

BCI 試験の誤差要因調査と測定再現性向上の検討*

野村 翼**

車載電装品の BCI 試験において、試験セットアップの違いが試験結果に及ぼす誤差要因の調査と、測定結果の再現性向上について検討した。その結果、ハーネス長及び束ね方、BCI プローブの設置位置及びハーネスの通し方が誤差要因であることが明らかとなり、対策を講じることで測定再現性も向上できることが分かった。

キーワード：EMC、BCI 試験、車載電装品

Investigation of the error factors and examination for the improvement of measurement reproducibility in bulk current injection test

Tsubasa Nomura

The error factors that are encountered while performing the Bulk Current Injection (BCI) test, which depends on the test setup methodology, are investigated. Further, we examine the various methods to improve the measurement reproducibility. The results demonstrate that the main error factors are the lengths and bundling methods of harnesses, installation position of the BCI probe, and passing method of harnesses. Additionally, it is verified that the measurement reproducibility can be improved by preparing jigs as a countermeasure.

Keywords: EMC, BCI test, automotive electrical component

1 緒言

ハーネス励磁法(BCI: Bulk Current Injection)試験(以降 BCI 試験と呼ぶ)は、主にラジオやトランシーバ、アマチュア無線、携帯電話等から発せられる無線電波を脅威対象として、車載電装品のハーネス(電源線、信号線)に対し BCI プローブを用いて規定の周波数及びレベルの電磁ノイズを誘起し、耐性を評価する試験である。

BCI 試験の試験方法は国際規格 ISO11452-4 にて規定されているが¹⁾、実際に試験を行うと、測定再現性に課題があることが分かってきた。そこで本研究では、試験結果に及ぼす誤差要因の調査と測定結果の再現性向上方法について検討し、対策とその効果確認を行った。

りに設置できない場合がある。今回は、機器貸出時に EUT 側の理由により規格通りにセットアップができないことがあった以下の状況を誤差要因として推定した。

- ハーネス長
EUT によりハーネス長が異なり、切断や継ぎ足しにより規定に合わせられない場合がある。
- BCI プローブ設置位置
規格では BCI プローブの設置位置を EUT から 150mm と定めているが、場合により 450mm/750mm で実施しても良いと記載されており、EUT からの距離が変わる可能性がある。
- BCI プローブへのハーネスの通し方
BCI プローブ内径は 23mm であるが、ハーネスが細い場合等にプローブの中心を通ったり内壁に接したりするなど通る位置が毎回同一とは限らない。

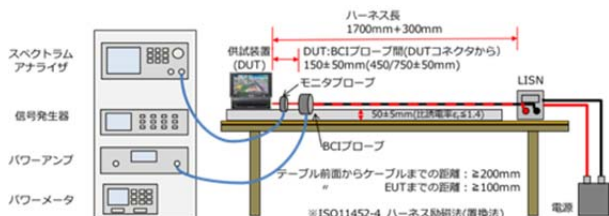


図 1 BCI 試験セットアップ (規格準拠)

BCI 試験では試験対象製品 (EUT: Equipment Under Test) のハーネス長や印加する BCI プローブの設置位置などが細かく規定されているが、実際の現場ではその通

2 実験方法

2-1 同一条件での再現性確認

まずは、試験器自体の誤差要因を排除するため、セットアップを全く同一条件として試験を複数回実施し、再現性を確認した。

確認方法は、同一セットアップで 3 回試験を実施し、電流プローブにより注入されたノイズ電流量を測定、比較することとした。試験結果を図 2 に示す。グラフは X 軸が周波数 (MHz)、Y 軸が注入電流値 (mA) である。

* H27 年度 技術シーズ形成研究事業 育成ステージ

** 電子情報技術部

確認の結果、同一条件であれば試験結果にほぼ誤差が出ないことを確認できた。

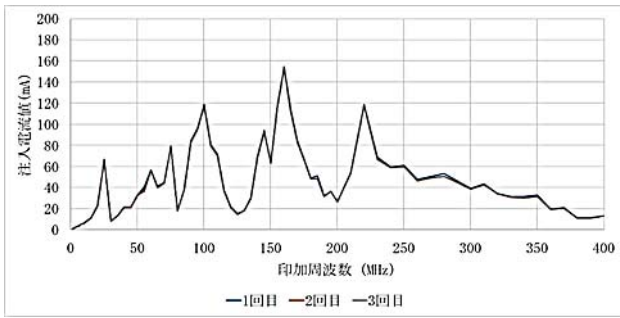


図 2 同一条件での再現性確認結果

2-2 ハーネス長及び束ね方の違いによる測定結果比較

BCI 試験では規格によりハーネス長は170cm(+30cm)と規定されている。EUT のハーネスが短い場合は継ぎ足して試験を実施するが、長い場合は切断することが必要となる。しかし、製品の都合により切断できない場合が多く、その際は LISN 直前で束ねることとなる。この場合の試験結果への影響について検証を実施した。

実験は、規格準拠であるハーネス長170cmに対し150cmの追加ハーネスを用いて延長した場合を想定し、余ったハーネスを無造作に束ねた場合と、無誘導巻きをした場合の2通り(図3)の測定を実施した。さらに規格準拠のセットアップで測定した結果と比較し、それらを図4にまとめた。

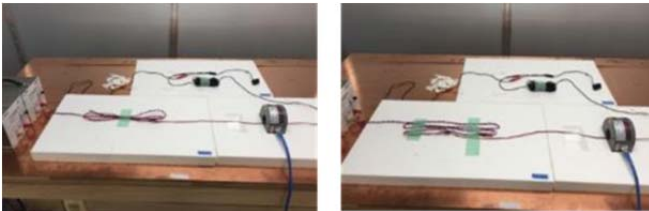


図3：ハーネス長/束ね方の違うセットアップ

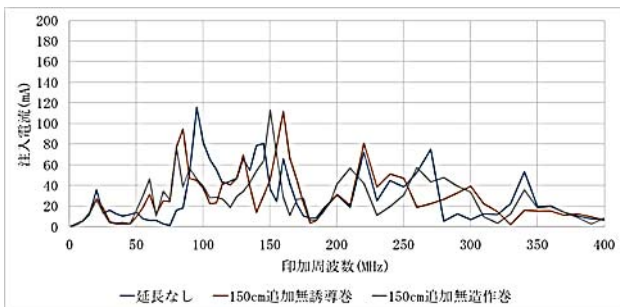


図 4 ハーネス長/束ね方の違いによる測定結果比較

2-3 BCI プローブ設置位置の違いによる測定結果比較

IS011452-4では、BCI プローブの設置位置を EUT から150mmと定めているが、450mm/750mmで実施しても良いと記載されている。但し450mm/750mmで試験をする条件の

記載はなく、試験実施するハーネスのコネクタ等の関係により150mmで実施できない際にその他の位置で試験実施するものと推定される。

ここでは、クランプするハーネスは変えずにプローブ位置を変更した場合の注入電流量の違いについて確認を実施し、結果を図5にまとめた。

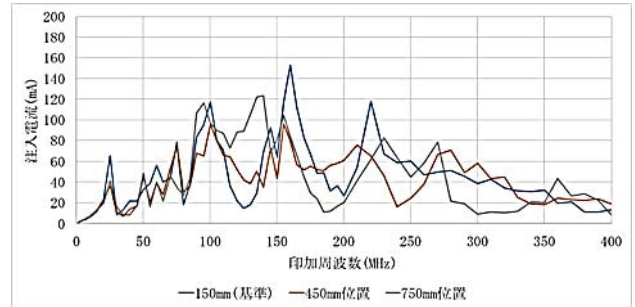


図 5 プローブ設置位置の違いによる測定結果比較

2-4 BCI プローブへのハーネスのクランプ方法の違いによる測定結果比較

ハーネスをこのプローブに通す際、特にハーネスが細い場合は、図6のように、プローブ内のどこかをハーネスが通っているかで、図7のように印加される電流に違いが発生する可能性がある。

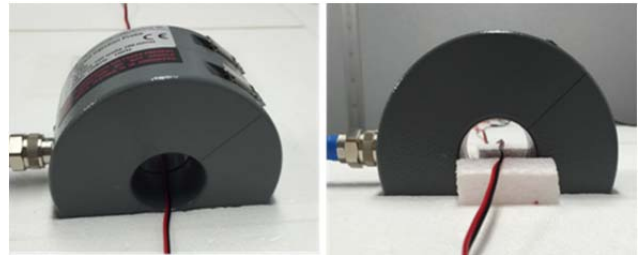


図 6 BCI プローブへのハーネスの通し方の違い

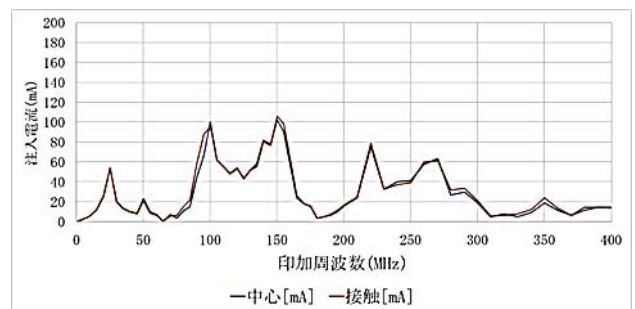


図 7 ハーネスの通し方の違いによる検証結果

3 実験結果

第2項で実施した実験により、ハーネス長および余剰ハーネスの束ね方を変化させた場合、注入電流量の差は同一周波数にて最大82.724mA発生したことを確認した。また同様にBCIプローブ位置を変化させた場合は92.709mA、ハーネスのプローブへの通し方を変化させた場合は21.474mAの差が発生することも確認した。

ハーネス長および余剰ハーネスの束ね方を変えた実験では、ハーネス長自体の変化や、無造作な束ね方ではハーネスに寄生インダクタンスが発生する。このことにより EUT 側のインピーダンスが変わることから、注入されやすい周波数や注入される電流量が大きく変化する。

次に BCI プローブ設置位置の違いによる結果の差異については、位置が変わることにより見かけ上ハーネスの長さ(アンテナ長と考えてよい)が変わり、このことから共振する周波数が変わって、結果に非常に大きな影響が出ることになる。このことから、試験計画時にハーネスの状況とプローブ位置を明確に決定する必要のあることが明らかになった。

ハーネスのプローブへの通し方の違いについては、他の誤差要因ほど大きな違いとはならなかったが、測定再現性を高める上では固定できることが望ましい。

4 対策

4-1 再現性向上対策

実験の結果、緒言にて推定した誤差要因について、実際に測定結果に違いが出ることを確認できた。

ここで、特にハーネス長が規定より長く、事情により切断できない場合については、無造作に試験セットアップを実施すると複数回の試験において条件を一定にすることが困難であり、再現性を下げる要因となる。

そこで、試験セットアップを複数回実施した場合でも同一のセットアップが再現できるよう治具を作成し、治具を使った場合と使わなかった場合の試験再現性について検証を行った。

作成した治具は、ハーネス長が長い場合のための木製無誘導巻きガイド(図 8)と、プローブへのハーネスの通し方の改善のための発泡スチロールガイド(図 9)の 2 種類である。

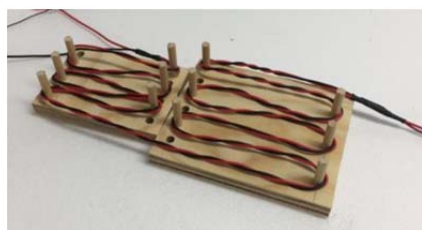


図 8 木製無誘導巻きガイド



図 9 発泡スチロールガイド

木製無誘導巻きガイドは、ハーネスを束ねる際に磁界により発生する寄生インダクタンスを打ち消すために無誘導巻きが推奨されること、様々なハーネス長に対応すること、試験に影響を及ぼしにくい非金属製で、ある程度の強度が必要なことから図 8 のような形状とした。

図 9 の発泡スチロールガイドは、主に細いハーネスをできる限りプローブ中心に配すること、試験に影響を与えにくい素材である必要があったため、試験用絶縁台と同じ比誘電率 $\epsilon_r \leq 1.4$ の発泡スチロールで作製した。

4-2 対策の効果確認

この治具を使用せずセットアップを行なった場合と、使用してセットアップを行なった場合の試験再現性について検証を実施した。検証はそれぞれ完全に EUT を撤去した状態からの試験セットアップを 3 回ずつ実施し、注入される電流量の誤差の平均値を比較した。

作成した治具を使わずにセットアップした場合の結果(図 10)と治具を使ってセットアップした場合の結果(図 11)を以下に示す。

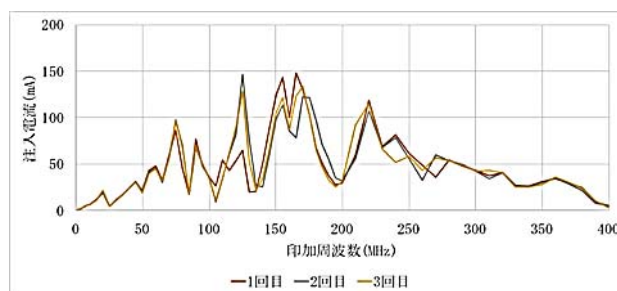


図 10 治具を用いずにセットアップした場合

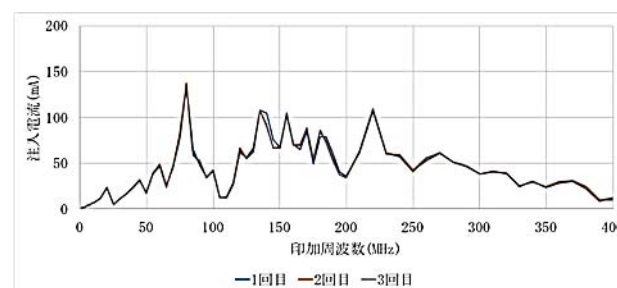


図 11 治具を用いてセットアップした場合

検証の結果、治具を使わずにセットアップした場合の注入電流量の差の平均値は 11.30mA、使用してセットアップした場合の注入電流量の差の平均値は 2.10mA となり、注入電流量で約 81%の誤差低減が可能となった。

4 結言

本研究では、BCI 試験について誤差要因の検証を実施し、特にハーネスが規定より長く無造作に束ねた場合、BCI プローブの設置位置、プローブへのハーネスの通し方が異なる場合に、試験結果および再現性に大きな影響

を及ぼすことを確認した。また、試験再現性向上のため
セットアップ用治具を作製、これを用いることで約 81%
の誤差低減につながり、再現性を向上することができた。

文 献

- 1) ISO11452-4 Road vehicles - Component test methods for electrical disturbance from narrowband radiated electromagnetic energy Part:4 Harness excitation methods