

Installation of Instantaneous Voltage-Drop Protector without UPS

Yasuhide Ishizawa¹, Tomohiro Matsushita, Toru Fukui, Toru Ohata, Ryotaro Tanaka
Japan Synchrotron Radiation Research Institute (JASRI/SPring-8)
1-1-1 Kouto, Mikazuki, Sayo-gun, Hyogo 679-5198, Japan

Abstract

We have installed momentary line-drop protectors (MLP) to the SPring-8 beamline control system after removing UPS power supplies. The MLP is a capacitor charging power supply, and is designed to work for 15 years without maintenance. This paper reports on the result of a study of power outage characteristics of control system devices, and investigation of power failure events at SPring-8.

UPSを用いない瞬時電圧保護装置の導入

1. はじめに

SPring-8では、電力トラブルからビームラインで使用している制御機器を守るために、高機能なUPS（無停電電源装置）を使い機器を保護してきた。2005年3月時点でUPSは、200台に膨れ上がり多大なメンテナンス費用が必要となった。メンテナンスは、2.5年に一度のバッテリー交換作業、5年に一度のUPSの交換作業や月1回の手動によるバッテリーチェック等が必要であった。それに加えて、高機能UPSは、バッテリー自己診断により無用の電源断を生じ、インターロック用PLCの動作不良を発生させて、年に数回ビームアポートを引き起こした。

そこで、我々は低コストでメンテナンスを必要としない、新たな瞬時電圧低下（瞬低）保護電源の導入を検討した。具体的な機種を検討する前に、

- 過去に発生した電力トラブルの実態調査
- UPSが保護していた機器の電力トラブル時の影響調査

を行なった。

我々は、調査から得た情報を基に必要な機能を精査し、瞬時電圧低下保護装置momentary line-drop protector (MLP)[1]が最適であると判断した。MLPを用いて、半年間の実運用試験、ノイズ試験、電力異常模擬試験を実施した結果、良好であったので、2005年3月に全てのビームラインにMLPをインストールした。

このレポートでは、我々が実施した調査とその結果を報告するものである。

2. 電源トラブルの実態調査

近年日本の電力会社は、相互提携により日本全国が送電線で繋がるようになり、SPring-8においても以前であれば影響しなかった西日本側一帯で発生する電力トラブルの影響を受けるようになった。

SPring-8では、電力会社[2]から77,000Vの電力を受電しており、所内の受電点で電圧を自動オシロス

コープで監視し、異常を検出した場合記録できるようにしている。自動オシロスコープは、2系統の各相間及び零相のいずれかの電圧が77,000Vに対して6%以上低下した時、零相電圧が、77,000Vに対して18%以上上昇した時、電力異常と判断し、その前後の波形とともに電圧値を記録できる。過去5年間に発生した82イベントの電源トラブルのデーターを図1に示す。

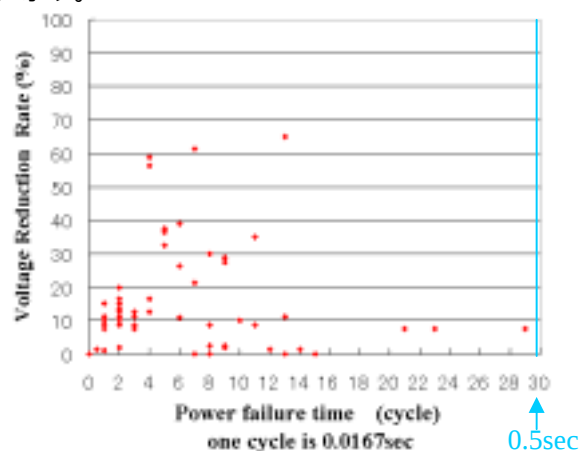


図.1 過去5年間にSPring-8で発生した電力トラブル。縦軸は、電圧低下度。横軸は、電力トラブル継続時間である。時間は1/60秒 = 1 cycleである。

図より過去5年間で0.5秒以下の停電（瞬時電圧低下）しか発生しないことが分かる。また、電力会社から得ることができた電力トラブルに関する情報（発生時期、時間、場所、原因、メカニズム等）によると、過去に発生した電源トラブルの70%が落雷による短絡事故（逆フラッシュオーバー現象）であることが判明した。さらに、瞬時停電時間は、変電所の保護リレーの切替時間できまり、電圧低下は短絡の種類や故障相の系統及び故障点と受電点の距離によって異なっていた。

瞬時電圧低下が発生した月別の統計を図2に示す。

¹ E-mail: yasui@spring8.or.jp

図2より、電力トラブルが、7月と8月に多く発生する。これらは、夏期に雷を伴う気象変動が多く発生する時期と一致している。

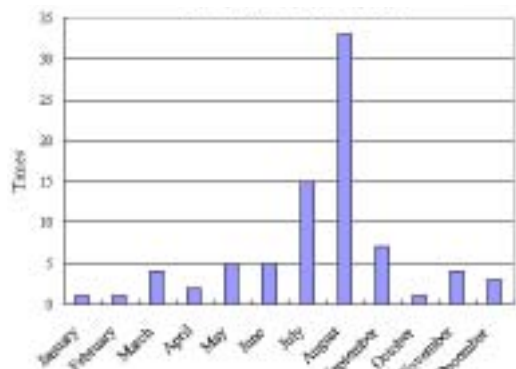


図2：月別の瞬時電圧低下の統計

3． 機器の瞬時停電耐性調査

ワークステーション、制御用VME、PLC、Switching Hub等を電力トラブルから保護する目的で、UPSを用いてきた。それらの機器の動作中に、実際に瞬時電圧低下が発生するとどのような状況になるのか、瞬低に対する耐性の調査を行なった。調査を行なうにあたって、株式会社高砂製作所製アナライジング交流電源AA/X[3]を用いて瞬時停電をシミュレートした。結果を図3に示す。

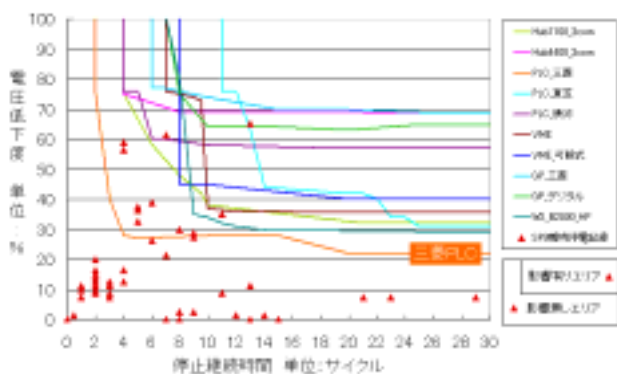


図3：機器の瞬時電圧低下耐性テスト結果

図3の各ライン左下領域は機器の動作に影響を与えない瞬低領域であり、右上の領域では機器の動作に影響が出る。テストの結果ほとんどの機器が、過去5年間の瞬時電圧低下事象の影響を受けない事が分かった。一方、セーフティーインターロックシステム機器として使用している三菱社製PLCだけが、瞬時電圧低下に対して他のPLCと違う耐性を持っていた。三菱製PLCは、安全設計の点から瞬停検知回路が入っており、瞬停検知回路が電力トラブルを検知すると出力を停止させてしまうのが理由であった。これらのことから、PLC系を瞬低保護する必要がある、そのほかの機器に対してはUPSによる保護は過剰であると判断した。

機器の瞬低耐性に最も影響を与えている要素を調査するために、VMEシャーシのスイッチング電源の使用台数を変えて、瞬時電圧低下耐性テストを行った。測定結果を図4に示す。

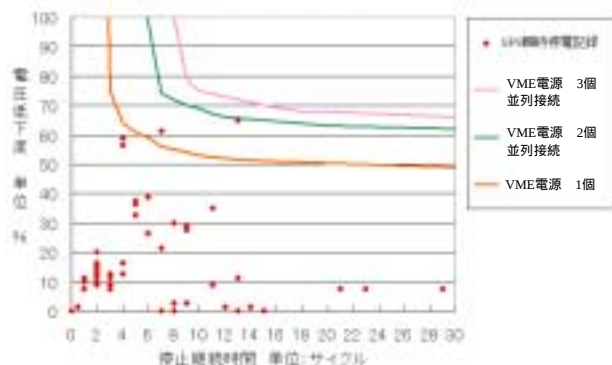


図4：VME直流電源耐力テスト結果

図4より、機器のスイッチング電源の電源容量が大きければ大きいほど、瞬時電圧低下に対する耐性が強くなる。つまり、スイッチング電源のスイッチングトランスと、入力整流コンデンサの大きさによって耐性がきまる。このことから、同じスイッチング電源容量の機器であっても、消費電力が少なければ少ないほど、瞬時電圧低下に対して耐性があると考えられる。

4． MLP

瞬時電圧低下に耐性を持たないPLC機器のために、メンテナンスを必要としない瞬時電圧低下保護装置の導入を検討した。1kVA程度で0.5秒程度のバックアップ時間を持ち、安価なmomentary line-drop protector(MLP)をUPSの代替機として選定した。MLPの特徴は、コンデンサを用いた電源ユニットで、UPSで必要であった交換部品、交換バッテリーやファンを一切必要としないため、15年メンテナンスが必要ないように設計されている。図5は、MLPシリーズの中から我々が選定したGT1101の内部写真である。



図5：GT1101の内部写真

GT1101の主な仕様を以下に示す。

- 運転方式：常時商用給電
- 蓄電方式：コンデンサ
- 最大出力容量：1kVA
- 切替時間：2msec
- 保護時間：1秒（100%負荷時）

瞬低・瞬断に対応

- サイズ(W×H×D) : 423×84×450mm

GT1101は、二つの大きな8200 μ Fの電解コンデンサを並列に接続して、瞬時電圧低下時に備えて充電した状態で待機する。入力電力が9%低下すると、自動的に出力を内蔵のインバータに替え、コンデンサに蓄えられたエネルギーを用いることによって、瞬時電圧低下及び瞬断から1秒間負荷機器を保護する。

導入するにあたって、アナライジング交流電源AA/Xを使用し、各種の瞬低パターンを模擬してMLPを徹底的にテストした。その後、安定性をチェックするために半年間テスト運用を行なった。MLPは、そのテスト期間中に、SPring-8で発生した全ての瞬時電圧低下から機器を保護できた。

この結果を受けて、2005年3月にビームラインに設置していた200台のUPSを全て撤去し、48台のMLPを設置した。現在導入し4ヶ月が経過し、瞬時電圧低下が数度発生したが、MLPはこれらの瞬時電圧低下からPLCを保護できている。

5. まとめ

瞬時停電シミュレータを用いた、瞬時電圧低下耐

性試験から、我々の導入して来た制御系設備の多くは、瞬時電圧低下に対して十分な耐性を持っていた。しかし一部のPLCは瞬時電圧低下に対し、耐性が十分でなかったことから、PLC系を保護する必要があった。

UPSは、バッテリー寿命が2.5年と短寿命なため、その台数が増加すると、管理コストがかかるようになる。加えて、自己診断などの機能は、かえって不安定要因となる。実態調査・耐性調査から、必要十分な機能を備えた安定したコンデンサ蓄電方式の瞬時停電保護装置は、瞬低対策には最適である。MLPを導入することで、15年間メンテナンスを必要としないため、大幅なランニングコストの削減が期待できる。

現在も、48台のMLPユニットはSPring-8で動作し、全ての瞬時電圧低下トラブルから機器を保護し、安定的に運用できている。

参考文献

- [1] <http://www.densei-lambda.com/indexj.html>
- [2] <http://www.kepco.co.jp/>
- [3] <http://www.takasago-ss.co.jp/ac/aax/aa-x.htm>