

J-PARC RCS 冷却水設備冷却塔ファンベアリングユニットの製作

PRDUCTION OF THE COOLING TOWERS FAN BEARING UNIT AT J-PARC RCS

藤来洗裕[#], 菅沼和明, 山崎良雄

Kosuke Fujirai[#], Kazuaki Sugauma, Yoshio Yamazaki

J-PARC center, Japan Atomic Energy Agency

Abstract

Cooling water equipment of J-PARC RCS (Rapid Cycling Synchrotron) is supplying cooling water for heat sources such as electromagnets, RF devices, their power supplies, and so on. The warmed water is cooled down by cooling towers outside the building. I heard abnormal noise from the bearing unit of the cooling tower fan in April, 2015. I decided to observe the state of the bearing unit. As a result of observation, it had a wound peculiar to a bearing of the pulley side. I checked why a bearing of the pulley side was damaged. When a fan goes around, a bearing on the pulley side is weighted to lower side by the fan and pulled to a crosswise direction by the fan belt. I guessed a peculiar bruise of the pulley side was caused that these vibration and load. Due to the bearing structure is a grease shutting tightly type, it seemed that the wound in the bearing spreads by operating with the small metal piece that peeled off by breaking left in the bearing. I considered the mentioned above problem, in order to drive stable of a cooler fan, a new bearing unit was developed to endure the load, to reduce blurring on the top, bottom, left, and right and to replenish grease periodically. I'll report on vibration parameter of the structure of the bearing unit produced newly and an early stage by this publication.

1. はじめに

J-PARC RCS (Rapid Cycling Synchrotron) 冷却水設備では、電磁石、加速空洞などの熱源機器に冷却水を供給している。装置へ供給される冷却水の温度は、屋外に設置されている冷却塔にて 27℃になるように冷却塔ファンを回し冷却している。2015 年 4 月にある冷却塔ファンのベアリングユニットから異音が生じていた。原因を調査するために異音のしたベアリングユニットをオフラインで運転させ振動測定を行った。振動測定後、ユニット内の軸受を切断して内外輪表面の状態を観察した。結果、内外輪に特有の傷が生じていた。冷却塔ファンの安定運転のために傷の原因を調査し新たにベアリングユニットを製作することにした。本発表では、傷の原因についての考察と傷の対策を施したベアリングユニットの構造および試運転時の振動値について報告する。

切断を行うことにした[1]。Figure 2 に軸受ユニットの図面を示す。



Figure 1: Cooling tower.

2. 冷却塔設備について

2.1 冷却塔の概要

RCS 冷却水設備冷却塔は開放型空冷方式で、水を冷却塔上部から側面のルーバを伝って下部の水槽に流れる際、ファンによって作り出される風(空気)に触れることで気化熱を奪い冷却を行っている。冷却塔では、熱源機器に供給する水温が 27℃になるようにファンを制御して運転している。Figure 1 に冷却塔の写真を示す。

2.2 ベアリングユニットの故障

2015 年 4 月にある冷却塔ファンから異音が生じていた。そのファンのベアリングユニットを取外し手で回したところ玉が何かに当たる感触があった。軸受の状態を確認するためにオフラインで軸受部の振動測定及び軸受の

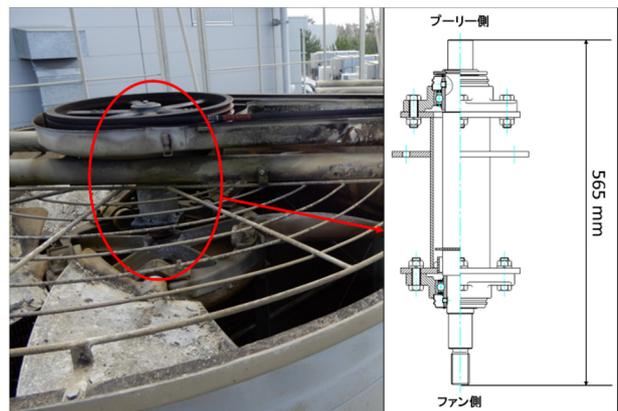


Figure 2: Bearing unit.

[#] fujirai.kosuke@jaea.co.jp

3. 異音ベアリングユニットの状態確認

3.1 ベアリングユニットの振動測定

異音のするベアリングユニットをオフラインで回すことができる専用の架台に取り付け振動測定をした。振動測定では、プーリー側及び、ファン側に組み込まれている軸受部にマグネット式のセンサーを取り付け、FFT 解析を行った。また、新品のベアリングユニットの振動測定を行い異音のするベアリングユニットとの違いがあるのか調べた。振動測定の結果、ファン側には顕著な違いはなかったが、新品ユニットに比べプーリー側の軸受の振動値に違いがあることが分かった。Figure 3 に新品及び異音ベアリングユニットプーリー側の FFT のグラフを示す。

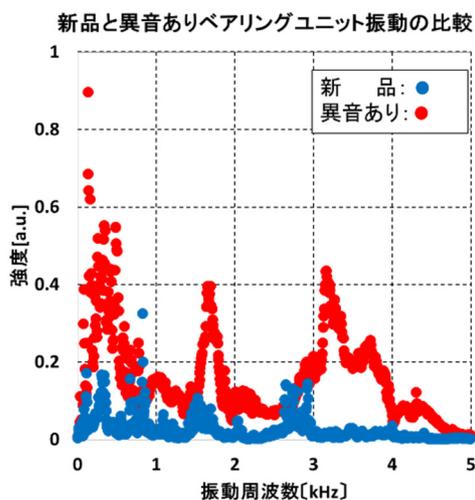


Figure 3: FFT vibration measurement.

3.2 軸受内外輪表面の観察

異音のするベアリングユニットを分解してプーリー側及びファン側の軸受を切断して内外輪の状態を観察することにした。プーリー側の軸受にはフレーキング痕や内輪軌道面に特徴的な接触痕があった。軌道面につく接触痕は、一般的に軸受が回る際、軌道面の中央部分に転



Figure 4: State of the inner ring and outer ring.

導体の玉が接触するため内外輪ともに中央に玉が接触した痕が残るが、この軸受では、内輪の中心より上側に玉が接触したと思われる痕があった。これは軸受が固定されている内輪がファンの重さによって軸と一緒に下方に下がり、内輪の上側に傷がついたと思われる。それに比べファン側の軸受には、フレーキング痕といった傷などはない比較的きれいな状態であった。Figure 4 に軸受内外輪についての傷の写真及び一般的な接触痕とプーリー側の内輪についての接触痕の違いについて示す。

3.3 傷の要因

軸受に傷がついた要因を考えると、プーリー側の軸受にはファンの重さとファンベルトによってモーター側に引き寄せられる 2 方向に荷重がかかっており、その 2 方向から受ける荷重によって、軌道面の疲労がファン側よりも加わるため傷がついたと思われる。また、異音のするベアリングユニットの軸受はグリスが密閉されており、グリスを補給する補給口がなく定期的にグリスを補給することができなかったため、軌道面の疲労によって剥離物が取り除けないまま運転したことで、軌道面についての傷が広がってしまったと推測した。Figure 5 に軸受にかかる荷重の向きを示す。

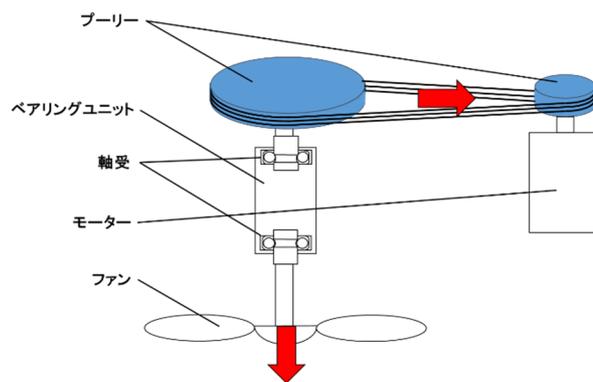


Figure 5: Moment of force.

4. 新ベアリングユニットの製作

4.1 新ベアリングユニットの構造

新しく製作したベアリングユニットは、従来のベアリングユニットで使用していた深溝玉軸受から円すいころ軸受に変更した。円すいころ軸受は軌道面との接触が線接触のため玉軸受より剛性が高く負荷能力が大きい。2方向からの荷重を耐えるためにもより負荷能力の大きい円すいころ軸受を選定した。軸受はベアリングホルダーにはめホルダーをケースで挟んでボルトで固定している。そのため転導体が上下に動くことは無い。また、新しく製作した軸受ユニットは、定期的にグリスを補給することができるようにプーリー側、ファン側の軸受部にグリスの補給口を設けた。軸受部にグリスを補給することで、グリスの減少によって発生する異音や負荷を軽減することが期待できる。Figure 6 に今回製作したベアリングユニットの図面を示す。

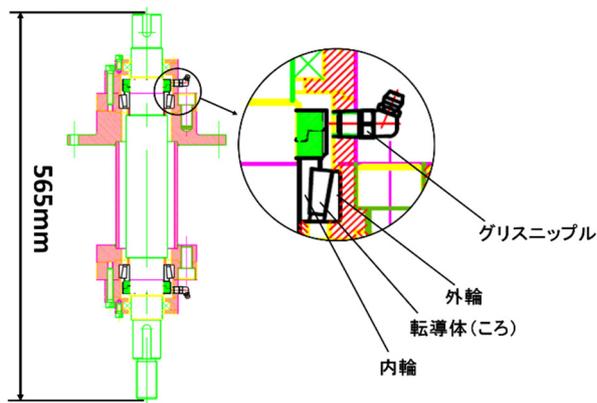


Figure 6: New bearing unit.

4.2 グリスの補給方法

グリスの補給はグリスガンの先端をグリスニップルに取付け、グリスガンのレバーを押すことでグリスを補給することができる。グリスニップルの先端は穴が開いており、その穴を塞ぐように玉が入っている。玉は、内部からスプリングで押しつけられており補給をするとき以外は常時穴が塞がっているためグリスの漏れや外部からの異物が混入しない構造となっている。ファン側のグリスの補給口が実機に取り付けた場合、ファンを停止させなければ補給できない構造となっており、運転中でもグリスを補給することができるように改良する必要がある。

5. 新ベアリングユニットの試運転

5.1 試運転時の振動測定方法

新しく製作したベアリングユニットの初期状態を調査するために、ベアリングユニットを専用架台に取り付けて実機の回転数に合わせて振動測定を行った。測定位置は、既設ベアリングユニットで傷のついたプーリー側にマグネット式のピックアップを取付け測定した。

5.2 振動測定データ

初期の運転状態を調査するために行った振動測定では加速度、速度、変位の実効値、FFT解析にて3 kHz以上の周波数帯域に高い値が無いか調べた。結果振動値は低く初期の状態としては問題ない。試運転で測定したFFTのグラフをFig. 7に示す。

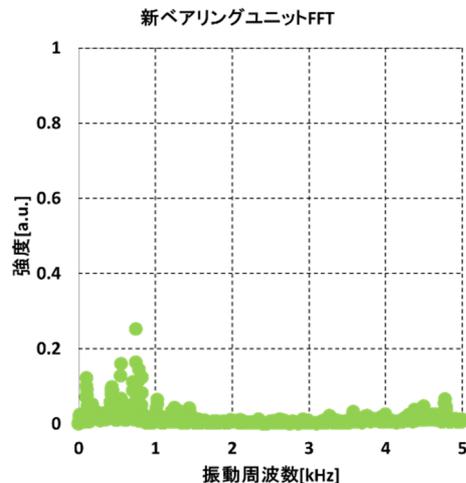


Figure 7: FFT vibration measurement of new bearing unit.

6. まとめ

ベアリングユニットの異音について振動測定及び軸受の切断を行い、異音がプーリー側の軸受についた傷が原因であることがわかった。傷の状態を調査して傷のつき辛い構造のベアリングユニットを製作した。製作後、ベアリングユニットをオフラインにて試運転を行い、振動測定を行った。振動測定の結果、異常と思われる振動の値は見受けられなかった。初期の状態としては問題なく正常に動作している。

参考文献

- [1] K. Fujirai *et al.*, Proceedings of Annual Meeting of Particle Accelerator, Society of Japan, Sapporo, Japan, August, 2017; https://www.pasj.jp/web_publish/pasj2017/proceedings/PDF/WEPO/WEPO26.pdf