

電磁ノイズのトラブル解析に関する研究（Ⅱ）

電磁ノイズ対策技術の実験的検討

名古屋市工業研究所

中部エレクトロニクス振興会

平成13年3月

## 序

近年、高度情報化社会の進展とエレクトロニクス技術の発展に伴い電磁環境問題が深刻化しつつあり、国際的にも大きな社会問題となっています。電磁ノイズによる障害防止に関して、欧州では市場統合化によりCEマーキングにおいて法的な強制力を備えたEMIやイミュニティ規格が施行され、日本国内でもJIS化の検討が始まり、企業はこれらへの対応に迫られています。一方、急速な技術革新により、電源高調波の問題や携帯電話による電磁ノイズの人体への影響が新たに問題視され、あるいは電磁波の有効利用の一端であるマイクロ波帯の活用でも新しい障害が発生してきています。

中小企業にとっても、このような問題を着実に解決していくことが経営の安定化と発展の鍵となります。当所では、業界共通の技術的問題解決のために、中小企業団体との共同研究制度を設け、当所と業界団体とが経費を分担し、共同して課題の解決に努めています。特に電子技術につきましては中部エレクトロニクス振興会と共同して平成7年度から9年度まで「電子機器の信頼性評価ならびに電磁環境に関する研究」、平成10年度から12年度まで「電子機器の実装技術に関する研究」に取り組んできました。

この度、その研究成果の一部をとりまとめ、「電磁ノイズのトラブル解析に関する研究(Ⅱ)；電磁ノイズ対策技術の実験的検討」を発行する運びとなりました。本報告書は、日頃の実務において、技術者の皆さんが抱いておられる電磁ノイズ対策技術への疑問に実験的検討を加え、その成果をまとめたものです。その中に示されている各種対策に対する考え方と、多くの実験データによる対策の有効性の評価は、この分野の方々にとって誠に有用であると確信しています。

本報告書が関係各位のご高覧を賜り、電磁環境上の安全性や信頼性の向上はもとより、技術開発全般の推進に幅広く活用されることを願っております。

名古屋市工業研究所  
所長 加藤 輝 政

## 電磁ノイズのトラブル解析に関する研究

<電磁環境委員会研究報告書発刊に当たって>

中部エレクトロニクス振興会は、会員企業間の情報交換、技術者の交流や育成を目的として昭和43年に発足以来、毎年恒例となっている中部エレクトロニクスショーの開催や技術講演会、見学会、さらに共通技術の導入や課題解決のための研究などを通じて、当地区のエレクトロニクス産業の振興を図るために活動しております。

当振興会では、昭和63年から電磁環境委員会を組織し、EMC(電磁両立性)の問題に関して、情報の交換および技術者の交流や育成を通じて会員企業の技術力の向上を図ることに努め、定例会やセミナー、見学会などを開催するとともに、EMC研究分科会を設け、当面するEMC問題解決のための研究を行うなど、EMC技術の普及と発展に努めております。

EMC研究分科会では、平成10年に電磁ノイズによる障害の実態を明らかにするため「電磁ノイズのトラブル解析に関する研究；電磁ノイズ対策事例集」を発行いたしました。そして、今回、技術者が持つ電磁ノイズ対策技術に関する疑問について実験的に検討を行い、研究成果を「電磁ノイズのトラブル解析に関する研究(Ⅱ)；電磁ノイズ対策技術の実験的検討」として報告書にまとめました。この研究成果は参加企業をはじめ電磁環境問題関連企業の皆様にも役に立つものと確信いたしております。

終わりに、本共同研究には名古屋市より格別のご配慮を賜ったことに深く謝意を表すとともに、本研究を進めるにあたり、ご指導いただいた名古屋工業大学池田哲夫教授をはじめ関係各位に心からお礼を申し上げます。

中部エレクトロニクス振興会

電磁環境委員会

委員長 小出 紘

## <目 次>

1. はじめに	.....	1
2. 電磁ノイズ対策技術の実験的検討		
(A) サージ		
1) スイッチの開閉時に発生するサージ電圧の発生原因と対策について 説明して下さい？	.....	2
2) DCモータの放射ノイズ対策はどうすれば良いでしょうか？	...	5
(B) 放射ノイズ		
1) ケーブルの電磁ノイズの低減・対策としてツイストペアやシールド ケーブルを用品ますが、どの程度効果があるのですか？	.....	7
2) 電子機器用プリント配線板のEMI対策のポイントは？	.....	14
3) 電子レンジから発生する電磁波が他の電子機器に妨害を与える可能性 はあるのでしょうか？	.....	20
(C) 電磁波シールド		
1) 電磁波シールド材の原理と評価方法を教えてください。	.....	22
2) 電磁波シールド材としてはどのような材料がありますか？その効果は どのくらいありますか？	.....	25
(D) 評価方法		
1) 静電気試験で注意すべき点は何ですか？	.....	29
2) 放射ノイズを電波暗室とシールドルームで測定した時の測定結果は どのように違いますか。	.....	35
3) 電源高調波とは何ですか？また、規格はどうなっていますか？	..	37

(E) その他

- 1) 携帯電話やC R Tから発生する電磁波は人体に有害なのでしょうか？  
..... 4 1
- 2) C R Tから人体に有害な電磁波は出ているのでしょうか？ ..... 4 4
- 3) 静電気帯電防止用のリストバンドがありますが、その効果は？ .. 4 6
- 4) 電子機器に使用されている周波数を教えてください。 .. 4 9

3. おわりに ..... 5 1

# 1. はじめに

## はじめに

電子機器の発達は、我々の生活を豊かにするため日々発展を遂げている。携帯電話の普及率は固定電話の加入者を超え、インターネットは老若男女・年齢を問わず人々に浸透しはじめている。21世紀はITの時代と目されており、これらを支えるものの一つに電子機器の高速処理は必要不可欠な条件となっている。一方、使用周波数帯域もMHz帯からGHz帯に移行しつつある。

これらから発生する電磁波ノイズは、今まで遭遇したことのないような問題を引き起こしかねない因子を含んでいる。電子機器の発展の裏側には、隠れて見えない陰の部分が存在し、豊かな生活を脅かしかねない要因が潜んでいる。

陽のあたる電子機器の発展は、社会の要求する要因であるため、それに注がれる力は公私を問わず増加する傾向にある。一方、その陰に潜む電磁波ノイズの発生に対しては機器の発展に寄与しない存在であることから、注目度及びそれに費やされる力は決して多くはなく、反対に軽視される傾向にある。このことは本問題をさらに深刻化させる要因ともなっている。しかし、これらの機器から派生する電磁波ノイズは、自己のみならず周辺の機器に対して致命的な障害になることが多く、電子機器の共存を危うくすることもある。

以上のような問題を解決する技術者としてEMC技術者が存在するが、技術者としては陰の部分に携わるためと、電磁波に関する知識の理解が簡単でないため、技術者が不足状況であることが現実である。

本書は、EMC技術者や電子・電気技術者が、日常の業務において持つ電磁波ノイズ対策に関する疑問を理解して頂きたく、電磁波ノイズの対策技術に関する実験結果をまとめた物である。電磁波ノイズに関しては、理論もさることながら、現象として現れる状況も難解・不可解なものである。本書に掲載した実験報告は決して多くはなく、むしろ電磁波ノイズの極一部分に過ぎないものである。しかし、電磁波ノイズにかかわざるを得ない方々に対して少しでも援護できるものとなれば幸いである。

最後に電磁波ノイズ対策にかかわる場合の心構えとして、安易に考えることは慎むべきと感じる。我々が相手とする電磁波ノイズは一筋縄では行かないことをこころすことが勝利の近道と考える。

## 2. 電磁ノイズ対策技術の実験的検討



(A)-1)

問い：スイッチの開閉時に発生するサージ電圧の発生原因と対策について説明して下さい？

回答：

<発生原因>

リレーやモータなどのインダクタンス成分、あるいは配線のインダクタンス成分に、定常状態においてエネルギーが蓄積される。そして、回路内を流れる電流をOFFすると図1に示すようなサージ電圧が発生する[1]。その時の電圧は、

$$V = L \frac{di}{dt} \quad (1)$$

で、表記され、スイッチの開離による電流の急激な変化( $di/dt$ が大きくなる)により大きなサージ電圧が発生する。このサージ電圧はスイッチの端子に発生し、火花放電等の原因となり周囲に大きな電界や磁界を放射する。また、浮遊容量が存在する場合には減衰振動となる。これらが他の機器に誘導して機器の誤動作を発生させる。

P-Spiceにて電源電圧DC 5VのL(インダクタンス)とR(抵抗)とSWの直列回路でL, RおよびSWの開離速度によってサージ電圧がどのように変化するかシミュレーションを行った結果を図2に示す。図2からLが大きいほど、Rが小さいほど、SWの開離速度が速いほどサージ電圧は大きくなるのが分かる。

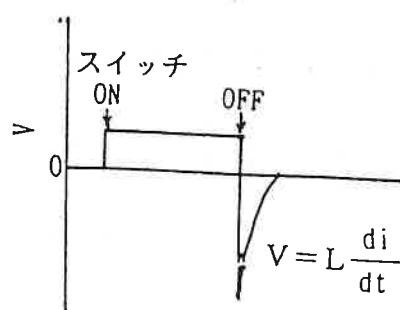
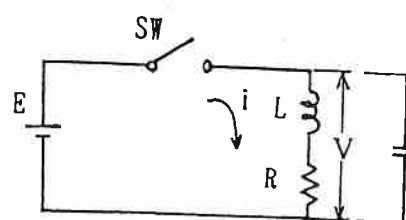


図1 スイッチ開閉でインダクタンス回路に発生する電圧波形

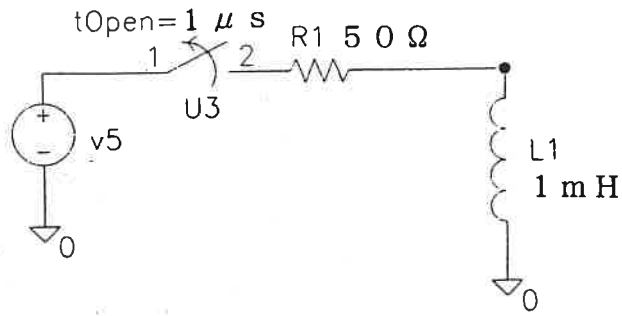
<対策>

発生側の対策としてはサージ電圧を低減すればよい。サージ電圧を低減する方法としては各種サージ吸収回路(スパイクキラー回路)がある[2][3]。実際にサージ吸収対策を行ないサージ電圧を測定した結果を図3に示す。

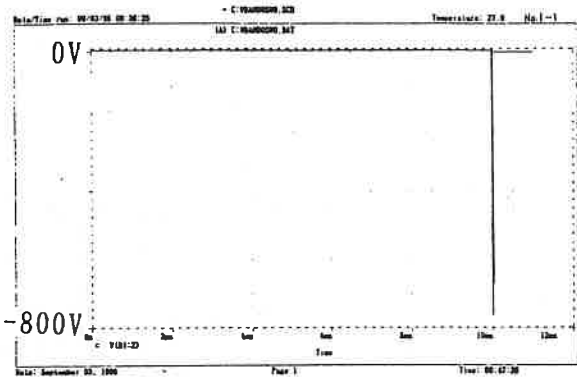
また、受ける側の対策として、誘導性ノイズに対する対策が必要であり、電磁誘導に対してはツイストペア、静電誘導に対してはシールド線が有効である[4]。

<参考文献>

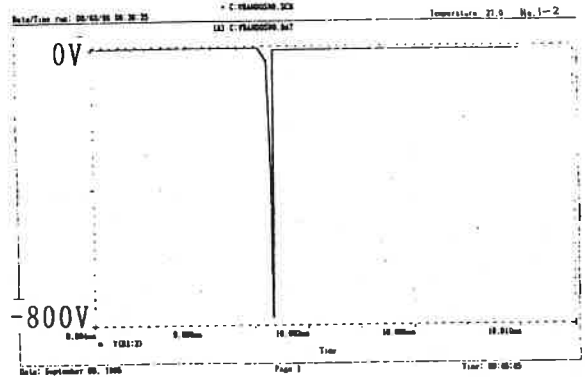
- [1] Henry W. Ott:増補改訂版実践ノイズ通減技法, p. 223, 平2, ジャテックス.
- [2] 仁田周一:電子機器のノイズ対策法, p. 155, 昭61, オーム社.
- [3] 岡村 夫:解析ノイズ・メカニズム, p. 288, 昭63, CQ出版.
- [4] ソリッドステートリレー総合カタログ, p. 20, 平7, オムロン(株).



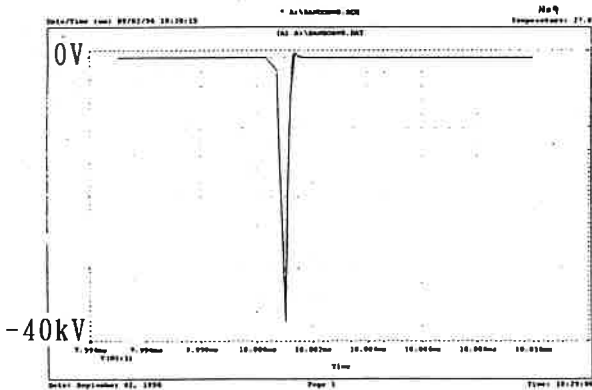
(A) 基本の回路図



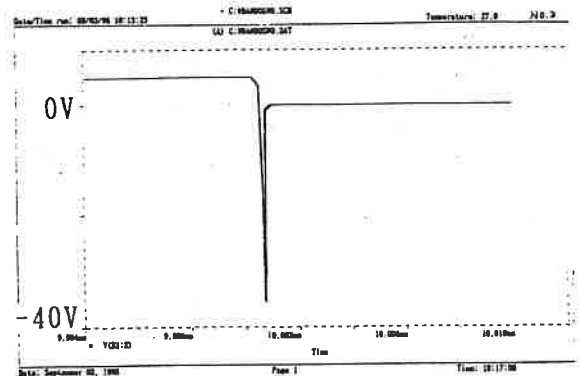
(B-1) 基本 ( $L = 1 \text{ mH}$ ,  $R = 50 \Omega$ ,  
Open velocity =  $1 \mu\text{s}$ )



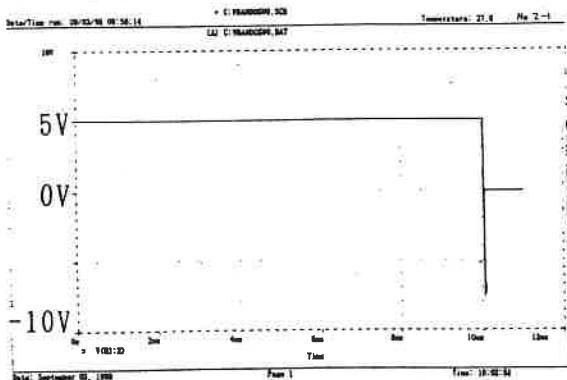
(B-2) (B-1)基本の拡大



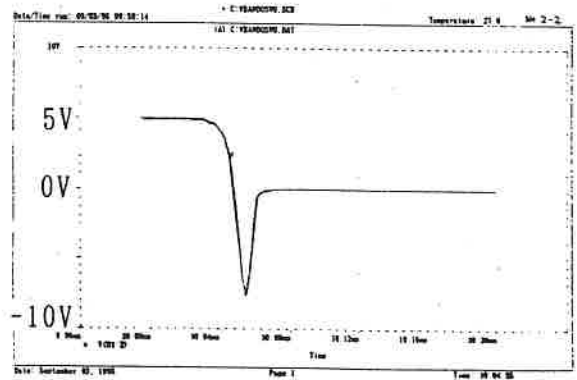
(C)  $L$ を大きくした時 ( $L = 100 \text{ mH}$ )



(D)  $R$ を大きくした時 ( $R = 1 \text{ k}\Omega$ )



(E-1) SWの開離速度を大きくした時  
(Open velocity =  $100 \mu\text{s}$ )



(E-2) (E-1)の拡大

図2 サージ電圧のシミュレーション結果