

# 小須戸橋左岸取付道路工事

## 深層混合処理工法（CI-CMC工法） およびICT地盤改良について

2023年12月4日

株式会社皆川組  
株式会社 不動テトラ



## 1. 深層混合処理工法（CI-CMC工法）

### ■ 深層混合処理工法（CI-CMC）工法の概要

攪拌翼から改良材スラリーを吐出しながら原地盤土と攪拌混合することで、地中に強固な円柱状の改良体を造成する工法。改良材スラリーにエアを同伴させ霧状に吐出するエジェクター吐出機構により、大径で高品質な改良体を造成し、周辺変位も大幅に低減できる工法です。

盛土や構造物の沈下・安定・支持力・液状化対策等に広く適用されます。本工事では、**盛土の安定対策**、**盛土時の民家への引込み沈下対策（応力遮断）**を目的として適用されています。



エジェクター吐出機構

エジェクター吐出



改良体（φ1.6m×2軸）

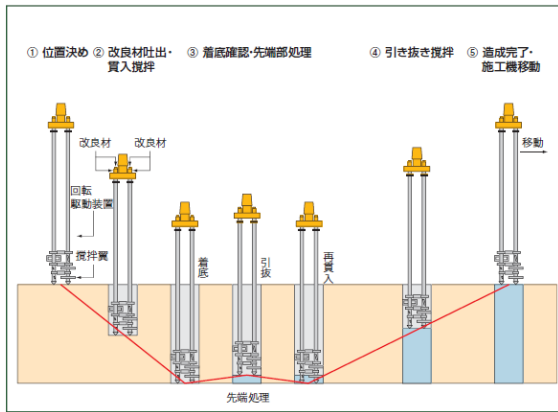
改良体の掘り起こし例



# 1. 深層混合処理工法 (CI-CMC工法)



## ■ 深層混合処理工法 (CI-CMC) 工法の施工方法



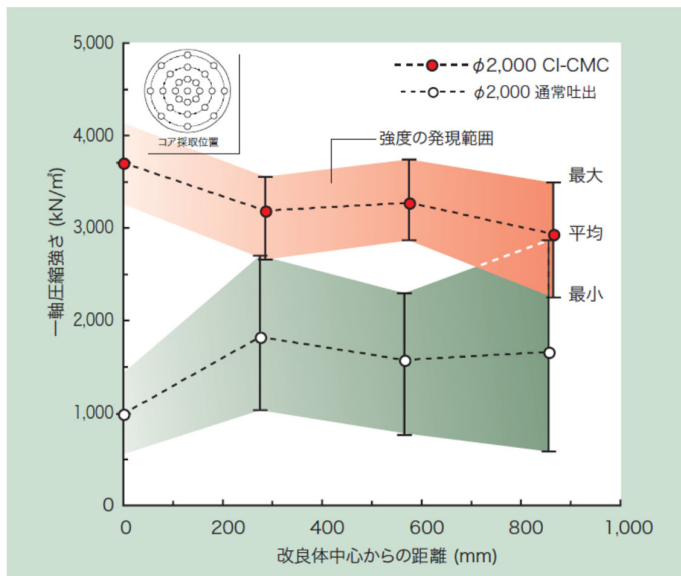
- ① 位置決め  
施工機を所定位置にセットする。
- ② 改良材吐出・貫入攪拌  
改良材を吐出しながら連続貫入する。
- ③ 着底確認・先端部処理  
先端部が支持層に到達したことを確認した後、改良材の吐出を停止し先端部処理を行う。
- ④ 引き抜き攪拌  
攪拌翼を逆回転させながら引き抜く。
- ⑤ 造成完了  
地表面まで改良体を造成し、次の施工位置に移動する。



# 1. 深層混合処理工法 (CI-CMC工法)



## ■ 深層混合処理工法 (CI-CMC) 工法の特徴：高品質な大径杭



従来工法とCI-CMC工法のコアの比較

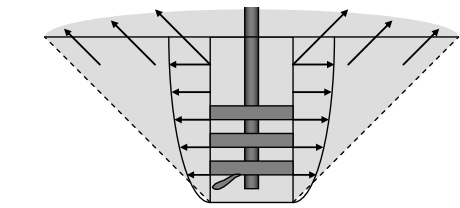
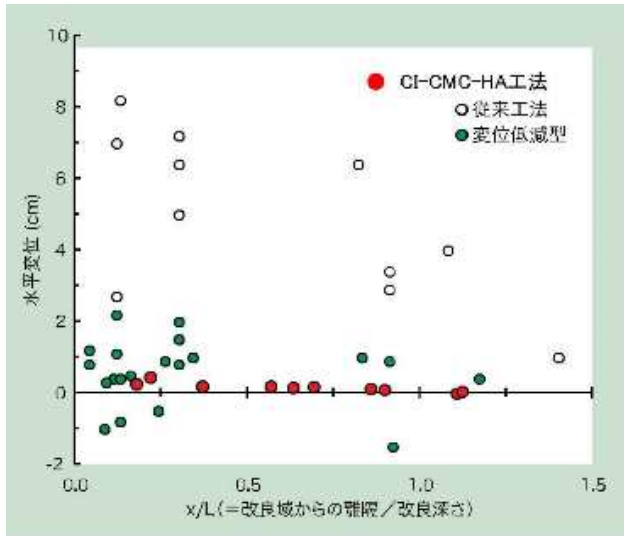
改良域全体に固化材の散布が可能 ⇒ **攪拌効率の向上**  
**大径でありながら強度バラツキの小さい改良体を造成**



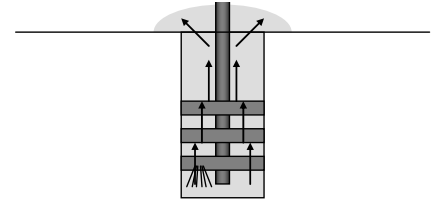
# 1. 深層混合処理工法（CI-CMC工法）



## ■ 深層混合処理工法（CI-CMC）工法の特徴：低変位施工



45° の範囲に変位発生 (x/L=1.0)  
従来工法の変位発生の様式図



攪拌域の流動化  
変位は攪拌域のみに限定  
CI-CMC工法の変位発生の様式図

土粒子の流動性の向上・エアリフト効果⇒盛上りを攪拌域のみに限定  
改良域周辺の変位は数mmと従来工法に比べ低減



# 2. ICT地盤改良



## 当現場でのICT地盤改良

### ■ GNSSによる位置誘導MG（マシンガイダンス）システム

<現場でのメリット>

- ⇒ ICT地盤改良工の「**施工履歴データを用いた出来形管理要**」に対応。
- ⇒ **省力化**（目杭の設置を省略、掘削による出来形確認を省略）。

<社会的な貢献>

- ⇒ **働き方改革への貢献**（従来の作業を大幅に減少可能）

### ■ Visios-3D

<現場でのメリット>

- ⇒ **省力化・生産性向上**（施工状況を遠隔で確認できるため施工中断することが減少し施工性が向上）。
- ⇒ **品質の向上**（リアルタイムで複数人が施工状況の確認等ができる。GNSS位置誘導との併用が可能。）
- ⇒ **安全性の向上**。

<社会的な貢献>

- ⇒ **働き方改革への貢献**（施工管理の手間を大幅に減少可能）



## 2. ICT地盤改良：GNSS誘導システム



### ■ ICT地盤改良の目的

#### 1-1 目的

本管理要領（案）は、ICT地盤改良機械から取得した**施工履歴データ**（以下、「**施工履歴データ**」という）を用いた出来形計測及び出来形管理が、効率的かつ正確に実施されるために、以下の事項について明確化することを主な目的として策定したものである。

- 1) 施工履歴データを用いた出来形計測の基本的な取扱い方法や計測方法
- 2) 出来形管理の方法と具体的手順

#### 【解説】

本管理要領（案）は、**施工履歴データ**を用いた出来形計測及び出来形管理・出来高算出の方法を規定するものである。

ICT地盤改良機械は、**施工前の攪拌装置の回転軸の中心 (x, y) と施工中の深度H**（または標高z）を取得している。これらの数値は、施工開始から終了まで、時刻とともに記録、保存される。（以降、記録データを「**施工履歴データ**」という）

施工中に得られた**施工履歴データ**を用いることで、**従来の掘り起し作業を伴う巻尺、レベルによる杭間距離・杭径及び基準高の計測を不要**とできるため、出来形管理や出来高数量算出を容易に実施することができる。また、ICT地盤改良機械は移動時に攪拌装置と設計の杭芯位置を車載モニタ上にリアルタイムで表示する機能を有しているため、**杭芯位置の現地への目地の設置が不要**であり、施工管理の手間とコストの削減が期待できる。

施工履歴データとは、杭芯セット時のx,yと施工中の深度H（標高zでも可）の記録  
施工履歴データを提出することで、杭頭掘起こしを省略できる

- ※ 施工履歴データを用いた出来形管理要領（固結工（スラリー攪拌工）編）（案）R5.3 より
- ※ 国土省 3次元計測技術を用いた出来形管理要領（案）R5.3に反映

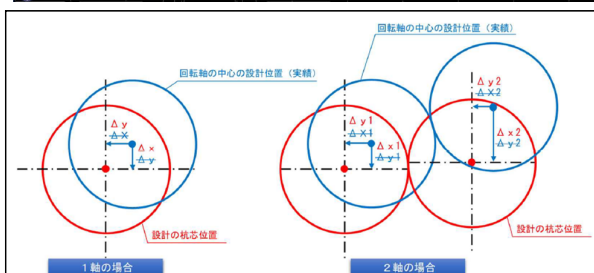
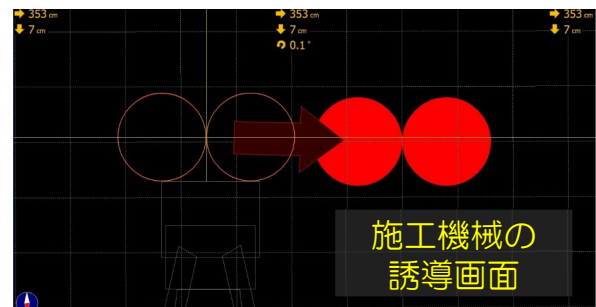
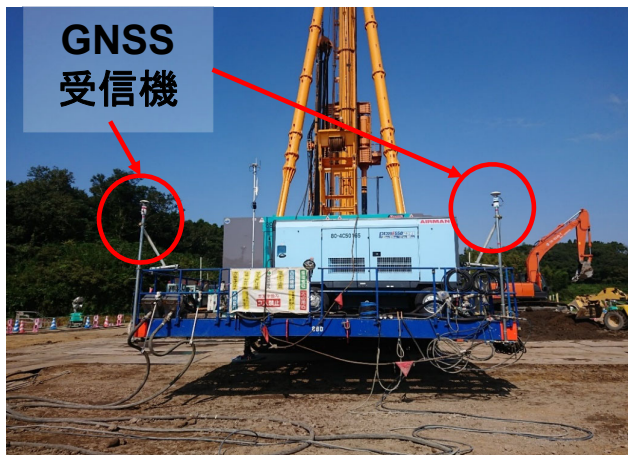


## 2. ICT地盤改良：GNSS誘導システム

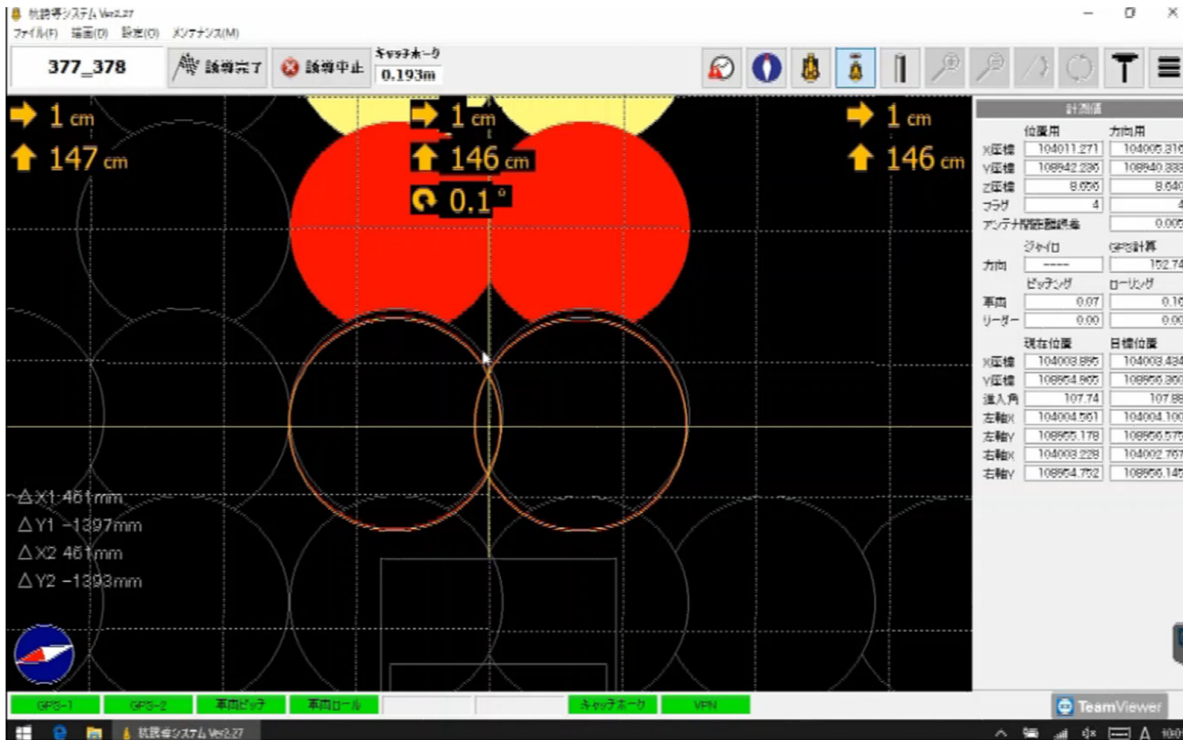


### ■ GNSS誘導システムの概要（NETIS:KTK-200015-A）

建設機械の作業装置の位置をリアルタイムに取得し、施工用データとの差分を表示し、建設機械の作業装置を誘導する3次元マシンガイダンス技術を用いて、地盤改良を実施する。



## ■ GNSS誘導システムの概要 (NETIS:KTK-200015-A)



8

# 2. ICT地盤改良：出来形管理

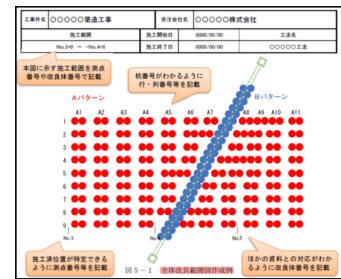
### 2) 施工が完了した範囲の出力

地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の**撈拌回数**（軸回転数または羽根切り回数）・**改良材吐量**を満足して施工が完了した改良体の位置を全体改良範囲図に**着色**して表示する。

### 3) 出来形管理資料の出力

「5-1 出来形管理資料の作成」に例示した資料（全体改良範囲図等）を参考に出来形管理資料を出力する。

地盤改良設計データで規定された個々の改良体に対して、撈拌回数および改良材吐量、深度、改良長が規定値を満足していることを確認できる**施工管理データグラフ**または**施工管理データ表**を出力・提出し、施工管理および出来形管理を行う。

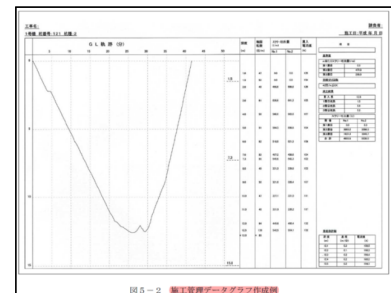


位置誘導システム

表 5-1 杭芯位置管理表

| 工事名   | 〇〇〇〇築造工事        |   | 受注会社名                          | 〇〇〇〇株式会社   |            |            |                                     |                  |
|-------|-----------------|---|--------------------------------|------------|------------|------------|-------------------------------------|------------------|
| 施工範囲  | No.3+0 ~ No.4+8 |   | 施工開始日                          | 0000/00/00 | 工法名        |            |                                     |                  |
|       |                 |   | 施工終了日                          | 0000/00/00 | 〇〇〇〇工法     |            |                                     |                  |
| 改良体番号 | 設計杭芯位置          |   | 施工実績                           |            | $\Delta x$ | $\Delta y$ | 基準高<br>$\Delta H$<br>または $\Delta z$ | 合<br>否<br>判<br>定 |
|       | x               | y | 改良体<br>天端深度H<br>(または標高<br>(z)) | 杭径<br>D    |            |            |                                     |                  |

位置誘導システム



管理計器 (CONOS)

所定の改良が行われたら、平面図の杭を着色表示する  
 施工管理データグラフは、CONOSのオシロのこと（撈拌回数や $\Delta H$ はオシロで確認）  
 その他に、杭芯位置の誤差を記載した表も提出

9

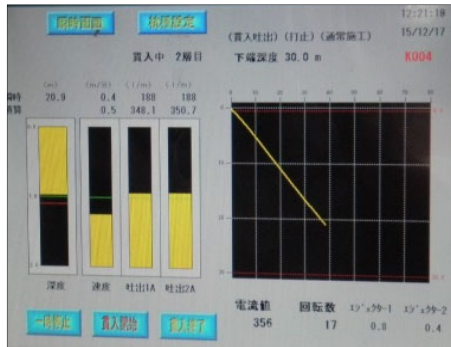
## 2. ICT地盤改良：Visios-3D

地盤改良の施工状況を、これまでよりも高いレベルで可視化できる新しい施工管理システム

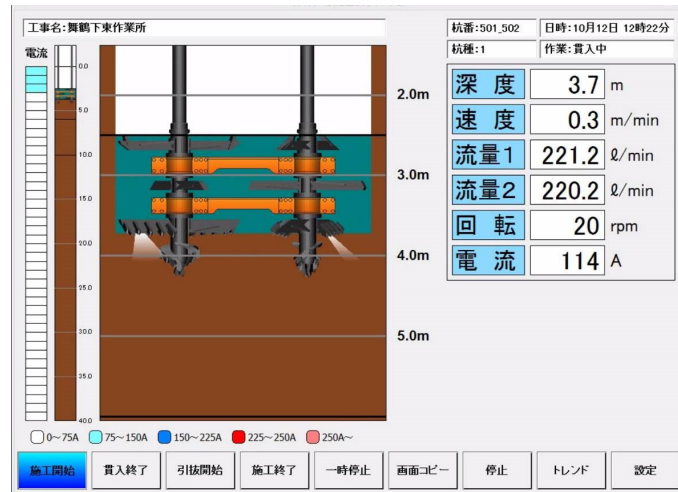
### リアルタイム施工管理システム Visios-3D(ビジオス・スリーディー)

Visios : Visible Operation Systemを語源とした造語

従来の管理モニター



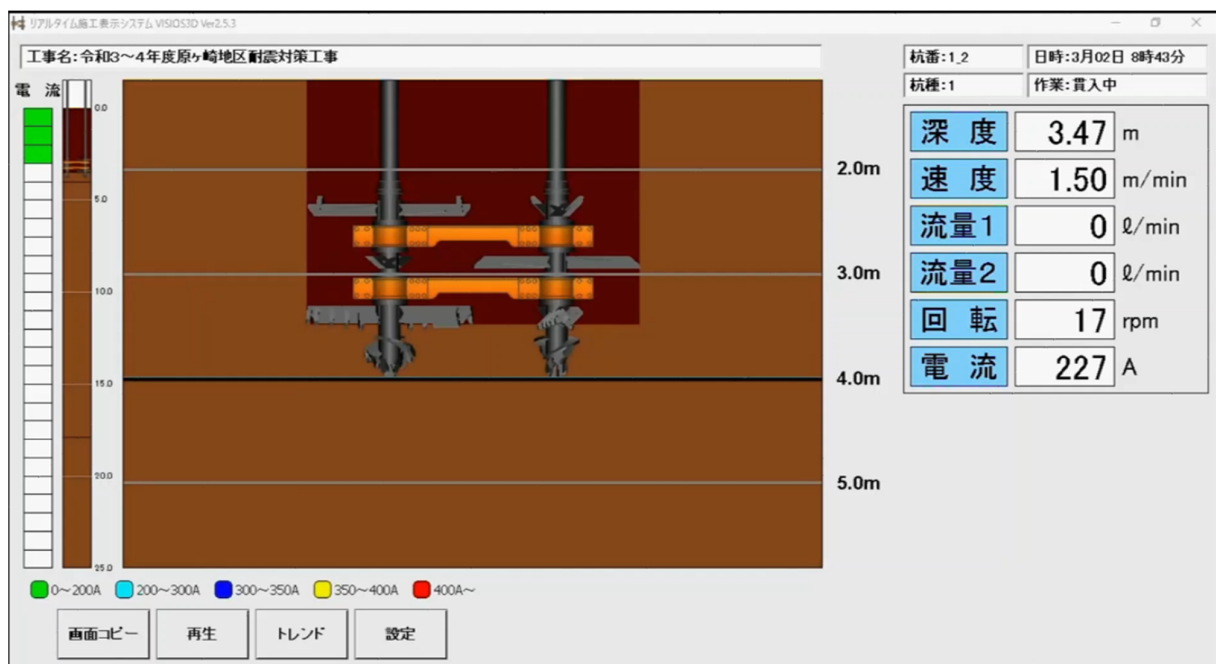
Visios-3D



10

## 2. ICT地盤改良：Visios-3D

■ Visios-3Dの特徴：施工状況の可視化（アニメーション表示）



11

## 2. ICT地盤改良：Visios-3D

### ■ Visios-3Dの特徴：施工状況の共有、確認



- 施工時の施工管理や立会いは施工機の運転席まで上る必要は無く、タブレット画面で1度に複数人での確認も可能。
- 同様の画面は事務所のパソコン画面でも確認可能であり、現場まで出向く手間を省略可能。



GNSS誘導時



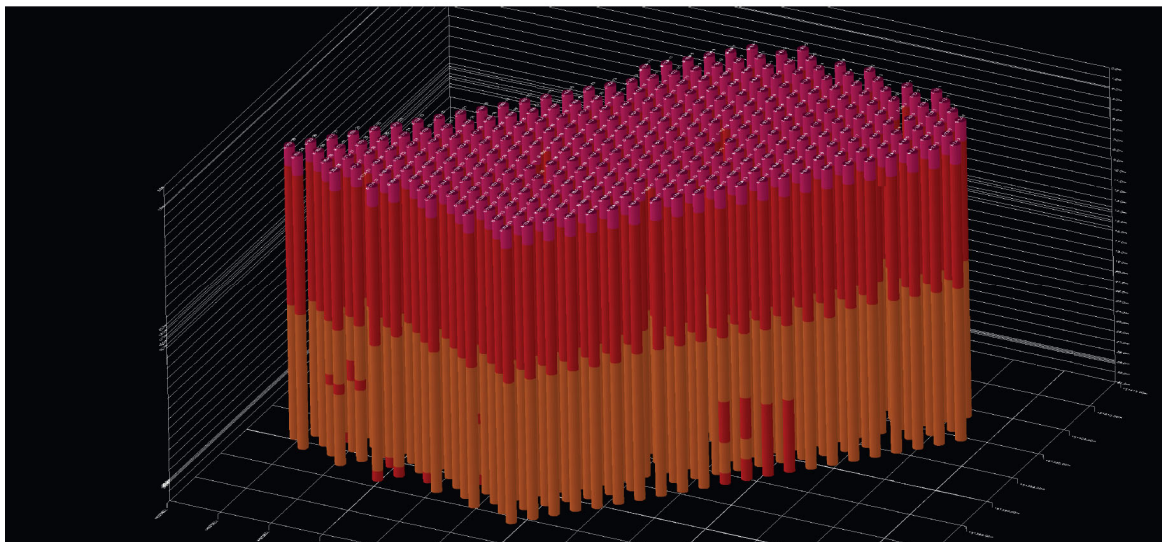
Visios-3D造成中

## 2. ICT地盤改良：Visios-3D

### ■ Visios-3Dの特徴：施工情報の3D化

- 施工記録を視覚的に確認が可能

流量



流量  
■ 161.0 未満  
■ 161.0 以上～246.0 未満  
■ 246.0 以上

## ■Visios-3Dのメリット

### 従来の管理方法と新システムの管理方法の比較

| 項目        | 従来   | Visios-3D   |
|-----------|--|---|
| 施工状況の表示方法 | ・オペレータ用の施工支援画面（モニターに表示されるグラフと数値）のみ             | ・従来の情報に加えて <b>リアルタイムに施工状況をアニメーションで表示</b>              |
| 施工状況の確認方法 | ・オペレータが施工支援画面を目視で確認                            | ・タブレット端末等を使用することで <b>現場内のどこでも、複数の現場スタップが確認</b>        |
| 打設位置の確認方法 | ・誘導員が施工機を所定の位置まで誘導<br>・施工後に改良体頭部を掘り起こして打設位置を確認 | ・GNSSによるジャストポイントへの誘導<br>・GNSS座標データで <b>打設位置を記録と確認</b> |
| 施工記録の提出様式 | ・オシログラフ（打設結果記録表）<br>・集計表                       | ・従来の施工記録に加えて <b>打設深度、スラリー流量や電流値等の3次元モデル図</b>          |

## 補足：共通仕様書 規格値の追加

| 編 | 章 | 節 | 条 | 枝番 | 工 種   | 測定項目   | 規格値   | 測定基準   | 測定箇所 | 単位      | 摘要 |  |
|---|---|---|---|----|---|--------|-------|--|------|---------|----|--|
| 3 | 2 | 7 | 9 | 1  | 固結工<br>(粉体噴射攪拌工)<br>(高圧噴射攪拌工)<br>(スラリー攪拌工)<br>(生石灰パイル工) | 基準高▽   | -50   | 100本に1ヶ所。<br>100本以下は2ヶ所測定。<br>1ヶ所に4本測定。                                  |      | 3-2-7-9 |    |  |
|   |   |   |   |    |   | 位置・間隔w | D/4以内 | <b>杭頭掘り起し確認をする際の規格値</b>  |      |         |    |  |
|   |   |   |   |    |   | 杭径D    | 設計値以上 |  |      |         |    |  |
|   |   |   |   |    |   | 深度L    | 設計値以上 |  |      |         |    | 全本数<br>$L = \theta_1 - \theta_2$<br>$\theta_1$ は改良体先端深度<br>$\theta_2$ は改良体先端深度 |
| 3 | 2 | 7 | 9 | 2  | 固結工<br>(スラリー攪拌工)  | 基準高▽   | 0以上   | 杭芯位置管理表により基準高を確認   |      | 3-2-7-9 |    |  |
|   |   |   |   |    |   | 位置     | D/8以内 | 全本数<br>施工履歴データから作成した杭芯位置管理表により設計杭芯位置と施工した杭芯位置との距離を確認<br>(掘り起しによる実測確認は不要) |      |         |    |  |
|   |   |   |   |    |   | 杭径D    | 設計値以上 |  |      |         |    | 工事毎に1回<br>施工前の攪拌翼の寸法実測により確認<br>(掘り起しによる実測確認は不要)                                |
|   |   |   |   |    |   | 改良長L   | 設計値以上 |  |      |         |    | 全本数<br>施工履歴データから作成した杭打設結果表により確認<br>(残尺計測による確認は不要)                              |

← 従来版

ICT版 →

**杭頭掘り起し確認をしない場合の規格値**





## 第6章 出来形管理写真基準

本管理要領（案）に関する工事写真の撮影は以下の要領で行う。

1) 写真管理項目（撮影項目、撮影頻度〔時期〕）

本管理要領（案）を用いた出来形管理及び出来形管理資料作成を行う場合、「写真管理基準（案）」の出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

【解説】

本管理要領（案）を用いた施工及び出来形管理を行い、かつ「第3章 5-1-3 出来形管理資料の作成」に示す出来形管理資料を提出する場合は、出来形管理に関わる写真管理項目を省略する。

[本管理要領（案）の適用によって省略する出来形管理に関わる写真管理項目]

①施工前

- ・施工前の杭芯出し状況及び完了状況

②施工中

- ・施工サイクル写真（マシンセット状況写真、掘削状況写真、掘削完了残尺写真、引き抜き状況写真、造成完了写真、マシン移動状況写真）

③施工後

- ・掘起しによる杭頭確認状況  
（標尺などを設置した杭径、杭間距離の計測写真）