

80MHz以下における車載電子機器の放射イミュニティ試験用アンテナの検討

機械電子科 山田浩文

Study of antenna used for radiated immunity test method for a vehicular electrical/electronic sub assembly at frequencies below 80 MHz

YAMADA Hirofumi

An antenna for radiated immunity testing for electrical/electronic sub assembly for vehicle in frequencies range of 20 to 80 MHz was investigated. We were able to satisfy the test configuration specified in the international standard ISO11452-2 and achieve an electric field strength of 100 V/m with a forward power of 1.5 kW by using a biconical antenna with upper and lower elements of different lengths in a vertical polarization.

keywords : electromagnetic compatibility, ISO11452-2, ALSE, below 80MHz, vertical polarization

車載機器の放射イミュニティ試験において20～80MHzの周波数範囲で試験を行うためのアンテナについて検討した。垂直偏波において上下の素子の長さが異なるバイコニカルアンテナを用いることにより、国際規格ISO11452-2に規定される試験配置を満たし、100V/mの電界強度を1.5kWの進行電力で達成することができた。

キーワード：EMC、ISO11452-2、ALSE法、80MHz以下、垂直偏波

1 はじめに

車載電子機器への連続波のイミュニティ試験には、ALSE法（国際規格ISO11452-2:2019¹⁾）、TEMセル法（国際規格ISO11452-3:2016²⁾）やハーネス励磁法（バルク電流注入（BCI）法、国際規格ISO11452-4:2020³⁾）などの方法がある。国際連合発行の規則であるECE Regulation No.10.06⁴⁾など多くの場合、200MHzや400MHzなどの周波数により試験法方法を分け、これらの周波数以下ではTEMセル法（10kHz～200MHz）やBCI法（100kHz～400MHz）などを用い、それ以上ではALSE法（垂直: 80MHz～、水平: 400MHz～）を用いることが多い⁴⁾。しかし、一部のメーカや製品などによっては、20MHzからALSE法による試験を要求されることがある。しかしながら、この周波数帯域ではより大きなアンテナや電力増幅器が必要となり、試験を実施できる機関は極めて限られるため、企業から複数の相談が寄せられている。本報では、これに対応するため20～80MHzの周波数範囲で放射イミュニティ試験用のアンテナについて検討した結果について報告する。

2 方法

物理的に満たすことのできない試験配置を除き、国際規格ISO11452-2に規定される方法で電界強度校正を行った。この規格では、その際のグランドプレーンやアンテナの配置などが詳細に規定されている（図1）。

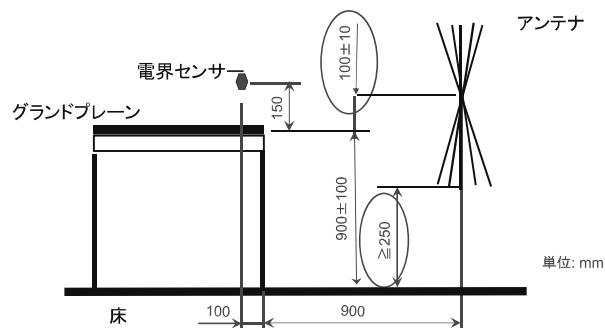


図1 国際規格ISO11452-2の電界強度校正時の試験配置

すなわち、アンテナの位相中心（給電部）の高さは床から1,000mmに、アンテナ素子の最下部は床から250mm以上になるように設置しなければならない。今回の周波数範囲20～80MHzでは、電磁波

の波長が15~3.75mであり、それに伴いアンテナ(の素子)も大きくなる傾向があるのでこの規格に規定する配置を満たすのは難しくなる。

電磁波の発生にはバイコニカルアンテナ(BC、Schwarzbeck VHBD9134+BBFA9146)を用いた。このアンテナはインピーダンス比が1:4のGuanella Balun(VHBD9134)と円錐状に展開可能な素子(BBFA9146)を組み合わせたものである。この素子は、付属の延長金具(長さ990mm)を素子に取り付けることにより比較的低い周波数領域でのアンテナ特性を改善することができる。今回は、延長金具を取り付けない状態で素子の直径LDが1,350mmになるように、素子の開き角を固定して使用した。また、垂直偏波の場合について、①上側の素子のみ延長金具を付けた場合(写真1)と②上下の両素子に延長金具を付けた場合(写真2)について測定し、比較した。

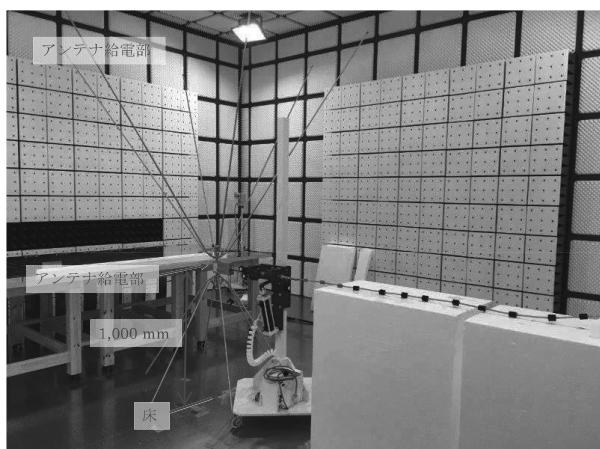


写真1 バイコニカルアンテナ 上側のみ延長金具付床からアンテナ給電部までの高さ1,000mm

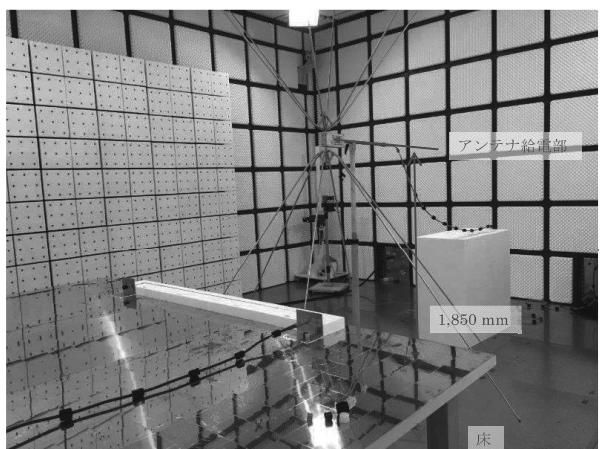


写真2 バイコニカルアンテナ 上下とも延長金具付床からアンテナ給電部までの高さ1,850mm

電界強度校正時の試験構成を図2に、使用した装置を表1に示す。電界強度校正は、20~80MHzの周波数範囲において2MHzステップで周波数ごとに行った。信号発生器により発生した高周波信号を高周波アンプにより増幅し電波暗室のアンテナに供給した。各周波数において電界センサで100V/mの電界強度が観測されるように信号発生器の信号レベルを調整し、そのときの進行電力と反射電力を記録した。

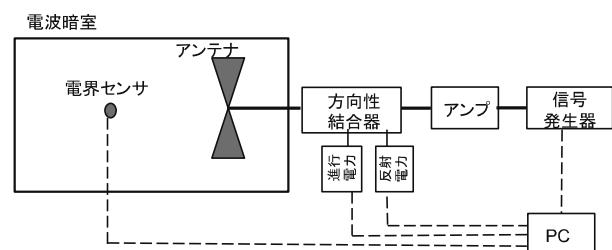


図2 電界強度校正時の構成図

表1 試験装置

装置名	メーカー	形式
バイコニカルアンテナ	Schwarzbeck	VHBD9134+BBFA9146
電界センサ	ETS-Lindgren	HI-6006
信号発生器	Keysight Technologies	N5171B
アンプ、方向性結合器	(株)アールアンドケー	A010K221-6767R
進行、反射電力計	Keysight Technologies	N1912A, E9304A×2

3 結果

図3に、100V/mの電界強度を発生させるのに必要な進行電力を示す。②上下の両素子に延長金具が付いた状態から①延長金具が上側のみの状態に変えると、必要な最大の進行電力は3.6kWから1.5kWに減少した。これは、床からアンテナ給電部の高さが減少することにより電界センサまでの直線距離が短縮されることが影響していると考えられる。

図4に電圧定在波比VSWRを示す。②上下の両素子に延長金具が付いた状態から①延長金具が上側のみの状態に変えると、50MHz以下の周波数ではVSWRが増大する傾向がみられるとともに、50MHz以上の周波数ではVSWRが低下し、特に26MHz付近で大きな増大がみられた。

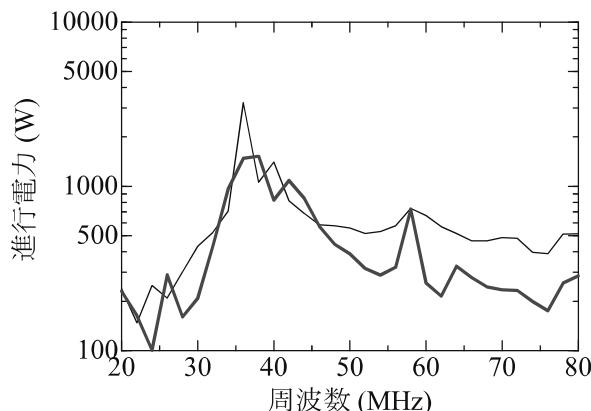


図3 電界(100V/m)発生に必要な入力電力
— 上側素子のみ延長金具付
— 上下両素子に延長金具付

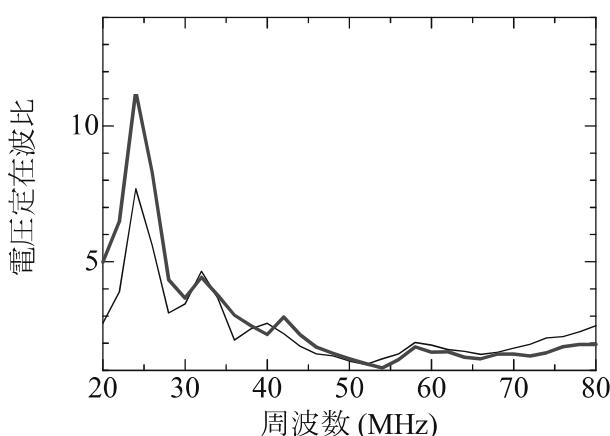


図4 電圧定在波比
— 上側素子のみ延長金具付
— 上下両素子に延長金具付

4 考察

バイコニカルアンテナは、通常、②上下の両素子に延長金具を付けた場合のように、上下対称の素子で使用するのが一般的である。しかしながら、この方法を用いると、20~80MHzといった低い周波数領域では国際規格ISO11452-2に規定する「アンテナの位相中心はグランドプレーンから100mmの高さにしなければならない」と「アンテナ素子の最下部は床から250mm以上離さなければならない」を満たすことが難しい。一方、①上側素子の

み延長金具を付けた方法ではこれらの規定を満たすことができる。また、より少ない進行電力の1.5 kWで100V/mの電界強度を発生させることができ。このことは、より出力の小さい安価な電力増幅器でより高い電界強度を発生できることを示している。以上より、①の上側素子のみ延長金具を付けた方法について推奨する。

5 まとめ

20~80MHzの垂直偏波の放射イミュニティ試験において、上下の素子の長さが異なるバイコニカルアンテナを用いることにより、国際規格ISO11452-2に規定される試験配置を満たし、100V/mの電界強度を1.5kWの進行電力で達成することができた。

参考文献

- 1) ISO11452-2:2019 Road vehicles -Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy- Part 2: Absorber-lined shielded enclosure.
- 2) ISO11452-3:2016 Road vehicles -Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy- Part 3: Transverse electromagnetic (TEM) cell.
- 3) ISO11452-4:2020 Road vehicles -Component test methods for electrical disturbances from narrowband radiated electromagnetic energy- Part 4: Harness excitation methods.
- 4) ECE Regulation No. 10 Revision 6, Uniform provisions concerning the approval of vehicles with regard to electromagnetic compatibility, United Nations, 2019.
- 5) 佐藤智典 : ECE Regulation No. 10.06の概要, 株式会社e・オータマ, p.8 (2020).