

UAV 測量による構造物の沈下管理事例～カヌー・スラローム会場整備工事～

(株)鴻池組 本社 土木事業総轄本部 技術本部 土木技術部 正会員 ○井ノ崎 郁弥 正会員 國富 和眞
 鴻池・西武・坪井建設共同企業体 カヌー・スラローム会場整備工事 安田 裕輔 笠松 祐二
 東京都 東部公園緑地事務所 工事課 河重 貴之

1. はじめに

東京都が整備を進めているカヌー・スラロームセンター（東京都江戸川区臨海町6丁目1番1号）は、日本初の人工カヌー・スラローム競技場である（図1）。建設位置の地盤は、埋戻し土と有楽町層粘性土が主体の軟弱地盤であり、設計時には競技コース周辺盛土や水張り等の荷重増加による躯体の圧密沈下として、水張り前で約5cm、水張り後で約12cm程度の値が予想されていた（図2）。

本論文では、(1) 広範囲を面的に短時間で計測可能である点、(2) 空撮精度（約2~3cm程度）以上の沈下挙動が発生していれば圧密沈下の傾向を把握できる可能性がある点に着目し、UAV空撮を用いて構造物の鉛直方向変位を定期的に観察することにより、上記に示す沈下挙動の監視を試行した結果を報告する。

2. 方法（空撮、圧密沈下挙動の検証）

小型 UAV は Site Scan Solo（3DR社製、カメラ SONY R10C 2,000万画素）を用いた。空撮頻度は月1回を基本とし、2018年5月16日から2019年1月31日までの間に計8回実施した。精度検証のためのGCP（Ground Control Points—地上基準点—）は、i-Construction（国土

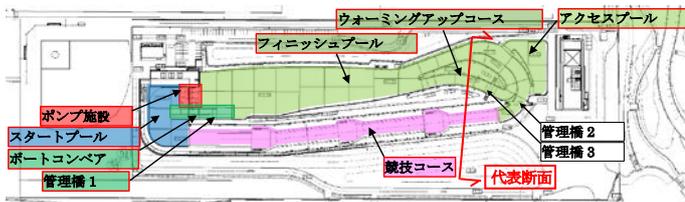


図1 カヌー・スラローム会場（平面図）

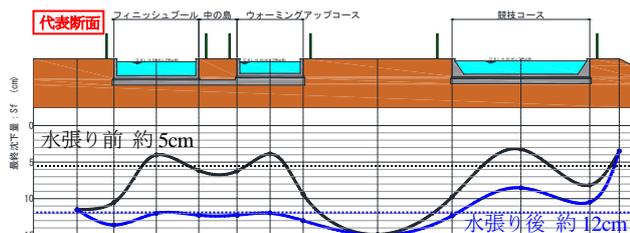


図2 代表断面における圧密沈下分布

交通省)の基準に準じて設置しており、各測定回の空撮精度(鉛直精度)はRMS Error(二乗平均平方根誤差)として1.4cm~2.8cmであった。

圧密沈下挙動の検証は、空撮によって得られた三次元地形データと三次元設計データ(LandXML)の差分であるヒートマップを利用した。ヒートマップの上下限値は+0.1m~-0.1mの範囲にし、圧密沈下のような比較的小さい沈下挙動でも把握できるようにした。

ヒートマップの一例を図3(第4回空撮結果)に示す。ヒートマップの色表示は測定値と設計値が一致する±0.0m付近が緑色、測定値が設計値より高い範囲については黄色からピンク色、逆に低い範囲については青色から黒色を示す。上限値である+0.1mより標高が高い範囲については、一様にピンク色を示すため、図3では仮置き土がある範囲や工事用の仮設通路となっている範囲はピンク色となっている。一方、下限値である-0.1mよりも標高が低い範囲については、一様に黒色を示すため、図3のスタートプール、競技コースなど躯体底版のコンクリート打設が完了していない範囲、埋め戻しが完了していない範囲は黒色となっている。このようにヒートマップの色表示の変化に着目して競技場躯体の沈下挙動をみることにした。

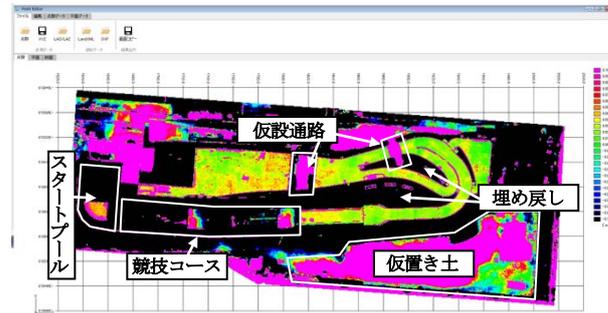


図3 第4回 2018年8月30日 ヒートマップ(+0.1m~-0.1m)

キーワード 施工(技術), UAV, 無人航空機, 圧密沈下, 三次元計測,

連絡先 〒541-0057 大阪市中央区北久宝寺町3-6-1 本町南ガーデンシティ TEL:06-6245-6567

3. 圧密沈下挙動の検証結果

圧密沈下挙動の監視結果の一部を図3～図6に示す。第1回空撮(図4)は、完了しているウォーミングアップコース(丸印の範囲)にて行った。躯体の高さは設計高より数cm高い結果が得られている。第4回空撮(図3)および第5回空撮(図5)では、設計高に近い緑色を広い範囲に確認できる。また、第8回空撮(図6)では、完了している躯体の高さは全体的に設計高よりやや高い黄色が目立っている。今回の測定では、躯体高の測定値はまず設計値より高い値が得られ、途中で設計相当の高さに、そしてその後また高い値が観測されている。地盤の隆起は考えにくいため、この現象は空撮による三次元地形データのバラつきがヒートマップに現れていると判断でき、累積的な沈下は発生していないと考えられる。これを確認するために、二次元断面上で点群データと設計断面との重ね合わせを行った(図7)。これより点群データによる躯体形状(底盤上面)は設計にほぼ一致しており、今回の空撮結果からは、累積的な沈下は発生していないことが明確になった。

4. 考察・まとめ

本工事では、競技コースを対象にプレロード盛土を実施しており、その時の沈下対象層の増加荷重と最終沈下量の関係(図8)を利用して沈下補正すると、ウォーミングアップコース付近の沈下量は水張り前で0cm、水張り後で約2cmになる。水張り前の現時点では沈下が発生しないことになり、UAVによる躯体の沈下挙動の監視結果と整合している。今回の検証では、UAV空撮の精度以下の挙動であったため測定結果はバラつきとして現れたが、精度以上の挙動がある場合には、面的な管理として有効な手法になり得ると考える。ただし、圧密沈下特性のバラつきも考えられ、今後の水張り時においては、局所的に想定以上の圧密沈下が発生する可能性も考えられるため、継続して躯体の鉛直方向変位をUAV空撮により観察する予定である。

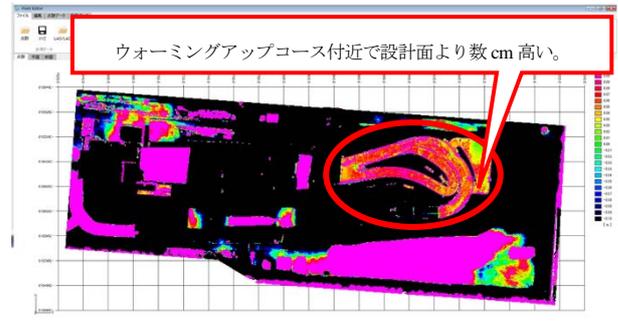


図4 第1回 2018年5月16日 ヒートマップ(+0.1m～-0.1m)

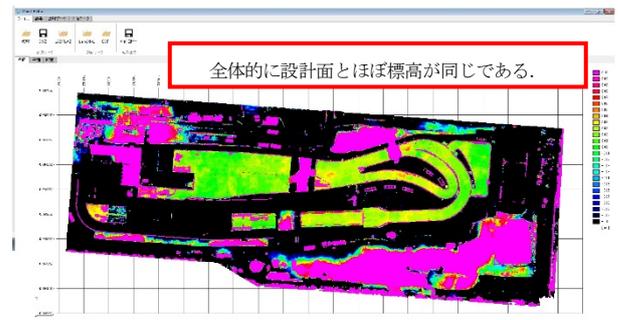


図5 第5回 2018年10月5日 ヒートマップ(+0.1m～-0.1m)

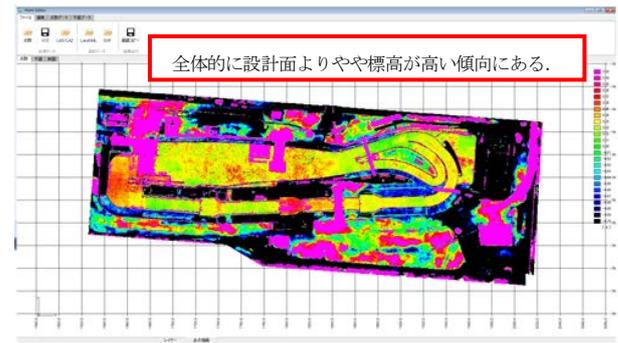


図6 第8回 2019年1月31日 ヒートマップ(+0.1m～-0.1m)

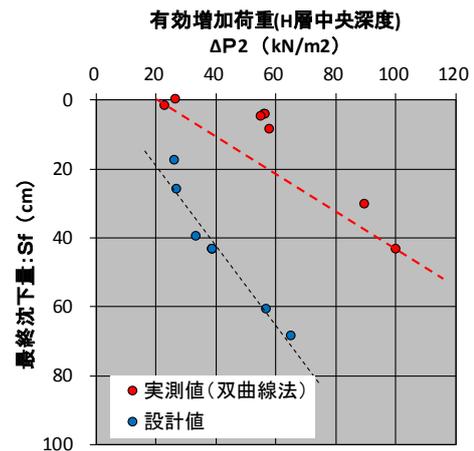


図8 増加荷重と最終沈下量の関係(プレロード盛土沈下実績)

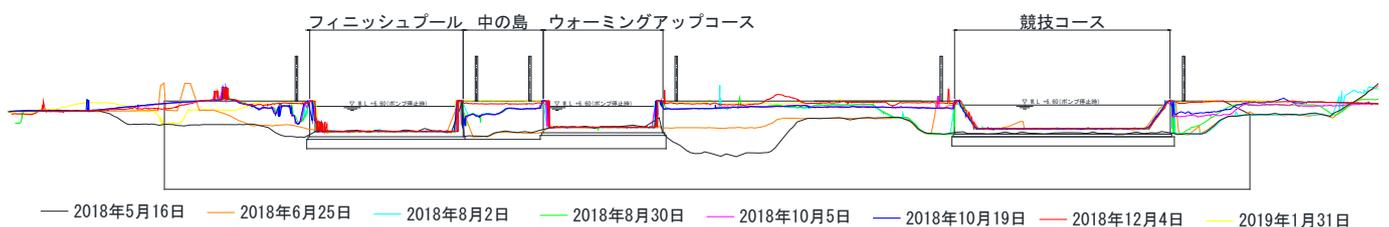


図7 二次元断面上での点群データ重ね合わせ(代表断面)