

ヒンジ支承部の摩擦低減実験

(財) 電力中央研究所 正会員 塩竈 裕三

1. はじめに

発電用ダムに設置されるゲートは、ダム本体およびダム下流域の安全性確保上重要な設備である。ラジアルゲート(図1)その主要な構造形式のひとつであり、ヒンジ支承部を中心にワイヤーロープ等を用いてゲート全体を回転させることにより、水位を調整する。

ラジアルゲートの維持管理においては、過去の損壊事例からヒンジ支承部の摩擦抵抗が特に注意を払うべき項目となっており、設計値を超える摩擦抵抗の発生により、ゲートの一部あるいは全体を取替えた事例も存在する。

本研究では、既設ラジアルゲートにおける安全性向上と取替え等のコスト削減のため、ヒンジ支承部摩擦抵抗の低減技術の開発に取り組んだ。

2. 実験概要

本研究では、超音波振動による摩擦低減手法に着目し、同手法をヒンジ支承部へ応用すべく、図2に示す摩擦低減試験装置を製作した。

試験装置は、①供試部、②载荷部、③駆動部、④振動部で構成される。

供試部はヒンジ支承部を模擬したもので、円柱状の供試軸および円筒状の供試軸受で構成される。

供試軸には直径 100mm のクロムモリブデン鋼(SCM440)を用いた。

供試軸受にはりん青銅鋳物(CAC502)を用い、その形状は、外径 120mm、長さ 170mm の円筒で、長さ方向の中央、幅 40mm の部分が内径 100mm、それ以外は内径 104mm である。

载荷部は供試軸受の外周より荷重を与え供試軸と供試軸受の内面を接触させる部分であり、油圧ジャッキ(最大荷重 200kN、ストローク 75mm)と油圧シリンダ、これらの荷重を供試軸受に伝達するための支持枠、および荷重測定のためのロードセルから構成される。

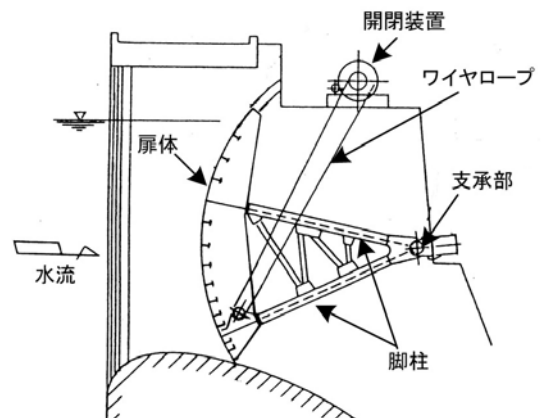


図1 ラジアルゲート

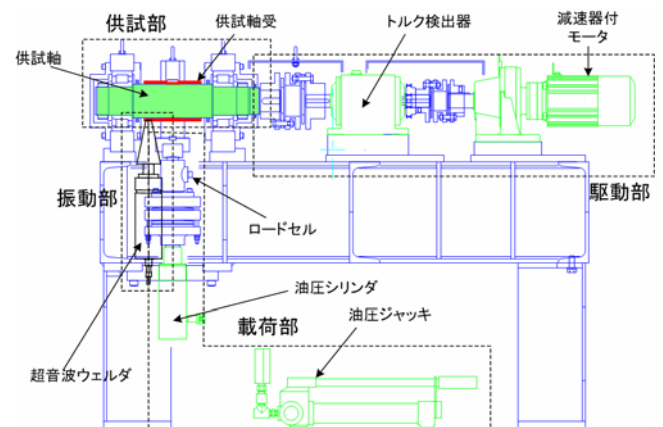


図2 試験装置の概要

成される。

駆動部は供試軸を揺動させる部分であり、駆動源となる減速器付モータ(回転数 0.686~6.86rpm 可変、最大トルク: 501N・m)と、モータの回転数、回転角の制御装置、揺動時のトルク検出器から構成される。

最後に、振動部は供試軸受に超音波振動を付加する部分であり、振動源としては超音波プラスチック接合に用いられる超音波ウェルダを使用した。超音波ウェルダの諸元を以下に示す。

- ・最大出力: 600W
- ・発振周波数: 19.15 ± 0.15 kHz
- ・最大振幅: 18 μ m

同試験装置を用い、载荷荷重、超音波ウェルダの

キーワード ラジアルゲート、超音波振動、摩擦係数、維持管理、トライボロジー

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

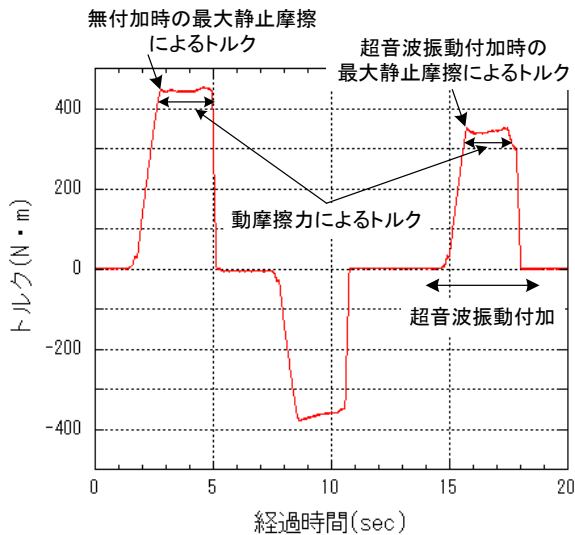


図3 実験結果の例

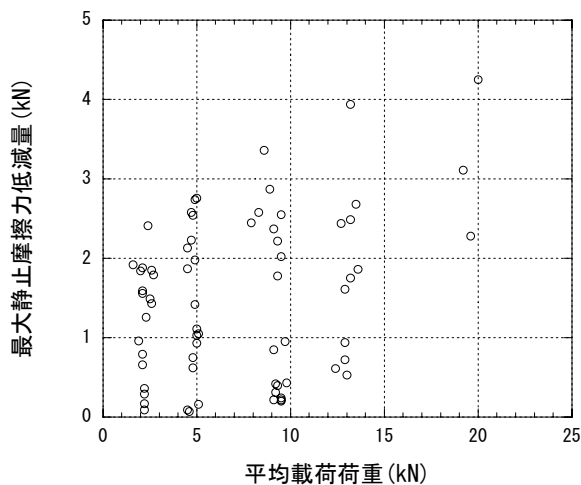


図4 載荷荷重と最大静止摩擦力低減量

押し当て力、そして超音波ウェルダの振幅を変化させながら計 69 ケースの摩擦低減実験を実施した。

3. 実験結果

図 3 に実験結果の一例を示す。供試軸を揺動させると供試軸-供試軸受間で摩擦が生じ、これがトルクとして測定される。揺動の正転、反転に応じてトルクの正負が逆転する。図 3 では、正転時を狙って超音波振動を付加しており、無付加時に対して最大静止摩擦時のトルクが低減している。

図 4 に、載荷荷重と超音波振動付加による最大静止摩擦力の低減量の関係を示す。ここで、最大静止摩擦力は、最大静止摩擦時のトルクを、供試軸の半径(50mm)で除した値である。

同図によれば、摩擦低減実験 69 ケース全てについて摩擦力の低減効果が得られている。また、載荷荷

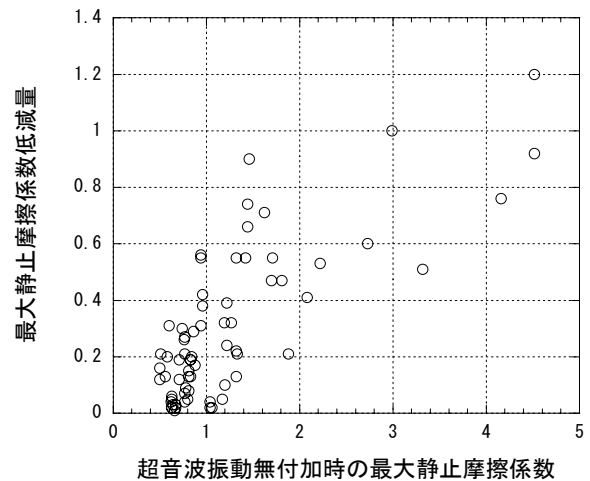


図5 超音波振動無付加時の最大静止摩擦係数と摩擦係数の低減量

重が増大しても最大静止摩擦力の低減効果が低下するような傾向はみられず、さらに大きな荷重条件においても摩擦力の低減効果が期待できると考える。

図 5 に、超音波振動無付加時の最大静止摩擦係数と、超音波振動付加による摩擦係数の低減量の関係を示す。ここで、摩擦係数は、最大静止摩擦力を載荷荷重で除した値である。

同図によれば、最大静止摩擦係数が大きくなるほど、摩擦係数の低減効果が大きくなる傾向がみられる。支承部の機能が劣化し摩擦抵抗が増加したラジアルゲートヒンジ支承部ほど摩擦低減技術が望まれることから、摩擦低減技術の実構造物への適用が期待される結果といえる。

4. 今後の課題

最大静止摩擦力の低減量は、付加する超音波振動の振幅に応じて増加する傾向にあったが、振動源である超音波ウェルダと、振動の入力先である供試軸受けとの接触状態に大きく影響を受けて著しく減少した。このことから、低減効果が得られる状態にあるかどうかを判定する方法が必要である。

参考文献

- ・加藤光吉, 片岡征二: 超音波とトライボロジー＝超音波振動で摩擦・摩耗を制御する＝, 超音波 TECHNO, Vol.14, No.1, pp.86-92, 2002.
- ・日本塑性加工学会: 超音波応用加工, 森北出版, pp.174-183, 2004.