

液状化対策工法の分類と工法概要 (原理別分類表と地盤改良工法の選定表)

まえがき

本資料は、下記の資料などを参考に、液状化対策工法を体系化した分類表、および、液状化対策として適用可能な地盤改良工法の選定表等を取り纏めたものである。

ただし、工法選定表などに示した情報は、主に本小委員会が以前に実施した「地盤改良工法の体系化」¹⁾においてアンケート調査したデータ（調査期間：2009年1月～8月）に基づいているため、最新情報等は工法一覧表に記載したウェブサイトなどで確認いただきたい。また、地盤改良工法には多くの工法があり新技術開発等も盛んなため、本資料に記載できなかった工法もあると思われるので、その点にも留意いただきたい。

【参考資料】

- 1) 土木学会 建設技術研究委員会：第11回新しい材料・工法・機械講習会講演概要－最新の技術の現状と設計・施工のポイント－杭工法，切土・盛土工法，地盤改良工法，土留め工法，平成22年2月
<http://committees.jsce.or.jp/sekou05/node/23>
- 2) 地盤工学・実務シリーズ18 液状化対策工法，p.178，p.223，2004，地盤工学会
- 3) 浦安市液状化対策技術検討調査委員会，資料3-3-1，I-5 液状化対策工法の体系的整理
<http://www.city.urayasu.chiba.jp/menu11324.html>

2012年4月

公益社団法人 土木学会
建設技術研究委員会 建設技術体系化小委員会

1. 液状化対策工法の分類

液状化対策工法の原理別分類を表-1.1に示す。

表-1.1 液状化対策工法の分類表（原理別分類）

原理	大分類		中分類	小分類	備考	
液状化発生 の抑制	土の性質 の改良	密度の増大 (有効応力の増大)	締固め工法 (密度増大工法)	表層締固め工法	○	
				サンドコンパクションパイル工法	陸上施工	○
					海上施工	○
				振動締固め工法	○	
				静的締固め工法	陸上施工	○
		海上施工	○			
		動圧密工法	○			
		固結 (せん断変形の抑制)	固化工法	浅層混合処理工法	現位置固化工法	○
				中層混合処理工法	機械攪拌工法	○
					機械攪拌+高圧噴射工法	○
	深層混合処理工法			機械攪拌工法	○	
				機械攪拌+高圧噴射工法	○	
				高圧噴射工法	○	
	その他			○		
	薬液注入工法 (注入固化工法)	多重管注入工法	○			
		浸透固化工法	○			
	その他	○				
	生石灰パイル工法	○				
	事前混合処理工法					
	粒度の改良	置換工法	置換工法(掘削置換)			
強制置換工法(圧入置換)						
爆破置換工法						
飽和度の低下 (有効応力の増大)	地下水位低下工法	ディープウェル工法				
		排水溝工法				
応力・変 形・間隙 水圧に関 する条件 の改良	有効応力の増大		ゴムバッグなどによる側圧の増大			
			パーチャルドレーン工法	グラベルドレーン工法	○	
	間隙水圧の抑制・消散 (間隙水圧の遮断)	間隙水圧消散工法	水平ドレーン工法	水平ドレーン工法	○	
			排水機能付鋼材工法			
	せん断変形の抑制 (間隙水圧の遮断)	せん断変形抑制工	格子状地盤改良			
			連続地中壁による工法			
液状化被害の 軽減	液状化の発生は許すが構造的に対応	基礎の強化など	杭基礎など			
			杭状地盤改良			
		地中構造物の浮き上がり量の低減	浮き上がり抑止杭			
			地中構造物の重量増大			
		地盤変位への追従	配管の可撓継手など			
液状化後の変位抑制		直接基礎のジオグリッドなどによる補強				
		盛土に対するシートパイル締切工法				

注 1) 備考欄の○印は当委員会でアンケート調査(調査期間:2009年1月~8月)を行った工法を示す。

注 2) 生石灰パイル工法は、一般に軟弱粘性土地盤に対する圧密排水工法(特殊脱水工法)に分類されることが多いが、液状化対策としては上記のように固化工法に分類した。

2. 液状化対策に適用可能な地盤改良工法

表－1.1 液状化対策の分類表の中から地盤改良工法（特に原位置で地盤に改良効果を付与する工法）を取り上げ、以下に中分類ごとに工法概要と具体的な工法を示す。なお、これらの一覧表に記載した地盤改良工法は、前述のように以前に実施した「地盤改良工法の体系化」において作成した資料より、液状化対策工法に該当する工法を抽出して加筆修正したものである。

2.1 締固め工法

(1) 表層締固め工法

地盤の表層に振動機を作用させて締め固める工法である。砂質土の浅層部を締め固める工法で、他の締固め工法とは適用範囲が異なるため、サンドコンパクションパイル工法や振動締固め工法と併用されることが多い。具体的な工法名と概要などを表－2.1.1に示す。

(2) サンドコンパクションパイル工法

軟弱地盤中に振動または衝撃により砂を圧入し、直径が大きく圧縮された砂杭を造成して地盤の安定を図る工法である。陸上施工と海上施工に細分類される。具体的な工法名と概要などを表－2.1.2に示す。

(3) 振動締固め工法

棒状振動機の貫入と、土砂の投入により地盤の振動水締めを図る工法である。サンドコンパクション工法がケーシングパイプ内から補給材を圧入するのに対し、振動締固め工法では地盤中に打ち込まれた棒状振動機の側面（地表面）から砂、砂利等を補給しながら振動により締め固めるものである。振動締固めに吸水を併用した工法もある。具体的な工法名と概要などを表－2.1.3に示す。

(4) 静的締固め工法

地盤中にパイル状のものを注入し、その吸水膨張力や注入圧等により地盤を静的に締め固め、安定を図る工法である。パイル状のものとして流動材、砂質土を使用するものに大別される。具体的な工法名と概要などを表－2.1.4に示す。

(5) 動圧密工法

重錘を地盤に落下させて繰り返し打撃エネルギーを加えることで地盤を締め固める工法（重錘落下締固め工法）の他に、地盤に挿入した発破の衝撃により地盤を締め固める工法もある。具体的な工法名と概要などを表－2.1.5に示す。

2.2 固化工法

(1) 浅層混合処理工法

軟弱地盤の表層を原位置で直接固化材を混合する工法で、改良深度が概ね 3m 以内の工法を対象とした。一般にはトラフィカビリティ確保を目的に用いられることが多い。具体的な工法名、概要等を表-2.2.1 に示す。

(2) 中層混合処理工法

所定の深度までの軟弱地盤を、原位置で直接固化材と混合する工法である。改良深度が概ね 10m 以内の工法を対象とした。具体的な工法名、概要等を表-2.2.2 に示す。

(3) 深層混合処理工法

地表面下深い層まで存在する軟弱地盤を、原位置で直接固化材と混合する工法である。改良深度が概ね 10m を超える工法を対象とした。具体的な工法名、概要等を表-2.2.3~2.2.7 に示す。

(4) 薬液注入工法

薬液を地盤に注入して止水性または強度を増大させることを目的とする工法で、多重管注入工法と浸透固化工法がある。具体的な工法名、概要等を表-2.2.8~2.2.9 に示す。

(5) 生石灰パイル工法

生石灰を主成分とする粉粒状の改良材を軟弱地盤中に円柱状に圧入造成し、生石灰の吸水・膨張作用を利用して地盤の含水比低下・圧密（密度増大）効果を期待するとともに、水硬性の生石灰と圧密強化された中間地盤（原地盤）とで複合地盤を形成し、地盤全体を改良する工法である。なお、一般には軟弱粘性土地盤に対する圧密・排水工法の中の化学的脱水工法として分類されることが多い。具体的な工法名、概要等を表-2.2.10 に示す。

2.3 間隙水圧消散工法

(1) バーチカルドレーン工法

砂礫や人工材料の鉛直ドレーンを打設して排水距離を短縮させ、地震時の過剰間隙水圧消散を促進する工法である。具体的な工法名、概要等を表-2.3.1 に示す。

(2) 水平ドレーン工法

水平方向に人工材料のドレーン材を埋め込んで排水距離を短縮させ、地震時の過剰間隙水圧消散を促進する工法である。具体的な工法名、概要等を表-2.3.2 に示す。

3. 液状化対策に適用可能な地盤改良工法の選定表

最適な改良原理分類を選定することを目的として、前節で示した「液状化対策に適用可能な地盤改良工法」の適用条件などを整理した工法選定表を表-3.1、表-3.2に示す。

なお、本表は、前述のように本委員会で以前に実施したアンケート調査結果に基づき小委員会が独自に作成したものである。工法選定表を作成するにあたり、定めたルールならびに特記事項を以下に示す（・作成上のルール、*特記事項）。

【工法選定表の作成上のルールおよび特記事項】

①共通事項	<ul style="list-style-type: none"> 各数値は、原則アンケート調査結果の最小値～最大値とする。 アンケートの回答が「空欄」「該当なし」「-」の場合は空欄とする。
②改良原理の分類	<ul style="list-style-type: none"> 改良原理は、表-1.1に示す分類とする。
③工法数	<ul style="list-style-type: none"> アンケートの回答で、改良目的の液状化対策に「○」か「△」が記入されていた工法の数。
④改良目的	<ul style="list-style-type: none"> 「○」：適用可能、「△」：適用可能な工法がある、「×」：適用不可 *液状化対策に対して「○」か「△」と回答した工法を抽出した。
⑤地盤条件	<ul style="list-style-type: none"> 「○」：施工可能、「△」：施工可能な工法がある、「×」：施工困難
⑥施工条件 改良仕様	<ul style="list-style-type: none"> *特殊な施工機械を有する工法があるので、詳細なデータが必要な場合には、下記の参考資料のアンケート調査データを参照するか、施工会社へ直接確認すること。
⑦環境側面	<ul style="list-style-type: none"> 「○」：対応できる、「△」：対応できる工法がある、「×」：対応できない
⑧標準施工能力 概算標準工事費	<ul style="list-style-type: none"> 標準施工能力は、原則として1日あたりの能力に統一する。アンケート調査の結果、時間あたりの能力で回答があった工法は、そのまま記載した。 *施工条件等により異なるので、下記の参考資料のアンケート調査データを参照するか、施工会社へ直接確認すること。
⑨施工実績	<ul style="list-style-type: none"> 「多」：100件以上、「中」：10～99件、「少」：10件未満と表す。 分類内に「多」が一つあれば「多」、「中、少」が混在する場合には「中」、「少」のみの場合には「少」とする。 *下記の参考資料のアンケート調査（調査期間：2009年1月～8月）に基づいているので、最新情報は施工会社へ直接確認すること。

表-2.1.1 表層締め固め工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
-	-	マンモスパイロタンパー工法	1	強力な振動機と大型のダンパーとの組み合わせにより、表層地盤を締め固める工法	http://www.fudotetra.co.jp/		
		ソイルバイプロタンピング工法	2	大型バイプロハンマーを搭載したタンパー台によって振動エネルギーを与え地盤表層を締め固める密度増大工法	http://www.nipponkaiko.co.jp/		

表-2.1.2 サンドコンパクションパイル工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
陸上施工	-	バイプロコンポーザー工法(陸上施工)	3	振動する中空管を用いて軟弱地盤中に径の大きい圧縮された砂グイを造成し、地盤の安定化をはかる工法	http://www.fudotetra.co.jp/		
		テラシステム工法	4	液状化地盤を振動エネルギーにより締め固める時に発生する過剰間隙水圧を強制的に消散させ、エネルギーの伝播を効率的に広範囲に行うことにより、地盤の液状化強度の増大をはかる液状化対策工法	http://www.tovo-const.co.jp/	○	
		リソイルコンポーザー工法	5	コンポーザー工法に用いられてきた自然砂、この代替材料として建設発生土や石炭灰などを積極的に再利用する工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	
海上施工	-	バイプロコンポーザー工法(海上施工)	6	大型バイプロハンマーを搭載したタンパー台によって振動エネルギーを与え地盤表層を締め固める密度増大工法	http://www.fudotetra.co.jp/		

表-2.1.3 振動締め固め工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
-	-	バイプロフローテーション工法	7	ゆるい砂質地盤に対して用いられ、棒状の振動機を地盤中で振動させながら水を噴射し、水締めと振動により地盤を締め固め、同時に生じた空けきに砂利などを補給して地盤を改良する工法	http://www.tokvosoil.co.jp/		
		バイプロロッド工法	8	各種の特殊圧入ロッドを振動圧入することにより、ゆるい砂質地盤を締め固める工法	http://www.fudotetra.co.jp/		
		SVS工法	9	緩い砂質地盤内に地表面から砂等を補給しながら、バイプロハンマーと先端振動体(バイプロフロット)を装備した圧入ロッドを、地盤中で貫入・引き抜きを繰り返すことで振動を与え地盤全体を締め固める工法	http://www.nipponkaiko.co.jp/		
		DV工法(ディープバイプロ工法)	10	引き抜き先端に取り付けられた大容量のバイプロフロットの水平方向の振動エネルギーによって、地盤や供給される補給材を低振動・低騒音で締め固める工法	http://www.bauer-kouhou.com/ http://www.nipponkaiko.co.jp/	○	KT-980238-A
	吸水併用	SIMAR工法	11	従来のロッドコンパクション工法に吸水機構を付与し、地盤の締め固め効率を高めた液状化対策工法。	http://www.maeda.co.jp/service/d_reduction/simar/index.html	○	TH-990039-A

表-2.1.4 静的締固め工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
陸上施工	流動材圧入	コンパクショングラウチング工法	12	流動性の極めて小さいソイルモルタルを地盤中に圧入して均質な固結体を連続的に造成し、この固結体による締固め効果で周辺地盤を強化する工法	http://www.cpg-kouhou.jp	○	
		可塑状ゲル圧入工法	13	可塑状態のゲルの流動特性を利用して軟弱地盤に圧入し、地盤を高密度化して地盤改良を図る新しい静的締固め工法	http://www.ickk.jp/index.php	○	準備中
		SAVE-SP工法	14	超小型の施工機を用いて、流動化させた 砂をポンプ圧送により地中に圧入することで、地盤を締固める工法	http://www.fudotetra.co.jp/	出願中	SKK-090002
	砂質土圧入	SLP工法	15	特殊石灰と水砕スラグまたはセメント、石膏ならびに砂を混合した材料を投入し、混合材を地盤中にパイル状に残置してくる工法	http://www.toda.co.jp http://www.chemico.co.jp	○	
		SAVEコンポーザー工法	16	新機構の強制昇降装置を用いた回転圧入施工(ウェーブ施工)の開発により、振動エネルギーに頼らない静かな締固めができ工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	CB-980039-V
		Geo-KONG工法	17	起振機を使用せず、低騒音・低振動で砂・砕石等の材料を圧入し、地盤を強固に締固める地盤改良工法	http://www.konoike.co.jp/	○	KT-990271-A
		KS-EGG工法	18	軟弱地盤中に径700~800mmの締固められた砂杭または砕石杭を静的に造成する、無振動低騒音式地盤改良工法(エッグ工法)	http://www.aomi-const.jp/	○	CG-010009
		SDP工法 (静的締固め杭工法)	19	施工中の低振動・低騒音を実現した工法であり、打設時の締固め杭材(補給材)に建設発生土を使用することができる工法	http://www.aomi-const.jp/	○	KK-980070-A
		STEP工法	20	インナースクリーと、その先端側面から噴射する間欠エアによって、ケーシング内の材料を強制排出し、回転トルクを作用させることで、緩い砂地盤中に拡径、締め固めされた杭を造成する工法	http://www.nipponkaiko.co.jp/	○	KT-040054
	その他(産廃減容化)	リフューズプレス工法 (RP工法)	21	廃棄物を静的に圧縮して減容化する工法として開発された工法。廃棄物中に貫入体(φ850~1500mm)を回転・圧入して、孔壁に圧縮するとともに、さらに上部から廃棄物をバックホウなどにより孔内に投入し、貫入体によって投入した廃棄物の再締固めを行い減容化を図る工法	http://www.sun-world.jp http://www.kaigo-mec.co.jp/	○	KT-030028
	海上施工	-	SAVEマリン工法	22	陸上で豊富な実績を持つ静的締固め砂杭工法「SAVEコンポーザー」の技術を採用し、振動・騒音とその影響を大幅に低減した海上締固め砂杭工法	http://www.fudotetra.co.jp/	

表-2.1.5 動圧密工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
-	-	動圧密工法	23	鋼又はコンクリート製の重錘(重量10~30t)をクレーン等によって吊り上げ、高所(高さ10~30m)から地盤に繰り返し自由落下させ、地表面に衝撃力を加える事によって地盤を締固め・強化、廃棄物を減容化する地盤改良工法です。	http://www.kaigo-mec.co.jp/	○	KT980693
		衝撃締固め工法 (Shockwave Densification Method)	24	緩い状態で堆積している地下水位以下の砂質土地盤中に発破をかけることによって、人工的な液状化現象を起こし、水圧の消散過程で土粒子をより密な状態へと変化させ、極めて短時間で地盤を締固め、強度を高める工法	http://www.satokogyo.co.jp	○	

表-2.2.1 浅層混合処理工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
原位置固化処理工法	—	ソイルライマー工法	25	軟弱土に対して粉体あるいはスラリー状のセメント系・石灰系等の固化材を混合することにより、支持地盤を確保することを目的とする工法	http://www.tovostb.co.jp/iiban/index.html		
		STB工法	26	セメントおよびセメント系固化材をモイストセメント製造装置で湿润感を持たせ、発塵抑制型固化材として利用する浅層地盤改良工法	http://www.tovostb.co.jp/iiban/index.html		
		パワーブレンダー工法	27	セメント・セメント系固化材などの改良材をスラリー状に混練後、地中に噴射し原位置土と改良材を強制的に攪拌混合し、固化することを目的とした地盤改良工法	http://www.power-blender.com/index.htm	○	CB-980022
		マッドミキサー(M-I)工法	28	固化材を原位置土上に散布し攪拌混合する工法	http://www.serita.jp	○	QS-980053
		エスミックスラリー工法	29	固化材をスラリー状にして対象土に添加・混合する改良工法で、粉体混合方式による粉塵飛散などの問題点をカバーするものとして開発された工法。掘削機械は汎用型のバックホウを使用。	http://www.soc-estec.co.jp/	○	

表-2.2.2 中層混合処理工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
機械攪拌工法	-	マッドスタビ工法	30	軟弱土に固化材を添加しながら、地盤の浅層部(最深4mまで)をマッドスタビライザやマルチミキサ等で混合し、安定処理する工法	www.nippo-c.co.jp		KT-050108-A
		自走式施工法(ARM工法)	31	自走できるフロート構造の特殊処理機を用いて、スラリー状のセメント系固化材を対象地盤と攪拌混合して軟弱地盤を改良する固化処理工法	http://www.kokashori.jp/index.html	○	KT-000141-A
		自走式施工法(LVM工法)	32	自走できるフロート構造の特殊処理機を用いて、スラリー状のセメント系固化材を対象地盤と攪拌混合して軟弱地盤を改良する固化処理工法(長尺垂直式)	http://www.kokashori.jp/index.html		
		長尺横行式泥上施工法(FVM工法)	33	長尺横行攪拌機を連結したフロート上または台船上に搭載するため、特別に処理機用の足場盛土を必要とせず、トラフカビリティの確保が難しい地盤あるいは水上から、比較的深い処理地盤を造成できる工法(泥上施工)	http://www.kokashori.jp/index.html		
		長尺横行式水中施工法(FAM工法)	34	長尺横行攪拌機を連結したフロート上または台船上に搭載するため、特別に処理機用の足場盛土を必要とせず、トラフカビリティの確保が難しい地盤あるいは水上から、比較的深い処理地盤を造成できる工法(水中施工)	http://www.kokashori.jp/index.html		
		マッドミキサーM-II工法	35	バックホウに超ロングブームアームと油圧回転式特殊攪拌機(マッドミキサーM-II型)を装備し、軟弱土と固化材を連続的に機械混合し、土と固化材を化学反応させて、土質性状の安定と強度を高める工法	http://www.serita.jp	○	QS-980054-V
		SCM工法	36	軟弱地盤の改良において、特殊攪拌装置を汎用性の高いバックホウに取り付けてセメントスラリー又はセメント粉体を原位置土と混合させる工法	http://www.raito.co.jp	○	SK-020004-V
		ISM工法	37	施工箇所で発生するφ300mm以下の土砂を建設発生土として処分せず、プラントで製造するセメントミルクをバックホウ先端に装備した高機能攪拌装置(ツインヘッド)にて攪拌混合し、低強度のコンクリートなみの強度を有する基礎や構造体を築造する工法	http://www.ism-method.jp/	○	HR-000007-V
		WILL工法(スラリー揺動攪拌工法)	38	地表より8m以内の軟弱粘性土地盤からN値40までの砂質土地盤にスラリー状のセメント系固化材等を注入しながら、リボンスクリュー型攪拌翼の中で固化材と原位置土を上下左右に攪拌混合する(揺動攪拌)ことで、安定した改良体を形成する工法	http://www.will-koho.com/	○	QS-090004-A
		アイマーク工法II	39	セメント系固化材あるいはセメントの固化材スラリーを特殊攪拌機の先端から地盤に注入しながら混合攪拌し、柱状の強固なコラム(ソイルセメントコラム)を築造する工法	www.travers.co.jp	○	
		VMS工法	40	軟弱土にセメントなどの固化材を加えながら強制攪拌し、土を固結させて地盤の改良を行うスラリー系深層混合処理工法	www.nippo-c.co.jp		KT-010164-A
		STコラム工法	41	掘削攪拌装置を用いて、掘削貫入攪拌をしながらセメントミルクを注入し、土と混合攪拌することにより、STコラム(柱状改良体)を築造する工法	http://www.st-column-kohokyoikai.com/		
三次元攪拌工法	42	三次元攪拌装置(水平に回転・掘進する掘削翼に対して垂直に回転する攪拌翼を装着)により、セメントミルクと土が三次元的に攪拌混合され均一でより高い強度を示す柱体を造成する工法	http://www.3zigen-kakuhan.co.jp	○			
機械攪拌+高圧噴射工法	-	パワーブレンダー工法(スラリー噴射方式)	43	トレンチャー式攪拌機を用いて、セメント、セメント系固化材と原位置土を混合攪拌し、強固な地盤を造成して構造物、建築物、盛土等の沈下及び安定対策を行なう工法	http://www.power-blender.com/	○	設計比較対象技術 CB-980012-V
		パワーブレンダー工法(噴射攪拌方式)	44	従来のスラリー添加では改良強度を得るのが難しいとされてきた土質に、セメント、セメント系固化材、石灰系固化材などの改良材をパワーブレンダー(トレンチャー式攪拌機)により強制的に攪拌混合し、強固な地盤を造成して構造物・建築物・盛土等の沈下及び安定対策、地震時対策を行なう工法	http://www.power-blender.com/	○	CB-980019-A
		MMB工法	45	らせん状に配置された攪拌羽根により土を強制的に裁断する攪拌装置バケットを用いた攪拌混合工法	http://www.fkd.co.jp/	申請中	KT-070025-A

表-2.2.3 深層混合処理工法(1)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
機械攪拌工法	-	MR-II C工法	46	超軟弱地盤(ヘドロ)から軟弱地盤を対象とした、表層~中層(≤10m)領域の深度を対象に円柱状の杭を造成する地盤改良工法	http://www.chemico.co.jp/		KT-040058-A
		ツイン・ブレードミキシング工法	47	先端部の左右両側に取り付けた大径攪拌翼を鉛直方向に回転させるT B攪拌装置を用い、深度13mまでの中層領域を効率よく攪拌混合する原位置固化処理工法	http://www.chemico.co.jp/	○	KT-050086-V
		オープンウイング工法	48	開閉翼可能な先端装置を使用することにより埋設物下、道路下の軟弱土を効率良く改良する工法	http://www.raito.co.jp	○	
		ダブルミキシング工法	49	バックホウをベースマシンとした地盤改良機により軟弱地盤中にスラリー状のセメント系固化材を注入しながら所定の深度まで土と固化材を機械的に混合攪拌し良質な改良地盤を形成する工法	http://www.shinwa-techno.co.jp/	○	QS-980227-V
		USP工法	50	特殊攪拌混合装置により固化材スラリー(固化材+水)と地盤とを強制的に混合攪拌し、杭状の改良体(改良コラム)を築造する工法	http://www.ube-ind.co.jp/fujiube/	有	無
		MT-CMC工法	51	セメントミルクやセメントモルタルなどの改良材を軟弱粘性土と地盤中の原位置で攪拌混合し、化学的な結合作用を利用して地盤改良を図る最も代表的な深層混合処理工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	
		エスミコラム工法	52	地山に貫入固定された3枚フリー翼が掘削ビットの上部に装備されており、共回り現象を防止する機械攪拌式深層混合処理工法	http://www.soc-estec.co.jp/	○	
		スリーエスG工法	53	特殊掘削攪拌翼を専用マシン(クローラータイプ)に取り付け、掘削時は下吐出口から、引上時はロットを逆回転させ上吐出口からスラリーを噴射させる工法	http://www.gansui.co.jp/	○	
		ソイルマスター工法(FD-20工法)	54	日本で初めてのセメント系スラリー工法(泥上での施工可能)	http://www.ftn.jp		
		CDM-SSC工法	55	水底の汚染土を原位置で固化不溶化する工法	http://www.cdm-gr.com/	○	KT-110006-A
		PROP工法	56	独自に開発した土の共回り防止機構と多種多様な施工機を使用する高強度でばらつきのない深層混合処理工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	KT-990165-A
		CI-CMC工法	57	攪拌翼を用いセメント系改良材と軟弱土を地盤内の原位置で攪拌混合し、大径ソイルセメントコラム(大型施工機で単軸施工φ2.0m、二軸施工φ1.6m)を造成する工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	QS-980018-V
		アスコラム工法	58	スラリー状のセメント系固化材を原位置土に添加しながら土と固化材を正逆回転の攪拌機構により混合・攪拌し、所定の深度まで貫入したのちロッドを引抜きつつ攪拌を繰返すことにより、地中に均質なソイルセメントコラムを形成する工法	http://www.raito.co.jp	○	
		DJM工法	59	軟弱地盤中に粉粒体の改良材を供給し、強制的に原位置土と攪拌混合することにより土と改良材を化学的に反応させて、土質性状を安定なものにするとともに強度を高める粉体噴射攪拌工法	http://www.djm.gr.jp/	○	HL-DJM (HR-030032-A)
		TRD工法	60	地中にチェーンソウ状のカッタポストとカッタチェーンを差し込み、それを一気に横引きすることで地盤を掘削し、掘削した原地盤土砂とカッタポスト下端部からセメントスラリーを攪拌しながらソイルセメント連続壁を施工する工法	http://www.trd.gr.jp/	○	KT-980493
エポコラム工法	61	エポコラム翼(複合相対回転翼)を使用して、現位置土とセメント系スラリーの固化材とを機械攪拌して、ソイルセメントコラムを築造する工法	http://homepage3.nifty.com/epocolumn/	○	KT-980205-V		
NCコラム工法	62	スラリー化したセメント、および、セメント系固化材を特殊攪拌機の先端から地盤中に注入しながら回転翼と固定翼が原土と混合・攪拌して土中に強固な柱状の改良体を築造する工法	http://www.ncic.co.jp/				

表-2.2.4 深層混合処理工法(2)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
機械攪拌工法	-	RASコラム工法	63	正逆回転機構を有する装置を用い、スラリー状のセメント系固化材と原地盤とを混合攪拌することにより、品質の高い改良体を造成する深層混合処理工法	http://www.raito.co.jp	○	KT-980496-V
		JST工法	64	原地盤とてん充材を機械的に攪拌し、地盤を円柱状に改良する機械攪拌工法(セメント系固化剤を用いたI液系注入方式とセメント系固化材および硬化材を添加するII液系注入方式)	http://www.ist.gr.jp/		KK-980044
		CDM-LODIC工法	65	従来のセメント系固結工法における固化材の供給量などに相当する土を施工過程においてスクリーで強制的に排土することにより、施工時の周辺地盤変位の発生を抑えて、周辺地盤や既設構造物への影響を最小限にした工法	http://www.cdm-gr.com/	○	TH-980041-V
		CDM-コラム工法(CDM-コラム21工法)	66	攪拌翼が従来型(CDM工法)のφ1,000mm×2軸(改良断面積1.5㎡)からφ1,500mm×2軸(改良断面積3.5㎡)大径化した工法	http://www.cdm-gr.com/	○	KT-980093-V
		CDM工法(陸上)	67	3点支持式処理機本体(ベースマシン、駆動装置、攪拌軸攪拌翼)とスラリープラント(ミキシングプラント、グラウトポンプ、サイロ)を用い、システム管理装置を使用して施工管理を行う工法	http://www.cdm-gr.com/	○	
		CDM工法(海上)	68	船位誘導システム機器、スラリープラント制御機器、施工管理機器等の集中コントロールシステムを備えた海上施工の専用船を使用する工法	http://www.cdm-gr.com/	○	
		テノコラム工法	69	固化材液濃度を従来技術W/C=80~120%対し、W/C=60~100%に変更し、リアルタイム施工管理システムを追加した深層混合処理工法	http://www.tenox.co.jp	○	KT-990238-V
		KS-B・MIX工法	70	従来工法より改良断面積が増大する事に伴い発生する攪拌効率の悪さを、相対攪拌を行う事により解消した工法	http://www.aomi-const.jp/	○	(KS-S・MIX工法) KK-100054-A
		CDM-Mega工法	71	従来型の2軸機(φ1000mm×2)の良さを継承しつつ、改良径をφ1200mm×2軸~φ1300mm×2軸、及びφ1600mm単軸にまで拡大することにより、工期が短縮でき、コストも低減する工法	http://www.cdm-gr.com/	○	KT-010216-A
		CDM-Land4工法	72	伸縮ロッドの開発で大深度施工が従来の機械高さより約10m低く、1セット2軸の施工方式を1セット4軸の施工方式とした工法	http://www.cdm-gr.com/	○	KT-010229
		CDM-レムニ2/3工法	73	回転軸を3軸同時に地中に貫入させ、同一方向に回転する左右2軸の先端からセメントスラリーを注入し、中央軸を逆方向に回転させる工法	http://www.cdm-gr.com/	○	QS-050016-A
		CDM-FLOAT工法	74	河口部、内水面などにおいて台船に陸上CDM機を搭載して潮位管理機能付きシステム管理装置(CDM-FLOATシステム)により施工する工法	http://www.cdm-gr.com/	○	QS-100031-A
		DCM-LI工法	75	セメント等の固化材スラリーを吐出しながら地盤を掘削攪拌することで、ブロック状、格子状、壁状及び柱状の地盤改良体を造成する工法	http://www.takenaka-doboku.co.jp/index.html	○	
		DCS工法	76	DCS工法は、攪拌翼の外翼と内翼が互いに反対方向に回転し、かつ回転速度が異なることで、均質な改良体を造成する工法	http://www.tx-tansei.co.jp/	○	KK-040001-A
		拡縮コラム工法	77	拡縮方式によって、空堀部を縮小径、改良部を拡大径で地盤改良することにより、固化材量の適正使用及び掘削時間の短縮が可能となる工法	http://www.kakushuku.com/index.htm	○	KK-040030-A
			水平	HEMS工法	78	従来の地盤改良工法では施工困難とされる構造物直下等に存在する軟弱層の改良を可能にした水平攪拌工法	http://www.raito.co.jp
	その他	MITS工法CMSシステム(中圧噴射機械攪拌工法)	79	スラリー状セメント系固化材を原位置に添加する際、攪拌翼とスラリー中圧噴射を併用し、強制的に土を改良することにより、円柱状の改良体を造成する工法	http://fuiiken1.jp/modules/support2/index.php?id=13	○	事前事後調査 (QS-000013-V)

表-2.2.5 深層混合処理工法(3)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
機械攪拌+高圧噴射工法	単管	ESJ工法	80	ロッド先端部に攪拌翼を持つことにより、機械攪拌と高圧噴射を併用するジェットブレード方式の単管工法	http://www.soc-estec.co.jp	○	
		ESJ-Hi工法	81	吐出圧力、吐出流量とも従来のESJ工法よりも大きく、約2倍の破壊力を有するため、改良径がさらに大きくなる攪拌翼を持つ機械攪拌併用高圧噴射単管工法	http://www.soc-estec.co.jp	○	
		ESJ-L工法	82	従来の攪拌翼の上部に排土用リングを合わせ持つ変位低減型超高圧噴射攪拌工法	http://www.soc-estec.co.jp	○	
		LDis工法	83	固化材スラリーの供給を必要最小限に抑えるとともに地盤改良時に原土の一部を地表に排土することで、地盤へのスラリーの供給に伴う体積増加をできるだけ少なくして変位を低減する工法	http://www.chemico.co.jp/	○	KT-980135-V
		LDis-Dy工法	84	地盤切削に必要な超高圧噴射エネルギーを向上させることで、さらに大口径の改良体を造成し、かつ改良対象土1m3当たりの固化材スラリーの供給を必要最小限に抑え、地盤改良時に原土の一部を地表に排出することにより、地盤へのスラリー供給に伴う体積増加をできるだけ少なくして変位を低減させる工法	http://www.chemico.co.jp/	○	
		JMM工法	85	特殊な攪拌翼をもつロッドヘッドの先端部よりスラリー状の固化材を高圧ジェットとして地中に噴射することによって連続的に大口径で均一な改良体を造成する深層高圧噴射攪拌工法	http://www.chemico.co.jp/		
		SJMM工法	86	従来のJMM工法の基本技術をベースとして、高圧ジェットによる混合性の高い攪拌効果、特殊ロッドヘッドによる機械的な攪拌効果および超高圧大容量ポンプの使用により大口径の改良体が造成でき、効率よく軟弱地盤改良を行う工法	http://www.chemico.co.jp/		KT-030041-A
		SJMM-Dy工法	87	地盤切削に必要な超高圧噴射エネルギーを向上させることで、高圧ジェット噴射による混合性の高い攪拌効果と特殊ロッドヘッドによる機械的な確実性の高い攪拌効果により、より大口径の改良体を高速で施工する工法	http://www.chemico.co.jp/		
		SDM工法	88	機械攪拌と高圧噴射を併用した工法で、従来工法に比べ2倍の大口径改良体(最大改良径 2.0m)が得られる工法	http://www.chemico.co.jp/	○	KT-980134-V
		SDM-Dy工法	89	従来のSDM工法に比べ、改良面積を約1.3倍以上に向上させた工法	http://www.chemico.co.jp/	○	
	WHJ工法	90	改良体の外周部が超高圧ジェット噴流による混合攪拌であるため、河川域あるいは河口に面した海域において、既設護岸と改良体との密着施工が可能となる工法	http://www.chemico.co.jp/	○	KT-070064-A	
	その他	JACSMAN工法	91	攪拌翼の先端に交差噴流システムを使うことにより、構造物との密着施工および均質で大口径の改良体が可能な工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	QS-980153-A
		プチジェット工法	92	密実性を要求される底盤改良等で、確実なラップ造成が可能な噴射攪拌と高速施工が可能な機械攪拌を組合せたソイルセメントコラムを造成する工法	http://www.fudotetra.co.jp/		CB-050051-A
		メカジェット工法	93	固化材スラリーを低圧で直進誘導用剣先の吐出口から噴射させると共に、最下段の攪拌翼先端から高圧噴射させて、軟弱地盤中にラップ可能なソイルセメントコラムを造成する高圧噴射併用型の機械攪拌杭工法	http://www.maeda.co.jp/	○	
AMP工法		94	特殊先端ビット(特殊ループ式ビット)を装着し、機械攪拌と超高圧噴射攪拌を併用することにより、排泥を出さずにビット径に応じた大口径の改良体を造成する工法	http://www.yamashin-kogyo.co.jp/amp_kyokai/index.html	○	SK-010013-A	

表-2.2.6 深層混合処理工法(4)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
高圧噴射工法	単管	CCP工法(CCP-P工法)	95	地中に特殊なCCP硬化材を回転ノズルより高圧噴射し、土粒子と硬化材を混合し、パイル状のものを造成する	http://www.nitjet.com/	○	
		CCP-L工法	96			○	
		CCP-LE工法	97			○	
		CCP-S工法	98	CCP-P工法をさらに改良し、実績等により軟弱地盤地帯に対応でき、砂質土・N値の高い地盤、粘着力のある地盤を対象として開発された	http://www.nitjet.com/	○	
		CCP-SE工法	99			○	
		ESJ-S工法	100	超高圧硬化材をロッド先端に装着したモニターから噴射させ回転・引上げを行い、地盤中に700～1000の円柱状改良体を造成する	http://www.soc-estec.co.jp		
		MM工法(ミニマックス工法)	101	ロッド先端の噴射ノズルから水平に、固化材スラリーを高圧で噴射し、ロッドを回転させながら引き抜くことによって、改良対象土と固化材スラリーを強制的に混合攪拌し、円柱状の改良体を造成する	http://www.chemico.co.jp/		
		SMM工法	102	ミニマックス工法をベースに、超高圧大容量ポンプの使用により大口径の改良体を造成する	http://www.chemico.co.jp/		KT-020006-A
		エフツインジェット工法	103	大径・高速化対応の単管式高速噴射攪拌工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	QS-040034-A
	二重管	JSG工法	104	二重管ロッドの先端に装着したモニターから圧縮空気を添わせて、超高圧のセメント系硬化材を横方向に噴射、回転、引上げし、地盤中に円柱状の固結体を造成する	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
		CJG工法(コラムジェットグラウト工法)	105	ロッドを貫入後、超高圧水を地盤中に回転して噴射させて地盤を切削しつつ、セメント系硬化材を吐出して回転、引上げし、スライムを排出させながら硬化材を同時充填させ、円柱状の固結体を造成する	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
		NJP工法	106	二重管ロッドに装着したNJP特殊攪拌翼の先端部から、固化材スラリーを圧縮空気と連動させながら超高圧で噴射し、大口径改良体を短時間で造成する	http://www.chemico.co.jp/	○	KT-040011-V
		ジェットボクシング工法(四角形クロスジェット工法)	107	従来の高圧噴射工法を改良し、エアと水を2本の交差噴流で噴射して地盤を効率良く切削し、改良径を制御できる	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
		パラジェット工法	108	超高圧水、固化材を噴射する方式で、完全置換型なので固化体の強度の調節が可能	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
ジオバスタ工法		109	高圧噴射工法の1種で、狭隘な空間で施工可能で、改良体を任意の深さ、長さで造成可能	http://www.chemicalgrout.co.jp			

表-2.2.7 深層混合処理工法(5)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
高圧噴射工法	三重管	RJP工法	110	超高压水噴流流体並びに超高压硬化噴流流体を、空気噴流流体とともにロッドの先端から噴射し、地盤中に2.0m~3.2mの円柱状改良体を造成する	http://www.nitjet.com/	○	
		S-RJP工法	111	RJP工法のスピードアップ型	http://www.nitjet.com/	○	
		D-RJP工法	112	RJP工法の大口径型	http://www.nitjet.com/	○	
		クロスジェット工法(X-jet工法)	113	従来の高圧噴射工法を改良し、エアと水を2本の交差噴流で噴射して地盤を効率良く切削し、改良径を制御できる	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	○
		JEP工法	114	超高压ジェットで地盤の骨格構造を破壊し、エアリフト効果により地上へ排出すると同時に、残留した土粒子と硬化材が混合され、大口径で高品質な改良体を造成する工法	http://www.raito.co.jp	○	SK-100012-A
		セパレートジェット工法	115	超高压の切削水と圧縮空気によって地盤の切削、排泥を行い、切削径を確保する作業と硬化材を混合攪拌して固結体を造成する作業とを分割することによって、均一性の高い固結体を造成する工法	http://www.nissobo.co.jp	○	KT-010035-A
	水平	ラテラルジェット工法	116	空気併用型三重管方式の高圧噴射攪拌により、水平方向に円柱状のセメント改良体を造成する工法	http://www.tekken.co.jp	○	KT-030029-A
		MJS工法	117	噴射量と排泥の排出量、地盤内圧力等を適確に管理調整を可能にすることにより、周辺地盤や地表面隆起沈下といった現象を抑制しつつ、大深度・水平・斜め・水中あるいは被圧下でも改良可能	http://www.nitjet.com/	○	
	その他	マルチジェット工法	118	造成用ロッドを回転式でなく揺動式にすることで、自由形状の改良体(円形、壁状、扇形、格子状)造成を可能とした	http://www.maeda.co.jp/companv/gijutu/Research/2008/2008_05.pdf	○	
		GTM工法	119	ツインノズルによる2方向超高压噴射により、施工効率を向上させた工法で、地盤条件や改良目的に応じて、効率の良い流体噴射方式を選択することにより、高品質の改良体造成を行える	http://www.nij-gr.com	○	HR-040008
		クリーンジェット工法	120	ツインジェットで切削することで切削時間を半減でき、切削工程と造成工程を分離することで、セメントを混入させない排泥を可能とした		○	
		スーパージェット工法(Superjet工法)	121	地盤に直径20cm程度の穴を開けモニターを建込み、先端ノズルから超高压・大流量スラリーを噴射させ、周囲の土砂を削り取りながら混合攪拌することで、高品質の大型パイルを高速で造成する	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	○
		MITS工法QSJシステム(中圧噴射流切削攪拌工法)	122	スラリー状セメント系硬化材を原位置に添加する際、攪拌翼とスラリー中圧噴射を併用して強制的に土を改良することにより、円柱状の改良体を造成する工法	http://fujiken1.jp/modules/support2/index.php?id=13	○	QS-000012-A

表-2.2.8 薬液注入工法(1)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
多重管注入工法	二重管ダブルパッカー方式	ソレタンシュ注入工法	123	まず一次注入としてセメントベントナイトのような経済的で比較的強度の高い材料を注入し、水みちや空隙の粗詰めを行う。その後浸透性の高い注入材にて二次注入を行う。	http://www.raito.co.jp/	期限切れ	
		ダブルストレーナー注入工法	124	瞬結性のA、B液を先端ノズルで合流させ、対象地盤の限られた範囲を改良し、止水・強化を図る工法	sales@sanshin-corp.co.jp	○	
		スリーブ注入工法	125	人口流線を形成する動的注入工法で、ほぼ全ての地盤に適用可能だが、粗粒硬質未固結地盤とクラッキーな岩盤のような他工法が適合しない領域で最も威力を発揮する	http://www.sleeve-grouting.jp/index.php		
		マックスパーム工法	126	大きな柱状浸透源から注入し、高速での浸透注入が可能とした。また、直径3m程度の大型改良体の造成が可能で、経済性が高い。	http://www.raito.co.jp/	○	KT-00056-A
		マルチパッカ工法	127	従来型のダブルパッカ工法では困難とされている瞬結材の注入が可能で、瞬結・緩結注入材の複合注入を自在に行うことができる。	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		セルフパッカ工法	128	小口径削孔、多ステージ同時注入が可能で、注入の合理化と経済性の向上が期待できる工法	http://www.ickk.jp/index.php	○	
	その他	カーボロック工法	129	硬化材として気体(炭酸ガス)を使用する。施工性、経済性に優れる。	http://www.ickk.jp/index.php		
		ハーモニーグラウト工法(炭酸水グラウト工法)	130	炭酸水を水ガラスの硬化液として利用したグラウトを用いる工法で、瞬結注入や複合注入への適用が可能とした。また、中性付近のグラウトのため、地下水環境およびコンクリート構造物への負荷を軽減できる。	http://www.nitjet.com	○	CB-010028
		ハイモードNABiCS工法	131	二重管ストレーナ工法	http://www.nittoc.co.jp/kouhou/iiban.html	○	
		NS-DPD工法	132	砂礫地盤や風化岩層などの硬い地盤に対し、二重管による薬液注入を効率良くかつ精度良く行うことができる打撃式二重管注入工法。回転・打撃による削孔後、直ちに二重管による薬液注入を行える。	http://www.nissobo.co.jp	○	KT-980618
		ユニパック工法	133	懸濁・溶液型グラウトの複合注入が行え、地盤の変化に対応し確実な注入が可能	http://www.ickk.jp/index.php		
		マルチライザー工法	134	二重管ロッドで削孔し、あわせて注入も行う工法。砂質地盤の場合、瞬結性注入材で水みち等の粗詰め処理を行った後、浸透性注入材を注入する。粘性土地盤の場合、瞬結性注入材を注入する。	http://www.raito.co.jp/	期限切れ	
		スペースグラウト工法(SGR工法)	135	水ガラス系薬液を用いた多重管複相注入方式の一種			
		ニューマックス工法	136	下降式注入により、グラウトが対象地盤から逃げず、高い効果の地盤改良を行える。	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
		ジオパーマ工法	137	ストレーナ管の設置に際し口径の大きなプレボーリングをおこなわず、ステップダウン方式の注入を可能とした。	http://suiken-grout.co.jp	○	
		岩水グラウト工法	138	グラウト工法の1種で、漏水地盤の止水、地盤の強化工法として行われる。特に耐久性を問われる、ため池・河川・海岸堤防の土堰堤漏水対策に用いられる。	http://www.gansui.co.jp/architecture_improved.html#2	○	

表-2.2.9 薬液注入工法(2)

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
浸透固化工法	-	浸透固化処理工法	139	液状化防止のための恒久型薬液を用いた薬液注入工法で、従来の工法では施工が困難であった護岸の直下や橋脚あるいはタンク基礎下などへの液状化対策を、施設の使用を停めることなく行える。	http://www.penta-ocean.co.jp/	○	
		動的注入工法	140	注入速度や注入圧力を意図的に変化させて注入を行う工法。これにより、薬液の浸透する領域が変化し、従来工法でみられる割裂脈の進展や、設計範囲外への薬液の逸散を少なくする。	http://www.douteki.gr.jp/	○	
		超多点注入工法	141	1ユニットで32ポイントで、最大4L/minの薬液をそれぞれの注入ポイントの地盤性状にあわせて制御し、全く脈動のない低吐出で静かに送り出して注入する工法	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		マグマアクション工法	142	注入材が地盤に浸透する課程で注入材のpHが中性方向へ移行することにより流動性が低下し、浸透球体の表面に凝ゲル膜を形成する。後続の高流動性シリカ液は、その凝ゲル膜を乗り越えながら浸透固結範囲を拡大して所定の範囲を固結しながら固結範囲を拡大する	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		マスキングシリカ工法	143	コンクリート保護機能がある材料による注入工法で、重要構造物の基礎地盤の注入に適用可能	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		動的グラウティング工法	144	ダム基礎処理や岩盤空洞の止水工事において、グラウト注入時に注入圧力を脈動させることにより、改良効果と注入効率を向上させる。	http://www.konoike.co.jp/	○	
		エキスパッカ工法	145	ジオバッグを膨張させて、削孔径よりも大きなソイルパッカを形成し、上下のソイルパッカ間に大きな柱状浸透源を確保する。これより、削孔間隔を大きくとれ、大きな吐出量で低圧で土粒子間を浸透させる。	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		3D-EX工法	146	小型の注入ポンプと圧力流量測定装置8セットを1台のユニットにまとめ、集中管理を行いながら、3次的に急速浸透注入を行う工法	http://www.ickk.jp/index.php	○	
		エキスパッカーN工法	147	高速・広範囲に注入材を吐出できる特殊な注入管によって、既設構造物に影響を与えることなく、スピーディに地盤を改良する液状化対策注入工法。大容量の効率的な浸透注入による急速改良を実現可能。	http://www.nittoc.co.jp/kouhou/expackan.html	○	
		バルーングラウト工法	148	恒久型薬液を用いた薬液注入固化工法の一つで、既往施設直下地盤の液状化対策や、供用中岸壁の裏埋め土砂の吸い出し対策に適用可能。	http://www.toa-const.co.jp/techno/civileng/ground/f15/index.html	○	
浸透固化工法	自在ボーリング	カーベックス工法	149	位置検知システムにより、地下の障害物を避けながら3次的に正確な削孔を行い、既設構造物が稼働中でも直下の地盤改良が行える	http://www.chemicalgrout.co.jp	○	
		グランドフレックスモール工法	150	方向制御が可能な自在ボーリングを活用した地盤改良工法で、位置計測システムを用いて削孔ラインを制御する。パーカッション(打撃貫入)の併用が可能で、硬い地盤、礫混じり地盤などでも適用可能。	http://www.taisei.co.jp/index.html	○	
		コンダクションナビ工法	151	高精度にコントロールできる曲線削孔を、二重管を連行してできる削孔システムを用いて注入を行う工法	http://www.raito.co.jp/	○	
		シンクロモール工法	152		http://www.ickk.jp/index.php	○	
		曲がり削孔工法	153	3次的な注入ライン削孔を行え、要求された任意の箇所に精度よく地盤改良することが可能。これより、従来の直斜削孔で対応できなかった箇所の改良が可能。	http://www.penta-ocean.co.jp/	○	KT-060120-A
その他	-	GCCP工法 (グラベルセメントコンパクションパイル工法)	154	高強度小径パイルによる軟弱地盤対策工法	http://www.fudotetra.co.jp/	○	

表-2.2.10 生石灰パイル工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
生石灰パイル工法	パイル形成方式	ケミコパイル工法	155	軟弱地盤中に生石灰が主成分である粉粒状の改良材(ケミコライム)を円柱状に圧入造成し、ケミコライムの吸水・膨張作用を利用して地盤の含水比低下・圧密効果を期待するとともに、水硬性のケミコライムと圧密強化された中間地盤で複合地盤を形成し、地盤全体を改良する工法	http://www.chemico.co.jp/	○	

表-2.3.1 パーチカドレーン工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
グラベルドレーン工法	締固め併用	グラベルドレーン工法	155	砂地盤中に碎石のパイルを設けることで水平方向の排水距離を短縮し、地震時に生じる間隙水圧の上昇を抑制して、液状化を防止する工法	http://www.fudotetra.co.jp/		
		締固め碎石ドレーン工法	156	碎石等のドレーン材を砂質地盤中に柱状に打設することで、地震時に発生する過剰間隙水圧の上昇を抑制させるとともに早期に消散させて地盤の液状化を防止する工法	http://www.konoike.co.jp/	○	KT-980474-A
		HySPEED工法	157	粘性土及び砂質粘性土の軟弱地盤に碎石パイルを構築することで、支持力を増加し中小構造物や中小建築物を安定的に支持する地盤改良工法	http://www.hvspeed.co.jp	○	SK-070007
		アクバド工法(ACPD工法)	158	圧力噴射水と圧縮空気併用による碎石パイル工法	http://acpd.jp	○	HR-030020-A
その他	液状化対策(プラスチックボード)	グリッドドレーン工法	159	緩い砂地盤中に合成樹脂のドレーンを設置することによって、地震時の過剰間隙水圧を消散させて液状化を防ぐ工法	http://www.penta-ocean.co.jp/	なし	
	" (十字状ドレーン)	クロスドレーン工法	160	砂地盤中に透水性の優れた板状のプラスチックボードドレーンを4枚用いて十字型ドレーンを形成し、そのクロスドレーンを所定の間隔で鉛直に配置することで、地震時に発生する過剰間隙水圧を早期に消散させて液状化の発生を防止する工法	http://const.tokyu.com/		
	" (円筒状ドレーン)	スパイラルドレーン工法	161	緩い砂地盤中に合成樹脂のドレーンを設置することによって、地震時の過剰間隙水圧を消散させて液状化を防ぐ工法	http://www.toa-const.co.jp/	○	
		ネオドレーン工法	162	プラスチック系ドレーン材を用いた排水工法による液状化対策工法	http://www.toyo-const.co.jp/	○	
	" (マンホール浮上防止)	アースドレーン工法	163	透水性の高い人工ドレーンをマンホール周囲に埋設し、地震により発生する液状化現象の原因である過剰間隙水圧を速やかに消散させ、地盤の液状化を防ぎマンホールの浮上を抑制する工法	http://www.kidoh.co.jp/giken/index.htm	○	CB-050003
	" (鋼製スクリーン管)	小径ドレーン工法	164	小口径スクリーン管を用いた既設構造物の液状化対策工法	http://www.zenitaka.co.jp/tech/c-1714.html	○	KT-060014-A

表-2.3.2 水平ドレーン工法

小分類	細分類	工 法 名	工法 No.	工法概要	URL	特許の有無	NETIS 申請・評価状況 (登録番号)
水平ドレーン工法	排水材(ドレーン材+有孔管)	アーチ・モール工法	165	水平及び曲線掘削に豊富な実績を有する誘導式水平ドリル機械(HDD)を用いて、地盤内に1.0~3.0m程度のピッチで二重管式ドレーンを水平に設置し、地震時に発生する過剰間隙水圧を速やかに消散させて地盤の液状化を防止する工法	http://www.hazama.co.jp/index.html	出願中	

表-3.1 液状化対策工法の選定表(その1)

改良原理の分類		大分類		締固め工法								間隙水圧消散工法																				
		中分類		表層締固め工法		サンドコンパクションパイル工法		振動締固め工法		静的締固め工法			動圧密工法	バーチカルドレーン工法		水平ドレーン工法																
		小分類		-		陸上施工		海上施工		-		陸上施工		海上施工	-	-	グラベルドレーン工法	その他	水平ドレーン工法													
		細分類		-		-		-		-		吸水併用	流動材圧入	砂質土圧入	その他(産廃減容化)	-	-	締固め併用	液状化対策用	排水材												
		工法数		2		4		1		4		1		3		6		1		1	2	4		6		1						
改良目的		液状化対策		液状化防止		△		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○						
地盤条件		適用土質		砂質土		N値<20		○		○		○		○		○		○		○		○		○		○						
						20~50		×		△		△		△		△		△		△		△		△		△		△				
						N値≥50		×		×		×		×		×		×		×		×		×		×		×		×		
		適用土質		粘性土		砂礫		○		△		○		△		○		○		○		○		△		△		△				
						N値<4		×		△		○		×		×		△		○		○		○		△		△		△		
						4~10		×		△		△		×		×		△		△		○		△		△		△		△		
				N値≥10		×		△		×		×		×		△		△		○		×		△		△		△		△		
				腐植土		×		△		○		×		×		△		△		△		○		△		△		×		×		
				ヘドロ		×		△		○		×		×		△		△		×		○		×		△		△		×		
		地下水の状態		被圧地下水		0~2m		×		○		○		○		○		△		×		○		△		△		○				
≥2m						×		○		○		△		△		○		△		×		○		△		△		△				
流動地下水				3m/分以上		×		△		○		△		○		△		×		○		△		△		△		△				
施工条件		改良可能深度		(m)		3.0~5.0		25~50		70.0		18~30		30.0		20~50		20~28		15.0		25.0		20.0		7.3~25		10~80		10		
		最小作業空間		長さ		(m)		20.0		40.0		150		10~50		10.0		2.5~5.0		20~50		30.0		150		7~40		4~35		5~20		10
				幅		(m)		20.0		10~30		100		10~30		10.0		2.5~3.0		10~30		20.0		100		2.5~10		3~20		2~10		5
				高さ		(m)		20.0		25~50		50.0		10~30		30.0		2~5		20~50		22.0		45.0		5.5~35		6~23		3.5~25		4
機械仕様		接地圧		(N/mm2)		0.007~0.12		0.07~0.14				0.009~0.05		0.013		0.02~0.05		0.04~0.281		0.130		0.04~0.1		0.150		0.04~0.11		0.05				
改良仕様		改良径		(m)				0.5~0.8		1.0~2.0		0.5~0.7		0.4相当		0.4~0.7		0.5~0.7		0.4~1.0		1.0~1.2		0.4~0.5		0.05~0.1		0.2				
		改良目標値		N値				10~15		15~25		15~25		10~20		15~25		10~25		10~25		10~20		15~25		10~25		3~15				
				qu		(kN/m2)																				30~200						
環境側面に対する記述		リサイクル材		振動の低減		×		△		×		△		×		○		○		○		○		×		○		△		○		
				騒音の低減		×		△		×		△		×		○		○		○		○		○		×		○		△		○
				周辺地盤への影響		×		×		×		△		○		△		△		○		×		×		○		△		△		○
				産業廃棄物の抑制		×		×		×		△		○		△		△		○		×		○		△		△		△		○
				水質汚濁の抑制		×		△		×		△		×		△		△		×		×		△		△		△		△		○
				CO2排出量の抑制		×		×		×		△		○		△		△		○		△		×		×		△		△		×
				環境負荷の低減		×		△		×		△		○		○		○		○		○		○		△		△		△		○
		標準施工能力		建設発生土		×		△		×		△		○		△		△		○		×		×		○		△		×		×
建設汚泥				×		×		×		×		×		×		△		×		×		×		×		×		×		×		
再生材料				×		○		×		△		○		△		△		○		×		○		△		△		×		×		
石炭灰				×		△		×		×		×		×		△		△		○		×		○		×		×		×		
概算標準工事費		標準施工能力		380~460 m ² /日		140~190 m/日		340 m/日		100~300 m/日		150~250 m/日		5~10 m ³ /日		120~150 m/日		100 m/日		90 m/日		1,500~5,000 m ² /台月		50~190 m/日		30~600 m/日		30 m/日				
		概算標準工事費		900~1,400 円/m ²		3,500~4,000 円/m		29,500 円/m		1,800~4,800 円/m		5,000~20,000 円/m ²		8,000~25,000 円/m ²		4,500~8,000 円/m ²		10,600~30,100 円/m ²		37,300 円/m		3,000~12,500 円/m ²		3,000~6,000 円/m		1,800~2,900 円/m		30,000 円/m				
施工実績		多 100件以上 中 10~99件 少 10件未満		中		多		多		多		少		多		多		少		少		多		多		中		少				

表-3.2 液状化対策工法の選定表(その2)

改良原理の分類		大分類		固化工法																		
		中分類		中層混合処理工法		深層混合処理工法								薬液注入工法					生石灰パイル工法			
		小分類		機械攪拌工法	機械攪拌+高圧噴射工法	機械攪拌工法			機械攪拌+高圧噴射工法		高圧噴射工法			多重管注入工法		浸透固化工法		その他				
		細分類		—	—	—	水平	その他	単管	その他	単管	二重管	三重管	水平	その他	二重管ダブルパッカー方式	—	—	自在ボーリング	—		
工法数		13	3	32	1	1	11	4	9	6	6	2	5	6	10	10	5	1	1			
改良目的	液状化対策	液状化防止																				
地盤条件	適用土質	砂質土	N値<20	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○		
			20~50	△	△	△	×	△	×	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	△	△	
			N値≥50	△	×	△	×	×	×	×	×	△	△	△	△	○	△	△	△	×	×	
		砂礫	△	×	△	×	△	×	△	△	△	△	△	△	△	○	△	△	△	×	×	
		粘性土	N値<4	○	○	○	○	○	○	○	○	△	○	○	○	△	△	△	△	△	○	○
			4~10	△	△	×	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	△
			N値≥10	△	△	×	×	○	×	×	×	×	△	×	△	△	△	×	×	△	×	
	腐植土	△	○	○	○	○	○	○	△	△	△	△	△	△	△	△	×	×	○	○		
	ヘドロ	△	○	△	○	○	△	○	△	△	△	△	×	△	×	△	×	×	△	×		
	地下水の状態	被圧地下水	0~2m	△	△	△	△	○	×	△	△	△	△	△	△	○	○	○	△	○	×	
≥2m			△	△	△	△	△	×	△	△	△	△	△	△	△	○	○	△	○	×		
流動地下水		3m/分以上	△	△	△	△	△	×	△	×	△	×	△	△	△	△	△	×	○	×		
施工条件	改良可能深度	(m)	4~10	6~10	11~55	20.0	23.0	30~40	20~45	30~35	20~60	50~60	30~60	23~80	50~100	20~80	20~50	50~100	25.0	45.0		
	最小作業空間	長さ	(m)	5~25	8.0	4.2~50	15.0	10.0	5.0	10~40	3.5~5	3~14	3~5	7.0	3~4	3.0~6.0	1.0~10.0	1.5~3.0	10~15	40.0	20.0	
		幅	(m)	3~10	3.5	2.5~30	15.0	5~50	5.0	5~10	2.5~5	2~7	2~5	3.0	2.0~5.0	3.0~6.0	1.5~4.0	1.5~3.0	4~10	10.0	10.0	
		高さ	(m)	4~12.6	8.0	6~50	6.0	5~23	5.0	4~25	3.5~55	3~12	3~5	3~5	2.3~19	3.0~8.0	2.0~6.0	1.0~3.0	2.0~8.0	25.0	22~35	
機械仕様	接地圧	(N/mm2)	0.004~0.55	0.042	0.005~0.281	0.010	0.008~0.6	0.008	0.01~0.1	0.005~0.008	0.010	0.005~0.008	0.005~0.086	0.01~0.06	0.05~0.55	0.007~0.250		0.050	0.07	0.120		
改良仕様	改良径	(m)	1~1.4	1.0	0.4~2.6	0.8	0.5~2.3	1.0~1.6	0.6~2.3	0.3~2.3	1~5	2.0~3.8	1.2~2.8	2.0~8.0	1.0~1.5	0.8~1.5	1.0~4.0	1.5~3.2	0.7	0.5~0.55		
	改良目標値	N値																				
		qu	(kN/m2)	100~18,000	100~2000	100~15,000	100~1000	100~3,000	100~3000	100~3,000	100~3,000	100~5,000	300~3,000	700~3,000	500~5000	100~800	100~500	100	100	~2000	100~160	
k		(cm/s)	1.0×10 ⁻⁵		1.0×10 ⁻⁵ ~1.0×10 ⁻⁸	1.0×10 ⁻⁵ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁵		1.0×10 ⁻⁵ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁶ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁵ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁶ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁶ ~1.0×10 ⁻⁷	1.0×10 ⁻⁴ ~1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁴ ~5.0×10 ⁻⁵	地山の1/100	1.0×10 ⁻⁴ ~1.0×10 ⁻⁶	1.0×10 ⁻⁶			
環境側面に対する記述	振動の低減		△	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	△	○	○	×	○		
	騒音の低減		△	○	△	○	○	○	△	○	○	○	○	○	○	△	○	○	×	○		
	周辺地盤への影響		△	○	△	○	○	△	△	△	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○		
	産業廃棄物の抑制		△	○	△		○	△	△	×	○	×	×	△	○	○	○	○	×	○		
	水質汚濁の抑制		△	○	△		○	△	△	×	△	×	△	△	○	○	○	○	×	×		
	CO2排出量の抑制		△	○	△		○	△	△	△	○	×	×	△	○	△	○	○	×	○		
	環境負荷の低減		△	○	△		○	△	△	△	○	×	×	○	○	△	○	○	×	○		
	リサイクル材	建設発生土	△	△	△		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×		
建設汚泥		△	△	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
再生材料		△	△	×		×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×	×			
石炭灰		△	△	△		×	×	×	×	×	×	×	×	△	×	×	△	×	×			
標準施工能力		100~250 m ³ /日	50 m ³ /h	50~1,200 m ³ /日	5~10 m ³ /日	16本/日(12m)	18~430 m ³ /日	40~540 m ³ /日	5~10 m ³ /日	48~100 m ³ /日	10~60 m ³ /日	4~20 m ³ /日	50~200 m ³ /日	2,500~3,000 L/日	3,000 L/日	4.8 m ³ /日	50 m/日	140 m/hr	80~330 m ³ /日			
概算標準工事費		2,513~25,000 円/m ³	1,900~3,600 円/m ³	3,000~40,000 円/m ³	100,000~200,000 円/m ³	60,000 円/本	5,100~30,000 円/m	8,700~80,000 円/m ³	75,000~90,000 円/m ³	23,000~300,000 円/m ³	38,000~80,000 円/m ³	120,000~210,000 円/m ³	20,000~80,000 円/m ³	130 円/L	30~145 円/L	20~100 円/L	30,000 円/m	6,100 円/m	3,000~7,000 円/m ³			
施工実績	多 100件以上 中 10~99件 少 10件未満	多	多	多	少	多	多	中	多	多	多	中	多	多	多	多	中	少	多			