

初動期における天然ダム形状の計測手法について

国土交通省 関東地方整備局 渡良瀬川河川事務所 安齋 徳夫, 儘田 勉, 三雲 浩司^{※1}
 一般財団法人 砂防フロンティア整備推進機構 森 俊勇, 井上 公夫, 渡部 文人^{※2}, ○河合 水城
 朝日航洋株式会社 渋谷 研一

(現所属 ※1: 富士川砂防事務所 工務課、※2: 国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター)

1 はじめに

「土砂災害警戒区域等における土砂災害防止対策の推進に関する法律」が平成23年5月に一部改正（以下、「改正土砂法」という）されたことにより、豪雨や地震に伴って天然ダムが形成された場合には、規模や保全対象の有無によって国土交通省が緊急調査を実施することになる。

本研究では、松田川ダム（栃木県）を仮想天然ダムとして実施した渡良瀬川河川事務所（以下、事務所という）の職員が行ったヘリからのレーザー距離計（以下、「高性能レーザー測距儀」という）による計測、関東地方整備局のあおぞら号に搭載されている簡易レーザ計測システムによる計測およびヘリ調査写真を用いた解析手法（以下、「三次元写真計測」という）による計測結果の比較を行い、各手法の適用性について検討した結果を報告する。

2 計測概要

平成24年10月12日に事務所職員（8名）があおぞら号から松田川ダム（栃木県足利市）を天然ダムと想定して高性能レーザー測距儀による計測を実施した。

高性能レーザー測距儀による松田川ダムの計測ポイントを図-1に示し、計測結果を表-1にとりまとめた。

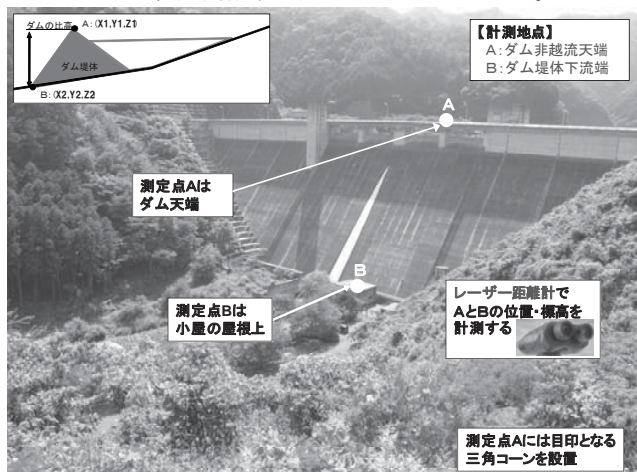


図-1 松田川ダム（栃木県足利市）の計測ポイント

今回の計測結果は、計測ポイントが特定しやすかったことから、計測精度（誤差10m以内が8名中6名）は比較的良好であると言える。

また、上記と同時にあおぞら号による簡易レーザ計測システムによる計測を行うとともに、事務所職員が撮影した写真を用いて三次元写真計測（倉敷紡績（株）の写真解析ソフト）による写真解析を行った。

三次元写真計測とヘリ搭載型簡易レーザ計測システムによる松田川ダムの計測ポイントの位置関係を図-2に示した。

なお、写真解析ソフトは「Kuraves-MD」、カメラは一眼レフ「Canon EOS 5D」を用いた。

表-1 高性能レーザー測距儀による計測結果

計測者	記録者	A: 想定越流開始地点 (天然ダム位置)比高			B: 天然ダムを形成している 土塊の下流末端の比高			天然ダム比高 計算値
		計測値 (m)	誤差 (m)	平均値 (m)	計測値 (m)	誤差 (m)	平均値 (m)	平均値 誤差 (m)
A	C	242	-7.0	246.0	198	-8.0	205.2	40.8 -2.2
		254	5.0		212	6.0		
		244	-5.0		207	1.0		
		236	-13.0		208	2.0		
		254	5.0		201	-5.0		
B	D	254	5.0	255.8	221	15.0	213.4	42.4 -0.6
		258	9.0		207	1.0		
		248	-1.0		210	4.0		
		267	18.0		214	8.0		
		252	3.0		215	9.0		
C	E	255	6.0	247.2	194	-12.0	238.0	9.2 -33.8
		253	4.0		284	78.0		
		244	-5.0		306	100.0		
		244	-5.0		209	3.0		
		240	-9.0		197	-9.0		
D	B	250	1.0	252.8	221	15.0	216.4	36.4 -6.6
		252	3.0		226	20.0		
		256	7.0		216	10.0		
		250	1.0		207	1.0		
		256	7.0		212	6.0		
E	A	241	-8.0	268.0	223	17.0	234.2	33.8 -9.2
		241	-8.0		208	2.0		
		353	104.0		216	10.0		
		246	-3.0		211	5.0		
		259	10.0		313	107.0		
F	G	231	-18.0	233.5	192	-14.0	245.5	-12.0 -55.0
		236	-13.0		299	93.0		
G	F	236	-13.0	243.3	206	0.0	204.7	38.6 -4.4
		237	-12.0		205	-1.0		
		250	1.0		203	-3.0		
H	C	250	1.0	251.3	208	2.0	209.0	42.3 -0.7
		257	8.0		213	7.0		
		245	-4.0		206	0.0		
平均値		249.7			220.8			28.9 -14.1
松田川ダム 設計図値		249.0			206.0			43.0

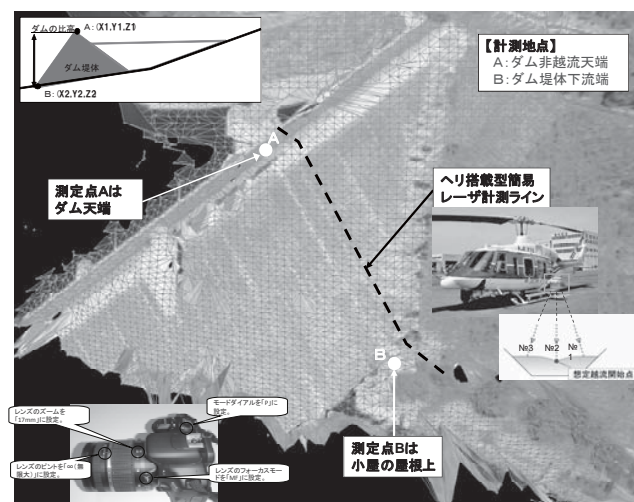


図-2 三次元写真計測と簡易レーザ計測のポイント
 (網掛けした範囲は三次元写真計測の3次元解析図)

3 計測手法の比較

これら3手法による計測結果を図-3に示すとともに、想定した天然ダム比高差の算出値を表-2に示した。

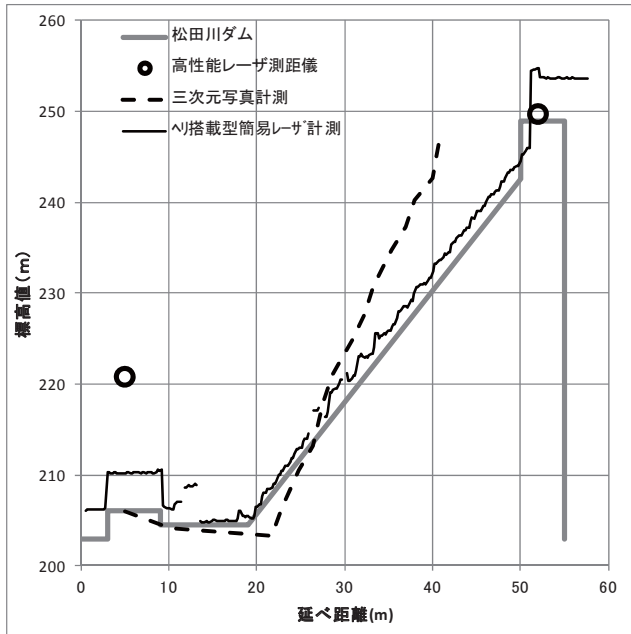


図-3 各計測手法による計測結果(縦断形状)

表-2 各計測手法によるダム比高値の比較

計測手法	越流開始点(標高)	下流端(標高)	ダム比高(m)	誤差(m)
高性能レーザー測距儀	249.70	220.80	28.90	-14.10
三次元写真計測	247.48	206.00	41.48	-1.52
ヘリ搭載型簡易レーザー計測	253.67	210.26	43.41	0.41
真値(松田ダム)	249.00	206.00	43.00	-

表-3には、各計測手法の処理時間、容易性および計測精度に関する特徴をとりまとめた。

表-3 各計測手法の特徴

計測手法	高性能レーザー測距儀	三次元写真計測	ヘリ搭載型簡易レーザー計測	備考
処理時間	数分程度	1時間程度	45分程度	
容易性	非常に容易	熟練が必要	熟練が必要	
計測精度	±10m程度	±5m程度	±3m程度	相対位置

各計測手法による天然ダム比高の算出値を比較した結果、ヘリ搭載型簡易レーザー計測システムによる算出値(誤差0.41m)の精度が最も良好であり、次いで三次元写真計測による算出値(誤差1.52m)であることから、これらの計測手法が十分な精度を有していることが分かった。

三次元写真計測による写真処理作業(写真入手後の天然ダム比高の算出まで)やヘリ搭載型簡易レーザー計測システムの計測結果の処理作業(対象ポイントの補正、天然ダム比高の算出まで)は、概ね1時間程度になるようにするための練習は必要であるが、迅速性及び速報性の確保を十分図ることが可能であることも分かった。

また、ヘリ搭載型簡易レーザー計測システムは国土交通省の他地整の防災ヘリにも設置可能であり、河道閉塞時に防災ヘリが出動する場合は計測データの取得が容易に行えることになる。

「土砂災害防止法に基づく緊急調査の実施の手引き(河道閉塞による土砂災害対策編):H23.4」によると、初動期における被害の生じるおそれのある区域および時期の想定に関する調査時の天然ダム比高などの調査手法は「レーザー距離計を用いて計測することを基本とする」としていることから、今後は高性能レーザー測距儀による計測の補助的な手段として、三次元写真計測およびヘリ搭載型簡易レーザー計測手法が有効であると考えられる。

4 おわりに

高性能レーザー測距儀により天然ダムの高さ等を計測することが平成23年9月の台風12号による河道閉塞時に行われており、実績があるものの同手法では「計測ポイント」が固定しづらく再現性が低いこと、計測誤差が出やすいこと、計測精度の向上には訓練による経験や慣れが必要なことが分かっている¹⁾。

本研究では河道閉塞時の初動期緊急調査手法として、「三次元写真計測」と「ヘリ搭載型簡易レーザー計測手法」の適用性を検討し、その手法が高性能レーザー測距儀の計測結果をチェックする補助的な手法として有効であることが確認できた。

今後は、高性能レーザー測距儀による計測と合わせて、三次元写真計測による計測の実施手順(写真撮影、解析手順等)をとりまとめた、分かりやすい手順書を作成するとともに、初動期緊急調査時における計測手法の訓練(レーザー距離計や三次元写真計測による計測手法を併用)を実施することにより、実効性のある手法にしていくことが必要であると考えている。

参考文献

- 1) 内田太郎、吉野弘祐、清水武志、石塚忠範、小竹利明：長距離レーザー距離計を用いた天然ダム形状の計測、土木技術資料、第53巻、第5号、PP.22~25、2011
- 2) 水野正樹、岡本敦、鈴木啓介、鶴巻和芳、渋谷研一、江藤藤千佳子：ヘリ搭載型簡易レーザー計測システムによる天然ダム形状確認調査について、平成24年度砂防学会研究発表会概要集、PP.512~513、2012