

高層建物に近接した都市部における ICT 土工の活用事例

大成・岩田地崎・関電工 J V 正会員 ○後藤 将斗, 正会員 後藤 修二
 東京都水道局 下田 利幸, 仲谷 直行, 山村 菜月
 コマツカスタマーサポート株式会社 松崎 力樹

1. はじめに

本稿の対象となる工事は、東京都北区に整備される給水所の配水池築造工事で、構築工法にニューマチックケーソン工法を採用している。ニューマチックケーソン工法の施工手順としては、まず、躯体の基礎となる初期構築の重量を支えるためのセントルを構築する。一般的には、セントルは盛土や支保工材で構築するが、本工事は事前に良質砂への置き換えを行っており、経済・工程・環境面の観点から切土によるセントル構築（以下、土砂セントル）を採用した。また、近年は建設現場の生産性向上を目的とした i-Construction に関係する技術の導入を積極的に行っており、今回の土砂セントル構築は ICT 土工事を用いて行った。ICT 土工事は GNSS（グローバル衛星測位システム）を利用した技術で、当現場の導入計画時には現場が高層建物に囲まれていたことからその影響が懸念されたが、土砂セントル構築を ICT 土工事により施工することができた。

2. 工事概要

セントルの刃口部分を切土で構築する場合、切土勾配の精度が本体躯体の出来形・品質に影響する。そのため、従来工法の丁張設置による出来形の確認、属人的な重機操縦に依存した施工では、精度の高い品質確保が難しいため、ICT 土工を使用する必要がある。ICT 土工による切土作業では、ICT 油圧ショベルの使用が適していると考えられた。これは、GNSS による位置情報と施工図の 3D データ、アーム制御により、重機操作のセミオート化を実現した油圧ショベルである。しかし、測位システムを GNSS に依存しているため、高層建物が隣接した都市部では GNSS 通信に障害が発生する可能性があり、施工実績は少ないという実状である。本工事は、写真-1 のように高層マンションで囲まれ、高さ 12m の防音壁を設置済である。事前調査として、場内の電波調査および 3 次元測量を行い GNSS 通信への影響を調べた。



写真-1 現場状況

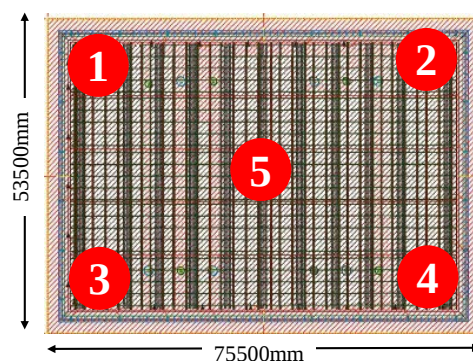


図-1 掘削範囲平面図

測定箇所：●

3. GNSS 通信の課題と工夫

(1) GNSS 通信調査

GNSS 通信には、複数の衛星の捕捉が必要となる。一般的には 5 個以上の測位衛星を利用して未知点の位置を求めている¹⁾。コマツ社の経験則によると、ICT 油圧ショベルでは最低 10 個以上の衛星捕捉が、現場で安定した稼働を見込める判断基準の一つとなる。捕捉衛星数が不足すると、GNSS 測位ができなくなり、バケットの刃先座標が算出できず、掘削作業に支障が生じる可能性がある。また、GNSS 通信は計測値（ICT 油圧ショベルの座標）が時間とともに変化するため、平均化しなければならない。計測値は正負の値で出るため、計測値を二乗し全ての値を正にして、同じ次元に戻すため平方根を取った値が RMS 値と呼ばれる。これは、計測値の振れ幅の大きさを示している。標準的には 10mm～30mm 程度である²⁾が、コマツ社経験則では 20mm 以内が好ましく、それより大きい数値になると出来形にばらつきが生じやすくなる。衛星個数および RMS 値を計測することで、都市部における GNSS 通信への影響を調べた。

キーワード ICT 土工, ニューマチックケーソン, GNSS 通信

連絡先 〒114-0002 東京都北区王子 5-2-7 王子給水所配水池築造工事作業所 TEL03-6903-0318

計測方法としては、図-1 に示す現場の各ポイントに GNSS 受信機を搭載した ICT ショベルを移動させ、捕捉衛星個数と RMS 値を確認した。また、結果を平均化するために時間帯を分けて（10 時、13 時、15 時の計 3 回）計測を実施した。計測結果を図-2 に示す。まず、衛星個数は推奨下限値 10 個を下回することは 2 回確認できたが、計測に必要な 5 個の衛星を捕捉できた。水平 RMS 値についても、概ね上限基準値の 20mm を上回っておらず、ICT 土工が施工可能であると考えられる。しかし、垂直 RMS 値に関してはほとんどの測定箇所で 20mm を大きく上回っていた。特に、測点④に関しては、現場事務所に近接しているため、垂直 RMS 値が大きくなる傾向にあった。また、捕捉衛星数が少なければ RMS 値は大きくなる傾向にあることが確認できた。調査の結果、ICT 土工の運用は可能であり水平位置の信頼性は高く、垂直方向は人力等による高さの確認が必要であることが分かった。

(2) 起工測量 (3 次元測量)

GNSS 通信調査によって ICT 土工が施工可能であると考えられたため、次に 3 次元測量を実施した。3 次元測量とは、レーザースキャナーを用いて点群測量を行い、位置情報を取得する測量である。図-3 に測量結果を示す。測量時はクレーン等の支障物がある中で調査したが、データ処理を行い、土工面のみの 3D データに仕上げている。場内の約 4000m² を図-3 の 8 点で計測することで、現場全体の座標を取得した。さらに、元の設計 CAD データと重ね合わせて作成した 3 次元設計データを図-4 に示す。これは、掘削位置および高さを当該現場の座標に落とし込んだものである。このデータを ICT 油圧ショベルに座標として記憶させることで、実施工ではバケットの刃先を制御し、セミオートで掘削することが可能となった。

4. 実施工時の状況と課題

まず、深さ 2m 程の試験掘削（設計は深さ 3m、法面勾配 3:2）を行った結果、水平位置における設計との誤差は小さく、丁張の設置は必要ないことが確認できた。ただし、RMS 値の調査結果でもあったように、深さ方向の誤差はあったため、掘削後のレベルによる高さ確認は必要であった。土砂セントル掘削作業中、ICT 油圧ショベルが“GNSS 通信不良”とはならず、セミオートで掘削が可能であった。ただし、防音壁周辺 5m 以内の範囲では、通信が遮断されることがあり、今後の課題である。

5. まとめ

本稿では、高層建物が近接した都市部において、GNSS 通信への影響および ICT 油圧ショベルの実施工時の状況と課題についてとりまとめ報告した。結論としては、都市部でも GNSS 通信への影響は少なく、土砂セントル掘削全体を ICT 土工で施工可能であることが分かった。また、実施工時において深さ方向への正確さと、5m 以内の近接物での通信不良が今後の課題である。

6. 参考文献

- 1) 国土地理院技術資料 G1-No.18：マルチ GNSS 測量マニュアル（案）
- 2) 国土交通省：ICT 建設機械 精度確認要領（案）

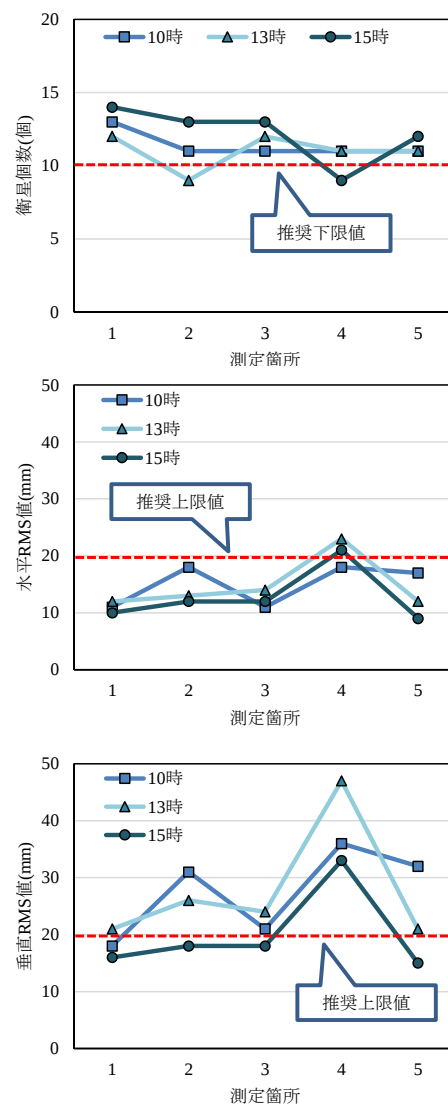


図-2 衛星個数および RMS 値

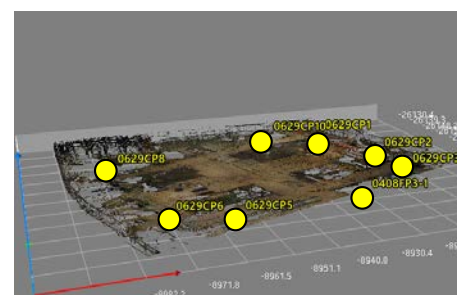


図-3 3次元測量 点群データ

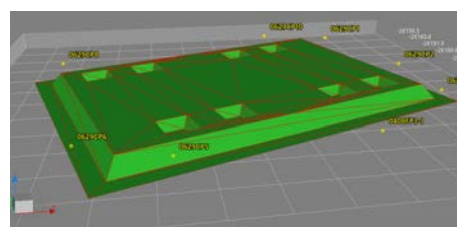


図-4 3次元設計データ