

支承部のすべり摩擦 AE に関する基礎実験

（財）電力中央研究所 正会員 塩竈 裕三

1. はじめに

ラジアルゲート（図1）は、支承部を中心にしてワイヤロープ等を用いてゲート全体を上下させることにより、水位を調整するための施設であり、発電用ダムにおける洪水吐ゲートの主要な構造様式となっている。支承部は、回転の中心となる軸（トラニオンピン）と、軸を保持し、ダムのコンクリートピアなどに水圧荷重を伝達させるための、ペデスタル、トラニオンガーダー等から構成される。円滑に回転が行われるよう、摩擦が生じる部分に、ラジアル軸受、スラスト軸受が取り付けられている（図2）。

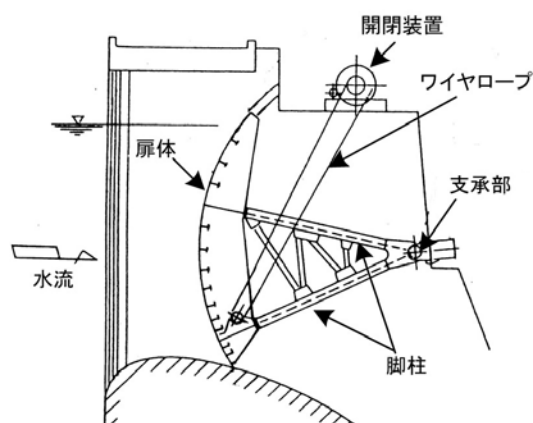


図1 ラジアルゲート

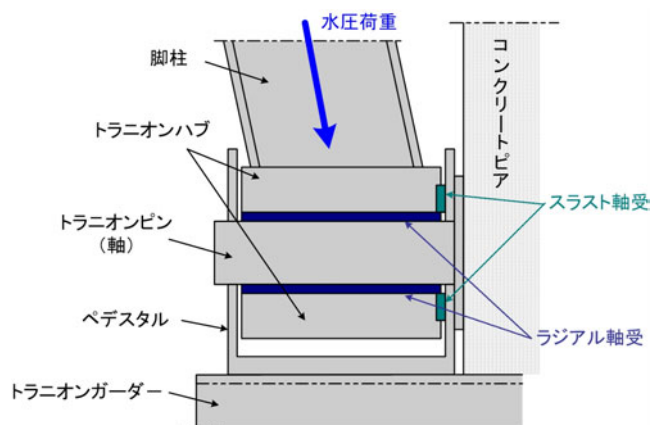


図2 支承部の構造

1995年、アメリカ合衆国カリフォルニア州 Folsom Dam に設置されたラジアルゲートが操作中に損壊する事故が発生した。その事故原因が、支承部の経年劣化による軸-軸受間の摩擦抵抗の増大と、これに起因した脚柱の座屈に推定されたことを契機に、支承部の摩擦抵抗評価は、ラジアルゲートの健全性評価の重要項目として注目されるようになった。

摩擦抵抗の増大は、ゲート開閉時の脚柱応力の変化などから間接的に評価できるものの、その原因を究明するには、コストと労力をかけて支承部の分解し、軸受の摩擦面の状況を直に確認する必要がある。

そこで、電力中央研究所では、支承部の摩擦面の状況を、分解点検することなく検査する非破壊検査技術の開発に着手したのでその概要を報告する。

2. 実験概要

本研究では、非破壊で摩擦面の状態を評価する技術として、高速回転機器の軸受で実績を挙げつつある AE 技術に着目した。低速で揺動するという特徴を持つラジアルゲート支承部に AE 技術を適用して、軸-軸受のすべり摩擦時に発生する AE 信号から、摩擦面の状態評価を試みる。

軸-軸受が揺動する際の AE 特性の基礎データを得るべく、支承部の挙動を模擬した実験装置を製作した（図3、および写真1）。本実験装置は、ラジアルゲートの支承部に適用される軸受のうち、受け持つ荷重が大きく、ゲート操作時に脚柱の応力変動への寄与が大きいラジアル軸受を模擬するものである。

水圧荷重に相当する軸径方向への荷重を与える油圧ジャッキ、および軸を回転させ軸-軸受間で摩擦を生じさせるためのモータによって構成される。供試軸端に取り付けたアーム（写真1）により、リミッターをたたきモータの回転を反転させることで、軸の揺動を模擬している。

キーワード ラジアルゲート、非破壊、AE、支承、軸受

連絡先 〒270-1194 千葉県我孫子市我孫子 1646 （財）電力中央研究所 地球工学研究所 構造工学領域

Tel : 070-5877-5542, Fax : 04-7183-2962, E-mail : shiogama@criepi.denken.or.jp

実験装置の諸元については、以下のとおり。

- ・供試軸寸法：直径 100mm
- ・供試軸受寸法：内径 100mm，外径 120mm
- ・油圧ジャッキ：200kN，ストローク 75mm
- ・モータ：回転数 0.686～6.86rpm（供試軸一軸受間のすべり速度で 3.59～35.9mm/sec）
最大トルク：501N・m
- ・ロードセル：ひずみゲージ変換式ロードセル
定格容量 200kN
- ・トルク検出器：ひずみゲージ変換式トルク検出器
定格容量 500N・m

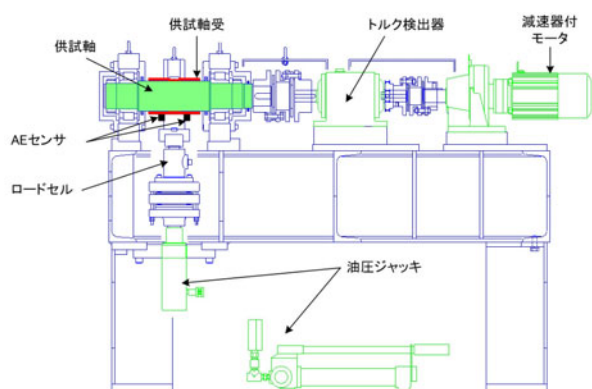


図3 実験装置の概要



写真1 製作した実験装置

3. 実験結果の例と今後の予定

上記実験装置に、供試軸としてクロモリブデン鋼（SCM440）を、供試軸受として高力黄銅（HBSB）をそれぞれ用い、中心周波数 150kHz の AE センサを、シリコン系接着剤にて軸受の鉛直下面の両端に取り付けて実験を行った。

図5、6は荷重 10kN（面圧 2.5N/mm²）、すべり速度 3.59mm/sec で軸を±10度の範囲で繰り返し揺動させた際に得られた AE 信号の例であるが、双方でかなり

様相が異なっている。このように、実際のラジアルゲート支承部においても、すべりの初動時・継続時・停止時などに応じて、違った特性を持つ AE 信号が得られると考えられる。これらの中で、支承部の劣化に特に敏感な信号を抽出するため、摩耗、腐食、潤滑油切れ等の実構造物で起こりうる劣化現象を模擬し、これらが AE 特性に与える影響を確認していく予定である。

また、ラジアルゲートに使用される、青銅、黄銅系鋳物を母材としたオイルレスベアリング等、種々の軸ーラジアル軸受の組合せに対し同様の実験を行い、材料の違いに起因する AE 特性も把握していく予定である。

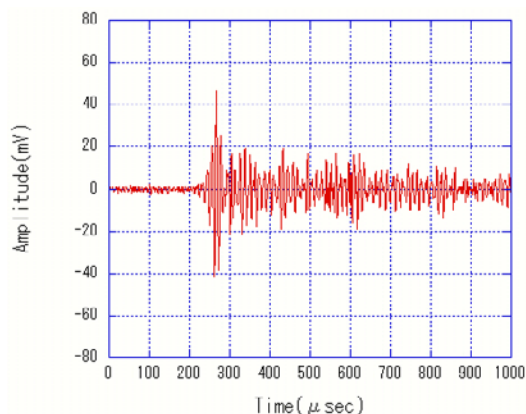


図5 AE信号の例1

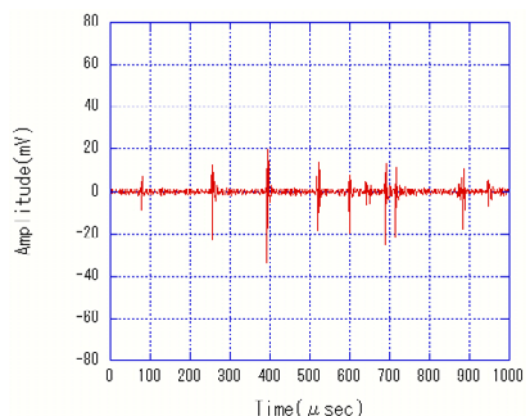


図6 AE信号の例2

参考文献

- ・塩竈ほか：電力土木施設の維持管理に有効なネットワーク型遠隔観測システムの開発（その2），電力中央研究所研究報告 U03025，2003
- ・吉岡：トライボロジー分野における AE 計測，トライボロジスト，Vol.48，No.12，pp.950-956，2004