

表 R5.7 開渠・暗渠の簡易耐震診断表（参考）

種別		開渠 暗渠				担当者	
名称						作成年月	
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考	
耐震性能	（外的条件）	地盤種別	I種	0.5		(0.00)	0.00
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		施工地盤	地山、切土	1.0			
			傾斜地	1.5			
			埋立地、盛土	2.0			
	（内的条件）	材質	鉄筋コンクリート	1.0			
			石積・ブロック積	1.5			
			その他	1.8			
		部材の劣化度	小	1.0			
			中	1.5			
			大	2.0			
		崩壊の有無	なし	1.0			
			埋没あり	1.5			
崩壊あり			5.0				
水密性	伸縮目地	なし	1.0		(0.00)	0.00	
		あり	2.0				
想定震度		震度5+、6-	2.2				
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(4.5>)		0.00			
		中(4.5~9.0)					
		低い(9.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.41	
		10点満点換算値		0.00			

注) ( )内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.8 PC タンクの簡易耐震診断表（参考）

種別		PCタンク				担当者			
名称						作成年月			
評価項目		区分	点数	評価点	平均点	備考			
耐震性能	立地条件 (外的条件)	地盤種別	I種	0.5		(0.00) 0.00			
			II種	1.5					
			III種	1.8					
		液状化	なし	1.0					
			おそれあり	2.0					
			あり	3.0					
		施工地盤	地山、切土	1.0					
			傾斜地等	1.2					
			山頂	1.3					
			埋立地、盛土	1.5					
		構造的強度 (内的条件)	高さ	10m>	1.0			(0.00) 0.00	
				10~15m	1.5				
	15m<			2.0					
	防錆対策		あり	1.0					
			なし	2.0					
	部材の劣化度		小	1.0					
		中	2.0						
		大	5.0						
	水密性	防水工	あり	1.0		(0.00) 0.00			
			なし	1.5					
		可とう管 (場内配管接続部)	あり	1.0					
			なし	2.0					
	想定震度		震度5+、6-	2.2					
			震度6+、7	3.6					
耐震性		高い(6.0>)		0.00					
		中(6.0~12.0)							
		低い(12.0<)							
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.19			
		10点満点換算値		0.00					

注1) ( )内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

- 2) 1980年以降に設計された容量15,000 m<sup>3</sup>以下のPCタンクは、「水道施設耐震工法指針・解説(1979年版)」(日本水道協会)、「水道用プレストレストコンクリートタンク標準仕様書(1980年版)」(日本水道協会)に基づいて設計されている場合、比較的高い耐震性を有すると想定されるので、耐震診断は省略できるとされている。このことから、3~4年の設計・施工期間を考慮して、1984年以降に竣工したPCタンクは『耐震性あり』と判定することができる。また、これらの指針及び仕様書に沿った詳細耐震診断の結果に基づいて適切に耐震補強が行われたPCタンクは、『耐震性あり』と判定してよい。
- ただし、上述のPCタンクはPC部のタンク本体を意味する。RC構造が一般的な床板・底板などは、別途に詳細診断を要するほか、基礎の種類、法面崩壊・液状化が予想される地盤など、考慮すべき状況がある場合は詳細な検討が必要である。(日本水道協会発行の『耐震工法指針・解説(2009年版)』及び「同指針・解説のQ&A集」を参照)

表 R5.9 高架水槽の簡易耐震診断表（参考）

種 別		高架水槽				担当者			
名 称						作成年月			
評 価 項 目		区 分	点 数	評価点	平均点	備 考			
耐 震 性 能	（外的条件）	地盤種別	I種	0.5		(0.00)			
			II種	1.5					
			III種	1.8					
		液状化	なし	1.0				0.00	
			おそれあり	2.0					
			あり	3.0					
	（内的条件）	高 さ	8m>	1.0		(0.00)	0.00		
			8～16m	1.5					
			16m<	2.0					
		材 質	鋼	0.9					
			鉄筋コンクリート	1.0					
		支持構造	壁・ラーメン	1.0					
			多柱構造 骨組構造	2.0					
		基礎構造	一体構造	1.0					
			独立構造	2.0					
		部材の劣化度	小	1.0					
			中	2.0					
			大	3.0					
	水密性	可とう管 (場内配管接続部)	あり	1.0		(0.00)			
			なし	2.0		0.00			
想定震度		震度5+、6-	2.2						
		震度6+、7	3.6						
耐 震 性		高い (8.0>)		0.00					
		中 (8.0～16.0)							
		低い (16.0<)							
耐 震 性 評 価 点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	2.14			
		10点満点換算値		0.00					

注) ( )内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

表 R5.10 場内配管の簡易耐震診断表（参考）

種別	場内配管				担当者	
名称					作成年月	
項目	管種	継手	点数	評価点	備考	
使用管種及び継手の種類	ダクタイル鋳鉄管	NS形継手等 <sup>(注1)</sup>	1			
		K形継手等 <sup>(注2)</sup>	2又は1			
		A形継手等 <sup>(注3)</sup>	3			
	普通鋳鉄管・高級鋳鉄管		4			
	鋼管	熔接継手	1			
	配水ポリエチレン管	融着継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1			
	水道用ポリエチレン二層管	冷間継手	3			
	硬質塩化ビニル管	RRロング継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1			
		RR継手	3			
		TS継手	4			
石綿セメント管		4				
系統評価点				0	各評価点のうち、最大値を採用	
耐震性	高い (1点)				L2地震動に対応可能	
	中 (2点)				L1地震動に対応可能	
	低い(3又は4点)				L1地震動に対応不十分又は困難	
耐震性評価点		10点満点換算値		0.00	(参考) 最大値: 4.00	

本診断表は、「平成18年度 管路の耐震化に関する検討会」(厚生労働省)の資料に基づいて新たに作成した。この診断表における耐震性の判定については、使用管種のうち最も耐震性の劣る管種の評価点をその配管(系統)の評価点とする。

なお、簡易耐震診断表では、評価点の数値が高いほど耐震性が低いため、次のとおりとした。

評価点=4-(「検討会」における耐震性判定点(0~3点))

(注1) S形継手、SⅡ形継手を含む。

(注2) 平成11年以降に出荷されたT形継手は、K形継手と同等とする。  
 K形継手等のダクタイル鋳鉄管は、「良い地盤」においては、1点とみなすことができる。  
 なお、「良い地盤」とは、以下の①~⑤以外とし、各水道事業者等において地質分布・断層の有無を的確に把握するなど、十分検討して上で判断するものとする。また、「K形継手等を有するダクタイル鋳鉄管の耐震適合地盤判定支援ハンドブック」(2010年12月、水道技術研究センター)を参考にすることもできる。  
 ①埋立地や盛土地盤 ②液状化及び側方流動の可能性がある地盤  
 ③地すべり地帯(山崩れ、山腹崩壊の生じやすい地盤、山稜の法先、法肩、その他地形の急激に変化する場所などに位置する地域) ④軟弱地盤 ⑤活断層地帯

(注3) 平成11年以前に出荷されたT形継手は、A形と同等とする。

(注4) 耐震性能が検証されるには未だ時間を要すると考えられることから、地盤との関係や使用実績により、事業者等の判断により2点又は1点とする。

本表に記載されていない「その他」の管種の扱いについては、その管材質や継手の特性及び製造年代を考慮し、さらに本表記載管種の耐震性を参考に、水道事業者等ごとに評価点を決定することとする。

表 R5.11 有蓋・無蓋池工構造物の簡易耐震診断表（再掲）

種別	有蓋・無蓋池状構造物（浄水池・配水池、沈澱池・ろ過池等）					担当者	
名称						作成年月	年 月
評価項目		区分	点数	評価点	平均値	備考	
耐震性能	立地条件等 (外的条件)	地盤種別	I種	0.5		0.00	
			II種	1.5			
			III種	1.8			
		液状化	なし	1.0			
			おそれあり	2.0			
			あり	3.0			
		施工地盤	地山、切土	1.0			
			傾斜地等	1.2			
			山頂	1.3			
			埋立地、盛土	1.5			
		施工位置	地下	1.0			
			半地下	1.1			
	地上		1.2				
	構造的強度 (内的条件)	竣工年度	1983～2000年	1.0		0.00	
			1970～1982年	1.5			
			1957～1969年	1.6			
			1956年以前	1.8			
		方向別壁面積 池面積	基準値以上	1.0			
			基準値未満	1.5			
		側壁厚 側壁高	0.1以上	1.0			
			0.1未満	1.5			
		部材の劣化度	小	1.0			
			中	1.5			
	大		2.0				
水 密 性 (基本性能)	可とう管 (場内配管接続部)	あり	1.0		0.00		
		なし	2.0				
	伸縮目地	なし	1.0				
		あり	2.0				
想定震度		震度5+、6-	2.2				
		震度6+、7	3.6				
耐震性		高い(12.0>)		0.00			
		中(12.0～24.0)					
		低い(24.0<)					
耐震性評価点		評価平均値		(0.00)	(参考)最大値	1.90	
		10点満点換算値		0.00			
注1) ( )内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。							
2) 方向別壁面積/池面積の基準値: 池容量1,000m <sup>3</sup> 未満の場合0.07、1,000m <sup>3</sup> 以上の場合0.04							

## 2 浄水施設の簡易耐震診断事例

### 2.1 有蓋・無蓋池状構造物

有蓋池状構造物の簡易耐震診断事例として、浄水池の診断モデルを表 R5.12 に、その診断例を表 R5.13 に示す。

また、無蓋池状構造物の診断事例は、「1章 はじめよう！ 簡易耐震診断」において診断手法の説明に用いた薬品沈澱池の診断例を参照願いたい。

表 R5.12 簡易耐震診断モデルの浄水池のデータ

項目	データ	備考
事業体名	△△町水道課	
診断対象施設名	〇〇浄水場	
診断対象構造物	1号浄水池	
池数、有効容量	常用 2池、150m <sup>3</sup> /池	
想定震度	気象庁震度階 7	
竣工年度	1976年竣工（2池同時竣工）	
地盤種別	I種（良質洪積地盤）	
液状化	なし	
施工地盤	地山、切土	
施工位置	地下	
部材の劣化度	中	
可とう管	なし	
伸縮目地	なし	
側壁高	3.98m	
壁厚	側壁 0.3m	
柱寸法	0.35m×0.35m	
構造寸法		

表 R5. 13 モデル浄水池の簡易耐震診断例

種別	有蓋・無蓋池状構造物（浄水池・配水池、沈澱池・ろ過池等）				担当者	□□ □				
名称	〇〇浄水場 1号浄水池				作成年月	H■年△月				
評価項目		区分	点数	評価点	平均値	備考				
耐震性能	立地条件等 (外的条件)	地盤種別	I種	0.5	0.5	4.76				
			II種	1.5						
			III種	1.8						
		液状化	なし	1.0	1.0		(0.84)			
			おそれあり	2.0						
			あり	3.0						
		施工地盤	地山、切土	1.0	1.0			4.76		
			傾斜地等	1.2						
			山頂	1.3						
			埋立地、盛土	1.5						
		施工位置	地下	1.0	1.0				4.76	
			半地下	1.1						
	地上		1.2							
	構造的強度 (内的条件)	竣工年度	1983~2000年	1.0	1.5	(1.36)				
			1970~1982年	1.5						
			1957~1969年	1.6						
			1956年以前	1.8						
		方向別壁面積 池面積	基準値以上	1.0	1.0		8.06			基準値0.07
			基準値未満	1.5				0.0716 > 0.07		
		側壁厚 側壁高	0.1以上	1.0	1.5			8.06		
0.1未満			1.5	0.3/3.98 = 0.075						
部材の劣化度	小	1.0	1.5	8.06						
	中	1.5								
	大	2.0								
水密性能 (基本性能)	可とう管 (場内配管接続部)	あり	1.0		2.0	(1.41)				
		なし	2.0							
	伸縮目地	なし	1.0		1.0		7.05			
		あり	2.0							
想定震度		震度5+、6-	2.2		3.6					
		震度6+、7	3.6							
耐震性		高い (12.0 >)		12.15						
		中 (12.0 ~ 24.0)	*							
		低い (24.0 <)								
耐震性評価点		評価平均値		(1.25)	(参考)最大値	1.90				
		10点満点換算値		6.58						

注1) ( )内は幾何平均値、その下の数値は最大値に対する10点満点換算値を示す。

2) 方向別壁面積/池面積の基準値: 池容量1,000m<sup>3</sup>未満の場合0.07、1,000m<sup>3</sup>以上の場合0.04

## 2.2 場内配管

場内配管の診断モデルを図 R5. 1 に、このうち浄水処理系配管の診断の事例を表 R5. 14、表 R5. 14 に示す。

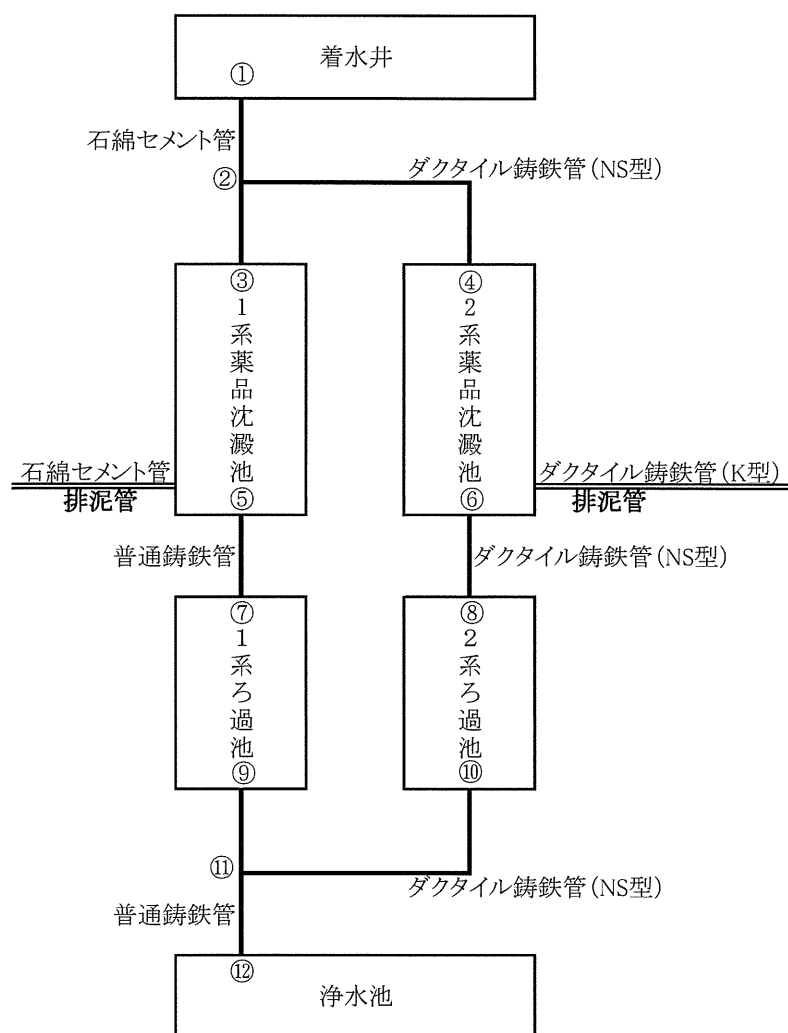


図 R5. 1 簡易耐震診断モデルの場内配管のデータ

この診断モデルの場合、場内配管の系列は、次のように分けることができる。

浄水処理 1 系、浄水処理 2 系 及び 排泥管 1 系、排泥管 2 系

場内配管の簡易耐震診断では、評価は使用されている管種によって評価することから、各系列の管種の構成は、次のとおりである。

浄水処理 1 系： ①-③石綿セメント管、⑤-⑦普通鋳鉄管、⑨-⑫普通鋳鉄管

浄水処理 2 系： ①-②石綿セメント管、②-④ダクタイル鋳鉄管 (NS 型)、⑥-⑧ダクタイル鋳鉄管 (NS 型)、⑩-⑪ダクタイル鋳鉄管 (NS 型)、⑪-⑫普通鋳鉄管

排泥管 1 系： 石綿セメント管 排泥管 2 系： ダクタイルタイル鋳鉄管 (K 型)

診断事例として浄水処理 1 系及び浄水処理 2 系の簡易診断表適用例を表 R5. 14、表 R5. 15 に示す。



表 R5. 14 モデル場内配管の簡易耐震診断例

種別	場内配管（浄水処理系、ろ過池洗浄排水系、沈澱スラッジ送泥系、ろ過池洗浄水系など）				
名称	浄水処理1系				
項目	管種	継手	点数	評価点	備考
使用管種及び継手の種類	ダクタイル鋳鉄管	NS形継手等 <sup>(注1)</sup>	1		
		K形継手等 <sup>(注2)</sup>	2又は1		
		A形継手等 <sup>(注3)</sup>	3		
	普通鋳鉄管・高級鋳鉄管		4	4	⑤-⑦、⑨-⑫部
	鋼管	溶接継手	1		
	配水ポリエチレン管	融着継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1		
	水道用ポリエチレン二層管	冷間継手	3		
	硬質塩化ビニル管	RRロング継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1		
		RR継手	3		
		TS継手	4		
石綿セメント管		4	4	①-③部	
系統評価点				4	各評価点のうち、最大値を採用
耐震性	高い（1点）				L2地震動に対応可能
	中（2点）				L1地震動に対応可能
	低い（3又は4点）	*	4		L1地震動に対応不十分又は困難
耐震性評価点	10点満点換算値		10.00	（参考）最大値：4.00	

種別	場内配管（浄水処理系、ろ過池洗浄排水系、沈澱スラッジ送泥系、ろ過池洗浄水系など）				
名称	浄水処理2系				
項目	管種	継手	点数	評価点	備考
使用管種及び継手の種類	ダクタイル鋳鉄管	NS形継手等 <sup>(注1)</sup>	1	1	
		K形継手等 <sup>(注2)</sup>	2又は1		
		A形継手等 <sup>(注3)</sup>	3		
	普通鋳鉄管・高級鋳鉄管		4	4	⑪-⑫部
	鋼管	溶接継手	1		
	配水ポリエチレン管	融着継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1		
	水道用ポリエチレン二層管	冷間継手	3		
	硬質塩化ビニル管	RRロング継手 <sup>(注4)</sup>	2又は1		
		RR継手	3		
		TS継手	4		
石綿セメント管		4	4	①-②部	
系統評価点				4	各評価点のうち、最大値を採用
耐震性	高い（1点）				L2地震動に対応可能
	中（2点）				L1地震動に対応可能
	低い（3又は4点）	*	4		L1地震動に対応不十分又は困難
耐震性評価点	10点満点換算値		10.00	（参考）最大値：4.00	

## 【資料6】バックアップ給水を考慮した耐震性改善必要度の算定

バックアップ給水とは、他の機場（取・浄水場や送配水ポンプ所等）、隣接配水系統、又は他の水道及び用水供給事業体などからの管路による応援給水を意味するもので、構造物が地震被害を受けて運転停止しても、バックアップ給水によって給水への影響（影響範囲）の回避又は低減が可能になる場合がある。このようなときには、対象構造物の役割の重さに変化し、詳細耐震診断実施及び耐震化の優先順位に影響を与えることから、バックアップ給水を考慮して適切な補正を行う必要がある。

なお、バックアップ給水は管路によって行われることとし、運搬輸送による応急給水は原則として含まない。

### (1) バックアップ給水の有無と水量を考慮した耐震性改善必要度の補正

#### 1) バックアップ給水の有無

バックアップ給水は、前述のとおり、他の機場（取・浄水場や送配水ポンプ所等）、隣接配水系統、又は他の事業体などからの管路による応援給水を意味する。この応援給水は、「地震によって構造物が被災して運転停止した」状況を想定したものであるが、詳細耐震診断の対象となる構造物は耐震性の低いものが多く、被災時の被害程度が大きいことから、復旧には多くの日数を要すると考え、応援給水は比較的長期間にわたることも想定しておく必要がある。こうしたことから、次の条件を満たす場合を「バックアップ給水あり」とする。

- ・バックアップ（応援）給水は、管路によって行われること（バックアップする側の施設と管路の連絡があること）。
- ・バックアップする側の水源及び取水・浄水・送水の能力に十分な余裕があること。

なお、これらの条件を満たさない場合には、「バックアップ給水なし」として、耐震性改善必要度の補正は行わないものとする。

#### 2) バックアップの給水量

バックアップする側の水源・施設能力等の状況によって、バックアップ給水の量が定まる。必要水量に対するバックアップ水量の比率を「バックアップによる補完率」とし、この率が高いほど給水への影響は小さくなることから、構造物の耐震化に向けての詳細耐震診断実施の優先順位は低くなる。補完率は、100%（必要水量の全量がバックアップされる）から0%（バックアップ給水なしと同じ）の値となる。

#### 3) バックアップへの依存度

この依存度は、バックアップの「信頼度及び期待度」ともいうことができる。

すなわち、バックアップ給水を期待しても、バックアップする側の機場・管路が地震被害を受け、その能力を発揮できない場合も考えられるので、バックアップする側の機場・管路等の耐震性の有無又は高低の程度に応じて「バックアップ給水の信頼性」を考える。

また、対象構造物の「存在意義」を考えなければならない場合もある。例えば、バックアップ側の施設は十分に信頼でき、水量補完も十分であるが、非常時水源の確保や水運用リスクの低減の観点からこの構造物の耐震化の優先度を上げたい場合などである。こうした場合には、「バックアップ給水への期待度」を下げる。

これらの「信頼性及び期待度」は定量的な判定は困難な場合が多いが、施設状況や事業方針などを勘案して、「バックアップへの依存度」を0.00から1.00の間で設定する。この依存度が低いほど対象構造物の耐震化に向けての詳細耐震診断実施の優先順位は高い。

4) 耐震性改善必要度の補正

バックアップ給水の有無と水量を考慮した補正は、既に求めた耐震性改善必要度に、次式の補正係数を乗じて行う。

バックアップ給水に係る補正係数

$$= \{100 - (\text{バックアップによる補完率} \times \text{バックアップへの依存度})\} / 100$$

耐震性改善必要度（補正後）

$$= \text{耐震性評価点} \times \text{影響範囲} \times \text{バックアップ給水に係る補正係数}$$

表 R6.1 は、バックアップ給水に係る補正係数の早見表である。この表に記載のない任意の補完率及び依存度に対する補正係数は、上式の定義により計算して求めることができる。

表 R6.1 バックアップ給水による補正係数

補完率(%) 依存度	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
0.25	1.00	0.98	0.95	0.93	0.90	0.88	0.85	0.83	0.80	0.78	0.75
0.50	1.00	0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
0.75	1.00	0.93	0.85	0.78	0.70	0.63	0.55	0.48	0.40	0.33	0.25
1.00	1.00	0.90	0.80	0.70	0.60	0.50	0.40	0.30	0.20	0.10	0.00

注) 本表は、「水道施設機能診断マニュアル」(平成23年6月、水道技術研究センター)の中の【資料10】バックアップ水量を考慮したときの改善優先度の算定 から引用した。

なお、耐震性が「低い」と判定された構造物に関する優先順位については、「バックアップ給水あり」とした補正を行うと、補正係数の設定が不適切な場合には、その構造物の詳細耐震診断実施・耐震化の優先順位を不当に下げることがあるので、補正係数は慎重かつ適切に設定する必要がある。特に、大規模な地震はエネルギーが大きいため広範囲な地域に被害を与えることが多く、バックアップ給水を行う側の施設が被害を受けることがある。こうした事態を考慮し、バックアップ給水を行う側の耐震性を十分に検討してバックアップ給水の依存度を設定する必要がある。

(2) バックアップ給水を考慮した耐震性改善必要度の算出と優先順位の設定例

表 R6.2 に、耐震性改善必要度の算出と優先順位の設定の例を示す。

また、参考までに、同じ条件でバックアップ給水を考慮しない場合の耐震性改善必要度の算出と優先順位の設定の例（第2章の2.5.2 優先順位の設定で示した表2.7）を R6.3 に再掲するが、これとバックアップ給を講書した場合とを比較すると、優先順位が明らかに変化しているのが分かる。

表 R6.2 バックアップ給水を考慮した耐震性改善必要度の算出と優先順位の設定例

構造物名	耐震性評価点 (10点満点換算値)	影響範囲	バックアップ給水に係る補正係数	耐震性改善必要度	詳細耐震診断実施の優先順位	備考
薬品沈澱池1	7.00	2.21	1.00	15.47	5	バックアップなし
薬品沈澱池2	6.68	3.13	0.80	16.73	2	
ろ過池1	6.89	2.00	0.70	9.65	9	
ろ過池2	6.63	1.86	1.00	12.33	8	バックアップなし
浄水池1	6.89	2.63	0.80	14.50	6	
浄水池2	8.21	2.45	1.00	20.11	1	バックアップなし
配水池1	6.95	2.38	0.95	15.71	3	
配水池2	7.53	2.21	0.93	15.48	4	
配水池3	7.21	2.21	0.55	8.76	10	
配水池4	7.11	2.21	0.83	13.04	7	

表 R6.3 耐震性改善必要度の算出と優先順位の設定例

(バックアップ給水を考慮しない場合) [再掲]

構造物名	耐震性評価点 (10点満点換算値)	影響範囲	耐震性改善必要度	詳細耐震診断実施の優先順位	備考
薬品沈澱池1	7.00	2.21	15.47	8	
薬品沈澱池2	6.68	3.13	20.91	1	
ろ過池1	6.89	2.00	13.78	9	
ろ過池2	6.63	1.86	12.33	10	
浄水池1	6.89	2.63	18.12	3	
浄水池2	8.21	2.45	20.11	2	
配水池1	6.95	2.38	16.54	5	
配水池2	7.53	2.21	16.64	4	
配水池3	7.21	2.21	15.93	6	
配水池4	7.11	2.21	15.71	7	

### (3) バックアップ給水以外の条件への対応

詳細耐震診断の優先順位に影響する事項として、バックアップ給水のほかに水道事業体個々の独自の基本方針（施設の統合・再編、他事業体との連携・共同管理、給水人口・需要量減少への対処方針等）や将来水需要推計量、財政状況、実耐用年数の見極めなどがあり、これらを考慮した上で耐震化計画策定時に実施優先順位を設定することとする。

これらの事項については、各事業体の事情に応じて補正係数等の調整を行っていただきたい。

## 【資料 7】 地盤液状化の判定方法

液状化の判定には、

- ① 該当箇所の N 値などの地盤データや想定地震による地表最大加速度などを基にした計算により求める方法
- ② 都道府県単位で定めている「地域防災計画」の中で「1 辺が約 500m～1 km メッシュ」に液状化の可能性の大小を示すマップ（以下 液状化危険度マップ）が掲載されており、これを活用して判定する簡易的な液状化判定方法

があるが、これらの方法が適用できない場合には、国土交通省が提示している「国土数値情報 土地分類メッシュ」における微地形分類を参照して、当該地域の液状化の生じやすさを概略的に判定することができる（以下の表 R7.1 を参照のこと）。これは、液状化の可能性が、その地点の地下水位や地盤 N 値、粒径等のデータなどにより判定でき、この判定が地形区分にある程度対応することから、これを利用して推定する方法がある。

さらに、地域によっては、この微地形分類に類似する土地条件図が、国土交通省ハザードマップポータルサイトや県のホームページに掲載されているので、判定の際に有用である。

※国土交通省ハザードマップポータルサイト

(<http://disapotal.gsi.go.jp/totijouken/index.html>)

表 R7.1 地盤表層の液状化可能性の程度

液状化可能性の程度		微地形区分
極大	非常に大きい	埋立地、盛土地、旧河道、旧沼地、蛇行洲、砂泥質の河原、人工海浜、砂丘間低地、堤間低地、湧水地点
大	大きい	自然堤防、湿地、砂州、後背湿地、三角州、干拓地、緩扇状地、デルタ型谷底平野
小	小さい	扇状地、砂礫質の河原、砂礫洲、砂丘、海浜、扇状地型谷底平野
無	無し	台地、丘陵地、山地

（「平成 10 年度版 液状化ゾーニングマニュアル（国土防災局）」の微地形区分による判定基準におけるレベル 2 地震動における地盤表層の液状化可能性の程度の表を加工）

また、次ページの表 R7.2 に建築学会による判定表を示す。国土防災局による表 R7.1 とは微妙に異なっているが、こちらも参考にされたい。

表 R7.2 微地形から見た液状化可能性（微地形区分による概略判定）

〔文献 1〕の p.89 の表 5.6.1 から引用・加工

地盤表層の液状化可能性の程度	微地形区分
大	自然堤防縁辺部、比高の小さい自然堤防、蛇行州、旧河道、旧池沼、砂泥質の河原、砂丘末端緩斜面、人工海浜、砂丘間低地、堤間低地、埋立地、湧水地点（帯）、盛土地 <sup>注)</sup>
中	デルタ型谷底平野、緩扇状地、自然堤防、後背湿地、湿地、三角州、砂州、干拓地
小	扇状地型谷底平野、扇状地、砂礫質の河原、砂礫洲、砂丘、海浜

注) 崖、斜面に隣接した盛土地、低湿地、干拓地・谷底平野の上の盛土地を指す。これ以外の盛土地は、盛土前の地形区分と同等に扱う。

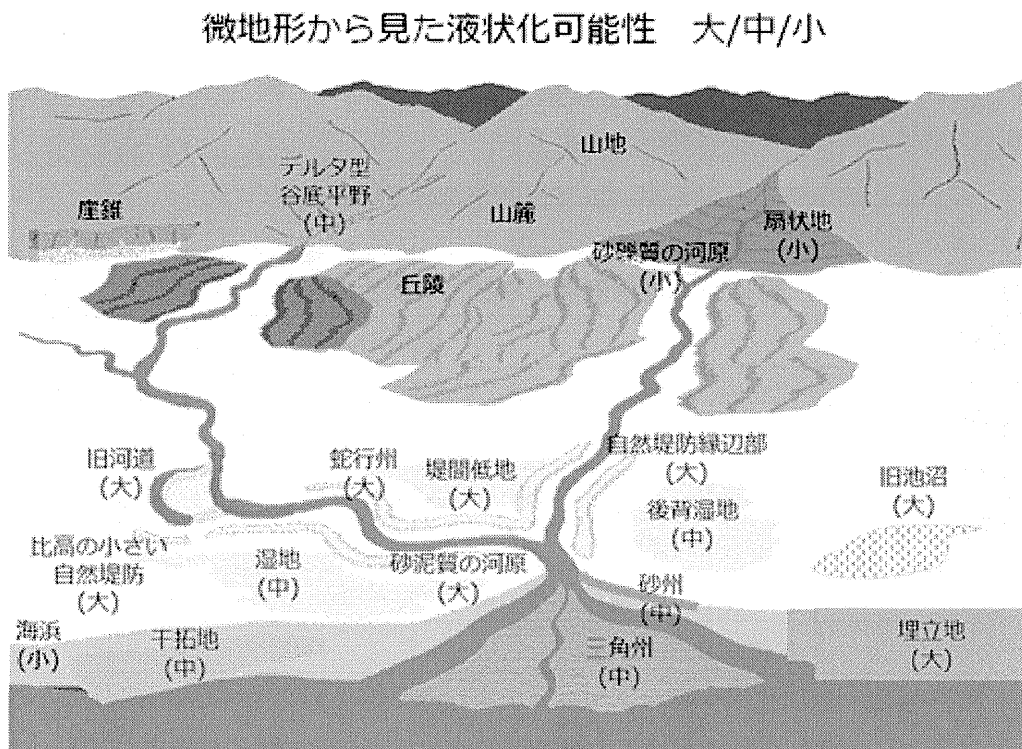


図 R7.1 地形模式図による微地形区分<sup>2)</sup>

引用文献

- 1) 日本建築学会：小規模建築物基礎設計指針、日本建築学会、2008.3
- 2) 金哲鎬・松下克也・岡野泰三・安達俊夫・藤井衛：スウェーデン式サウンディング試験孔を利用した有孔パイプによる地下水位の測定法、日本建築学会大会（東北）学術講演会ポスターセッション、講演番号 20318、2009.8

【資料 8】 耐震性改善工法

8.1 地盤液状化対策工法

1 液状化対策工法の分類

液状化対策工法は、改良原理、改良方法に着目すると、表 R8.1 のような液状化の発生そのものを防止する対策工法、液状化の発生は許すが構造的に抵抗する対策工法に分類される。

表 R8.1 液状化対策工法の分類

参考文献(1)から引用・編集

		原理	方法	工法
液状化の発生そのものを防止する対策	土の性質の改良	密度の増大	密度増大工法	縮固め工法
				特殊石灰パイル工法
				コンパクショングラウチング工法
		固結	固結工法	深層混合処理工法
			グラウト工法	
			事前混合処理工法	
		粒度の改良	置換工法	置換工法
応力・変形に 関係する 条件の改良	飽和度の低下	地下水低下工法	ウェルポイント工法	
	有効応力増大	せん断変形抑制工法		
	過剰間隙水圧抑制・消散		過剰間隙水圧消散工法	
	過剰間隙水圧遮断		ドレーン工法	
	せん断変形抑制		連続地中壁による工法	
		鋼材を用いた工法		
構造的に抵抗 する液状化の発生は	堅固な地盤による支持		杭基礎など	
	基礎の強化		杭基礎、布基礎、護岸の強化	
	浮き上がり量の低減		鋼材を用いた工法、重量増	
	地盤変位への追従		可撓性継手	
	液状化後の変位の抑制		ジオテキスタイル工法、鋼材を用いた工法 こま形基礎	

本章では、上に示す液状化対策工法のうち、設計する上での取扱いに着眼して以下の 11 工法を紹介する。

(1) 地盤系設計法を用いる対策工法

液状化判定された領域に対策を実施するが、その対象範囲を地盤として取り扱い、液状化対策を設計するものである。

a) 振動締め固め工法

- ① サンドコンパクションパイル工法
- ② 振動棒工法
- ③ バイブロフローテーション工法
- ④ 重錘落下締め固め工法（動圧密工法）

b) 特殊石灰パイル工法

- c) コンパクショングラウチング工法
- d) ドレーン工法

(2) 構造系設計法を用いる対策工法

液状化判定された領域に実施した対策工そのものを構造物として取り扱い、液状化対策工を設計するものである。

- a) 深層混合処理工法
- b) 薬液注入工法
- c) 鋼材を用いた対策工法
- d) ジオテキスタイル工法

2 地盤系設計法を用いる対策工法

2-1 振動締固め工法

(1) サンドコンパクションパイル工法 (SCP 工法)

SCP 工法は、大径のよく締め固めた砂杭を地中に造成し、地盤を改良する工法である。

施工は、上下に振動する振動機を上端に備えたケーシングパイプを地中に貫入し、下端より中詰め材を供給しながら、地盤に振動を加えることにより地盤を締め固めるものである。

SCP 工法の中には、①ケーシングパイプの引抜き打戻しを繰り返して砂杭を作る打戻し締固め工法、②ケーシングパイプ先端に装備した拡張締固め装置で砂杭をつくる工法、③先端振動により締め固める工法の 3 種類に分類される。各工法の工法イメージ図及び施工状況を以下に示す。

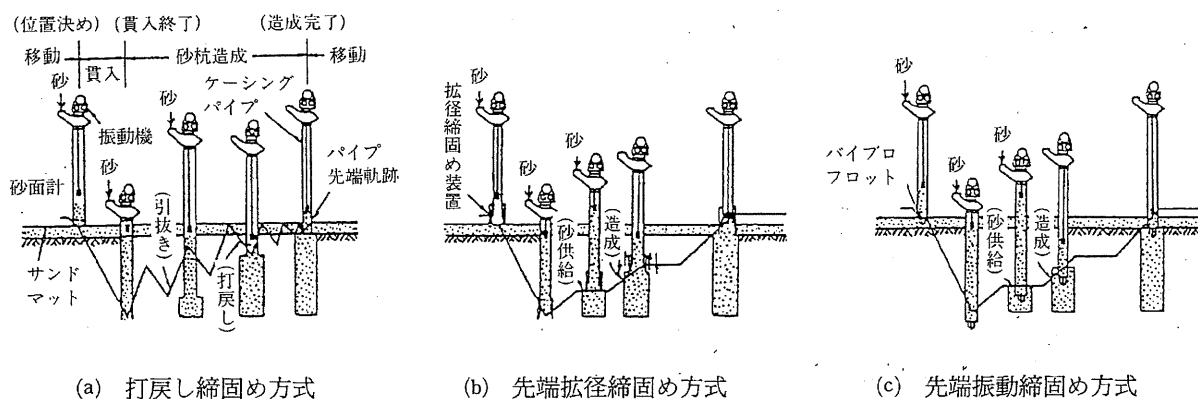


図 R8.1 サンドコンパクションパイル工法の施工方法



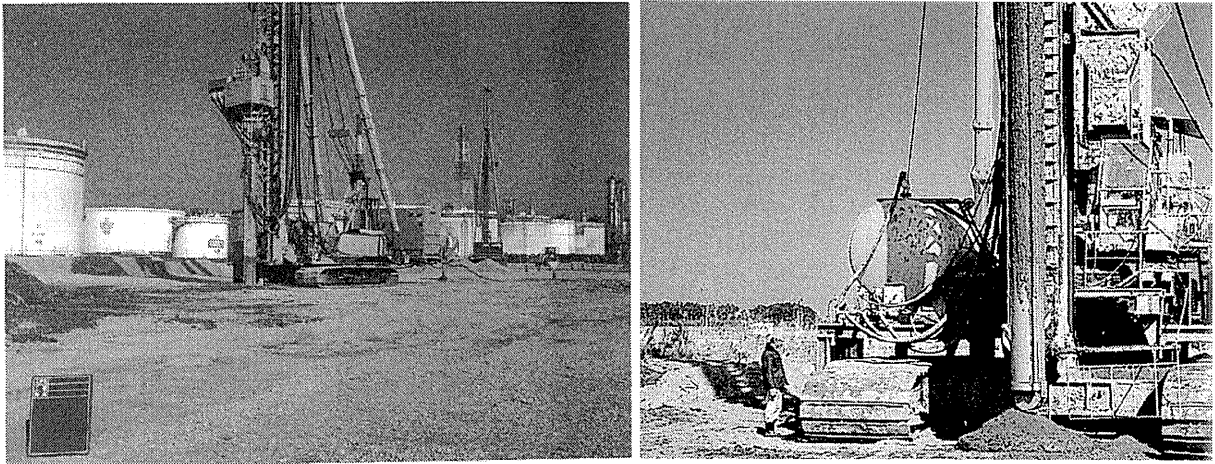


図 R8.2 サンドコンパクションパイル工法の施工状況

(2) 振動棒工法

上下振動する起振機を上端に備えたロッドを地中に貫入し、地表より中詰め材を供給しながら地盤に振動を加えることにより地盤を締め固める工法である。以下に施工手順図を示す。

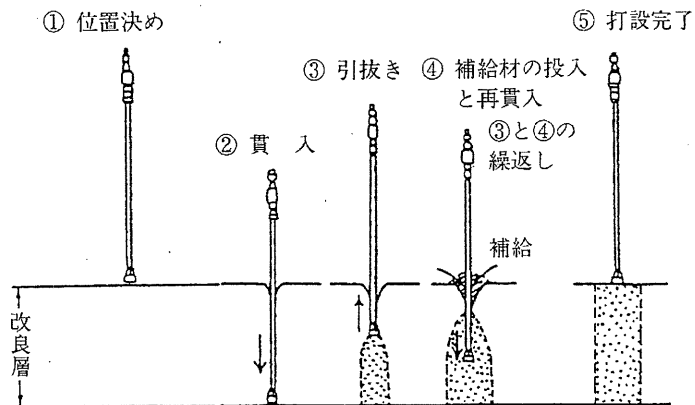


図 R8.3 振動棒工法の施工方法

(3) バイブロフローテーション工法

水平振動するバイブロフロットの先端から水を噴出させながら所定の深度まで貫入させた後、地表より補給材を介して地盤に振動を加えることにより地盤を締め固める工法である。バイブロフローテーション工法は先端から噴出する材料による工法種類があるが、以下に代表的な施工手順図を示す。

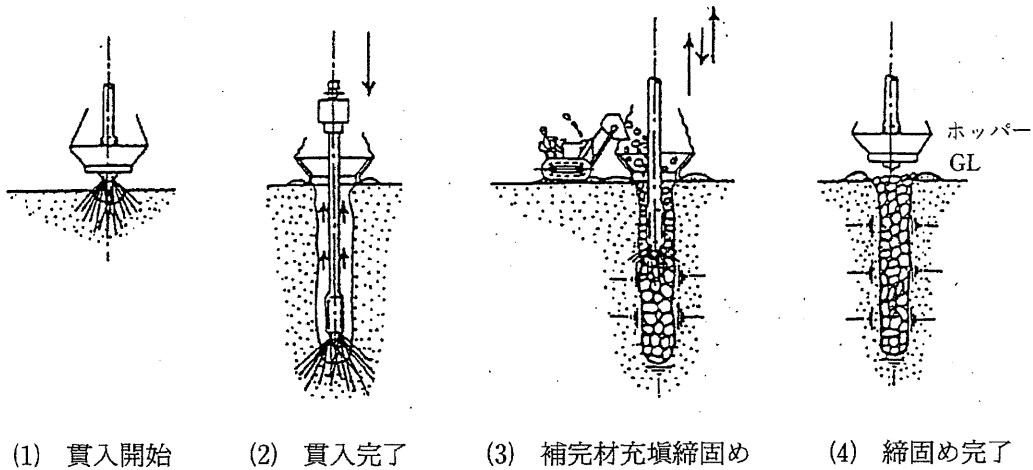


図 R8.4 パイプフローテーション工法の施工方法

(4) 重錘落下締固め工法(動圧密工法)

鋼製又は(鋼+コンクリート)製の重錘をクレーン又は特別の装置を用いて高所から地盤に繰返し落下させ、地盤表面に衝撃力を加えることによって、地盤を深部まで締め固め・強化する工法である。以下に標準的な施工姿図と状況写真を示す。

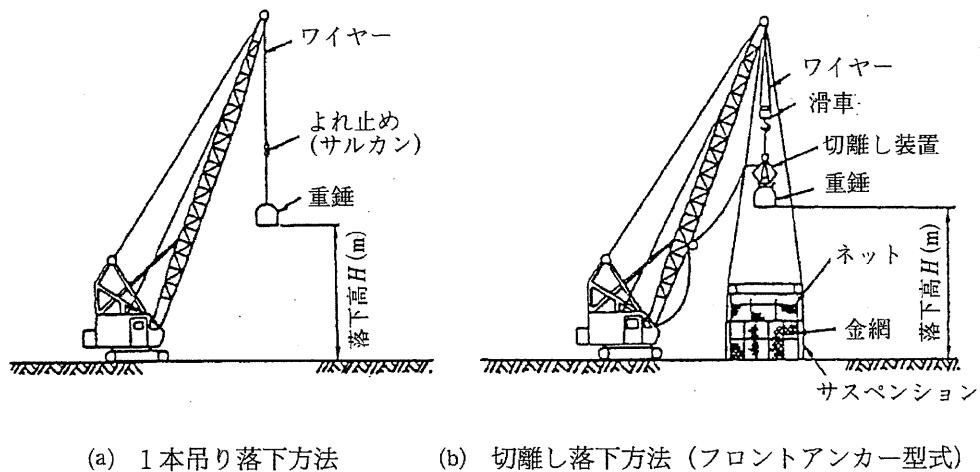


図 R8.5 重錘落下工法の施工姿図

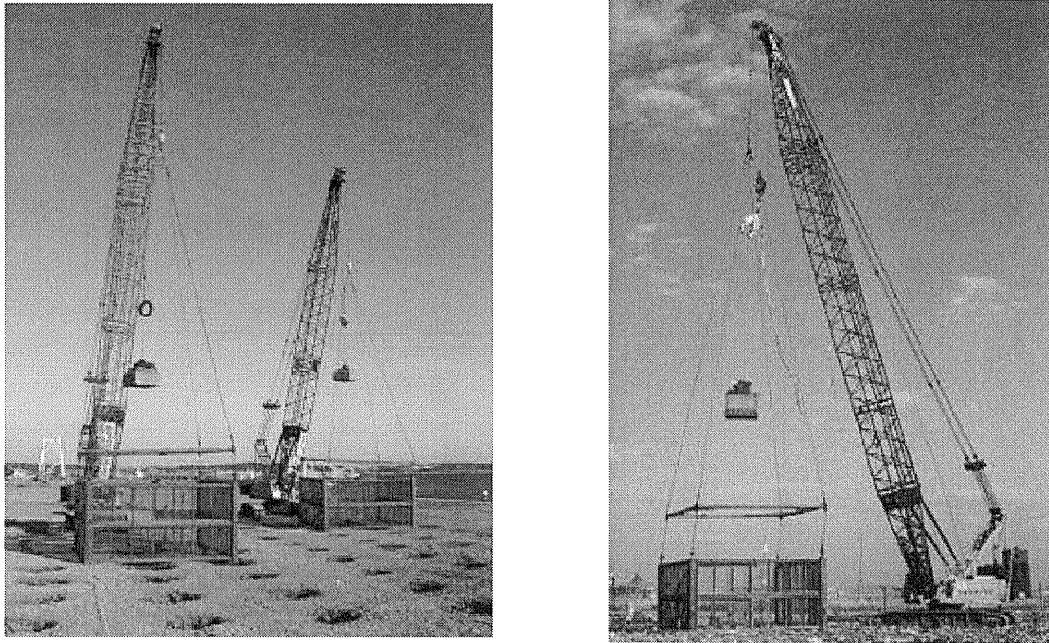


図 R8.6 重錘落下工法の施工状況 参考文献(2)から引用

### 2-2 特殊石灰パイル工法

特殊石灰パイル工法は、特殊石灰と水滓又はセメント、石膏並びに砂の混合材料を地盤中にパイル状に造成する。その時の材料の水和反応による膨張圧とケーシングの貫入圧によって、地盤を静的に締め固め、密度の増大、地盤の側方拘束の増加を図り、硬化するパイル体との複合地盤を形成せしめて液状化を防止する工法である。

打設はケーシングオーガー方式にて、ケーシングパイプを所定の深度まで貫入し、パイプ内に材料を入れたのち、内部を圧気調整しながらケーシングを回転させて引き抜き、地盤中に直径 50cm の石灰パイルを造成する手順となる。以下にパイルの打設手順図を示す。

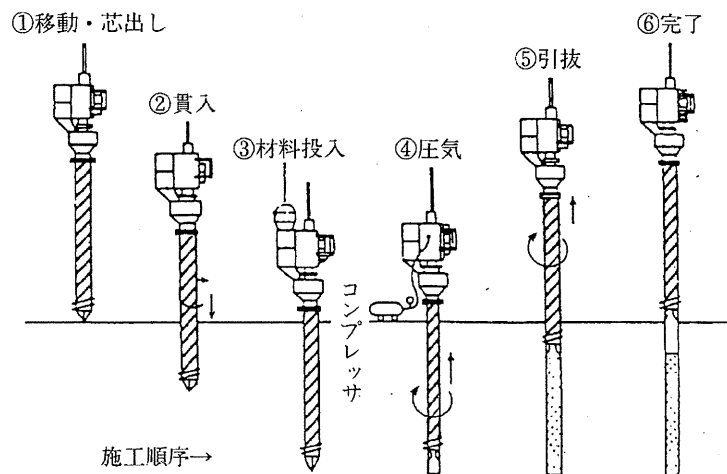


図 R8.7 特殊石灰パイル工法の施工手順図

### 2-3 コンパクショングラウチング工法

コンパクショングラウチング工法は、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球根状の固結体を連続的(串団子状)に造成する工法で、この固結体による締固め効果で周辺の地盤を圧縮強化する工法である。

コンパクショングラウチング工法の施工法には、改良していく順序が異なる①ボトムアップ方式、②トップダウン方式の2とおりがある。

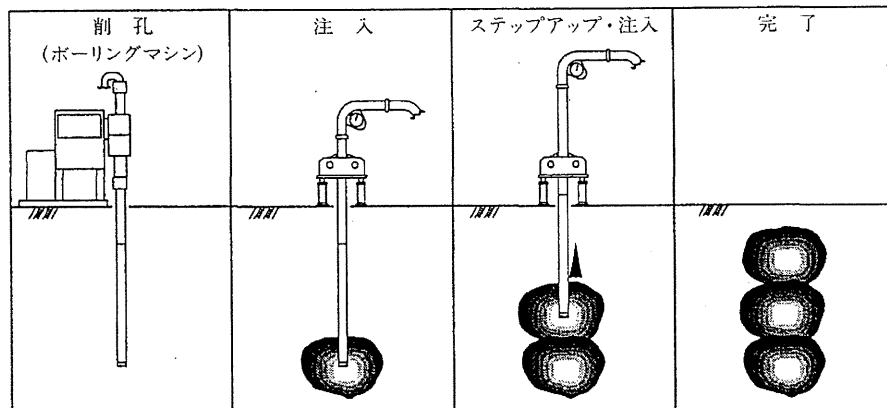


図 R8. 8a 標準的な施工手順図 (ボトムアップ方式)

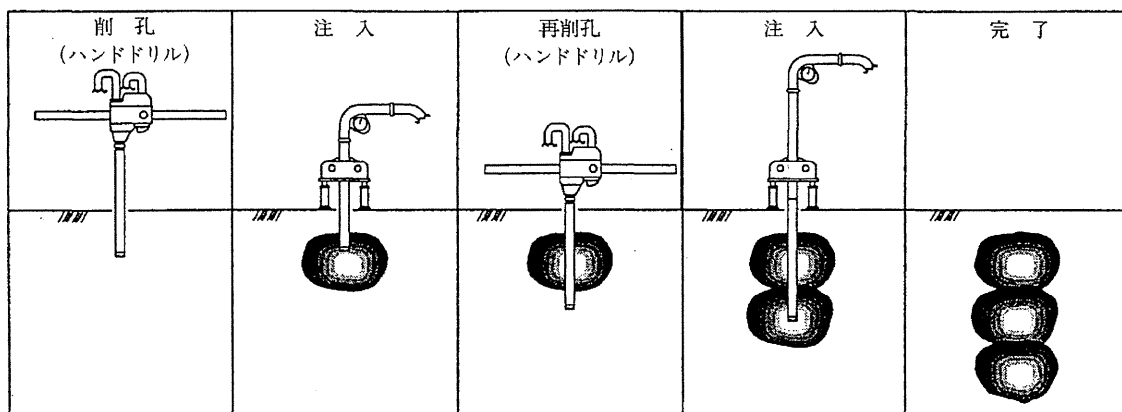


図 R8. 8b 標準的な施工手順図 (トップダウン方式)