

添付資料一(1)

セメント改良基礎杭工

KR杭工法 マニュアル

平成24年 11月

株式会社 クラハラ

## 1、工法の概要

構造物基礎(擁壁基礎、家屋基礎等)の補強工として、湿式又は乾式の柱状改良杭が広く施工されている。改良杭径はφ400~1,000が標準で、深度、土質に応じた能力の柱状改良杭専用機が使用されている。作業ヤードが広く、施工数量が多い場合は改造型バックホーとトレンチャー式攪拌機等も使用されている。

当セメント改良基礎杭工(KR杭工法)は汎用バックホーで地盤内をセメント改良し、支持層に根入りさせた改良杭を施工するものである。深さが7m程度までの改良杭を特許工法の平面的に千鳥施工、上下2分割施工の特殊作業手順を使用して汎用バックホーのみで行うことで、安価に基礎杭の構築を行なうものである。

### (KR杭工法の耐震効果)

#### 液状化現象の防止

当工法はゆるく堆積した飽和砂質土地盤において、支持層と構造物の間をセメント改良し、基礎地盤の土粒子の骨格を安定させるブロック式改良工法又は、現地盤中に強度の大きい壁を格子状につくり、現地盤のせん断変形を抑制する格子式改良工法の2種類の方法から現地条件に合致する工法を選定し、支持杭兼液状化現象防止の改良杭を築造する。

(後出検討書参照)

#### 耐震及び横揺れの低減

当工法においては建築基準法第20条4号に定める小規模で構造計算不要の建物であっても、建築構造物関係技術基準書」に基づき耐振設計を行い、地震時でも安全な改良基礎杭を築造する。このため、地震時は支持層も揺れるが、支持層より大きな横揺れを発生する周囲軟弱地盤の横揺れに抵抗力があり、建物の横揺れを低減できる。(後出耐震構造検討書参照)

KR杭はバックホーによる大口径セメント改良杭であり、杭頭部と一体化した建物基礎は通常の鉛直支持杭(柱状改良杭等)と比較し、横揺れに強い(地震で怖いのは横揺れ)。

KR杭施工後、改良杭を施工した地盤と現地盤上で振動測定を実施した結果(後出試験試料参照)、振動差が高い振動及び低い振動共約10デシベル低いことが確認された。

又、平成25年4月13日の淡路島で発生した地震後、KR杭を施工した建物の振動状況聞き取り調査結果も同様、振動が低減されている。(別紙資料参照)

#### 「地震学がよく分かる本」より抜粋

福井地震は1948年、死者4,000人、市内家屋の80%が倒壊(3万6千軒が全壊)。被害甚大な原因は福井市周辺地盤が軟弱な堆積層であったから。

地震による振動の増幅は皿に載せたこんにやくを皿ごと振っているのと同じ。皿の動きより、上に載せたこんにやくのほうが、ずっとたくさん揺れることになる。

### セメント改良基礎杭(L'=6.00m) 施工状況写真 GL-6.00m(下部改良層)をセメント攪拌・混合状況



(H様邸)KR杭施工後の振動測定状況



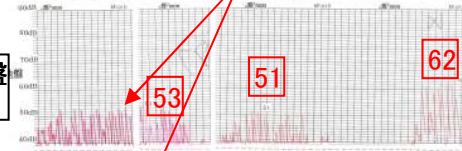
改良杭上の測定

現地盤上の測定



改良杭上の振動は高振動、暗振動共約10dB低い

改良杭上地盤の測定結果

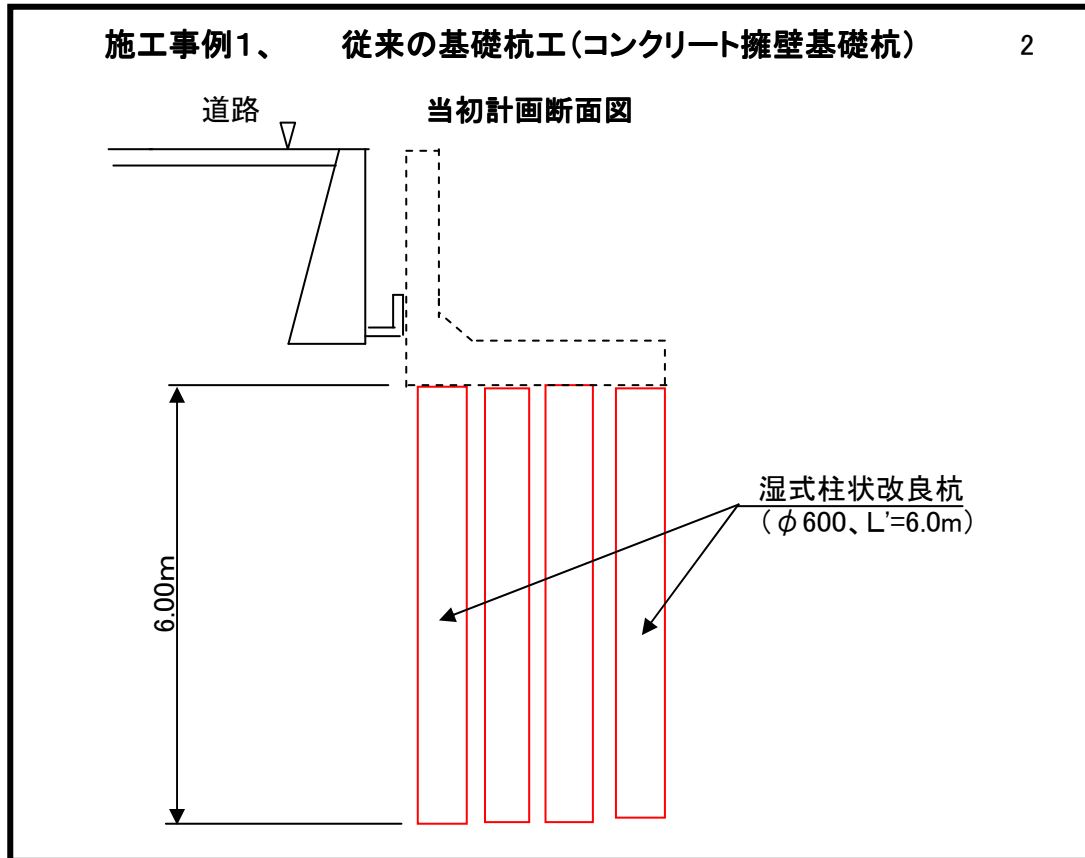


現地盤上の測定結果



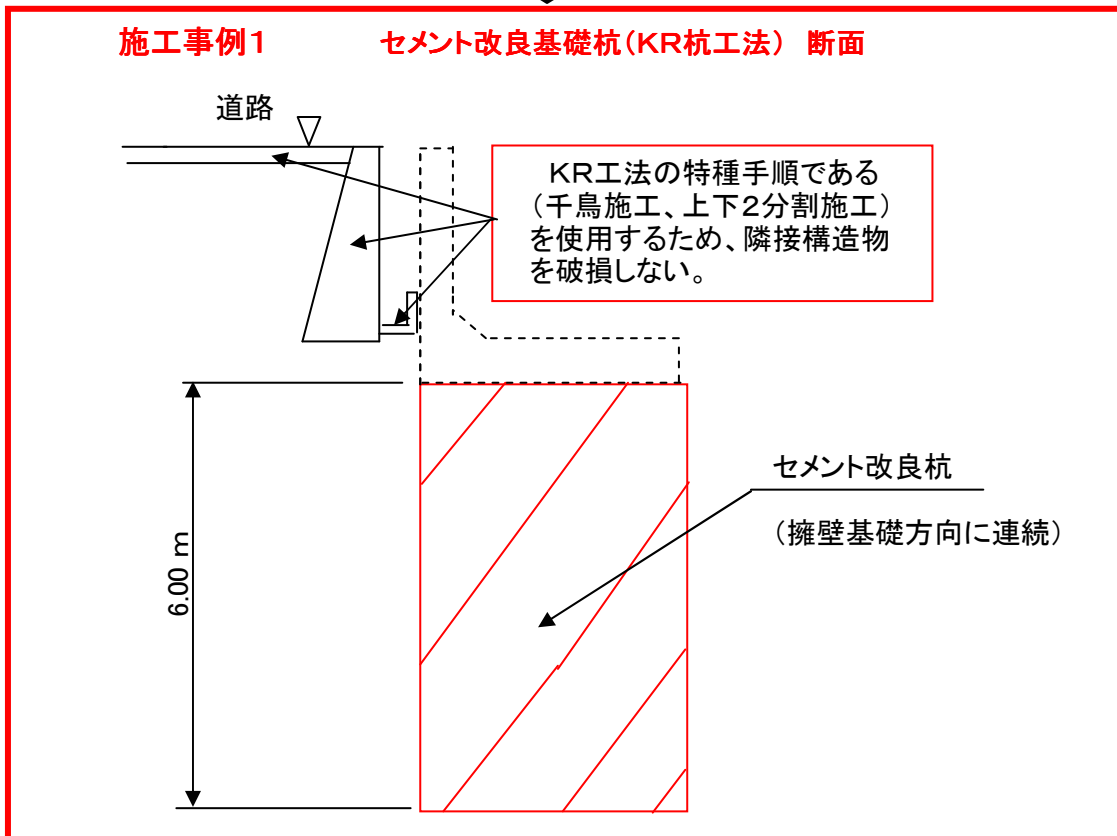
施工事例1、 従来の基礎杭工(コンクリート擁壁基礎杭)

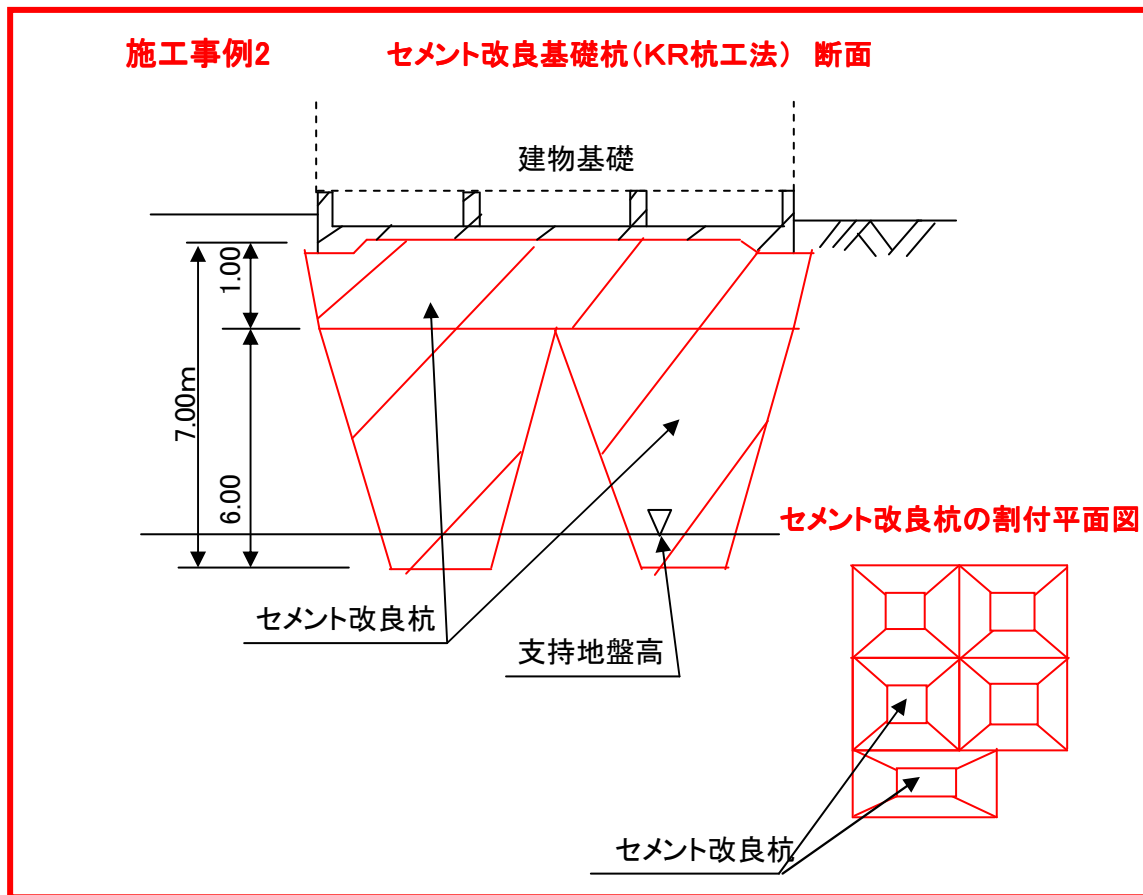
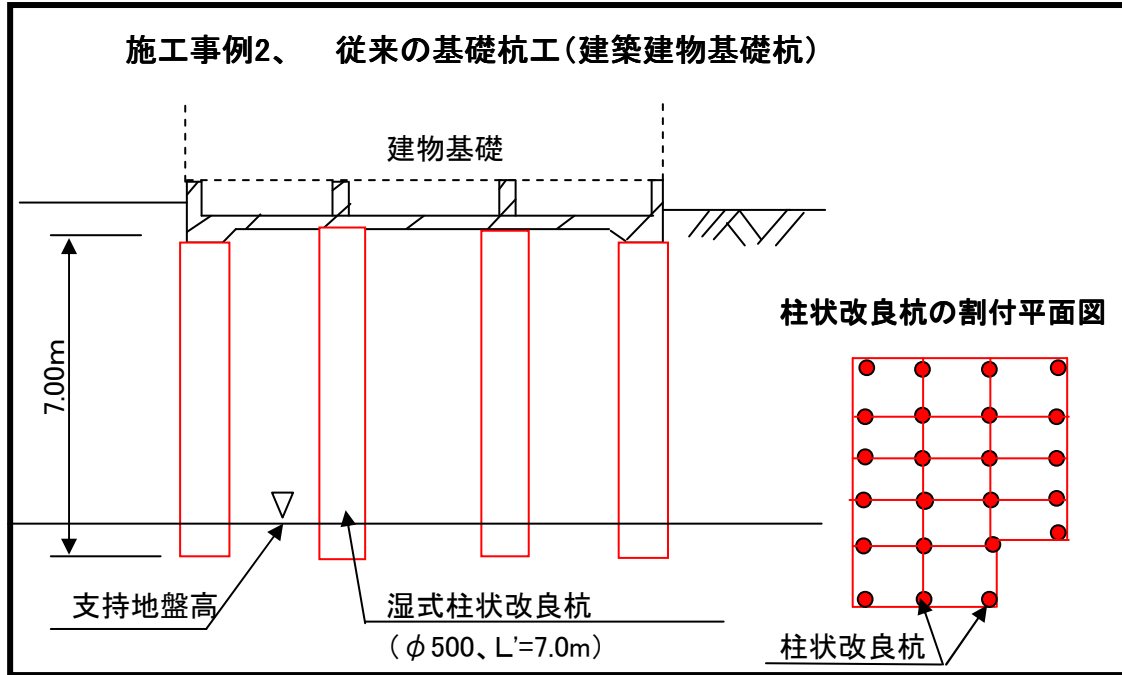
2



新技術

施工事例1 セメント改良基礎杭(KR杭工法) 断面





## 2、工法の特徴

### 2.1 経済性に優れている

1. 汎用性がある
2. 資機材運搬費用が安価
3. 準備・仮設費用が安価

#### 2.1.1 汎用性

当工法は汎用バックホーで作業が出来るため、専門業者不要の低コストで施工できる。

#### 2.1.2 資機材費、及び運搬費用が安価

必要な資機材は汎用バックホーとセメントのみで、アースオーガー、モルタルプラント等を使用する柱状改良杭工と比較して資機材費、運搬費が安価。

#### 2.1.3 準備・仮設費用が安価

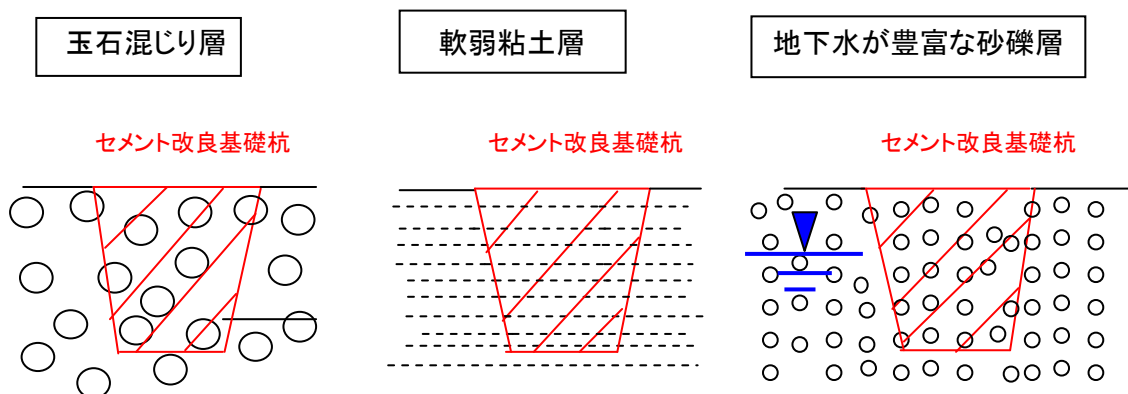
柱状改良杭工等は、資材を搬入する運搬路の確保、作業ヤードの整備が必要であるが、当工法はバックホーのみの作業であり、仮設費が安価。

### 2.2 適用範囲が広い

- 1、土質条件の範囲が広い
- 2、柔軟な設計対応ができる
- 3、狭い作業ヤードの施工性に優れている

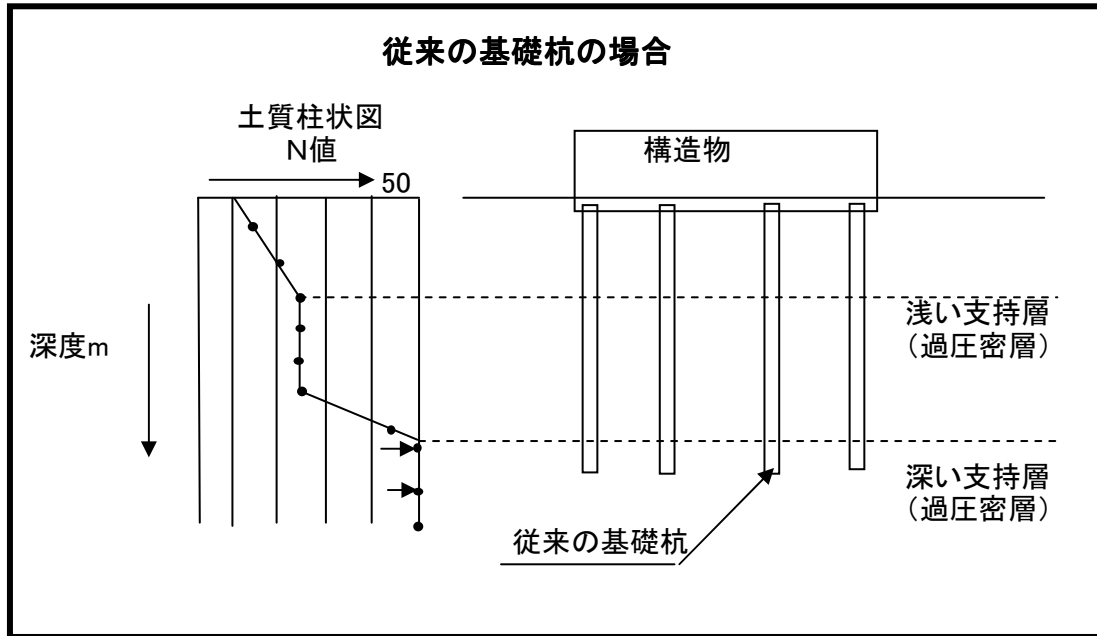
#### 2.2.1 土質条件

粒径500mm程度の玉石混じり層、軟弱粘土層、河川近接の地下水が豊富な砂礫層等、広範囲な地質条件に対応できる。(バックホーによる掘削ができれば施工可能)

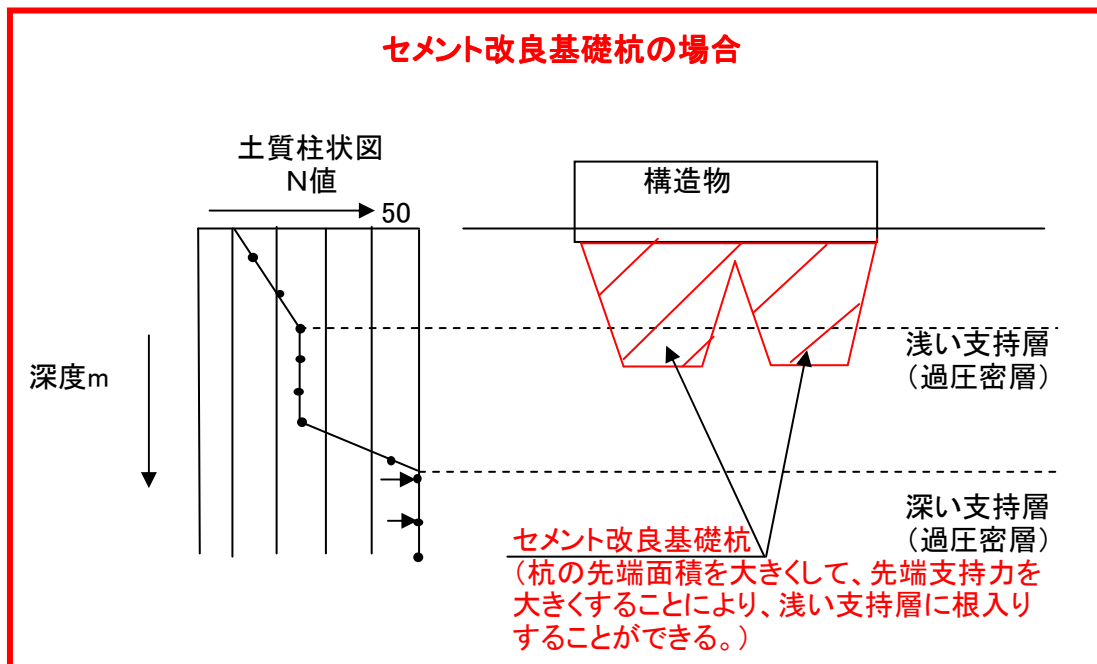


## 2.2.2 柔軟な設計

基礎杭の先端断面を大きくすることにより、根入り高を浅くすることができる。  
 (各支持層の過圧密性の確認、支持力計算結果による)



**新技術**





バックホー1台(大きさ自由選定)が稼動できれば、狭隘な場所での施工が可能。  
柱状改良杭工は杭施工機械、及びモルタルプラント等の機材が必要であるが、KR杭工法はバックホー1台とセメントのみで施工を行う。

**狭いヤードでの改良杭施工状況写真(0.1m3級バックホー使用)**

**上部掘削状況**



**下部改良工状況  
(セメント攪拌・混合状況)**



**改良後の床付け(杭頭仕上げ)状況**





## § 2 設計

### 1、調査

#### 1.1 土質調査

ボーリング調査又はスエーデン試験を実施し、現地盤の土質構成、支持地盤の深度、支持力を把握する。

地下水位の把握。

#### 1.2 施工条件の調査

- ①敷地周辺の地形及び土地利用状況
- ②既設構造物及び埋設物の調査と、これによる施工上の制約条件
- ③施工に必要な機械、材料の供給方法
- ④作業空間(架空線他)
- ⑤振動、騒音などの規制状況

### 2、設計

#### 2.1 許容応力度

安全率

長期 $F_s'=3.0$

#### 2.2 セメント改良杭の設計

- ①杭先端支持力を杭全体の支持力とし、周面摩擦力を計上しない。

支持層より上部の軟弱層は将来圧密沈下を生じる可能性があり、その場合、杭周面の摩擦力は杭を下方に押し下げる力となる。このため、KR杭は大きな周面摩擦力ではあるが、支持力として計上しない。

KR杭の施工はバックホーで行うため、杭1本当たりの先端面積は最小でも1.00m\*1.00mの1.00m<sup>2</sup>以上となり、柱状改良杭と比較した場合、大きな面積であり、杭の支持力は周面摩擦力を計上しなくても大きく安全なものとなる。

- ② セメント添加量の決定

杭体の必要強度に対するセメント添加量は室内配合試験を実施する方法と、次ページの「標準セメント添加量と一軸圧縮強度表」より求める方法がある。

- ③六価クロム溶出量試験の実施

六価クロム対応型セメントを使用するが、法令にもとづき現地採取試料土による六価クロム溶出量試験を実施し、基準値の0.05mg/L以下であることを確認する。

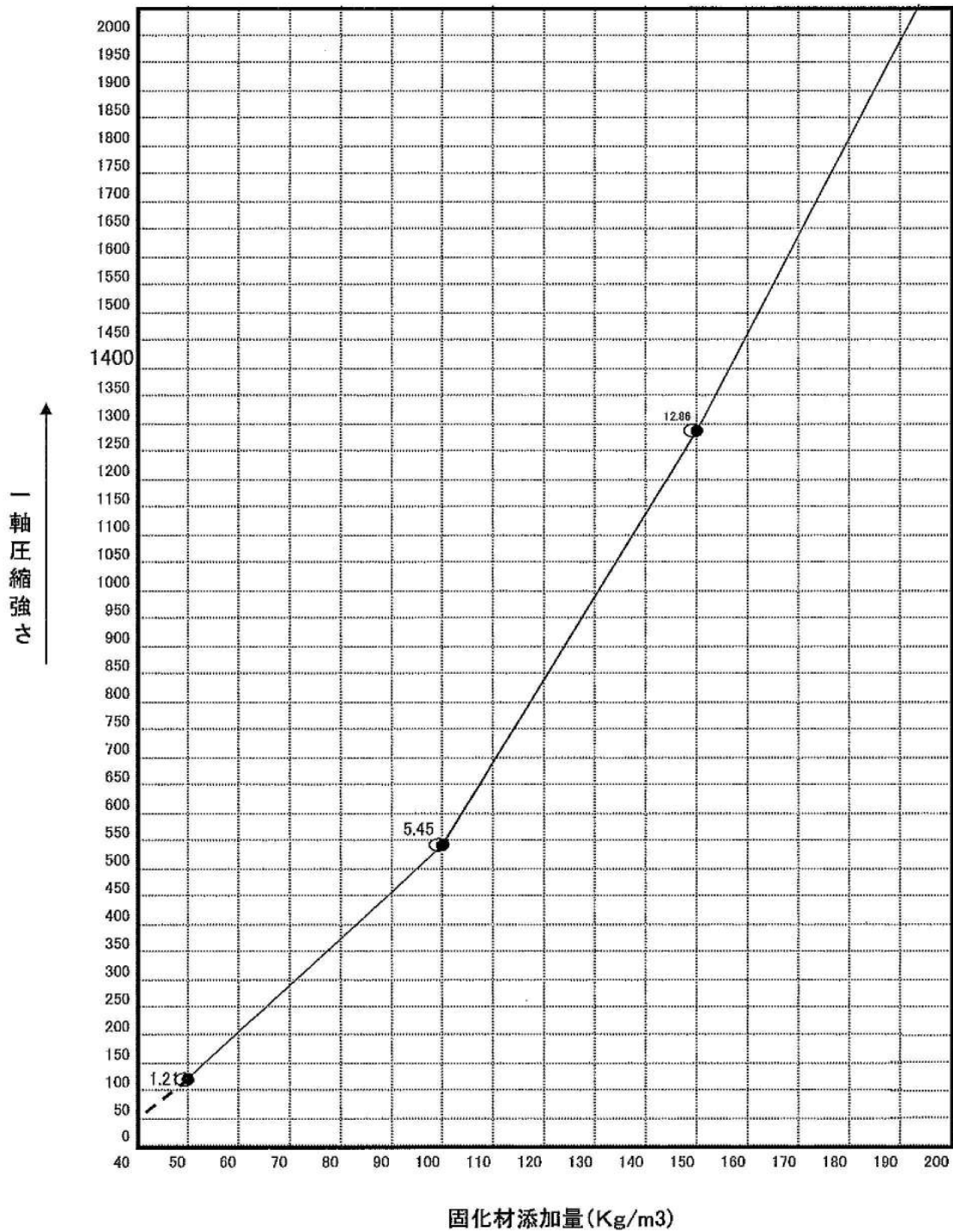
施工後、改良盛土を掘削して埋戻し等に再利用する場合、再度六価クロム溶出量試験を実施し、0.05mg/L以下であることを確認する。

**現地の土質が火山灰質粘性土の場合、六価クロム溶出の可能性が高いため、試験は土質の異なる全ての試料土を採取し、行なう。又、法令に従い、施工後試験を実施する。**

## 固化材添加量と一軸圧縮強さ(標準土)

(材齢7日強度)

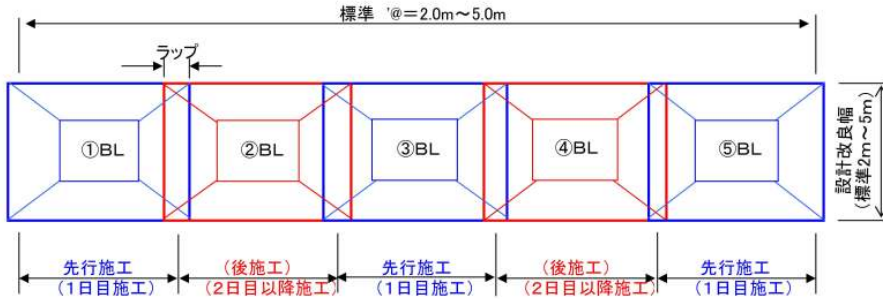
材料 : 六価クロム対応型セメント

(KN/m<sup>2</sup>)

セメント改良杭工 施工手順図(標準)

平面図(千鳥施工ブロック割図)

施工は千鳥施工とし、地盤のアーチ作用を利用し地山崩壊を防止する。



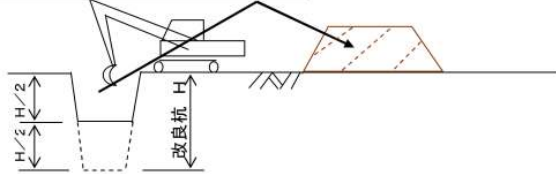
横断面(1ブロック当り施工手順)

(当作業手順は掘削孔内に作業員が立入らないことを原則とする)

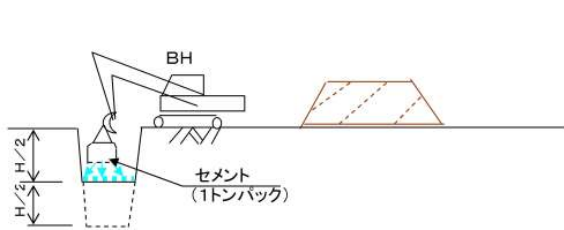
START

手順一1 改良層上部掘削排土

掘削はBH(作業規模により、機種選定)で行う

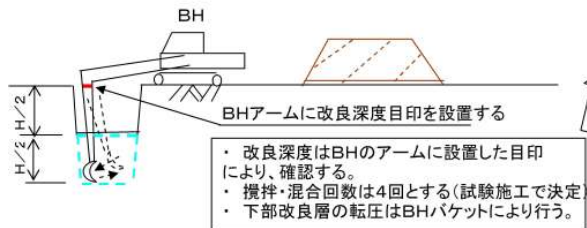


手順一2 改良層下部の改良対象土にセメント散布



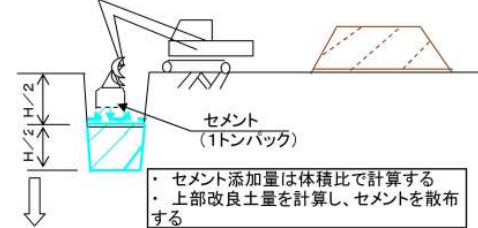
手順一3 改良層下部のセメント攪拌混合

(攪拌混合は地山崩壊を防止するため、排土せずに行う)

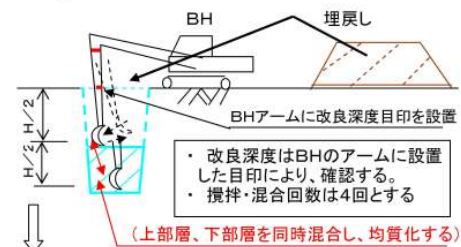


手順一4 改良層上部に高炉セメントを散布

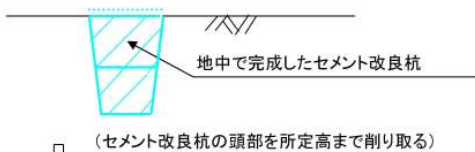
(孔内でセメント攪拌を行い、飛散を防止する)



手順一5 改良層上部の埋戻し及び、セメント攪拌・混合



手順一6 セメント改良杭の完成及び、杭頭処理



END

「攪拌・混合回数=4回」：当工法の規定で、均質な混合を行なうため、セメントと土砂の攪拌・混合回数は「4回」と規定している。「1回」とは改良対象土量を改良を行うバックホーバケットの容量で除した数値回数を混合し、これを4回行なう。

#### §4 施工管理

12

### 1、試験施工

セメント改良杭工施工の初日、試験施工を実施し、下記事項を決定する。

① 掘削改良時、支持地盤を目視で確認し、事前の地質調査結果と比較、確認する。  
又、バックホーによる支持層地盤掘削時の硬さで支持層の強度を確認する。

② セメントの攪拌・混合回数の決定

当工法規定ではセメントの攪拌・混合回数は「4回」であるが、今回数でセメントと土砂が均一に混合されることを確認する。

③ 試験施工日の翌日、低強度用シュミットハンマーで現場一軸圧縮強度試験を実施し、強度が設計強度を上回っていることを確認する。

### 2、日常管理

改良作業期間中、毎日低強度用シュミットハンマーによる現場一軸圧縮強度試験を行ない、強度が設計強度を上回っていることを確認する。

### 3、支持力試験の実施

改良作業終了時、平板載荷試験を実施し、現場支持力が設計支持力を確保していることを確認する。

### 4、セメント添加量の確認

空袋検測管理を行なう。

## 目次

<b>§ 1</b>	<b>KR杭工法の概要</b>	1
1.	工法の概要	1
2.	工法の特徴	6
2.1	経済性に優れている	6
2.2	適用範囲が広い	6
<b>§ 2</b>	<b>設計</b>	9
1.	調査	9
1.1	土質調査	9
1.2	施工条件の調査	9
2.	設計	9
2.1	許容応力度	9
<b>§ 3</b>	<b>施工方法</b>	11
	施工方法 施工手順	11
<b>§ 4</b>	<b>施工管理</b>	12
1.	試験施工	12
2.	日常管理	12
3.	支持力試験	12
4.	セメント添加量の確認	12
	<b>柱状改良基礎杭工及び、柱状改良杭の耐震構造検討書</b>	13
	<b>柱状改良基礎杭工及び、柱状改良杭の液状化現象検討書</b>	28

## KR杭施工後の振動測定状況

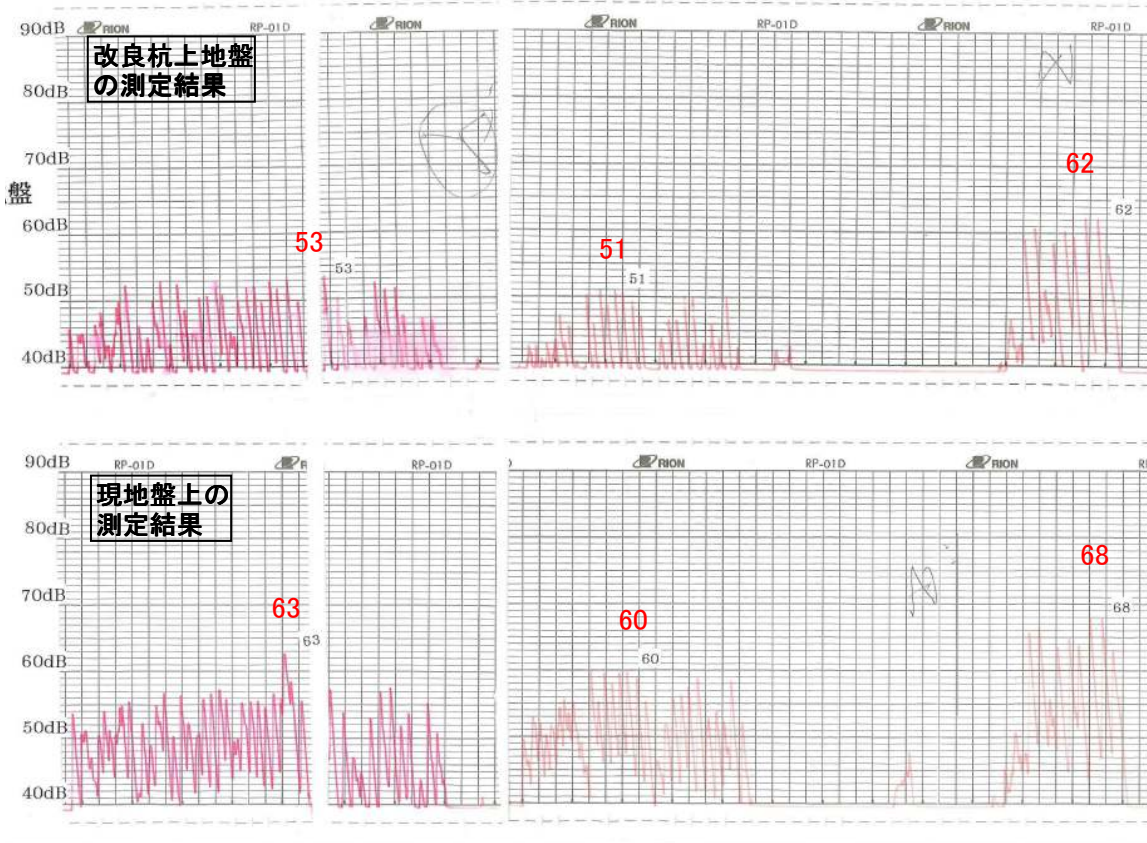


改良杭上の測定

現地盤上の測定



## 振動測定記録紙





### KR杭施工後の振動測定状況

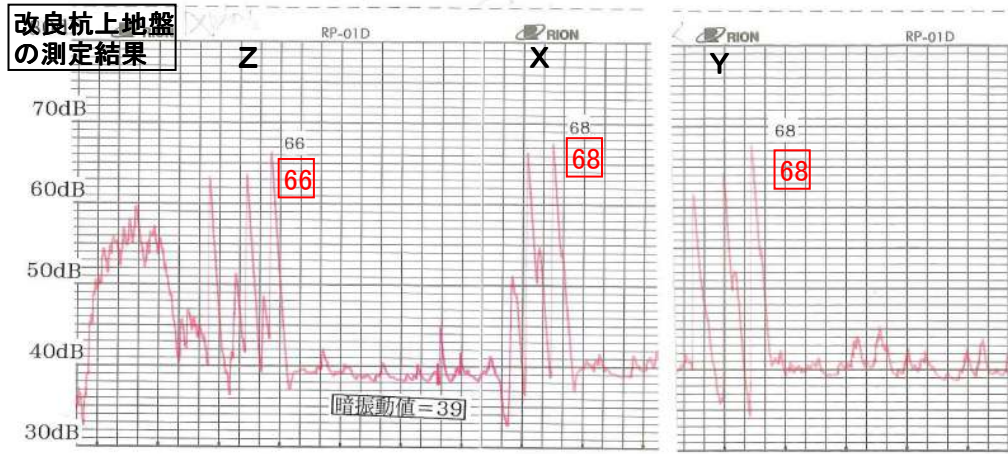
改良杭上の測定



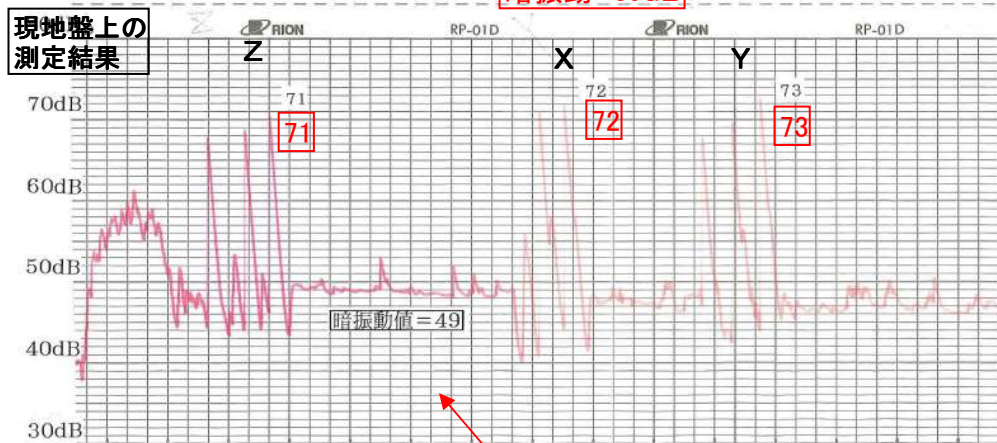
現地盤上の測定



### M様邸 振動測定結果表



暗振動'=39dB



暗振動'=49dB



## 振動値と人体感覚、建物被害に対する目安値

振動値 振動レベル dB デシベル	変位速度 cm/S	研究者	Langefors (Sweden)	Edwards (Canada)	Bumines (U.S.A)	E.Banik (Germany)	資料 <sup>3)</sup> による	(注・1)	(注・2)
120	50		大きな き裂発生	被害発生	大きな被害 き裂の発生 壁土崩落	大きな被害			120dB
117			き裂発生 微細なき裂		軽い被害				
111	10		要注意	要注意	要注意	被害発生			110
108									
105	5								
100									100
97			目に見える 被害なし	安全	安全	極く軽い 被害			
91	1						振動顕著 で苦情が 多い		90
88									
85	0.5								
83									
80			人体にはひどく感ずるか、構造物の被害なし				振動顕著 で若干苦 情が出る		80
77								よく感ずる	0.25
75									
71	0.1		一般に多くの人々が振動を感じる					よく感じ る程度	0.10
69									
67									
65	0.05						感知でき るが苦情 は少ない		60
63									
60									
57			非常に敏感な人々が振動を感じる				ほぼ感知 できない	ほとんど無感 振動計に記 録される 程度	0.05
51	0.01								50
49									
45	0.005		人体に感じない						0.03

(注1) 目安としてはほぼ平均的な値である

(注2) 主に山陽新幹線工事における実測値と経験から決定された値

高振動、低振動共、10 dB差で人体間隔、建物被害が大きく変化する。

当工法の改良杭は支持力増強だけではなく、高振動値、及び低振動値共低下させる効果があることが判明。高い振動値の耐震効果と同時に、近接道路の車両通行等による不快な低振動も抑制できることになる。