

ショックパルス方式診断技術の適用検討

Applicability study of the diagnostic technology by the shock pulse method

中部電力(株)
(株)コベルコ科研

林 晴久
内城 憲治

Haruhisa HAYASHI
Kenji Uchijou

Non-Member
Non-Member

We performed the fatigue test of the rotary machinery bearing, and we compared the measurement value of the vibration galvanometer (acceleration, speed, displacement) with the measurement value of the shock pulse method. We examined the actual machine applicability of the diagnostic technology by the shock pulse method.

Keywords: Shock pulse method, Diagnostic technology

1. 緒言

近年、回転機器では振動、温度、潤滑油等の機器の運転状態を監視することにより、保全の時期を適切に計画する状態監視保全が試みられており、機器信頼性の向上および保全の効率化が期待されている。

実用化されている状態監視技術のうち、ショックパルス方式による診断技術について、発電所実機への適用検討を行った。回転機器軸受けの疲労試験を行い、ショックパルス方式による計測値と振動計(加速度、速度、変位)の計測値双方の比較を行い、その結果得られた知見について取り纏め報告する。

2. ショックパルス方式の概要^[1]

ショックパルス方式は、転がり軸受けから生ずる衝撃波(ショックパルス)を検知し、軸受けの状態を診断する技術である。稼働中の転がり軸受けは、通常運転時より転動面(内・外輪)と転動体(ボール等)の接触面におけるランダムな相互作用によってショックパルスが生じている。このショックパルスを共振し易い周波数領域に設定した加速度センサを用いて、振動計と同様に診断部にセンサをあてて計測する。

転がり軸受けから発生するショックパルスの発生数を縦軸に、ショックパルスの大きさを横軸にとると Fig. 1 のとおり正規分布を示す。分布するショックパルスに対し、パルスは小さいが発生数の多いパルス(1秒間に1000回発生)の大きさをHR、パルスは大きいが発生数の少ないパルス(1秒間に40回発生)の大きさをLRと設定する。LRとHRの値およびLR値とH

R値の差でショックパルスの分布を定量化し、これらを指標とし軸受け状態の判別を行う。

指標の変化の具体例を述べる。転がり軸受けに損傷が発生した場合には大きなパルスが増加するため、LRの値が大きくなるとともに、LR値とHR値の差が大きくなる。一方、油潤滑が不足し油膜の厚みが減少した場合は、大小のパルスが一様に大きくなり、正規分布の形を維持したまま右方向にシフトする。このため、LRとHRの差の変化は見られないもの、LRとHRのそれぞれの値は増加することとなる。

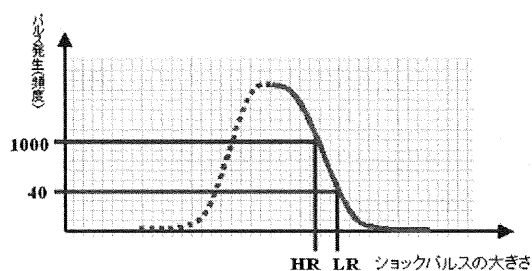


Fig. 1 Shock Pulse distribution

3. 適用性評価

3.1 試験装置

疲労試験機は、千穂田精衝製学振型軸受寿命試験機 (Fig. 2) を用いた。発電所実機を模擬するため潤滑油ラインを新たに設け、潤滑油はFBKタービン32とした。試験体は、試験機回転軸と同径のラジアル軸受け(深溝玉軸受)6206とし、各計測器のセンサは、軸受け設置部近傍の

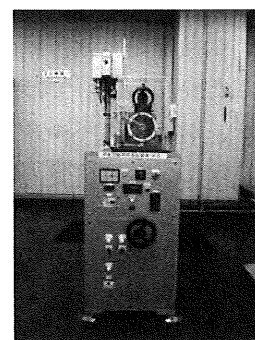


Fig. 2 Fatigue test equipment

連絡先:林晴久、〒459-8522 名古屋市緑区大高町字北関山 20 番地の 1、中部電力(株)電力技術研究所、
電話: 050-7772-2832、
e-mail:Hayashi.Haruhisa@chuden.co.jp

信号の減衰が少ない箇所へ固定した。

3.2 試験結果

(1) 損傷模擬の影響

新品の軸受けおよび損傷模擬のため圧痕を付与した軸受けについて、負荷荷重；4000N、回転数：4000 r p mの試験条件にて疲労試験を実施した。

その結果得られたショックパルス方式および振動計の計測結果を Table.1 に示す。損傷模擬においては、損傷の程度が再現できることに留意した。新品軸受けを分解し、取り出した内輪の軌道面上に軸受け鋼球を置き、鋼球の上より約40000Nの荷重をかけ、深さ約10 μ mの圧痕を付与した後、組立てを行った。

計測器	指標		新品軸受け		圧痕軸受け	
振動計	加速度	m/s ²	4		71	
	速度	m/s	2		7	
	変位	mm	0.01		0.01	
ショックパルス方式	LR		37	計測器判定 A(良好)	57	計測器判定 D(損傷あり)
	HR		33		49	
	LR-HR		4		8	

Table.1 Measurement result

新品軸受けと圧痕付与の軸受けでは、ショックパルス方式および振動計ともに計測値に大きな変化があり、明確に判別することができた。今回の疲労試験では、上記の値がそのまま推移したことから、損傷が拡大する過程をとらえることができなかった。このため、この経時変化の把握が今後の課題と考えている。

(2) 潤滑油の影響

新品軸受けに対し、負荷荷重；3000N、回転数：3000 r p mの試験条件で疲労試験を行い、その過程で潤滑油供給を変化させた状況を Fig.4 に示した。横軸は試験時間、縦軸はショックパルス方式での計測値および振動計の加速度値を示す。

試験開始より、約0.2時間後に潤滑油の供給を停止した際、振動計では加速度値の変化は見られなかったが、ショックパルス方式では、LRとHRの差の変化はなく、LR値およびHR値がそれぞれ上昇し、潤滑不足としてとらえることができた。約0.7時間後の潤滑油の再供給により計測値が復帰したため、この間の軸受け損傷はなかったものと推定される。

約1.5時間後より、潤滑油の供給を再度停止した際、LR値およびHR値がともに高い値のまましばらく推移した。これは、軸受けに付着した油がまだ残ってお

り潤滑を担っていると考えられ、その影響を無くすため、約4時間後より、油供給口から脱脂スプレーを間欠的に注入した。スプレーの注入開始より約15分経過した時点（スプレー注入回数：9回）で急激に異音が発生するとともに、振動計の加速度値の上昇が認められた。一方、ショックパルス方式では、異音発生10分程前より徐々にLR値、HR値の上昇が認められ、振動計（加速度）より早期に兆候がとらえられていることを確認した。

その後再び潤滑油を供給したが、ショックパルス方式および振動計（加速度）とともに計測値の上昇が認められ、軸受けは損傷に至ったことが確認された。

当該軸受けの内輪軌道面の損傷状況を Fig.3 に示す。



Fig.3 Damaged surface

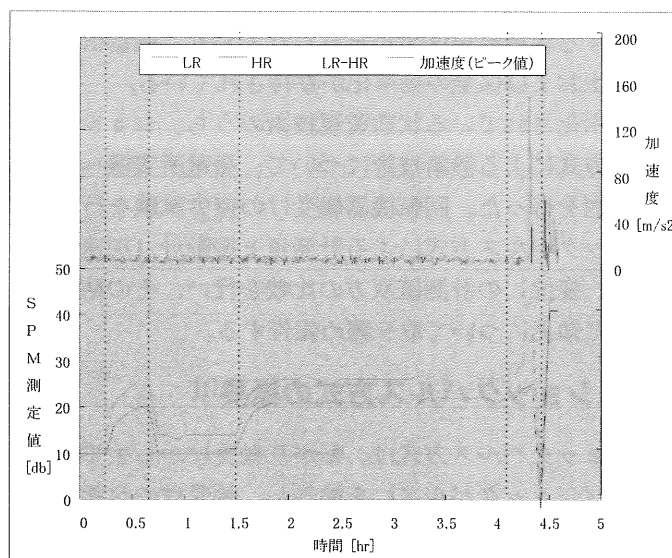


Fig.4 Measurement result

4. 結言

ショックパルス方式による診断技術は、潤滑不良および損傷による異常兆候の検知に対し、発電所実機への適用が期待できる技術であることが分った。

今後、経時変化のデータを取得し検討を進めていく予定である。

参考文献

[1] 亀井 稔、“転がり軸受けの稼働状態における的確評価の実現”、社団法人日本プラントメンテナンス協会、第46回設備管理全国大会講演(2006年12月)