3803 鉄道車両駆動モータの予防保全システムの開発について

○梅原　利之　（東日本旅客鉄道）　　浅井　節男　（東日本旅客鉄道）
斉藤　善伸　（東日本旅客鉄道）　　平沼　洋一　（東日本旅客鉄道）
佐藤　満　（東日本旅客鉄道）　　西　信義　（東日本旅客鉄道）
佐藤　剛史　（東日本旅客鉄道）　正［電］福永　辰也　（旭化成エンジニアリング）

Development of a preventive maintenance system for railways traction motors

Toshiyuki UMEHERA, Setsuo ASAI, Yoshinobu SAITO, Yoichi HIRANUMA, Mitsuru SATO,
Nobuyoshi NISHI, Takashi SATO, East Japan Railway Company
Tatsuya FUKUNAGA, Aasahi Kasei Engineering Corpration

Railways traction motors is executing maintenance with the motor unit according to the mileage. The confirmation of the mechanical quality after it maintains it is large depending on person's senses. Therefore, it is difficult to detect symptoms such as a rotor unbalances and defective bearings completely. As a result, there is uncommonly a case where the trouble occurs up to the next maintenance.

Because the vibration diagnosis technology is applied to the quality rating after it maintains it, and the system that was able to evaluate it quantitatively was developed, it reports on the outline and the effect.

Keywords:: railways traction motors , dynamics, vibration diagnosis technology , preventive maintenance

1．はじめに

車両走行中に客室内のﾋﾞﾋﾞﾘ振動等が発生した場合、車両センターでは、まず初めに走行装置（台車）に原因があるのではないかと想定する。その初動調査は、モータから歯車装置までの駆動装置等の外観調査であり、その処置・対応は、明確な根拠がないものの、モータの交換を行っている。

筆者が勤務する東京総合車両センターおいて、そのようなモータの単体調査実施時は、モータ回転時に固定子枠を触手等することにより振動の有無を評価しているが、定量的な評価は難しい。よって、単発的な調査の結果のみの信頼性向上を図るだけでなく、定期メンテナンス後の性能試験にも振動の評価を実施する事により、更なる機械的信頼性の高い予防保全の構築を目指し、振動診断技術を適用した本装置を開発した。

以下にその概要と効果について報告する。

2．モータ定期メンテナンスの現状と課題

2.1 モータ定期メンテナンスの現状

東京総合車両センターでは、車両モータのメンテナンスは、車両の走行距離に応じて、以下の内容を実施している。

（1）小修【走行距離：120 万 Km 以下】

■主なメンテナンス
- ベアリングの状態確認※とグリスの充填
  ※グリス色で評価。
- 非分解によるモータ内外部の気吹き清掃
- 性能試験

（2）大修【走行距離：240 万 Km 以下】

■主なメンテナンス
- ベアリングの取替え
- 回転子および固定子毎の気吹き清掃
- 性能試験

2.2 現状での課題

客室内のﾋﾞﾋﾞﾘ振動の要因の一つとして、モータ回転子のアンバランスに起因する振動が台車、車体に伝播したことも想定される。

モータのアンバランス現象は、モータの回転子に付着した塵埃が、局所的（または偏芯）に堆積することで、重心が回転軸の中心にない状態で回転するために、発生する現象である。アンバランス自体のエネルギーは決して大きくないが、走行時の回転数の変化によるアンバランス振動成分の変化が、台車、車体のある系の固有振動数に近いとき、若しくは一致するときに共振現象となり、ﾋﾞﾋﾞﾘ振動等を発生させると考えられる。

現在、東京総合車両センターにおいてモータの振動に関する評価は、モータ回転中における固定子枠の触手確認、ベアリング部の聴音確認を行っているが、いずれも作業者の感覚に依存しており、経験の浅い作業者では判定判断が難しく、作業者毎に評価の差が出るという課題もある。

2.3 課題解決のアプローチ

振動源の一つとも考えられるモータのアンバランスなどの機械振動は、振動診断技術として石油化学プラント等では、汎用的に導入されており、その適用を試みることにした。

また、振動診断技術では同一のセンサ（加速度センサ）の計測データを信号処理により、アンバランスなど機械の一般振動を検出可能な速度モード(10Hz～1kHz)と、ベアリ

ングの欠陥検出に有効な加速度モード(1kHz以上)に分割し、計測することで、ベアリングの状態の定量的評価も可能となる。

なお、事前にポータブル振動診断器による評価の結果、東京総合車両センターの性能試験回転数でもアンバランスの現象が検出可能であることが確認できた。

3．システムの概要

3.1 誘導電動機振動測定装置の仕様

今回開発した誘導電動機振動測定装置は、３つの振動測定モード（Table 1 system specification）機能を有し、アンバランスおよびベアリング状態等の評価が可能である。

また、測定方法はモータの各ベアリング付近の固定子枠にマグネットタイプの振動加速度センサおよびモータ起動時の磁場の変化を検出できる磁気センサを設置、接続する。そして、測定画面にて測定開始スタンバイ状態にすると、モータの起動を磁気センサが検出し、一定時間経過後（所定の回転数およびベアリングのグリス潤滑が安定した状態）、自動的に振動計測を開始する。

測定結果は、振動測定値とその時の FFT 解析結果（周波数解析）をエクセルに自動保存し、編集・保存が可能となっている。

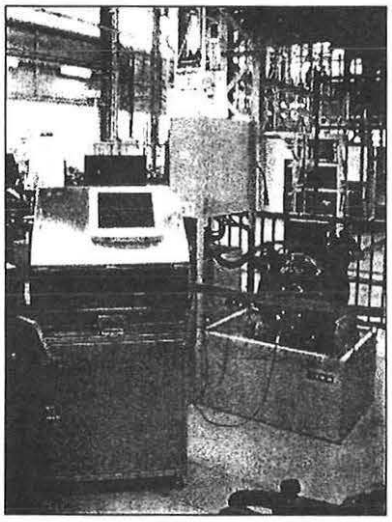


Fig.1 Diagnosis system externals

Table 1 system specification

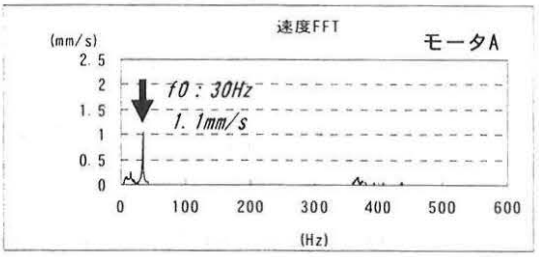
センサ感度	１０mV／G	適用例
測定モード	加速度O/A，Ｐｅａｋ，ＦＦＴ (1k～20kHz, 0～500g)	ベアリング・歯車の損傷
	速度O/A，ＦＦＴ (10～1kHz, 0～500mm/s)	回転機械の振動
	変位O/A，ＦＦＴ (10～500Hz, 0～5000μmp-p)	回転機械の軸振れ

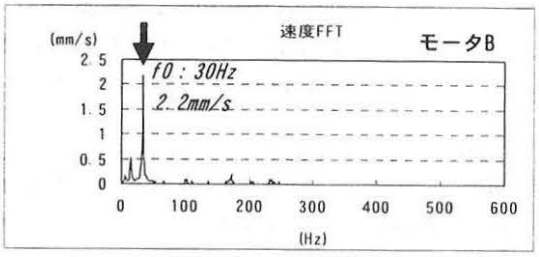
3.2 誘導電動機振動測定装置によるｱﾝﾊﾞﾗﾝｽ振動検出結果

ﾋﾞﾋﾞﾘ振動が認められた車両から取外した２台のモータ（Fig.2では、モータA、モータBと表記）を、本装置にて振動測定しFFT解析した。解析結果を以下に示す。

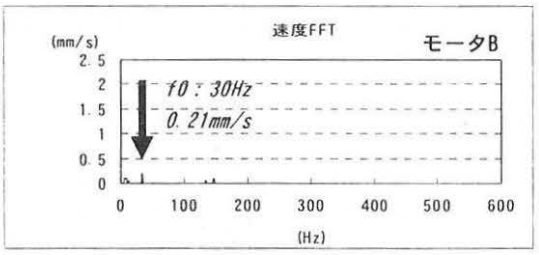
解析結果から、アンバランスの特徴である回転数周波数成分（試験回転数 1800rpm:30Hz）の振動について、モータ B の方が高いことが認められ、本事象おいては、モータ B のアンバランス振動が客室内のﾋﾞﾋﾞﾘ振動源になっていると考えられる。

また、モータ B のメンテナンス後の FFT 解析では、アンバランス振動の減少が認められ、メンテナンスの効果を定量的に評価することが可能になった。





車両取外し直後の測定



メンテナンス後の測定

Fig.2 Frequency analysis result

3.3 開発の成果

本装置の開発により、モータ回転子のアンバランスによる振動の定量的な評価が可能になった。調査での定量的な評価だけでなく、メンテナンス後のモータ性能試験に振動測定を追加することで、回転子のバランスが安定したことを確認した上で、モータを車両に搭載することが可能になり、車内での振動発生の低減が更に期待できる。

4．今後の課題

実際の運用においては、基準値をどのように設定するかが重要である。現在、実際のメンテナンス後のモータ性能試験にて検証を重ねることで精度向上・最適化を目指している。

5．終わりに

現在、本装置を現行の試験に導入し、基準値等の検証を行っている。

また、本装置を入場検査に適用することで、モータ個々の状態を把握し、それに応じたメンテナンスメニューを選択することが可能になり、品質の向上をはじめとしたメンテナンスの最適化が期待できる。