

IV-7. 「既設ダムプラムライン装置」新設工事の事例

青葉工業(株) ○山田 千尋
青葉工業(株) 加藤 守人

1. はじめに

完成から期間の経過した既設ダムでは、経年劣化や地殻変動による堤体への影響を把握するため、季節変動・貯水影響と異常値の分離が可能な観測体制（プラムライン等の設置）を確立する必要がある。プラムライン装置を設計することで、安全管理上必要とされる堤体変位の観測設備を充実させることができ、現状の課題や問題点を抽出・整理したうえで、異常値の分離や変位量が基準値を超えるおそれがあることの早期発見が可能となる。

2. プラムライン装置

プラムライン装置とは、水圧や地盤の変形などによりダム堤体に生じるひずみを測定し、ダムの安全性を確認する計器である。プラムライン装置には、ノーマルプラムライン装置とリバースプラムライン装置がある（図-1）。

ノーマルプラムライン装置は、掘り下げ装置で固定した上端から、下端に重錘（コンクリートや鉄板などの重り）を吊したもので、ダム堤体の上部と底部の相対変位量から、たわみを測定するものである。

リバースプラムライン装置は、基礎岩盤の変形が無いと考えられる不動岩盤に固定し、上端をフロート装置で引っ張ったもので、ダム堤体の底部と基礎岩盤の相対変位量から、水平変位量を測定するものである。

本発表では、既設ダムにおけるノーマルプラムライン装置の施工事例について紹介する。

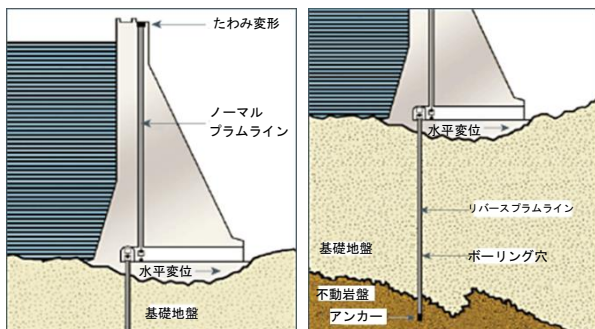


図-1 ノーマルプラムライン装置(左図)及び
リバースプラムライン装置(右図)¹⁾

3. 施工内容

ノーマルプラムライン設置工事は、堤体掘削工事（ダムコンクリートの削孔工事とハンドホール掘削）と、堤体観測設備設置工事（監査廊内とダム管理事務所内の計測機器の組立・設置と配線工事）からなる。

(1) 堤体掘削工事

本工事における削孔仕様は、掘削孔径φ245mm、削孔深度61.8mであり、プラムラインとしてφ150mm ステンレス管を使用した。プラムラインは鉛直に入れる必要があるため、ボーリング孔の仕上がりはほぼ鉛直（削孔精度：0.1°以下）で、かつ、想定最大変位量が測定可能な孔径を有していなければならない。本工事での削孔精度は、孔底での孔曲がりの幅を107mm以下に抑える必要があった。ボーリング削孔工事では、対象となる地質とボーリング機械の条件から必ず孔曲がりが生じる。このため、プラムラインの設置では、極力孔曲がりを抑制する必要がある。孔曲がり調査は、日当り掘進長（1m～2m）毎に釣り糸と浮きを用いた孔曲がり測定器を用いて実施した（図-2）。測定原理は次の通りである。

- ・孔内を水で満たし、ウエイトに釣り糸を付けた浮きをワイヤーで降ろす。
- ・浮きが、孔口の口切り固定リングにセットした孔曲がり測定板の中心にあれば、孔曲がりは無く、浮きがどちらかに寄っている場合は、その方向とズレ幅を測定する（写真-1）。

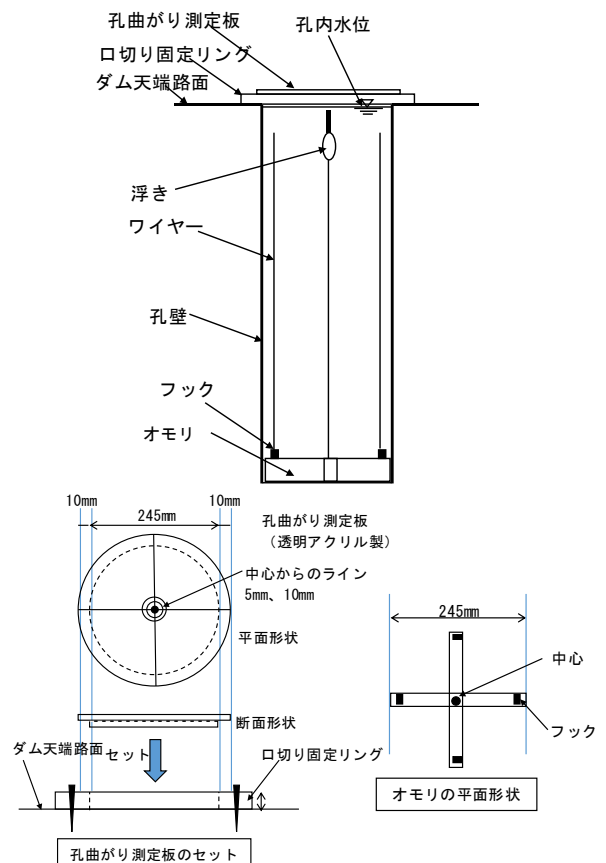


図-2 孔曲がり測定概念図

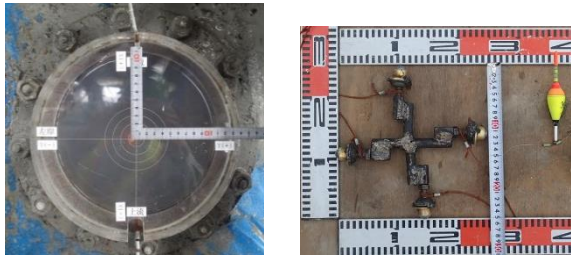


写真-1 孔曲がり測定板による測定状況及び測定器

孔曲がり調査の結果、偏心量が大きい場合は、H鋼架台上のボーリングマシン位置を微調整して補正削孔を行った。

本工事では61.8mの削孔が予定されており、ダム天端からの削孔において、孔底が監査廊に到達するとコアが落下することや、削孔水が監査廊内に流出するおそれがあった。そのため、61.0mまで削孔した時点でダム天端からの削孔は完了とし、この際の偏心量の測定値は24.6mmであった(図-3)。

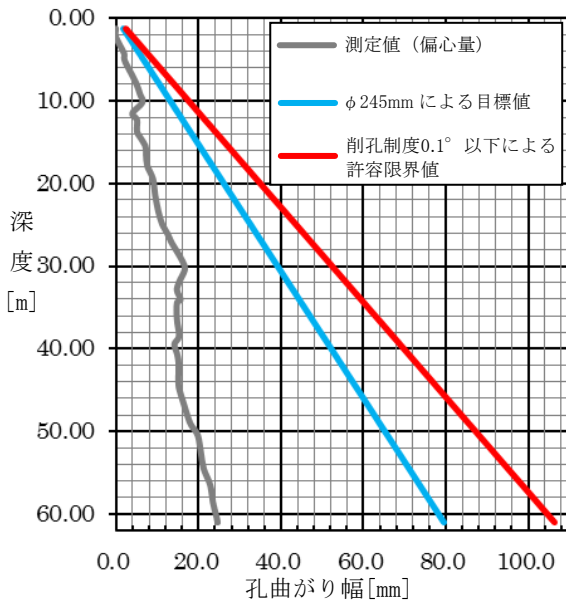


図-3 孔曲がり調査による偏心量

ボーリング孔内に残っている削孔水をベラーによって汲み上げた後に、監査廊天端から上方へコアドリルを使用してφ100mmの径で複数箇所迎え掘を行うことで、ダム天端からの削孔箇所と合わせて削孔を完了した。

削孔が完了した後はプラムラインとしてφ150mmのステンレス管を建て込み、その周囲に無収縮のセメントミルクを充填した。充填したセメントミルクが固まった後に、上部にハンドホールを設置して堤体掘削工事を完了した。

(1) 堤体観測設備設置工事

ノーマルプラムライン装置は、堤体天端に設置するワイヤー巻上げ機、堤体天端から監査廊間に削孔したボーリング孔内の測定ワイヤー、監査廊内に設置するたわみ

検出装置等(写真-2)と、ダム管理棟に設置するたわみ変換表示装置(PC等を含む)から構成される。監査廊内のたわみ検出装置からの測定信号は、光送信装置により光信号に変換して管理棟へ送られる。管理棟に設置されたたわみ変換表示装置により電気信号に変換されてから、PC内のハードディスクに記録されて、レーザープリンターで出力される。

たわみ検出装置は精密部品が使用されていることから、計測室は極力温度変化が小さく、ほこり等の付着が少ない環境にすることが重要である。さらに、機器には防湿処理を施されているものの湿度の低い環境が望ましく、変位の計測精度を0.1mmに確保するためには、監査廊内のわずかな風の影響も避ける必要がある。これらのことから、たわみ検出装置には防湿・風除用隔壁を設置し、外的要因による測定のずれをできる限り排除することが重要である。



写真-2 ノーマルプラムライン装置のうち
監査廊内のたわみ検出装置

4. おわりに

プラムライン装置を設置することにより堤体変位挙動を継続的に観測することができるようになり、得られたデータからダムの貯水位や外気温などの外的要因を考慮したうえで標準的な堤体変位挙動の予測式を設定することができる。その予測式から一定範囲外れた値が観測された場合には異常値として判断する方法が考えられる。

本工事は大口径の深掘ボーリングで、かつ、削孔精度の厳しい施工ではあったが、偏心量を目標値以内に収めたうえで、無事にプラムライン装置を設置することができた。今後も高い精度が要求される鉛直ボーリングで有効であることを確認した孔曲がり管理手法を他の同種工事でも活かし、安全で品質の高い業務を目標に社会に貢献できるように努めていきたい。

《引用・参考文献》

1) タマヤ計測システム:「プラムラインシステム」

<http://tamaya-technics.com/dam/> (確認日:2017.8.5.)