

水力発電所無圧水路トンネル健全度の定量評価手法の提案と試行

設備の健全度評価技術の向上を目指して

Proposition and Trials Concerning a Quantitative Evaluation Method for the Soundness of Free-Flow Tunnels at Hydro Power Plants

Towards the Improvement of Facilities Soundness Evaluation Technology

(土木建築部 水力G)

当社の水力発電設備の多くは運転開始後70年以上が経過しており、老朽化に伴う設備事故の発生も危惧されている。設備の健全度は定期点検の結果をもとに判断しているが、その結果は主観的で担当する技術者により差異の生じることが避けられない。そこで、健全度の定量的な評価が困難とされていた無圧水路トンネルを対象に、評価の個人差の解消を目指して、健全度評価手法を策定した。

(Hydraulic Power Engineering Group, Civil and Architectural Engineering Department)

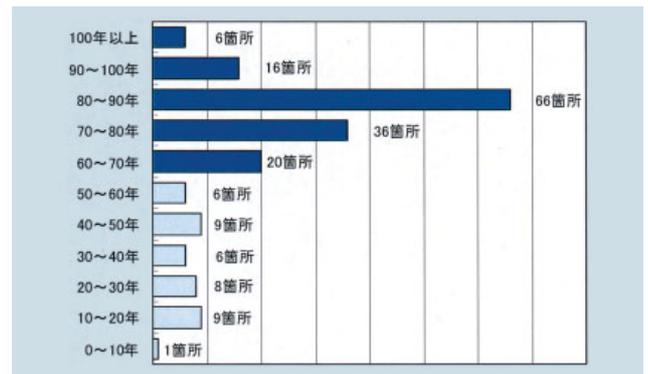
Many hydro power facilities have been operating for more than 70 years, and there are concerns about the potential for incidents at decrepit facilities. Although we have been judging the soundness of these facilities based on the results of regular inspections, it is inevitable that the results become subjective and can therefore vary depending on the engineer in charge. For this reason, we have formulated a soundness evaluation method for free-flow tunnels, which were particularly difficult to evaluate, with the aim of eliminating individual variability.

1 はじめに

当社の水力発電所の多くは運転開始後70年以上が経過しており(第1図)、老朽化に伴う設備事故の発生も危惧されている。水力発電土木設備の保守部署では定期的に巡視・点検を実施し、設備の劣化状況を把握して健全度を評価しているが、その判断は主観的な面が強く、担当する技術者によって多少の差異が生じることは避けられない。設備の状況をよりの確に評価するためには、技術者の個人差を低減できる定量的な健全度評価手法の確立が必要と考え、数年前より設備毎の評価手法の開発に取り組んできた。本報告では、その一環として取り組んだ無圧水路トンネルの健全度評価手法の策定について概要を述べる。

1ブロックとして区切り、ブロック毎に演算式を用いて評価点を算出する。健全度の評価は第1表に示すように

～ の6段階に設定し、評価点が高いほど損壊の危険性が高い(=健全度が低い)と評価する。評価結果は工事計画の立案時に実施の優先順位を決定するための指標として用いる。



第1図 水力発電所の運転年数(平成19年現在)

2 無圧水路トンネルの設備事故

当社水力発電所183箇所のうち、水路を有する発電所は145箇所、水路の総延長は682.3kmになる。そのうち463.9kmは無圧水路トンネルである。無圧水路トンネルでは、覆工にひび割れやはく離などの損傷が生じており、著しい事例では水路閉塞(写真-1)や地表陥没(写真-2)が見られている。



写真-1 水路閉塞事例

また、無圧水路トンネルの覆工部分を構成する無筋コンクリート構造物の健全度を評価する一般的な指針類の整備が鉄筋コンクリート構造物に比べて進んでおらず、健全度の定量的評価が困難であるとされている。このような背景を受け、本評価手法では無圧水路トンネルの健全度を覆工損壊の危険性と定義して手法の確立を目指した。



写真-2 地表面陥没事例

3 健全度評価手法の概要

(1) 健全度評価手法の概要

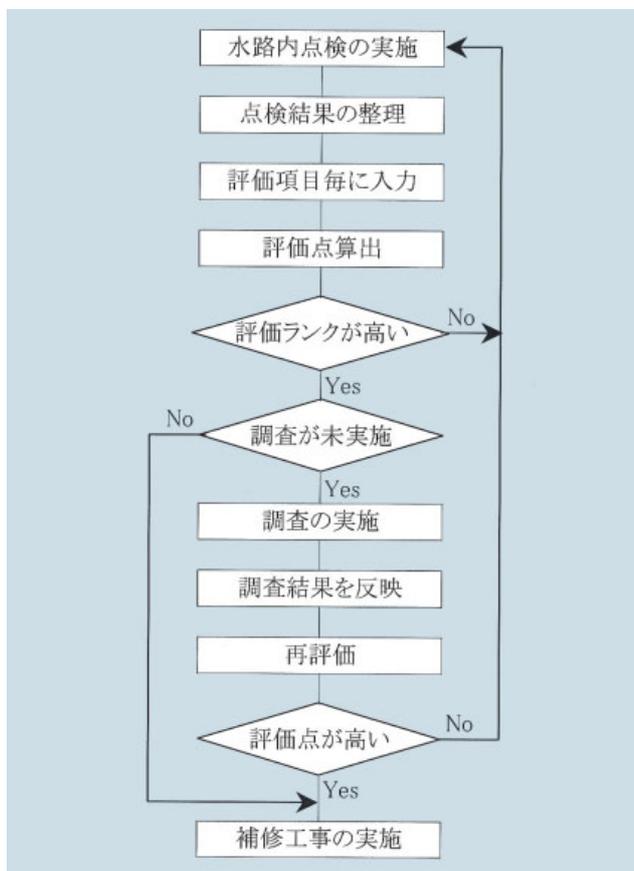
本手法では、無圧水路トンネル区間を対象に100mを

なお、評価項目に対応する入力データが不明な場合には、「不明」と入力するが、評価点が高いブロックについては優先的に追加調査を実施し、評価の精度を向上させる。

本手法の概要を第2図の評価フローに示す。

第1表 評価ランクと評価点の関係

評価ランク	状態	評価点
	非常に危険	
	要注意	
	経過監視 (計測含む)	
	経過監視	
	問題なし	
	変状無し	



第2図 評価フロー図

(2) 評価項目の設定

評価項目は、他社の水路損壊事例¹⁾および当社の水路損壊事例をもとに、水路の覆工の損壊と関連性が深い14項目を抽出した。

変状	部位	向き	本数	進行
湧水	地質	空洞	断層	上載荷重
巻厚	経年	水路内径		土被り

～ は、水路内点検の結果より得られる変状の有無とその状態に関する情報で、点検の結果をもとに定期的に更新する。～ は、水路周辺の構造や環境に関する情報で、工事の実施に伴い構造や環境が変わらない限り

不変である。これらの評価項目には、覆工損壊の直接の原因となり得る項目には大きなウェイトを、そうでない項目には小さいウェイトを設定し、評価項目毎の重みに差をつけた。

(3) 健全度評価手法の適用性検証

水路内点検により新たな変状が発見された水路の事例をもとにシステムの検証を行った。この水路では、アーチ部や側壁に新規クラックや段差が発生すると共に、既存のクラックに進行が確認された(第2表および写真-3)。

周辺の地質は岩盤、別途行った調査により該当区間には断層破碎帯が横断していることがわかった。

これらの情報を本システムに入力した結果、前回の点検結果より得られた情報での評価ランクは(経過監視)であったのに対し、今回の評価では評価ランクが(非常に危険)となり、対策の必要性が明確となって、時機を逸することなく対策工実施の検討に着手した。

第2表 変状の発生状況(水路内点検結果より)

部 位	全変状数	進行有	進行無
アーチ	3	3	0
側 壁	19	10	9
計	22	13	9



写真-3 変状の一例

4 成果・課題

これまで各技術者の判断に主観的な差異が出ることが避けられなかった無圧水路トンネルの健全度を、客観的かつ共通尺度で判断できることが期待される。さらに、覆工損壊の危険性が高い箇所を絞り込む事ができるので、定期的実施している水路内点検の品質を向上でき、作業の効率化を図ることも可能となる。今後も、現在行っている試行運用を通じて担当部署から意見を聴取し、評価システムの精度と実用性の向上を図っていく。

<参考文献>

1) 阿部寿：庄司忠悦・前田長友．水力発電所導水路の事故分析について．電力土木No.199．p13-25



執筆者 / 上原史洋
Uehara.Fumihiko@chuden.co.jp