

医療機器のための接地の役割

加納 隆

埼玉医科大学 保健医療学部 医用生体工学科

1. はじめに

医療機器のための接地（アース）の役割は大きく 2 つに分かれる。1 つは医療機器等に誘導される商用交流の漏れ電流を安全に大地に流す電気安全的な役割であり、もう 1 つは医療機器等に誘導される不用な電位を大地と同電位に下げて、生体信号等に混入する雑音を抑制する電磁障害対策的な役割である。いずれの場合も、品質の保証された接地設備が必要であり、病院電気設備の安全基準（JIS T 1022）で規定されている。このように、病院内の電気設備に関しては、JIS でその安全基準も示されているが、医療機器は在宅で使用されることもある。今回の発表では在宅における問題点も併せて指摘した。

2. 病院電気設備の安全基準（JIS T 1022）

病院の電気設備は生命に関わる医用電気機器の電源を安全かつ確実に供給する必要があるため、一般の電気設備以上に厳しい安全基準が定められている。病院電気設備の安全基準（JIS T 1022）は、医用電気機器などの使用上の安全の確保のために、病院、診療所などに設ける電気設備のうち、医用接地方式、非接地配線方式、非常電源および医用室の電源回路に対する安全基準を規定するものである。

病院内の各室がどの程度の設備が必要であるかについての詳細は、表 1 に示す通りである。

表 1. 病院電気設備の安全基準 JIS T 1022

表 5-2-12 (参考表 1) 医用接地方式、非接地配線方式及び非常電源の適用

カテゴリ	医療処置内容	医用接地方式		非接地配線方式		医用室の例
		保護接地	等電位接地	一般	臨時特別	
A	心臓内処置、心臓外科手術及び生命維持装置の適用に当たって、電極などを心臓区域内に挿入又は接触し使用する医用室	○	○	○	○	手術室、ICU（特定集中治療室）、CCU（冠静脈疾患集中治療室）、NICU（新生児特定集中治療室）、心臓カテーテル室
B	電極などを体内に挿入又は接触し使用するが、心臓には使用しない体内処置、外科処置などを行う医用室	○	+	○	+	GPU / SCU / RCU / MFICU / HCU（集中治療室）、リカバリ室（回復室）、救急処置室、人工透析室、内視鏡室
C	電極などを使用することが、体内に適用することのない医用室	○	+	+	○	LDR [降痛・分べん（脱）・回復室]、分べん（脱）室、未熟児室、産科室、観察室、ESWL（結石碎砕室）、PET-Ri（核医学検査室）、温熱治療室（ハイパーサーミア）、超音波治療室、放射線治療室、MRI（造影剤増強診断室）、X線検査室、理学療法室、診察室、検査室、人工透析室、CT室（コンピュータ断層撮影室）
D	患者に電極などを使用することのない医用室	○	+	+	+	病室、診察室、検査室、処置室

注(1) 非常電源は、医用室以外の電気設備にも共用できる。
 (2) 医用電気機器などに応じて、一般非常電源か特別非常電源のいずれか又は両方を設けることを意味する。
 (3) 医用電気機器などに応じて、臨時特別非常電源を設けることを意味する。
 備考 記号の意味は、次による。
 ○：設けなければならない。
 +：必要に応じて設ける。

3. 保護接地と医用コンセント

JIS T 1022 では、医用電気機器を使用する医用室には、医用室ごとに、保護接地のための医用接地センタ、医用コンセント（3P コンセント）、医用接地端子を設けることになっている（ただし、隣接する医用室との床面積の合計が 50m²以下の場合には、医用接地センタを共用できる）。医用接地センタには、医用コンセント、医用接地端子をはじめとして、等電位接地されるべきものが、接地分岐線によって接続されている（図 1）。

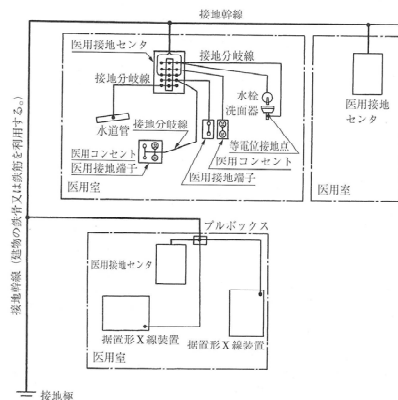


図1. 医用接地方式の概念図

しかし、老朽化した病院施設の場合、このような接地設備になっていない場合も少なくなく、安全性・信頼性確保はおぼつかない。

また、在宅で医療機器を使用する場合は、このような保護接地設備はなく、医療機器の大半を占めるクラス I 機器の使用条件である保護接地設備（3P コンセント）を満たすことができない。在宅でクラス I 機器を使用する場合は、新たに接地極を設けることが必要である。

4. 接地極

病院設備においては、各医用室の医用接地センタは接地幹線によって接地極に接続される。鉄骨造、鉄筋コンクリート造の建物の場合は、その建築構造体の地下部分を接地極として利用する。接地極の接地抵抗値は、原則として $10\ \Omega$ 以下となっているが、それが困難な場合は、医用室に等電位配線を行う条件で、接地抵抗値を $100\ \Omega$ 以下とすることができる。

一般家庭でも簡易接地設備工事を行うことにより、 $10\ \Omega$ 以下は無理でも $100\ \Omega$ 以下程度は不可能ではない。但しその場合、接地設備の品質をチェックすることは必要であろう。

5. 等電位接地

等電位接地（EPR）システムというのは、患者の周囲 2.5m 以内、床上高さ 2.3m 以内の「患者環境」にある機器および金属性器具・設備を、EPR ポイント（通常は医用接地センタ）に、 $0.1\ \Omega$ 以内の電線で結んで、すべての金属体表面間に電位差が生じないように等電位にするシステムのことである。JIS T 0601-1 では、この電位差を 10mV 以内と規定しているが、これは、人体抵抗を $1k\ \Omega$ として、 $10mV \div 1k\ \Omega = 10\ \mu A$ で、マイクロショックの患者漏れ電流の許容値になるからである。マイクロショックの発生する可能性のある手術室、ICU・CCU、心臓カテーテル室などでは等電位接地システムを設備する必要がある。

在宅では、マイクロショックのリスクのある機器を使用することが従来はなかったが、今後そのような機器が使用されるようなことになれば、検討する必要がある。

6. 電磁障害対策としての接地

医療における最もポピュラーな電磁障害として、心電図に混入する交流雑音（ハム）が挙げられる。その原因と対策は、よく知られているところではあるが、場合によっては、原因究明に時間と労力を費やされる場合もある。

心臓 X 線診断装置使用中の患者の心電図にハムが混入した事例では、心臓 X 線診断装置の本体は接地されていたにも拘わらず、付属していたハートフィルタ部分が接地されていなかったことが原因であったが、このことをつきとめるまでに多くの時間と労力が費やされた。

7. クラス II 機器の問題

クラス II 機器は、追加保護手段として補強絶縁を施すことにより電気的安全性が確保されている。したがって、保護接地設備が必要ないので、在宅用医療機器には適している。しかし、筐体が接地されないので、電磁障害的には若干問題があるのではないかと考えている。実際、保護接地されているクラス I 機器と比較すると機器から放射される電界は格段に大きくなっていることが分かる。