

リバレーションチャンバを用いた EMC 測定

B-4 Electromagnetic compatibility measurement using Reverberation chamber

張 驍 亮† 前 山 利 幸†

ZHANG XIAOLIANG† Toshiyuki Maeyama†

† 拓殖大学大学院工学研究科

† Graduate School of Engineering, Takushoku University

1. はじめに

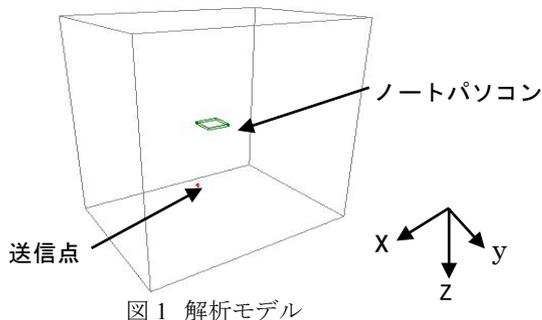
近年, 多くの電子機器へのマイコンの搭載, 信号の高速化, 機器の相互接続の増加, 無線の使用の拡大など, 相互の電磁的な干渉を増加させている. 特に, 最近のスマートフォン, ウェアラブル機器などは CPU のクロックが高いため, EMC(Electro-Magnetic Compatibility)測定はさらに重要となった[1].

従来の測定では1つの面からの電磁ノイズを測定対象物の電磁特性として認識していた. しかし, 電子機器の使われ方の多様化に伴ない, 従来の測定では EMC の評価は十分ではない. 本研究では, シミュレーションで, リバレーションチャンバの機能を用いた計測方法について, 検討と評価を行った. その結果, 統計的に十分な計測時間をかけることで, 計測できることを示す.

2. 解析条件

リバレーションチャンバ内部の電波は様々な処理を受けてから, 一つの面へと集中して, 受信アンテナで受信し, 電界の強さを測る仕組みである[2]. この機能を利用し, レイトレース法を用いて, 密閉の金属管体の中で, 被測定物へ電波を放射し, より多くの到達電波の経路が得られる送信位置の範囲を特定する.

図 1 で示すように, Bluetest の RTS60 のリバレーションチャンバの形を想定し[3], レイトレース法で同じサイズであり, 壁の物性は PEC の部屋をモデル化した. 部屋の中心位置に被測定物を置く. ノートパソコンの六つの面に観測面を設置して, 送信点の位置を変えながら, 各観測面へ到着する電波の数を求める. 被測定対象物は高さ 1m の高さに置く. 送信点は無指向性のアンテナを設定し, 送信電力は 1W である. 送信点は被測定物の中心から 0.6m 離れた距離で解析を行った.



3. 到着電波

解析条件として, 送信点の位置を変えながら, 被測定物の中心点への距離を 0.6m にし, 送信点は被測定物から見る角度 θ を $0\sim 90^\circ$, 同じく ϕ も $0\sim 90^\circ$ 間で 10° 刻みで変化し, 解析を行った. その結果, 最も多くの経路数を持つ角度は θ と ϕ の $40\sim 50^\circ$ の間に集中することが分かった.

ここで, θ と ϕ の角度が $40\sim 50^\circ$ 間で, 被測定物各面の受信電力強度を詳しく調べるため, 1° 刻みで送信点の位

置を変えながら, 電波の反射回数を 1, 3, 5, 7 回に設定し, 解析を行った. 結果より, θ と ϕ の角度が共に 43° の時に, 各面の平均受信電力が最も多いが確認できた.

表 1 θ と ϕ が共に 43° の各面の電力強度[dBW]

s1	-40.277	-30.735	-26.827	-24.721
s2	-25.89	-23.268	-21.809	-20.801
s3	-27.944	-24.492	-22.736	-21.524
s4	-36.883	-29.057	-25.758	-23.903
s5	-27.769	-24.201	-22.463	-21.293
s6	-38.954	-30.061	-26.384	-24.345
平均	-32.95	-26.97	-24.33	-22.76

4. 伝搬による電力の損失

従来の EMC 測定は被測定物を回転する必要がある. しかし, リバレーションチャンバでは被測定物を回転しないが, 代わりに, 反射が回転の役割になるため, 今回は位相を考慮しないである. 解析では, チャンバ筐体の壁素材は PEC に設定しているため, 壁の反射による電力の損失はないと考えられる. そのため, 伝搬距離による生じた自由伝搬損失のみ存在する.

反射が 7 回の場合, θ と ϕ が共に 43° の時の自由伝搬損失 L の計算は経路の平均長さ D を用いて式(1)より求める. そして, 経路数による利得の補正 Lp を式(2)で求める.

$$L = 10 \log_{10} \left(\frac{4\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad (1)$$

$$L_p = 10 \log_{10} S \quad (2)$$

よって平均伝搬損失 L の算出, そして各面の平均電力強度 Pr, 次に経路数の補正 Lp を表 4 に示す.

表 4 算出要素

経路数補正[dB]	Lp	32.287
自由伝搬損失[dB]	L	49.369
各面平均電力強度[dB]	Pr	-22.765

ノイズ補正 Pn を求めるには前項の表 4 で使用した値で, 式(3)に代入することで, Pn は -5.682 dB となる.

$$P_n = P_r + L - L_p \quad (3)$$

5. まとめ

リバレーションチャンバの測定法について検討を進めるとともに, RC の内部の攪拌について, 数値解析による解析より, 一定の角度に向かって受信アンテナを設置することで, 被測定物を回転せずに全部方向からの放射ノイズ強度は計測可能であると考えられる.

参考文献

- [1] 電気学会, パワーエレクトロニクス機器の EMC, 2013.
- [2] IEEE, Electromagnetic Compatibility Magazine, pp.63-78, Volume: 6, Issue: 1, First Quarter 2017
- [3] Jan Carlsson, Christian Patané Lötzbäck, "Reverberation chamber for OTA measurements: The history of a dream!"