

CONSTEC HD TECHNICAL REPORT

CONSTEC HOLDINGS TECHNICAL REPORT



グランテック
代表取締役社長
永井 理之



企業の存在価値としての技術

我々の従事する建設業を取り巻く環境は日々変化しています。特にインパクトが大きいのが、労働人口減少による構造的な人手不足や労働人口の高齢化による技術伝承難、3Kイメージによる担い手不足等での慢性的な人手不足です。これらは業界特有の問題以外にも日本や世界の情勢による影響も大きく、もはや社会課題と言える状況です。

これまで建設業は社会資本を整備してきました。そこには絶えず新しい技術が開発され、より技術が高度化され、それによって社会課題の解決に寄与してきました。昨今のこのような技術者不足の状況から施工能力、完工能力の低下で技術そのものの価値が逆に上がってきており、そこには技術者の確保と教育が大きな課題となっています。

あらゆる企業は何かの価値によってお客様に支持され存続しています。お客様の困りごとを解決する価値、お客様の満足を満たす価値、お客様の欲求を満たす価値を提供することでその会社の存在価値が決まります。そしてその価値の大きさが企業の利益となって表れます。何を持って企業の存在価値とするか。コンステックHDグループは技術力をもって企業の存在価値としています。

コンステックHDグループの行動指針の一番目に“常に技術力の向上に鋭意努力する”とあります。グループにとっての企業存在価値は正しく“技術”なのです。それではいかにして技術力を向上させるか。そのひとつがこのテクニカルレポートになります。

グランテックはグループ加入からこのテクニカルレポートに毎号寄稿してきました。グループの存在価値としての技術力をグランテックもいかに向上させるか、という課題にテクニカルレポートに寄稿することによって克服してきました。また、テクニカルレポートに寄稿できることは、会社の技術的能力が高いということと捉え積極的に寄稿してきました。今後も続けていきたいと考えます。

テクニカルレポートはコンステックHDグループの技術の推移と技術を存在価値としてきたグループの結晶でもあり、“技術のコンステック”としての誇りでもあります。技術は時代とともに変化し高度化していく。その先端を行く存在であり続けたい。このテクニカルレポートでコンステックHDグループが技術力をさらに向上させ、新たな技術を開発し発展させることで社会課題を解決していき、企業の存在価値を高める役割を果たしていく事を今後とも期待しています。

地盤改良工事の設計、作図、杭芯設置の自動化 システムの開発

グランテック

グランテック

技術部

永井 理之

東 知樹



概要

近年、建設業界においても ICT 施工や電子納品、BIM 等、IT を活用した建設 DX が急速に普及しはじめている。これは生産性向上や省力化を実現し現在の社会課題である人手不足の解消や働き方改革の推進に大きく貢献すると考えられている。また、地盤改良業界でも同様に、担い手不足で技術の継承や完工が困難な状況が見え始め、大きな問題となっている。また、地盤改良検討書による設計業務や作図等の業務が、多くの手間を要している現状も挙げられる。

そこで、地盤改良 DX として設計から作図、杭芯設置までの一連の業務工程を一部自動化するシステムの開発を行った。本稿ではその一部を紹介し、その開発後、機械の杭芯位置自動誘導や工程管理、報告書の自動作成までを含めたトータル地盤改良の DX 化の展望も模索する。

キーワード：地盤改良、自動化、DX、IT、生産性向上、省力化

1. はじめに

土木業界は、慢性的に人手不足の状況である。これは、3K（きつい、汚い、危険）に代表されるように、労働集約的な作業が多くを占め、労働生産性が低く、IT 化を推進することでこれらを改善することが課題であった。また、昨今のコロナ渦で、日本のデジタル技術の遅れが露呈し、生産性の低さが指摘されている。さらに、建築資材や建設重機・車両、その他部品等の入手困難な状況に加え、資材高騰での仕入価格の上昇により、価格転換できずに利益を圧迫している状況が続いている。このような状況の中、今後はさらに他工法との差別化を図り、より競争力のある工法にブラッシュアップしていくことで、市場における優位性や独自性を発揮し、同時に生産性を上げる必要が出てきた。

着目したのが、地盤改良工事に対して AI を活用して地盤改良の設計、検討書作成、CAD 杭配置図面の作成、杭芯設置等の自動化をすること（DX 化）によって省力化による生産性の向上を図ることである。これらの工程は、より人員を必要とし、より属人的であり、また顧客よりスピード化が要求される中で、大きな負担となっていた。その課題をこの省力化、効率化で業界のイノベーションを図り、生産性を高めていくことで改善していくことができると考えた。

2. 現状の設計検討、作図の概要

以下に、現状の設計検討、図面作成の概要を示す。

地盤改良工事の図面を作成する上で、現在は地盤調査データからそのデータを設計検討書エクセル（図 1）に手入力し、その後 CAD 図面、杭配置図（図 2）に作図を手動で行っていた。この場合、工事案件ごとに手動で図面を作成することが必要で、その業務に多くの人手と時間を要していた。

地盤調査データ (PDF)

スクリーンウエイト買入試験											
調査名称	構造部基礎工事			調査番号	1						
調査場所	建設現場			調査年月	2023年12月3日						
土質調査	Q6-1.0m	天候	曇り	試験者	建築士						
備考											
深さ (m)	試験番号	試験結果	判定	備考	地盤改良の必要有無						
0.00 - 0.50	Q6-1.0m	良好	OK								
0.50 - 1.00	Q6-1.0m	良好	OK								
1.00 - 1.50	Q6-1.0m	良好	OK								
1.50 - 2.00	Q6-1.0m	良好	OK								
2.00 - 2.50	Q6-1.0m	良好	OK								
2.50 - 3.00	Q6-1.0m	良好	OK								
3.00 - 3.50	Q6-1.0m	良好	OK								
3.50 - 4.00	Q6-1.0m	良好	OK								
4.00 - 4.50	Q6-1.0m	良好	OK								
4.50 - 5.00	Q6-1.0m	良好	OK								
5.00 - 5.50	Q6-1.0m	良好	OK								
5.50 - 6.00	Q6-1.0m	良好	OK								
6.00 - 6.50	Q6-1.0m	良好	OK								
6.50 - 7.00	Q6-1.0m	良好	OK								
7.00 - 7.50	Q6-1.0m	良好	OK								
7.50 - 8.00	Q6-1.0m	良好	OK								
8.00 - 8.50	Q6-1.0m	良好	OK								
8.50 - 9.00	Q6-1.0m	良好	OK								
9.00 - 9.50	Q6-1.0m	良好	OK								
9.50 - 10.00	Q6-1.0m	良好	OK								

設計検討書 (エクセル)

No.	No.1	No.2	No.3	No.4	No.5	No.1		No.2		No.3		No.4		No.5	
						長さ	本数	長さ	本数	長さ	本数	長さ	本数	長さ	本数
0.00	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	1.910	1.910	1.910	1.910	1.915	500				
0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00										
1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50										
1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00										
2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50										
2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00										
3.00	3.50	4.00	4.50	5.00	5.50										
3.50	4.00	4.50	5.00	5.50	6.00										
4.00	4.50	5.00	5.50	6.00	6.50										
4.50	5.00	5.50	6.00	6.50	7.00										
5.00	5.50	6.00	6.50	7.00	7.50										
5.50	6.00	6.50	7.00	7.50	8.00										
6.00	6.50	7.00	7.50	8.00	8.50										
6.50	7.00	7.50	8.00	8.50	9.00										
7.00	7.50	8.00	8.50	9.00	9.50										
7.50	8.00	8.50	9.00	9.50	10.00										
8.00	8.50	9.00	9.50	10.00											
8.50	9.00	9.50	10.00												
9.00	9.50	10.00													
9.50	10.00														
10.00															

地盤調査データを基に設計検討書を作図する

図1 設計検討書の作成

CADデータの拾い出し・処理

長さ
杭の本数
ピッチ

- 設計検討書より、杭の長さ・本数・ピッチを拾い出し、杭配置図を手入力で作図する
- ・構造壁データ
 - ・関連パラメーター反映

杭配置図 (CAD)

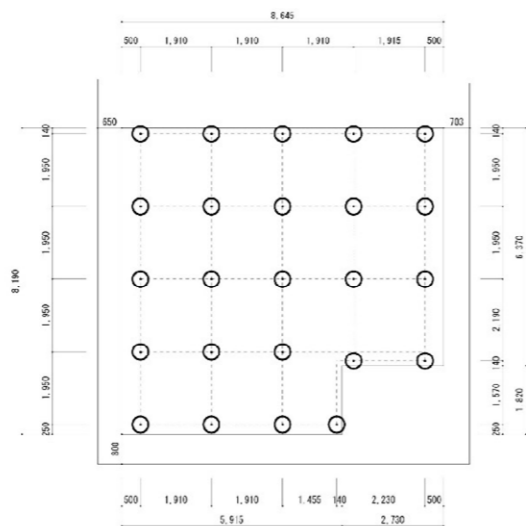


図2 CAD図面、杭配置図

3. 開発事業内容

3.1 概要

ここに、地盤改良 DX 化のトータルのシステムの事業内容を示しておく。開発段階をフェーズ 1~4 段階に分けて進めていく (図 3)。

- ・開発フェーズ 1...設計検討書・CAD データ作成の自動化
 - ・開発フェーズ 2...杭芯設置の自動化
 - ・開発フェーズ 3...機械の杭芯位置自動誘導
 - ・開発フェーズ 4...見積・工程管理・施工報告書の自動化
- 今回の開発はフェーズ 1~2 までとする。

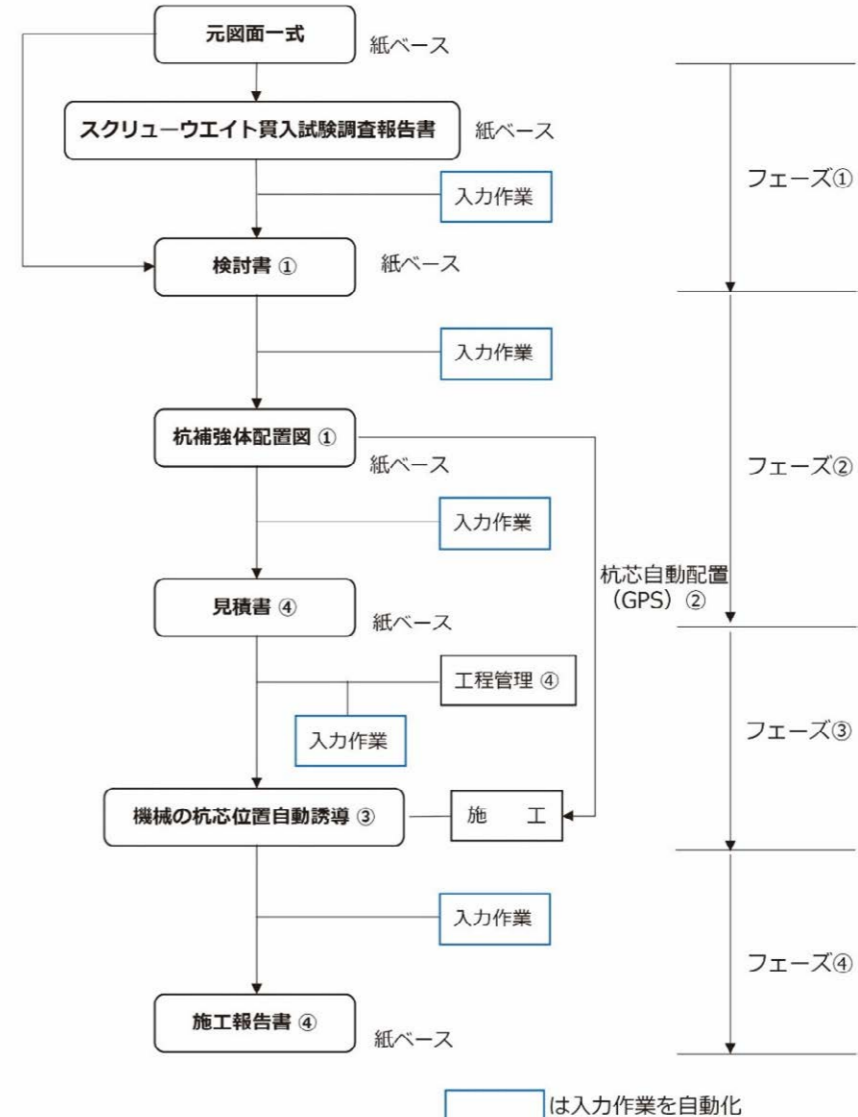


図3 開発フェーズのイメージ図

3.2 開発フェーズ 1 設計検討書・CAD データ作成の自動化

この開発フェーズでは設計検討書・杭配置 (CAD) 図の作成業務を自動化 (DX 化) していく計画である (図 4)。現在までは、工事案件ごとに手動で図面を作成することが必要で、その業務に多くの人手と時間を要していた。当業務を DX 化するために、PDF 化された地盤データをクラウドにアップロードするだけで、AI を活用して自動で杭配置 (CAD) 図が作成できる専用ソフトを開発する。この DX 化を具体的に説明すると、自然言語処理・画像認識処理を活用した地盤データの読み取りから、当該既読データを基にした杭配置図のロジック自動計算、CAD ソフトへの自動展開の一連の流れを、AI の技術を活用して実現化するクラウドシステムの開発である。杭の長さ、本数、ピッチをある一定のルールに基づいて計算させ、図面にそのルールを踏襲した作図を反映する。

同時に、当システムの利用を通じて施工加盟店を含めたグループ全体から集めた実施工のビッグデータを活用し、AI 学習を用いて作図展開のための計算ロジックを随時改善していく目論みである。蓄積した地盤データを有効利用することで、設計の最適化、安全性の向上、コストダウン、地盤改良コストの事前予測、地域の地層構成図の作成、高度な技術知識の平準化等の試みが可能となり、設計の効率化、効果的な設計の一般化、正確性の向上が実現できる。

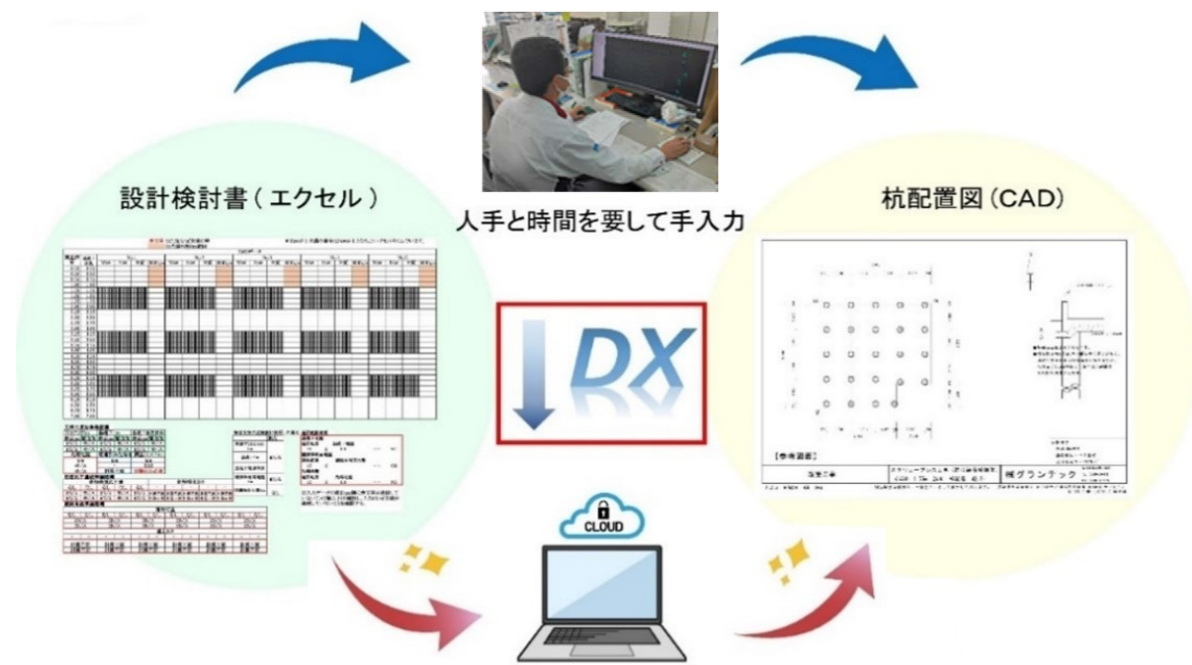


図4 開発フェーズ1

3.2.1 クラウドシステムを利用したスキームの各ステップにおける課題解決とその技術仕様

STEP1

[課題解決] 杭配置 (CAD) 図の下図 (建物・敷地計上) の作図を自動化

[技術仕様]

入力1: 顧客建造物の平面図・配置図を、当社ソフトで処理した CAD データで入稿受入。

処理1: 平面図を処理した CAD データを構文解析し、構造壁該当部分を抽出する (構文解析部および構造壁判定部は、今回の開発で製造する)。

処理2: 配置図の CAD データを構文解析し、杭図下画 CAD データとして再構築する (CAD データ再構築は、構文解析部の逆作業である)。

処理3: 処理2で得た杭図下画 CAD データに対して、入力1で得た構造壁データを関連付ける。

STEP2

[課題解決] 自動作成した下図面上に、杭配置を自動で作図展開

[技術仕様]

処理4: 処理3で加筆した杭図下画 CAD データに対して、構造壁交点・端点等の杭打ち候補場所を計算し保持する。

入力2: 当社設計検討書システムより API 経由で杭打ち関連パラメータを取得する (API は、今回開発で新規に製造する)。ここで杭の長さ、ピッチ、本数を設計の決められたルールに基づいて配置していく。

処理5: 入力2で得た杭図下画 CAD データと杭打ち候補に対して、入力2で取得した杭打ち関連パラメータを基に杭配置を行い、杭図下画 CAD データに加算し、システムに保持する (杭配置図は、複数生成する可能性がある)。

STEP3

[課題解決] 完成図面を CAD ソフトとしてダウンロード

[技術仕様]

出力1: 顧客操作により、杭配置図 CAD データを出力する。

このように、杭配置 (CAD) 図の作成を IT や AI 活用して自動化し、業務効率を向上させる。

3.3 開発フェーズ2 杭芯設置の自動化

3.3.1 自動化ソフトの内容、規模、実施方法

当事業は、現場にて必要となる杭芯位置の測量業務を自動化する (図5)。その目的は、現場における簡易測量の省力化 (単独施工) と高速化 (1 地点につき目標施工時間は1分以内) であり、PC・スマホからブラウザをベースに利用できる独自のアプリケーションソフトを開発し、高精度測位サービスと連携することで初期開発コストを抑えつつプロジェクトの実現を計画する。なお、高精度測位サービスとは、GNSS (衛星測位) を用いたネットワーク型 RTK 測位サービスであり、受信した GNSS 信号をサービス提供会社が国内に保有する約 3,300 拠点に上る独自基準点から補正することで平均誤差約 1cm (同社調べ) の高精度な位置情報が取得可能となる。

当事業における、アプリケーションソフトと高精度測位サービスの連携を利用した杭芯位置測量の業務フローと各業務フロー (図6) における技術仕様は次頁の通りである。



図5 杭芯位置の測量業務自動化のイメージ図

3.3.2 業務フロー

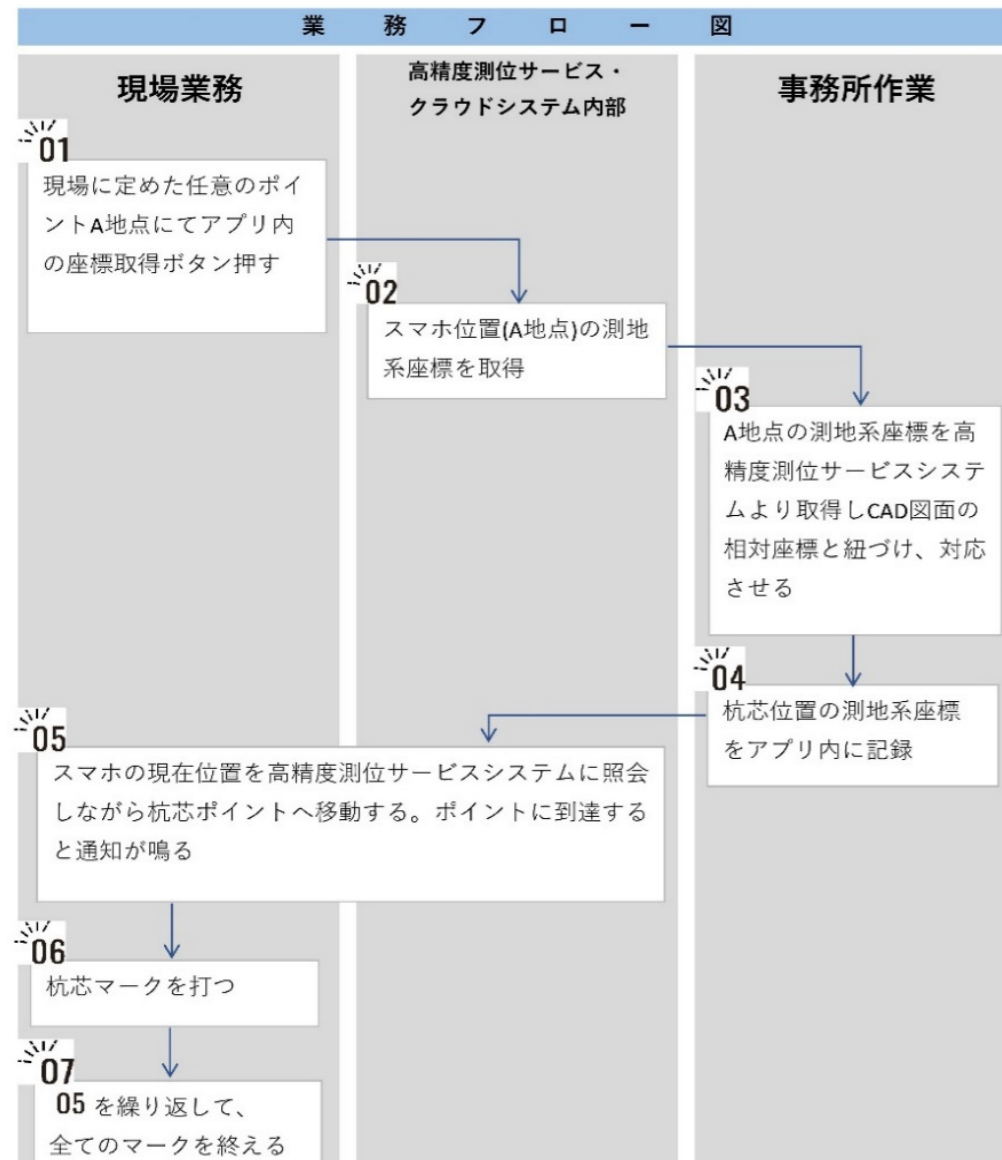


図6 業務フロー

【フロー図 01～02】

CAD ソフトで作成した図面内に任意の未知点を3つ定め (ポイント A1、A2、A3 とする)、現場にて当事業で開発するアプリ (スマホと GNSS 受信機を利用) を用いて、ポイント A1、A2、A3 の測地系座標を取得し、高精度測位サービスのクラウドサービスへ送信する。

【技術仕様】

入力1：現場内にポイント A1、A2、A3 を定め、アプリケーションで起動した CAD 図面内にマークする。
 処理1：マークしたポイントで、スマホと GNSS 受信機を利用して高精度測位サービスのクラウドシステムと通信、測地系座標を取得し、アプリ内に保管する。

【フロー図 03～04】

アプリケーションを起動し、CAD 図面内の A1、A2、A3 の各相対座標 (CAD ソフト内部の座標) と各測地系座標を紐づけ対応させる。図面のあらゆるポイントの測地系座標が CAD 図面内で参照できる様になるので、全杭芯の測地系座標を取得する。

【技術仕様】

処理2：処理1で取得した測地系座標と CAD 図面の相対座標を基に計算し、図面全体の相対座標に測地系座標をパラメータとして紐づける。

入力2：CAD 図面内にある各杭芯の測地系座標をアプリに記録する。

【フロー図 05～07】

現地にてアプリを起動し、入力2にて記録した杭芯のポイントへ移動する。アプリが自動で高精度測位サービスのクラウドシステムと通信し、自身 (アプリ) の位置と測地系座標の位置を照合しており該当ポイントへ到達した時に通知が鳴るので、そこで杭芯をマークする。

【技術仕様】

処理3：現場にて、アプリ (スマホ) の現在位置を高精度測位サービスのクラウドシステムにリアルタイムで照会。

処理4：処理3で照合している現在位置の座標と、入力2で記録した杭芯の測地系座標を照合。

出力1：処理4で照合し位置座標が重なった時点でデバイスに通知。

4. 開発効果

設計検討書のデータを自動的に作図する技術は、地盤改良業界では独自で新規性がある。この開発により、下記の付加価値が創造できる。

① 人員削減、負担軽減

現在は、多くの人手と時間、コストを要しているが、これらを削減できるため人員を顧客対応やその他に配置できる。また、より創造性の高い分野への人員シフトでより高い付加価値を生み出せる。そして、特に長期的コストである人件費削減効果は大きい。

② スピード化

顧客である工務店やハウスメーカーは工事の着手をなるべく早く要求してくるため、設計のスピード化は価格や品質以外の工法自体の差別化要因に成り得る。

③ ビッグデータの活用による正確性の向上

ビッグデータを蓄積し、AI 技術を活用することにより、杭本数を正確に把握でき、設計者のミスが防止され、より正確性が向上し、地盤沈下事故を防止する。

5. 今後の開発展望 (フェーズ3～4)

ここからは今後数年をかけて開発予定のフェーズである。

【開発フェーズ3】・・・機械の杭芯位置自動誘導

この開発フェーズは開発フェーズ②において杭芯設置の自動化を実現できれば、その杭芯位置に機械のスクリーンの芯を自動で誘導するシステムの開発である。

【開発フェーズ4】・・・見積・工程管理・施工報告書の自動化

最終開発として、杭配置が決まれば杭の長さ、本数、ピッチが決まるので自動で見積書が作成され、工程も自動で確認でき、最終の施工報告書も施工後に一定程度自動入力されるシステムである。

最終的には、開発フェーズ1～4を1つのパッケージとしてシステム化し、地盤改良 DX として機能させる計画である。

また、本稿に記している技術仕様は大枠の流れであり、昨今のテクノロジーの発展速度を鑑みると、各フェーズにおける開発時の最適な技術仕様は本稿作成時点とは大きく異なっている可能性が高い。大切なのは課題の解決そのものであるため、細かな仕様や選定するテクノロジーについては、都度最も適したものを模索し適用する。

6. おわりに

現在の労働環境（働き方改革・少子高齢化による人口減少）や世界の DX 化のトレンド、新型コロナウイルス感染症の影響等を考えると、地盤改良業界も省力化や効率化、生産性向上をどう図るかが大きな課題となっている。また、当業界において設計作図業務が人件費増大の要因となっており、それが省力化、効率化できることは業界内でも価値は大きい。同時に建設業のイノベーションの遅れを少しでもこのシステムで改善していきたい。

また、先にも述べた建設業のイメージが依然低下している状況をこのような IT 技術で変えたい。そして建設業は今後、ロボット技術や遠隔自動技術、重機車両の自動操作・自動走行技術、AI による設計技術等を駆使してハイテク産業に向かうことで若年者が働きたい業界になることを切に望んでいる。

謝辞

最後に、この技術を共同で開発している株式会社レクティオの平田社長には多大なるご協力をいただいている。また、本稿に関しても適宜アドバイスをいただいた。ここに謝辞を表したい。