

# 放射電磁ノイズにおける対策手法の評価と適用方法に関する研究

関口克巳\* 戸枝保\*

## Study on Application and Evaluation of Noise Measures Method for Electromagnetic Radiation Noise

SEKIGUCHI Katsumi\*, TOEDA Tamotsu\*

### 抄録

放射電磁ノイズ対策が効率よく行える方法を明らかにするために、ノイズ対策部品としてよく用いられるケーブルシールド材について、その使用条件の違いによるノイズ抑制効果を比較し、シールド材の最適な使用方法を検討した。シールドにわずかな隙間がある場合でも高レベルのノイズが漏洩することがわかり、シールドによる理想的な密閉構造を実現できない場合のノイズ対策ではケーブルシールド材と筐体間の導通を確保することが重要であることがわかった。また、フェライトコアとシールドケーブルを併用するときは、シールド外部よりもシールド内部に取り付けると効果的であることがわかった。

キーワード：ノイズ対策，放射ノイズ，ケーブル，シールド

## 1 はじめに

近年、電子機器の高速化、デジタル化が進み、電磁ノイズによる電子機器等の誤動作が問題となっている。このため、国内外でIECやJIS等のEMC規格の整備や法規制が進められており、電磁ノイズに対する関心が高まっている。これに伴い電気・電子機器メーカーや、さらには従来ノイズ対策を必要としなかった企業もその対応に迫られている。

電磁ノイズ対策は企業の製品開発の現場において試行錯誤で行う場合が多く、効率的なEMC対策が求められている。ノイズ対策効果の傾向を予め予測できていれば効率的・効果的なノイズ対策が可能になると考えられる。

本研究では放射ノイズ対策現場で多く見られる事例として、電源ケーブルから放射される電磁ノ

イズについて電波暗室にて実験を行い、その対策手法について検討した。

## 2 実験方法

### 2.1 測定物

測定するノイズ源は 10MHz の水晶発信器およびデジタル論理回路 IC で作成した簡易なデジタル基板<sup>1)</sup>を 9V 型乾電池で駆動するものである。ノイズ源を収容する筐体は紙製の箱の外周を銅箔テープで覆ったものを用いた。実験で使用したノイズ対策部品は金属繊維を筒状に織り込んだケーブルシールド材およびフェライトコアである。ノイズ源と実験配置を図1に示す。

### 2.2 実験条件

実験に使用した機材の条件を表1に示す。

\* 電子技術部

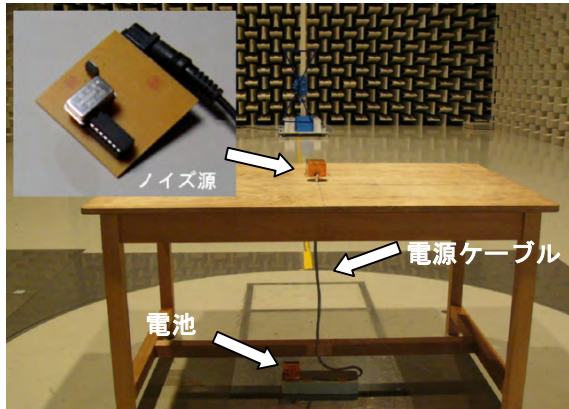


図1 ノイズ源

表1 実験条件・使用機材

機材	条件
ノイズ源	IC : 74HC00(TOSHIBA) 水晶発信器 : 10MHz レギュレータ : TA7805F 基板寸法 : 5x5(cm)
電源	9V 型ニッケル水素電池
電源ケーブル	長さ : 120(cm)
筐体(基板側)	内側 : 紙(厚さ 1mm) 外側 : 銅(厚さ 60 $\mu$ m) 導電性接着剤付き 筐体寸法 : 7x9.5x5.5(cm) ケーブル開口部直径 : 1.3(cm)
筐体(電池側)	内側 : 紙(厚さ 1mm) 外側 : 銅(厚さ 60 $\mu$ m) 導電性接着剤付き 筐体寸法 : 6x6x4.5(cm) ケーブル開口部直径 : 5(mm)
ケーブルシールド材 (3種)	長さ 120cm
フェライトコア	SEIWA (E04SR200932)

### 2.3 測定方法

測定物は電波暗室床面からの高さが 80cm の木製のテーブル上に設置し、テーブル面中央の穴から電源ケーブルを床面に垂直に垂らした。ケーブル余長分(約 40cm)は床面上に置いた厚さ 5cm の発泡スチロール製の板の上に床面に対して水平に設置した。測定物と受信アンテナの距離は 10m として、30MHz~1GHz の周波数範囲で放射電界強度を測定した。

また、本実験では主に測定室の床面に対して垂

直に配置されるケーブルからのノイズを測定対象とするため、放射ノイズの垂直方向の偏波における電界強度を測定した。

## 3 結果および考察

### 3.1 ケーブルシールド材の効果の比較

構造が異なる三種類のケーブルシールド材をノイズ源の電源ケーブルに取り付け、それぞれについて放射電界強度を測定した。測定に用いたシールド材を図2に、測定結果を図3~図6に示す。なお、ケーブルのシールド効果のみを評価するために、基板と電池部分には表1にある筐体を取り付け、ケーブルシールド材の全周と筐体を導通させて導体による密閉構造とした。



図2 三種類のケーブルシールド材

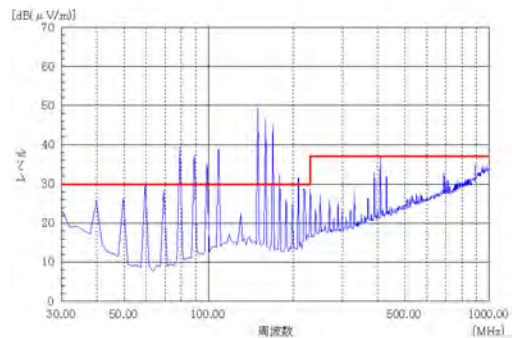


図3 シールド効果比較(シールドなし)

この結果、シールド2を施した場合にノイズを測定限界まで遮断することができ、他のシールド材と比べて効果が高いことがわかった。シールド1とシールド2については、周波数帯によってその

遮蔽効果が 5dB~30dB とばらつきがあった。

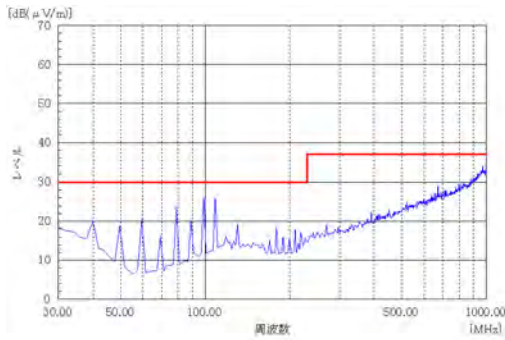


図4 シールド効果比較(シールド1)

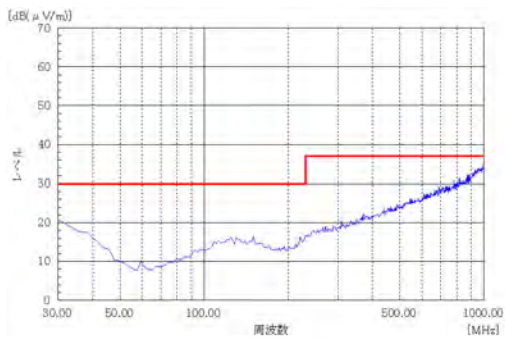


図5 シールド効果比較(シールド2)

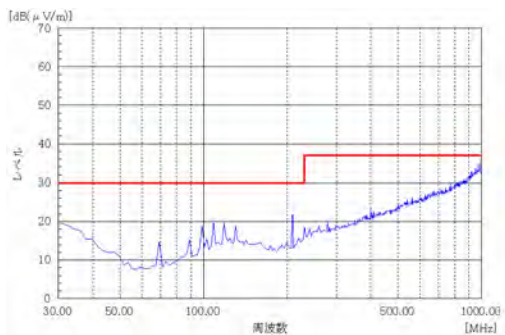


図6 シールド効果比較(シールド3)

このことからシールド材の構造によってノイズ遮蔽効果に差があることがわかった。また、シールド1とシールド3について KEC 法による電界遮蔽能力を測定した結果、図7, 図8のとおり両シールド材共に 30MHz~1GHz の周波数範囲のほぼ全域で 30dB~35dB の遮蔽能力を確認できた(シールド3の 900MHz~1GHz は 25dB~30dB)。このことから KEC 法による電磁波遮蔽能力と電波暗室にて測定したケーブルから発生する放射ノイズ遮蔽能力は異なることがわかった。

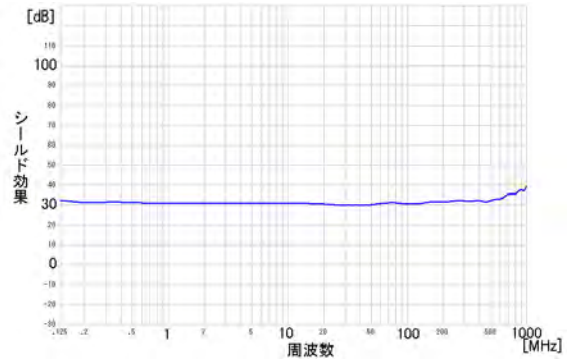


図7 KEC 法による測定結果(シールド1)

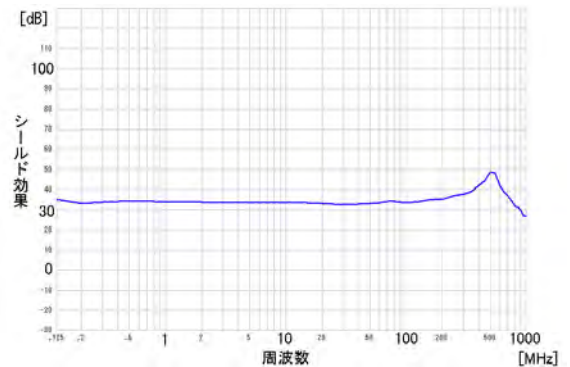


図8 KEC 法による測定結果(シールド3)

### 3.2 シールドが不連続の場合の対処方法

#### 3.2.1 筐体とケーブルシールド間に電氣的な不連続部分がある場合

以下の実験では 3.1 でノイズ遮蔽効果が最も優れていたシールド2をシールド材として用いた。図9に示すとおり、基板側の筐体の周長 4cm の円形の開口部をシールドされたケーブルが貫通している。この部分が筐体とシールド材の電氣的な不連続部分となることを想定し、以下の四条件について筐体の開口部とシールドの接点の状態を変化させながら電界強度を測定した。なお、電池部分の筐体とケーブルシールドの接点は全周を導通させ、密閉構造とした。

- ・筐体とシールド間導通なし
- ・筐体とシールド間導通(1mm)
- ・筐体とシールド間導通(半周 2cm)
- ・筐体とシールド間導通(全周 4cm)

導通方法を図10に、測定結果を図11~図14に示す。

図11は筐体とシールドが電氣的に導通してい

ない状態である。ノイズレベルは図3のシールドなしの状態よりも高い。この結果から放射ノイズ対策において、ケーブルからの放射かどうか確認するためにケーブルを概ねシールドしてみる方法は必ずしも適切ではないことがわかる。これに対して図12は筐体とシールドの周長4cmに対して1mmの導通部分を設けた状態であり、主に高い周波数でノイズの減少が見られる。さらに図13では広い周波数帯にノイズの減少見られ、図14ではシールドと筐体による密閉状態となるため、図5と同様に測定限界までノイズレベルが下がった。以上のことから、筐体とシールド間の導通を隙間なく確保すること、もしくは導通部分を長くとることでノイズ抑制効果が得られていると考えられる。

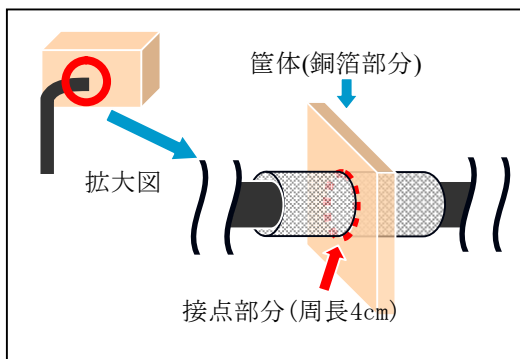


図9 筐体とシールドの接点部分

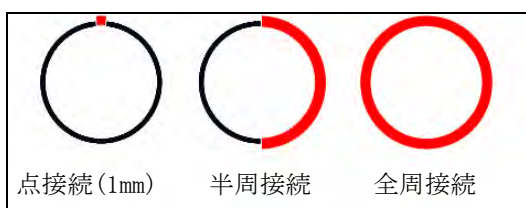


図10 導通の方法

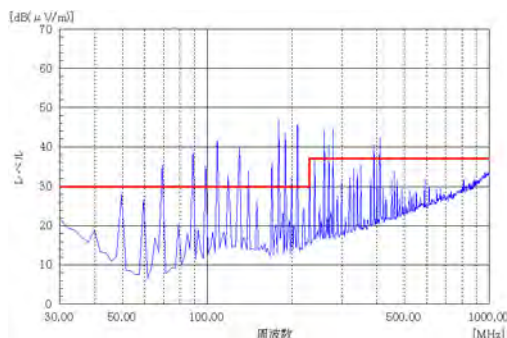


図11 筐体とシールド間導通なし

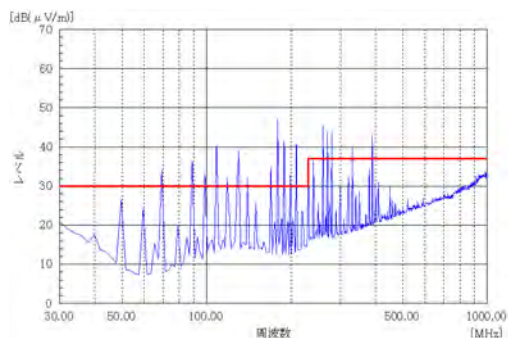


図12 筐体とシールド間導通(1mm)

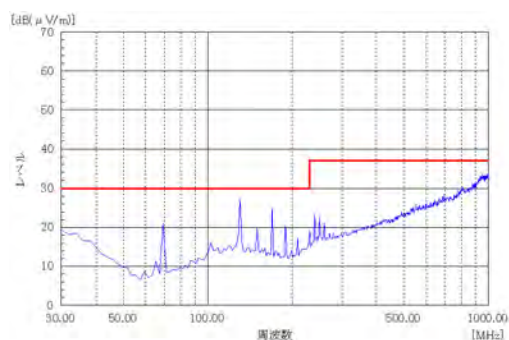


図13 筐体とシールド間導通(半周2cm)

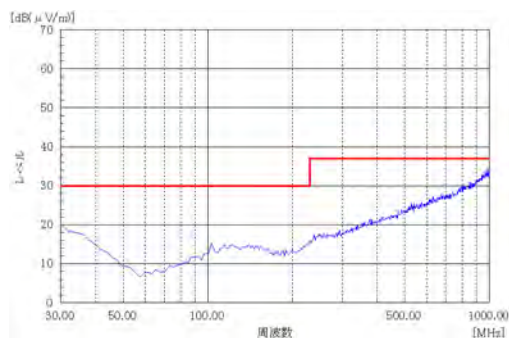


図14 筐体とシールド間導通(全周4cm)

### 3.2.2 フェライトコアを併用する方法

実際のノイズ対策現場では、非測定物は商用電源にコンセントで接続されることが多く、シールドによる密閉構造を実現することが困難である。この場合フェライトコア等のノイズ対策部品を使用することが考えられる。以上のことを想定し、本測定では電池側の筐体を取り外し、ノイズを放射させた状態にしてフェライトコアをシールド材の上から取り付けられた場合と、シールド内部の電源線に直接取り付けられた場合のノイズ抑制効果について調べた。

図15～図17に測定結果を示す。フェライトコアをシールドされていない部分に取り付けた場合にノイズ抑制効果が顕著に現れた。したがって、シールドケーブルとフェライトコアを併用する場合、フェライトコアはシールドケーブルでない部分に用いることが有効であると考えられる。

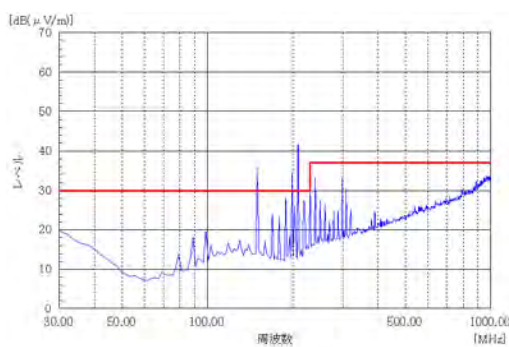


図15 フェライトコアなし

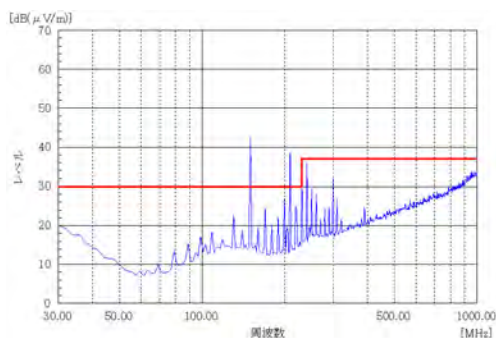


図16 シールドの上からコア取り付け

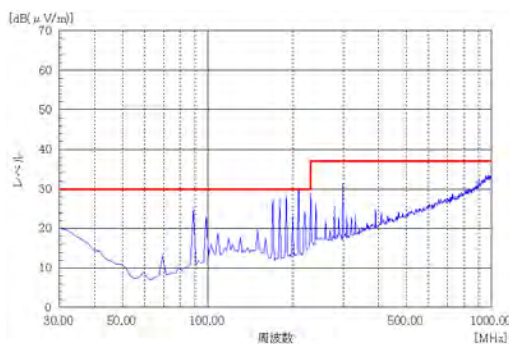


図17 シールド内側にコア取り付け

能力は期待できず、ノイズの周波数により減衰効果が異なる。また、シールド材の構造の違いによってもノイズ減衰効果が異なる。このため、ノイズ対策にケーブルシールド材を使用する際は、対象となるノイズの周波数や求める効果に応じて、その選定に注意する必要がある。

#### (2)効果的なシールド方法

シールド材によるノイズ抑制では、筐体とシールドの継ぎ目などに不連続箇所が発生し、シールドによる密閉状態の実現が困難となる場合がよくある。これらの場合、シールドによる密閉状態に至らずとも、シールド間の電気的な導通の連続性を高めることで、効果的なノイズ抑制が期待できる。また、フェライトコアをシールド材と併用する場合は、シールド材の外側よりも内側から取り付ける方が効果的である。

今後、本研究で得られたデータおよび対策手法を当センター利用企業に提供し、効率的なノイズ対策を実現することで企業支援を図っていく。

#### 参考文献

- 1) 小澤一郎, 戸枝保, 宗形隆史: デジタル回路におけるノイズ対策手法の評価, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 6, (2007) 41

## 4 まとめ

### (1)ケーブルシールド材の効果

ケーブルシールド材を放射ノイズ対策として使用する場合、KEC法で得られた電磁波遮蔽能力のようにノイズの周波数に限らず一定の電磁波遮蔽