

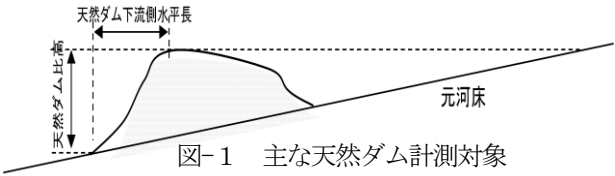
へりによる天然ダム形成確認調査手法の検討

国土技術政策総合研究所 ○水野正樹、西 真佐人
朝日航洋(株) 計測コンサルタント部 渋谷研一、江藤稚佳子

1. はじめに

大規模地震等、天然ダム形成につながる異常現象が発生した場合、へり等により天然ダム形成の有無と規模を迅速に把握し、決壊氾濫による被害を軽減する必要がある。現状のへりからの天然ダム形成確認調査では、手持ちの携行型レーザ計測器で天然ダムを計測することが多い(図-1)。

今回このへりによる天然ダム形成確認調査をより迅速かつ確実にを行うための方法について検討を行った。



2. 計測手法の選定

6つの計測手法について、「迅速性」,「難易度」,「確実性」の3項目で評価した(表-1)。それぞれの項目の評価の考え方は次のとおりである。

「迅速性」:天然ダム形成時には計測結果を短時間で出す必要がある。計測結果の取得時間は、概ね作業工程数に比例することから、作業の工程数で評価した。

「難易度」:天然ダム計測は振動や気流の影響を受けるへりの中で操作することからへり中の作業の難易度、解析作業の複雑さ、及び、調達の難易度を想定して評価を行った。

「確実性」:計測の再現性と精度、必要なデータの取得しやすさを中心に評価した。

その結果、「固定簡易レーザ計測器計測」が最も評価が高く、適した計測手法であった。

表-1 各計測手法の評価結果

システム名	迅速性	難易度	確実性	総合
斜め写真計測システム	評価 ○	評価 △	評価 △	
	工程数 : 2	計測機材の操作性 ○	再現性 ○	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 △	記録性 ○	
	変換作業 無	機材の調達 ○	精度 △	
	解析作業 有		計測作業 ○	
	判読作業 無		解析作業 △	
ビデオ映像計測システム	評価 △	評価 △	評価 △	
	工程数 : 4	計測機材の操作性 △	再現性 ○	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 △	記録性 ○	
	変換作業 有	機材の調達 ○	精度 △	
	解析作業 有		計測作業 ○	
	判読作業 有		解析作業 △	
携行型レーザ計測器計測	評価 ◎	評価 ○	評価 △	
	工程数 : 1	計測機材の操作性 ○	再現性 △	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 —	記録性 △	
	変換作業 無	機材の調達 ○	精度 ○	
	解析作業 無		計測作業 △	
	判読作業 無		解析作業 —	
固定簡易レーザ計測器計測	評価 ◎	評価 ○	評価 ○	◎
	工程数 : 1	計測機材の操作性 ○	再現性 ○	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 —	記録性 ○	
	変換作業 無	機材の調達 ○	精度 ○	
	解析作業 無		計測作業 ○	
	判読作業 無		解析作業 —	
複眼デジタルカメラ計測	評価 ○	評価 △	評価 △	
	工程数 : 2	計測機材の操作性 ○	再現性 ○	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 △	記録性 ○	
	変換作業 無	機材の調達 ○	精度 △	
	解析作業 有		計測作業 ○	
	判読作業 無		解析作業 △	
距離カメラ	評価 ◎	評価 ×	評価 ◎	
	工程数 : 1	計測機材の操作性 ○	再現性 ○	
	計測作業 有	解析作業の複雑度 —	記録性 ○	
	変換作業 無	機材の調達 ×	精度 ◎	
	解析作業 無		計測作業 ○	
	判読作業 無		解析作業 —	

3. 計測試験飛行の実施

3.1 試験した計測システムの構成

「固定簡易レーザ計測器計測システム」(図-4)について、計測試験飛行を実施した。システムのレーザ測距装置は、ヘリコプターの垂直防震架台に固定して搭載した。また、レーザ測距装置と同軸にファインダーの役割を兼ねるビデオカメラを搭載した。機内でのデータ収録とデータ表示にはPCを使用した。

3.2 テストエリア・飛行高度・手順

テストエリアは、宮ヶ瀬ダム周辺で行った(図-2)。飛行高度は、レーザ測距装置の性能から対地高度150m~200mとした。

また、計測試験飛行の手順は次のとおりである。

- ・飛行中は、データ表示を目視で確認。
- ・着陸後に計測データをダウンロードして結果を確認。
- ・別に用意した航空レーザによる2mメッシュのDSMを用いて軌跡下の横断図を作成し、本システムによる計測結果と比較。

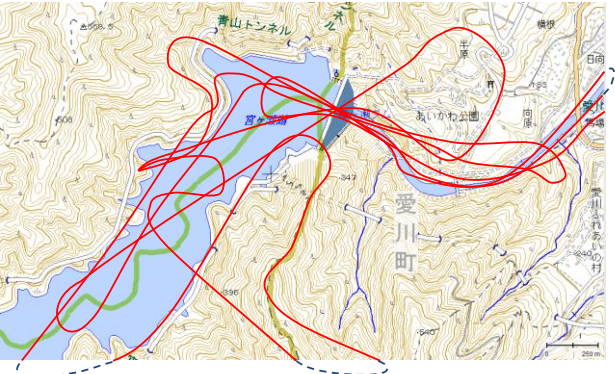


図-2 計測試験の航跡図

4. 計測試験飛行の試験項目と結果

4.1 計測飛行速度

計測に適する対地速度を確認するため、40Kt, 70Kt の対地飛行速度 (1 Kt=1,852m/h) について試験した。ここで、計測パルス頻度は 100Hz (1 秒間に 100 回) とした。

・試験結果：

- 1) 使用したレーザ測距装置では、対地速度が 70Kt と速い場合、測距データの遅れが見られた。データが遅れた際には、断面図上で横に筋状に流れたように PC 表示される (図-3)。速度 40Kt では、計測データが良好で、計測速度として適することが確認できた。

4.2 計測精度

ダムの本体と、周辺地域において、同じ場所の往復飛行計測を行ない、計測精度の確認、及び、繰り返し精度について確認した。

・試験結果：

- 1) ダム本体を往復して計測したところ、共にダム本体の形状が得られた。
- 2) 航空レーザによる 2m メッシュの DSM と試験結果を比較した結果、進行方向に依存するズレが見られた。このズレを進行と逆方向へ手動補正したところ、飛行箇所ではほぼ計測位置が一致した (図-3)。補正後の精度は概ね±5m 以内 (使用した GPS の精度と同じ) であった。このズレは、GPS/ジャイロとレーザ測距装置の同期が取れていないためと考えられる。
- 3) 計測データの一部に、GPS/ジャイロの歳差運動 (ドリフト) 誤差の影響が見られた。

5. まとめ

今回、ヘリによる天然ダム形成確認調査手法を比較選定し、実際に計測試験飛行を行った。

その結果、「固定簡易レーザ計測器計測」が、より迅速・確実な天然ダムの形成確認調査に有効であることを明らかにするとともに、以下のことが確認できた。

- ・計測の際の飛行速度は対地速度 40Kt 以下が適する。
- ・航空レーザによる 2m メッシュの DSM と試験結果を比較した結果、進行方向のズレが生じたが、これを手動補正すると計測位置精度は GPS 精度と概ね一致した。そこで、レーザ測距装置と GPS/ジャイロを同期する機構に改良すれば、計測精度は使用する GPS 装置の精度 (MSAS 補正 DGPS 使用で相対精度±5m) と概ね同じとなると予想できる。
- ・計測した収録データは、着陸後 1 時間程度の作業で、ダムの比高等の諸元を示すことが出来る。

なお一般的に静水面は、鏡面反射によりレーザ計測ができない。

また、レーザ測距装置を複数搭載すれば、天然ダムの越流開始点により近い位置の計測データが取得できる可能性が高まる。(図-4)

今後は、この成果を基に災害対策用ヘリに機器を搭載し、機能向上を図っていきたい。

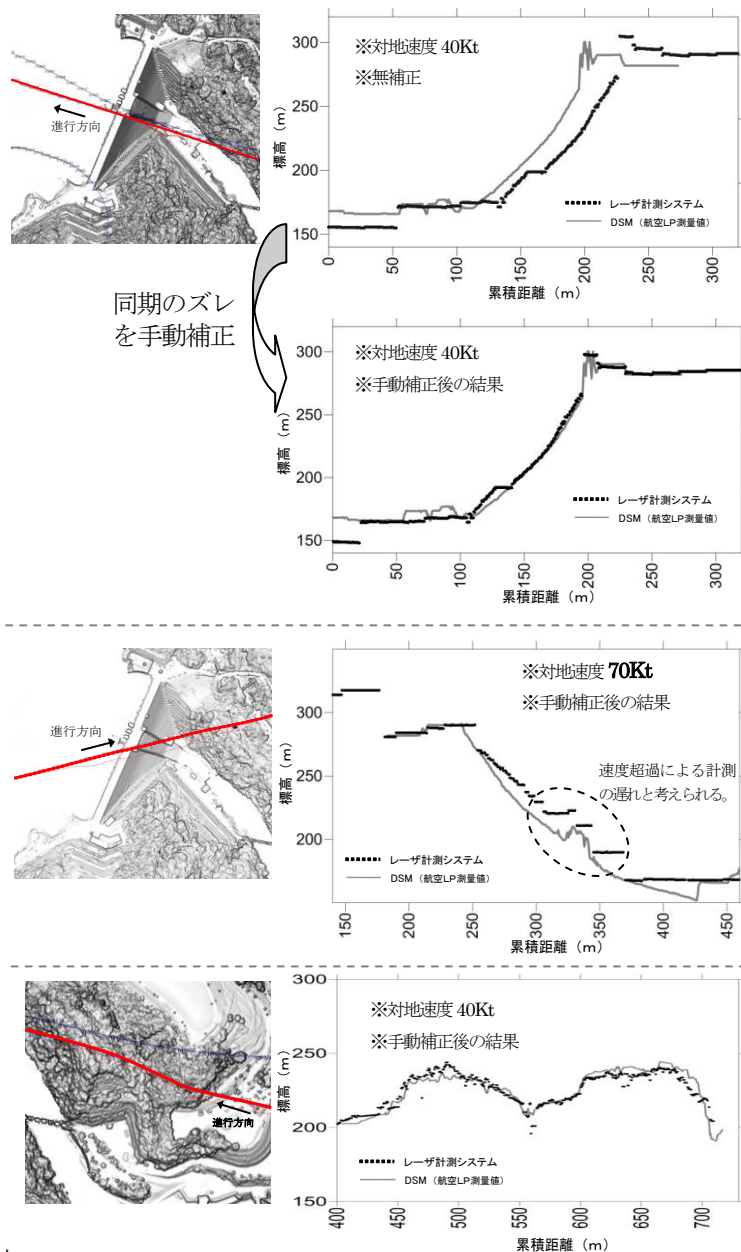


図-3 計測試験飛行結果と DSM との比較

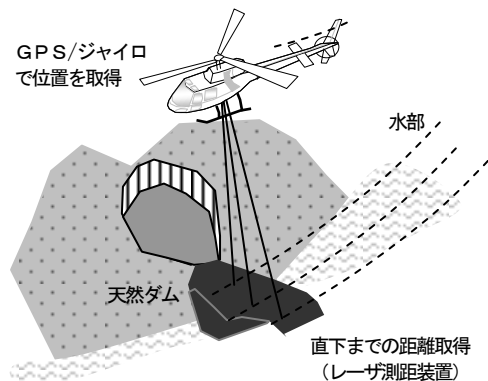


図-4 固定簡易レーザ計測器計測のイメージ