

高圧噴射攪拌工法

CCP

CCPシリーズ
CCP-P工法・CCP-L工法・CCP-S工法
CCP-LE工法・CCP-SE工法



想いを語る。心に響く。

TCG
高松コンストラクティブ



Toko Geotech

東興ジオテック株式会社



〒104-0061 東京都中央区銀座 7-12-7
TEL 03-3456-8751 FAX 03-3456-8752
<https://www.toko-geo.co.jp/>

CCP協会

本部 〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町37-10-501 (関エヌ、アイ、ティ内) TEL 03(3485)1241
北海道支部 〒063-0804 札幌市西区二十四軒四条5-11-10 (三和土質基礎内) TEL 011(642)9391
中国支部 〒730-0803 広島市中区広瀬北町3-1-1 (日特建設㈱広島支店内) TEL 082(231)2109
関西連絡窓口 〒541-0045 大阪市中央区道修町3-1-6 (小野田ケミコ㈱関西支店内) TEL 06(6484)7761
九州連絡窓口 〒812-0027 福岡市博多区下川端町1-3 (日特建設㈱九州支店内) TEL 092(271)6461

目次

まえがき	1
工法の特徴	2
有効径	3～7
工法の改良体の設計基準強度	8
工法の基本配置	8
工法の硬化材	9
工法の適用範囲と条件・用途	10
工法の施工順序	11～12
工法の機械配置図	13
工法の適用例	14～17

CCP-P 工法 CCP-L 工法 CCP-S 工法 CCP-LE 工法 CCP-SE 工法

まえがき

我が国は国土の15%程度が平地また、国土の約25%が軟弱地盤で占められている中で、軟弱地盤を改良する工法が都市構造の複雑化と共に地盤改良の分野において、開発されたのがCCPであります。

この工法は、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、パイル状のものを造成する工法です。この工法がCCP-P工法（Chemical-Churning-Pile or Chemical-Churning-Pattern）です。

CCP-P工法は従来の薬液注入工法とは異なり、使用する硬化材と機械装置とを組み合わせた施工法です。

このCCP-P工法をさらに改良し、施工と実績・研究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、開発されたのがCCP-L工法（Chemical Churning Pile-Large）、CCP-S工法（Chemical Churning Pile-Super）、及び水噴射切削によるCCP-LE工法（Chemical Churning Pile-Large Ecology）、CCP-SE工法（Chemical Churning Pile-Super Ecology）です。本工法を広く一般に利用していただき、土木建築の地盤改良に寄与することを念願し、ここに紹介申し上げます。

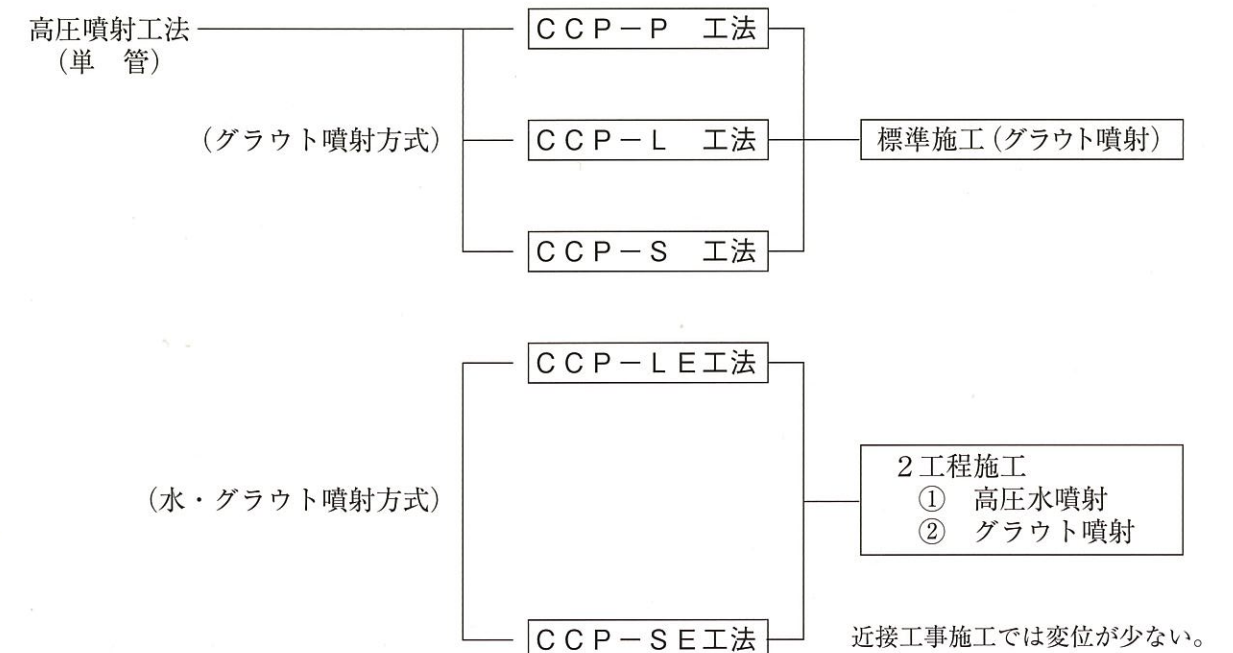
商標登録

第2045620号

第3149605号

第4465067号

CCPの位置付



有効径φmm		300	500	800	1000	1200	1300	1500
工 法								
CCP-P	工 法							
CCP-L	工 法							
CCP-S	工 法							
CCP-LE	工 法							
CCP-SE	工 法							

工法の特徴

- (1) 当工法のシステムは他の工法と比較してはるかにコンパクトであり、その規模は、従来の薬液注入工法と同じ程度であるため、狭小現場における機動性に富み、ボーリングマシンを操作できる空間があれば、確実に固結体を造成することができます。
- (2) 当工法では超高压の噴射により動圧を加え硬化材に方向性を持たせることにより目的の領域に均一な円柱状の固結体を造成することができます。

- (3) 当工法はジェットによる地盤攪拌のメカニズムにより、砂質土、粘性土等の土質に地中杭が造成できます。
CCP-P工法（有効径φ 300 mm～φ 500 mm）
CCP-L, LE工法（有効径φ 500 mm～φ 1,000 mm）
CCP-S, SE工法（有効径φ 800 mm～φ 1,500 mm）
- (4) 当工法にはジェットの破壊力の影響する範囲だけに改良部分が限定されるため、目的外への溢出はありません。

有効径

本工法では、粘性土を対象とした場合、一般に軟弱といわれる $C < 0.05 \text{ N/mm}^2$ を対象として、有効径および引き上げ速度を設定しており、N値による有効径および引き上げ速度の設定はしていない。これは、軟弱な粘性土の場合、 $N = 0$ という値が測定されていることが多いが、一軸または三軸圧縮試験から求めた粘着力 C が 0.05 N/mm^2 程度の値をもっていることもあり、N値により軟弱粘性土を分類することは難しいためです。

以上のことにより、本工法では粘性土を粘着力により分類して、有効径および引き上げ速度を設定することを原則とします。

① CCP-P工法

土質条件とCCP-P標準有効径

CCP-5号～CCP-8号

土 質 名 压力P：MPa 項 目	砂 質 土			砂礫土
	20.0			
	N 値	N < 5	5 ≤ N < 10	
標準有効径（mm） （0 < Z ≤ 20m）	400	350	300	—
引 上 げ 速 度 （分／m）	4			—
硬化材単位吐出量 （m³／分）	0.035			—

- ただし、1) 施工深度 $Z > 20 \text{ m}$ については十分検討の上、決定する必要がある。
ここに、 Z : 深度 (m)
- 2) CCP-5号～CCP-8号の改良は次の噴射条件による。
常用圧力 $P = 20.0 \text{ MPa}$ 、吐出量 $q = 0.035 \text{ m}^3/\text{分}$
- 3) 砂礫土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

土質条件とCCP-P標準有効径

CCP-5号～CCP-8号

土 質 名 压力P：MPa 項 目 粘着力C：N/mm ²	粘 性 土			腐植土
	20.0			
	C<0.01	0.01≤C<0.03	0.03≤C<0.05	
標準有効径（mm） （0<Z≤20m）	500	450	300	—
引 上 げ 速 度 （分／m）	4			—
硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）	0.035			—

- ただし、1) 施工深度 $Z > 20 \text{ m}$ については十分検討の上、決定する必要がある。
ここに、 Z : 深度 (m)
- 2) CCP-5号～CCP-8号の改良は次の噴射条件による。
常用圧力 $P = 20.0 \text{ MPa}$ 、吐出量 $q = 0.035 \text{ m}^3/\text{分}$
- 3) 粘着力が $C \geq 0.05 \text{ N/mm}^2$ の場合、所定の有効径が確保できないこともあるので注意する必要がある。
- 4) 腐植土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

② CCP-L 工法

土質条件とCCP-L標準有効径

CCP-5号~CCP-8号

土質名 項目 N 値	砂 質 土			砂礫土
	20.0			
	N < 10	10 ≤ N < 20	20 ≤ N < 30	
標準有効径 (mm) (0 < Z ≤ 20m)	700	600	500	—
引 上 げ 速 度 (分 / m)	4	5	6	—
硬化材単位吐出量 (m³ / 分)	0.08			—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z: 施工深度 (m)

2) CCP-5号~CCP-8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 20.0 MPa、吐出量 q = 0.08 m³/分

3) 砂礫土については原則として試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

土質条件とCCP-L標準有効径

CCP-5号~CCP-8号

土質名 項目	粘 性 土				腐植土
	20.0				
	※ N < 1	C < 0.01	0.01 ≤ C < 0.03	0.03 ≤ C < 0.05	
標準有効径 (mm) (0 < Z ≤ 20m)	800	800	700	500	—
引 上 げ 速 度 (分 / m)	2.5	2.0	4.0	6.0	—
硬化材単位吐出量 (m³ / 分)	0.08	0.08			—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z: 施工深度 (m)

2) CCP-5号~CCP-8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 20.0 MPa、吐出量 q = 0.08 m³/分

3) ※印については、N<1 (W/C = 150%以上) として、今回より設定したが、特殊な地盤のため試験施工等による有効径、改良強度の確認の必要がある。

4) 粘着力がC≥0.05 N/mm²の場合、所定の有効径が確保できないこともあるので注意する必要がある。

5) 腐植土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

③ CCP-LE 工法

土質条件とCCP-LE標準有効径

CCP-5号~CCP-8号

土 質 名 項 目		砂 質 土			砂礫土
		20.0			
N 値		N<10	10≦N<20	20≦N<30	
標準有効径（mm） （0<Z≦20m）		900	900	900	—
切 削	高 圧 噴 流 水 引 上 げ 速 度 （分／m）	6.0			—
	高圧噴流水単位吐出量 （m ³ ／分）	0.08			—
造 成	硬化材引上げ速度 （分／m）	6.0			—
	硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）	0.08			—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z: 施工深度 (m)

2) CCP-5号~CCP-8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 20.0 MPa、吐出量 q = 0.08 m³/分

3) 砂礫土については原則として試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

土質条件とCCP-LE標準有効径

CCP-5号~CCP-8号

土 質 名 項 目		粘 性 土			腐植土
		20.0			
		C < 0.01	0.01 ≤ C < 0.03	0.03 ≤ C < 0.05	
標準有効径 (mm) (0 < Z ≤ 20m)		1000	900	800	—
切 削	高 圧 噴 流 水 引 上 げ 速 度 (分／m)	2.0	4.0	6.0	—
	高圧噴流水単位吐出量 (m ³ ／分)	0.08			—
造 成	硬化材引上げ速度 (分／m)	6.0	6.0	6.0	—
	硬化材単位吐出量 (m ³ ／分)	0.08			—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z: 施工深度 (m)

2) CCP-5号~CCP-8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 20.0 MPa、吐出量 q = 0.08 m³/分

3) 粘着力がC≥0.05 N/mm²の場合、所定の有効径が確保できないこともあるので注意する必要がある。

4) 腐植土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

④ CCP－S 工法

土質条件とCCP－S標準有効径

CCP－6号～CCP－8号

項目	土質名	砂質土		砂礫土
	圧力P：MPa	40.0		
	N値	N<10	10≦N<15	
標準有効径（mm） （0<Z≦20m）		1300	1200	—
引上げ速度 （分／m）		10.0		—
硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）		0.1		—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z：施工深度（m）

2) CCP－6号～CCP－8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 40.0 MPa、吐出量 q = 0.1 m³/分

3) 砂礫土については原則として試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

土質条件とCCP－S標準有効径

CCP－6号～CCP－8号

項目	土質名	粘 性 土			腐植土
	圧力P：MPa	40.0			
	粘着力C：N/mm ²	C<0.01	0.01≤C<0.03	0.03≤C<0.05	
標準有効径（mm） （0<Z≤20m）		1200	1100	800	—
引 上 げ 速 度 （分／m）		6.0			—
硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）		0.1			—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z：施工深度（m）

2) CCP－6号～CCP－8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 40.0 MPa、吐出量 q = 0.1 m³/分

3) 粘着力がC≥0.05 N/mm²の場合、所定の有効径が確保できないこともあるので注意する必要がある。

4) 腐植土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

⑤ CCP－SE 工法

土質条件とCCP－SE標準有効径

CCP－6号～CCP－8号

項 目		土 質 名	砂 質 土	砂礫土
		圧力P：MPa	40.0	
		N 値	N<15	
標準有効径（mm） （0<Z≦20m）			1500	—
切 削	高 圧 噴 流 水 引 上 げ 速 度 （分／m）		6.0	—
	高圧噴流水単位吐出量 （m ³ ／分）		0.1	—
造 成	硬化材引上げ速度 （分／m）		14.0	—
	硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）		0.1	—

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z：施工深度（m）

2) CCP－6号～CCP－8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 40.0 MPa、吐出量 q = 0.1 m³/分

3) 砂礫土については原則として試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

土質条件とCCP－SE標準有効径

CCP－6号～CCP－8号

項目		土 質 名		粘 性 土			腐植土
		圧力P：MPa		40.0			
		粘着力C：N/㎠		C<0.01	0.01≦C<0.03	0.03≦C<0.05	
標準有効径（mm） （0<Z≦20m）		1400	1300	1200	—		
切 削	高 圧 噴 流 水 引 上 げ 速 度 （分／m）	4.0	6.0	8.0	—		
	高圧噴流水単位吐出量 （m ³ ／分）	0.1				—	
造 成	硬化材引上げ速度 （分／m）	8.0	8.0	8.0	—		
	硬化材単位吐出量 （m ³ ／分）	0.1				—	

ただし、1) 施工深度Z>20mについては十分検討の上、決定する必要がある。

ここに、Z：施工深度（m）

2) CCP－6号～CCP－8号の改良は次の噴射条件による。

常用圧力 P = 40.0 MPa、吐出量 q = 0.1 m³/分

3) 粘着力がC≥0.05 N/mm²の場合、所定の有効径が確保できないこともあるので注意する必要がある。

4) 腐植土については試験施工等で有効径を確認することが望ましい。

工法の改良体の設計基準強度

改良体の設計基準強度

硬化材	土質	一軸圧縮強度 qu N/mm ²	粘着力 Cp N/mm ²	付着力 f N/mm ²	曲げ引張強度 σt N/mm ²	弾性係数 E N/mm ²
CCP-5号	砂質土	1.0	$\frac{1}{6} qu$	$\frac{1}{3} Cp$	$\frac{2}{3} Cp$	100 qu
	粘性土	0.8				
	腐植土	0.2				
CCP-6号	砂質土	3.0				
	粘性土	1.0				
CCP-7号A	砂質土	2.0				
	粘性土	0.5				
CCP-7号B	砂質土	1.0				
	粘性土	0.5				
CCP-8号	腐植土	0.3				

- 改良体の単位体積重量および内部摩擦角は原地盤と同等とします。
- 1週強度は4週強度の30%～40%とします。
- 砂礫は砂質土に準じます。
- 透水係数は採取コアの室内試験結果より $K = 1 \times 10^{-6 \sim -7} \text{ cm/s}$ 程度です。

工法の基本配置

基本配置

改良目的	基本配置図	基本間隔	適用例
地盤強化に加えて、止水性を目的とした場合		ラップ配置を原則とします。 $l_1 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot D$ $l_2 = \frac{3}{4} \cdot D$ $t = 2 \sqrt{\left(\frac{D}{2}\right)^2 - \left(\frac{l_1}{2}\right)^2}$ $B = D - l_1$	止水 ボーリング 地中梁
地盤強化を目的とした場合		接点配置を原則とします。 $l_1 = D$ $l_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot D$	ヒービング 地中梁

D：有効径、 l_1 ：横方向の間隔、 l_2 ：縦方向の間隔
但し、施工深度が深い場合（20 m以上）、斜施工、砂礫地層、玉石層等については、ボーリング精度を別途考慮します。

工法の硬化材

硬化材の種類と適用例

名称	土質名	主な適用範囲	性状	主な適用例
CCP-5号	急硬性セメント系	初期強度大、地盤強化止水	中強度タイプ	底盤改良、歯抜け部 堤防、貯水池時の止水
CCP-6号	セメント系	強度発現型、通常地盤強化止水	高強度タイプ	底盤改良、歯抜け部 支持強化
CCP-7号A CCP-7号B	セメント系	強度抑制型、通常地盤強化止水	低強度タイプ	発進到達防護、路線防護
CCP-8号	特殊セメント系	腐植土用、地盤強化止水	腐植土タイプ	底盤改良、歯抜け部 管路部

硬化材の標準配合（1 m³当たり）

CCP-5号			CCP-6号	
A液 (500 l)	B液 (500 l)		セメント	760kg
デンカES	100kg	セメント 400kg	混和剤 (NJパウダー)	5kg
セッターD-100	2～4kg	水 373 l	水	758 l (748 l)
水	残			

CCP-7号A		CCP-7号B		CCP-8号	
セメント	550kg	セメント	300kg	特殊セメント (CCP8号硬化材)	760kg
混和剤 (NJパウダー)	3.5kg	混合材	400kg	混和剤 (NJパウダー)	5kg
水	825 l (818 l)	混和剤 (NJパウダー)	2.0kg	水	740 l
		水	756 l (752 l)		

- ※-1 高炉セメントB種を使用する場合の必要水量を（ ）内に示す。
- ※-2 通常のCCP硬化材と異なる配合を使用する場合は室内配合試験、試験施工により決定する。
- ※-3 CCP-5号はCCP-P、CCP-L、CCP-LE工法に使用可能である。
- ※-4 腐植土用の硬化材の標準配合はCCP-8号とするが、改良体の強度設定が必要な場合は室内配合試験を実施し、設定する。
なお、表の硬化材は次のものである。
セメント …… 普通ポルトランドセメント（比重 3.16）または高炉セメント（比重 3.04）
特殊セメント …… セメント系土質改良材（比重 2.94）
(CCP8号硬化材)
混合材 …… カルシウム系混合物等の専用混合品（比重 2.70）
混和剤 …… 粘性低減剤（天然プロピルベンゼン誘導体）（比重 2.80）
(NJパウダー)
配合水は、粉体の真比重による換算値にて計上する。

工法の適用範囲と条件・用途

適用範囲と条件

(1) 土質から見た工法の適否

	CCP-P工法	CCP-L・LE工法	CCP-S・SE工法
適した地盤	N<15の砂質土	N<30の砂質土	N<15の砂質土
	C<0.05N/mm ² の粘性土		
	埋戻土（但し、ガレキ等含まないもの）		
慎重な検討を要する地盤	N≥15の砂質土	N≥30の砂質土	N≥15の砂質土
	C≥0.05N/mm ² の粘性土		
	埋戻土（但し、ガレキ等を含むもの）		

(2) 目的から見た工法の適否

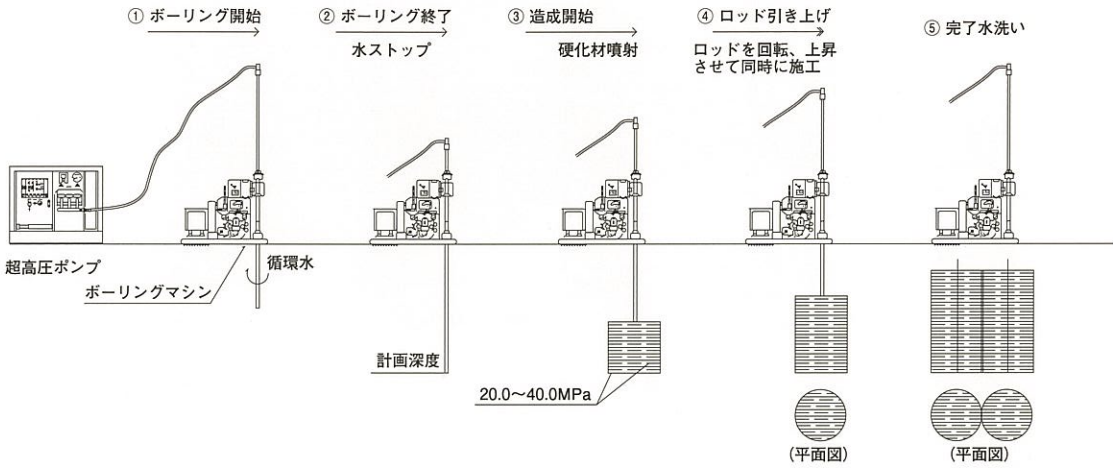
	CCP-P工法	CCP-L・LE工法	CCP-S・SE工法
適した地盤	(i) 仮設目的の地盤の安定 (ii) ボイリング、ヒービング (iii) 止水		
慎重な検討を要する地盤	(i) 永久目的の地盤改良 (ii) 地下水の流水が早い場合 (iii) 杭の代用として使用する場合 (iv) 深度が20mを越える掘削背面の止水 (v) すでに湧水等の発生が確認されている場合の止水 (vi) CCPのみで土留を期待する場合 (vii) 構造物に近接した施工の場合 (viii) 斜め施工、水平施工の場合		

用途

超高压ジェットによる岩石を除くあらゆる地盤をセメントミルクにて攪拌し間隔を充填、固結、改良し杭状構造物が低騒音・低振動にて造成できるので、都市における土留連続壁、建築物、建築物の支持杭、摩擦杭、止水壁、シールド、押管回りの土留および地盤改良等に適用できます。

工法の施工順序

1. CCP-P工法・CCP-L工法・CCP-S工法施工順序



試運転

・噴射造成装置（NCV）を着装し地上にて作動テストを行います。

ボーリング開始

①・② ポンプの吐出圧を約 3.0MPa 以下に保持し、土質に応じたロッドの回転とストローク速度をもって所定方向に最終深度まで削孔します。

ボーリング完了ー施工開始

③ 削孔を完了したらロッドの回転数を所定の回転数（10r.p.m. ～）に落とし、循環水を硬化材に切りかえると共にコントローラーによって高压ポンプ吐出圧力を 20.0MPa または 40.0MPa に上昇させ噴射を開始します。

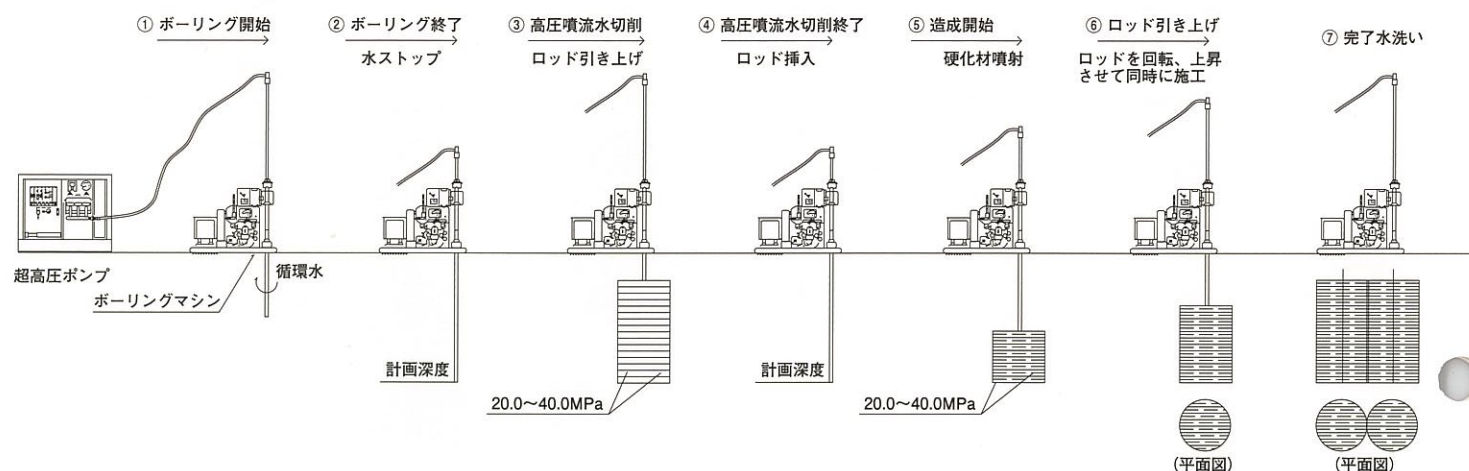
造成

④ 所定のロッドの回転数と引き上げ速度を維持して、CCP 施工計画域の上限までNCVを引き上げます。

施工完了

⑤ CCP 施工が完了したら硬化材を水に切替え地表面で噴射する。この噴射でロッドホース内の硬化材を全て排出させます。

2. CCP-LE工法・CCP-SE工法施工順序



試運転

・噴射造成装置（NCV）を着装し地上にて作動テストを行います。

ボーリング開始

- ①・② ポンプの吐出圧を約 3.0MPa 以下に保持し、土質に応じたロッドの回転とストローク速度をもって所定方向に最終深度まで削孔します。

ボーリング完了ー施工開始

- ③ 削孔を完了したらロッドの回転数を所定の回転数（10r.p.m. ～）に落とし、コントローラーによって高圧ポンプ吐出圧力を 20.0MPa または 40.0MPa に上昇させ水噴射を開始します。
- ④ 計画高さ分の水噴射が完了したら、再度計画深度まで挿入します。
- ⑤ 挿入を完了したらロッドの回転数を所定の回転数（10r.p.m. ～）に落とし、循環水を硬化材に切りかえると共にコントローラーによって高圧ポンプ吐出圧力を 20.0MPa または 40.0MPa に上昇させ噴射を開始します。

造成

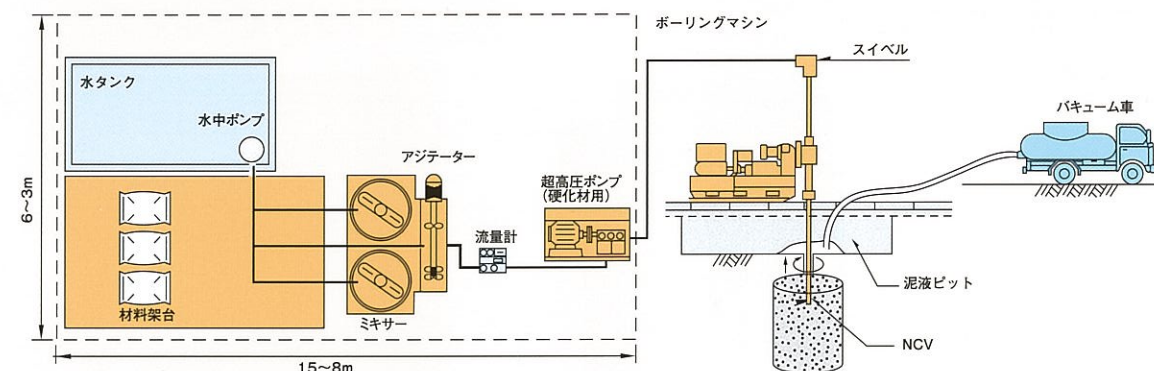
- ⑥ 所定のロッドの回転数と引き上げ速度を維持して、施工計画域の上限まで NCV を引き上げます。

施工完了

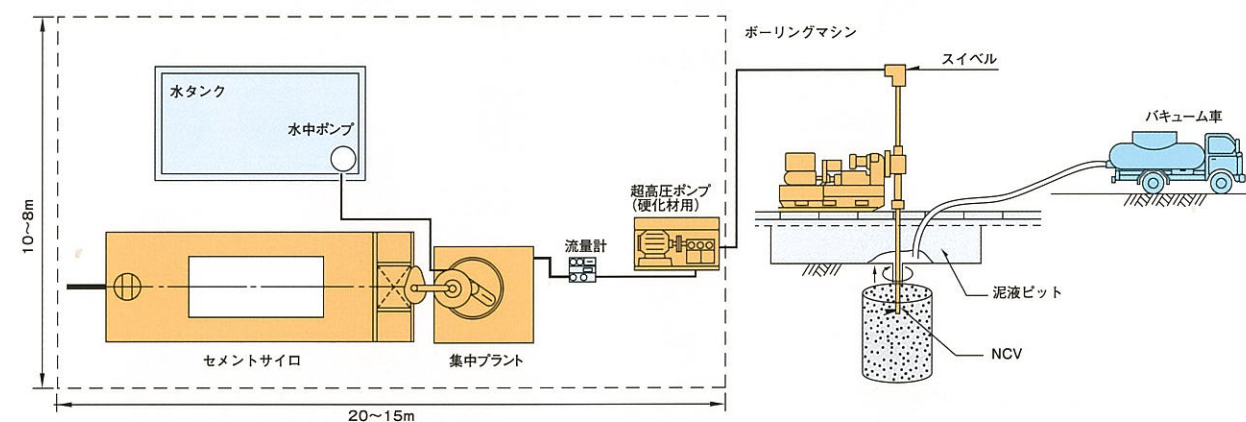
- ⑦ 施工が完了したら硬化材を水に切替え地表面で噴射する。この噴射でロッドハウス内の硬化材を全て排出させます。

工法の機械配置図

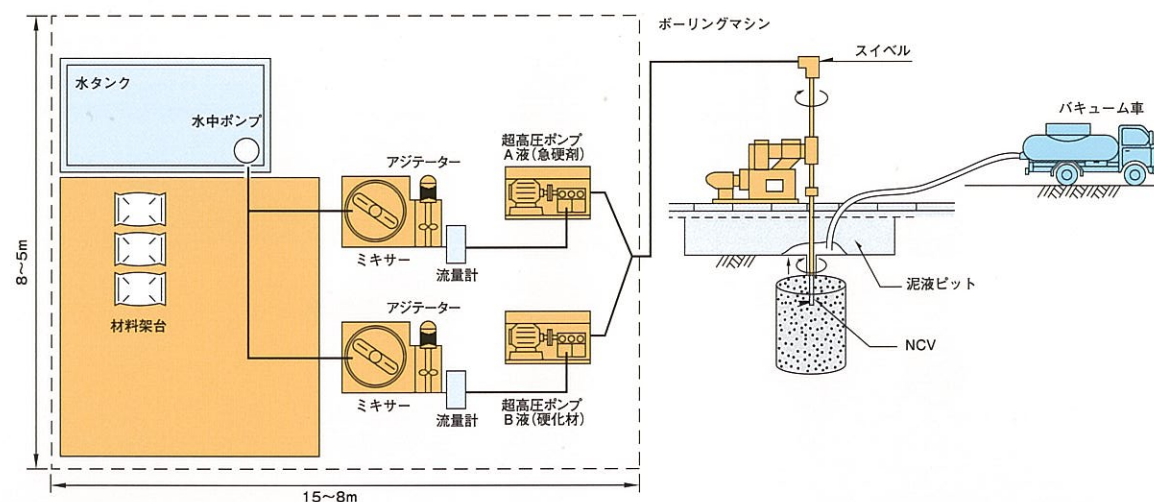
CCP-6号～8号（袋入りセメントの場合）



CCP-6号～8号（バラセメントの場合）

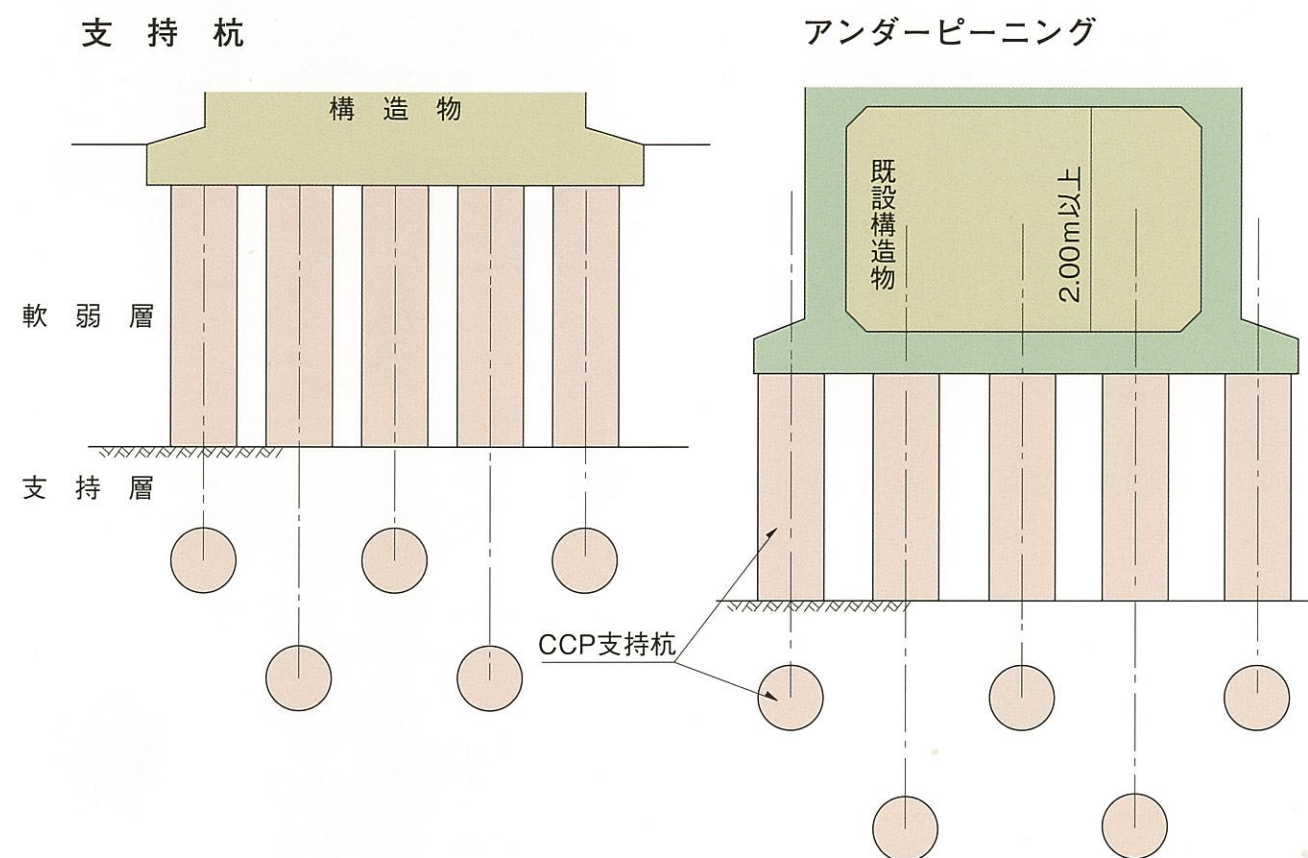


CCP-5号

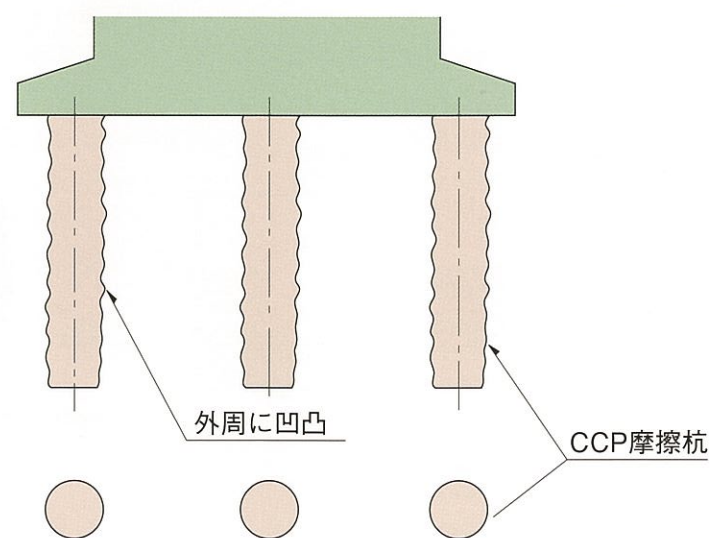


工法の適用例

構造物の基礎

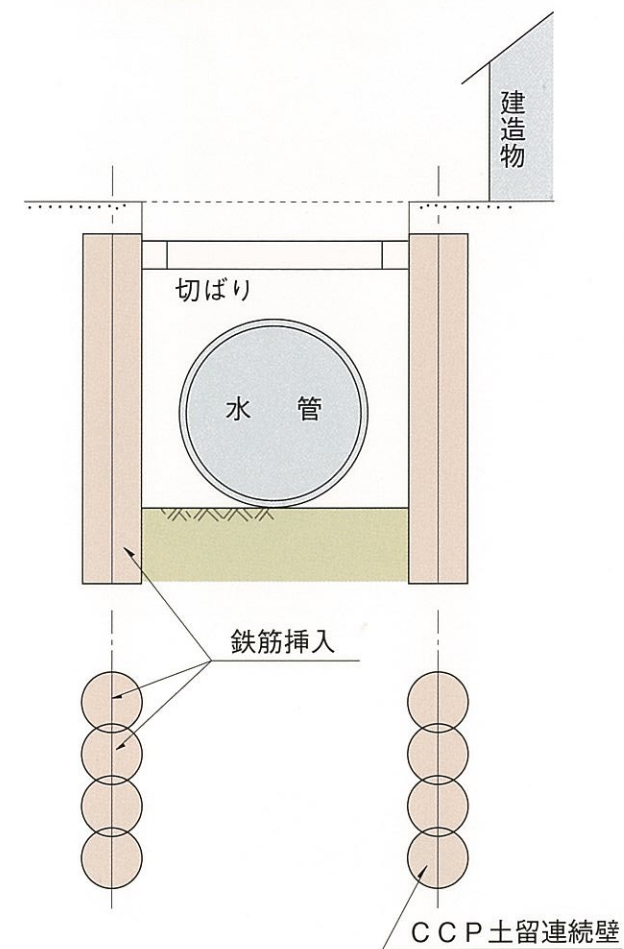


摩擦杭

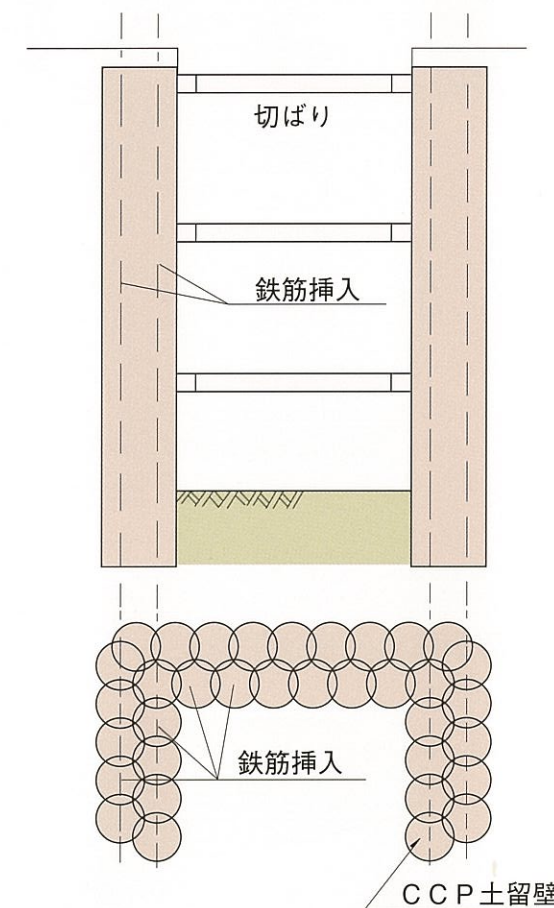


擁壁・土留壁

土留連続壁

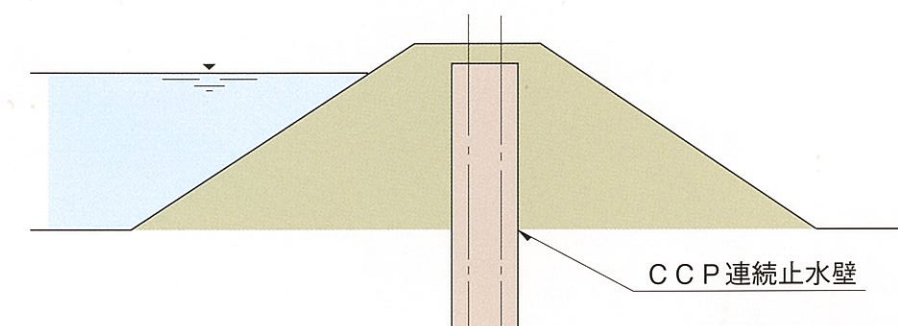


豎坑回りの土留壁



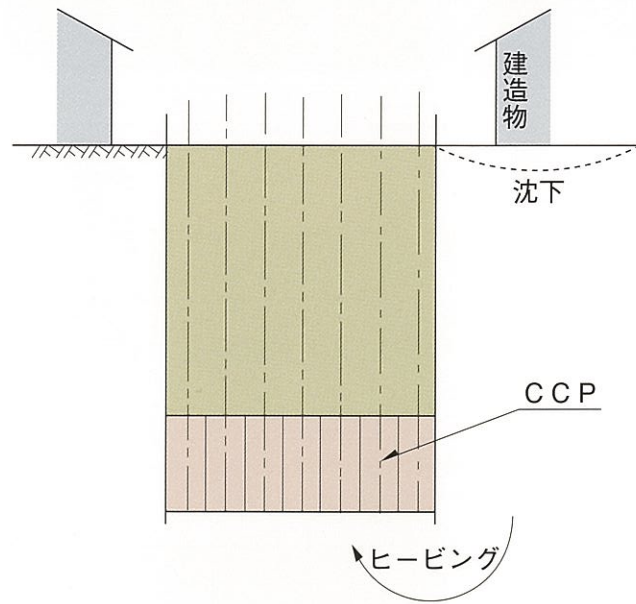
止水

アースダム、河川堤等の止水

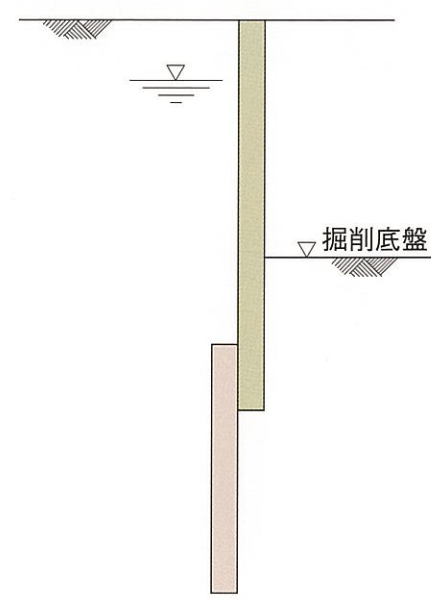


地盤改良

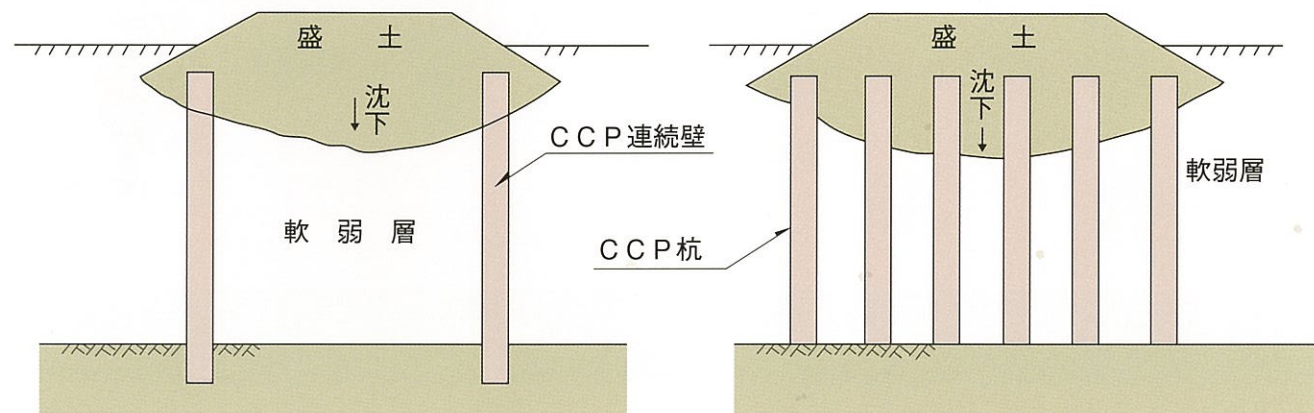
ヒービングの防止



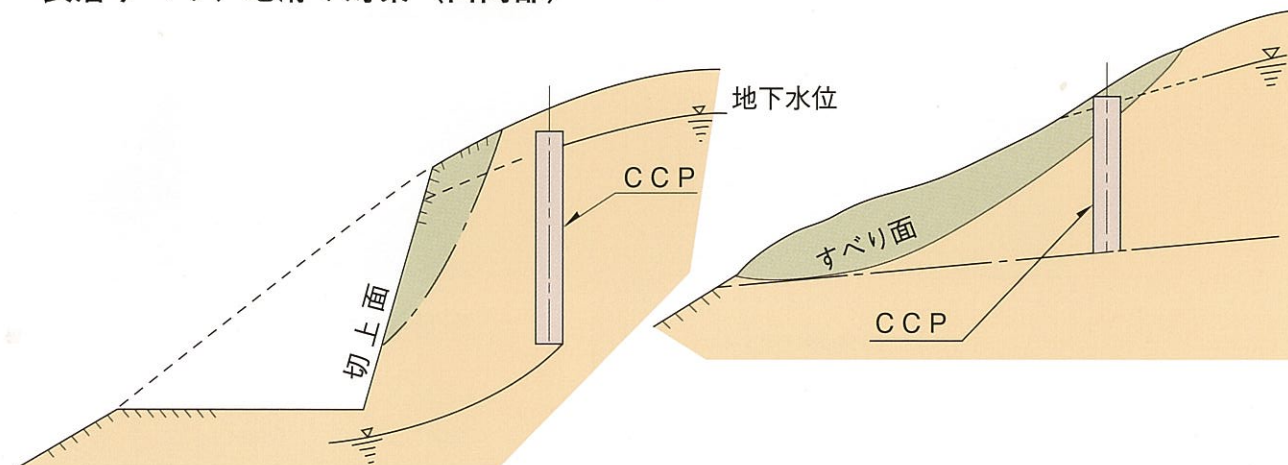
ボイリング防止



軟弱地盤の圧密沈下防止

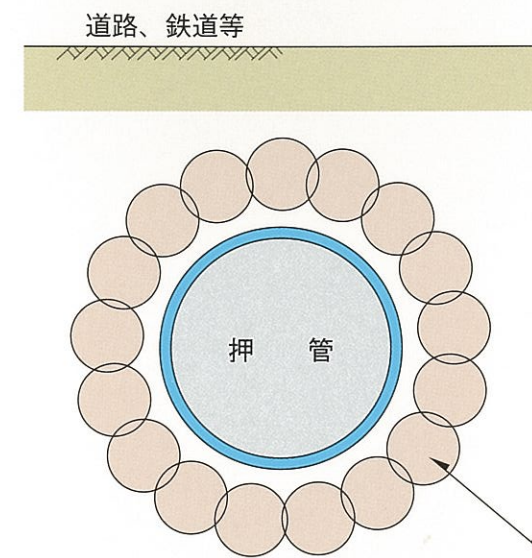


表層すべり、地滑り対策（山間部）

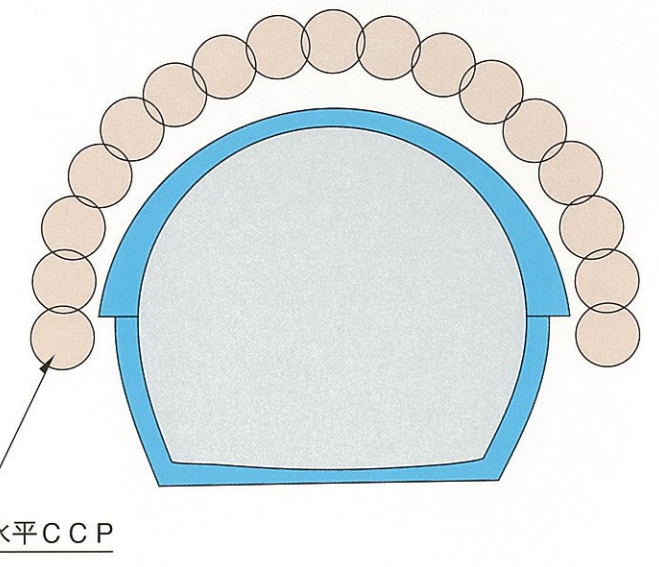


水平杭

シールド・押管等回りの強化



トンネルアーチ回りの強化



ジャッキスタンド背面地盤強化

