対策）として実績・成果があり、日本埋立浚渫協会会員企業が技術開発を進めてきた以下の3工法（別紙、工法概要参照）を対象とした。

- ・曲がり削孔式浸透固化処理工法（PGM 工法）
- ・静的圧入締固め工法（CPG 工法）
- ・砂圧入式静的締固め工法（SAVE-SP 工法）

II. 技術上・施工上の課題とその対処方法に関する事例の整理

対象の液状化対策技術3工法について、これまで克服してきた課題と対処事例を紹介するとともに、これらの技術を用いた工事を計画、施工するにあたってのポイントや留意点について整理した。

III. 計画・施工時・事後における自主管理ルールの策定

II章で示した課題の対処方法を体系的に整理し、計画から事後調査までの全工程に対して、管理すべき項目・ルールを「品質確保」に、その対処方法を自主管理ルールとして「不正防止」に提言した。この自主管理ルールを有効に機能させるためにチェックシート（次頁参照）を確実に運用し、不正の防止に繋げたい。

1. 曲がり削孔式浸透固化処理工法（PGM）

品質確保：①土質情報不足時における簡易サンディング等による補完、②土質に応じた配合試験および注入試験の実施、③薬液品質維持のための管理項目・頻度の設定、④性能照査を含む品質・出来形確認方法の設定
不正防止：①削孔精度確認のための監督員立会による施工前キャリブレーションの実施、②グラウト協会認定機器および認定チャートと積算流量計の使用による薬液注入量管理、③データ改ざん防止のための施工時立会、④監督員立会を前提とする事後調査時の試料採取と試料管理

2. 静的圧入締固め工法（CPG）

品質確保：①κ法を応用した施工時地盤隆起予測の実施、②地盤隆起を抑制するためのリバース方式の積極的適用、③使用材料の品質管理項目と試験頻度の設定、④注入材のスランプ管理値と試験頻度の設定
不正防止：①目盛付コア棒による削孔長再確認の実施、②流量圧力監視装置の校正証明書の確認と監督員によるキャリブレーションの実施、③全本数を対象とした注入量・注入圧力管理記録の作成と提出、④データ改ざん防止のための施工時立会

3. 砂圧入式静的締固め工法（SAVE-SP）

品質確保：①流動化砂の品質管理基準と管理頻度の設定、②現場条件に応じた流動化砂の漏出監視と対策計画の立案、③事後調査における品質確認方法と代替法による性能確認方法の設定

不正防止：①監督員立会による管理機器キャリブレーションの実施と圧力計の校正証明書の確認、②施工中のデータ確認を可能とする圧入量・圧入圧力リアルタイム管理機器の使用、③全本数を対象とした圧入量・圧入圧力管理記録の作成と提出、④データ改ざん防止のための施工時立会

IV. 確実な施工と品質を確保するための提言

1. 事業意義の理解と法令順守の徹底

当協会が開催する専門家による技術者倫理に関する倫理講習会や元請会社による施工周知会を通して、工事に関わる全ての技術者が事業の意義を理解するとともに、高い法令順守の意識を有する施工組織を構築する。

2. 施工技術講習会の開催

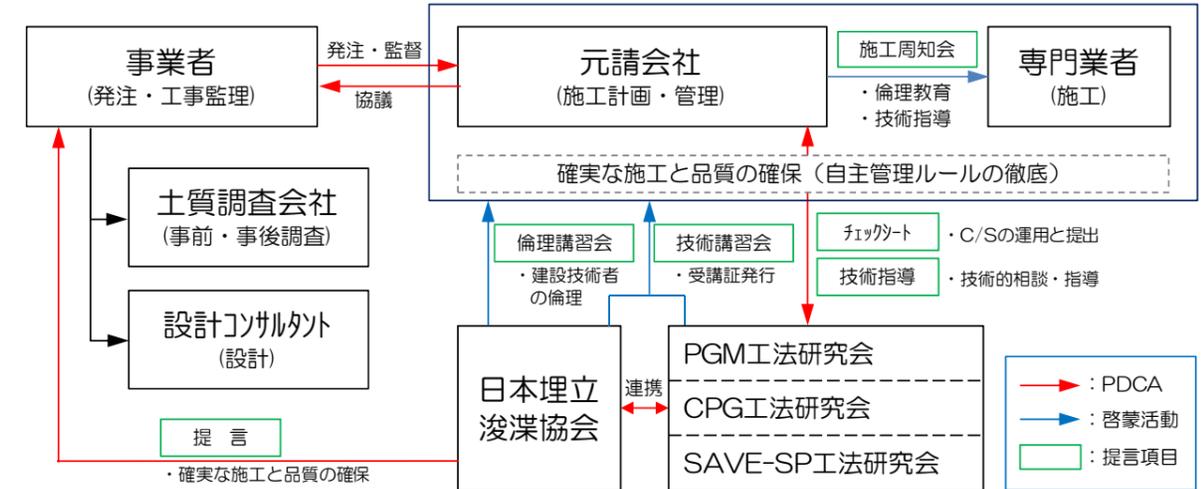
各工法研究会は、当協会と連携し、当協会会員企業および協力業者に対する技術講習会を開催する。技術講習会では、工法の原理や標準的な施工方法の他、II章に示した過去の工事における課題とその対処事例を紹介し、施工にあたってのポイントや留意点を講習することで施工不良リスクの低減に寄与する。

3. チェックシートの運用

元請会社は、当該工事における施工計画書を作成した段階でIII章に示したチェックシート（C/S）を用いて施工計画の施工管理項目と方法等について確認を行う。施工者は、施工中および事後調査の段階においても自主管理ルールの徹底に努め、技術指導員（後述）の指導も受けつつC/Sを参考に適切な施工管理を行う。

4. 技術指導員による指導

各工法研究会は、元請会社の要請に基づき技術指導員を派遣し、技術的な施工管理の指導を行う。それにより得られた施工上および管理上の課題と、工事完了後に提出されるC/Sを蓄積・分析し、確実な施工と品質確保の方策について当協会を通じて事業者に対して提言を行う。



V. 今後の課題

1. 施設直下における地盤改良工事（液状化対策）の設計について

①十分な地盤調査の実施と適切な工期設定、②設計時における適切な改良諸元の設定、③官民協力体制による試験施工（試験工事）の実施、④性能規定に配慮した方法（本報告で提案）を参考とした第三者による事後検査等について、事業者へ提案する。

2. 出来形管理に対する技術開発

当協会会員は、事業者や研究機関との共同研究を含む幅広い連携のもと、施設直下の液状化対策の出来形確認を目的として、施工中のデータと施工後の非破壊検査およびCIMを活用した改良出来形可視化手法の開発を進める。

チェックシート(案) <PGM工法>

※:主に不正防止を目的とする管理項目

確認会議				
工事名称		参加者	元請	
工事場所			1次	
日時			2次	
場所			オブザーバー	

施工体制				
発注者		工事監理		
		工事期間		
元請	監理技術者	施工会社	1次	
	担当技術者		2次	

1-1 施工計画段階における確認事項

(1)	設計図書と現場条件	施工数量	削孔数量	曲がり削孔	本	鉛直削孔	本	斜削孔	本	
			注入数量	パッカー数	本	対象土量	m ³	薬液量	m ³	
		地盤調査	ボーリング図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		土層構成図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			
			ボーリング本数	ヶ所		ボーリング位置	<input type="checkbox"/> 確認			
		粒度分布図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	層1	Fc=	~	Uc=	~		
				層2	Fc=	~	Uc=	~		
				層3	Fc=	~	Uc=	~		
		地下水調査	地下水の流向・流速調査		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無					
		削孔ライン	計画削孔ライン上の土質		土質:	N値=		~		
		改良範囲	液状化判定結果に従った範囲であることを確認		<input type="checkbox"/> 確認					
		改良体径	D1=	m	直径2.5m以下を原則	注入孔間隔	L1=	m		
			D2=	m			L2=	m		
改良体配置	非改良層の考慮	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		礫層・捨石層の有無	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無					
薬液注入量	注入率 λ 1=	%	改良率 α 1=	%	薬液量 V1=	m ³				
	λ 2=	%	α 2=	%	V2=	m ³				
	λ 3=	%	α 3=	%	V3=	m ³				

(2)	配合試験計画	試験計画書	配合試験計画書が作成されているか	<input type="checkbox"/> 確認
		採取試料	礫、シルト、貝殻、サンゴ片等の混入確認が記載されているか	<input type="checkbox"/> 確認
		対象土pH試験	改良対象土のpH試験が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認
			高pH時の対処方法が記載されているか	<input type="checkbox"/> 確認
		ゲルタイム試験	現場条件(施工時間・注入量)に対応した設定範囲となっているか	<input type="checkbox"/> 確認
		強度試験	試料の粒度・pHを考慮した供試体作製方法となっているか	<input type="checkbox"/> 確認
			設計強度に対して適切な濃度設定となっているか	<input type="checkbox"/> 確認
		シリカ含有量試験	バックグラウンド値を計測する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認
高Fc時の対応	強度試験結果との相関を整理する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認		
	Fc>20%の場合、模型注入実験を行う計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認		

(3)	削孔計画	先行削孔	先行削孔の必要性について検討されているか。	<input type="checkbox"/> 確認	
		計画削孔ライン	削孔開始角度	α= ~ (18° ~30° を標準)	
			削孔開始角度の確認方法が明記されているか	<input type="checkbox"/> 確認	
			初期直線削孔長	m (初期計測に6mの直線部が必要)	
			曲がり半径	R m ~ R m (標準型R30以上、長距離型R60以上)	
			曲線回数	鉛直 回 水平 回 複合 回	
		削孔延長	m ~ m (標準型100m以下、長距離型200m以下)		
		他削孔ラインとの離隔は十分確保されているか	<input type="checkbox"/> 確認		
		位置検出	リアルタイム位置検出装置を使用する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認	
			挿入式ジャイロシステムの仕様は適切か	<input type="checkbox"/> 確認	
			位置検出システムのキャリブレーションを実施する計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
			挿入式ジャイロによる位置検出の頻度は適切か	<input type="checkbox"/> 確認	
			削孔中における管理値は適切に設定されているか	<input type="checkbox"/> 確認	
		埋設物	埋設物に関する現地調査を行う計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認	
			埋設物の種類に応じた離隔を確保する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認	
障害物や硬質地盤を破碎・貫通する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認				
孔壁保護	削孔方法に適した泥水を使用する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認			
	泥水の粘性、濃度の確認方法・頻度は計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
出来形確認	出来形管理基準が適切に設定されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
材料検査	ケーシング残尺による削孔長確認を行う計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
	注入外管は搬入毎に立会確認を受ける計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
	検査項目は適切か	<input type="checkbox"/> 確認			

(4)	注入計画	材料検査	薬液材料は搬入毎に立会確認を受ける計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
		薬液品質管理	計量装置のキャリブレーションを行う計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			薬液品質管理の項目・方法・頻度は適切に計画されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
		注入量管理	積算流量計を使用する計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			流量計は協会認定の機械を用いる計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			注入チャートの仕様および使用方法は適切に計画されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
		管内洗浄	パッカー注入後、適切な方法で管内洗浄を行う計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認
		リーク対策	リーク対策としての埋設物との離隔は十分か	<input type="checkbox"/> 確認
			埋設物境界へのリーク防止策が検討されているか	<input type="checkbox"/> 確認
		施設隆起対策	隆起監視方法、隆起防止対策が検討されているか	<input type="checkbox"/> 確認
施設の重要度に応じた隆起管理値・対処方法が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
地下水調査	水質監視用の採水井戸設置が計画されているか(暫定指針確認)	<input type="checkbox"/> 確認		
	水質管理基準は適切に設定されているか(暫定指針確認)	<input type="checkbox"/> 確認		
(5)	施工管理記録と立会計画	施工管理記録	施工時に記録する項目・頻度は適切に設定されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			施工管理記録シートは項目ごとに作成されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
		立会計画	元請技術者が立会う施工プロセスが記載されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
		監督員が立会う施工プロセスが記載されているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
(6)	トラブル発生時の対応	対応方法	トラブル発生時の対応方法や報告ルートが設定されているか	<input type="checkbox"/> 確認

1-2 施工段階における確認事項

(1)	施工組織の遂行能力の確認	元請削孔担当技術者名		削孔経験年数	年		
		1次協力業者削孔担当技術者名		削孔経験年数	年		
		協力業者の削孔遂行能力	削孔機械台数	台	削孔機械オペレータの経験年数	年~ 年	
			削孔機械オペレータ人数	人	位置検出精度(mあたり)	/	
		削孔機械の性能	①リアルタイム計測 ②曲がり施工可能箇所数 ③曲がり最小半径(R) ④最大削孔長				
		元請注入担当技術者名		注入経験年数	年		
		1次協力業者注入担当技術者名		注入経験年数	年		
		(2)	全工事関係者に対する施工周知会の開催	実施予定日		場所	
				参加予定者	元請		
					1次協力業者		
		2次協力業者					
	実施内容						
(3)	監督員立会記録	位置検出システムのキャリブレーション方法が決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
		ベントナイトの搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
		セメントの搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
		注入外管の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
		薬液の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
(4)	施工管理記録と報告	薬液のpH、比重の確認方法、確認頻度は決められているか	<input type="checkbox"/> 確認				
		監督員の捺印がある(一社)日本グラウト協会認定のチャート紙を準備しているか※	<input type="checkbox"/> 確認				
		日々報告する施工記録を決めているか	<input type="checkbox"/> 確認				
	日々報告する内容						
(5)	トラブルを想定した施工管理	削孔	硬質地盤や障害物地盤に適用できる先端ビットや削孔ロッドを準備しているか	<input type="checkbox"/> 確認			
			管理基準値以上のズレが発生した場合の対処方法は計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		注入	注入圧力が管理基準値以上となった場合の対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		構造物変位に対する管理基準と対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認				

1-3 事後調査段階における確認事項

(1)	品質確認	試料採取	全数立会確認を基本として計画されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			試料採取後直ちに監督員のサインをもらう計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			試料を乱さない不攪乱試料採取方法で計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認
			採取試料の乾燥を防止する対策が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認
(2)	出来形確認	強度確認	対象土の状態に応じた適切な強度確認方法が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認
			強度確認方法 <input type="checkbox"/> 一軸圧縮試験 <input type="checkbox"/> 繰返し非排水三軸試験	
			<input type="checkbox"/> 非圧密非排水(UU)三軸圧縮試験 <input type="checkbox"/> シリカ含有量試験 <input type="checkbox"/> その他	
		採取試料開封時は、監督員の立会を基本として計画しているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
(2)	出来形確認	薬液使用量を計測するための積算流量計を設置する計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
		採取試料への指示薬塗布等により薬液の有無を確認する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認	

チェックシート(案)<CPG工法>

※:主に不正防止を目的とする管理項目

確認会議				
工事名称		参加者	元請	
工事場所			1次	
日時			2次	
場所			オブザーバー	

施工体制				
発注者		工事監理		
元請	監理技術者	工事期間		
	担当技術者	施工会社	1次	
			2次	

2-1 施工計画段階における確認事項							
(1)	設計図書と現場条件	施工数量	削孔数量	鉛直削孔 本	斜削孔 本	総数量 本	
			注入数量	対象土量 m3	総注入量 m3		
		地盤調査	ボーリング図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	土層構成図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
			ボーリング本数	ヶ所	ボーリング位置	<input type="checkbox"/> 確認	
			粒度分布図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	Fc= ~	Ip= ~	
		作業範囲	プラント形式	<input type="checkbox"/> 定置式 <input type="checkbox"/> 車載式 <input type="checkbox"/> その他()			
			仮設ヤード	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無し			
			プラント数		1プラント当り施工面積		
		削孔	計画地盤の土質	土質:	N値	~	
			礫層・栗石、捨石層	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	その他障害物	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	
		改良範囲	液状化判定結果に従った範囲内であるか			<input type="checkbox"/> 確認	
			改良厚さは2m以上であるか			<input type="checkbox"/> 確認	
		改良率	基準: 5~25%		% ~	%	
		換算改良径(D)と固結体配置間隔	基準: 400~700mm		m ~	m	
		周辺地盤への影響	固結体配置	<input type="checkbox"/> 正三角形 <input type="checkbox"/> 正方形			
基準: 1.2~2.0m			m ~	m			
改良範囲	土被り厚さ	m ~	m	<input type="checkbox"/> 5m以下⇒隆起抑制対策必要			
	周辺地盤への考慮	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	隆起予測判定	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無			
	変位対策・隆起管理	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	変位許容値				
(2)	配合試験計画	CPG骨材	CPG骨材の粒度分布は最適粒度分布範囲内か	<input type="checkbox"/> 確認			
			特定の粒径に分布が集中していないか	<input type="checkbox"/> 確認			
		固化材	使用固化材				
			施工目的				
		施工条件					
使用水	<input type="checkbox"/> 真水 <input type="checkbox"/> 海水 <input type="checkbox"/> 河川水 <input type="checkbox"/> その他()						
(3)	削孔計画	削孔方式	<input type="checkbox"/> ローター式 <input type="checkbox"/> ローターパーカッション式				
			先行削孔	先行削孔の必要性について検討されているか。	<input type="checkbox"/> 確認		
		埋設物	埋設物に関する現地調査を行う計画になっているか	<input type="checkbox"/> 確認			
			埋設物の種類に応じた離隔を確保する計画となっているか	<input type="checkbox"/> 確認			
			地中構造物に対し、削孔ラインが交差していないか	<input type="checkbox"/> 確認			
		削孔仕様	削孔深度	基準: 25m以浅	m ~	m	
			削孔角度	基準: 0~60°	° ~	°	
		削孔計画	削孔長(空長無)		m ~	m	
			削孔施工指示書による確認施工を行う計画となっているか※			<input type="checkbox"/> 確認	
			削孔長を確認する計画となっているか			<input type="checkbox"/> 確認	
計器による削孔角度を確認する計画となっているか				<input type="checkbox"/> 確認			
目盛付きコア棒によるロッド全長の再確認する計画となっているか※				<input type="checkbox"/> 確認			
(4)	注入計画	材料検査	材料現場搬入時に立会検収を受ける計画になっているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
			適切な材料および配合が計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		配合水の確認はされているか	<input type="checkbox"/> 確認				
		CPG注入材の品質管理	CPGプラントのキャリブレーション計画がなされているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
			注入材のスランプ値の管理値は7cm以下に計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
スランプ試験頻度は適切に計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認						

	注入仕様	1本当り注入量	m3 ~	m3	
			1本当り注入長	m ~	m
		ステップ長	基準: 1mに3ステップ以上	m ~ m(~ st/m)	
		1本当り充填量	m3 ~	m3	
		1本当り充填長	m ~	m	
		適切な充填方法の計画がなされているか		<input type="checkbox"/> 確認	
		注入施工指示書による確認施工を行う計画となっているか※		<input type="checkbox"/> 確認	
		目盛付きコア棒によるロッド全長の再確認する計画となっているか※		<input type="checkbox"/> 確認	
		注入量の確認	流量圧力監視装置による計測・記録する計画となっているか		<input type="checkbox"/> 確認
			流量圧力監視装置は校正証明書付きの装置か※		<input type="checkbox"/> 確認
流量圧力監視装置は1年以内の検査証明書付き装置か※			<input type="checkbox"/> 確認		
流量圧力監視装置のキャリブレーション計画がなされているか※			<input type="checkbox"/> 確認		
注入圧力	注入圧力の上限は6MPaに定められているか		<input type="checkbox"/> 確認		
	隆起対策	隆起監視の方法が計画されているか		<input type="checkbox"/> 確認	
隆起防止対策の計画がされているか			<input type="checkbox"/> 確認		
隆起管理値が設定されているか			<input type="checkbox"/> 確認		
管理値に達した場合の対処方法が計画されているか			<input type="checkbox"/> 確認		
(5)	施工管理記録と立会計画	施工管理記録	施工時に記録する項目・頻度は適切に設定されているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
			施工管理記録シートは作成されているか※	<input type="checkbox"/> 確認	
		施工管理記録の提出頻度は適切か※	<input type="checkbox"/> 確認		
立会計画	元請技術者が立会う施工プロセスが記載されているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
	監督員が立会う施工プロセスが記載されているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
(6)	トラブル発生時の対応	対応方法	トラブル発生時の対応方法や報告ルールは計画されているか	<input type="checkbox"/> 確認	

2-2 施工段階における確認事項						
(1)	施工組織の遂行能力の確認	元請施工担当技術者	講習会受講証 No.			
		1次業者施工担当技術者	講習会受講証 No.			
		技術講習会受講者数	元請	人	1次業者	人
			2次以下業者	人	総数	人
	1プラント当り受講者数			人/プラント		
(2)	全工事関係者に対する施工周知会の開催	実施予定日		場所		
		参加予定者	元請			
			1次協力業者			
		2次協力業者				
(3)	監督員立会記録	材料使用量の確認	CPG骨材の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認		
		固化材の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
	注入材の品質確認	残モルタル量の確認方法は決められているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
		注入材のスランプ値の管理値は7cm以下であるか	<input type="checkbox"/> 確認			
(4)	施工管理記録と報告	スランプ試験頻度は適切に実施し、記録されているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		全本数において、注入管理表として記録し報告する計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
(5)	トラブルを想定した施工管理	施工管理表による記録管理及び立会計画がなされているか※	<input type="checkbox"/> 確認			
		地盤変位に対する管理基準と対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		土質条件による削孔不能の対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		注入ロッドの食い締めが発生した場合の対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認			
		ロッド先端つまりの対処方法が決められているか	<input type="checkbox"/> 確認			

2-3 事後調査段階における確認事項				
(1)	品質管理	改良効果の確認	全数立会確認を基本として計画されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			貫入試験は改良範囲内1回以上監督員立会が計画されているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			事後調査位置は適切か	<input type="checkbox"/> 確認
			事後調査時期は適切か	<input type="checkbox"/> 確認
			改良効果確認を工事途中で進行する場合の計画は適切か	<input type="checkbox"/> 確認
			その他の試験方法(試料採取)	<input type="checkbox"/> 目標N値 <input type="checkbox"/> 液状化の予測・判定
			(N値以外評価の場合)液状化判定による評価計画がなされているか	<input type="checkbox"/> 確認
			(試料採取を行う場合)監督員立会等の計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認
			採取資料開封時、採取時の記載内容を確認する計画となっているか※	<input type="checkbox"/> 確認

チェックシート(案) <SAVE-SP工法>

※:主に不正防止を目的とする管理項目

確認会議				
工事名称		参加者	元請	
工事場所			1次	
日時			2次	
場所			オブザーバー	

施工体制				
発注者		工事監理		
		工事期間		
元請	監理技術者	施工会社	1次	
	担当技術者		2次	

3-1 施工計画段階における確認事項

(1)	設計図書と現場条件	①施工数量	本数	鉛直杭	本	斜杭	本	削孔長	m	
			圧入数量	流動化砂		m ³		改良長	m	
		②地盤調査	ボーリング図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		土層構成図		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無		
			ボーリング本数	ヶ所		ボーリング位置		<input type="checkbox"/> 確認		
			粒度分布図	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無	層1	F _c =	~	D ₂₀ =	mm	
		層2			F _c =	~	D ₂₀ =	mm		
		層3			F _c =	~	D ₂₀ =	mm		
		③作業範囲	改良ヤード	m × m		プラントヤード		m × m		
			施工機とプラントの距離	m		必要作業高		m		
		④削孔	計画削孔地盤の土質	土質:		N値=		~		
⑤改良範囲	液状化判定結果に従った範囲であることを確認 <input type="checkbox"/> 確認									
⑥換算改良径	D1= mm	D2= mm	標準換算改良径 (φ500mm~700mm)							
⑦改良体配置	<input type="checkbox"/> 正方形 <input type="checkbox"/> 正三角形	打設間隔		X1= m	X2= m					
	<input type="checkbox"/> 矩形 <input type="checkbox"/> その他			非改良層の有無		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 無				
⑧流動化砂圧入量	改良径 D1=	mm		圧入量 V1=	L/m					
	D2=	mm		V2=	L/m					
	D3=	mm		V3=	L/m					
(2)	配合試験計画	①材料砂の土質試験	既往の実績と比較して妥当な粒度分布であるか <input type="checkbox"/> 確認							
			材料砂の密度は確認しているか <input type="checkbox"/> 確認							
		②材料砂の適用試験	フロー値が170mm~230mm程度の範囲内であるか <input type="checkbox"/> 確認							
			ブリーディング率が3%程度以下であるか <input type="checkbox"/> 確認							
			流動化砂含水比は適切か <input type="checkbox"/> 確認							
			先行削孔の必要性について検討されているか <input type="checkbox"/> 確認							
(3)	削孔計画	②埋設物	埋設物に関する現地調査を行う計画になっているか <input type="checkbox"/> 確認							
			埋設物の種類に応じた離隔を確保する計画となっているか <input type="checkbox"/> 確認							
	③削孔能力	<input type="checkbox"/>	【超小型クローラタイプ機】							
			削孔角度	α=	(鉛直0°のみ)		<input type="checkbox"/> 確認			
			削孔角度の確認方法が明記されているか <input type="checkbox"/> 確認							
			他削孔ラインとの離隔は十分確保されているか <input type="checkbox"/> 確認							
			最大削孔深度	L _{max} =	m		(~15.0m)		<input type="checkbox"/> 確認	
			地盤の最大N値					(~20程度)	<input type="checkbox"/> 確認	
		<input type="checkbox"/>	【ボーリングマシンタイプ機】							
			削孔角度	α=	~		(0°~20°を標準)		<input type="checkbox"/> 確認	
			削孔角度の確認方法が明記されているか <input type="checkbox"/> 確認							
			他削孔ラインとの離隔は十分確保されているか <input type="checkbox"/> 確認							
			最大削孔深度	L _{max} =	m		(~25.0m)		<input type="checkbox"/> 確認	
			地盤の最大N値					(~20程度)	<input type="checkbox"/> 確認	
<input type="checkbox"/>	【ロータリーパーカッションドリルタイプ機】									
	削孔角度	α=			(0°~60°を標準)		<input type="checkbox"/> 確認			
	削孔角度の確認方法が明記されているか <input type="checkbox"/> 確認									
	他削孔ラインとの離隔は十分確保されているか <input type="checkbox"/> 確認									
	最大削孔深度	L _{max} =	m		(~40.0m)		<input type="checkbox"/> 確認			
	地盤の最大N値					(N値50以上)	<input type="checkbox"/> 確認			
	④削孔深度管理	SAVE-SP工法研究会認定のプログラムを使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認								
		リアルタイム計測可能な管理計器を使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認								

(4)	圧入計画	①流動化砂逸走対策	逸走の原因となる構造物(捨石・裏込め石等)との離隔は十分か <input type="checkbox"/> 確認
			逸走防止策は検討されているか <input type="checkbox"/> 確認
		②隆起及び水平変位対策	変位対象となる構造物の位置を確認したか <input type="checkbox"/> 確認
			隆起監視方法、隆起防止対策が検討されているか <input type="checkbox"/> 確認
		③圧入量管理	SAVE-SP工法研究会認定のプログラムを使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認
リアルタイム計測可能な管理計器を使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認			
流量計のキャリブレーションを行う計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認			
④圧入圧力管理	SAVE-SP工法研究会認定のプログラムを使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認		
	リアルタイム計測可能な管理計器を使用する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認		
	圧力計の校正証明書を確認したか※ <input type="checkbox"/> 確認		
⑤流動化砂品質管理	計量装置のキャリブレーションを行う計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認		
	流動化砂品質管理の項目・方法・頻度は適切に計画されているか※ <input type="checkbox"/> 確認		
(5)	施工管理記録と立会計画	①施工管理記録	施工管理記録に記載される内容は適切に計画されているか※ <input type="checkbox"/> 確認
		②立会計画	1本毎の施工管理記録を提出する計画となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認
			元請技術者が立会う施工プロセスが記載されているか※ <input type="checkbox"/> 確認
			監督員が立会う施工プロセスが記載されているか※ <input type="checkbox"/> 確認
(6)	トラブル発生時の対応	トラブル発生時の対応方法や報告ルールは計画されているか <input type="checkbox"/> 確認	

3-2 施工段階における確認事項

(1)	施工組織の遂行能力の確認	元請施工担当技術者	施工経験年数	年		
		1次協力業者施工担当技術者	施工経験年数	年		
		協力業者の施工遂行能力	施工機械台数	台	施工機械オペレータの経験年数	年~年
			施工機械オペレータ人数	人		
		施工機械のタイプ	①超小型クローラ ②ボーリングマシン ③ロータリーパーカッションドリル			
		施工機械の性能	①リアルタイム計測 ②最大削孔長 ③最大機械高			
(2)	全工事関係者に対する施工周知会の開催	実施予定日	場所			
		参加予定者	元請			
			1次協力業者			
		2次協力業者				
		実施内容				
(3)	監督員確認	削孔管理	施工位置の確認方法は決められているか <input type="checkbox"/> 確認			
			削孔角度、深度の確認方法は決められているか <input type="checkbox"/> 確認			
		流動化砂圧入管理	深度、圧入量、圧入圧力の確認方法は決められているか <input type="checkbox"/> 確認			
		使用材料、圧入材料の管理	材料砂の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※ <input type="checkbox"/> 確認			
		流動化剤、塑性化剤の搬入量、使用量の確認方法は決められているか※ <input type="checkbox"/> 確認				
		材料砂の含水比の確認方法は決められているか <input type="checkbox"/> 確認				
		流動化砂のテーブルフロー値の確認方法は決められているか <input type="checkbox"/> 確認				
(4)	施工管理記録と報告	SAVE-SP工法研究会認定の管理プログラムを使用しているか <input type="checkbox"/> 確認				
		1本毎に深度・圧入量・圧入圧力が記載された施工管理記録となっているか※ <input type="checkbox"/> 確認				
		日々報告する施工記録を決めているか <input type="checkbox"/> 確認				
		日々報告する内容				
(5)	トラブルを想定した施工管理	削孔	硬質地盤や障害物地盤に適用できる施工機と先端ビットを準備しているか <input type="checkbox"/> 確認			
			管理基準値以上のズレが発生した場合の対処方法は計画されているか <input type="checkbox"/> 確認			
		圧入	圧入圧力が7Mpaとなった場合の対処方法が決められているか <input type="checkbox"/> 確認			
			流動化砂が漏出した場合の対処方法が決められているか <input type="checkbox"/> 確認			
		構造物変位に対する管理基準と対処方法が決められているか <input type="checkbox"/> 確認				

3-3 事後調査段階における確認事項

(1)	品質確認	①強度確認	適切な改良効果確認方法が計画されているか <input type="checkbox"/> 確認	
			改良効果確認方法	<input type="checkbox"/> 標準貫入試験 <input type="checkbox"/> 細粒分含有率確認
				<input type="checkbox"/> 塑性指数I _p 確認 <input type="checkbox"/> その他 ()
		監督員の立会を基本として計画されているか <input type="checkbox"/> 確認		

曲がり削孔式浸透固化処理工法(PGM 工法)

■ 浸透固化処理工法の原理

「浸透固化処理工法」は、地盤に浸透性の高い恒久薬液を浸透注入し、間隙水をゼリー状の物質に置き換えることで、施設を供用しながらの施工を可能とする液状化対策工法です。

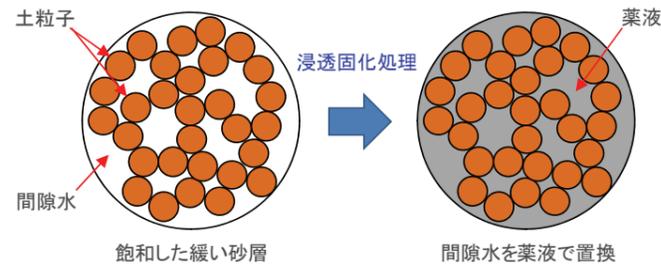


図-1 浸透固化処理工法の原理

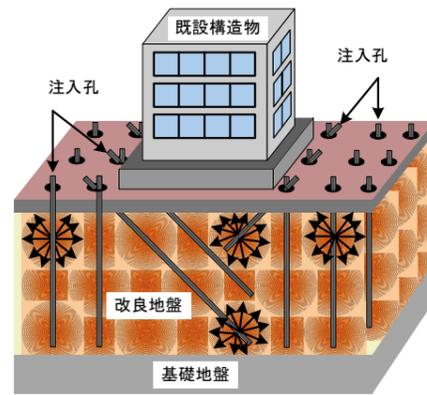


図-2 浸透固化処理工法の施工イメージ

■ 曲がり削孔工法の概要

(1) 特徴

曲がり削孔工法は、最大 200m、最大深度 20m の長距離・大深度に対応し、既設構造物直下などの地上からの施工が困難な地盤を効率的に削孔することを可能とします。

また、2 種類の位置検出システムを併用することで、高精度な誘導削孔を可能とし、これにより、滑走路等の地上施設を供用した状態で施工することができます。

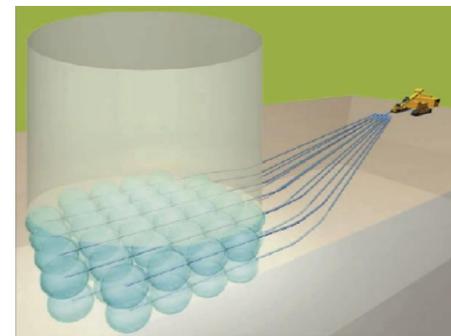


図-3 曲がり削孔イメージ

(2) 削孔方向制御

本工法は、削孔ロッド先端に片テーパ形ビットを有し(図-4)、曲線削孔時はロッドを回転させず押し込み、このテーパ面に地山を当てることで地山から反力を受けて反対方向にロッドが曲がる仕組みです。直線削孔時は、ロッドを回転させることで直線的に削孔します(図-5)。

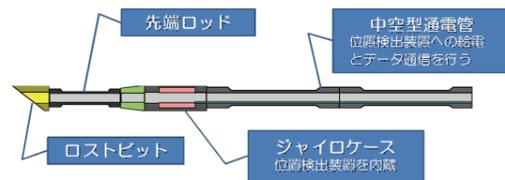


図-4 先端部ロッド構成

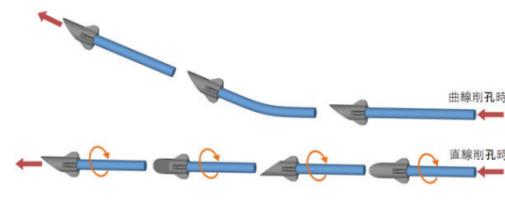


図-5 削孔方向制御

(3) 位置検出システム

本システムは、図-6 に示す『固定式』と『挿入式』の 2 種類のジャイロを併用することで精度の高い誘導削孔と位置検出を行います。

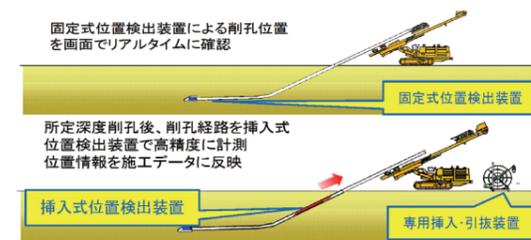


図-6 位置検出システム

■ 施工フロー

① 削孔機セット

削孔機を所定の位置にセットする



② 削孔開始

中空式ジャイロによりリアルタイムで位置検出しつつロッドの姿勢を制御する



③ 挿入式管路計測装置計測

削孔経路を挿入式管路計測装置で計測し位置情報を挿入式の結果に置き換える



④ 継続削孔

挿入式による位置情報を固定式ジャイロに引き継ぎ、削孔を継続する



⑤ ビットロスト

ケーシングを逆回転し、先端ビットをロストする



⑥ 注入外管挿入

削孔ロッド内に注入外管を挿入する



⑦ 削孔ロッド抜管

注入外管を地盤内に残置し、削孔ロッドを引き抜く



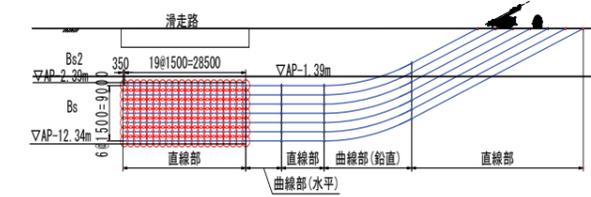
⑧ 薬液注入

スリーブパッカー注入・固化後、先端の注入口より順次薬液の注入を行う

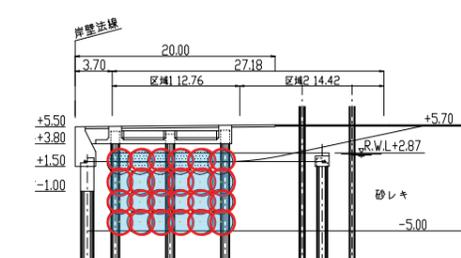


■ 施工事例

(1) 施工事例①: 空港滑走路



(2) 施工事例②: 既設岸壁(鋼管矢板式)



NETIS : KT-990230-V

お問合せ : 浸透固化処理工法研究会 事務局 03-3817-7572 (五洋建設株式会社 土木企画部内)

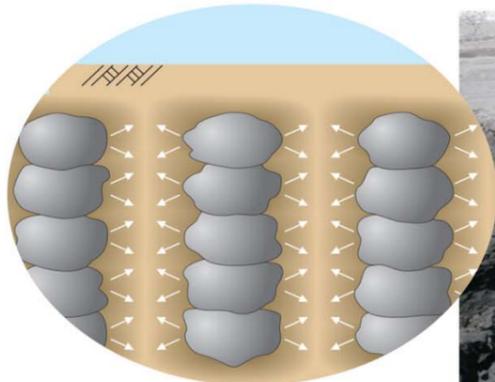
<http://www.pgm-koho.jp/>

静的圧入締固め工法(CPG)

CPG工法概要

CPG工法は液状化対策工法のひとつで、スランプ5cm以下の極めて流動性の低いモルタルを、振動や衝撃を全く加えず地盤中に圧入する技術です。

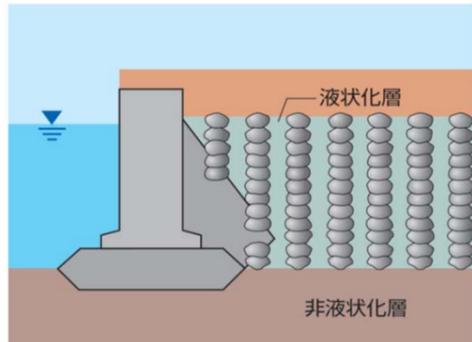
圧入されたモルタルは、その低い流動性ゆえに迷走することなく所定の位置に固結体を造成します。この固結体の体積増加が周辺地盤を圧縮し、密度を増大させます。



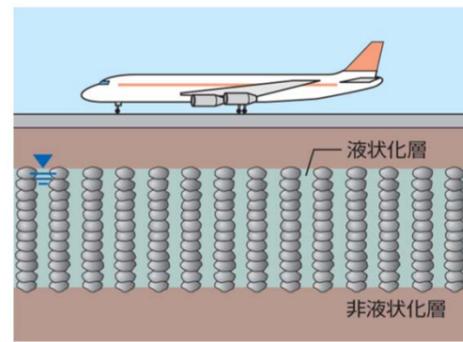
<工法原理>



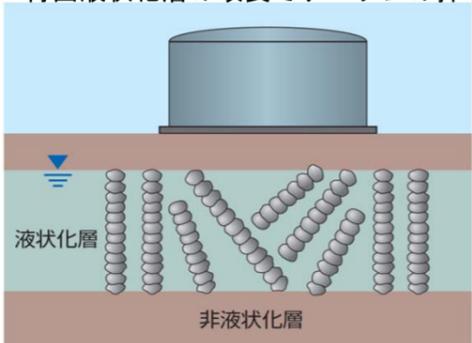
CPG工法の適用例



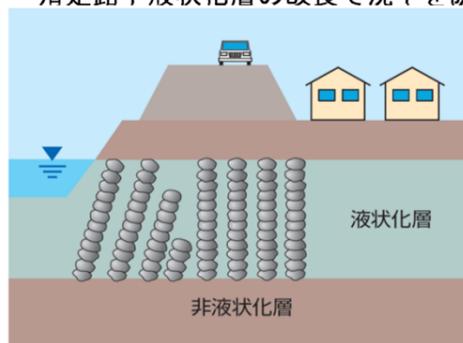
- 岸壁背面
背面液状化層の改良でケーソンの押し出しを防止



- 滑走路下部
滑走路下液状化層の改良で沈下を防止



- 貯油槽下部の地盤沈下
貯油槽下部の液状化層の改良により地盤沈下を防止



- 盛土構造物(狭隘・近接部)
液状化層の改良で盛土層の沈下・崩壊を防止

極めて流動性の低いモルタルを静的に圧入

圧入されたモルタルが周辺地盤を圧縮強化

液状化地盤が強化され非液状化地盤へ変身

CPG工法の特長



● 静的に圧入締固め

CPGポンプを用いた静的圧入により、無振動、低騒音で地盤を締固めます。地盤変位や構造物変位が少なく、既設構造物の直下、直近地盤といったこれまで困難といわれたケースに威力を発揮します。



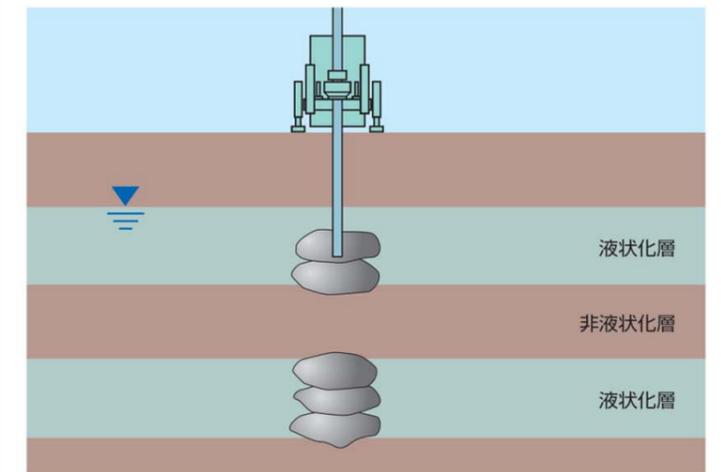
● コンパクトな設備

注入ポイントには小型ボーリングマシンと注入管リフト装置を設置するだけなので、上空制限がある場所や、既設構造物の内部等の狭い作業空間でも施工が可能です。



● 硬質地盤に対応

小口径(外径約70mm)ロッドにより削孔するので、対象地盤の上部に硬質地盤が存在しても容易に貫通し、改良を行うことができます。



● 土層に応じた改良率が選定可能

注入量の変更により土層毎に最適な改良率を選定できるので、経済設計が可能です。もちろん、改良不要な土層は注入せずいわゆる中抜き施工で対応します。

NETIS登録

KTK-140005-A

お問合せ先

〒111-0052 東京都台東区柳橋2-19-6
TEL 03-5825-3752 / FAX 03-5825-3756
Mail : office@cpg-kouhou.jp

静的圧入締固め工法(CPG工法)研究会

砂圧入式静的締固め工法 (SAVE-SP (セーブエスピー) 工法)

【工法概要】

SAVE-SP 工法は超小型の施工機を用いて、**ポンプ圧送可能な状態にした砂を小径のロッドを通じて地中に圧入することで、地盤を締固める液状化対策工法**です。

この工法により、狭隘地や既設構造物直下の地盤を締固めることを可能としたもので、従来のサンドコンパクションパイルと同等の効果が得られます。

【特徴】

○超小型施工機を使用

超小型機で施工するため、狭隘地や棧橋上での施工が可能です。また移動も容易なので、空港などで緊急待機にも対応できます。

○材料に砂を使用

材料はプラントで砂に流動化剤を添加して圧送可能な状態にした砂（流動化砂）を用います。プラントでは流動化剤と遅効性の塑性化剤を添加し、地中に圧入された流動化砂は塑性化されて地盤中に存置され、環境への影響もありません。砂の圧送可能距離は約 100m で施工場所から離れた場所にプラント設備を設置可能です。また、流動化砂をミキサー車を用いて運搬することも可能です。

○既設構造物直下の液状化対策が可能

斜め施工や硬質障害物層等への貫入にも対応可能です。既設の舗装、岸壁構造物や埋設物に対してφ150mm 程度の小さな孔だけで施工できるので、施工後の修復も容易です。

○無振動・低騒音

振動式の SCP のようにバイプロハンマを使用しないので、静かに地盤を締固めることが可能です。

○環境負荷低減工法

超小型施工機や自然材料（砂）を使用することで環境にやさしく、地盤になじみ易い工法です。

【施工手順】

(流動化砂の製造)

適用性確認試験

材料砂の選定

配合の決定

材料砂の含水比確認

フロー試験の実施

流動化砂の製造

(施工)

準備工

機材搬入・組立

仮設工

キャリブレーション

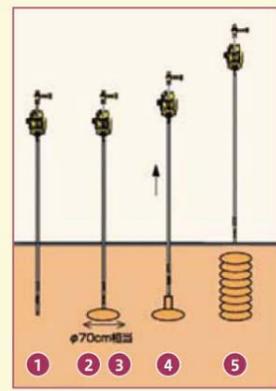
削孔工

圧入工

機材解体・搬出

完了

- 1 ロッド貫入
所定深度までロッドを貫入します。
- 2 流動化砂製造/圧送
プラントで砂を流動化剤、遅効性塑性化剤、水と湿練し、流動化された砂をポンプで圧送します。
- 3 流動化砂圧入
φ70cm相当の流動化砂をロッド先端から圧入し、周囲の地盤を締固めます。同時に流動化砂は脱水され締まった砂になります。
- 4 ロッド引き上げ
ロッドを所定の高さまで引き上げます。
- 5 所定深度まで繰り返し
②③④を所定の深度まで行い、対象地盤を締固めます。
- 6 次の施工位置へ移動



【施工管理】

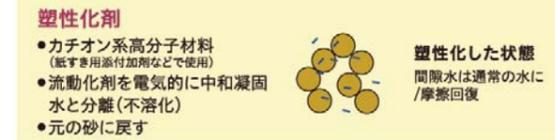
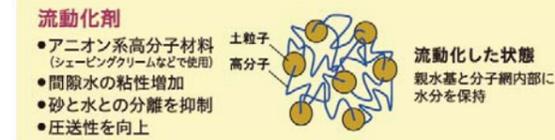
専用の施工管理計器により「貫入長」「圧入量」「圧力」をリアルタイムに表示・記録します。オペレータは施工管理計器の表示に基づき正確な操作を行います。

SAVE-SP 工法研究会：事務局 03-5644-8531

NETIS：SKK090002-VE（平成 28 年度推奨技術）、建設技術審査証明第 37 号

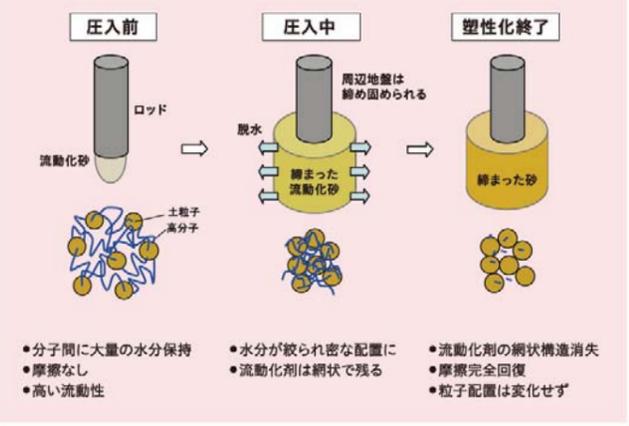
【流動化砂とは】

本工法では、流動化剤を加えて流動性を付与した砂を流動化砂と呼びます。塑性化剤を加えると流動性は消失します。



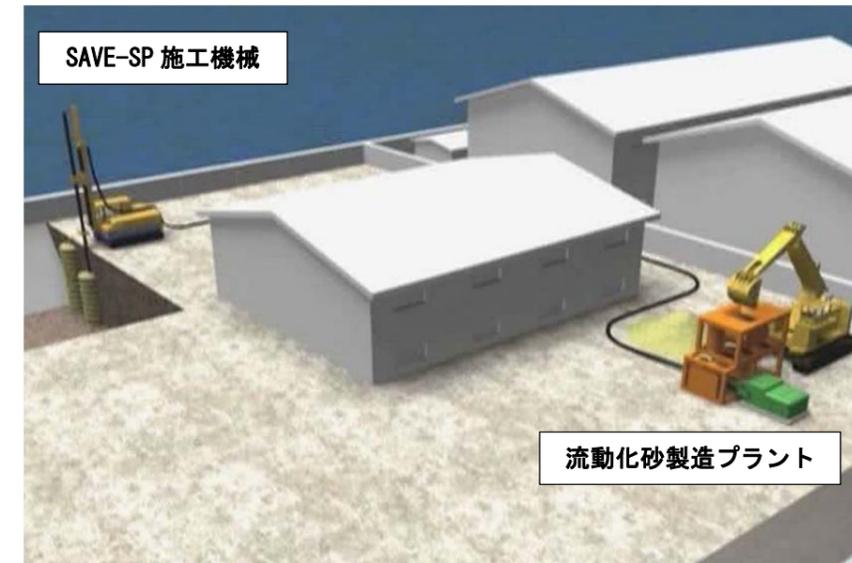
液性：中性 危険物質の対象外 (PRTR法(環境省：化学物質排出移動量届出制度))
 魚類による急性毒試験：試験最大濃度1,000mg/L 96時間暴露で死亡無し
 土壌汚染対策法に則った溶出量試験・含有量試験：共に対象物質は不検出
 ((財)化学物質評価研究機構CERiにて確認)

流動化砂の状態変化



【施工機械の構成】

プラント設備から約 100m の距離まで流動化砂の圧送が可能です。施工機械は施工条件により最適な機種を選定します。



【適用例】

