

非常用ディーゼル発電機過給機の点検方法及び点検結果について

柏崎刈羽原子力発電所1号機で発生した非常用ディーゼル発電機（以下、D/Gという。）過給機軸固着事象の水平展開にあたり、レーシングワイヤ孔位置測定およびファツリ一部非破壊検査について、以下に示す。また、2019年12月の面談以降に孔位置測定を実施した、同発電所5号機及び7号機D/Gの点検結果について報告する。

1. 継続使用可否の考え方について

ロータ軸中心から各タービンブレードワイヤ孔位置の寸法を計測し、隣り合うブレードの孔位置の差（位置ずれ寸法）が設計公差以内であれば継続使用可能とする。

設計公差を超える位置ずれ寸法が確認された場合にはファツリ一部の非破壊検査を実施し、その結果き裂が認められた場合、または、位置ずれ寸法がブレード交換基準のメーカー推奨値を超えている場合には、タービンブレードを交換する。非破壊検査でき裂が認められず、かつ、位置ずれ寸法がブレード交換基準のメーカー推奨値以下である場合は今後の分解点検に合わせ、ファツリ一部に対する非破壊検査を継続的に実施していく。

設計公差、ブレード交換基準メーカー推奨値及び継続使用可否判定フローは下記の通り。

○設計公差（※）

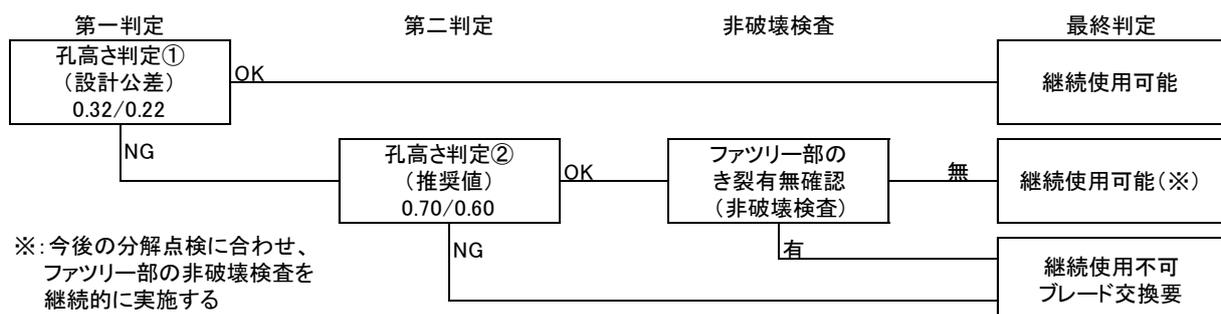
※ロータ軸中心からワイヤ孔中心までの設計寸法上限値と下限値との差

- ・柏崎刈羽原子力発電所1号機と同型の過給機：0.32mm
- ・柏崎刈羽原子力発電所7号機と同型の過給機：0.22mm

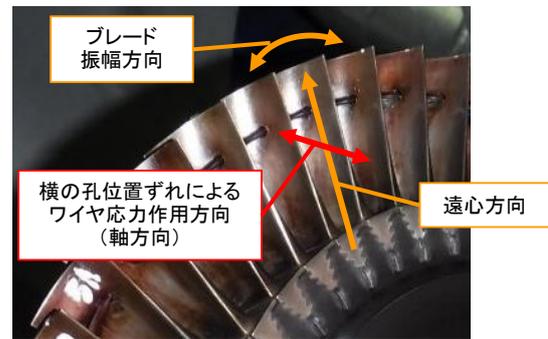
○ブレード交換基準メーカー推奨値

- ・柏崎刈羽原子力発電所1号機と同型の過給機：0.70mm
- ・柏崎刈羽原子力発電所7号機と同型の過給機：0.60mm

○継続使用可否判定フロー



なお、横方向にワイヤと孔の隙間寸法以上の孔位置ずれがあった場合には組立時にブレードを正しく組み込めなかったため、そのようなずれのあるものは納入されていないと考える。また、万が一ずれがあった場合においても、横方向の孔位置ずれによるワイヤ張力は今回損傷に至ったブレード振幅方向と異なることから、損傷メカニズムとは無関係である。よって、本件でのワイヤ孔位置測定では、高さ方向の位置ずれについて確認する。

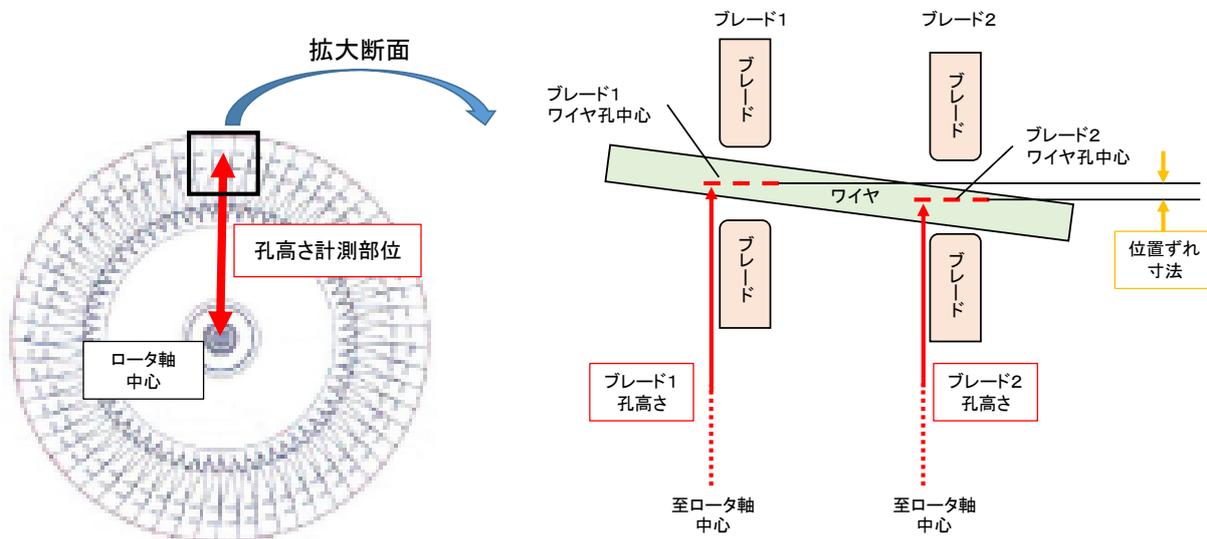


横方向の孔位置ずれによる応力作用方向

2. レーシングワイヤ孔位置測定方法

(1) ワイヤと孔の隙間が大きい型式（柏崎刈羽原子力発電所1号機と同型の過給機）

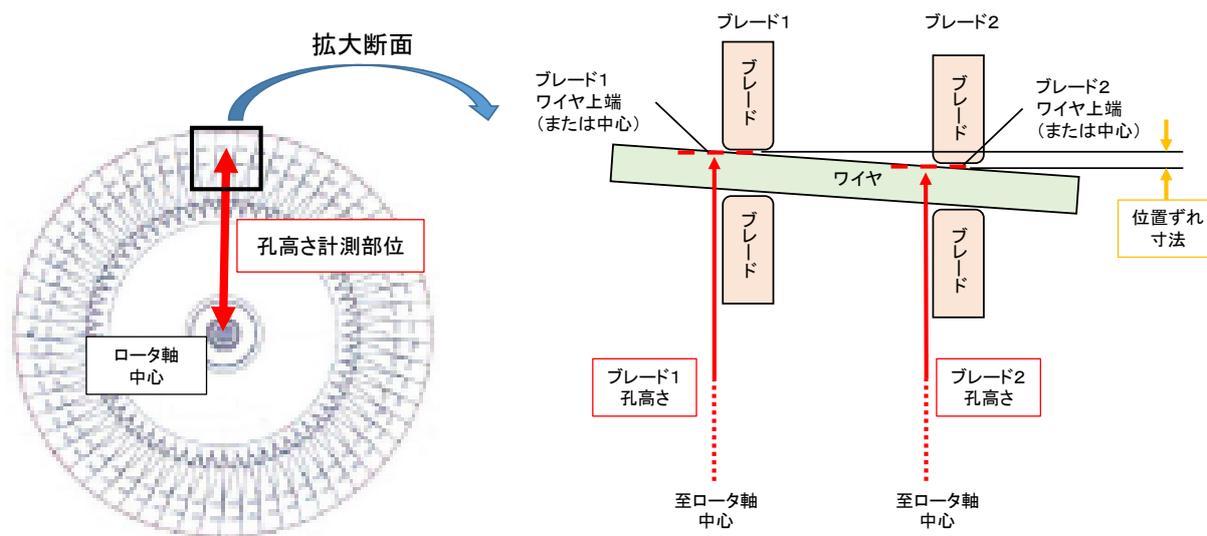
ロータ軸中心から各ブレードワイヤ孔中心までの寸法を計測し、隣り合うブレードとの差を算出する。



ワイヤと孔の隙間が大きい型式での測定

(2) ワイヤと孔の隙間が小さい型式（柏崎刈羽原子力発電所7号機と同型の過給機）

孔位置とワイヤ位置に生じ得る差が十分小さいことから、ロータ軸中心から各ブレードワイヤまでの寸法を計測し、隣り合うブレードとの差を算出する。



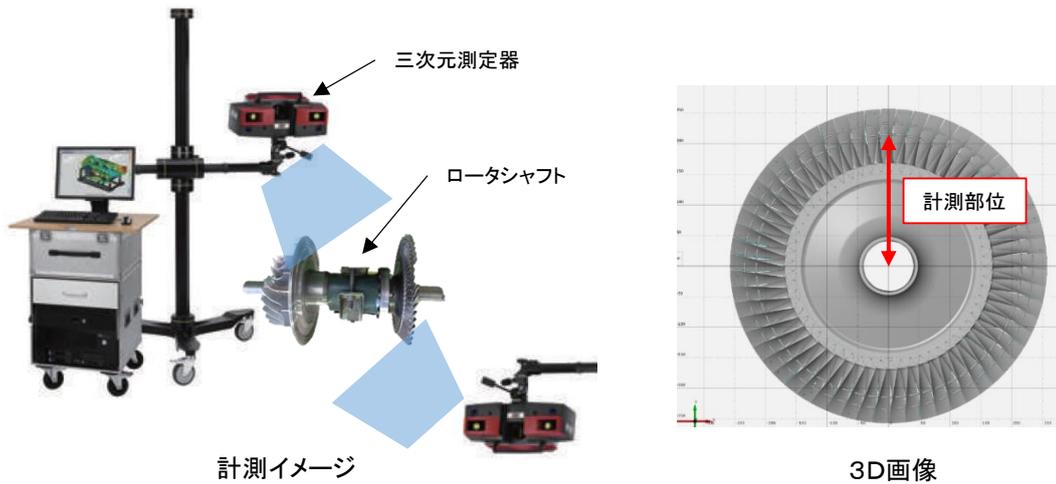
ワイヤと孔の隙間が小さい型式での測定

(3) 測定装置

測定装置については、現在のところ以下の2例について成立性を確認済みである。

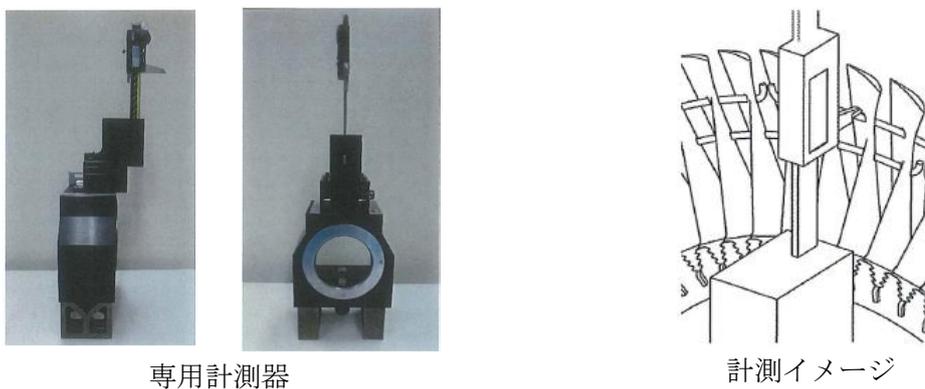
○測定例1：3次元計測器による測定

非接触であるため、孔位置を直接測定することが可能。(1) ワイヤと孔の隙間が大きい型式において高精度で測定可能であることを確認済み。



○測定例2：専用計測器による測定

測定基準がロータ軸中心で固定されるため、従来の汎用ノギスでの測定と比較して、測定精度が向上。(2) ワイヤと孔の隙間が小さい型式において高精度で測定可能であることを確認済み。



3. 超音波探傷法（UT）によるファツリー部非破壊検査について

開発を進めているフェイズドアレイUTについて、ブレードファツリー部すべてのくびれ部のき裂検出が可能であることを確認した。

また、ファツリー部端部からの垂直探傷も有効であるため、実機での検査の際は、フェイズドアレイ法及び垂直探傷法を併用することで、より確実にき裂を検出できると考えている。

これをもって本UTはファツリー部検査に資するものと判断し、当社は1.において設計公差を超えたものに対しては、分解点検に合わせて本UTを実施し、健全性を継続監視していく。



フェイズドアレイ法によるブレード背面側ファツリー部の探傷画像



フェイズドアレイ法によるブレード受圧面側ファツリー部の探傷画像

4. 柏崎刈羽原子力発電所5号機および7号機D/Gの点検結果について

(1) 柏崎刈羽原子力発電所5号機D/G (B) の点検結果について

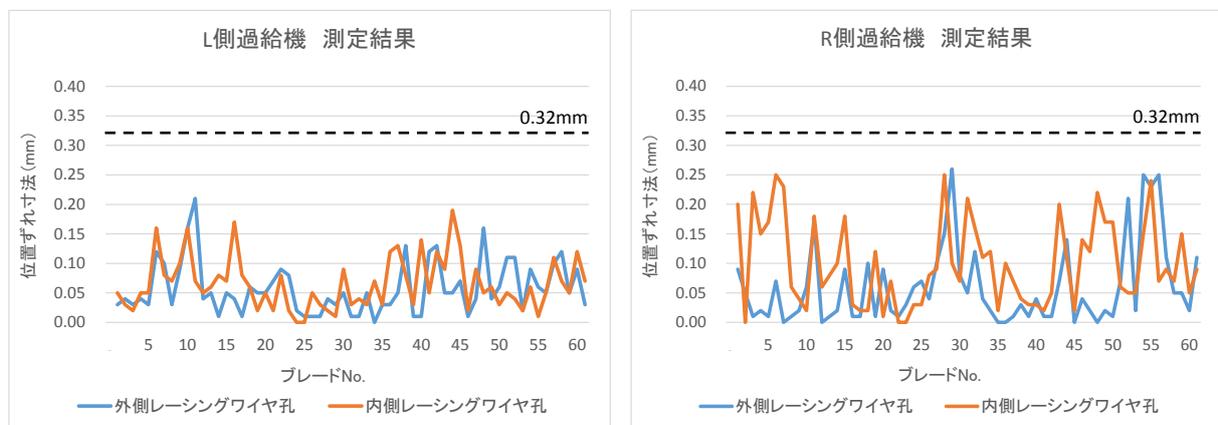
柏崎刈羽原子力発電所5号機D/G (B) のワイヤ孔位置測定を行ったことから、点検内容、点検結果及び継続使用可否判定について以下の通り報告する。

a) 点検内容

- ・当該過給機は隙間が大きい型式であるため、3次元計測器を用い、2.(1)の方法でレーシングワイヤ孔位置測定を実施した。

b) 点検結果

- ・ワイヤ孔位置ずれ寸法は最大0.26mmであった。



c) 継続使用可否判定

- ・当該過給機は柏崎刈羽原子力発電所1号機と同型であることから、設計公差は0.32mmである。点検結果より、設計公差を超える位置ずれが無いことから、継続使用可能と判断した。なお、点検後のD/G試運転の結果、異常のないことを確認した。

(2) 柏崎刈羽原子力発電所7号機D/G (B) の点検結果について

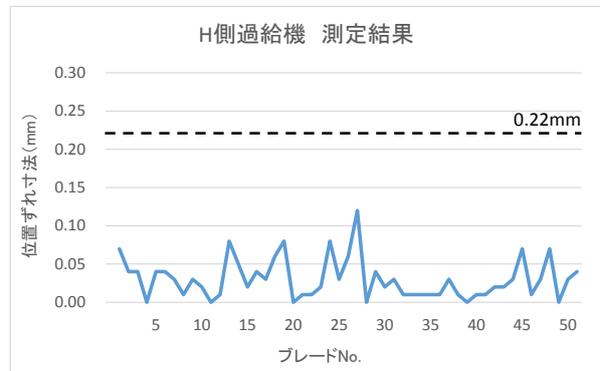
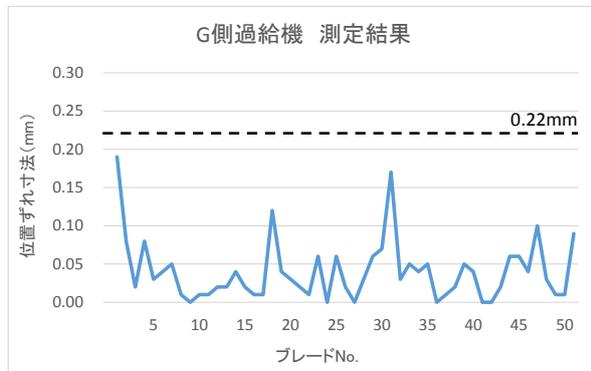
柏崎刈羽原子力発電所7号機D/G (B) は、2019年11月にワイヤ孔位置測定を行っているが、汎用ノギスを用いた当時の測定方法では精度が十分でない可能性が高いことから、再計測を実施した。点検内容、点検結果及び継続使用可否判定について以下の通り報告する。

a) 点検内容

- ・当該過給機は隙間が小さい型式であるため、専用計測器を用い、2.(2)の方法でレーシングワイヤ位置測定を実施した。

b) 点検結果

- ・ワイヤ位置ずれ寸法は最大0.19mmであった。



c) 継続使用可否判定

- ・柏崎刈羽原子力発電所7号機の過給機であることから、設計公差は0.22mmである。点検結果より、設計公差を超える位置ずれが無いことから、継続使用可能と判断した。なお、点検後のD/G試運転の結果、異常のないことを確認した。

(3) 柏崎刈羽原子力発電所7号機D/G (C) の点検結果について

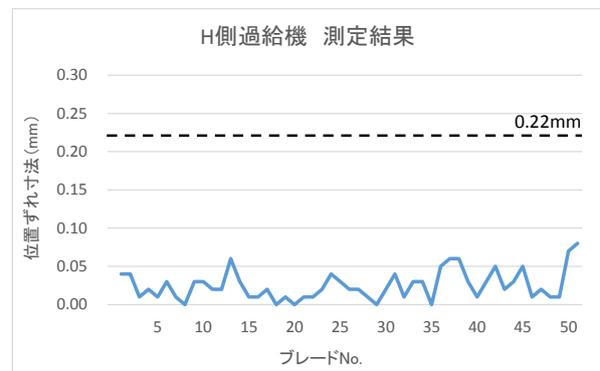
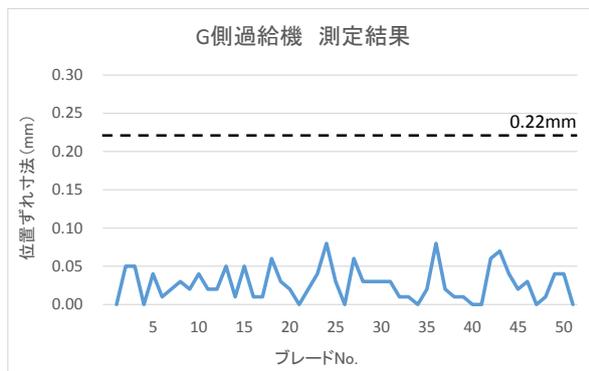
柏崎刈羽原子力発電所7号機D/G (C) のワイヤ孔位置測定を行ったことから、点検内容、点検結果及び継続使用可否判定について以下の通り報告する。

a) 点検内容

- ・当該過給機は隙間が小さい型式であるため、専用計測器を用い、2.(2)の方法でレーシングワイヤ位置測定を実施した。

b) 点検結果

- ・ワイヤ位置ずれ寸法は最大0.08mmであった。



c) 継続使用可否判定

- ・柏崎刈羽原子力発電所7号機の過給機であることから、設計公差は0.22mmである。点検結果より、設計公差を超える位置ずれが無いことから、継続使用可能と判断した。なお、点検後のD/G試運転は今後実施予定である。

以上