

フィルダムの安全管理のための外部変形重要計測点の選定

独立行政法人土木研究所 正会員 山口嘉一、正会員 ○小堀俊秀、正会員 池澤市郎
国土交通省 東北地方整備局 最上川ダム統合管理事務所 岩瀬秀一、矢ノ目健一

1. はじめに

フィルダムの安全管理のための計測の中で、外部変形の計測は、堤体全体の挙動を評価でき、河川管理施設等構造令¹⁾にも規定されている最も重要な計測項目の一つである。近年、築堤後長期間が経過し、堤体の挙動が安定した管理フィルダムの数が増える中で、外部変形については測量による計測の煩雑さや、地震後等の迅速な計測ができないなどの課題がある。このような課題を解決するために、GPS 等の高精度の自動変位計測機器を用いたフィルダムの外部変形計測についての提案がなされている²⁾。本研究では、フィルダムの外部変形計測への、高精度の自動変位計測機器の効率的かつ効果的な適用を目的として、重要計測点選定の方法について検討を行う。

2. フィルダムの外部変形計測の現状

フィルダムの外部変形計測は、堤体の天端およびり面に適切な間隔の測線により格子を組み、各格子点に設置された測量用の標的(写真-1 参照)の水平および鉛直方向の変位量を光波測量および水準測量により測定することにより行われている。計測頻度は、ダムの試験湛水中の期間(第Ⅰ期)は1回/週、試験湛水の終了からダムの挙動が安定した状態に達するまでの期間(第Ⅱ期)は1回/月、ダムの挙動が安定状態に達した後の期間(第Ⅲ期)は1回/3月実施している。この光波および水準測量によるフィルダムの外部変形の計測方法については、従来から、計測や結果の整理に要する時間が比較的長く、大規模地震後などの非常時において直ちに計測する必要があるが生じて、計測に要する時間や費用的な負担から必ずしも迅速に対応できていない、などの課題があった。



写真-1 フィルダム堤体下流側の可動標的



(a) 堤体法面での設置 (b) ダム天端での設置

写真-2 フィルダム外部変形計測用 GPS センサー

このような課題を解決する一つの手段として、写真-2に示す、GPS 等の高精度の自動変位計測機器を用いたフィルダムの安全管理手法の提案²⁾がなされている。GPS 計測によるフィルダムの外部変形計測は、従来の光波・水準測量と同等ないしはそれ以上の精度が確保できることが明らかになり²⁾、かつ、GPS センサーの天端設置方法についても改善され実用的な計測精度が確保できるようになった³⁾。

そこで、挙動の安定した第Ⅲ期のフィルダムの外部変形計測を対象に、従来の光波・水準測量から GPS 等の高精度の自動変位計測機器による計測に全面的に移行、ないしは自動変位計測機器による計測を主、従来の光波・水準測量を従とすることを円滑に推進するために、重要計測点選定の方法について検討を行った。

3 外部変形計測の重要計測点の選定

3.1 選定条件

安全管理の第Ⅲ期における、外部変形計測の重要計測点の選定方法について、設計・施工資料(工事誌、基本設計会議資料など)、試験湛水結果、常時の計測結果等の資料を用いて、以下の項目について整理を行う。

基本的に削減できないと考えられる測点を表-1 に示す。ダムにおける最も重要な測点(線)としては、ダム天端の測線、標準(最大)断面付近が挙げられる。これは、堤体および基礎岩盤のダム軸方向・ダム上下流方向の全体的な挙動が効果的に把握できると考えられるためである。また、標準断面には外部変形計測測点の他に多種多数の計器が埋設されているため、外部変形で特異な挙動を示した場合にその妥当性の検証を様々な観点から行うことができる。

設計・施工資料等より、条件によっては削減できないと考えられる測点を表-2 に示す。選定箇所として、地形の急変点付近や、断層などの弱層が幅広く分布する範囲(箇所)、基礎岩盤の変形性の硬軟が極端な箇所が挙げられる。これらの箇所では、不等沈下の可能性があるためであるが、特に設計時に岩盤の変形性が問題になった箇所は注意が必要である。

湛水中の計測結果より、条件によっては削減できないと考えられる測点を表-3 に示す。選定箇所として、安定までに相対的に時間を要した箇所、一時的に比較的大きな変形の累積が見られた箇所等が挙げられる。これは、地震時や洪水時の急激な水位上昇時に安全管理上問題となりうる特異な挙動を示す可能性があるためである。

3.2 選定結果の例

国土交通省東北地方整備局が管理する S ダムにおける選定結果の一部を示す。S ダムは、堤高 112.0m、堤頂長 510.0m の中央コア型ロックフィルダムである。1989 年に完成し、現在安全管理の第Ⅲ期である。平面図を図-6 に示す。

選定結果の例として、表-3 内に示す、地震時や洪水時等に

表-1 削減できないと考えられる測点

調査資料	条件	イメージ
-	天端の測線は残す。(図-1 内の A 参照)	
-	標準(最大)断面(あるいは付近断面)は残す。(図-1 内の B 参照) 谷幅が広い場合は、複数測線残すことも検討する。	

図-1 ダム天端、ダム軸方向

表-2 条件によっては削減できないと考えられる測点(設計・施工資料より得られる情報)

調査資料	条件	イメージ
設計・ 施工資料 (工事誌、基本設計会議資料等)	ダム縦断方向における地形(掘削面)の急変点付近は残す。	
	断層などの弱層が幅広い範囲(箇所)、変形性の硬軟が極端な箇所。	

図-2 地形の急変点

図-3 変形性の高い弱層

表-3 条件によっては削減できないと考えられる測点(計測結果より得られる情報)

調査資料	条件	イメージ
試験湛水 結果 常時の計測 結果	変形安定までに他地点より時間を要した箇所(図-4 参照)	
	地震時や洪水時等に一時的に比較的大きな変形の累積が見られた箇所(図-5 参照)	
	ダム軸平行測線、上下流測線の変形について注意を要するような結果が見られる測線上の点	
	試験湛水時・後のすべての計測機器のデータ整理結果より得られた懸念事項	

図-4 安定に時間を費やした箇所

図-5 一時的に大きな変形が見られる箇所

一時的に比較的大きな変形の累積が見られた箇所の選定例を図-7に示す。データは図-6のNo.20測線上における6測線について例示している。ダムの試験湛水中(第I期)の貯水低下時(試験湛水中の貯水位低下幅および低下速度はかなり大きい)において、図中の破線円に示す上流側(貯水池側の)M37点が大きく沈下が推進しており、一時的に比較的大きな変形の累積が見られた箇所として抽出することができる。

上流測点の沈下量が他に比較して大きいのは、貯水位が降下する際の沈下の進行に起因しており、いわゆる水締め現象と想定される。この結果、全ての上流側測点について、下流側測点と比較し変形挙動が安定状態に至るのに時間を要しており、沈下量は現時点でも緩やかに進行している。

なお、Sダムでは、表-2に示す条件について検討の結果、重要測点は選定されなかった。

上記に示すように、対象ダムの重要計測点選定を行う。本研究の成果により、高精度な自動計測機器を的確に配置することにより、フィルダムの外部変形計測の高度化・合理化に繋がると考えられる。

参考文献

- (財)国土開発技術研究センター編:改定 解説・河川管理施設等構造令、山海堂、pp.95-97、2000年1月。
- 山口嘉一、小堀俊秀、横森源治、大野 誠、岩崎智治:GPSを用いたフィルダム外部変形計測に関する一考察、ダム工学、Vol.15、No.2、pp120-136、2005.6。
- 横森源治、中園幸樹、山口嘉一、小堀俊秀、池澤市郎、清水公二、岩崎智治、飯島功一郎:フィルダムの安全管理のための天端埋設型GPSの適用性検討、平成18年度土木学会西部支部技術発表会、土木学会西部支部、CD-ROM III-107、2007.3。

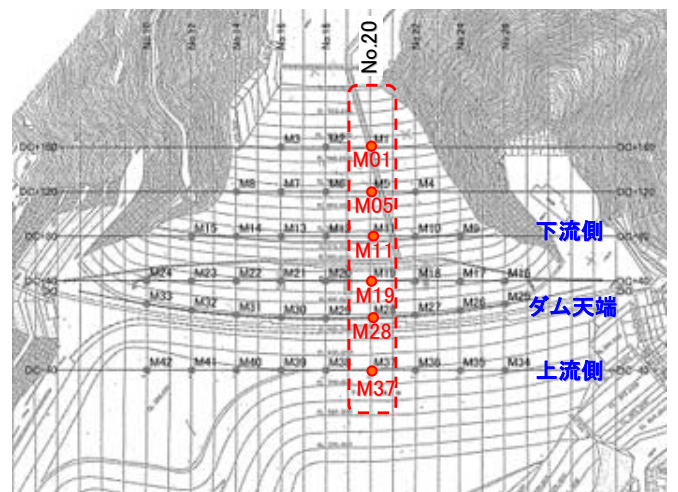


図-6 Sダム平面図

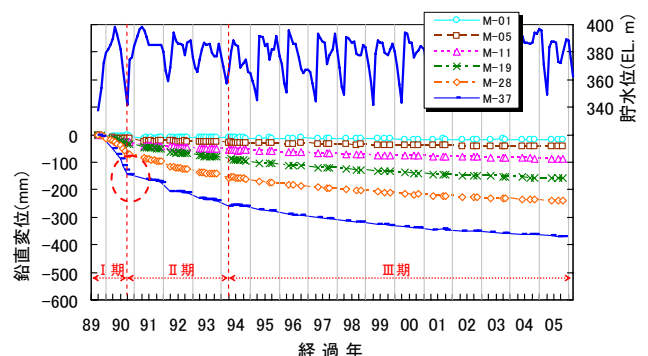


図-7 選定結果の例(大きな変形の累積)