

黒部ダムの挙動測定について

関西電力建設部次長

正会員 横田潤

ダム保安課長

正会員 〇十田実

ダム保安課副長

正会員 丹羽武彦

1. まえがき

ダムの挙動を測定してその結果を評価することは、仮定の多いダム設計条件とか設計方法の改善に役立つばかりでなく、施工中はもとより、完成後のダム安全管理にも欠かすことは出来ない。特に超高ダム、経験の少ない形式のダム、基礎に弱点があるダム等ではかなり充実したダム測定を行うことが必要である。黒部ダムにおける測定も他のダムの測定と目的を異にするものではないが、建設当時の各種の条件は、同ダムにおける測定の比重を特に大きいものとした。その理由は計画当初の状況として、高さ186m、堤頂長さ00mの大アーチダムは、我国のダム建設の実績からみて我々の経験的判断を超越した飛躍的な規模であったこと、地形地質の条件もあまり恵まれていないことから、設計施工に最善をつくした後にも湛水過程におけるダムおよび基礎の挙動について、綿密な計測を行って厳密な安全管理が行われるべきであると考えられたからである。したがって、同ダムにおいては完成後かなり長期的な計画のもとに堤体コンクリートおよび地山内部の変形、応力、間隙圧などの変化を世界的にも前例をみないほど多くの計器を以て計測しつつ湛水を進めた。

2. 測定対象と手法

ダム建設にとりかかる当時の測定計画は、その対象がほとんどダム自体に限られ、その応力、変位、継目の開き等の設計値との比較が主眼であった。その後、岩盤掘削によって判明した地質条件からダムの形状変更が行われ、更に基礎岩盤の現地試験、岩盤変形特性を加味したダム模型実験等の結果から、測定対象をダム自体だけでなく基礎岩盤にも拡張、かなり広範囲にわたり、その荷重の変化に伴う岩盤の変形状態を調べるように計画の変更を行った。

黒部ダム測定項目は、次に示すごときものである。

- (1) 荷重の測定；貯水池水位、貯水池水温、気温。
- (2) 水平変位の測定；ベンジユラム、（中央片持梁および基礎岩盤）、精密三角測量、視準測量、岩盤変位計。
- (3) 鉛直変位の測定；精密水準測量、水管式傾斜計。
- (4) 角変位の測定；水管式傾斜計。
- (5) ダムのひずみ、応力、温度の測定；ひずみ計、応力計、温度計。
- (6) その他の測定；継目計、断層変位計、浸透水流の測定、ダムコンクリートの力学的特性に関する測定。

3、測定プログラム

測定プログラムは、測定の種類によって異っており、一定のプログラムにそって、測定を実施しているが、水位変動が著しいとき、および測定データに疑問があるときは、さらに短い時間間隔で測定を実施する。

4、測定結果

黒部ダムでは、測定結果を解釈するために、種々の数値解析的な検討を行った。その内で、従来最も広く用いられている三成分調整による応力解析の結果（今後、単に計算値と言う）と、測定値とを比較検討した結果の一部について述べる。

(1) ダムクラウンの応力

主応力、断面力について、クラウンにおける中間標高の水平曲げモーメントを除いて、両者（測定値と計算値のこと、今後両者と記す）は、全てよく一致している。

(2) ダムアバットメントにおける応力

主応力の方向は、両者がよく一致しているが、主応力の大きさについては、下流側において測定値が計算値に比し大きい。ところが断面力にして両者を比較すると一致すること、および断面中央における実測応力が小さいことより、アバットメントにおける断面内の応力分布が理論計算で考えているように、直線分布でないことを示すものである。

アバットメントにおける測定値、および計算値の合力は比較的一致している。

(3) 中央片持梁のたわみ

中央片持梁のたわみは、ダムおよび基礎の挙動を総合して反映するので、ダム測定の中で最も基本的なものとされている。黒部ダムでは、このたわみを半径方向、接線方向の2方向に分けて考察している。ペンジュラムの位置が構造物の中心よりやや右岸よりのため、接線方向たわみが測定されているが、その量はごく僅かである。

半径方向たわみには、種々の要素が関与しているが、黒部ダムでは、水圧荷重、温度荷重、基礎岩盤およびコンクリートのクリープ、季節的に変化する地山の間隙圧の影響を考慮して計算したたわみと、測定値は比較的良好一致する。

上記の季節的に変化する地山の間隙圧によるたわみ変化は、年間約15mmの周期的なもので、雨期にダムが上流側へ押される。この現象は、ダムクラウン中間標高の水平曲げモーメント、岩盤内のペンジュラムなどの測定データに顕著にあらわれている。

(4) ダムアバットメントの変位

ダムアバットメントの変位は、岩盤内ペンジュラム、岩盤変位計により求めることができる。ただし、ペンジュラムでは最深点、岩盤変位計では最遠点を固定と考えているが、同ダムのような大規模なダムでは、固定点の移動も考慮する必要がある。ダムアバットメントの変位の測定値と計算値を比較した場合、測定値の精度を考えれば、両者は比較的良好一致していると言える。

以上、測定値と計算値と比較検討した結果の一部を述べたが、全ての測定値を計算値と比較検討した結果、黒部ダムの測定データは、全て弾性的な挙動を示しており、同ダムは、全く、安全な状態にあると考えられる。