

## テクニカル・ノート BUS 設置方式へのアップグレード

本稿ではエポキシ・マイカ・キャパシター（EMC）を固定子巻線に接続して回転機のオンライン部分放電監視をするうえで、“PDA-ディレクショナル（指向性）” “カプラー設置方式を BUS 設置方式にアップグレードする方法について記述します。

### 1. 序 文

アイリス・パワー社は回転機の種類に応じていくつかの部分放電の検出方法を提案しています。

- SSC 設置 : 内部ノイズの多い装置では、ステーター・スロット・カプラー (SSC) と呼ばれるアンテナ式のセンサーを使用 (通常は 200MW 以上のタービン発電機)
- PDA 設置 : 大型の水力発電機 (2m 以上のリング・バス) では、80pF のエポキシ・マイカ・キャパシター (EMC) を固定子巻線にディファレンシャル (差動式) で設置して使用。
- BUS 設置 : その他の装置 (通常はタービン発電機や大型電動機、まれに水力発電機) では、入出力バス・バー (母線) に 80pF のエポキシ・マイカ・キャパシター (EMC) をディレクショナル (指向性) で設置して使用

アドウェル社には水力発電機用に設計された測定機しかなかったため、アドウェル社の「PDA プレミアム」は“PDA-ディレクショナル” と呼ばれる方式でタービン発電機や電動機の入出力バス・バーに設置した EMC に接続して使用されてきました。

アイリス社は“PDA-ディレクショナル”方式を BUS 設置方式に変更することを推奨いたします。変更すると下記のように不便さが解消されより多くの情報が得られます。

### 2. PDA 設置

PDA 測定装置は、EMC の対 (ペア) を差動で利用する大型水力発電機で使用します。各対 (ペア) は C1 と呼ぶ EMC と、C2 と呼ぶもう一方の EMC から成り立ちます。EMC とカプラー用端子箱を接続している 2 本の同軸ケーブルの長さを、装置の外部からの PD パルスが端子箱に同時に到達するように各対 (ペア) ごとに調整すると、測定機は (外部からのパルスを) “ノイズ” と認識します。それ以外のパルスは、C1 または C2 のどちらかに早く到達し、“部分放電 (PD)” と認識します。(図 1 参照)

### 3. BUS 設置

BUS 設置では、各相 2 つの EMC を装置外部のバス (母線) にディレクショナル (指向性) で設置します。回転機に近いほうに設置した EMC をマシン (M) ・カプラーと呼び、回転機から遠いほうをシステム (S) ・カプラーと呼びます。回転機で発生した部分放電 (PD) パルスは先に M に到達し、遅延時間 ( $t_p$ ) 経ってから S に到達します。  $t_p$  は 2 つの EMC 間の距離に比例します。

## テクニカル・ノート BUS 設置方式へのアップグレード

EMC は同軸ケーブルでカプラー用端子箱に接続されます。ケーブルの長さは各相で同じです。  
 (図2参照) したがってアイリス社の TGA-B ポータブル測定機を用いて、パルスが端子箱に到達する相対時間を測定することで、回転機側から来た「マシン PD」と、EMC 間のバスから来た「中間 PD」と、S カプラー側から来た「システム PD」を区別することができます。「中間 PD」と「システム PD」は“ノイズ”に分類されます。

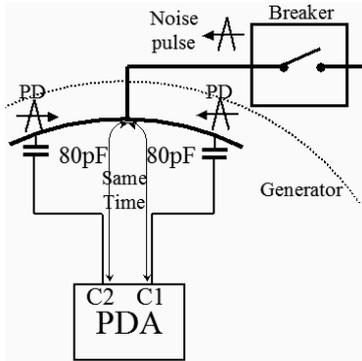


図1 PDA 設置

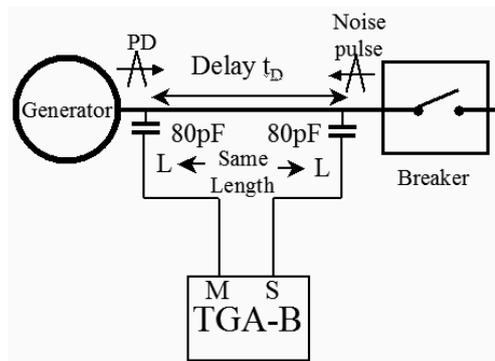


図2 BUS 設置

### 4. PDA-ディレクショナル設置

PDA-ディレクショナル設置は、回転機外部のバス（母線）に設置した EMC でも PDA 測定機が使用できるように PDA-ディファレンシャル（差動式）を変更したものです。PDA 測定機では、ノイズに区別されるパルスはカプラー端子箱に同時に到達しなければならないので、バスの遠いほうの EMC からの同軸ケーブルの長さを  $t_D$  延長することで EMC 間のバス部分の遅延時間を補正します。(図3参照) これでシステム側からのパルスは「ノイズ」に区別され、その他のパルスを「部分放電 (PD)」と識別します。仮にスパークや部分放電 (PD) がセンサー間で発生した場合には、(破損したポスト碍子や締め付けが緩んだボルトで比較的よく発生し、通常無害なパルス) そのスパークは部分放電 (PD) と識別されてしまいます。2つのセンサー間で発生したパルスが C2 入力に到達する前に C1 入力に到達するからです。したがって EMC 間のバス部分からのパルスを固定子の部分放電 (PD) だと誤って識別してしまい、固定子の絶縁材に何か問題がありそうだと間違った診断を引き起こします。

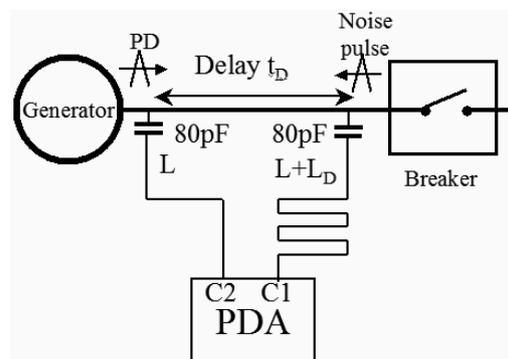


図3 PDA-ディレクショナル

## テクニカル・ノート BUS 設置方式へのアップグレード

### 5. 解決方法

指向カプラー/PAD システムが原因で間違った診断してしまうのを回避するには、PDA-ディレクショナル（指向性式）設置を BUS 設置にアップグレードする必要があります。すなわち同一相で両方の EMC からの同軸ケーブルを理想的な長さにします。パルスを両端で注入して反射時間が同じになるように調整します。

これには二つの方法があります。（図 3 参照）

□ C2 からのケーブルに同軸ケーブルを追加する。多分この場合は回転機の停止は不要。

または

□ C1 の同軸ケーブルの延長部を取り除く。（減衰が低減するので、できればこちらを推奨します。） 安全性の理由から回転機の停止が必要。

BUS 設置で測定する PDA 測定機の代わりに TGA-B（または TGA-BP または TGA-SB）ポータブル測定機が必要になります。

### 6. 利点

BUS 設置にアップグレードすると下記のような利点があります。

□ TGA-B 測定機は指向性到達時間法を用いているのでパルスの振幅が 50% 以上異なっていても動作し、振幅が小さい「システム PD」でも正確に「ノイズ」と識別します。したがってユーザーはより信頼性のある検査結果が得られます。

一方、ノイズ差分法（PDA-H あるいは主に PDA プレミアムで使用）は、C1 または C2 からの振幅やパルス波形が異なる「システム PD」パルスを、部分放電（PD）と間違えて識別します。パルスの振幅の差異は、C1 と C2 のパルス経路のインピーダンスの差により生じます。

□ TGA-B 測定機は「中間 PD」（EMC 間のブス部からの PD パルス）を「ノイズ」と識別します。したがってユーザーはより信頼性のある検査結果が得られます。

一方、PDA-ディレクショナル（指向性式）設置での PDA 測定機は、これらのパルスを間違えて C2 からの「部分放電（PD）」と識別してしまいます。パルスが端子箱に同時に到達しないからです。その結果、EMC 間のブス部分での頻繁なパルスが、健全なタービン発電機の巻線での部分放電に重なってしまい、マシンを追加試験するための不必要な停止を導きかねません。

□ TGA-B 測定機は「中間 PD」と「システム PD」を 2-D グラフあるいは 3-D グラフでノイズとして表示できるので、ユーザーはこれらを観測・分析することができます。回転機の外部で何が起きているかを知ることは、連続かつ高信頼性の運転を確実にするのに重要です。

一方、ノイズ差分によるノイズ除去では「システム PD」をも除去してしまいます。

## テクニカル・ノート BUS 設置方式へのアップグレード

まとめると、BUS-設置式の TGA-B 測定機はタービン発電機の固定子巻線の絶縁状態を高信頼度で、かつ最適に、そして容易に知ることができる最適なツールです。

### 7. 結 論

タービン発電機の固定子巻線の絶縁材のオンライン部分放電監視では、信頼性が高くより多くの試験結果が得られるように既存の PDA-ディレクショナル設置を BUS 設置にアップグレードすることを推奨いたします。

### 8. 参考文献

1. S. R. Campbell, G. C. Stone, H. G. Sedding, G. S. Klempner, W. McDermid and R. G. Bussy “Practical On-Line Partial Discharge Tests For Turbine Generators And Motors”, IEEE Transactions on Energy Conversion, Vol. 9, no. 2, pp. 281 - 287, June 1994
2. McDermid, W. Bromley, J. C. “Experience with directional couplers for partial discharge measurements on rotating machines in operation”, IEEE Transaction on Energy Conversion, Vol. 14, no. 2, pp. 175-184, Jun 1999.

承認:

グレッグ・ストーン  
アイリス・パワー社  
2007 年 9 月