

天然ダム形成時の監視手法に関する検討

(独) 土木研究所 栗原淳一, 桜井 亘, 田方 智
日本工営(株) 森島成昭, ○村松広久

1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日, 新潟県中越地方で最大震度 7, マグニチュード 6.8 の地震が発生した。この地震に伴って, 流域内には本支流あわせて大小 30 箇所以上で天然ダムが形成された¹⁾。今回はあまり大きな被害は生じなかったものの, 天然ダムが決壊した場合には下流に土石流や段波状の洪水が流下し, 甚大な被害を及ぼす危険性が高い。ここでは, 大規模な天然ダムが形成された場合に早急に実施すべき監視手法の検討, ならびに天然ダムの侵食状況の計測に関して計測機器の性能に関する屋外試験を行ったのでここに報告する。

2. 天然ダム形成時の監視手法

ここでは, 天然ダムが形成された場合に取り扱う対象を図-1 に示すように大きく「崩壊部」「閉塞部」「湛水部」に分け, それぞれについて主に監視・観測すべき現象を整理した。監視・観測すべき事項を図-1 内の表に示すが, 特に重要な項目である①概況調査, ②湛水位, ③湛水部への流入量, ④閉塞部の侵食状況について以下に述べるとともに, 侵食状況の把握に関する屋外試験について詳細を述べる。

(1) 天然ダム全般の概況把握

天然ダムの規模・形態・湛水範囲等, 天然ダム全般の状況を把握することを目的に現地踏査やヘリコプタ, 監視カメラによる調査を実施する。現地踏査やヘリコプタ調査時に無線 LAN ハンディカメラや画像伝送装置を用いることでリアルタイムでの情報交換が可能となる。

(2) 湛水位の監視・観測

湛水位は投げ込み式の水圧式水位計による自動観測や水位標を設置して目視により観測する方法, 測量機器を用いて基準面と水面の比高差を計測する方法等が考えられる。

(3) 湛水部への流入量の把握・監視

越流開始や上流部の浸水被害発生までの時間を予測するためには湛水部への流入量の把握が必要である。直接的に流入量を把握するためには, 流速計等の設置が考えられるが, 緊急の場合, 浮子やビデオカメラ等による流量観測が挙げられる。また, 間接的に湛水部の水位変化と地形図を用いて単位時間当たりの湛水量の変化から流入量を求め, 越流までの

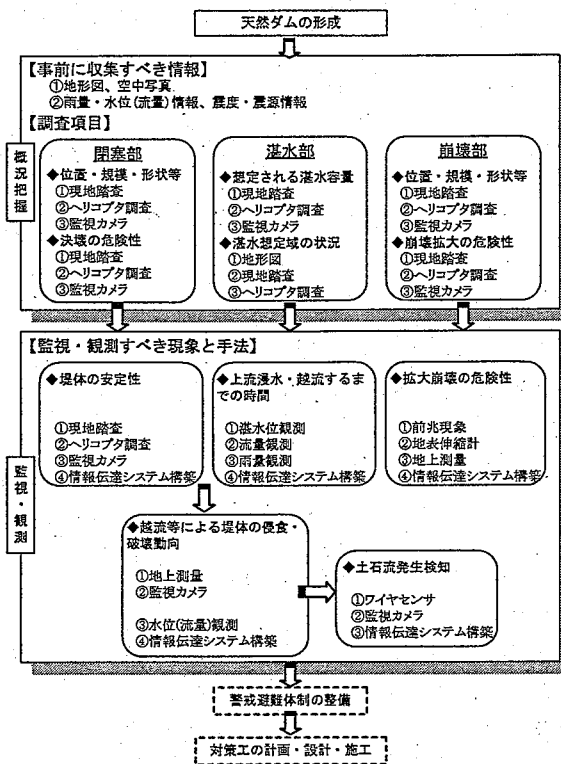


図-1 天然ダム監視・観測の全体フロー

時間を次のように算出することができる。

$$\text{越流までの時間} = \frac{\text{湛水部の空き容量}}{\text{流入量}}$$

ここで, 空き容量を求めるために天然ダム形成前後の地形図が必要となる。形成後は航空レーザ測量等の利用が有効であるが, 形成前の詳細な地形データの入手が課題となる。

(4) 越流による堤体の侵食速度

湛水部からの越流水により閉塞部の下流側では侵食が進行し, 天然ダム決壊の可能性が高くなるため, この状況を監視する。主に, 地上レーザ計測などによる定量的な観測や監視カメラによる定性的な観測が挙げられる。

3. 侵食状況の計測に関する現地試験

地上レーザ計測機器等を用いた侵食状況の把握に関して, 土木研究所構内に小盛土(約 4×4×1m)を設けて現地試験を行った。まず, 小盛土の前面中央部を幅 50cm, 長さ 1.5m 程度で掘削し(当初侵食), そしてさらに幅 1.5m, 長さ 3.5m 程度に拡大させ(拡大侵食), それぞれの形状の計測を行った。計測に用いた

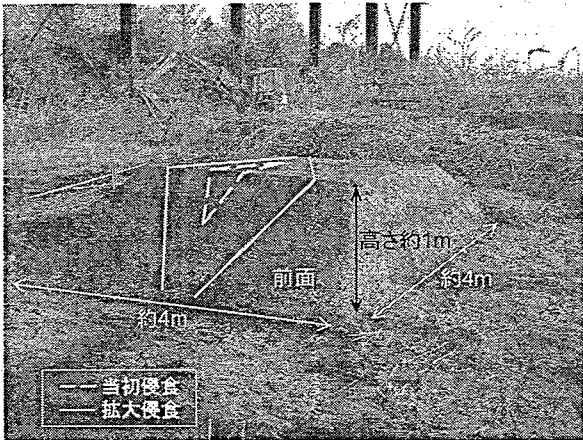


図-2 小盛土と侵食形状の概要

機器は、閉塞部に直接立ち入ることなく遠隔から侵食速度や量を把握することを考え、地上レーザスキャナ(以下、地上LPとする)、トータルステーション(ノンプリズム型)(以下、TSとする)、デジタルコンパス(簡易レーザ)、距離計とした。これらの機器を小盛土から130m~160m離れた位置に設置し、計測を試みた。表-1に計測結果の一覧を示すが、地上LPやTS、デジタルコンパスは非常に良い精度で距離の計測が可能であるが、距離計はやや精度が落ちる結果となった。計測不能となった主な原因は、地上LPやTSはレーザ光の入射角が13~16度以下と浅いためレーザを反射しづらいこと、デジタルコンパスや

表-1 各計測機器による計測結果

機器種別	計器設置箇所と盛土までの距離	盛土本体前面までの距離計測	当初侵食奥行き長の計測	拡大侵食奥行き長の計測	備考
地上レーザスキャナ	159.85m	正值との差 0m	正值との差 -0.03m	正值との差 -0.19m	・レーザ光の入射角が15°程度以下の場合反射しづらい。
トータルステーション(ノンプリズム型)	129.94m	正值との差 -0.03m	正值との差 -0.22m	計測不能	・160m離れた地点では計測不能 ・レーザ光の入射角が15°程度以下の場合反射しづらい。
デジタルコンパス(簡易レーザ)	129.94m	正值との差 +0.06m	正值との差 -0.41m	計測不能	・望遠鏡の倍率が小さく、端点の視準が不能
距離計(簡易レーザ)	159.85m	正值との差 +2.15m	計測不能	計測不能	・望遠鏡の倍率が小さく、また手ぶれにより端点の視準が不能

表-2 侵食状況把握のための計測機器の適応特性

機器種別	長所	短所	現実的な適用距離*	計測精度*
地上レーザスキャナ	・侵食量を3次的に捉えることができる。 ・長距離かつ高精度に計測できる。 ・夜間の計測が可能である。	・計測機器が高価である。	1.5~200m	数十cm以下
トータルステーション(ノンプリズム型)	・長距離かつ高精度に計測できる。	・3次的な形状、侵食量の把握には別途計算が必要である。	1.5~150m	数十cm以下
デジタルコンパス(簡易レーザ)	・トータルステーションの簡易版であり、斜距離、高度角および水平角の計測が可能である。 ・携帯性に優れる。	・地上レーザスキャナやトータルステーションに比べ、精度が劣る。 ・3次的な形状、侵食量の把握には別途計算が必要である。	1.0~150m	数十cm以下
距離計(簡易レーザ)	・携帯性が最も優れる。	・他機器に比べ精度が劣る。 ・距離のみの計測となる。	10~150m	1~2m

*: 今回の現地試験に用いた計器の場合

距離計は望遠鏡の倍率が低いため端点を視準できないことであった。

表-2に各計測機器の適用特性を示す。より高い精度が求められる場合や侵食量を厳密に把握する場合には地上LPやTSを用いることが望まれるが、±1m程度の精度で侵食奥行き長などを把握したい場合には、携帯性に優れるデジタルコンパスや距離計の活用が有効である。ただし、実際の天然ダムを形成する土砂は暗色系であり表面の形状も複雑であるため、レーザ光は反射しづらく公称値より適用可能距離は低くなることに注意が必要である。

4. おわりに

2004年10月の中越地震で発生した天然ダムを参考とし、天然ダム形成時に監視すべき項目や監視方法について整理した。そして、越流による堤体の侵食状況を把握するための各地上測量機器について、小規模な盛土を対象に適用性を検討した。

今後は、ここで検討した結果を基に監視・観測マニュアルとしてとりまとめる予定である。

参考文献

- 1) 川邊ほか:2004年新潟県中越地震による土砂災害(速報), 砂防学会誌, Vol.57, No.5, p.39-46, 2005