

# 令和3-4年度 原ヶ崎地区耐震対策工事

## ICT地盤改良

### GeoPilot<sup>®</sup>-AutoPile Visios<sup>®</sup>-3D、Visios<sup>®</sup>-AR



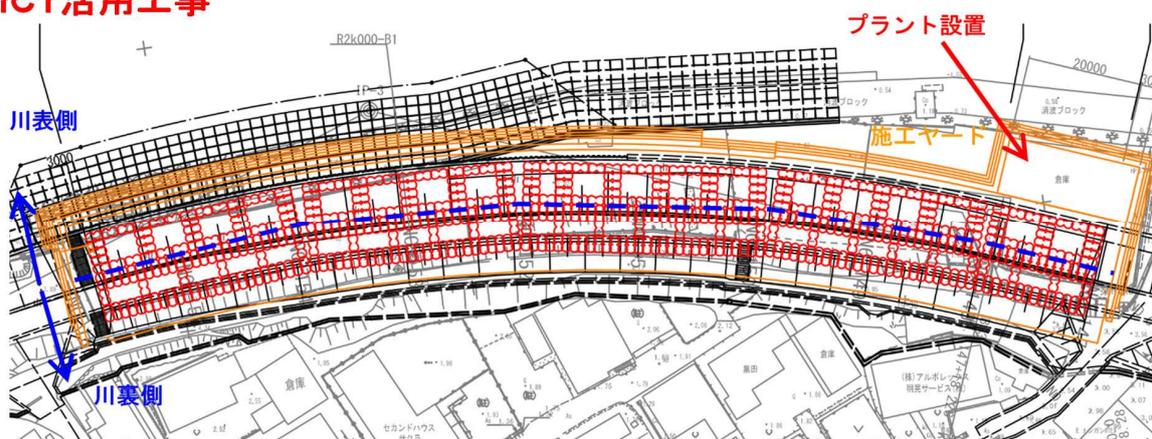
2026年1月20日  
中幸建設有限会社

## 目次

1. 工事概要
2. 当現場でのICT地盤改良  
(GNSS位置誘導システム+Visios<sup>®</sup>-3D)
3. 新しいICT地盤改良への取り組み  
深層混合処理工法の自動化施工  
(GeoPilot<sup>®</sup>-AutoPile)  
拡張現実を用いた施工支援システム  
(Visios<sup>®</sup>-AR)

# 1. 工事概要 (地盤改良範囲)

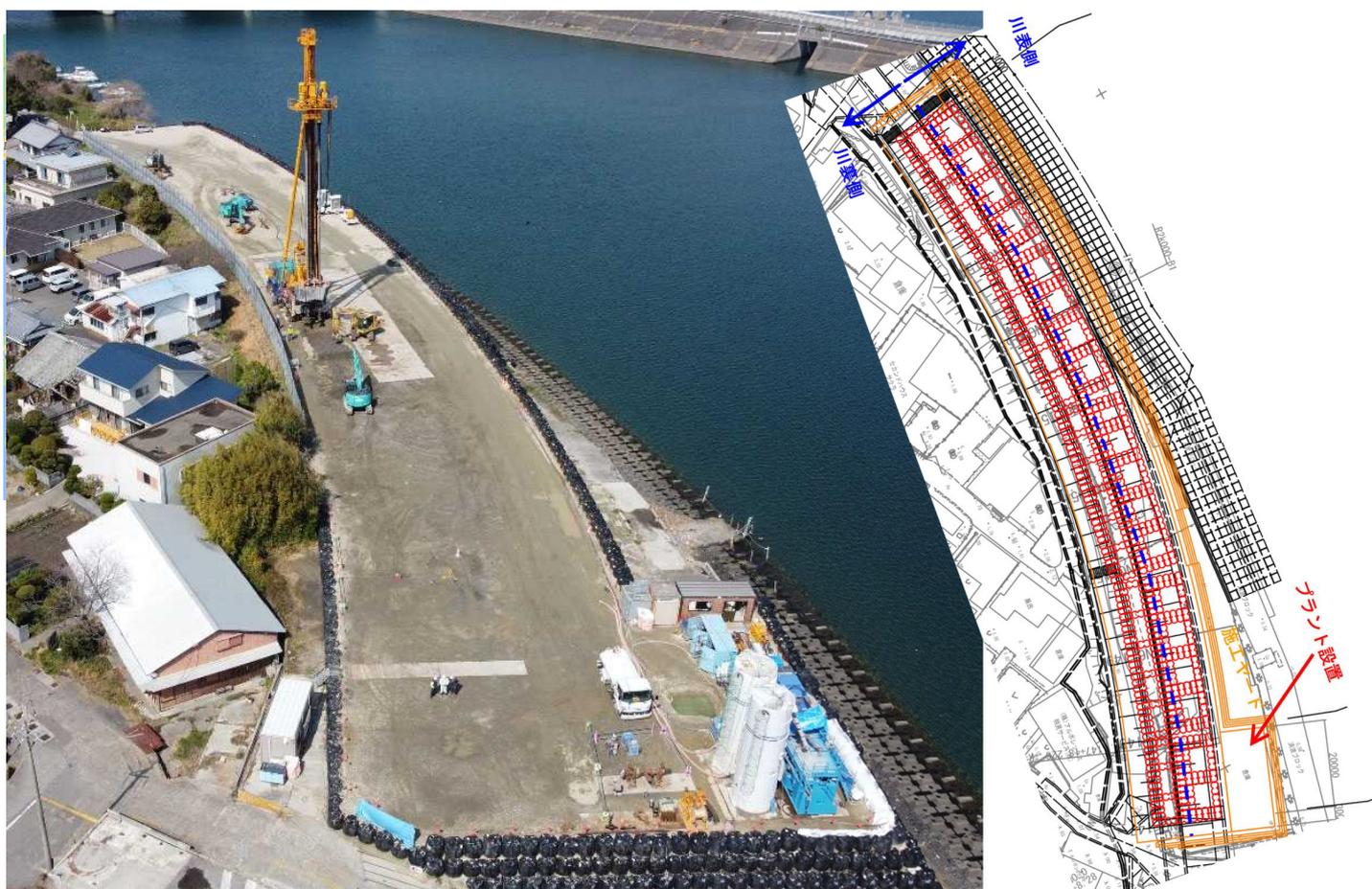
- 工事名称: 令和3—4年度 原ヶ崎地区耐震対策工事
- 発注者: 国土交通省四国地方整備局那賀川河川事務所
- 受注者: 中幸建設有限会社
- 工期: (地盤改良: 2022.2~2022.6)
- 改良工法・適用技術: CI-CMC-HA工法 (GeoPilot®-AutoPile)、  
Visios®-3D+GNSS、Visios®-AR
- 改良仕様: 杭径φ1600mm × 2軸 (改良断面積3.92m<sup>2</sup>) quck=300kN/m<sup>2</sup>  
杭長L=17.9m (空打ち4m + 改良13.9m)
- 数量: 本数467set 掘削土量ΣV=25,450m<sup>3</sup>
- 改良目的: 河川堤防の液状化対策 (格子状改良)
- 備考: ICT活用工事



地盤改良対策平面図

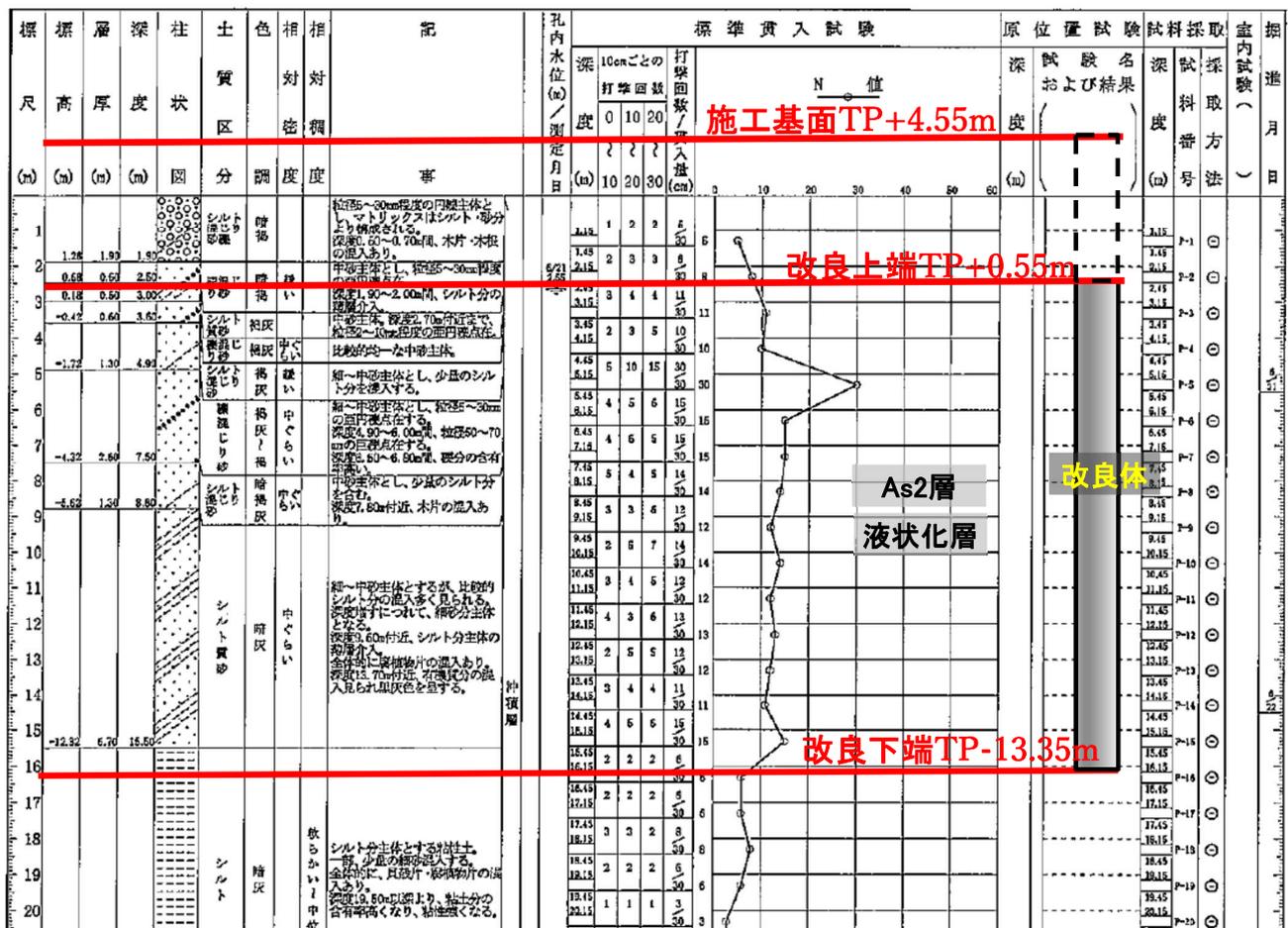
2

# 1. 工事概要 (現場状況)



3

# 1. 工事概要 (地盤改良対象地盤)



## 深層混合処理工法 (CI-CMC-HA工法)

### ■ 深層混合処理 (スラリー攪拌工) の概要

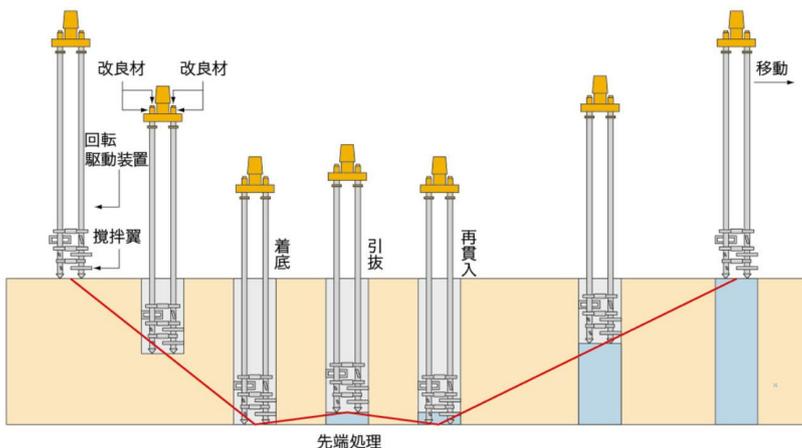
攪拌翼から改良材スラリーを吐出 (CI-CMC-HA工法はエジェクター吐出) しながら原地盤土と攪拌混合することで、地中に強固なソイルセメントパイルを造成する工法。

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る。

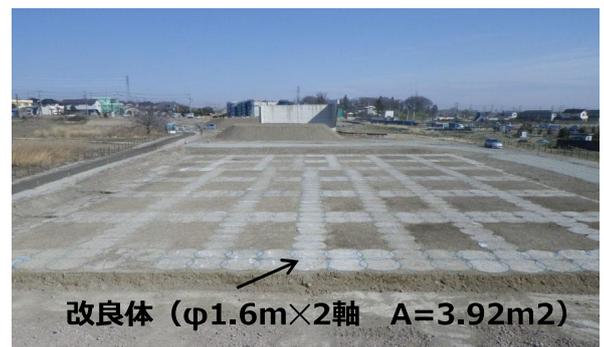
- ① 位置決め
- ② 改良材吐出・買入攪拌
- ③ 着底確認・先端部処理
- ④ 引き抜き攪拌
- ⑤ 造成完了・施工機移動



エジェクター吐出



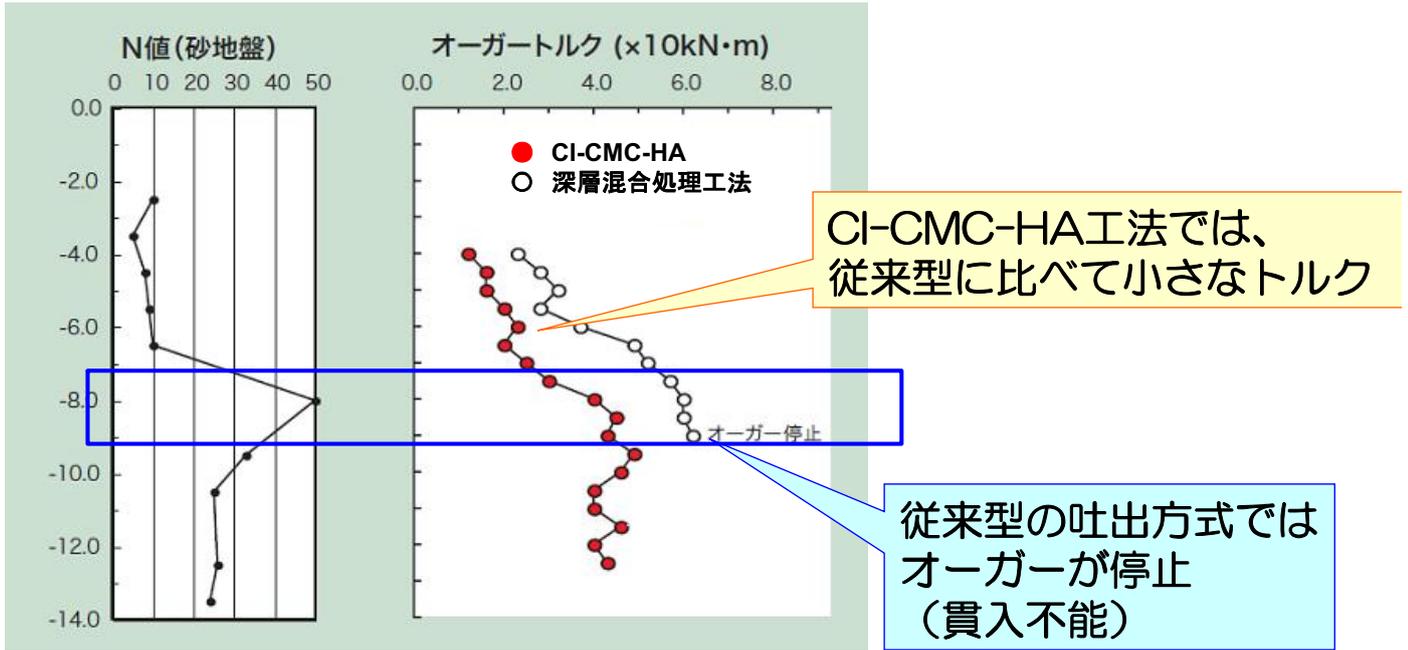
施工サイクル



改良体 (φ1.6m×2軸 A=3.92m<sup>2</sup>)

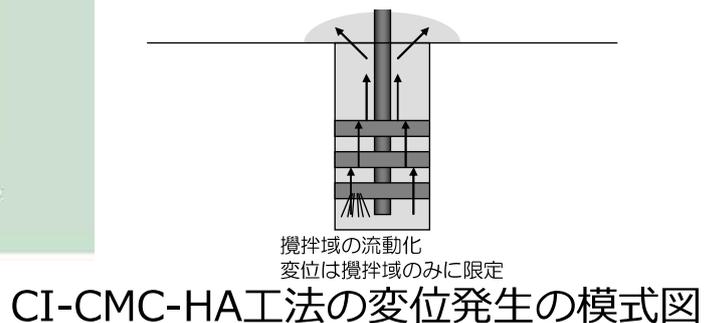
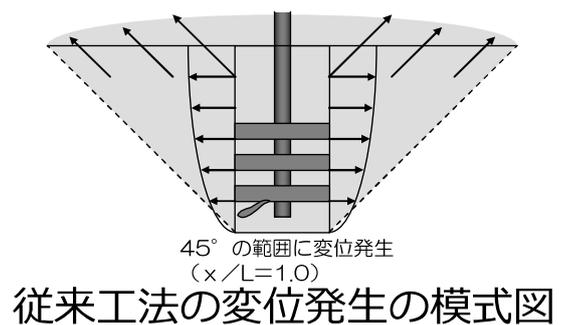
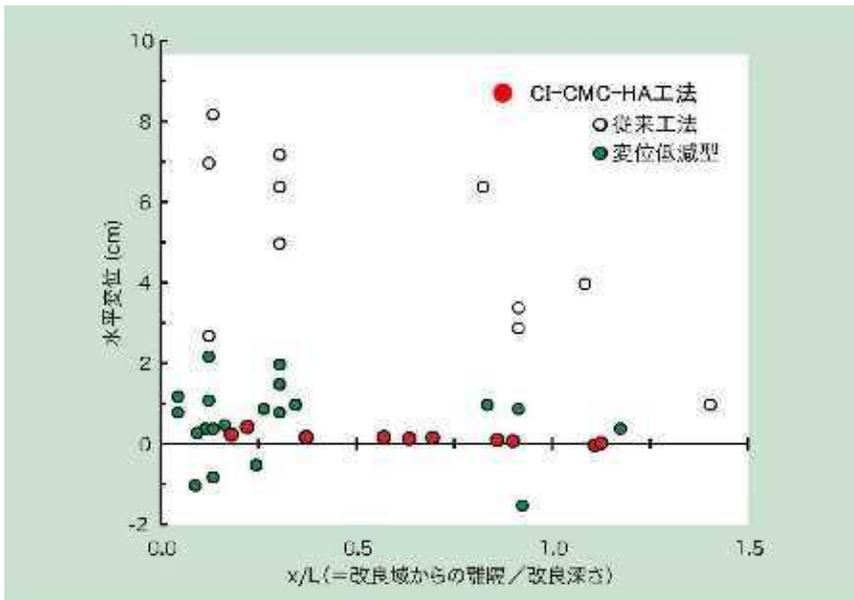
改良体：格子状改良 (掘り起こし例)

## 貫入能力の比較



軟弱地盤～硬質地盤まであらゆる種類の土質で対応可能  
 (砂質地盤：N値50程度 粘性土：N値15程度)  
 最大粒径100mm以上の玉石(礫)混じり層は別途検討) 6

## 低変位施工 (CI-CMC-HA工法)



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

## 2. 当現場でのICT地盤改良

### 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）

8

## ICT地盤改良工（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。

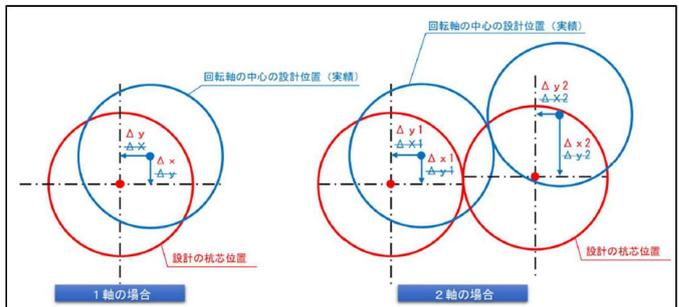
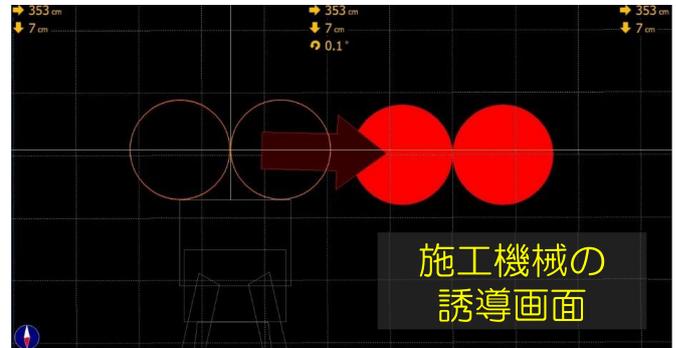
ICT地盤改良機械は、**施工前の攪拌装置の回転軸の中心(x, y)**と**施工中の深度H**（または標高z）を取得している。これらの数値は、施工開始から終了まで、時刻とともに記録、保存される。（以降、記録データを「**施工履歴データ**」という）

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**目串の設置が不要**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

## ICT地盤改良に対応したGNSS位置誘導システム

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。



10

377\_378

0.193m

1 cm

147 cm

146 cm

0.1°

計測値			
位置用	方向用		
X座標	104011.271	104005.316	
Y座標	108842.236	108840.333	
Z座標	8.056	8.040	
チヨリ	4	4	
アンテナ相対座標		0.005	
チヨリ		GPS計算	
方向		152.74	
ピッチ		ロータリ	
車両	0.07	0.16	
リーダー	0.00	0.00	
現在位置		目標位置	
X座標	104003.895	104003.434	
Y座標	108854.805	108850.300	
進入角	107.74	107.88	
左軸X	104004.501	104004.100	
左軸Y	108855.178	108850.575	
右軸X	104003.228	104002.767	
右軸Y	108854.752	108850.145	

△X1: 461mm  
△Y1: -1397mm  
△X2: 461mm  
△Y2: -1393mm

GPS-1 GPS-2 車両ピッチ 車両ローラ

TeamViewer

11

# ICT地盤改良工（出来形帳票出力）

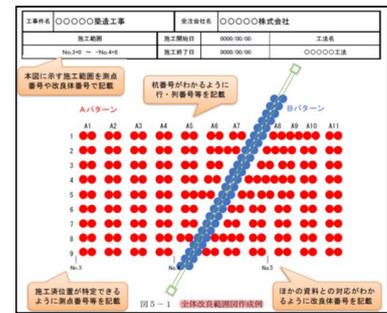
## 2) 施工が完了した範囲の出力

地盤改良設計データと施工履歴データを用いて、所要の**攪拌回数**（軸回転数または羽根切り回数）・**改良材吐出量**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、攪拌回数および改良材吐出量、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。

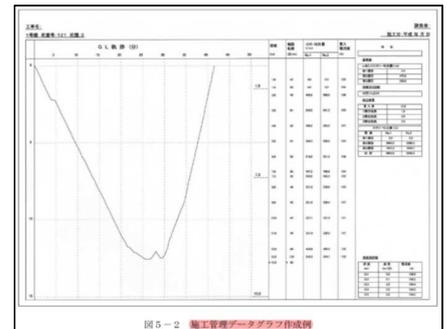


位置誘導システム

表5-1 杭芯位置管理表

工事件名	〇〇〇〇〇築造工事		受注会社名	〇〇〇〇〇株式会社						
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	〇〇〇〇〇工法					
改良体番号	設計杭芯位置		施工実績			Δx	Δy	基準高 ΔH または Δz	合否判定	
	x	y	改良体 天端深度H (または標高(z))	杭径 D	x					y

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（攪拌回数やΔH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

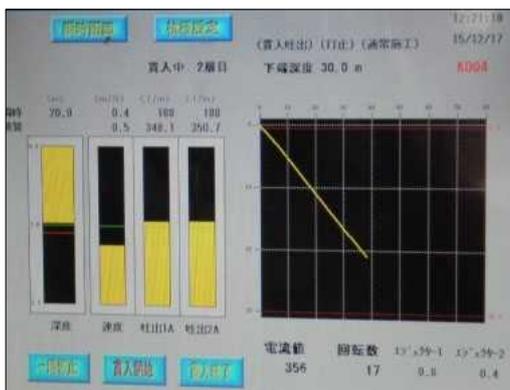
# リアルタイム施工管理システム (Visios-3D)

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

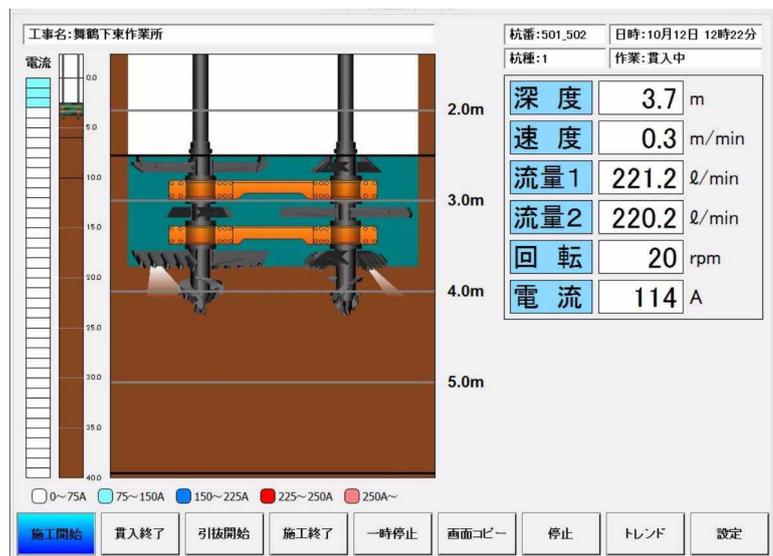
## Visios-3D (ビジオス・スリーディー)

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

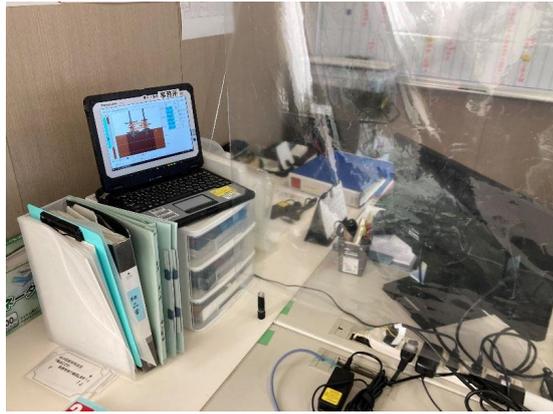
従来の管理モニター



Visios-3D



# 当現場での利用状況



事務所

- 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、タブレット画面で現場内での複数スタッフによる確認が可能。
- 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。



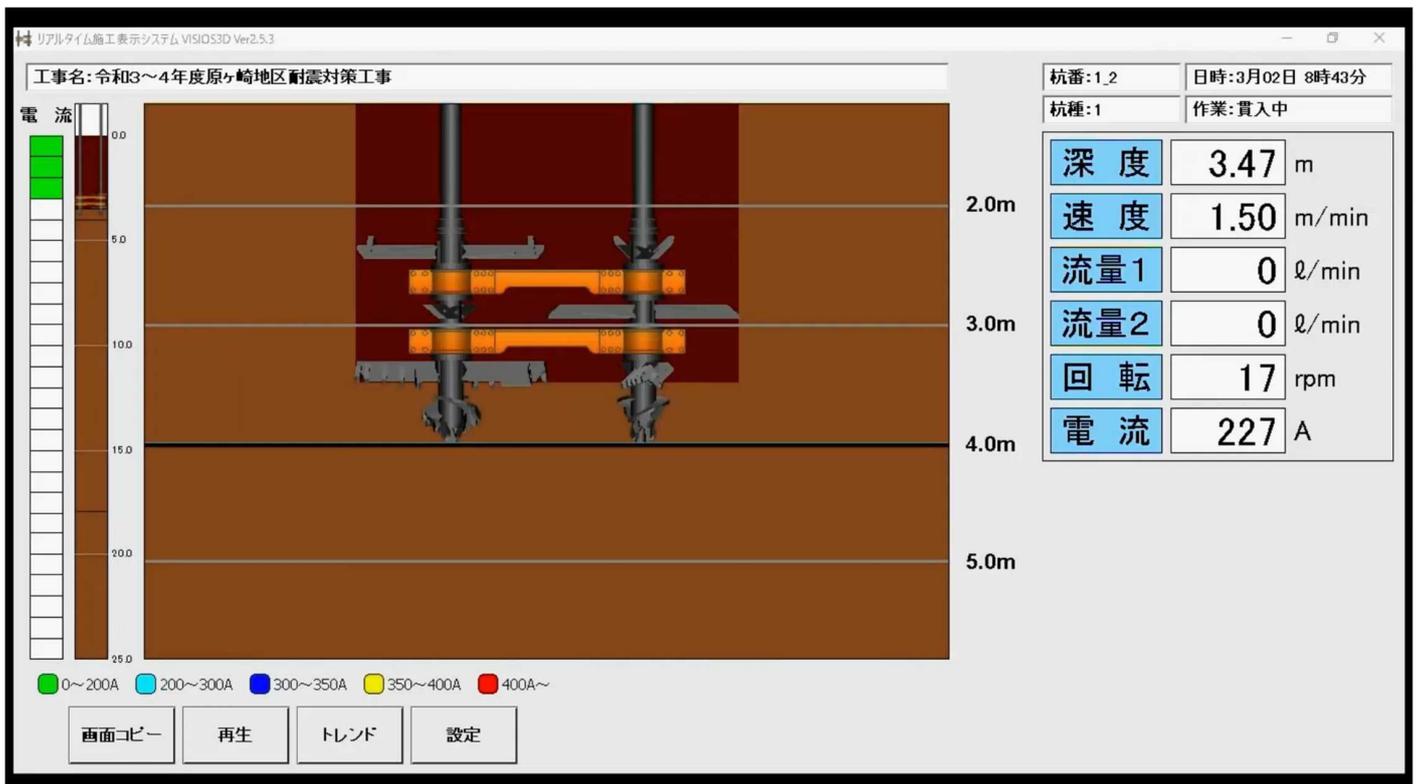
GNSS誘導時



プラントヤード

14

# Visios-3D稼働状況



15

## 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、複数の現場スタッフが確認</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 ・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 ・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） ・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>

16

## 3. 新しいICT地盤改良の取り組み

### ICT 地盤改良

#### ■ 深層混合処理工法の自動化施工（GeoPilot-AutoPile）

＜現場でのメリット＞

- ⇒ **省力化**による働き方改革への貢献。
- ⇒ **安定した品質の提供**（個人差による品質のバラツキを防止）。
- ⇒ **安全性の向上**。

＜社会的な貢献＞

- ⇒ 減少する**生産人口年齢の減少（職人の減少）**に対応。  
操作簡素化による習熟期間の短縮
- ⇒ **働き方改革**への貢献

#### ■ 拡張現実を用いた施工支援システム（Visios-AR）

＜現場でのメリット＞

- ⇒ 現状の**ICT地盤改良の課題の解決**（敷鉄板の敷設目印）。
- ⇒ **安全性の向上**。

＜社会的な貢献＞

- ⇒ 減少する**生産人口年齢の減少（職人の減少）**に対応。  
ガイダンス機能による操作支援、安全作業の確保。

17

# 深層混合処理工法の自動化施工 (GeoPilot-AutoPile)

GeoPilot-AutoPile (ジオパイロットオートパイル) は深層混合処理工法 (CI-CMC工法) の自動打設システムである。事前に設定した施工仕様 (打設深度、改良対象層毎の造成速度と固化材スラリー投入量、攪拌翼の回転数) となるように、施工機本体とスラリープラントを自動運転する。



地盤改良機とスラリープラントは無線で通信



**地盤改良施工機**



オペレーションモニター



コントロールユニット



通信アンテナ

**スラリープラント**



プラントモニター

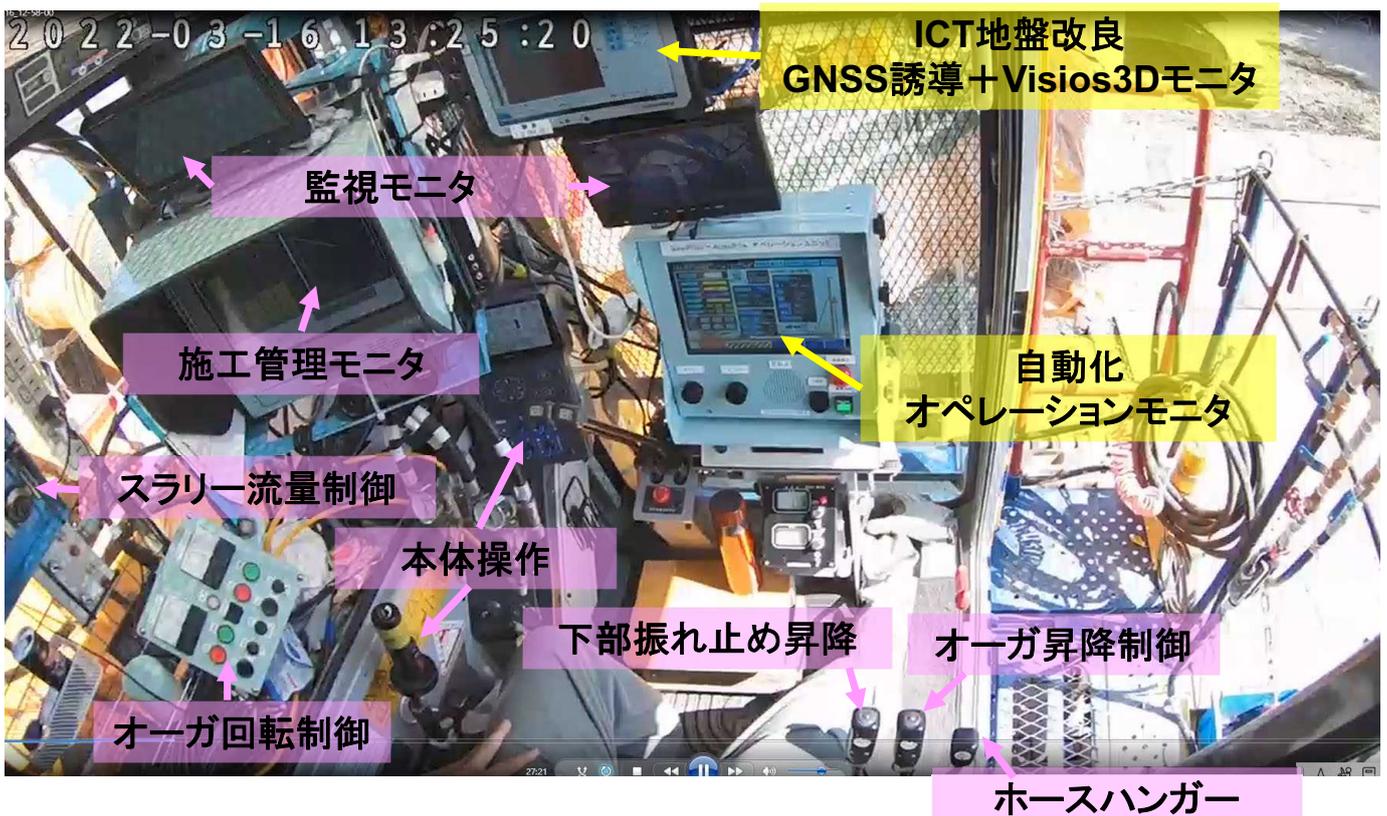


リモートユニット

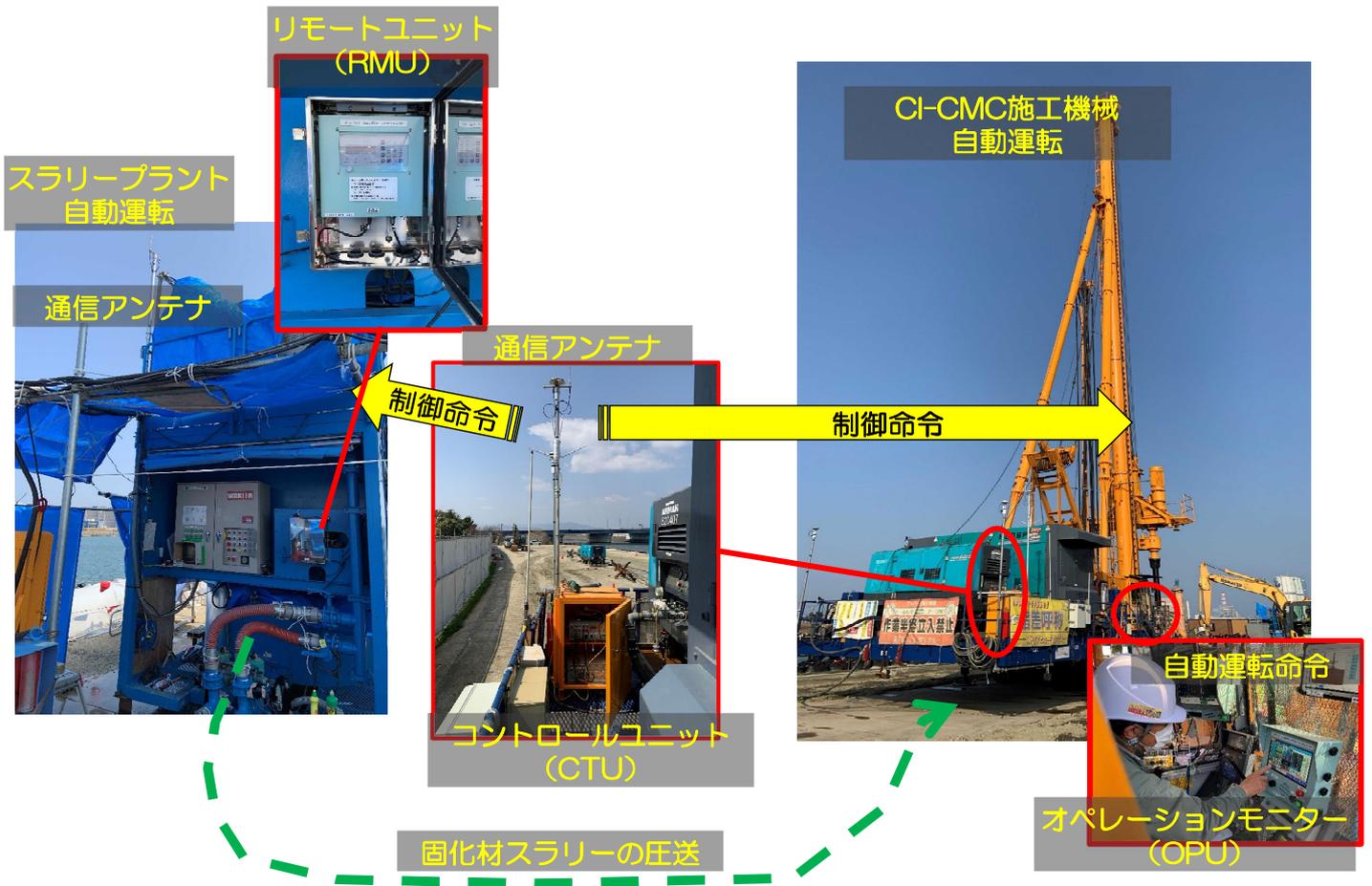
自動化項目一覧

打設制御	
1	電動オーガーモーターの回転制御 (正転/逆転)・(高速/低速)切替
2	攪拌軸の貫入/引抜/速度制御
3	改良杭の先端処理
プラント制御	
4	ポンプの流量調整
5	プラントの状態監視
安全制御	
6	主巻ワイヤーの緩み防止
7	リーダー/本体の傾斜監視
8	ステアストローク長の差分監視

# CI-CMC施工機 運転席



# GeoPilot-AutoPileの通信設備



20

# GeoPilot-AutoPileによる省力化

項目	貫入開始			固化材スラリー吐出	貫入終了			先端処理		引抜き開始		引抜き終了			施工終了	
内容	① 開始信号の送信	② オーガMの回転	③ 攪拌軸の貫入	④ 流量調整	⑤ 攪拌軸の貫入停止	⑥ グラウトPの停止	⑦ 終了信号の送信	⑧ 攪拌軸の引上げ	⑨ 攪拌軸の再貫入	⑩ 開始信号の送信	⑪ 逆回転	⑫ 攪拌軸の引上げ	⑬ 攪拌軸の引上停止	⑭ オーガMの停止	⑮ 終了信号の送信	
手動操作	開始アイコンタッチ	制御ボタンON	速度を確認しながらレバー操作	規定量になるようにダイヤル調整	レバー中立操作	制御ボタンOFF	終了アイコンタッチ	速度を確認しながらレバー操作	速度を確認しながらレバー操作	開始アイコンタッチ	制御ボタンOFF/ON	速度を確認しながらレバー操作	レバー中立操作	制御ボタンOFF	終了アイコンタッチ	
自動操作	開始アイコンタッチ	→ 自動制御 →					終了アイコンタッチ	→ 自動制御 →		開始アイコンタッチ	→ 自動制御 →					終了アイコンタッチ

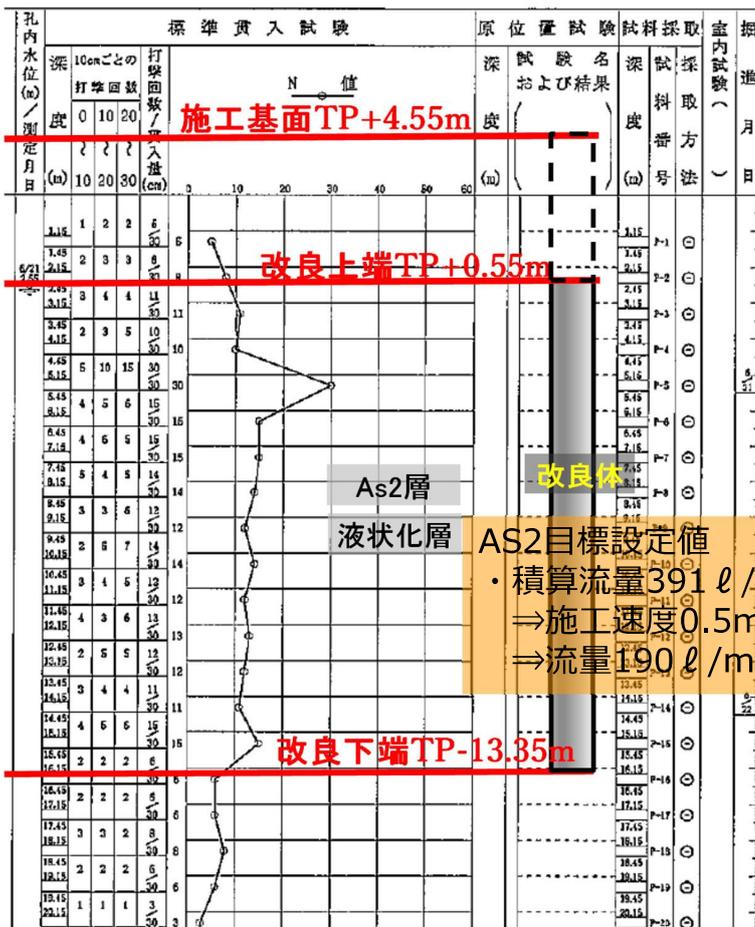
21

# 当現場での稼働状況



22

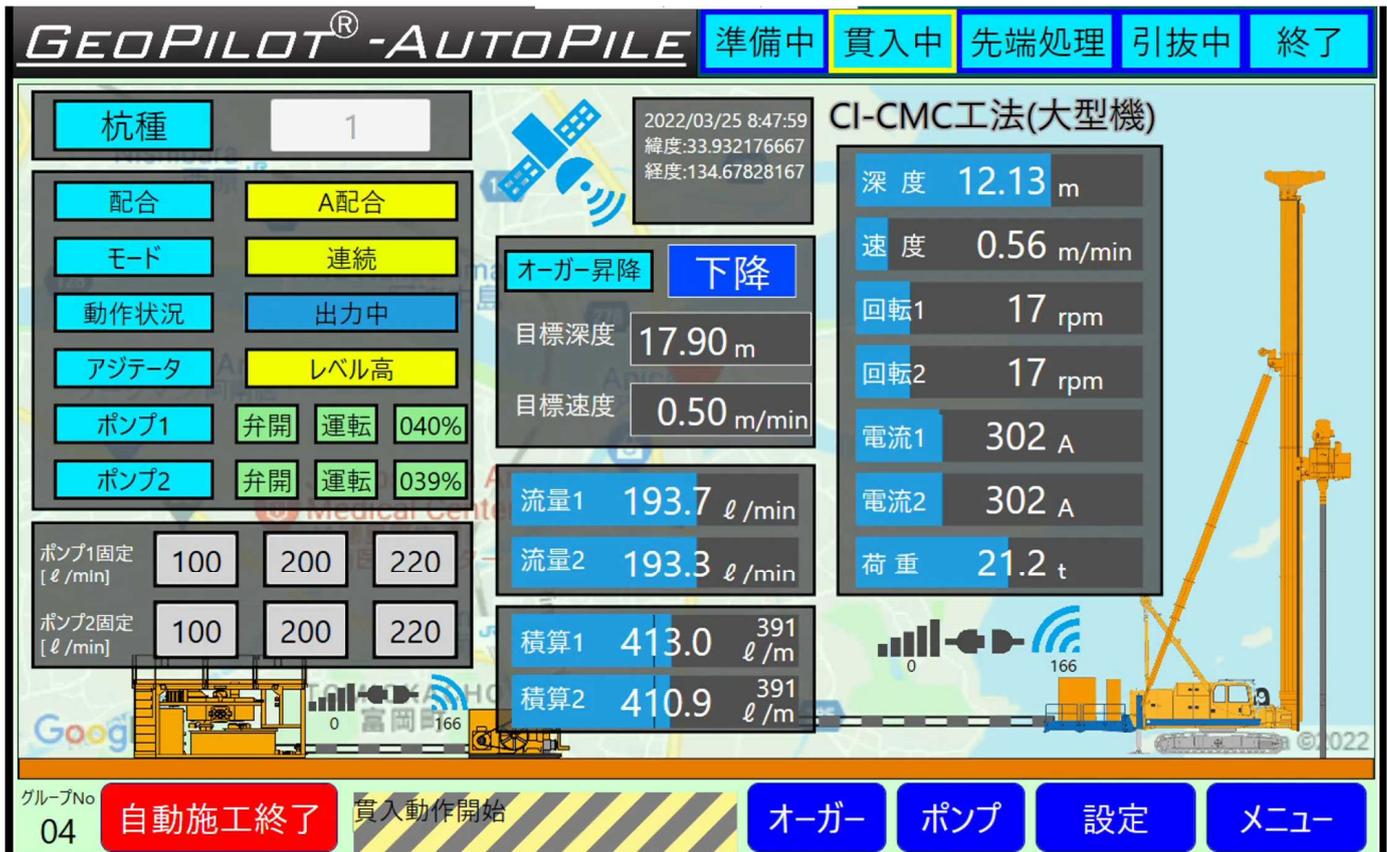
# GeoPilot-AutoPileの施工制御



OPU管理モニター

AS2目標設定値  
 ・積算流量391 ℓ/m  
 ⇒施工速度0.5m/min  
 ⇒流量190 ℓ/m

23



## GeoPilot-AutoPileのメリット (1/2)

### ■ オペレータ操作の簡素化

オペレータの作業負担が軽減するとともに、手戻り作業が無くなることで、施工サイクルが効率化し生産性の向上が見込める。

### ■ 確実な品質の提供

土層毎のスラリー添加量の切り替えや攪拌軸の昇降速度の管理が自動となり、施工誤差やオペレータの熟練度による品質の差異が少なくなる。

### ■ 習熟期間の短縮

地盤改良施工機運転の習熟期間が約 1 / 3 に短縮される。  
若手オペレータや海外現地オペレータの活躍

# GeoPilot-AutoPileのメリット (2/2)

## ■ 安全性の向上

本体に取り付けた各種センサーからのデジタル信号により、**施工機の状態を監視**し必要に応じてオペレータの注意喚起を図ることや、コントロールユニットから適切な制御を行うため安全性が向上する。



注意喚起画面の一例

26

## ■ 拡張現実を用いた施工支援システム (Visios-AR)

- ・ 拡張現実を利用した多目的施工支援装置
- ・ 鉄板敷設などの補助作業を、AR（拡張現実）を用いてガイダンス
- ・ 測量の省力化が図られるとともに、安全性が大幅に向上



バックホウ



運転席タブレットPC



タイヤショベル

Visios-AR

27

## ■ Visios-AR開発の背景

---

- ・ 深層混合などの地盤改良の施工現場では改良杭の打設位置に目印（目杭）を設置していた



目杭

- 国交省 i-Construction により、現場のICTが進み  
打設位置をGNSSにより誘導可能 → 目印不要
- ・ 測量作業の省力化

28

## ■ Visios-AR開発の背景

---

しかし、地盤改良機の移動には、足場（鉄板）が必要  
補助の建設機械が、鉄板を設置するための目印が必要  
になり、結局、測量作業が発生

一部の重機のみICT化されても、他の重機のために  
測量作業が省けなくなるのはi-Constructionの理念  
を損なう

拡張現実技術を利用した多目的施工支援装置  
**「Visios-AR（ビジオス エーアール）」**を開発・実用化

29



30

## Visios-ARのメリット

### ■ 測量作業の省力化

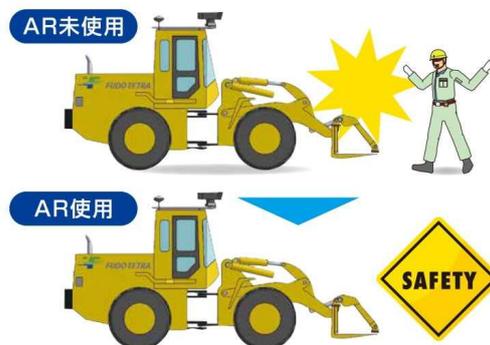
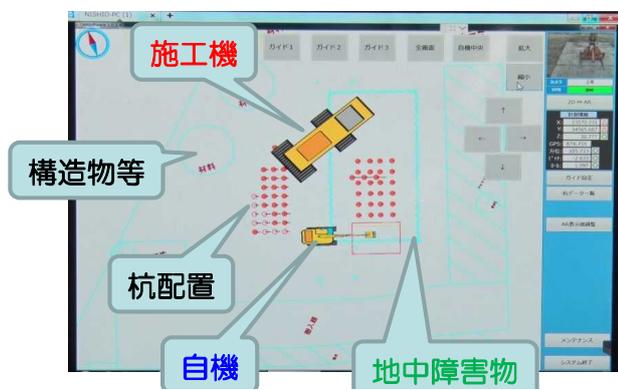
タブレットPCに表示されるガイダンス（打設位置や鉄板敷設位置の表示）は、画面上に仮想線で表示。

施工中に地表面が乱されても、**位置出しなどのやり直しが発生しない**ため、測量作業が軽減される。

### ■ 安全性の向上

GNSSシステムを利用し、施工機同士がお互いの位置情報を共有できる2D画面を活用することで、重機の接触災害を防止できる。

測量作業の軽減により、施工エリア内への作業員の立ち入りが減ることで、**重機と人との接触災害を防ぐ**ことにつながる。



31