

AR（拡張現実）を活用した汚染土壌の掘削管理技術 —スマートフォンを用いた高精度な AR 表示技術—

株式会社大林組

正会員

○佐波 弘一朗

正会員

竹崎 聡

正会員

田島 僚

フェロー会員

黒岩 正夫

1. はじめに

土壌汚染を浄化する手法として、汚染範囲の土壌を掘削除去する場合、汚染土壌を取り残さないよう若干余掘りすることが一般的である。しかし、汚染土壌の処理・処分に要する費用は汚染のない建設発生土と比べて高価であるため、できるだけ余掘り量を少なくすることが求められている。余掘り量の低減のためには、詳細な掘削深度管理が必要となるため、その管理に時間を要した。そこで、筆者らは赤外線距離計測センサーを搭載したスマートフォン（以下、「スマホ」）を使って、画面上に汚染土壌の掘削範囲・深度の拡張現実（以下、「AR」）表示や、短時間で掘削出来形の 3D 点群情報を取得するシステムを構築した。本報では、現場適用試験の結果について報告する。

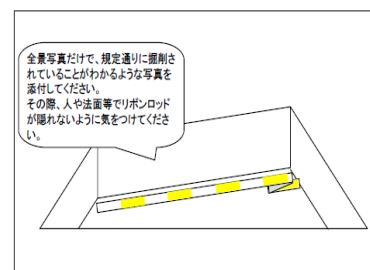
2. 土壌汚染の掘削除去工事における出来形管理の現状と課題

余掘量の削減のためには、掘削深度の管理に時間を要するだけでなく、写真-1 に示すように作業者が掘削重機に近づいて密に掘削した深さを確認しなければならず、重機との接触事故も懸念された。そのため、作業の安全性確保のためには、離れた位置からでもリアルタイムで掘削深さの確認を可能とすることが望まれた。

また、掘削後の出来形の管理では、底面の各辺、各深さが所定の寸法、深度を満たしていることの確認が必要であり、図-1 のような出来形記録とその写真撮影¹⁾が行われている。これらを合理的に行うことも併せて求められた。



写真-1 掘削深さ管理イメージ

図-1 出来形管理例¹⁾

3. システムの概要

今回の試験で使用したシステムは、写真-2 に示す赤外線距離センサーを搭載したスマートフォンを使用して離れた位置から掘削面の位置情報を点群測定し、写真-2、写真-3 のように位置ごとに深度を色分けして AR 表示させるものである。併せて、掘削面の 3 次元の点群情報を記録し、掘削工事完了後の出来形管理への活用も可能である。

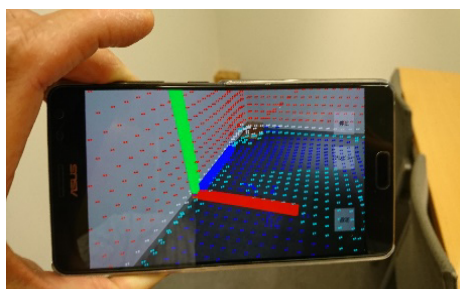


写真-2 スマホ表示例

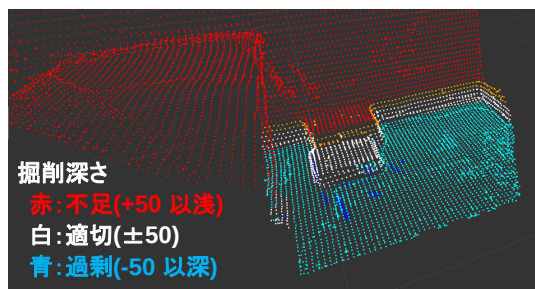


写真-3 点群出力イメージ

キーワード 土壌汚染、措置、スマートフォン、点群、AR、拡張現実

連絡先 〒108-8502 東京都港区港南 2-15-2 品川インターシティ B 棟 TEL 03-5769-1057

4. 実証試験

4. 1 試験概要

実証試験は、写真-4 に示すように実際の汚染土壌の掘削除去現場の一部において、図-2 に示すように単位区画（10m×10m、深度 1m）の 1 側線（長さ 10m×幅約 2m）で掘削深度を測定した。前述したスマートフォンと合わせて小型の 3 次元レーザースキャナ（以下、「3D スキャナ」）を使用して点群測定し、そこから掘削深度を算出して比較を行った。試験ケースを表-1 に示す。



写真-4 実証試験状況(3D スキャナ)

表-1 試験ケース一覧表

	測定機器	仕様等
ケース1	スマートフォン	赤外線センサー付き スキャン範囲 約 5m まで
ケース2	3D スキャナ	Leica BLK360 測距精度 4mm/10m スキャン範囲 60m まで

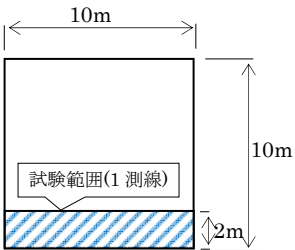


図-2 試験位置図(1 側線、深度 1m)

4. 2 試験結果

試験結果を図-3～4、表-2 に示す。設計掘削深度 1m に余掘りを-50mm で掘削し、それぞれのケースで測定を行った結果、3 D スキャナで測定した余掘り深さ平均値の-31. 2mm に対して、スマホの平均値は-34. 9mm と 12% ほど大きな測定値を示したが、その値は参考とした規格値内であった。また、測定に要する時間は通常の出来形管理で 30 分程度、3 D スキャナが 15 分程度(4 測線)、スマホは 1～2 分程度（1 測線、4 測線では 4～8 分程度）であり、測定時間は大きく短縮できる可能性も確認された。さらに、離れた位置より掘削深度管理が可能となったため、重機と作業員との離隔も確保できることが確認されている。

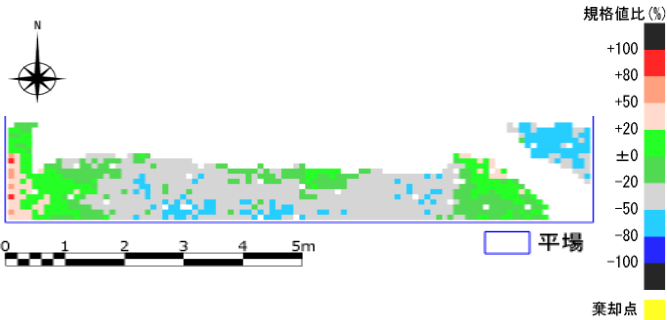


図-3 測定結果(スマホ)

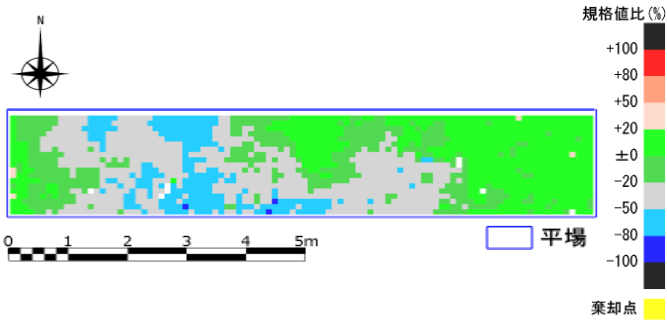


図-4 測定結果(3Dスキャナ)

5 おわりに

本試験では、赤外線距離センサーを搭載したスマートフォンを使用して簡易に掘削管理、出来形管理する方法の可能性を検証することができた。今後は実現場での実証試験を重ねる予定である。

参考文献

- 1) 土壌汚染対策法及び環境確保条例に基づく届出書等の作成の手引、平成 30 年 4 月、東京都環境局
- 2) レーザースキャナーを用いた出来形管理要領（土工編） 平成 28 年 3 月 国土交通省

表-2 試験結果

	規格値(参考) ²⁾	3D スキャナ	スマホ
平均値(mm)	± 50	-31.2	-34.9
最大値(mm)	± 150	72	144
最小値(mm)	± 150	-142	-120
データ数	—	1,854	1055