

鉄管路斜面の動態監視システムの構築

鉄管継目の変位と変位速度の管理値による動態管理手法

Establishment of a Movement Monitoring System for Oblique Iron Pipe Conduits

Movement Control Method, Using Caution Criteria for Displacement and Rate of Displacement of Iron Pipe Joints

(長野支店 飯田電力センター 南向ダム管理所)

水力発電所の鉄管路において地滑りが確認され動態監視が行われている地点は全社で5地点ある。この度、既存の動態監視システムの更新に伴い、変位と変位速度の両者を勘案した相空間での要注意レベル判定手法を新たに開発し、これを組み込んだ鉄管路斜面の動態監視システムを構築した。その結果、地滑りや設備損傷に関する異常の程度を数値管理できるようになり、対応の迅速性と確実性が高まった。

(Minakata Dam Control Office, Iida Field Maintenance Construction Office, Nagano Regional Office)

Landslides were spotted at five locations; movement has been monitored for the iron pipe conduits on ground slopes in our five hydro power plants. We recently renewed the existing Movement Monitoring System on the basis of developing a new evaluation method to determine the caution level of the movement of the oblique iron pipe conduits. In this method, the caution level is distinguished by simultaneous consideration on both of the displacement and rate of displacement, establishing a Movement Monitoring System for oblique iron pipe conduits with this method built-in. As a result, numerical control of anomalies concerning landslides and facility damage became possible, improving the swiftness and certainty for measures.

1 背景と目的

木曽駒ヶ岳東麓にある水力発電所の鉄管路斜面では1980年に運転を開始した後、6年が経過した頃から、地滑りによる設備の変状が確認されており、現在も斜面変位が継続的に増加している。鉄管路斜面の麓には発電所や道路があるため、この斜面に大きな地滑り変動が発生した場合には、水圧鉄管の抜け落ちに伴う水の流出により、甚大な被害が生ずる可能性がある。

そこで、鉄管路斜面の崩落や鉄管からの大量水漏れによる浸水被害といった公衆被害を未然に防いで、設備の保安確保が確実に出来るようにするため、鉄管路斜面の動態監視システムを構築した。



第1図 発電所の鉄管路斜面の例

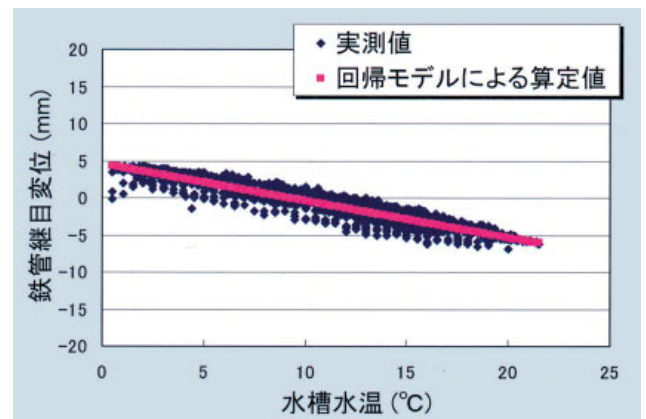
で管理してきた。

(2) 地滑り管理手法の改良

これまでに計測されたデータによれば、鉄管路の構造物の変位はその支持地山である斜面の変位と同様の動きを呈する。また、鉄管の抜け落ちによる被害が大きな危機要素である。そこで、鉄管路構造物の変位と変位速度の両方を対象に管理値を設定して動態管理する手法とした。

(3) 水槽水温と鉄管継目変位の関係

第2図のように、水槽水温と鉄管継目変位との間には高い相関性があることが見いだされたため、水槽水温を説明変量とし、鉄管継目変位を目的変量とした回帰式を作成し、鉄管継目変位を監視する。鉄管継目変位の実測値と回帰式による算定値を時刻歴で比較すると、第3図のように、実測値と算定値はよく対応している。

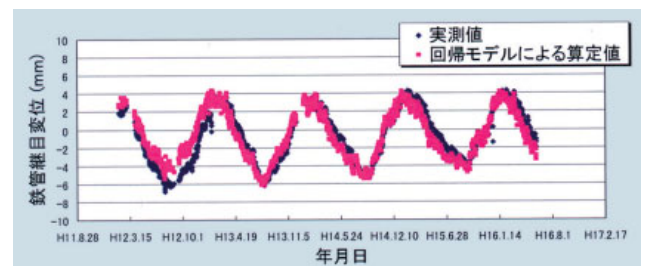


第2図 水槽水温と鉄管継目変位の関係

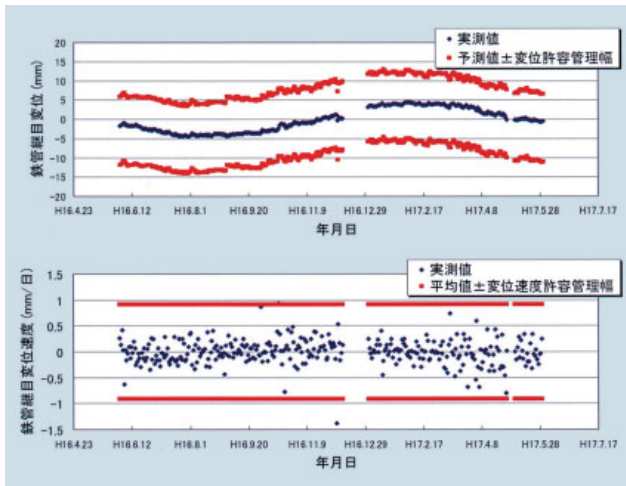
2 鉄管路斜面の動態監視システム

(1) 既存の動態監視システム

鉄管路斜面で計測されたデータを南向ダム管理所に設置したパソコンで常時確認できるシステムを平成2年に構築し、地滑りの変位速度を対象とした警戒管理基準値を過去の地滑り変動時の実績に基づいて設定し、これま



第3図 鉄管継目変位の実測値と算定値の比較



第4図 管理値と実測値の対比（時系列表示）

(4) 鉄管路斜面の新しい動態監視システム

鉄管継目の変位の累積が進むと、鉄管が抜け落ちる可能性がある。また、変位が急増すれば斜面に緊急対応を要する変状が生じている可能性が高い。このため、変位と変位速度の両者を勘案した相空間での要注意レベル判定手法を用いている。この手法により、対応の要否を迅速かつ的確に把握できる。また、変状の発生により発電停止した場合には、発電再開のタイミングもこのシステムにより評価することが可能である。

第4図に、鉄管継目変位の回帰式に基づく変位の管理値と実測値、および、変位速度の管理値と実測値をそれぞれ時系列で対比して示す。ここで、許容管理幅については、鉄管継目部のこれまでの計測変位データと計測変位速度データをそれぞれ分析して発生頻度分布に関する検討を行い、その結果に基づいて定めている。具体的には、過去数年分の計測変位データと計測変位速度データより、それぞれの標本標準偏差 σ_y 、 σ_v を求め、計測データのほぼ100%を包有する $\pm 3\sigma_y$ 、 $\pm 3\sigma_v$ を基本的に許容管理幅としている。

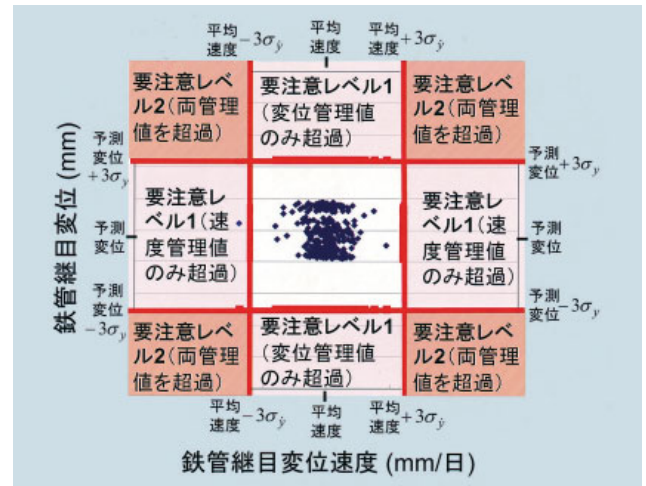
改善した鉄管路斜面の動態監視システムの運用では、リアルタイムで現地からダム管理所へ送信されてくる鉄管継目変位データとそれを基に求められる変位速度データが管理値以内であるかどうかを時々刻々と自動的に確認する。

(5) 要注意レベルの判定

要注意レベルの区分を模式的に第5図に示す。要注意レベルの判定は次のように行う。

要注意レベル1(変位速度管理値のみ超過)：

計測変位速度は変位速度管理値を超過しているが、計測変位は変位管理値以内である。この要注意レベル1の領域の場合、設備が動く速さは比較的速いものの、設備の変位は小さい状態であるため、設備等に損傷が生ずる可能性は小さい。この場合は、変位速度が大きい点について監視し、原因の究明に努める。



第5図 要注意レベル区分の概念（相空間表示）

要注意レベル1(変位管理値のみ超過)：

計測変位は変位管理値を超過しているが、計測変位速度は変位速度管理値以内である。この要注意レベル1の領域の場合、変位速度が小さいため急激な変状発生の可能性は小さいが、設備の変位が大きい点を監視し、その原因を究明する。

要注意レベル2(変位と変位速度が同時に管理値超過)：

計測変位と計測変位速度が同時に変位および変位速度の管理値を超過している。この要注意レベル2の領域の場合、地滑りに対する危険性は高いと判定され、迅速に対策を実施することが必要である。

3 効果

鉄管路構造物の変状の程度と地滑りの危険性をリアルタイムでダム管理所にて察知することが可能となった。そして、被害を最小限に抑えるための取水停止（発電停止）、水路放水といった対応の要否を迅速に判断し、実施することが可能となり、鉄管路斜面の崩落や鉄管からの大量水漏れによる浸水被害といった公衆被害を未然に防いで、設備の保安確保が確実にできるようになった。

4 今後の展開

本稿で紹介した鉄管路斜面の動態監視システムは、鉄管路斜面で変状が危惧されている水力発電所において稼働している。これらの地点での適用結果に基づいて更なる改善を図り、実務性を高めて行く。



執筆者 / 錫木浩二
Suzuki.Kouji3@chuden.co.jp