

# 状態監視振動診断技術者コミュニティ 第9回ミーティング

## 事前メール受付による振動相談の紹介

2017.7.21  
振動診断Q&A 窓口担当

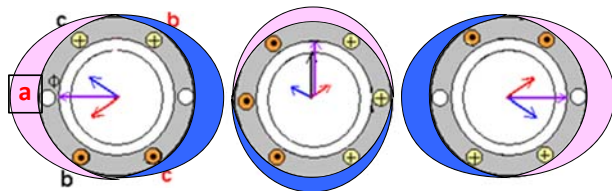
わたなべ ゆきお  
渡部 幸夫

### 振動相談② [電源不平衡による電磁振動の発生について]

電気設計では1%以内、2%以上ズレると機械故障につながるといわれていますが、何%程度ズレた場合電磁振動が発生しますか？

回答：3相誘導電動機2極の a コイルの電流が小さいと、回転磁界の大きさが変動し回転変動も発生するので、効率が悪く巻線劣化が激しくなる。電磁振動は、モータフレームの応答特性の差が大きく、変化を監視する必要があるので、電流あるいは磁束診断が良い。

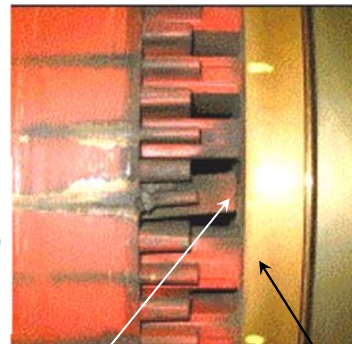
・Areva社HPによると、電流が2%以上振幅変調（側帯波が1%）を起こすとロータバーが1本から2本割れか折損と評価しているので、電流による診断が良い。



吸引力大

吸引力小

吸引力大



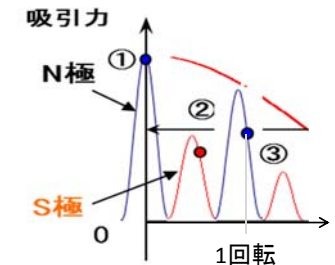
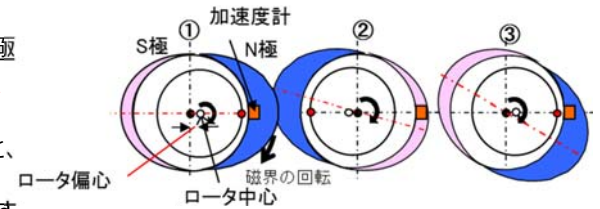
ロータバー折損  
(AREVA社 HPより)

短絡環

### 振動相談① [電磁振動について]

ギャップ、固定子、電源電圧の不平衡や、スロットやロータバーの引っ張り等により発生する、いわゆる電磁振動については、120Hzが必ず卓越すると考えても良いでしょうか？

回答：電源周波数によるN極とS極の吸引力、2倍の電源周波数の吸引力は必ず発生します。特に2極モータの場合は、ロータが偏心すると、N極とS極の吸引力差が発生し、モータ全体、特に水平方向に共振する場合があります。その場合は、軸受摩耗やモータ取付けゆるみが原因。



モータフレームの表面の固有振動数がロータバーパスや固定子スロットパス周波数と近いと共振します。

### 振動相談③ [電源不平衡による電磁振動の機器に与える影響について]

電源不平衡により電磁振動が発生した場合、どれくらいの振幅で機器に対して影響を与えますか？

また確認すべきパラメータは速度で問題ないでしょうか？

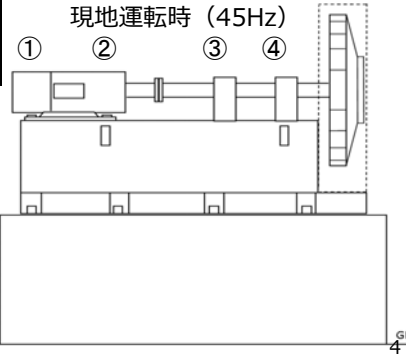
回答：長期運転を行うと、モータの巻線劣化に伴うモータ焼損事故や地絡事故の原因となるので、電流の不平衡、温度上昇も監視すべきです。

インバータが設置されている場合は、特にコンバータ部回路の1相に急激に過大な電流が流入し、コンバータ部の破損事故の原因となるので、注意が必要です。

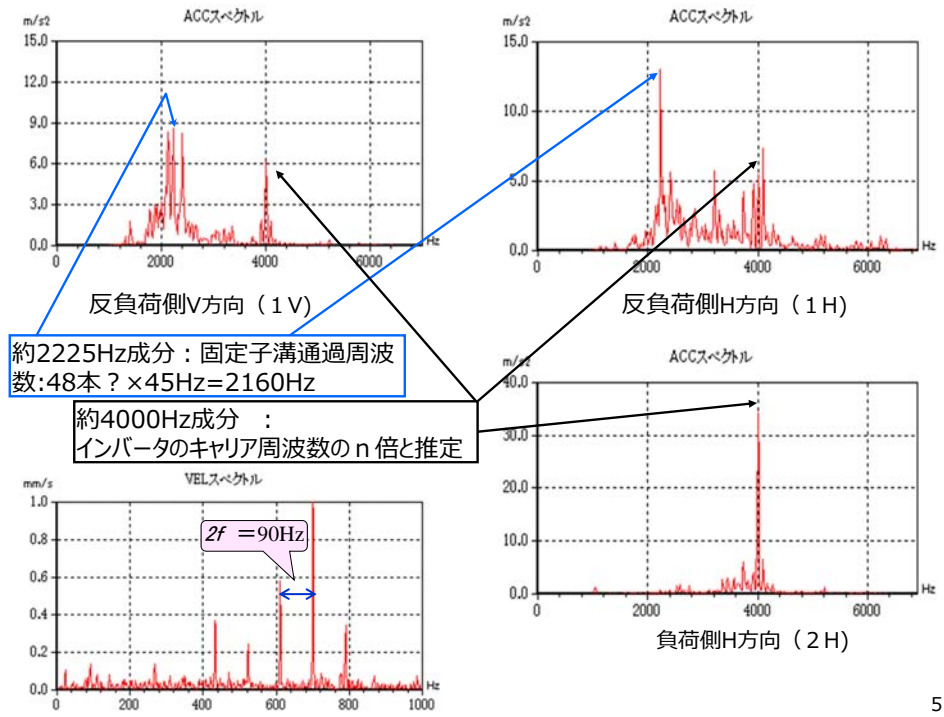
**振動相談④ [溝高調波やインバータのキャリア周波数などの電磁振動]**  
 どこまでが許容される範囲なのでしょう？ 軸受の寿命に少なからず影響がある様に思います。 キシリ音の様に影響が無いとされるのが一番良いのですが。  
 また、電磁振動なので電気的にモータのコイル・楔等にも影響を与えそうな気がします。

	①反負荷側			②負荷側		
	V	H	A	V	H	A
変位 [ $\mu\text{m}^{\text{P-P}}$ ]	3.41	4.19		4.96	4.95	5.38
速度 rms [mm/s]	0.62	0.88		1.11	1.11	1.79
加速度 peak [ $\text{m/s}^2$ ]	62.51	82.51		67.78	84.86	126.98
加速度 rms [ $\text{m/s}^2$ ]	16.54	18.52		26.4	26.52	43.12

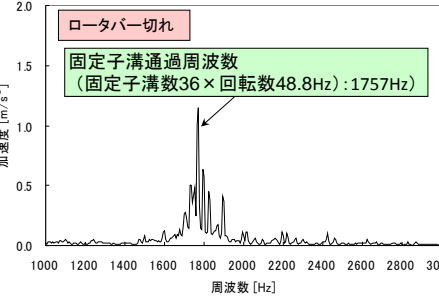
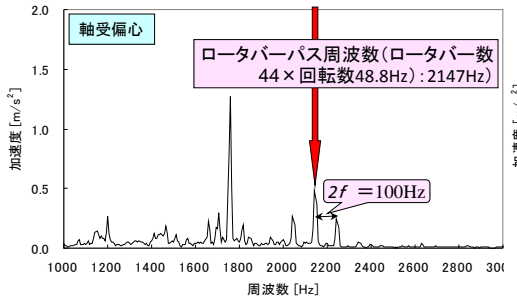
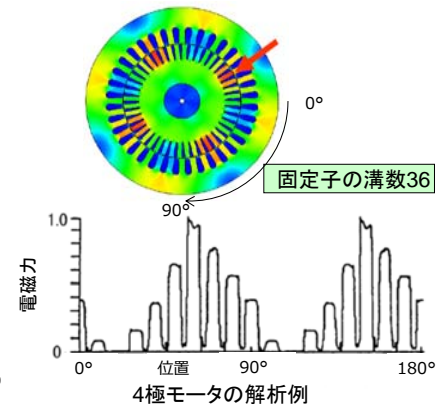
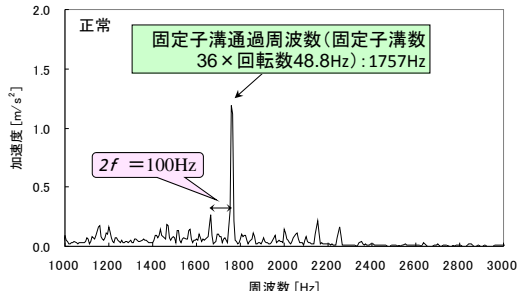
容量 110 kW 周波数 60 Hz  
 電圧 440 V 絶縁種別 F 種  
 電流 180 A 製造年 2014 年  
 極数 4 P 負荷側 6218C3  
 回転数 1780  $\text{min}^{-1}$  反負荷側 6217ZC3



	③モータ側		④ファン側	
	V	H	V	H
変位 [ $\mu\text{m}^{\text{P-P}}$ ]	1.14	3.39	2.49	4.38
速度 rms [mm/s]	0.26	0.36	0.17	0.25
加速度 peak [ $\text{m/s}^2$ ]	19.94	21.74	10.89	17.61
加速度 rms [ $\text{m/s}^2$ ]	5.12	5.59	2.93	5.26

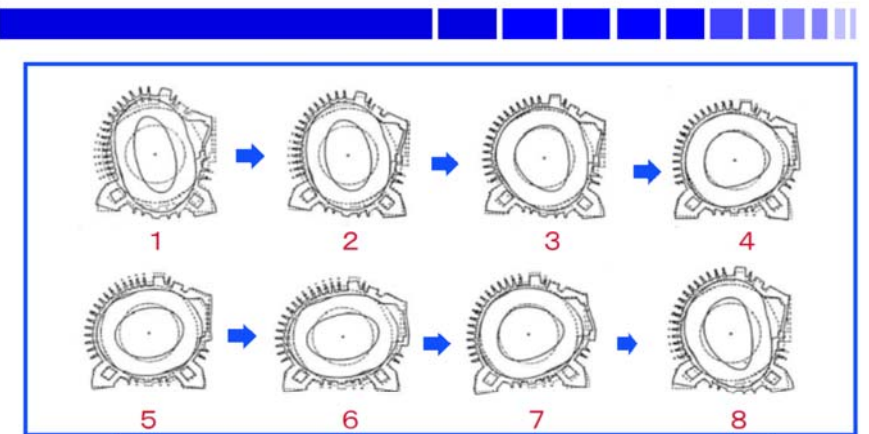


**高調波電磁力による振動**



**電磁力モードとフレーム表面の振動モードが一致した共振**

運転中の振動モード(ステップ応答解析) 1200Hz、  
 電磁力モード:M=4

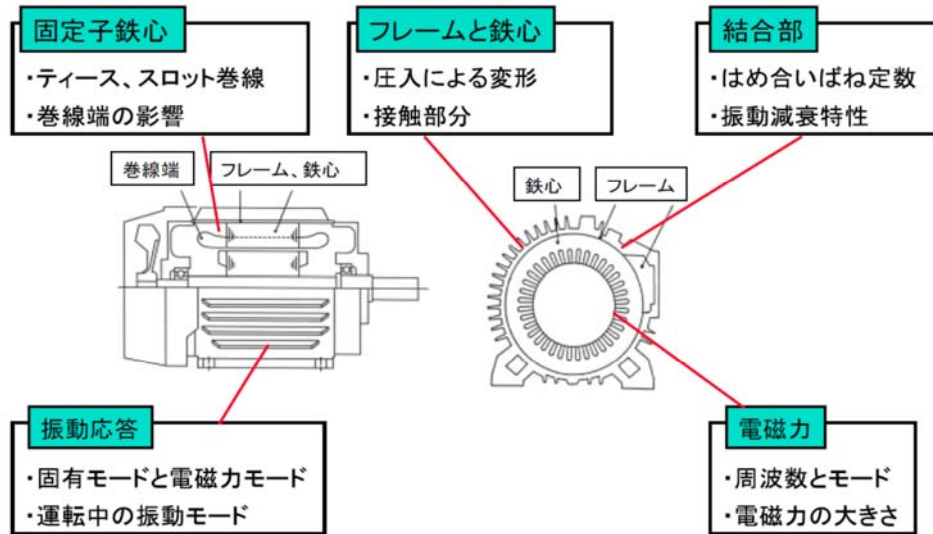


電磁力→振動応答→フレーム表面の振動

電磁力モードM=4に対して、運転中の振動モードN=2で定在波モードである

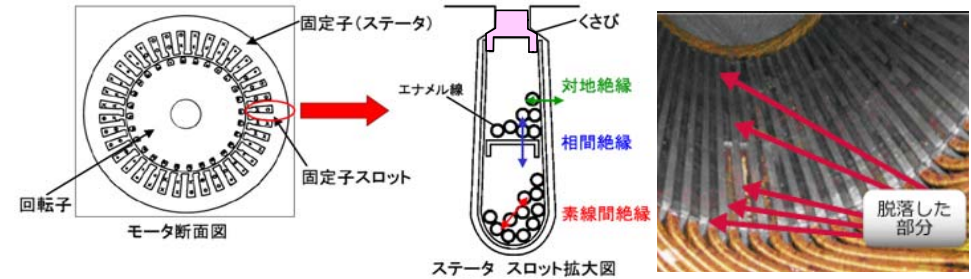
図A モータフレームの表面振動の共振

## 電磁振動が大きくなる要因



8

**回答：**溝高調波やインバータのキャリア周波数などの電磁振動による影響は、機種によって、大きく変わるので、許容される範囲は変わります。軸受の寿命は、電磁振動振幅が小さいので、油膜があるため影響はあまり受けません。しかし、モータの**コイルの絶縁劣化**が進み、**楔の摩耗**が発生するとさらに進みます。



### 振動相談⑤ [電磁振動]

これらの電磁振動は共振することで発生していると解釈しているのですが、実際にどの部分と共振する可能性が高いのでしょうか？ 今回の様に溝高調波とキャリア周波数では発生周波数帯が違うので少なからず2箇所の位置で発生していると思います。

**回答：**図Aに示すモータフレームの表面振動が共振しています。2箇所の周波数で振動しています。

9

### 振動相談⑥ [電磁振動]

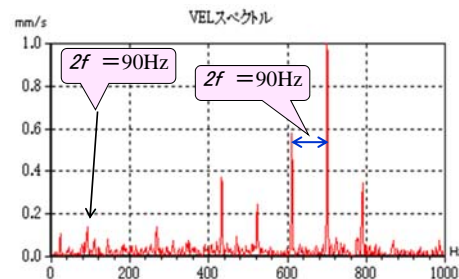
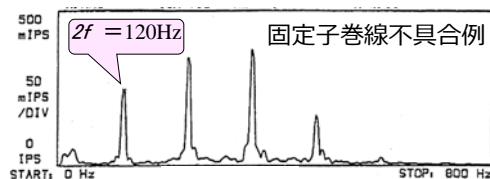
電磁振動による影響が問題ないとされる場合、通常の振動測定で加速度値を管理するには振動技術研究会のテキストに記載されている相対判定基準を用いて考えるべきなのでしょうか？

初期値の6倍が不良となると $160\text{m/s}^2$ 基準値となってしまう、普通に考えると適用が難しいと思います。

**回答：**相対判定基準を用いて監視すべきです。

●軸方向加速度が異常に大きいので、モータ負荷側フランジの固有振動数、締結トルクの確認が必要です。

●固定子の不良の特徴の2倍の電源周波数成分が卓越してます。電圧/電流のFFT、モータ固定子くさびの点検を推奨します。



10

### 振動相談⑦ [グリス潤滑玉軸受の潤滑不良による振動発生メカニズム]

潤滑不良のみが発生しており、各傷周波数が卓越していない場合は、現時点で、軸受には損傷がないと考えても良いでしょうか？

**回答：**潤滑不良が発生すると、転動体の接触領域すべてが転がり接触ではなく一部にすべり領域があり、その領域での発熱、摩耗が発生します。その運転時間により、損傷の大きさは、変化します。現時点では、損傷が顕著でなくても、転がり疲労の亀裂が内部の発生している可能性があり、**監視強化**、あるいは**軸受交換**すべきです。

### 振動相談⑧ [グリス過多時の振動について]

メーカーよりグリス過多は機器の発熱及び消費電力増加のデメリットがあると聞きましたが、機械毎に定められたメーカー許容温度内であれば、軸受損傷等の設備故障リスクは殆ど無いと考えても良いでしょうか？

**回答：**グリス過多による軸受内部の**温度上昇**による潤滑膜破断、**起動時の電流高**によるモータ巻線絶縁劣化が発生するので、機器個別に判断すべきです。

11