

水力発電所電動サーボモータのグリース選定に関する評価

Evaluation and selection of greases for electric servo motors at hydropower stations

(工務技術センター水力課)

電動サーボモータの主要部品であるボールねじは高価かつ調達納期が長いので、長寿命化策として潤滑性能の高い高性能グリースの採用が期待されている。そこで、電動サーボモータで使用するグリースについて、各種試験を実施し、グリース経年特性と耐摩耗性を評価し、水力発電所電動サーボモータに最適なグリースを選定した。

(Hydropower Section, Electrical Engineering Technology Center)

The ball screw, the major component for electric servo motor, is expensive as well as requires long procurement lead time. For this reason, it is desired to extend the life time for servo motors by utilizing high performance grease. So we have conducted several performance tests for different kinds of greases to evaluate each aspect of them and found the optimal grease for electric servo motors at hydropower stations.

1 背景および目的

電動サーボモータは建設コスト削減やオイルレス化による保守性向上を目的に導入されてきた。導入から20年以上経過し、これまでに電動サーボモータのボールねじやスラストベアリングの異常摩耗や焼き付き等が確認されている。これらの摺動部品における摩耗・焼き付きは、グリースの性能に大きく依存する。

電動サーボモータの主要部品であるボールねじは高価であり、また調達納期も長い。このため、耐摩耗性や経年特性の優れたグリースの適用が期待される。そこで電動サーボモータで使用するグリースについて、耐摩耗性や経年特性などの性能評価を実施し、最適なグリースを選定した。

2 摩耗原因の調査

2-1 各発電所のグリース分析

各発電所の電動サーボモータから採取したグリースを分析した結果、第1表に示すようにグリースが酸化劣化したことで油膜切れとなり凝着摩耗が発生していることが判明した。

第1表 摩耗原因調査結果

発電所名	使用グリース	摩耗形態	摩耗原因	酸価	原因
瀬戸1号	X材	凝着摩耗	油膜切れ	35倍	酸化劣化
瀬戸2号				20倍	
蝶ヶ沢	Y材			—	
中房第四	Z材	疲労摩耗	疲労剥離	—	金属疲労
水沢	Y材	マイルド摩耗	健全	5倍	—
A発電所(他電力)	X材			10倍	

※ 酸価は初期値からの増加率で記載し、測定不可(採取量が微量等)の場合は「—」で記載。

2-2 試験グリースの選定

試験対象とするグリースとして、第2表に示すように主機メーカー推奨品に加え、2-1の結果から耐酸化性を考慮し添加剤(酸化防止剤)が多いグリースを選定した。

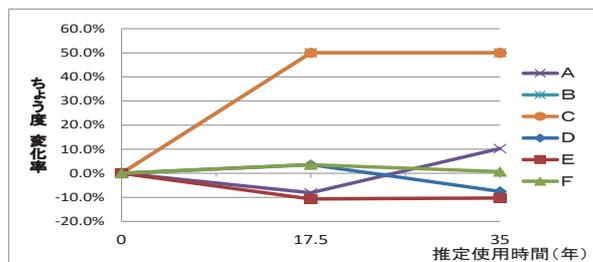
第2表 選定グリース

グリースメーカー	グリース名	選定理由
α社	A材	主機メーカー推奨品
	B材	
	C材	
β社	D材	添加剤による耐酸化性能が期待できる
γ社	F材	

3 グリースの加速劣化試験

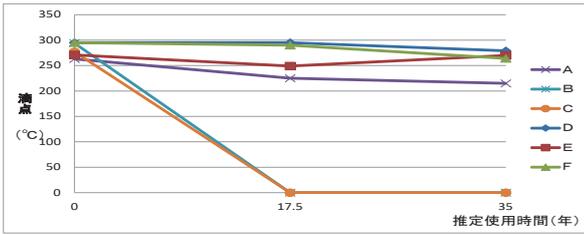
各種グリースを高温にさらし酸化を促進させることにより加速劣化させ経年劣化を模擬し、グリースの特性変化を調べ寿命を評価した。この結果、油膜形成能力を示すちょう度(第1図)がB材、C材では18年経過で悪化した。また、グリースが流出する限界温度を示す滴点(第2図)においてB材、C材が18年経過で低い値を示し、長期使用時の機械的安定度が低いこと(液化)が解った。

さらに第3図に示すようにB材、C材は使用後に酸化値が急上昇し、カルボン酸が発生し、耐酸化性が低いことが解った。反対に、D材は酸価値の上昇が穏やかであり、18年経過までカルボン酸が発生せず、耐酸化性が高い。よって、D材が最も経年劣化が少ないことが解った。



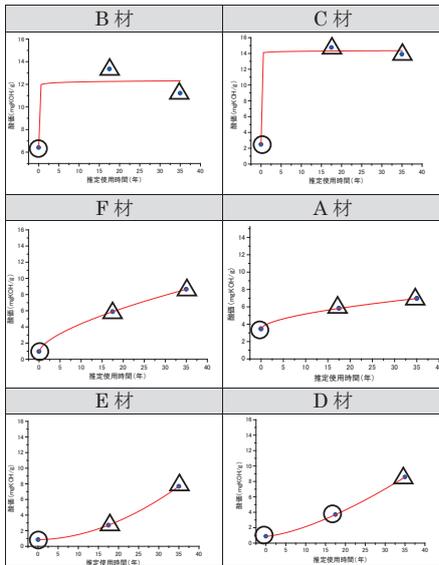
第1図 ちょう度

※ ちょう度: グリースの「硬さ」を示すもので、油膜形成能力の指標。



第2図 滴点

※ 滴点：グリースが流動性を帯び、流出する限界温度であり、網目構造の強さ（機械的安定度）の指標。



○：カルボン酸未生成 △：カルボン酸生成

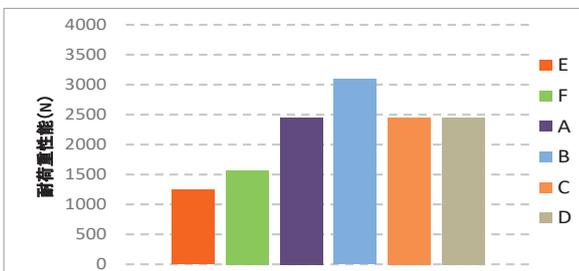
第3図

4 グリースの耐摩耗性の評価

4-1 極圧性試験

グリースの極圧性（油膜の強さ）を評価するために、四球試験（JIS K 2519）を実施した（第4図）。結果、B材が、最も耐荷重性に優れており油膜切れが発生しにくいことが解った。また、A材、C材、D材は同等と判断できる。

E材およびF材はB材と比較すると50%以下であり油膜切れが発生しやすく耐荷重性が劣っていることが解った。



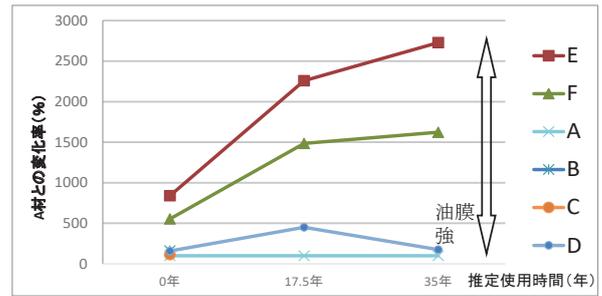
第4図 四球試験結果

4-2 耐フレットング摩耗特性試験

水力用電動サーボモータは、水調運転の場合、水槽水位の変化に合わせ負荷を調整するため微小揺動（フレットング）を繰り返す、フレットング摩耗が発生する場合がある。よって耐フレットング摩耗特性試験として

ファフナー試験を実施した。なお本試験は新グリースに加え劣化グリースについても評価した。結果を第5図に示す。ただし、第5図は最も摩耗量が少なかったA材を1としたときの相対値で記載している。またB材およびC材は加速劣化させると液化したため、測定不能であった。

第5図から、A材、D材の2種は、比較的油膜が強く、フレットング摩耗に有効であるが、それに対しE材とF材は、油膜の強さが前2種の1/5～1/8程度であり、耐フレットング摩耗特性が低いことが解った。

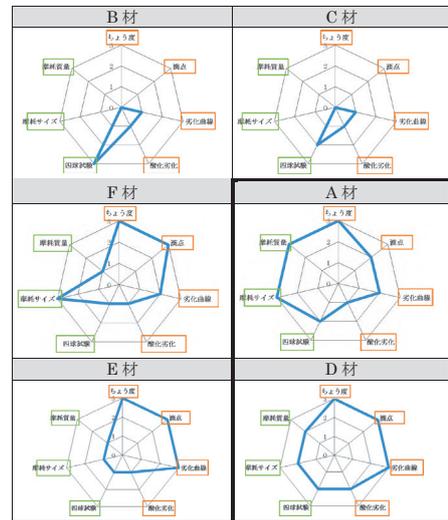


第5図 ファフナー試験結果

5 最適グリースの選定

各試験結果を、それぞれ重みをつけて整理し、総合的に評価した結果を第6図に示す。

第6図から、耐酸化性（長寿命）、耐摩耗性の両面でバランスよく優れているグリースはD材であり、耐摩耗性に最も優れているグリースはA材であることが解った。



第6図 グリースの総合評価

6 まとめ

これらの結果から、分解点検周期の延伸や異常摩耗が発生している電動サーボモータに対し、本調査で選定したグリースを機器使用状態に応じて適用を進めていく。

[共同研究先]

トライボテックス株式会社