

水土木機械設備の余寿命診断技術の開発

劣化状況を反映した取替時期判定の適正化

Development of Lifespan Diagnosis Technology for Hydro Machines & Equipment of Hydroelectric Power Stations Determination of Accurate Replacement Time Based on the Conditions of Each Facility

(岐阜支店 大垣電力センター 西平ダム管理所)

水力発電所の設備保全においては、設備信頼度の維持とコストダウンの観点から、リスクマネジメント手法の導入を計画している。このリスクマネジメント手法では、適切なリスク評価が重要となるが、土木機械設備においては、個別の設備状況に応じた定量的な評価手法は未だ確立されていない。そこで、今回、土木機械設備を対象とし、余寿命を定量的に評価する手法を開発したので、その概要について報告する。

(NISHIDAIRA Dam Control Office, OGAKI Filed Maintenance Construction Office, GIFU Regional Office)

Implementation of the risk management method is being planned to maintain the reliability of the hydro facilities and to reduce maintenance costs. This risk management method requires proper risk evaluation. However, a quantitative evaluation method based on the conditions of each facility has not yet been established. Therefore, in this report we provide a summary of quantitative evaluation methods for the lifespan of hydro machines and equipment that have been developed.

1 開発目的

水力発電所の土木機械設備（装置全体、構成部品）は、過去の取替実績による一定の取替周期や定期的な点検による異常データ等に基づき、担当技術者が独自の基準で取替時期を判断しており、各設備の劣化状況を反映した統一的な判定基準はない。このように、各技術者が持つ経験的な判定基準に頼る場合、その判定基準にはバラツキがあり、結果的に劣化状況と取替時期が設備毎に異なってしまうたり、安全側の判断に偏りすぎてしまったりする傾向がある。そこで、これらの問題を解決するため、土木機械設備の余寿命を定量的に評価する手法を研究開発することとした。

2 概要

(1) 研究対象設備および構成部品

今回の研究では、土木機械設備の内、設置台数が多く、運転に伴い劣化の進行が予想される駆動系部品を有する「開閉装置」および「除塵機」を対象とした。これらの設備を構成する主要部品を第1表に示す。

第1表 研究対象とした機械設備および構成部品

構成部品	機械設備	
	開閉装置	除塵機
減速部	平歯車（開放歯車）	-
	ヘリカル減速機	-
	ウォーム減速機	-
	サイクロ減速機	-
駆動部	ピンラック	-
	ギヤラック	-
	チェーン・スプロケット	-
動力伝達部	軸受	-

当社の水土木機械設備における主な使用実態を示す。

(2) 加速劣化試験によるデータ収集・分析

工場内（室内）に開閉装置モデル（3種類）除塵機モデル（1種類）他を設置し、第1表に示す全ての構成部品を対象に加速劣化試験（耐久試験）を実施した。ここでは、「開閉装置モデル（ワイヤーロープ式巻上機）」（第1図）による平歯車試験について、その代表例として記載する。

ア．試験条件

加速劣化試験は、第2表に示すとおり、室内の理想的な使用条件下で実施した。



第1図 開閉装置モデル（ワイヤーロープ式巻上機）

第2表 試験条件

項目	試験条件
荷重（負荷条件）	当該部品の許容設計荷重（設計最大負荷）
設置状態	屋内設置
運転状態	連続運転、かつ負荷変動無し
給油状態	歯面の油が枯渇することが無いように常時給油

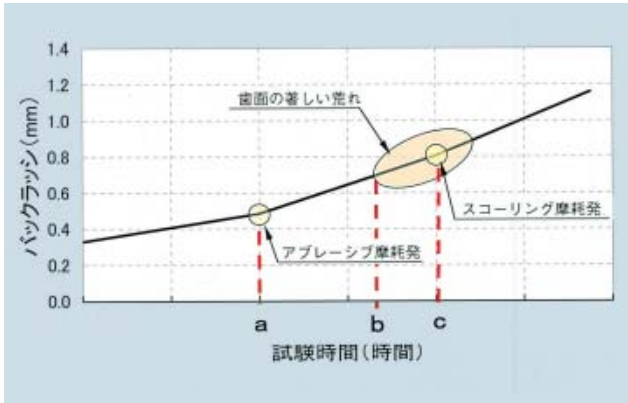
イ．試験結果

加速劣化試験の結果、時間の経過と共に、バックラッシュ（歯の隙間）の増加および歯面の摩耗が発生することが確認できた。その結果を第2図に示す。

バックラッシュは、試験時間の経過と共に漸次増加する傾向がある。

また、歯面の状態は、「a. アブレイシブ摩耗（歯面のスベリ面に対し平行に細かいスリ傷、カキ傷が現れる状態）」、「b. 歯面の著しい荒れ」、「c. スコーリング摩耗（歯面がアバタ状に損傷する状態）」と段階的に変化し、スコーリング摩耗発生時が、部品の使用限界と評価できる。

アブレイシブ摩耗の状態を第3図に、スコーリング摩耗の状態を第4図に示す。



第2図 平歯車の試験結果



第3図 アブレーション摩耗の状態



第4図 スコアリング摩耗の状態

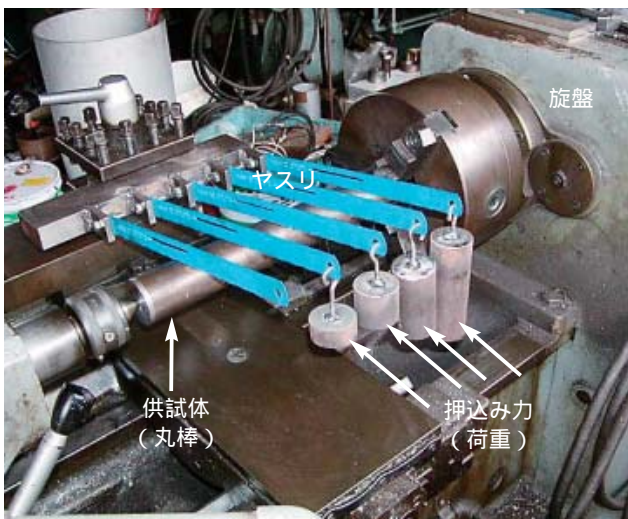
(3) 余寿命評価

現地設備の構成部品単位毎の実負荷、設置環境、点検状態等を反映するため、加速劣化試験で得られた使用限界時間を基に、工場試験と現地との条件の差を補正し、現地設備の余寿命を評価する。

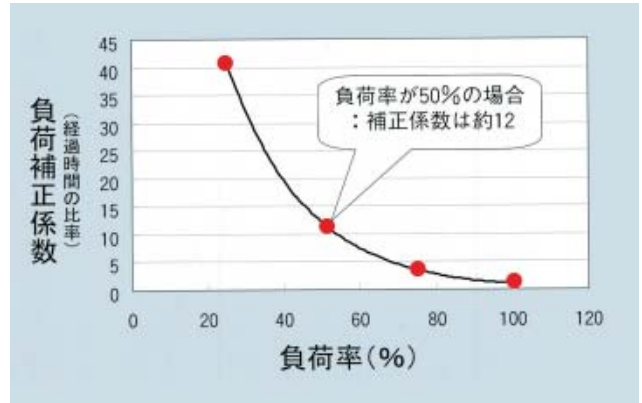
ア．荷重補正

荷重（負荷）補正は、以下に示す「荷重変化に対する摩耗試験」を実施し、補正係数を算定した。

試験方法は、旋盤を利用し、押込み力（荷重）を変化させて、同一の供試体（丸鋼）を同種のヤスリで削ることとした。この結果より、各荷重における経過時間と摩耗量を整理し補正係数を求めた。試験状況を第5図に、試験結果を第6図に示す。



第5図 摩耗試験の状況



第6図 試験結果「荷重補正係数」

イ．使用環境補正

使用環境補正は、現地設備の歯車を対象にサンプリング調査により、荷重（負荷率）使用環境、歯の劣化状態等のデータを収集整理し、第3表に示す補正係数を算定した。

第3表 使用環境補正係数

設置状態 運転状態 給油状態	屋内		屋外	
	負荷変動無	負荷変動有	負荷変動無	負荷変動有
1年	1.00*	0.19	0.06	0.05
3年	0.45	0.15	0.05	0.04

* 加速劣化試験の使用状態と同じ

3 効果

本診断技術により、合理的な保守・取替工事の計画が可能となり、発電所毎の収益管理（投資計画管理）の精度を向上することができる。また、本診断技術によれば、従来手法に比べより適正な設備延命化を考慮した取替計画を策定することが可能であり、計画段階における工事費削減効果が期待できる。

4 今後の展開

今後の課題として、今回整理した「使用環境補正係数」については、限られたサンプルによる推定値であり、全ての機械設備に対して実証された値ではない。今後、設備更新時の撤去品調査等を通じ、より信頼性の高い補正係数の算定を図りたい。



(旧所属：土木建築部 水力G)
執筆／飯沼満浩
linuma.Mitsuhiro@chuden.co.jp