

回転体の異常検知システムの開発

機器の安全な運転をめざして

Development of a Rotary Structure Diagnosis System

Safer Operation of Machines

(電力技術研究所 材料G)

発電設備にはタービンロータからポンプ軸まで数多くの回転体があり、それらを安全に運転するためには、異常を早期に発見することが大切である。そこで、回転体にセンサーを取付け、とらえた異常音を電気信号にしてコイルに伝え、電磁誘導を利用して外部に取出すシステムを名古屋工業大学と共同で開発しており、回転中にひび割れが進むときの音をコイルを通してキャッチすることに成功した。

1 研究の背景

タービンやポンプなどの回転機械は重要な発電設備であり、安全を確保するために定期的に分解して検査したり、軸受けの外側に振動センサーなどを取付けて運転状況を監視したりしている。これらの回転部分にはケーシングとの接触、軸受けとのすべり不良、さらにひび割れなどの異常が生じる場合があるが、これを早期に発見し、異常の発生点を正確に突き止めるには回転体自体にセンサーを取付けることが望ましい。そこで回転するセンサーの信号を回転体の外部に伝える新しい信号伝送技術を用いた異常検知システムを考案した。

2 システムの概要

ここでは第1図のひび割れの検知を例に説明しよう。回転体にひび割れが発生すると、木の枝を折ったときのように特殊な音が発生する。それをいくつかの音響センサーでとらえて電気信号に置換え、回転体の軸に垂直に取付けたコイルに伝える。このコイルには回転体の外部に固定したもう1つのコイルが対面して配置されており、電磁誘導という現象を利用して信号を外部に取出し、コンピューターでひび割れの位置を予測する。

3 異常音の検出

ひび割れにともなって発生する異常音は回転体の内部を圧力波として伝播する。音響センサーは圧力を電気に変換する圧電材料で作られており、圧力波は電気

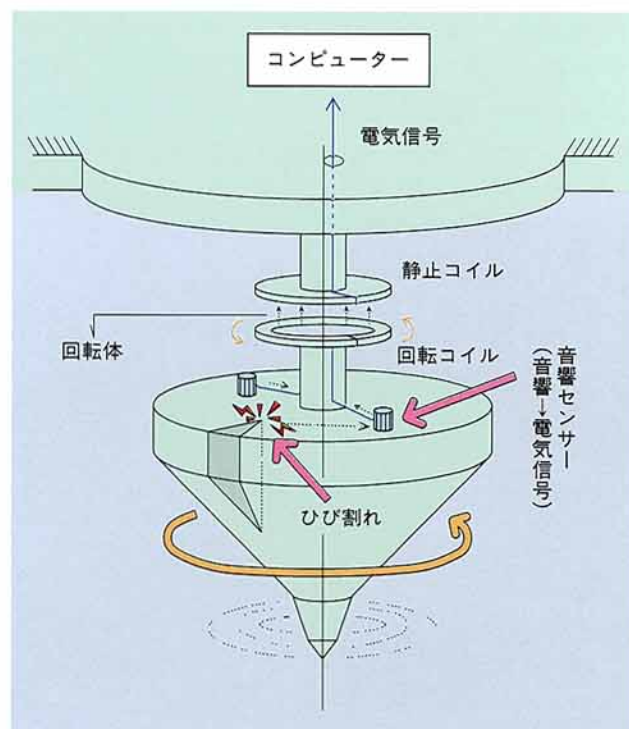
(Electric Power Research & Development Center, Materials Group)

A power generation facility includes a number of rotary bodies such as turbine rotors and pump shafts. Early detection of faults is vital for their safe operation. We have developed jointly with Nagoya Institute of Technology a diagnosis system for rotary structures. The diagnosis system comprises a sensor which is mounted on a rotary body to receive acoustic signals from a defect, if any, and a coil which transfers signals from the rotating sensor to a static instrument by means of electromagnetic induction. We successfully monitored a sound generated by a growing crack during rotation.

信号として検出される。また発生点の位置は、圧力波が一定の速度で伝播することを利用して各音響センサーに到達する圧力波の時間差から計算される。

4 電磁誘導による信号伝送

接近した2つのコイルの一方に交流電流が流れるとまわりの磁気を変化し、この変化を打ち消すようにもう一方のコイルに電流が誘導される。誘導された電流は最初のコイルに流れた電流と向きは反対になるが、大きさは比例しており、空間を通して電気信号が伝えられる。



5 ひび割れの検知試験

ひび割れによる音がコイルを通して実際にどの程度キャッチされるかを調べた。第2図は実験に用いたコイルの写真であり、磁性体の溝にコイルが同心円状に巻かれ、複数個の信号が伝送されるようになっている。

第3図はコイルを組み込んだ試験装置の外観写真である。回転体である試料にはあらかじめ傷をつけてひび割れが発生しやすいようにしてあり、その近くに音響センサーを配置している。試料の端にはおもりを取付け、試料が回転すると遠心力によってひび割れが進むようになっている。実験は毎分300回転の速度で行った。

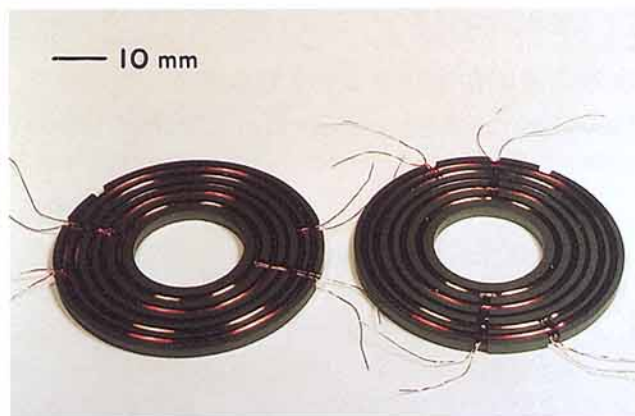
6 試験結果

第4図はコイルによる信号伝送の性能を調べた結果である。低い周波数から1メガヘルツの高い周波数までの信号が大きさを変えず、遅れもなく伝送されることがわかる。

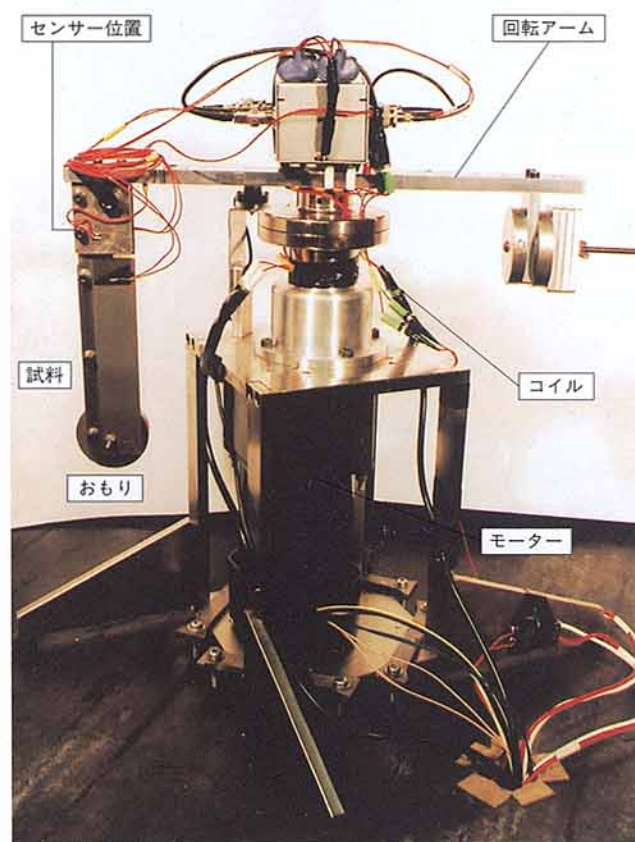
第5図はこのシステムでキャッチしたひび割れによる音の波形である。この音は500キロヘルツ程度の高い周波数をもつ超音波であり、ひび割れの初期から検出できた。

7 今後の課題

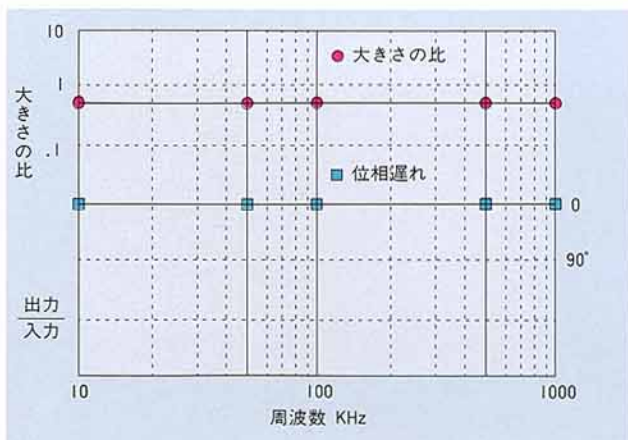
電磁誘導を利用したコイルは高い信号伝送性能をもつことが確認できた。しかし、音による異常検知を現場で行うにはノイズ対策が最大の課題である。回転機械のノイズを調査し、異常音をノイズと分離する必要がある。また、どの位置にも取付けられるようにいろいろな形をしたコイルを開発することも今後の課題である。



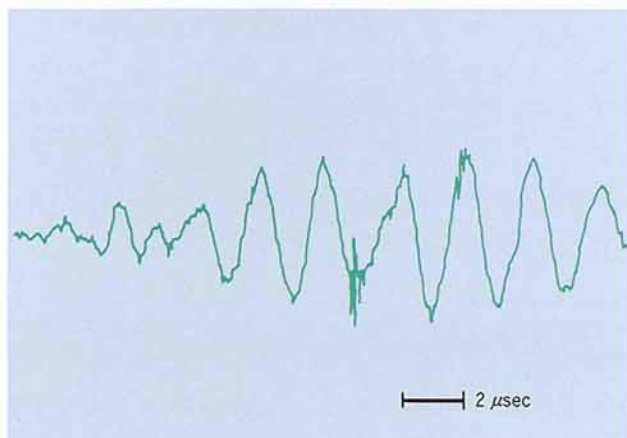
第2図 コイルの形状



第3図 試験装置



第4図 コイルの信号伝送性能



第5図 ひび割れ音の波形