

# ガイドベーン操作機構部の微揺動摩擦抑制

分散型無給油軸受の検証

## Preventing Micro-oscillation Wear in Guide Vane Operation Mechanisms

Verification Tests of Oilless Bearings for Dispersed installation

(工務部 発電電G)

ガイドベーンの摺動部に使われている無給油軸受の摩擦が水車修理のクリティカル周期にならないように、微少揺動に強い新素材無給油軸受の気中評価を行った。

今後は水中試験を実施し、水車における適用可否の総合判断を検討する。

(Hydro-power and Substations Group, Electrical Engineering Department)

We conducted an in-air evaluation of an oilless bearing made of a new material that is resistant to micro-oscillation wear in oilless bearings used for the sliding portions of guide vanes to extend the use cycle of turbines (before repairs become necessary).

We are going to perform an underwater test to comprehensively determine whether this oilless bearing is applicable to hydraulic turbines.

### 1 背景・目的

ガイドベーン等の摺動部に使われる軸受は、保守性向上および環境対策のため、グリス給油方式から無給油式にかわってきているが、ガイドベーン開閉が殆どない箇所において、微少揺動により局部的に摩擦する現象が発生している。

無給油軸受は消耗品であり、今までは12年に1回の細密点検に合わせて交換することで、大きな障害に至ることはほとんどなかった。

しかし、CBMの導入により、定期周期の細密点検および修理を廃止し、必要の都度、計画実施するため、ガイドベーンの無給油軸受の摩擦が水車全体修理のクリティカル周期にならないように、微少揺動に強い新素材の無給油軸受の気中における検証試験を行い、基本性能を把握したので報告する。

### 2 新素材軸受の選定

従来の無給油軸受は固体潤滑剤埋込型を使用しているが、固体潤滑剤分散型、テフロン樹脂軸受の中から、従来の無給油軸受と同等の最高面圧を有し、微揺動および異物混入性に優れている固体潤滑剤分散型軸受の中から、潤滑成分に粉黒鉛を使用しているBBタイプおよび粒黒鉛を使用しているTタイプの2種を選定した。第1図に各軸受概要を示す。

### 3 試験条件

軸受潤滑特性の検証は、既設の中小水力発電所の実績を調査し第1表のとおりとし、初期潤滑剤については塗布せず、軸受本来の性能を評価した。

選定製品	埋込型（従来）	分散型BBタイプ	分散型Tタイプ
潤滑成分（黒鉛量）	PTFE固体潤滑剤埋込	青銅 + 粉黒鉛（8wt%）	青銅 + 粒黒鉛（8wt%）
最高面圧	49MPa	49MPa	49MPa
最高すべり速度	30m/min	60m/min	60m/min
特徴	・微揺動部に損傷が発生する 場合がある	・微揺動、低頻度運動下でも潤滑特性を発揮する ・異物混入に強い	・微揺動、低頻度運動下でも潤滑特性を発揮する ・粒黒鉛を使用しているため、粉黒鉛より異物混入に強い
写真			

第1図 新素材軸受の選定

第1表 試験条件

NO	検証試験設定		設定根拠他
1	軸径	100mm	既設設備の軸径は20～140mmの分布が多く、その分布中心は80mmであり模型試験装置の軸径から100mmとした
2	軸受長さ	60mm	分散型Tタイプ軸受製作限界長さ60mmを考慮
3	揺動角度	±1.5度	微揺動損傷を検証するため、固体潤滑剤埋込ピッチ以下の揺動角度とした
4	周速度	0.036m/min	水車で使用されている軸径95～105mmのGV軸周速度の最大値とした
5	揺動回数	21 × 10 <sup>4</sup> 回	12回 / 1日の開閉で24年間使用の10.5 × 10 <sup>4</sup> 回の2倍裕度まで検証
6	軸受温度	5	軸受冷却し、発電所での使用温度に近い温度に設定した
7	軸受面圧	30MPa	GV操作機構部の設計許容最高面圧である30MPaとした

## 4 試験結果

試験結果を第2図～第4図に示す。

### 4.1 従来品（埋込型）

摩擦係数が初期段階で0.33（許容最高値0.33）まで上昇し、その後0.10で安定している。21万回後の軸受表面は潤滑剤が行き渡り良好である。初期段階の摩擦係数上昇は金属接触による摩擦係数上昇と考えられ、その後の微揺動による摩擦熱により固形潤滑剤が膨張し潤滑被膜を形成していると思われる。

### 4.2 分散型BBタイプ

摩擦係数が初期段階で0.22まで上昇し、その後0.08で安定している。21万回後の軸受表面は面荒れが著しい。また、摩耗量も一番多く0.28mm（許容最高値0.46）まで至った。

### 4.3 分散型Tタイプ

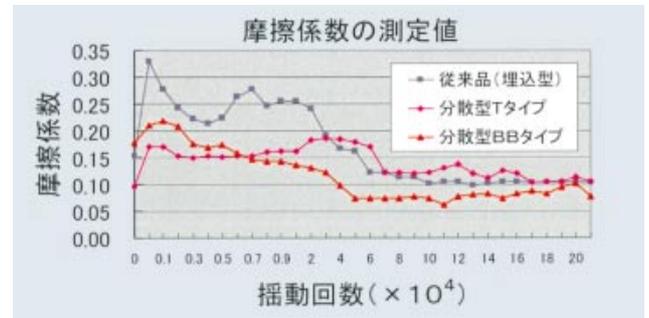
摩擦係数が初期段階で0.17まで上昇し、その後0.10で安定している。21万回後の軸受表面は潤滑被膜が良好であり面荒れも少ない。

## 5 評価

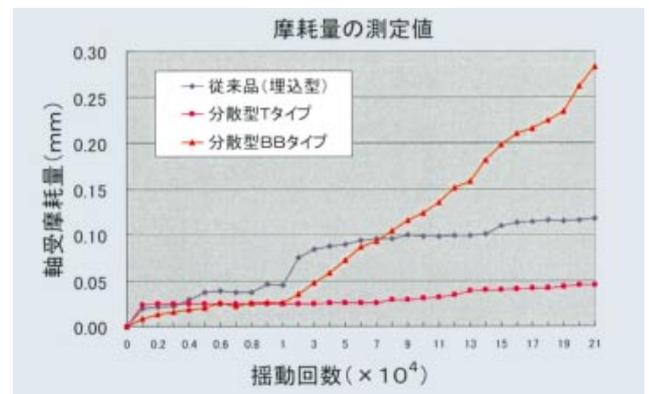
従来品は初期潤滑剤が経年より性能低下を起こすと金属接触と同様な状態になり、摩擦抵抗の増加およびかじり現象が発生し、局部摩耗および固着に陥ると思われる。また、固形潤滑剤を摩擦熱により膨張潤滑する従来品は、軸受摺動頻度の少ない発電所には不向きと思われる。

分散型軸受は、潤滑剤（黒鉛）をベース金属内に均一に分散させており、軸受の摺動により潤滑被膜を形

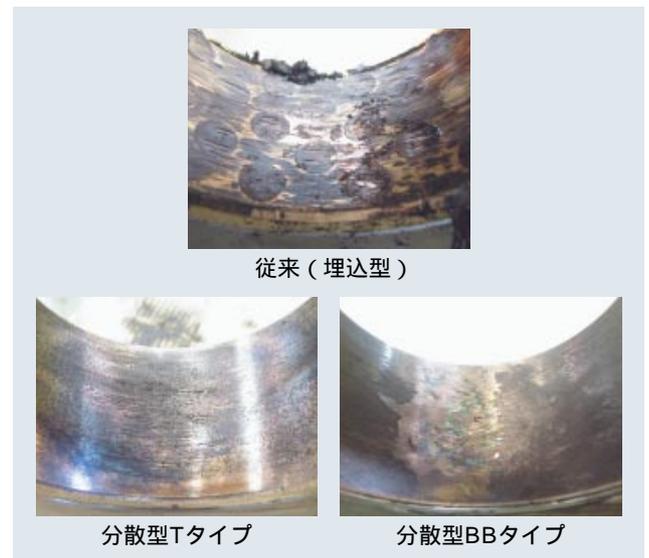
成するためある程度の摩耗は必要であるが、初期摩擦抵抗値のピーク値は従来品より低く、21万回の摩耗量は軸受ギャップの2倍値（0.46mm）以内であるため、初期潤滑剤の性能に依存することなく長期安定した性能を有すると判断する。



第2図 摩擦係数結果



第3図 摩耗量結果



第4図 試験後軸受表面状態

## 6 今後の展開

水中試験における異物混入評価をH15年度に実施し、今後の水車への適用を検討する。

執筆 / 築山由明  
Tsukiyama.Yoshiaki@chuden.co.jp