

車載型移動レーザ測量システムによる空港島護岸の試験計測

株式会社 ウエスコ 正会員 ○為賀 雅彦 正会員 宮下 征士
 関西国際空港 株式会社 正会員 江村 剛 正会員 眞野 裕子

1. 目 的

関西国際空港は、大阪湾南東部の沖合約 5km の海上を埋立て建設した空港である。水深 20m、海底地盤は厚さ 20~25m の沖積粘土層と、その下数百 m におよぶ洪積粘土層で構成されている。埋立荷重によって洪積層にも圧密沈下が生じ長期的に沈下が継続するものと予測している。そのため空港島を囲む護岸については、将来にわたって嵩上げを行い、波浪等に対する安全な高さを確保することとしており、護岸天端高を定期的に計測・管理する必要がある。

2 期島護岸において 120m ピッチに設置した計測点を RTK-GPS 測量により計測している。この方法では全周約 13km、護岸上の計測点（約 140 箇所）の計測で 4~5 日間の日数を要している。

近年、車載型移動レーザ測量システムを用いた一般道路等の計測が実施されており、交通規制を伴わない上、計測時間が短く、3 次元のデータを取得できることから、注目されている。そこで、計測日数の短縮が期待でき、付加的なデータの取得も可能な車載型移動レーザ測量システムでの護岸（6km）を試験的に計測した結果について報告する。

2. システムの概要

図 2 に示す GPS を利用した車載型移動レーザ測量システムは GPS 3 台、精密ジャイロ 1 台、レーザスキャナ 2 台（上面用、下面用）を搭載している。GPS 3 台と精密ジャイロを複合計算することにより、車両の位置・姿勢の計算を行っている¹⁾。

レーザスキャナは左右の視野範囲が正面から $\pm 90\text{deg}$ 、到達距離は最大 30m で 1 秒に 13,500 点の座標を計測する。40km/h で走行計測した場合、地表面を進行方向・進行直角方向共、約 10cm 程度間隔に 1 点の割合で座標と高さを計測している。

GPS による測位は電離層や対流圏による影響、衛星の軌道誤差、時計誤差等により誤差が発生する。これを補正するため FKP (Flächen Korrektur Parameter: 面補正パラメータ) 方式を利用し、基準局である電子基準点（国家基準点）からの位置精度 1-2cm を達成している。

FKP 方式を利用したため、高速走行時においても連続処理が可能であり、かつ、基準局からの距離に影響されないため、広範囲のエリアでのデータを、安定して得られる。

3. 計測手法

護岸天端高計測では、基準となる標高（BM）が必要である。特に空港島では継続的に沈下しているため、計測前に基準となる BM を計測範囲の起点部、終点部の 2 箇所に設置した。標高の計測は、空港島外にある電子基準点 3 点を基準局とした GPS スタティック法により行い、三次元網平均計算により BM の標高を定めた。

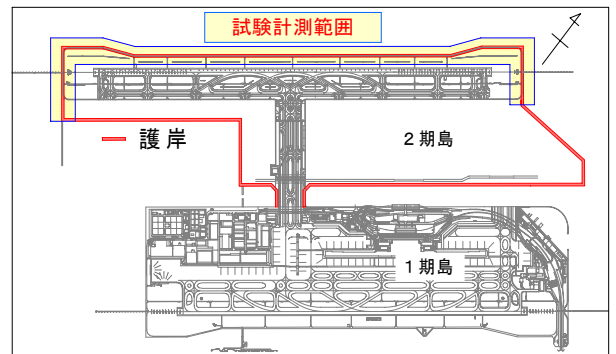


図 1 関西国際空港



図 2 車載型移動レーザ測量システム

キーワード 車載型移動レーザ測量システム（モバイルマッピングシステム：MMS）、FKP

連絡先 〒700-0033 岡山県岡山市北区島田本町 2-5-35 株式会社ウエスコ 測量事業部 三次元情報処理 T TEL:086-254-2482

図3 計測手順に示すように BM-1、護岸管理道路、BM-2 の順で計測走行を実施した。結果、GPS スタティック法とレーザ測量による BM 標高計測結果の差が BM-1 で-4.4cm、BM-2 で-3.4cmであったため計測したデータ (H) に、その平均値-3.9cm を補正した。

4. 計測結果

図1に示す護岸沿いに設置されている延長6kmの護岸管理道路(図4)を40km/hでレーザを左右にスキャンさせながら走行した。スキャンは進行方向に15cm、進行直角方向に12cmピッチで15m幅のデータを取得し、スキャンしたポイント数は、延長6kmの走行に対し、880万点のデータで、そのうち図4で示す護岸の天端(上部コンクリート面)をスキャンしたデータは40万点に上った。

従来の RTK-GPS 測量による結果(図4の計測点)と今回のレーザ測量との比較を行った。レーザ測量では、12平方cmに1点の高い密度で計測が行えたものの、必ずしも任意の計測点を捉えることはできない。その場合、従来計測点の xyH データは、同時に取得した画像データと取得した点データ(図4)を重ね合わせ、計測点の近傍レーザ点を4~5点抽出しそれらを補間して求められる。このデータ処理を行い52点について従来方法(RTK-GPS 測量)による結果と比較を行った。

図5(a)は RTK-GPS 測量で計測された護岸計測点の xy 座標に対し、今回のレーザ測量で得られた xy 座標との差を示したものである。図5(b)は両方の方法で標高の計測を行った結果である。RTK-GPS 測量による結果との差は、xは最大で4cm程度、平均5mm、標準偏差は1.6cm、yは最大で3cm程度、平均4mm、標準偏差は1cm、Hは最大で4cm程度、平均13mm、標準偏差は1.6cmである。護岸高を管理するうえで必要とされる精度($\pm 0.1\text{m}$ 程度)の範囲内にあると考えられる。

なお、今回の区間において従来方式である GPS 測量機を1点毎に移動、設置するのに掛る日数は6kmで2日程度、車載型移動レーザ測量システムでは約15分であった。但し準備に要する時間は除いている。

5. まとめ

空港では上空空間に障害物が少ないため、GPS 衛星を多く捕捉でき GPS を利用した測量方法は今後とも有利な計測方法であると考えられる。同じ GPS 測量でも従来のような GPS 測量機を移動、設置し計測する方法にくらべ、車載型移動レーザ測量システムを併用すれば計測時間が従来の1/10程度に短縮できるなどの作業効率の向上が期待できる。計測精度については、空港島護岸の天端高管理に要求される精度は十分満足できるものと考えられる。

また今回の測量方法は面的なデータが取得できるため、例えば沈下性地盤にはデータの活用範囲・目的も広がると考えられる。しかし固定された計測点の測量は、本文で示したようにデータ処理によって可能であるが、その際は画像データが必要である。滑走路のように夜間しか計測が行えない場合は画像が得られないため、計測点を特定する方法の開発が今後の技術課題である。

参考文献

- 1) K.Ishikawa, T.Onishi, J.Takiguchi, T.Fujisawa, Y.Amano, T.Hashizume, : "Development of a Vehicle-Mounted Road Surface 3D Measurement System", 23rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction(ISARC), October 3-5, 2006, Tokyo, Japan

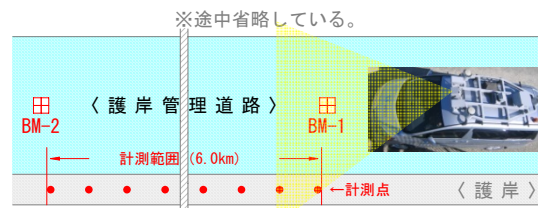


図3 計測手順

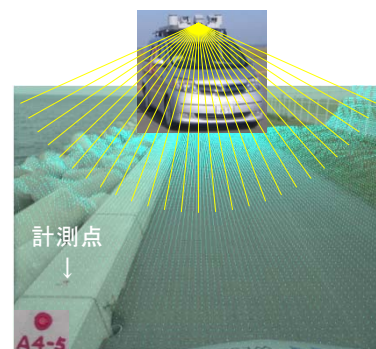
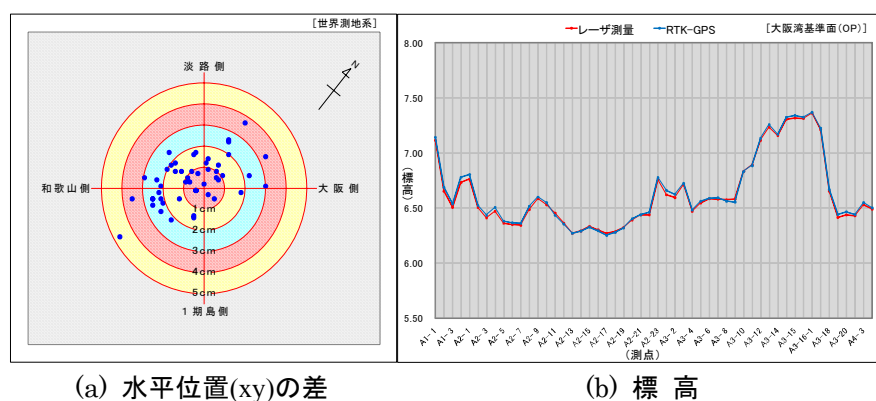


図4 計測イメージ



(a) 水平位置(xy)の差

(b) 標高

図5 従来方法(RTK-GPS 測量)との比較