

4. 土留め工法

4.1 概説

当小委員会では、平成15年に「第9回新しい材料・工法・機械講習会 最新の土留め工法の現状と設計・施工のポイント」の技術資料として土留め壁工法の選定に役立つ工法の分類表、選定表等を作成したが、約7年が経過し、社会情勢や建設業界を取り巻く環境の変化にともない、会社の再編や工法の改編、新工法の開発等が少なくないため改訂の必要性が生じてきた。

このため、今回新たに技術保有各社へのアンケートを実施し、前回作成した分類表や選定表を見直し、最新の情報を取り込んで改訂を行った。

今回は対象を根入れ系の土留め壁工法とし、非根入れ系の土留め壁工法である、ケーソン工法および小型立坑工法は対象外とした。調査対象工法の概念図を図-4.1.1に示す。

また、最近は地下水保全の観点から、付加機能として通水性を有する土留め壁工法も増えてきているため、一節を設けて取りまとめた。

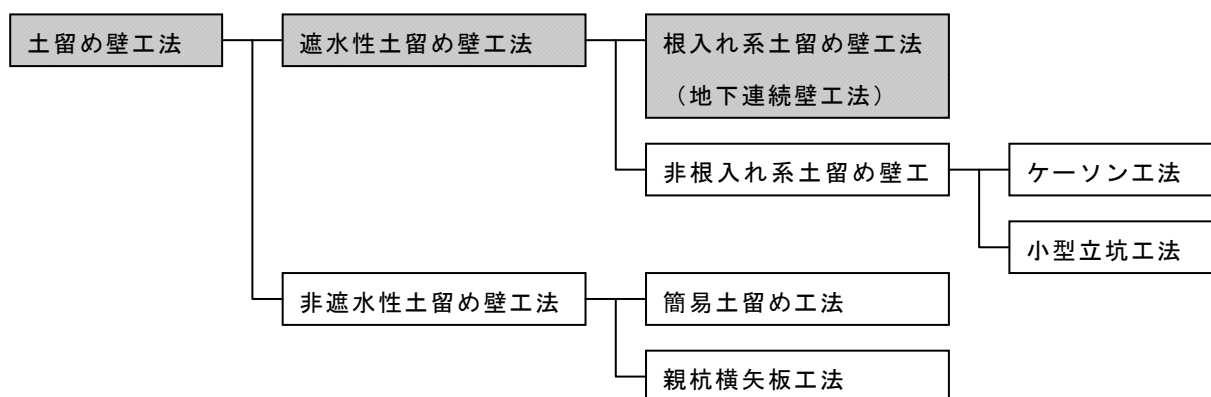


図-4.1.1 土留め壁工法に関する調査対象

4.2 アンケート調査概要

前回の調査先に新たな調査先を加えてアンケート調査を行い、その回答をもとに前回の資料の改訂を行った。

アンケート内容は基本的に前回と同じであるが、項目を絞った上、環境関連等新たな項目を付け加えた。

アンケート調査実施状況を表-4.2.1に示す。調査の詳細データについては、講習会で配布したCDに収録している。

表-4.2.1 アンケート実施状況

	前回 (2002年)	今回 (2009年)
アンケート送付先工法数	73	75
回答工法数	80	79
アンケート先の辞退等により削除した工法数	—	17
新規追加工法数	—	13
地盤改良工法として土留め壁から除外した工法	—	13
選定表掲載工法数	74	57

アンケートを集計した結果、前回選定表に掲載した 74 工法のうち、実績が無いことなどにより回答の辞退などがあったため、今回掲載しなかった工法が 17 工法、今回新たに掲載した工法が 13 工法、地盤改良として掲載するため土留め壁工法から除外した工法が 13 工法である。前回の調査から約 7 年で 2 割以上の工法が淘汰されつつある一方、新たな工法開発も活発に行われていることがわかる。

4.3 工法の分類

工法の分類方法については基本的に前回は踏襲した。その内容は以下のとおりである。

◆ 分類表を作成する上で考慮した基本的な事項

① 工法選定のための分類表を作成する。

①-1 工法選定上、特に重要となる項目として壁体材料、築造方法、平面形状、掘削・攪拌工法を分類指標とする。

①-2 工法選定上、壁体のグレードから分類できるものが実用的である。

② 用語については、土木学会における一般的な用語を使用することを基本とする。

表-4.3.1 に分類表を示す。なお、同表には、調査対象とした各工法名も記載している。

表-4.3.1 土留め壁工法の分類表

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工 法 名	
コンクリート・モルタル (場所打ち)	置換工法	等厚	RC地下連続壁用掘削機械	RC地下連続壁工法(CON掘削機, イコス掘削機, MHL掘削機, MEH掘削機, スーパーケリー(KS02)掘削機、ハイドロブレード(HFA)掘削機、エレクトロミル(EMX)掘削機, BMX掘削機, BC掘削機, MBC掘削機, イコスビット工法), 鋼製地中連続壁工法-I, SC合成地中連続壁工法	
			柱列	オーガ掘削方式	PIP-W工法, RGパイル工法
				ロータリー掘削方式	BHP工法
ソイルセメント	置換工法	等厚	RC地下連続壁用掘削機械	CRM工法, FUSS工法, TSW工法	
			柱列	ロータリー掘削方式	BH・W(ウォール)工法
	原位置混合攪拌工法	等厚	カッターチェーン攪拌方式	TRD工法, 鋼製地中連続壁工法-II	
			カッター(水平多軸回転)攪拌方式	CSM工法, 鋼製地中連続壁工法-II	
		柱列	オーガ攪拌方式	SMW工法, ECW工法(ECW-II型), GSS工法, ECW工法(ECW-I型), RSW工法, ONS工法, TSP工法, GST工法, ECO-MW工法, UD-HOMET工法	
固化安定液	置換工法	等厚	RC地下連続壁用掘削機械	置換固化	TSS工法
				原位置固化	TSS工法
				自硬性安定液	SG-H工法, パノソル工法
鋼矢板			振動方式(WJ併用)	パイプロハンマ工法(鋼矢板), JV工法(鋼矢板)	
			圧入方式	鋼矢板圧入工法, 油圧式圧入工法, ゼロクリアランス工法	
鋼管矢板			振動方式(WJ方式)	パイプロハンマ工法(鋼管矢板), JV工法(鋼管矢板), 連結鋼管矢板(パイプロハンマ単独、WJ併用), PTCパイプロフォンサMTI工法, 鋼製土留め壁工法(パイプロハンマ)	
			圧入方式(オーガ掘削併用)	鋼管矢板圧入工法, 鋼製土留め壁工法(アースオーガ), TN工法	
コンクリート(既製)			オーガ掘削方式	PC-壁体工法	
			圧入方式	コンクリート矢板圧入工法	
機能付加型土留め工法				通水連壁(EDW)工法, 通水SMW工法, ウェル・イン・ウォール工法, スルーパス工法, SNF工法	

4.4 分類した工法に関する概説

4.4.1 根入れ系土留め壁工法(地下連続壁工法)に関する概説

図-4.4.1 は、国土交通省土木工事積算基準に記載されている、根入れ系土留め壁工法(地下連続壁工法)における適用可能深度の分析結果を示している。同図より、壁体材料ごとの適用範囲が概略理解できる。なお、同図中の工法名は、上記基準内の工法名を太字で表記し、当委員会での分類を括弧付で表記している。

根入れ系土留め壁工法(地下連続壁工法)では、以下の壁体材料を使用する工法を対象としている。

各工法について、以下に概説する。なお、各表の右端記載工法番号は、次節「4.5 工法概要」の工法番号と対応している。

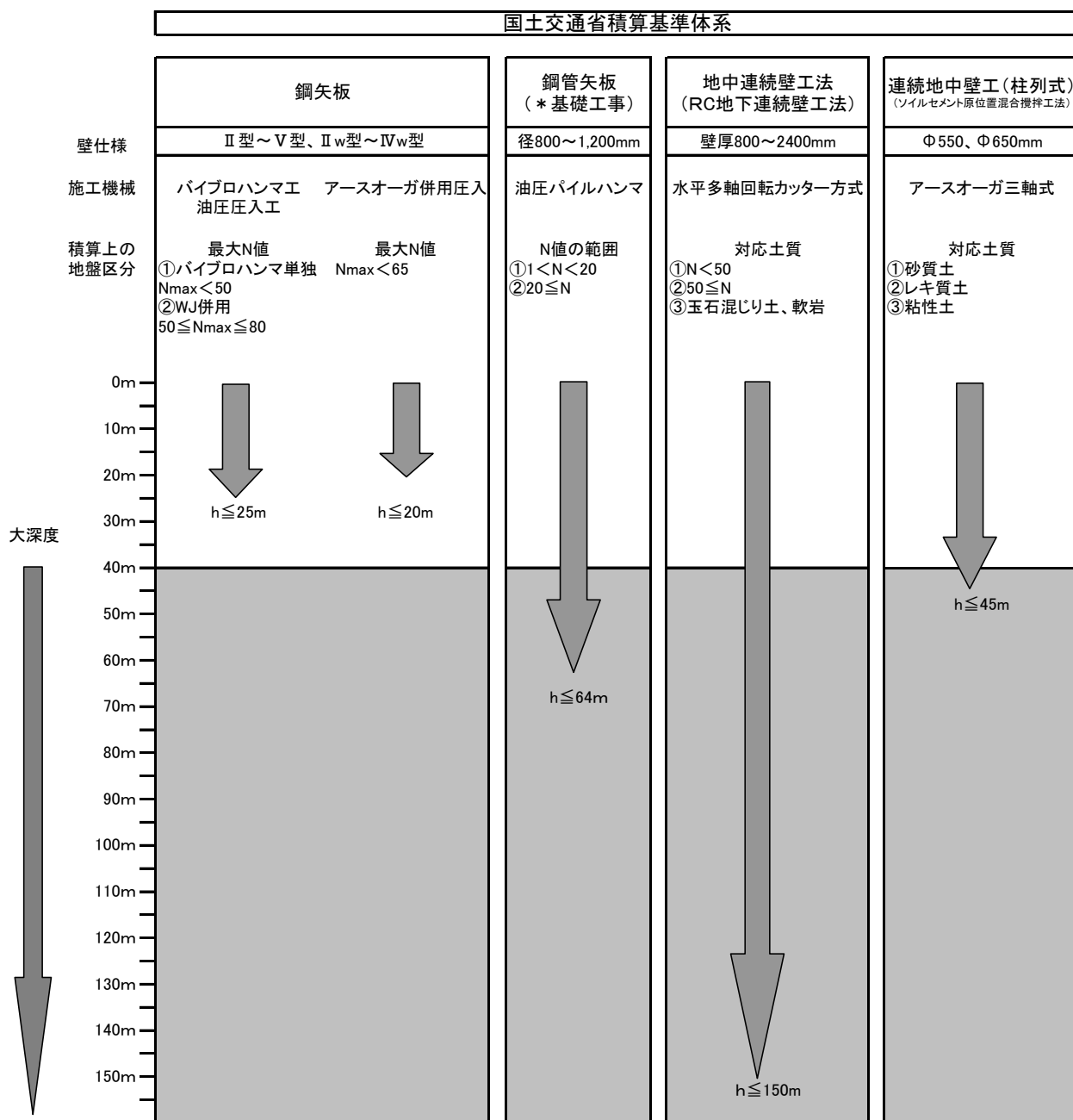
◆ 壁体材料として研究対象とした材料と国土交通省土木工事積算基準での適用深度

		国土交通省土木工事積算基準での適用深度H
①	コンクリート(場所打ち)	: 適用深度H ≤ 150m
②	ソイルセメント	: 適用深度H ≤ 45m (注※)
③	固化安定液	
④	地盤改良系	
⑤	鋼矢板	: 適用深度H ≤ 25m (注※2)
⑥	鋼管矢板	: 適用深度H ≤ 64m (注※3)
⑦	コンクリート(既製)	

(注※1) : 国土交通省土木工事積算基準では「連続地中壁工(柱列式)」を対象

(注※2) : 施工機械により適用可能深度が異なる(図-4.4.1 参照)

(注※3) : 国土交通省土木工事積算基準の「基礎工 鋼管杭」を記載



※大深度：「大深度地下の公共的使用に関する特別措置法」の「大深度地下」の定義

次のうち、いずれか深い方の地下

- 1) 地表から40メートル(令1条)地下室の建設のための利用が通常行われない深さ
- 2) 支持基盤の最も浅い部分の深さに10メートルを加えた深さ(令2条)

図-4.4.1 国土交通省土木工事積算基準における根入れ系土留め壁工法の施工深度

(1) 場所打ちコンクリート・モルタル壁工法

壁体の平面形状により、等厚壁(壁式)と柱列壁に分類できる。等厚壁の主流は RC 地下連続壁工法であり、柱列壁は場所打ち杭壁と呼ばれている。

掘削機械は、バケット式、回転式、衝撃式がある。各施工機械により、施工可能な深度、最小作業空間、適用地盤、施工能力および工事単価等が異なる。

各平面形状で分類した工法の概要を以下に示す。今回の調査対象とした工法を表-4.4.1 に、RC 地下連続壁用掘削機械を表-4.4.2 に示す。

1) 場所打ちコンクリート地下連続壁工法

安定液を用いて掘削した等厚の溝に鉄筋かごを建て込み、コンクリートを打ち込んで築造した RC 地下連続壁と、鉄筋の代わりに鉄骨を使用する SRC 壁、特殊加工した H 形鋼矢板を使用する鋼製地中連続壁がある。

土留め壁としての剛性が高いため、大規模な開削工事・立坑工事、近接施工を伴う工事、軟弱地盤を有する工事等に適用される。掘削機械には多様な形状の機械があり、例えば、機械高さ 5 m 程度の低空頭型機械、埋設物直下の掘削が可能な透し掘り掘削機械も実績がある。

RC 地下連続壁技術は掘削機械以外にも、掘削精度管理技術、安定液管理技術(材料・配合管理システム)、エレメント間継手施工法、コンクリート管理技術(配合・打設管理)が大きく進歩してきている。

これまでの標準的な施工深度は 50~70m 程度であるが、現時点では、首都圏外郭放水路第 3 立坑の 140m(国土交通省関東地方整備局)が最深度となる。また築島することで海上施工が可能であり、海上施工の代表例は東京湾横断道路川崎人工島(深度 110m)である。

2) 場所打ち杭壁工法

オーガー掘削方式、ロータリー掘削方式等で柱状に掘削した孔に応力材(鉄筋かご、H 形鋼等)を建て込み、モルタル等を打ち込んで築造した連続杭壁。充填材はモルタルが一般的であるが、コンクリートあるいは硬化液を使用する工法もある。RC 地下連続壁工法とほぼ同程度の壁体剛性を有しているが、掘削の延長精度から、連続壁として適用できる深度に限界がある。

表-4.4.1 場所打ちコンクリート壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.
コンクリート・モルタル等(場所打ち)	置換方法	等厚	RC 地下連続壁用掘削機械	RC 地下連続壁工法	1~11
				鋼製地中連続壁工法-I	12
				SC 合成地中連続壁工法	13
	柱列	オーガー掘削方式	PIP-W 工法	14	
			RG パイル工法	15	
		ロータリー掘削方式	BHP 工法	16	

表-4.4.2 RC地下連続壁用掘削機械

分類	掘削・攪拌方式	掘削機械名	No.
バケット式	ロッド式ラムシェル方式	CON 掘削機	1
	懸垂式ラムシェル方式	イコス掘削機	2
		MHL 掘削機	3
		MEH 掘削機	4
		スーパーケリー(KS02) 掘削機	5
回転式	水平多軸回転カッター方式	ハイドロフレーズ(HFA)掘削機	6
		エレクトロミル(EMX)掘削機	7
		BMX 掘削機	8
		BC 掘削機	9
		MBC 掘削機	10
衝撃式		イコスビット工法	11

(2) ソイルセメント壁工法

壁体の平面形状および築造する方法で分類できる。ソイルセメント壁は RC 地下連続壁工法と比較して安価であるため、土留め壁工法の主流となりつつある。工法数も多く、掘削土を再利用する工法も実用化されている。それぞれの工法の概要を以下に、対象とした工法を表-4.4.3 に示す。なお、表-4.4.3 中の RC 地下連続壁用掘削機械は表-4.4.2 と同様である。

1) ソイルセメント置換工法

場所打ちコンクリート壁工法と同様に安定液掘削した溝、あるいは柱状に掘削した孔にソイルセメントを打ち込み、応力材(H 形鋼等)を建て込んで築造した連続壁。掘削土を再利用してソイルセメントを築造することが一般的である。

この分類の工法は比較的新しい技術であるが、RC 地下連続壁で蓄積された掘削技術を流用している。

2) ソイルセメント原位置混合攪拌工法

原位置土とセメント溶液を混合攪拌した掘削孔に応力材(H 形鋼、鋼管矢板、プレキャスト等)を建て込んで築造した連続壁。壁体の平面形状(等厚壁、柱壁列)および掘削・攪拌工法(カッターチェーン方式、カッター(水平多軸回転)攪拌方式)で分類される。

等厚壁の代表的な工法は TRD 工法(1993 年開発)、柱列壁の代表的な工法は SMW 工法(1976 年開発)である。TRD 工法はカッターチェーン方式による掘削攪拌により、比較的硬い地盤への適用が可能である。SMW 工法は開発時期も古く、最も実績の多い工法である。SMW 工法と同様の柱列壁タイプのオーガー方式工法には、泥土の排出量を低減できるタイプの工法等も実用化されている。

応力材は H 形鋼が一般的であるが、特殊加工した H 形鋼や鋼管矢板を使用する工法もある。

表-4.4.3 ソイルセメント壁工法

壁体材料	築造工法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.		
ソイル セメント	置換工法	等厚	RC 地下連続壁用掘削 機械	CRM 工法	17		
				FUSS 工法	18		
				TSW 工法	19		
		柱列	ロータリー掘削方式	BH・W 工法	20		
	原位置混合 攪拌工法	等厚		カッターチェーン攪 拌方式	TRD 工法	21	
					鋼製地中連続壁工法-II	23	
					カッター(水平多軸回 転)攪拌方式	CSM 工法	22
						鋼製地中連続壁工法-II	23
		柱列		オーガー攪拌方式	SMW 工法	24	
					ECW 工法(ECW-II型)	25	
					GSS 工法	26	
					ECW 工法(ECW-I型)	27	
					RSW 工法	28	
					ONS 工法	29	
					TSP 工法	30	
GST 工法	31						
ECO-MW 工法	32						
UD-HOMET 工法	33						

(3) 固化安定液壁工法

RC 地下連続壁と同様に掘削した溝に応力材(H 形鋼、鋼矢板、プレキャスト板等)を建て込み、その後安定液を固化させて築造した連続壁。安定液の固化工法には、①置換固化、②原位置固化、③自硬性安定液がある。掘削機械については、RC 地下連続壁の掘削機を使用する。調査対象とした工法を表-4.4.4 に示す。同表中の RC 地下連続壁用掘削機械は表-4.4.2 と同様である。

固化安定液壁工法は 1980 年前後に技術導入され、実用化された工法数も十数工法存在したが、今回、回答を得たのは 4 工法であり、最近の実績が少ないため、アンケート回答を辞退した工法もある。

表-4.4.4 固化安定液壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.	
固化 安定液	置換工法	等厚	地下連続壁用 掘削機械	置換固化	TSS 工法	34
				原位置固化	TSS 工法	34
				自硬性安定液	SG-H 工法	35
					パノソル工法	36

(4) 地盤改良系土留め壁工法

地盤改良の深層混合処理工法を土留め壁に適用するものである。掘削・攪拌方式に機械攪拌方式および高圧噴射方式がある。機械攪拌方式では、さらに、応力材を併用するものと応力材を併用せずに自立土留めを基本とする工法に分類できる。

今回は地盤改良工法も同時に改訂を行ったため、地盤改良系土留め壁工法は地盤改良工法として掲載し、土留め壁工法からは除外した。参考として前回掲載した地盤改良系土留め壁工法を表-4.4.5に示す。

表-4.4.5 地盤改良系土留め壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	
地盤改良系	深層混合処理工法	柱列	機械攪拌方式	応力材併用有	テノコラム工法
					マルチウォール工法
					CDM 工法
					CDM-Mega 工法
					CDM-LODIC 工法
					CMC 工法
					DCM-L 工法
					DeMID-H 工法
					DOC 工法
					DJM 工法
					CDM-コラム 21 工法
					CDM-Land4 工法
					CI-CMC 工法
			PROP 工法		
高圧噴射方式	JACSMAN 工法				

(5) 鋼矢板壁工法

U 形、Z 形、直線形、H 形等の断面を有する鋼矢板を、継手部をかみ合わせながら打ち込んで築造する連続壁。施工方法に振動方式と圧入方式がある。なお、振動方式では、工法選定上、ウォータージェット併用方式を採用し、振動方式(WJ 併用)と表記している。また、打撃方式もあるが、現在では振動・騒音上の問題により、一般的な方式ではないので、対象工法から除外している。調査対象とした工法を表-4.4.6に示す。

表-4.4.6 鋼矢板壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.
鋼矢板			振動方式(WJ 併用)	バイブロハンマ工法(鋼矢板)	37
				JV 工法(鋼矢板)	39
			圧入方式	鋼矢板圧入工法	41
				油圧式圧入工法	42
				ゼロクリアランス工法	43

(6) 鋼管矢板壁工法

形鋼、パイプ等の継手を取り付けた鋼管杭を、継手部をかみ合わせながら打ち込んで築造する連続壁。施工方法に①振動方式および②圧入方式がある。なお、振動方式では、工法選定上、ウォータージェット併用方式を採用し、振動方式(WJ 併用)と表記している。同様に、圧入方式は圧入方式(オーガー掘削併用)と表記している。また、油圧ハンマ、ディーゼルハンマによる打撃方式は対象外としている。調査対象とした工法を表-4.4.7に示す。

表-4.4.7 鋼管矢板壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.
鋼管矢板			振動方式 (WJ 併用)	バイプロハンマ工法(鋼管矢板)	38
				JV 工法(鋼管矢板)	40
				連結鋼管矢板	44,45
				PTC バイプロフォンサ MTI 工法	46
				鋼製土留め壁工法(バイプロハンマ)	49
			圧入方式(オーガー掘削併用)	鋼管矢板圧入工法	47
				鋼製土留め壁工法(アースオーガ)	48
				TN 工法	50

(7) 既製コンクリート壁工法

この分類に属するのは、中掘しながらプレキャスト壁体を沈設する方式と圧入する方式とがある。なお、安定液中にプレキャスト板を設置する工法は、(3) 固化安定液壁工法に分類している。

表-4.4.8 既製コンクリート壁工法

壁体材料	築造方法	平面形状	掘削・攪拌方式	工法名	No.
コンクリート (既製)			オーガー掘削方式	PC-壁体工法	51
			圧入方式	コンクリート矢板圧入工法	52

4.5 工法の選定

4.5.1 工法選定の考え方

本調査では、前述したとおり、土留め工法の選定に役立つ資料作成を行うことを目的としている。工法選定の対象とした工法は、土留め壁として実績のある工法である。工法選定表を表-4.5.1に示す。

なお、選定表を作成するに当たり、定めた基本方針を以下に示す。

1) 選定表を作成する上で考慮した基本的な事項

- ①選定した工法は、大きく「一般土留め工法」と「機能付加型土留め工法」に種別した。ここで、機能付加型土留め工法とは、本来の土留め壁構築技術以外の特殊な機能を有する土留め関連工法と定義した。
- ②選定表の作成にあたっては、アンケート調査結果を原則としてそのまま記載する。ただし、表現の統一を図る目的で一部表記を委員会で修正した。
- ③選定表は、収集した57工法すべてについて施工条件、施工能力、工事費、環境条件、施工実績についてそれぞれ項目を細分し、比較した。

2) 選定するための指標

- ①施工条件
 - ・適用地盤
 - ・主要掘削機械最小作業空間
 - ・主要掘削機械仕様
 - ・傾斜地での施工
- ②施工能力
 - ・施工可能深度
 - ・施工能力（標準的な施工能力、標準鉛直精度）
 - ・施工壁厚
- ③工事費（標準的な直接工事費）
- ④環境条件
 - ・騒音
 - ・振動
 - ・排土抑制・リサイクル付加技術の有無
- ⑤施工実績
 - ・施工実績
 - ・本体利用の実績

4.5.2 作成上のルールおよび基本事項

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。なお、各項目の文頭記号は、次の事項を示している。

「・」：作成上のルール

「*」：特記事項

①共通事項について

- ・工法比較は、収集した全 57 工法について対象とする。
- ・調査結果の回答が「空欄」、「該当なし」の場合は「-」で表記を統一した。

②施工条件について

- ・適用地盤は、「◎：最適、○：適、△：補助機械併用で可、×：不適」を意味する。
- ・傾斜地での施工は、「◎：最適、○：適、△：補助機械併用で可、×：不適」を意味する。
- * 特殊な施工機械を有する工法があるので、特殊条件下の機械仕様がが必要な場合には、アンケート調査データ(添付 CD)を参照するか、直接問合せること。

③施工能力、工事費について

- * 施工能力および工事費については、施工条件により大きく異なるため、直接確認すること。また、表中に示される数値は、壁体仕様が多種多様の工法を対象としていることや条件により大きく異なることから参考値の位置づけである。

表-4.5.1 土留め工法選定表（その1）

技術分類	No.	工法名	副題名	施工条件																	流動地下水が3m/min以上で施工可能か				
				適用地盤																					
				粘性土 N値			固結シルト・土丹 qu(N/mm ²)			砂質土 N値				礫・玉石 径(cm)				岩 qu(N/mm ²)							
				N<10	10~20	N≥20	qu<1.0	1.0~5.0	qu>5.0	N<10	10~30	30~50	N≥50	15以下	15~30	30以上	対応可能最大径	qu<5	5~20	20~50		qu>50			
掘削機	1	CON掘削機	ロッド式クラムシェル	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	バケット幅(壁厚以下)	○	△	×	×	×			
	2	イコス掘削機	懸垂式クラムシェル	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	バケットの幅以下	○	△	×	×	×			
	3	MHL掘削機	懸垂式クラムシェル	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	バケット幅(壁厚以下)	○	△	×	×	×			
	4	MEH掘削機	懸垂式クラムシェル	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	バケット幅(壁厚以下)	○	△	×	×	×			
	5	スーパーケーラー(KS02)掘削機	懸垂式クラムシェル	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	バケット幅(壁厚以下)	○	△	×	×	×			
	6	ハイドロブレード(HFA)掘削機	水平多軸回転カッター	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	50	◎	◎	◎	◎	◎			
	7	エレクトロミル(EMX)掘削機	水平多軸回転カッター	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	50	◎	◎	◎	◎	◎			
	8	BMX掘削機	水平多軸回転カッター	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	30	◎	◎	◎	◎	◎			
	9	BC掘削機	水平多軸回転カッター	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	30	◎	◎	◎	◎	◎			
	10	MBC掘削機	水平多軸回転カッター	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	30	◎	◎	◎	◎	◎			
	11	イコスビット式工法	イコスビット式工法	◎	◎	○	○	○	△	◎	○	○	○	◎	◎	○	300	◎	◎	◎	◎	◎			
掘削機	12	鋼製地中連続壁工法-I	コンクリート等充填鋼製地中連続壁工法	◎バケット ○水平多軸	◎バケット ○水平多軸	◎バケット ○水平多軸	◎バケット ○水平多軸	△バケット ◎水平多軸	×バケット ○水平多軸	◎バケット ◎水平多軸	◎バケット ◎水平多軸	△バケット ◎水平多軸	△バケット ◎水平多軸	◎バケット ◎水平多軸	◎バケット △水平多軸	◎バケット ×水平多軸	バケット幅(バケット 15cm(水平多軸))	◎バケット ◎水平多軸	×バケット ○水平多軸	×バケット ○水平多軸	×バケット △水平多軸	×			
	13	SC合成地中連続壁工法	内面突起付きH形鋼を用いた鉄骨コンクリート合成構造による連壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	100	◎	○	○	△	△			
	14	PIP-W工法	止水性山留壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	◎	△	△	△			
	15	RGパイル工法	場所打ちモルタル杭工法	◎	◎	◎	○	×	×	◎	◎	○	○	○	○	×	20	○	×	×	×	×			
	16	BHP工法	ボアホールパイル	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	×	×	×	×	×			
	17	CRM工法	掘削土再利用連壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	掘削壁厚の80%	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	×		
	18	FUSS工法	掘削土再利用地中連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	掘削壁厚の80%	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	◎水平多軸	×		
	19	TSW工法	竹中ソイルセメント連続地下壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	掘削壁厚の80%	◎	◎	○	○	×			
	20	BH-W工法[BH-W(ウォール)工法]	BH-W三軸ビット安定液固化工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	25	◎	◎	○	△	×			
	21	TRD工法	ソイルセメント地中連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	100	◎	○	△	△	△			
	22	GSM工法	ソイルセメント地中連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	◎	○	○	△	△			
	23	鋼製地中連続壁工法-II	ソイルセメント鋼製地中連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎TRD ◎CSM	◎TRD △CSM	◎TRD △CSM	80(TRD) 15(CSM)	◎	○	△	△	△
	24	SMW工法	ソイルセメント連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	△	△	△	△			
	25	ECW工法(ECW-II型)	排出土抑制型5軸ソイルセメント柱列壁	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	◎	△	△	×	△			
	26	GSS工法	ソイルセメント連続壁における発生土のリサイクルによる残土低減工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	◎	△	△	△	△			
	27	ECW工法(ECW-I型)	排出土抑制型単軸ソイルセメント柱列壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	75	◎	◎	◎	○	△			
	28	RSW工法	ソイルセメント地中連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	40	◎	△	△	△	×			
	29	ONS工法	鋼管柱列土留工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	◎	◎	◎	◎			
	30	TSP工法	竹中式多軸ソイルパイル工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20~30	×	×	×	×	△			
	31	GST工法(IBCシステム)	リアルタイム削孔制御高精度柱列式地下連続壁工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	◎	△	△	△			
	32	ECO-MW工法	ソイルセメント連続壁工法(環境負荷低減型工法)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	△	△	△	△			
	33	UD-HOMET工法	ソイルセメント連続壁工法(大深度対応型高精度原位置掘削工法)	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	△	△	△	△			
	34	TSS工法	地中鋼杭及び地中鋼矢板建込み工法	◎	◎	◎	◎	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	△	×	×	×	△			
	35	SG-H工法(エスジーエッチ工法)	自硬性安定液工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	100	◎	△	×	×	◎			
	36	パノソル工法	自硬性安定液工法	◎	◎	△	△	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	△	×	×	×	×			
	37	パイロハンマ工法(鋼矢板)	パイロハンマによる鋼矢板打ち・抜き工	◎	◎	◎	△	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	△	△	×	×	◎			
	38	パイロハンマ工法(鋼管矢板)	パイロハンマによる鋼管矢板打ち工	◎	◎	◎	△	△	△	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	△	△	×	×	◎			
	39	JV工法(鋼矢板)	ウォータージェット併用パイロハンマ工法による鋼矢板打ち込み工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	◎	◎	◎	△	◎			
	40	JV工法(鋼管矢板)	ウォータージェット併用パイロハンマ工法による鋼管矢板打ち込み工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	◎	◎	◎	△	◎			
	41	鋼矢板圧入工法	鋼矢板の静的圧入工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	△	△	△	×	◎			
	42	油圧式圧入工法	油圧式杭圧入引抜機による鋼矢板の無振動・無騒音施工	◎	◎	△	△	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	5	×	×	×	×	◎			
	43	ゼロクリアランス工法	鋼矢板の既設構造物への超近接施工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	△	△	△	△	◎			
	44	連結鋼管矢板工法(パイロハンマ)	パイロハンマ単独工	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	10	△	△	×	×	◎			
	45	連結鋼管矢板工法(WJ併用)	ジェット併用パイロハンマ工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	25	◎	◎	×	×	◎			
	46	PTCパイロフォンサ MTI工法	ウォータージェット併用杭打工法及びガイド杭	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	φ2000	—	◎	◎	—	◎			
	47	鋼管矢板圧入工法	鋼管矢板の静的圧入工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	△	△	△	×	◎			
	48	鋼製土留め壁工法(アースオーガ)	鋼管矢板アースオーガ併用油圧ハンマ打撃工法	◎	◎	◎	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	20	×	×	×	×	◎			
	49	鋼製土留め壁工法(パイロハンマ)	鋼管矢板パイロハンマ併用油圧ハンマ打撃工法	◎	◎	◎	△	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	30	×	×	×	×	◎			
	50	TN工法	鋼管杭・鋼管矢板の低公害中掘り工法	◎	◎	△	◎	△	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	△	×	×	×	◎			
	51	PC-一体壁工法	土留構造物用等辺角形プレストレストコンクリートパイル	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	△	△	△	△	◎			
	52	コンクリート矢板圧入工法	狭隙地等におけるコンクリート矢板の静的打設工法	◎	◎	◎	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×	×	×	◎			
	掘削機	53	透水連壁(EDW)工法	地下水流動の保全工法	適用外(透水層に適用)			適用外(透水層に適用)			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—	—			
54		透水SMW工法	地下水流動の保全工法	適用外(透水層に適用)			適用外(透水層に適用)			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—	—				
55		ウェル・イン・ウォール工法	両面型壁内井戸による地下水流動保全工法	×	×	×	×	×	×	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	×	×	×	×	◎				
56		スルーパス工法	電食技術による地下水流動保全対策工法	適用外(透水層に適用)			適用外(透水層に適用)			◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	—	—	—	—	—				
57		SNF工法	地下水非遮断土留壁構築工法	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	◎	50	◎	◎	△	△	△			

表-4.5.1 土留め工法選定表 (その2)

技術分類	No.	工法名	施工条件												施工能力						
			主要掘削機械最小作業空間				主要掘削機械仕様				傾斜地での施工				施工能力			施工壁厚			
			標準				上空制限時低空頭型				全装備時		プラントヤード面積		可能か否か	水平傾斜角(°)	施工可能深度(m)	施工能力		標準長(多用寸法) 厚さまたは直径(m)	
			長さ(m)	幅(m)	高さ(m)	近接作業限界距離(m)	長さ(m)	幅(m)	高さ(m)	総自重(t)	最大接地圧(kN/m ²)	長さ(m)	幅(m)	高さ(m)				標準的な施工能力(m ² /日)	標準鉛直精度		
掘削機	1	CON掘削機	8.95	5.24	23.40	0.30	—	—	—	91.0~99.0	122	50.0	20.0	8.0	△	3.00	60.0	—	1/500以上	0.81.0	
	2	イコス掘削機	9.00	5.00	15.00	0.50	5.0	5.0	5.0	最少25t・標準50t	50	20.0	10.0	5.0	○	10.00	100.0	—	1/200~1/300	0.6	
	3	MHL掘削機	11.00	5.56	15.00	0.50	—	—	—	55.5~61.7	82	50.0	20.0	8.0	○	10.00	55.0	35.0	1/300以上	0.81.0	
	4	MEH掘削機	16.00	7.77	18.00	0.50	—	—	—	136~158	119	50.0	30.0	10.0	○	10.00	120.0	—	1/300以上	1.21.5	
	5	スーパークレーン(KS02)掘削機	11.50	5.89	17.00	0.50	—	—	—	87	120	50.0	30.0	10.0	○	10.00	75.0	—	1/300以上	0.5~1.5	
	6	ハイドロブレーズ(HFA)掘削機	16.20	9.60	20.30	0.50	8.0	4.0	5.0~5.5	65~245	140~217	50.0	30.0	10.0	○	10.00	170.0	国交省標準積算による	—	0.63~3.20	
	7	エレクトロミル(EMX)掘削機	9.70	5.30	H≥5.0m	外壁面から0.5m	4.8	5.0	4.70~6.05	—	—	50.0	30.0	10.0	○	10.00	170.0	国交省標準積算による	通常:1/500 高精度仕様:深さに関係なく ±5cm以内	0.68~1.50	
	8	BMX掘削機	6.40	6.70	4.50	外壁面から0.5m	—	—	—	102.5	207	50.0	30.0	10.0	○	10.00	150.0	国交省標準積算による	—	0.68~1.50	
	9	BC掘削機	18.00	5.30	39.00	外壁面から0.5m	—	—	—	150.0	207	50.0	30.0	10.0	○	10.00	150.0	国交省標準積算による	—	0.64~2.80	
	10	MBC掘削機	4.80	5.80	5.40	外壁面から0.5m	—	—	—	82.0	207	50.0	30.0	10.0	○	10.00	150.0	国交省標準積算による	—	0.64~1.50	
	11	イコスビット工法	4.70	2.50	9.80	0.50	4.7	2.5	4.5	15.0	25	15.0	10.0	3.0	○	10.00	50.0	1.3(硬地盤対象)	1/400~1/600	0.6	
掘削機	12	鋼製地中連続壁工法-I	No1~11等の地中連続壁工法参照				No1~11等の地中連続壁工法参照				No1~11等の地中連続壁工法参照		No1~11等の地中連続壁工法参照		No1~11等の地中連続壁工法参照		150.0	40.0	1/500~1/1000	0.8~1.2	
	13	SC合成地中連続壁工法	11.3/16.3	5.9/9.6	17.3/20.3	1.00	8.0	4.0	5.0	87/200	106/138	25/35	20.0	40.0	△	7.00	75/150	50/60	バケット:1/250~1/500 回転式:1/500~1/2000	0.7~1.2 0.8~1.5	
	14	PIP-W工法	10.00	4.50	27.00	0.60	10.0	4.5	7.5	135.0	30	15.0	3.0	8.0	△	1.50	65.0	100.0	1/300	0.6	
	15	RGパイル工法	9.70	5.80	36.00	0.7(杭芯より)	9.7	5.8	14.0	110.0	250	18~20	5~8	4~5	×	0.20	30.0	60~100	1/150	0.45	
	16	BHP工法	2.80	1.65	1.98	0.50	—	—	—	3.5	800	8.0	6.0	3.0	○	×	50.0	4.0	1/100	φ0.500	
	17	CRM工法	11.00	15.00	15.80	1.00	5.5	6.0	5.0	147.5	1.42	13.6	7.8	6.6	△	15.00	120.0	45.0	掘削:1/300~500以上	0.8	
	18	FUSS工法	6.00	8.00	8.00	1.00	4.5	6.0	5.0	100.0	150	13.6	7.8	6.6	△	10.00	120.0	45.0	掘削:1/300~500以上	0.8	
	19	TSW工法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13.6	7.8	6.6	△	15.00	120.0	45.0	掘削:1/300~500以上	0.8	
	20	BH-W工法[BH-W(ウォール)工法]	4.28	2.20	4.39	1.20	4.3	2.2	3.8	10~12t	—	40.0	7.0	4.0	○	30.00	40.0	15.0	1/200	0.65	
	21	TRD工法	9.52	7.24	10.10	0.05	7.7	7.2	6.5	160.0	426.0	21.0	10.0	7.3	○	5.00	60.0	70.0	1/250	0.45~0.875	
	22	CSM工法	約8.4	約6.4	約28.0	0.85	約8.0	約4.3	約6.5	120.0	270.00	10.0	3.0	9.0	○	2.00	65.0	60.0	1/250~1/500	0.5~1.2	
	23	鋼製地中連続壁工法-II	9.52(TRD) 8.00(CSM)	7.24(TRD) 3.28(CSM)	10.10(TRD) 8.58(CSM)	0.75(TRD:壁中心から) 0.85(CSM:壁中心から)	7.70(TRD) 7.00(CSM)	7.22(TRD) 4.28(CSM)	6.49(TRD) 6.53(CSM)	160.0(TRD) 75.0(CSM)	426.0(TRD) 411.0(CSM)	10.0	3.0	9.0	○(TRD) △(CSM)	5.00(TRD) 2.00(CSM)	60.0(TRD) 65.0(CSM)	60(TRD)	1/250~1/800(TRD) 1/250~1/1200(CSM)	0.60~1.2 (NS-BOXウエブ高0.40~1.0)	
	24	SMW工法	約9.80	約5.80	約35.0	0.45	約4.00	約4.00	約5.20	120~135	φ550SMW:307 φ850SMW:394	10.0	3.0	9.0	○	0.57	67.5	90.0	1/150~250	φ0.55(φ0.55~0.65) φ0.85(φ0.80~0.90)	
	25	ECW工法(ECW-II型)	約10.00	約5.90	約32.5	φ550~φ1000 0.425~0.650(壁芯から)	—	—	—	130~131	φ550:377 φ1100:397	10.5	3.0	9.0	○	φ550(21mR) 5.0	通常50.0 最大60.0	一般地盤 75~95 先行削孔地盤 40	1/150~1/400	0.55~1.10	
	26	GSS工法	9.53	5.76	34.69	0.45	9.5	5.8	19.7	120~135	324.0	15.0	6.5	6.0	○	—	60.0	60.0	1/150~1/250	0.55	
	27	ECW工法(ECW-I型)	約10.00	約5.90	約32.5	φ680~φ1080 1.10~1.50(壁芯から)	—	—	—	124~127	φ680:303 φ1080:381	10.5	3.0	9.0	○	φ680(21mR) 7.0	40.0	φ1080@900 L=20m 29.0	1/400	0.68~1.08	
	28	RSW工法	9.7(約10.0)	5.9(約6.0)	31.40	0.70	9.7	5.0	6.0	120~135	350.0	5.5	2.8	5.8	○	0.20	60.0	50~70	1/150~1/200	0.65	
	29	ONS工法	9.70	5.80	31.40	0.53	—	—	—	120~135	142.0	5.5	2.2	4.8	○	0.57	70.0	50~70	1/200~1/300	1.0(応力材)	
	30	TSP工法	8.40	4.50	35.87	0.29	—	—	—	129.74	156.0	9.8	6.6	6.7	△	2~3	45.0	75.0	1/100	0.65	
	31	GST工法(旧SCシステム)	10.00	4.50	27.00	0.60	10.0	4.5	7.5	135.0	30.0	15.0	3.0	8.0	△	1.50	65.0	100.0	1/500	0.85	
	32	ECO-MW工法	約9.80	約5.80	約35.0	0.45	約4.00	約4.00	約5.20	120~135	一般径:307 大口径:394	10.0	3.0	9.0	○	0.57	47.0	100.0	1/150~250	φ0.55(φ0.55~0.65) φ0.85(φ0.80~0.90)	
	33	UD-HOMET工法	約10.50	約5.80	約35.0	0.64	約10.50	約5.80	約23.0	120~135	367	10.0	3.0	9.0	○	0.57	65.0	50~70 (先行削孔を必要とする地盤)	1/300	φ0.85(φ0.80~0.90) φ1.00(φ1.00)	
34	TSS工法	30.00	8.50	13.00	0.50	30.0	9.5	5.6	61.00	85.0	11.0	2.5	6.3	○	—	55.0	15.8	1/250~1/300	0.5~0.6(バケット式)		
35	SG-H工法(エスジーエッチ工法)	11.50	5.89	17.00	0.50	—	—	—	87.0	106.0	25.0	15.0	5.0	○	10.00	60.0	70.0	1/250~1/500	0.6		
36	パノソル工法	8.90	4.90	40.00	1.00	—	—	—	85.0	270.0	15.0	5.0	4.0	×	0.50	40.0	30~60	1/500	0.5		
37	パイプロハンマ工法(鋼矢板)	—	—	—	0.50	—	—	—	25~100	—	—	—	—	○	10.00	30.0	120~160	1/200	0.2~0.45		
38	パイプロハンマ工法(鋼管矢板)	—	—	—	1.00	—	—	—	50~500	—	—	—	—	○	10.00	60.0	100~130	1/200	0.8		
39	JV工法(鋼矢板)	—	—	—	0.50	—	—	—	25~100	—	5.5	1.8	2.0	○	10.00	35.0	鋼矢板80~100	1/200	0.2~0.45		
40	JV工法(鋼管矢板)	—	—	—	1.00	—	—	—	80~800	—	5.5	1.8	2.0	○	10.00	100.0	90~120	1/200	0.5~2.00		
41	鋼矢板圧入工法	15.00	8.00	15.00	0.60	6.0	3.0	1.6	11.8	—	—	—	—	◎	45.00	40.0	100.0	1/100	0.2~0.45		
42	油圧式圧入工法	0.65~1.00	3.00	0.50	—	—	—	—	2.1~8.8	—	—	—	—	○	10.00	50.0	70~120	±1/200	0.2~0.45		
43	ゼロクリアランス工法	20.00	10.00	15.00	0.00	10.0	3.0	5.0	13.6	—	—	—	—	◎	45.00	30.0	90.0	1/100	0.2		
44	連結鋼管矢板工法(パイプロハンマ)	11.88	7.07	35.00	13.00	—	—	—	190.0	—	—	—	—	○	15.00	60.0	171.0	—	φ0.80×L=20m		
45	連結鋼管矢板(WJ併用)	11.16	6.70	35.00	12.00	—	—	—	166.6	—	8.0	3.0	2.5	○	15.00	60.0	171.0	—	φ0.80×L=20m		
46	PTC/パイロフォンサ MTL工法	8.55(10.00)	4.36(8.00)	3.19(8.00)	2.00	2.3	1.5	3.2	60t, 75t, 90t, 170t, 320t	—	5.0	2.5	2.0	○	15.00	90.0	30.0	±20	φ0.6~φ2.0		
47	鋼管矢板圧入工法	20.00	10.00	15.00	1.20	10.0	4.0	2.2	34.4(PP260タイプ)	—	—	—	—	◎	45.00	60.0	90.0	1/100	0.5~1.5		
48	鋼製土留め壁工法(アースオーガ)	40.00	15.00	24~33	1.50	—	—	24.0	120.0	218.0	—	—	—	×	—	70.0	100.0	1/100以上	0.5~1.5		
49	鋼製土留め壁工法(パイプロハンマ)	40.00	15.00	33.00	1.50	—	—	24.0	150.0	398.0	—	—	—	×	—	70.0	100~120	1/100以上	0.5~1.5		
50	TN工法	40.00	20.00	31.00	3.00	—	—	—	136.0	400.0	12.0	8.0	8.0	×	—	70.0	φ1000-40m/日	1/200	1.0		
51	PC-壁体工法	12.50	10.00	27.00	1.50	12.5	10.0	20.0	95.0	350.0	5.5	2.0	1.5	△	0.00	80.0	50.0	1/300	0.5~0.9		
52	コンクリート矢板圧入工法	15.00	8.00	10.00	0.60	15.0	8.0	5.0	6.5	—	—	—	—	◎	45.00	12.0	45.0	1/100	0.1~0.35		
掘削機	53	通水連壁(EDW)工法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一般的なRC連壁工法と同じ	—	
	54	通水SMW工法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	一般的なSMW工法と同じ	—	
	55	ウェル・イン・ウォール工法	—	—	—	—	—	—	—	—	5.0	3.0	3.0	○	—	50.0	—	—	壁の精度による	φ0.65~0.9対応	
	56	スルーパス工法	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10.0	10.0	5.0	△	—	—	—	—	一般的なSMW工法と同じ	—
	57																				

表-4.5.1 土留め工法選定表 (その3)

技術分類	No.	工法名	工事費(標準的な直接工事費)			環境条件			施工実績					
			* 共通仮設費(運搬、機械組立解体)残土・泥土の処分費は含まない			騒音 30m地点対策なし (dB)	振動 30m地点対策なし (dB)	排土抑制・リサイクル 付加技術の有無	施工実績			本体利用の実績		
			壁厚・直径 (mm)	m ² 単価 (円/m ²)	m ³ 単価 (円/m ³)				件数	総面積 (m ²)	総延長 (m)	件数	総面積 (m ²)	
掘削機	1	CON掘削機	400~1500	70,000~150,000 ※施工数量・壁厚・構造により異なる	80,000~110,000 ※施工数量・構造により異なる	—	—	無	760(H.9~H.20)	41,487(H.9~H.20)	—	—	—	
	2	イコス掘削機	—	50,000~70,000	—	60~65	40	無		583,000	—	—	—	
	3	MHL掘削機	600~2400	70,000~150,000 ※施工数量・壁厚・構造により異なる	80,000~110,000 ※施工数量・構造により異なる	60~65	40	無		1,241,251(H.9~H.20)	—	—	多数	—
	4	MEH掘削機				60~65	40	無		—	—			
	5	スーパーケリー(KS02)掘削機	600~2400	70,000~190,000 ※施工数量・壁厚・構造により異なる	80,000~130,000 ※施工数量・構造により異なる	60~65	40	無		660,000(H.9~H.20)	—	—	多数	—
	6	ハイドロブレード(HFA)掘削機				60~65	40	無		—	—			
	7	エレクトロミル(EMX)掘削機	600~2400	80,000~190,000 ※施工数量・壁厚・構造により異なる	100,000~130,000 ※施工数量・構造により異なる	60~65	40	無		1,648,555(H.9~H.20)	—	—	多数	—
	8	BMX掘削機				60~65	40	無			—			
	9	BC掘削機				60~65	40	無			—			
	10	MBC掘削機				60~65	40	無			—			
	11	イコスビット工法	—	200,000~250,000	333,000~416,000	65~70	50	無		150	150,000	10,000	—	—
掘削機 掘削機 掘削機	12	鋼製地中連続壁工法-I	1,200	150,000	—	No1~11等の地中連続壁工法参照		無	56	165,835	3,571	51	131,681	
	13	SC合成地中連続壁工法	900	90,000~120,000	100,000~133,000	65	45	無	1	2,000	—	0	0	
	14	PIP-W工法	500	30,000~35,000	—	65~70	40	無	—	—	—	—	—	
	15	RGバル工法	600	92,000	55,200	—	—	無	240	—	750,000	なし	—	
	16	BHP工法	450~650	—	—	—	—	無	100	10,000	5,000	10	500	
	17	CRM工法	800	75,000~90,000	94,000~113,000	—	—	有	32	296,423	—	0	0	
	18	FUSS工法	800	75,000~90,000	94,000~113,000	70	60	有	11	120,954	—	0	0	
	19	TSW工法	800	75,000~90,000	94,000~113,000	—	—	無	5	34,500	952	2	20,150	
	20	BH-W工法[BH-W(ウォール)工法]	650	120,000	—	—	—	無	11	24,000	23,000	—	—	
	21	TRD工法	550	18,000~30,000	33,000~54,000	71(20m地点、暗騒音49)	59(20m地点、暗騒音33)	無	423	2,247,000	97,380	—	—	
	22	CSM工法	550	17,000~30,000(H鋼別)	—	66.8(10m地点、暗騒音61.7)	58(15m地点)	無	20	40,000	—	3	5,500	
	23	鋼製地中連続壁工法-II	850	100,000	—	71(20m地点、暗騒音49、TRD) 66.8(10m地点、暗騒音61.7、CSM)	59(20m地点、暗騒音33)	無	5	7,221	277	4	7,008	
	24	SMW工法	φ550 φ850	φ550:15,000~22,000(H鋼別) φ850:22,000~30,000(H鋼別)	—	75dB程度(7m換算値)	55dB程度 (15m換算値)	無	—	協会実績 2,800万(2008年末)	—	8 成幸利根樹	5万6,000 成幸利根樹	
	25	ECW工法(ECW-II型)	φ550 φ850	φ550 砂質土:10,500 (先行併用)19,500 φ850 砂質土:14,800 (先行併用)24,000	—	66.9(5m地点)	52.6(5m地点)	有	152	537,000(2009年末)	—	0	0	
	26	GSS工法	550	20,000~25,000	41,600~52,000	未計測	未計測	無	45	97,000	—	0	0	
	27	ECW工法(ECW-I型)	φ1080	φ1080@900 L=20m 砂質土17m 中硬岩3m 37,000	—	66.9(5m地点)	52.6(5m地点)	有	51	76,400(2009年末)	—	0	0	
	28	RSW工法	538(600)	20,000~25,000	11,000~13,750	—	—	無	7,500	1,460,000	58,400	—	—	
	29	ONS工法	—	20,000~40,000	—	65~70	40~50	無	90	400,000	14,000	0	—	
	30	TSP工法	650	20,000~25,000	30,000~35,000	60程度	46程度	無	実績多数あり	総面積把握していない	—	杭、地下外壁利用 68	利用方法により 対象が異なる	
	31	GST工法(旧SCシステム)	850	40,000	—	—	—	無	5	5,000	—	0	—	
	32	ECO-MW工法	φ550 φ850	一般径:15,000~23,000(H鋼別) 大口径:22,000~32,000(H鋼別) ※泥土処分費を含むと従来工法より安価	—	従来工法と同等	従来工法と同等	アロンソイル効果により対象土への 注入量削減により排泥量が削減	協会実績約200 (2008年8月末)	協会実績約80万 (2008年8月末)	—	1	3,000	
	33	UD-HOMET工法	φ850	28,000~39,000(H鋼別) ※従来工法で先行削孔を必要とする地盤	—	72dB程度(7m換算値)	40dB程度(15m換算値)	硬質地盤での先行削孔が不要な 為、先行削孔時の排泥量が削減	研究会実績 20(2008年末)	研究会実績 10万(2008年末)	—	0	0	
	34	TSS工法	500~600	70,000~90,000	115,000~150,000	71	54	無	119	146,000	—	0	—	
	35	SG-H工法(エスジーエッチ工法)	600	20,000~40,000	33,000~66,000	65	40	無	138	543,000	—	1	24,000	
	36	パノソル工法	600	45,000~50,000	27,000~30,000	—	—	無	80	228,000	11,400	6	22,134	
	37	パイプロハンマ工法(鋼矢板)	360	1,500	—	70~80	60~65	無	150,000	—	—	50000	—	
	38	パイプロハンマ工法(鋼管矢板)	φ800	5,500	—	70~80	65~75	無	1,000	—	—	1000	—	
39	JV工法(鋼管矢板)	360	3,978	—	70~80	45~60	無	20,000	—	—	15000	—		
40	JV工法(鋼管矢板)	1,200	12,812	—	75~83	45~70	無	1,000	—	—	1000	—		
41	鋼矢板圧入工法	250	2,480(材料費は含まず)	—	60	40	無	1000件超	—	—	—	—		
42	油圧式圧入工法	250	2,500	—	現場暗騒音域内での施工	現場暗騒音値以下	無	8,000	3,000,000	300,000.00	800	960000		
43	ゼロクリアランス工法	200	5,600(材料費は含まない)	—	60	40	無	367	—	—	70	16600		
44	連結鋼管矢板工法(パイプロハンマ)	800	15,000~25,000(条件により大幅に異なる)	—	80~90	65~75	無	1	—	—	1	—		
45	連結鋼管矢板(WJ併用)	1,000	12,000/m	—	75~85	60~70	無	1	—	—	—	—		
46	PTCパイプロフォンサ MTI工法	1,000	29,000	—	43~48	65~70	無	30	8,000	2,400	12	2520		
47	鋼管矢板圧入工法	900	7,200(材料費は含まず)	—	60	40	無	511	—	—	—	—		
48	鋼製土留め壁工法(アースオーガ)	1,000	12,000/m	—	(オーガ)65、(油圧ハンマ)92	(オーガ)60、(油圧ハンマ)92	無	300以上	—	—	約200	集計なし		
49	鋼製土留め壁工法(パイプロハンマ)	—	14,000/m	—	(油圧パイロ)45、(油圧ハンマ)92	(油圧パイロ)35、(油圧ハンマ)92	無	30以上	—	—	—	—		
50	TN工法	—	—	—	61~65	42~53	無	75	—	—	75	—		
51	PC-壁体工法	600	45,000~50,000	—	58	47	無	570	150,000	24,000	570	150,000		
52	コンクリート矢板圧入工法	100	12,700(材料費は含まない)	—	60	40	無	273	304,035	29,491	273	304,035		
掘削機 掘削機 掘削機 掘削機 掘削機	53	通水連壁(EDW)工法	—	—	—	—	—	無	1件(試験施工)	RC壁に5ヶ所の井戸設置	—	—	—	
	54	通水SMW工法	—	—	—	—	—	無	1件(試験施工)	通水管1ヶ所設置、復水	—	—	—	
	55	ウェル・イン・ウォール工法	—	—	片面型:150~200万円/本 両面型:300~400万円/本	—	—	無	9	24本	—	—	—	
	56	スルーパス工法	—	—	—	—	—	無	0	0	0.0	0	0	
	57	SNF工法	550に入る特殊芯材 使用	800,000	—	—	—	無	1	—	10mピッチで42セット設置	0	—	

4.6 機能付加型土留め壁工法の紹介

機能付加型土留め壁工法とは、本来の土留め壁構築技術以外の特殊な機能を有する土留め関連工法であり、本節では、環境意識の高まりを踏まえて実績が増えつつある地下水流動保全型土留め壁工法についていくつか紹介する。

(1) 地下水流動保全工法の概要

「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」¹⁾によれば、地下に長い線状の構造物を築造することで地下水の流動が阻害される場合における対策工法の概念図は図-4.6.1のとおりである。地下水流動保全工法の仕組みは、構造物等によって遮断された帯水層の上流側で地下水を集めて(集水)、構造物部分はパイプなどを用いて通過させ(通水)、構造物の下流側の地盤中に地下水を還元(涵養)するものである。

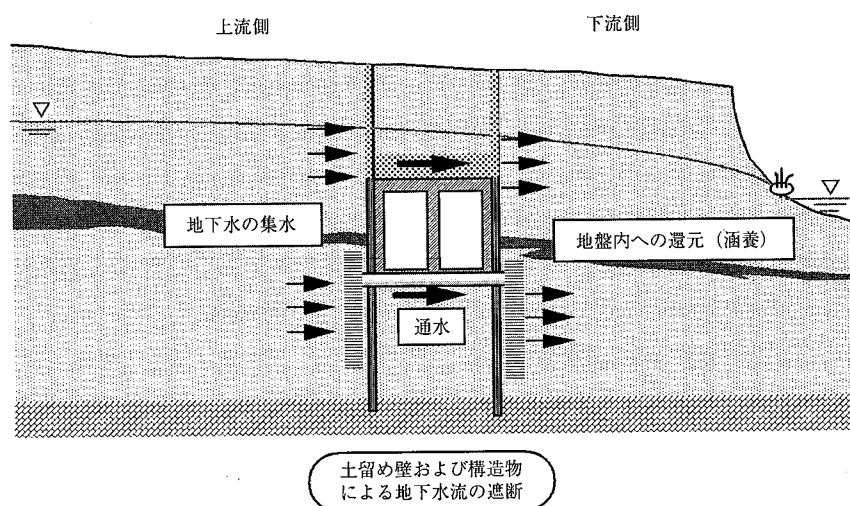


図-4.6.1 地下水流動保全工法の概念図と仕組み¹⁾

(2) 地下水流動保全工法の選定

「地下水流動保全のための環境影響評価と対策」¹⁾によれば、地下水流動を阻害する頻度が高い線状の開削トンネルを例とした地下水流動保全工法の種類は図-4.6.2に示すとおりであり、帯水層と構造物の位置関係や通水方法および井戸の設置位置等により大きく4種類に分けられる。また、遮断される帯水層と構造物の深さ関係による一般的な集水・涵養施設の適用性についてまとめたものが表-4.6.1である。図-4.6.2および表-4.6.1より、保全対象とする帯水層が構造物より上部か下部にある場合は土留め壁撤去工法が有効となり、帯水層が地表から構造物下端までの間にある場合は土留め壁削孔・集水・涵養パイプ設置工法が有効となる。また、帯水層が構造物位置およびそれ以深の場合は集水・涵養機能付き土留め壁工法と集水・涵養井戸設置工法が有効となる。これらの工法選定に際しては、帯水層位置、施工時期、現場状況(井戸用地等の制約条件や施工性)、コスト等を考慮したうえで総合的に判断することになる。

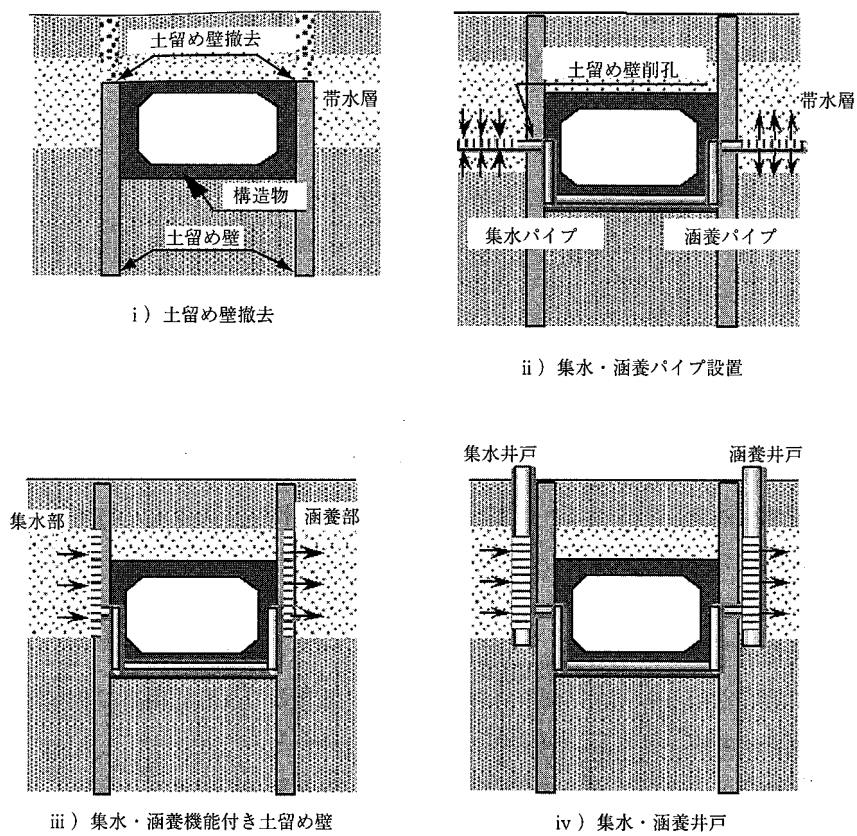


図-4.6.2 地下水流動保全工法における集水・涵養方法の分類¹⁾

表-4.6.1 遮断される帯水層と構造物の深さ関係による集水・涵養施設の適用性¹⁾

帯水層の位置	集水・涵養施設			
	土留め壁撤去	土留め壁削孔・集水・涵養パイプ	集水・涵養機能付き土留め壁	集水・涵養井戸
構造物の上部	○	○	△	△
構造物が遮断	×	◎	◎	◎
構造物の下部	○	△	○	○
土留め壁の施工時期との関係	地下工事の完了後	地下工事期間中または躯体構築後	土留め壁と同時に設置	随時

◎：適用性が高い，○：適用可能，△：適用可能であるがあまり有利でない，×：適用不可能な組み合わせ

今回のアンケートにより収集された地下水流動保全型土留め壁工法は5工法であり、地下水流動保全工法の分類としては図-4.6.2のiii)集水・涵養機能付き土留め壁に分類される。地下水流動保全型土留め壁工法の共通の利点は、外部に集水・涵養井戸の用地を確保する必要が無いことであり、各工法の概要や特徴についてまとめた一覧表を表-4.6.2に示す。なお、アンケートの過程において施工実績が少ないこと等を理由に掲載を見送る工法がいくつかみられたが、環境保全意識の高まりを踏まえ、今後のさらなる開発や実績の増加に期待したい。

表-4.6.2 地下水流動保全型土留め壁工法の比較表

適用土留め壁	工法名	工法概要・特徴	通水可能位置	通水方式
RC連続壁	通水連壁 (EDW)工 法	<ul style="list-style-type: none"> ・RC連壁中に集水・覆水が可能なボックスを建込み井戸部設置。上流と下流の通水井を連結管で接続。 ・供用後のメンテナンスは逆洗浄法にて実施可能(事前に連結管にバルブ設置)。 	床付以浅	自然流下
SMW連続壁	通水SMW 工法	<ul style="list-style-type: none"> ・SMW連壁中に特殊芯材と遮水鋼板を建込み井戸部設置。上流と下流の通水井を連結管で接続。 ・供用後のメンテナンスは逆洗浄法にて実施可能(事前に連結管にバルブ設置)。 	床付以浅	自然流下
	SNF工法	<ul style="list-style-type: none"> ・SMW連壁中に水路管(H鋼)を建込み、特殊装置で井戸部設置。上流と下流の通水井を連結管で接続。 ・埋戻し後のメンテナンス機能無し。 	床付以浅	自然流下
	ウェル・イン・ウォール工法	<ul style="list-style-type: none"> ・SMW連壁中に井戸構造の装置を設置。上流と下流の通水は、連結管方式と両面型井戸による帯水層連続化の2種類対応可能。 ・ディープウェルやリチャージウエルの代替工法としても利用可能。逆洗浄法などのメンテナンスが実施可能。 	土留め壁施工範囲の任意深度 (床付以深可)	自然流下
	スルーパス工法	<ul style="list-style-type: none"> ・電食技術により任意位置の土留め芯材を撤去し通水化。帯水層毎の独立通水可能。上流と下流の通水は、連結管方式と土留め壁撤去による帯水層連続化の2種類対応可能。 ・セルフメンテナンス機能無し。目詰まり時は、芯材の中空矩形管より中詰め材を一旦回収し清掃可能。 	土留め芯材設置範囲の任意深度 (床付以深可)	自然流下

※利点：集水・涵養施設を土留め壁内部に設置するため井戸用地確保等の条件に制約を受けない。

※留意点：土留め壁施工前に地下水保全の詳細設計が必要となる。目詰まり対応への工夫が必要。

参考文献

1) 社団法人地盤工学会：地下水流動保全のための環境影響評価と対策、pp.117-131、2004