

医療機器使用環境としての電源設備

- 電源電圧の調査と瞬時電圧低下および停止時の医療機器への影響 -

○廣瀬 稔、*佐野貴宏、新保年弘、小久保謙一、小林弘祐
北里大学医療衛生学部医療工学科臨床工学専攻 *身延山病院

1. はじめに

医療機器の多くは電気を駆動源にしているため、供給される電源電圧の質は常に維持されなければならない。しかし、使用中のトラブルの中に電源に関連する医療機器の誤動作や不具合について報告が時々あるが、これらの原因究明の多くは、「電源に関する異常だろう」というように推察で終わることが多い。そこで今回、医療現場での電源電圧の実状を調査した結果と、電源電圧の瞬時停電や瞬時低下の程度によって機器がどのような影響を受けるかについて実験を行ったので、その結果を中心に医療機器使用環境としての電源設備の現状について報告する。また、医療現場での電源設備の保守についてのアンケート調査の結果についても報告する予定である。

2. 電源電圧の調査

1) 方法

電源電圧の測定場所は、当院手術室で医療機器を多用する内視鏡下手術や小児心臓外科手術に使用する手術室とした。電源電圧の測定部位は、同手術室の瞬時特別非常電源系統(UPS)の配電盤(二次側)とした。電源電圧の測定には日置電機社製電源監視装置(3196型)およびメモリハイレコーダ(8855型)を使用し、データの収集周期は1分毎で、波形異常検出レベルは歪率5%以上および200[V]以上のパルス性ノイズを検出した。また使用した医療機器とその状態についても調査した。測定期間は2週間である。

2) 結果

今回の調査期間中に電源に起因する医療機

器の不具合はなかった。得られた電源電圧の変動は、通常無負荷時には103[V] (rms)で送電されており、負荷接続時には96V以下になることはなかった。しかし、データを詳しく分析すると電源波形の歪み(図1)、短時間でほぼ決まった位置の定期的または不定期のパルス性ノイズなどがあることが分かった。また、不定期のパルス性ノイズは2KHzで70V程度の瞬時電圧低下であった(図2)。

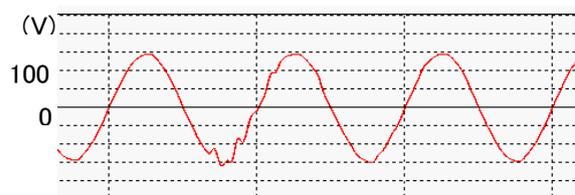


図1 波形の歪み

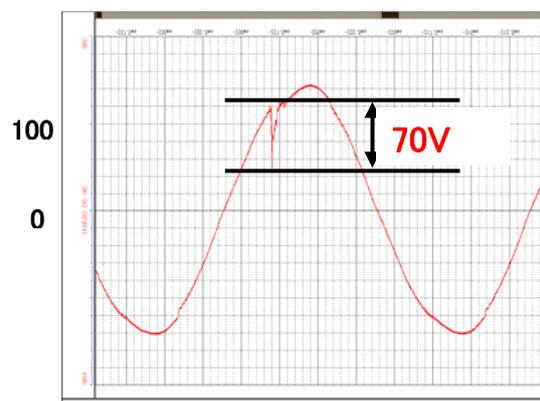


図2 電源ノイズの例

3. 瞬時停電・瞬時低下時の医用機器への影響

1) 方法

実験にはオリンパス社製の電源の瞬時停電・瞬時低下試験器(プロトタイプ)を使用した。この試験器に対象となる機器を接続し、瞬時停電と瞬時低下を模擬することにより、医療機器がどのような影響を受けるのかを調査した。瞬

時低下の際には、試験器のほかに、スライダックを使用した。瞬時停電の場合は 1 [ms] から 5 [s] まで変化させ測定し、瞬時低下の場合は 100 [ms] および 1 [s] で測定した。なお、瞬時停電の場合はゼロとなり、瞬時低下の場合は、90 [V] から 10 [V] まで 10 [V] 刻みで測定した。対象機器は人工呼吸器、輸液ポンプなど 9 機種 17 台である。

2) 結果

(1) 瞬時停電による機器への影響

調査を行ったすべての機器で何らかの変化が見られた。人工呼吸器は瞬時停電により電源異常のアラームの発生や、後付けの表示画面が消灯し、患者 ID の消えたものや、自己診断モードに 1 呼吸分送気が停止したものがあつた。内視鏡手術装置の光源装置では、200 [ms] 以降の瞬時停電では、瞬時停電後に光源が自動的に復帰したが、50 [ms] および 100 [ms] の瞬時停電時には光源が消えたまま瞬時停電後も復帰しなかつた。

(2) 瞬時低下による機器への影響

瞬時停電と同様にほぼ全ての機器において変化が現れた。また、瞬時低下により電圧が低下すると、機器の機能を維持しようとするために電流が増えるという医療機器があつた。

4. 考察

1) 電源電圧の調査結果から

今回の調査では電源電圧の異常に起因するトラブルはなかつたが、電源電圧の異常があることが分かつた。波形の歪みの原因は、一時期に多くの医療機器（負荷）が接続されたことによるもので、それに伴う一過性の電圧降下と、電源設備に設置されている力率コンデンサの作動に伴い波形が変化したと考える。また、定期または不定期のパルス性ノイズの原因は内視鏡装置の電源投入時（不定期）や保育器のヒータ作動時（定期）などのように消費電流が

大きな装置によるノイズの発生したものと考える。今回の測定は端末の電源コンセントで測定したのではなく配電盤での測定から、同一電源系統へのノイズの伝搬が考えられ、ノイズに敏感な医療機器が有る場合は影響を及ぼす可能性もある。これらのことから、医療機器への影響の有無に関わらず電源電圧の変動やノイズの発生などを長期的かつ定期的に調査し、当該施設の電源電圧の質の現状について把握することも重要である。

2) 瞬時停電・瞬時低下実験の結果から

人工呼吸器などの生命維持装置に関しては、瞬時停電および瞬時低下による影響は、どれも患者の生命を脅かすほどの影響ではなかつた。

内視鏡手術装置は、50 [ms] および 100 [ms] の瞬時停電を停電と認識できず、光源装置のスタータが再起動しなかつたため光源が消えた。このため、内視鏡手術装置は患者の安全を考慮すると、交流無停電電源装置 (UPS) を装着すべきだろう。また、医療機器によって停電と認識できる瞬時停電時間が異なっていることに関しては、医療機器ごとの電源回路（コンデンサの容量と消費電力）の違いが考えられる。

5. まとめ

当院の手術室内の電源電圧を長期間測定した結果、大きな電圧低下はなかつたが、電源波形の歪みや定期的または不定期のパルス性ノイズなどがあることが分かつた。しかし、瞬時停電、瞬時低下により診療に影響を及ぼす可能性がある医療機器があるため、その対策が必要である。その一法として外付けの交流無停電電源装置 (UPS) の装着についても検討すべきだろう。また、医療機器の安全管理に携わる臨床工学技士として、医療施設の電源事情や瞬時停電および瞬時低下により機器がどのような影響を受けるのか知っておくべきだろう。