

車両電源シミュレーション設備

Battery Simulator for a Car

前 田 恵 一⁽¹⁾
Keiichi Maeda

栗 岡 幸 夫⁽²⁾
Yukio Kurioka

国 枝 義 弘⁽³⁾
Yoshihiro Kunieda

井 川 佳 久⁽⁴⁾
Yoshihisa Ikawa

要 旨

近年、車両のエレクトロニクス化が進み、バッテリーに対する負荷の増大から、電圧変動が拡大する傾向にある。一方、車載オーディオ機器は、高級化に伴ってマイコンが搭載され、電源変動に対する安定性がますます要求されている。

そこで製品開発では早期に様々な電源変動での評価試験を行い、品質を確保することが重要となる。しかし、実車評価において、すべての電源変動を得るのは難しく、かつ多くの時間を必要とする。また製品の実力を調べる余裕度評価ができない。

そこで、室内で様々な電源環境に対応した電源変動を再現し、製品の持つ実力を評価できる車両電源シミュレーション設備の開発を行った。

本稿では、その設備の概要、主要機能の特徴、実使用による効果等について紹介する。

According to development of car electronics, voltage fluctuation level in car tends to expand due to increasement of load for car battery.

Meanwhile, now a day, car audio equipment is requested to be more stable for the voltage fluctuation. Because microcomputer is used in recent high-graded equipment.

Therefore, we have to evaluate carefully the voltage fluctuation at designing stage and to ensure good quality for the car audio equipment.

However, it is difficult to get all sorts of voltage fluctuation data in actual car. It means that lots of time is necessary and enough evaluation can't be performed.

This time, we have developed our own battery simulator to get various voltage fluctuation waves and to evaluate real capability for the car audio equipment.

This report describes outline for the simulator, characteristic of main functions and effect in actual use.

(1)~(4) AVC本部要素技術開発部

1 はじめに

近年、車載用オーディオ機器の高級化・多機能化が進み回路規模の増大、マイクロコンピュータによる制御などにより回路が複雑化し、電源電圧の変動が重大な機能障害を招く原因の一つになっている。一方、車両側においても、電装機器の増加・装備の電動化などによりバッテリーへの負担が増し電源電圧の変動が増加する傾向にあり、車載用オーディオ機器に対する電源の環境は厳しくなっている。この結果、電源電圧の変動に対する安定性が従来にも増して要求されるようになってきた。当社では、実車および車両電源シミュレーション設備を使用し、製品品質、設計品質の評価を従来から行っているが、今回、実車との相関性の向上、評価の質の向上を狙いとして新たに車両電源シミュレーション設備を開発したので紹介する。

2 車両の電源回路

2.1 車両の電源回路と電装機器

車両の電源は、鉛蓄電池（以下バッテリーと記す）と、エンジン回転を利用して交流電圧を発生させ整流するオルタネータである。

この電源は、車両制御用コンピュータ、エンジン始動用スタータ、点火プラグ、夜間照明用ヘッドライト、ワイパーモータ、パワーウィンドウモータ、電動ミラー、プロアモータ、車載オーディオなど、さまざまな電装機器を動作させる重要な役割をもつ。

一般的に、乗用車は直流12ボルト系（標準電圧DC13.2V $\pm$ 20%）、トラック、バスなどの大型車は直流24ボルト系（標準電圧DC26.4V $\pm$ 20%）である場合が多く、また、ガソリンエンジン仕様、ディーゼルエンジン仕様の車で電源回路、電装機

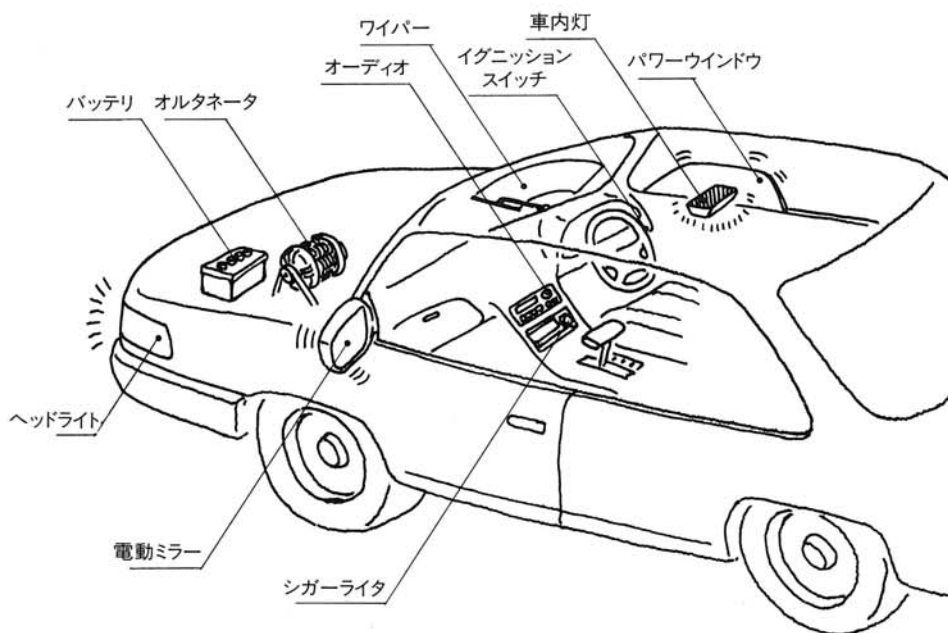


図-1 乗用車の電装機器

Fig.1 Electric equipments in a car

器が異なることが多い。図-1は乗用車の主な電装機器を示したものである。

2. 2 電源回路の種類と車載オーディオでの用途

車両の電源系統は、①バッテリーに直結し、常に電圧が供給されるバッテリー直結（以下、生+B）電源系統、②イグニッション（同、I G）スイッチがI Gオン位置のときに電圧が供給されるI G電源系統、③I Gスイッチがアクセサリ（同、A C C）位置、およびI Gオン位置のときに電圧が供給されるA C C電源系統、④ライトスイッチと連動し、ライトが点灯しているときに電圧が供給されるイルミネーションまたはディマー電源系統である。

車載オーディオでは、生+B電源を、マイクロコンピュータの動作、記憶素子のバックアップ、パワーアンプの駆動、フェールセーフ機能の動作など、常時通電することが必要な回路、大きな電力を必要とする回路などの電源として使用する。

A C C電源は、機器の動作と停止の制御、内部回路駆動、表示の動作と制御、パワーアンプの駆動など、主に、機器の動作の制御、大きな電力を必要とする回路などに使用する。

また、ディマー電源は、機器の表示部の照明、

照明の明るさ制御などに使用している。

表-1に電源ラインの主な用途を示す。

2. 3 電源シミュレーション設備の必要性

車の電源電圧の変動、A C C電源の断続、生+B電源とA C C電源の電圧差、直流電圧に重畳するオルタネータのリップル電圧、車のシャーシを流れるアース電流など車両の電源環境は、車載オーディオの性能、動作、安定度に大きな影響を与え、性能の低下、不快な雑音（オルタネータノイズ、ポップ音など）、異常動作の原因となる。最も悪い場合には、機能の劣化喪失など重大な障害の原因となることもある。

このような車両の電源環境は、車種、グレード、電装機器の多少とその種類などで異なる。

さらに、前照灯などライト類の点灯状況、エンジンの動作停止の状態、ワイパーモータ、パワーウィンドウモータの動作など車両の状態、I Gスイッチ、ライトコントロールスイッチなど、スイッチ類の操作タイミング、操作方法でも変わる。

車載オーディオは、このようなさまざまに変化する電源環境においても、品質が確保されなければならない。

それには、まず、製品設計の初期段階で、さま

表-1 電源ラインの用途の例

電源の種類	車載オーディオでの実際の使用例
①生+B電源	- マイコンのバックアップ電源（受信周波数メモリ、プレーヤの状態の記憶、時計の時間カウント、など） - カセット、CDプレーヤのキーオフジェクト動作電源（フェールセーフ動作電源） - パワーアンプ駆動電源
②I G電源	車両走行時のテレビ動作停止抑制
③A C C電源	- 回路動作電源 - パワーアンプ駆動電源 - 動作の開始、停止の制御 - 表示または表示の抑制
④ディマー電源	- 車両ライト点灯時の表示照明の制御 - 車両ライト点灯時の表示の輝度抑制

さまざまな電源環境での評価試験を行い、早期に品質を確保することが必要になる。しかし、実際の車でさまざまな電源環境を見いだすことは困難であり、また、試験より得られる結果は試験した車両での判定で製品の持つ実力（性能を維持する限界）を評価するには不十分である。したがって、製品設計の初期段階に、車両の電源環境を模擬し、手軽に評価試験ができる設備が要求されていた。

3 設備の概要

3.1 特徴

電源シミュレーション設備は、電源電圧の変動および電源系に重畳するリップル電圧を発生させ、車載オーディオの安定度を試験、測定する機能を持つ。以下にこれらの特徴をのべる。

1) 電源電圧変動発生機能

- ①試験用に標準化した電圧変動で評価できるため不具合検出時は評価解析が容易である。
- ②電圧変動の要素（パラメータ）を任意に変更

できるため製品の実力が試験できる。

- ③実車の電源回路に近い試験回路を採用している。

- ④車両側の負荷の状態を考慮した試験ができる。

2) オルタネータ雑音除去性能測定機能

- ①電源系統に重畳するオルタネータリップル電圧による雑音除去性能測定ができる。（電圧モード測定）
- ②製品を実際の車に装着したときに、製品を流れるアース電流により受ける雑音特性が測定できる。（電流モード測定）

3.2 設備構成

3.2.1 主要性能

主な設備性能を以下に示す。

直流電源部

- ・試験電圧範囲 $\pm 20\text{ V}$
- ・最大試験電流 $\pm 20\text{ A}$
- ・最小ステップ時間 1 ms

オルタネータ・リップル信号部

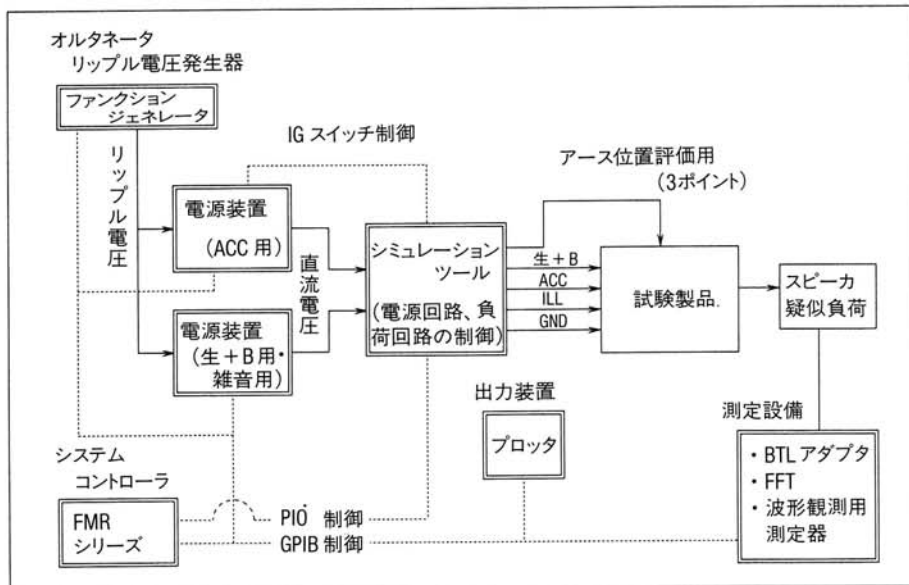


図-2 車両電源シミュレーション設備構成図

Fig.2 The system diagram of battery simulator

- 重畳電圧周波数 0～30kHz
 - 最大重畳電圧振幅 14V_{p-p}
- その他
- 電源系統間同期誤差 100μs
 - 雑音レベル測定範囲 0.03～100mV

3. 2. 2 設備システムの構成

車両電源シミュレーション設備のシステム構成図を図-2に示す。

4 主要機能

4. 1 電圧変動試験機能

車両で起こる電源電圧の変動を作り出し、車両にオーディオ機器を装着した状態をシミュレートして、異音（ポップ音）、機能動作に対する性能、安定度を試験する。本設備では、新規試験回路の開発、試験用電圧変動の標準パターン化により従来方法より改善している。

4. 1. 1 試験回路

従来は、車に車載オーディオを装着し、車側の条件を変化させて生ずる電源、ACC電源の電圧変動を測定し、直流電源装置で再現させてシミュレートすることで評価していた。

しかし、この方法ではACC電源についての改善が必要であった。車載オーディオのACCの電源入力部は、IGスイッチがオフされたとき車のバッテリーと切り離され、同じ電源系統に接続された機器に蓄積した電荷と消費エネルギーでできる放電電圧特性により変化する。つまり、ACC電源の電圧変動はその電源系統に接続される機器とその状態で変わり、従来の、測定した電圧変動をそのまま再現する方法では、不十分である。

ACC電源はオーディオ機器の動作、停止を制御する重要な用途に使用されるため、車両電源シミュレーション設備では、できるだけ実際の車両に近い状態が再現できることが重要である。

本車両電源シミュレーション設備では、実車の状態を再現する手段に、ACC電源と同期させて制御する疑似IGスイッチ回路を開発し、実車両に近い状態を再現させた。

この疑似IGスイッチ回路は、動作速度1ミリ秒以内、制御電流30A（アンペア）以上の性能を確保しており、ほぼ全ての車載オーディオに対応できる。また、試験する製品以外の増設アンプ、各種電装品などによる影響は、各種電装品を想定

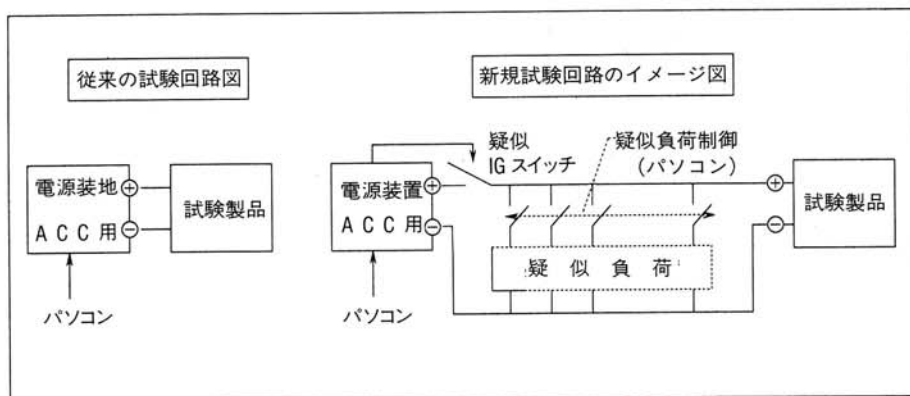


図-3 試験回路（ACC電源）の比較

Fig. 3 Comparison of A.C.C. test circuits

した容量性負荷および抵抗負荷を疑似負荷として試験回路に設け、これらを切替えることにより評価できる。(図-3、図-4)

4. 1. 2 試験用標準電圧変動パターン

車載オーディオは、およそ10ボルト(V)から16Vが正規の動作電圧範囲である。しかし、実際の車ではIGキーのオン/オフ時、エンジンスタート時などの過負荷時において、過渡的に0Vから16Vの範囲で電圧が変化し、その変化は緩慢であったり急峻であったりする。このような状況においても、耳障りな音(ポップ音など)の発生、性能や機能の劣化喪失があってはならない。

本設備では、実車で代表的な電圧変動とその変化(表-2)を基に、過去の不具合解析から得られた影響要因の抽出、車載オーディオの主要部品の特性解析から、効果的なシミュレーション用の電圧変動として19種類に整理統合した(図-5)。電圧変動を構成する電圧値、時間などの要素はパラメータとして任意の値に設定することも可能で、

この結果、車載オーディオの電圧変動に対する余裕について調べることもできる。

表-2 実車両で電圧変化の起こる主な例

1. イグニッション(IG)スイッチの動作に関連する電圧変動
 - ・ACCポジションのオン、オフ
(ACC ON/OFF)
 - ・スタータ(セルモータ)の始動、停止
2. IGスイッチの操作に関連する電圧変動
 - ・操作の速さ
 - ・スイッチの各ポジションを継続する時間の長短
3. 車両の電装機器の状態に関連する電圧変動
 - ・ライト類、モータ類、シガーライタ等、各種電装機器の動作、停止
 - ・エンジン(オルタネータ)の動作、停止
4. バッテリーの状態
 - ・充電状態
 - ・脱着時
5. その他
 - ・以上の状態の組合せ
 - ・電圧変化速度の緩急

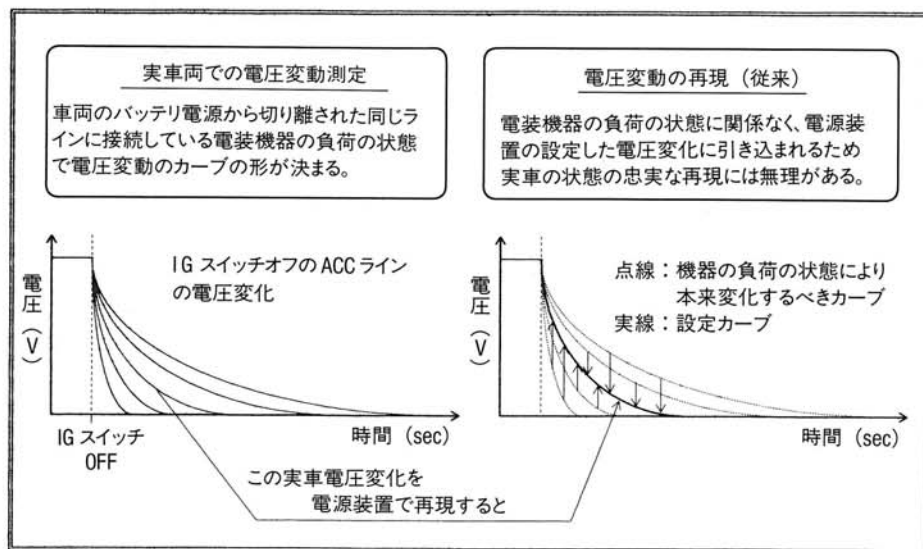
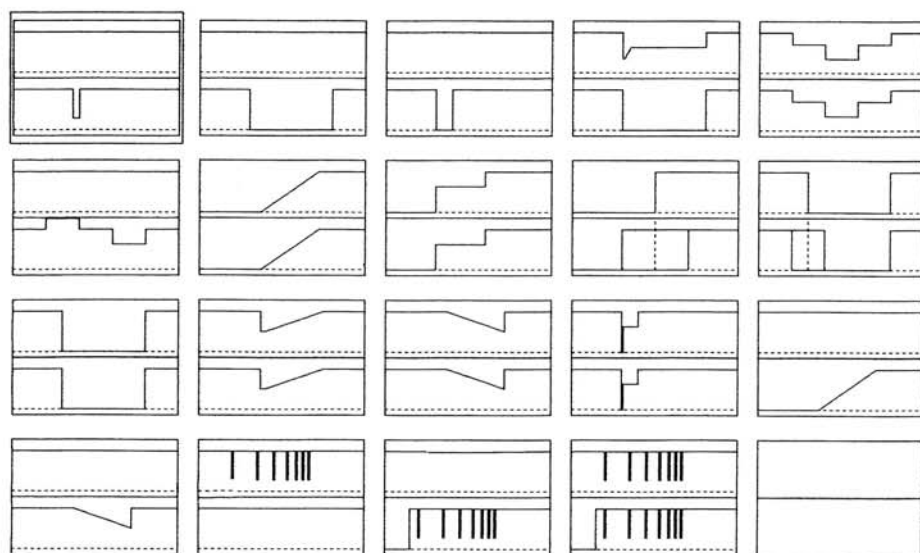


図-4 従来の再現方法とその不具合点

Fig. 4 Conventional method and problem item to measure voltage



上段は生+B電源、下段はACC電源を表わす。

図-5 試験用標準電圧変動パターン

Fig.5 Example of standard voltage patterns

4. 2 オルタネータ雑音除去性能測定

直流電源に交流信号を重畳させ、実車両のオルタネータによる電圧変動を模擬再現して車載オーディオの受ける影響測定する。また、車載オーディオの筐体および内部回路を流れるアース電流による影響も測定する。

4. 2. 1 2種類のモードによる試験

【電圧モード】

実車両ではオルタネータで発電整流して作りだした直流電源をバッテリーの充電、電装機器の動作に使用している。この電源には交流電圧成分（リップル電圧）が含まれるため、車載オーディオの出力からエンジン回転に同期した雑音として出てくることがあり、この雑音がオルタネータ雑音である。設備では、直流電源に最大振幅14V、周波数0～30kHzの交流電圧を重畳させて試験できるが、実車両をもとに振幅1V程度、周波数200Hz～10kHzの範囲で測定評価できるように設定している。この電源を試験製品の生+B、ACC、ディマ-

の任意の電源系に加え、各電源ラインの耐雑音性能を測定評価する。

【電流モード】

車載オーディオは複数の箇所であース（接地）されることがある。例えば、車両のワイヤーハーネスと接続されるアース、車載オーディオを車両に取り付けるための金具（ブラケット）を経て接続されるアース、ラジオ受信機能がある場合はアンテナのアース端子によるアースなどである。これらのアース間に電位差がある場合があり、このとき筐体および内部回路を電流が流れる。この電流は交流信号成分を含んでいるため雑音の原因になることがある。この雑音もオルタネータ雑音として扱い、試験製品の電源アース端子と筐体、アンテナアース部など任意の箇所に疑似的な雑音電流を流し、耐雑音性能を測定評価する。

4. 2. 2 試験（測定）結果の出力例（CRT）

各モードともに疑似雑音信号は200Hz～10kHzの範囲（雑音として耳障りな範囲）を掃引し、雑

音出力をFFTアナライザ（高速フーリエ変換による周波数特性解析装置）で測定している。FFTアナライザを使用したことで、試験する製品の残留雑音、テープノイズなどの暗雑音と、疑似雑音信号によるオルタネータ雑音を、短時間で測定できるようになり、実際に使用する状態に近いシミュレーション結果が得られる。

図-6の試験結果は、残留雑音とオルタネータ雑音を対比させた周波数特性カーブでコントローラのCRTに出力する。さらに、ペーパーアウトが必要なときにはプロッタでの出力も選択できる。

4. 3 操作性

パソコンにより全設備を制御し、操作性・自動化の向上に努めた。特に操作性については、パソコンについての知識が無くても簡単に使用できることを目標に操作用ソフトウェアを工夫をしている。例えば、電圧変動試験では、CRT画面にグラフィックで表示した19種類の標準パターンから一つをカーソルキーで選択、パラメータ設定、測定の実行・停止などはファンクションキー（PFキー）に対応した表示に従ってファンクションキーを操作するなど、上下左右キー、10個のファンク

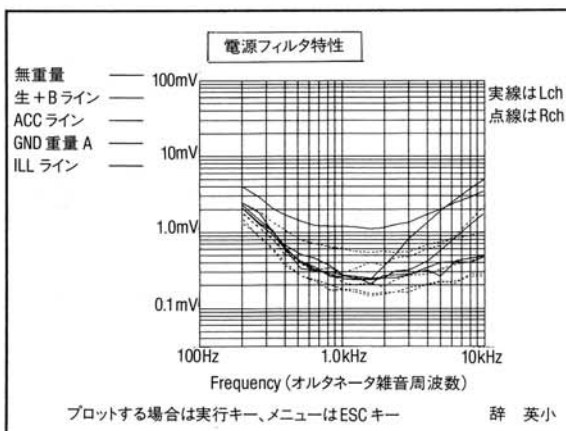


図-6 測定結果の出力例 (CRT)

Fig. 6 Example of measured alternate noise performance

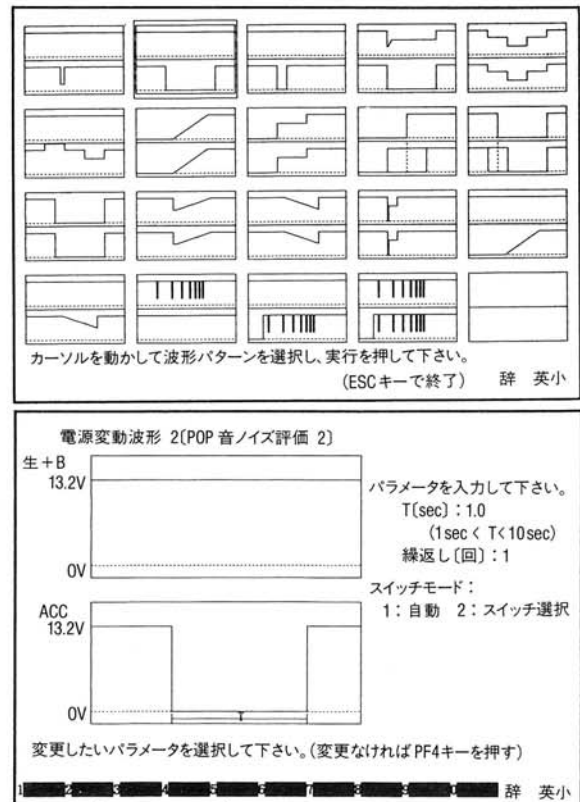


図-7 操作画面 (CRT) の例

Fig. 7 Example of operation display

ションキー、数字キーで全ての操作が行え、システム全体を一台の測定器の感覚で使用できるようにしている。(図-7)

5 実使用例、効果予測

5. 1 電圧変動試験

図-8は、ACCスイッチON/OFF時にシガーライタが動作している時と、していない時の状態を想定し試験した例である。疑似負荷には抵抗負荷を使用し、シガーライタの動作（抵抗負荷を接続した状態）、非動作を模擬している。

シガーライタが動作していない時のACCオフ時には電圧の変化は緩やかに低下しておりスピーカからのポップ音出力は小さい。しかし、シガー

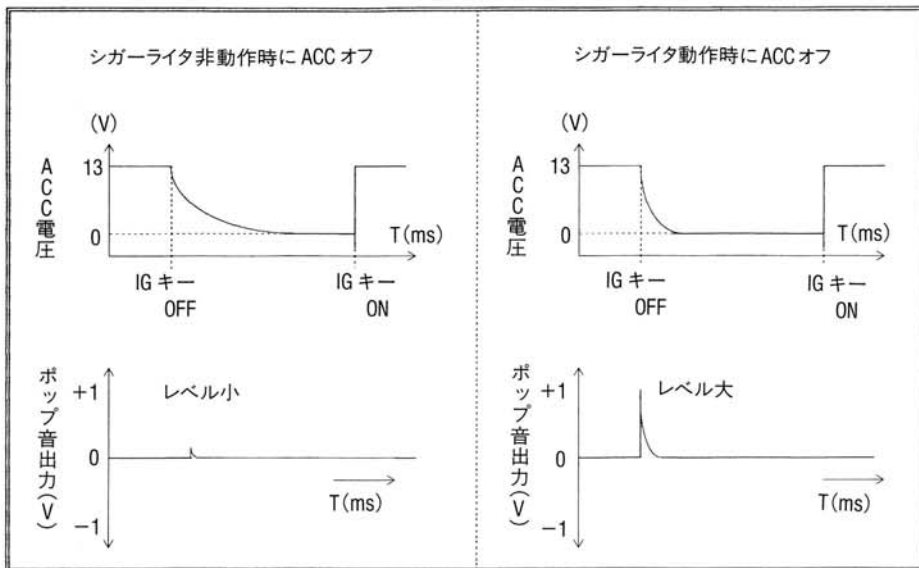


図-8 電源変動試験の実施例

Fig.8 Example of measured pop noise performance

ライタが動作している時には電圧が急激に低下し、スピーカから1 V程度のポップ音が出ている。したがって、試験製品ではこのような状態でのポップ音対策が必要である。

この例は、ACC電源ラインに消費電流の大きな電装機器が動作した時の例であるが、パワーアンプが増設された時などでは、ACC電源ラインの電圧変化は緩やかになり、この場合も不具合の原因となることがある。

5. 2 オルタネータ雑音除去性能測定

機器の電源ラインには電源フィルタが組み込まれ、内部の回路はリップル除去性能を向上させる工夫がなされている。図-9は機器の電源ラインから混入するオルタネータ雑音電圧に対する雑音除去性能を測定した例である。測定結果から、生+B電源ラインにオルタネータのリップル電圧が重畳された場合、オルタネータ雑音と暗雑音が出ている。リップル電圧の重畳が無い場合は暗雑音のみであり、その差が雑音として聞こえる量である。

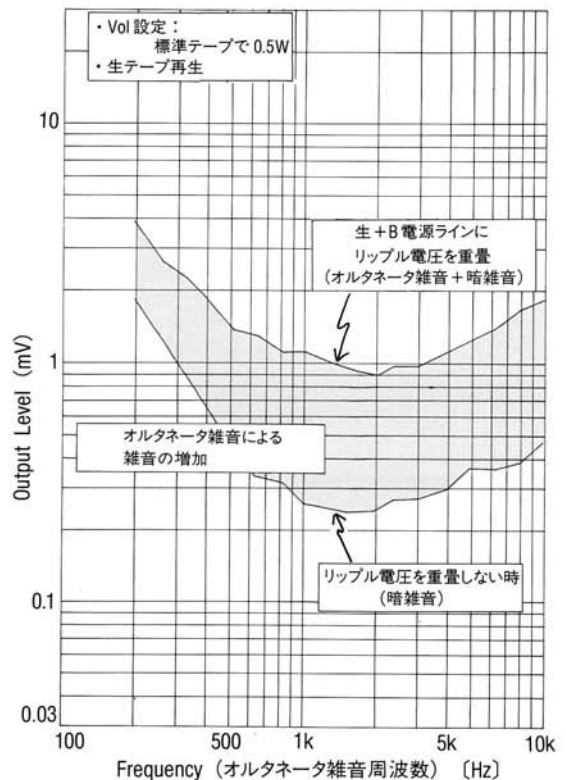


図-9 オルタネータ雑音除去性能測定結果

Fig.9 Example of measured alternate noise performance

る。オルタネータ雑音と暗雑音との差が大きくなり或る値を超えると性能改善が必要になる。

この測定では標準出力で測定しているが、音量レベル（ボリューム位置）は任意に設定できる。

6 あ と が き

以上、今回開発した車両電源シミュレーション

設備の概要を説明した。

本設備を活用することで、試験評価の質の向上と効率化に寄与できるものと確信しているが、まだまだ開発途上の設備であり、今後さらに、性能の向上と機能を充実させ、より良い設備にしてい

く所存である。