

平成 23 年度 電気自動車等の衝突試験時における感電保護性能試験方法

1. 適用範囲等

この試験方法は、自動車事故対策機構（以下「機構」という。）が実施する自動車アセスメント情報提供事業における試験のうち、原動機に電動機を有する専ら乗用の用に供する乗車定員10人未満の自動車及び貨物の運送の用に供する車両総重量2.8トン以下の自動車（電動機の作動電圧がAC30V又はDC60V未満の自動車を除く。）の「衝突後の感電保護安全性能試験」について適用する。

試験の実施にあたっては、下記に定める取扱いによるほか、別途、機構が定める「フルラップ前面衝突安全性能試験方法」、「オフセット前面衝突安全性能試験方法」及び「側面衝突安全性能試験方法」により行うものとする。

2. 用語の意味

この試験方法中の用語の意味は、次のとおりとする。

- 2.1 「動力系」とは、以下の2.1.1項から2.1.6項までに掲げるものを含む電気回路をいう。
 - 2.1.1 駆動用電動機及びそれに付随するワイヤーハーネス並びにコネクタ等
 - 2.1.2 充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）
 - 2.1.3 電気エネルギー変換システム
 - 2.1.4 電子式コンバータ（駆動用電動機の電子制御装置、DC/DCコンバータ等電力を制御又は変換できる装置をいう。）
 - 2.1.5 走行に係る補助装置（ヒータ、デフロスタ及びパワ・ステアリング等をいう。）
 - 2.1.6 充電系連結システム
- 2.2 「高電圧」とは、作動電圧が直流（DC）にあつては60 Vを超え1,500 V以下、交流（AC）（実効値、rms）にあつては30 Vを超え1,000 V以下の電気構成部品又は回路をいう。
- 2.3 「作動電圧」とは、通常の作動時又は回路開放状態において、あらゆる導電性の部分の間に発生する可能性のある最大電位差であつて、自動車製作者等が定めるものをいう。電気回路が直流に分類される場合の作動電圧は、分割された各回路に対して決定される。
- 2.4 「充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）」とは、駆動用電動機に電気エネルギーを供給する充電式エネルギー貯蔵システムをいう。
- 2.5 「充電系連結システム」とは、外部電源に接続して充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）に充電するために主として使用され、かつ、電気回路を開閉する接触器、絶縁トランス等により外部電源と接続している時以外には動力系から直流電氣的に絶縁される電気回路であり、以下の2.5.1項から2.5.3項に掲げるものを含むものをいう。
 - 2.5.1 車両インレット（外部電源と接続する車両側の部分をいう。）
 - 2.5.2 車両インレットと動力系との間のワイヤーハーネス及びコネクタ等
 - 2.5.3 2.3.1項及び2.3.2項の電気回路と直流に接続された電気回路

- 2.6 「外部電源」とは、車両外部の交流又は直流の電源をいう。
- 2.7 「車室」とは、乗員を収容するスペースで、ルーフ、フロア、側壁、ドア、外側窓ガラス、前部隔壁及び後部隔壁又はリヤゲート並びに動力系の活電部に対する直接接触を保護するために設けられた電気保護バリア及びエンクロージャを境界とする部分をいう。
- 2.8 「直接接触」とは、人体が動力系の活電部に接触することをいう。
- 2.9 「活電部」とは、通常の使用時に通電することを目的とした導電性の部分をいう。
- 2.10 「間接接触」とは、人体が露出導電部に接触することをいう。
- 2.11 「保護等級IPXXB」とは、別紙1「動力系の活電部への直接接触に対する保護」により定義するものをいう。
- 2.12 「露出導電部」とは、通常は通電されないものの絶縁故障時に通電される可能性のある導電性の部品（以下、「導電対象部品」という。）のうち、工具を使用せず、かつ、容易に触れることができるものをいう。この場合において、容易に触れることができるかどうかは、原則として保護等級IPXXBの構造を有するかどうかの確認方法により判断するものとする。
- 2.13 「絶縁抵抗」とは、動力系の活電部と接触可能な露出導電部との間及び動力系の活電部と電氣的シャシとの間の絶縁性をいう。
- 2.14 「残存電圧」とは、衝突後、5秒から60秒後における別紙3に規定する高電圧バス（自動遮断装置を有する自動車にあっては、駆動用電動機側電気回路）の正極（ V_2 ）、負極（ V_1 ）と電氣的シャシの間の電圧及び高電圧バス（自動遮断装置を有する自動車にあっては、駆動用電動機側電気回路）の正極と負極の電圧（ V_b ）をいう。
- 2.15 「残存エネルギー」とは、衝突後、5秒から60秒後における動力系の高電圧部品内にあるエネルギーをいう。
- 2.16 「電気回路」とは、通常の間時に電流が流れるように設計された動力系の活電部を接続したものの集合体をいう。
- 2.17 「高電圧バス」とは、高電圧で作動する充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の充電用連結システムを含む電気回路をいう。
- 2.18 「RESS側電気回路」とは、自動遮断装置により遮断される動力系の電気回路のうち充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）を含む部分をいう。
- 2.19 「駆動用電動機側電気回路」とは、自動遮断装置により遮断される動力系の電気回路のうち駆動用電動機を含む部分をいう。
- 2.20 「自動遮断装置」とは、衝突時の衝撃を検知して駆動用電動機側電気回路からRESS側電気回路を遮断する機構をいう。
- 2.21 「電氣的シャシ」とは、電氣的に互いに接続された導電性の部分の集合体であって、その電位が基準とみなされるものをいう。
- 2.22 「電気エネルギー変換システム」とは、電氣的駆動力のための電気エネルギーを発生し、これを提供するシステム（例：燃料電池）をいう。
- 2.23 「電気保護バリア」とは、あらゆる接近方向からの接触に対して、動力系の活電部

への直接接触に対する保護のために設けられた部分をいう。

2.24 「エンクロージャ」とは、あらゆる方向からの接触に対して、内部の機器を包み込み保護するために設けられた部分をいう。

2.25 「開放式駆動用バッテリー」とは、液体を必要とし、大気に放出される水素ガスを発生する形式のバッテリーをいう。

3. 試験準備等

3.1 自動車製作者等からのデータの提供

自動車製作者等は、試験準備に必要な次のデータを事前に機構へ提出することとする。

(1) 付属書 1

(2) 試験準備及び計測方法等に係る特別確認事項(当該車種又は当該車種を含む一定の車種に固有な試験準備及び計測方法等に係る確認事項)

4. 試験条件

4.1 試験自動車の状態

4.1.1 充電式エネルギー貯蔵システム (RESS)

充電式エネルギー貯蔵システム (RESS) は、自動車製作者等が定める正常に機能する状態まで充電すること。また、開放式駆動用バッテリー式の充電式エネルギー貯蔵システム (RESS) であって、外気に開放されており補水が必要な場合は、電解液を規定の最大量まで注液すること。

4.1.2 電子式コンバータ

電子式コンバータの作動原理を明確化の上、当該コンバータの作動を停止させた状態で衝突試験を行うことができる。この場合において、その方策として電子式コンバータが作動しない状態とするほか、ソフトウェアの変更等の測定に必要な改造を行ってもよい。

4.1.3 自動遮断装置

自動遮断装置は衝突時に正常に作動する状態とする。ただし、当該試験の実施において、自動車製作者等が定める自動車遮断装置の作動条件を満足しないと機構が判断した場合は、駆動用電動機側電気回路からRESS側電気回路を遮断して試験を実施することができる。

4.2 試験前準備

4.2.1 自動遮断装置の作動状況確認ランプ

車両外部から自動遮断装置の作動状況が確認できるランプを試験自動車の側面後部の見やすい位置に取り付ける。ただし、車室内に備えられた自動遮断装置の作動状況確認ランプ等により自動遮断装置の作動状況が容易に確認できる場合にはこの限りでない。

4.2.2 感電保護性能に関する要件

試験機関は、試験を実施する前に 4.2.2.1 項の準備を行うこと。ただし、自動車製作者等からの申し出があった場合には、4.2.2.2 項から 4.2.2.4 項までの準備を行うこと。

4.2.2.1 間接接触測定のための準備

4.2.2.1.1 導電対象部品と電氣的シャシ間の抵抗値を測定するポイントを決する。必要に応じて試験実施後において容易に抵抗値を測定することができるように加工することができる。

4.2.2.1.2 決定した計測ポイント間における抵抗値を計測し、付属書 2 へ記載する。

4.2.2.2 絶縁抵抗測定のための準備

4.2.2.2.1 動力系の活電部と接触可能な露出導電部との間及び動力系の活電部と電氣的シャシとの間の絶縁抵抗値等を測定するポイントを決する。必要に応じて試験実施後において容易に絶縁抵抗値等を測定することができるように加工することができる。

4.2.2.2.2 決定した計測ポイント間における絶縁抵抗値等を計測し、付属書 2 へ記載する。

4.2.2.2.3 絶縁抵抗測定の安定化

絶縁抵抗低下モニタの作動等により測定値が安定しない場合は、当該装置の作動を停止させる又は当該装置を取り外す等の測定に必要な改造を行ってもよい。なお、当該部品を取り外す場合は、それによって動力系の活電部と電氣的シャシとの間の絶縁抵抗が変化しないことを図面等により証明しなければならない。

4.2.2.3 残存電圧測定

4.2.2.3.1 高電圧バスにおける電圧を測定するポイントを決する。

4.2.2.3.2 自動車製作者等と機構が協議のうえ、高電圧バスにおける電圧を随時計測することができる装置を設置し、その結果を随時記録する。

4.2.2.4 残存エネルギー測定

4.2.2.4.1 高電圧バスにおける動力系の高電圧部品内のエネルギーを測定するポイントを決する。

4.2.2.4.2 自動車製作者等と機構が協議のうえ、高電圧バスにおける動力系の高電圧部品内のエネルギーを随時計測することができる装置を設置し、その結果を随時記録する。

4.2.3 電気保護バリヤ、エンクロージャ

必要に応じて、衝突後の充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電解液漏れの有無を確認できるように、電気保護バリヤ、エンクロージャに適当な塗料等を塗布する。

4.2.4 電解液とその他の集合体

必要に応じて、電解液とその他の集合体（オイル、燃料の代用液体等）の区分又は分離ができるようにその他の集合体に色をつける。

5. 記録、測定項目及び測定範囲

5.1 自動遮断装置の作動の有無

衝突試験後における自動遮断装置の作動状況の有無を確認し、記録する。

5.2 感電保護性能に関する要件

5.2.1 直接接触要件

衝突試験後において、別紙 1「動力系の活電部への直接接触に対する保護」に基づき、動力系（充電系連結システムを除く。）の活電部の直接接触の有無を確認し、記録する。ただし、5.2.4 項及び 5.2.5 項により感電保護性能を確認する場合には除く。

5.2.2 間接接触要件

衝突試験後において、試験前に特定した導電対象部品と電氣的シャシ間の抵抗値を測定し、当該導電対象部品の装備位置（「車室内」か「車室外」）及び露出導電部か否かを確認し、記録する。

5.2.3 絶縁抵抗要件

衝突試験後において、別紙 2「絶縁抵抗測定」に基づき、試験前に特定した動力系（充電系連結システムを除く。）の活電部と接触可能な露出導電部との間及び動力系（充電系連結システムを除く。）の活電部と電氣的シャシとの間の絶縁抵抗値を測定し、記録する。

5.2.4 残存電圧要件

衝突後、5 秒から 60 秒における最大電圧値を記録する。

5.2.5 残存エネルギー要件

衝突後、5 秒から 60 秒における最大エネルギー値を記録する。

5.3 充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電解液漏れに関する要件

充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電解液の漏出状況を確認し、記録する。また、開放式駆動用バッテリーの場合には、その旨を記録する。

5.4 充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の固定に関する要件

充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の固定状況等を確認し、記録する。

5.5 写真撮影

試験終了直後、充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の固定状況等安全性能に関わる特徴的部分の観察をするとともに、状況記録(写真撮影)をすること。

6. 測定値等の取扱い

- (1) 電解液の露出量の測定値は、リットル単位の小数第 1 位までとし、次位を四捨五入する。
- (2) 露出導電部と電氣的シャシ間の抵抗値は、 Ω 単位の小数第 4 位までとし、次位を四捨五入する。
- (3) 作動電圧は、ボルト単位の小数第1位までとし、次位を四捨五入する。
- (4) 作動電圧1Vあたりの絶縁抵抗値は、有効桁数3桁とし、次位を四捨五入する。
- (5) 残存電圧は、ボルト単位の小数第1位までとし、次位を四捨五入する。
- (6) 残存エネルギーは、モジュール単位の小数第2位までとし、次位を四捨五入する。

別紙1 動力系の活電部への直接接触に対する保護

1. 一般規定

動力系（充電系連結システムを除く。）の活電部への直接接触に対する「保護等級 IPXXB」とは、本別紙に定めるところによる。また、本別紙は、作動電圧が交流1000V及び直流1500Vを超えない動力系に適用する。なお、本別紙においては、本文2.7項に規定する動力系の活電部とともに、次の1.1項及び1.2項の部分も動力系の動力系の活電部とみなして判定するものとする。

- 1.1 ワニス又は塗料のみで覆われている動力系の活電部 ただし、絶縁を目的としたワニス又は塗料を使用したものは、この限りでない。
- 1.2 酸化処理又は同様の処理で保護された動力系の活電部

2. 試験条件

試験自動車は、原則として、衝突試験の直後の状態とする。

2.1 近接プローブ等

- 2.1.1 保護等級の確認に使用する近接プローブは、表1に定められているものを使用すること。
- 2.1.2 信号表示回路法により、近接プローブと電気保護バリヤ、エンクロージャ等の内部の動力系の活電部との接触の有無を確認する場合は、近接プローブと動力系の活電部との間に低電圧電源（40V以上かつ50V以下のもの）と適切なランプを直列に接続する。
- 2.1.3 また、信号表示回路法による場合には、上記1.1項及び1.2項に規定された部分には、衝突試験前に導電性の金属はくで覆い、当該金属はくを通常の動力系の活電部に電氣的に接続する。

3. 試験方法

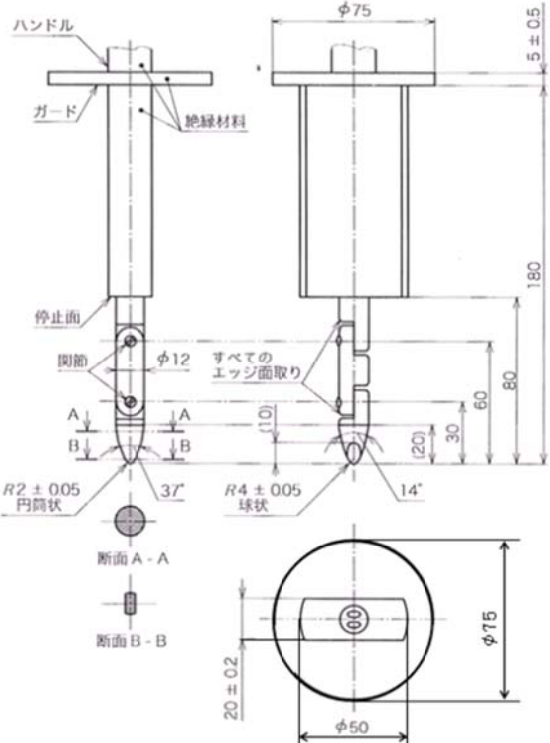
- 3.1 電気保護バリヤ、エンクロージャ等の開口（既に存在するか、又は規定された力で近接プローブを当てたときに生ずる可能性のある、電気保護バリヤ、エンクロージャ等のすき間又は開口部をいう。）に近接プローブを、表1の試験力の欄に規定された力で押し当てる。
- 3.2 エンクロージャ内部の可動部品は、可能ならばゆっくりと作動させる。
- 3.3 近接プローブが一部又は完全に侵入する場合は、接触する可能性のあるすべての部分に押し当て、接触するか否か（信号表示回路法による場合は、ランプの点灯状態（以下この別紙において同じ。））を確認する。この場合において、関節試験指が真っ直ぐな状態から開始し、関節試験指の隣り合った節の軸に対して90°まで両関節を順次曲げて、接触する可能性のあるすべての部分に接触するか否かを確認する。

4. 判定基準

- 4.1 近接プローブは、動力系の活電部に接触してはならない。
- 4.2 近接プローブの停止面が電気保護バリヤ、エンクロージャ等の開口を通して完全に侵入してはならない。

4.3 信号表示回路法により確認する場合にあっては、ランプが点灯してはならない。

表1 - 近接プローブ

	近接プローブ	試験力
<p>保護等級 IPXXB に 関する試験 を実施する 場合</p>	 <p>材料：図に指定したもの以外は金属 直線寸法の単位：mm 図に指定されていない寸法の公差：角度：+0' / -10' 直線寸法：25mm 以下の場合　：+0mm / -0.05mm 25mm を超える場合　：±0.2mm 両関節は、角度 90° まで公差 -0° ~ +10° で同一面内かつ同一方向に動かすことができるものとする。</p>	<p>10N ± 10%</p>

別紙2 絶縁抵抗測定

絶縁抵抗の測定方法は、測定される活電部の電荷の状態又は絶縁抵抗等により1.項又は2.項のいずれかの測定方法を適切に選択し実施すること。

測定する電気回路の範囲は、事前に電気回路図等を機構及び試験機関に提出し、測定箇所を明確にしなければならない。

また、活電部に到達するためのカバーの取り外し、計測線の引出しや、ソフトウェアの変更等の絶縁抵抗測定に必要な改造を実施することができる。実施にあたっては、高電圧回路を直接操作する測定方法であるため、短絡や感電等に十分注意すること。

1. 外部から直流電圧を印加して測定する方法

1.1 測定器

測定器は、動力系の電気回路の作動電圧よりも高い直流電圧を印加できる絶縁抵抗試験器を使用しなければならない。

1.2 測定方法

1.2.1 活電部と電氣的シャシ若しくは露出導電部との間に絶縁抵抗試験器を接続し、動力系の作動電圧よりも高い直流電圧を印加して絶縁抵抗を測定する。ただし、外部からの直流電圧に充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電圧が合成される又は絶縁抵抗試験器の特性上適切な印加電圧が得られないなどにより、測定時に過電圧により部品を損傷するおそれのある場合は、作動電圧以下で測定する又は当該部品を取り外して測定することができる。

1.2.2 測定する電気回路の範囲の活電部について測定を実施し、充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電圧を考慮しても要求される絶縁抵抗値を満足していることが明らかでない場合又は測定される活電部の電荷がない状態にあつては、その測定値を絶縁抵抗値とする。測定される活電部が電荷を有し、測定値が要求される絶縁抵抗値を満足しない場合又は充電式エネルギー貯蔵システム（RESS）の電圧を考慮した場合に要求される絶縁抵抗値を満足しないことが予想される場合には、2項に定める方法を用いて絶縁抵抗値を測定する。

2. 内部の直流電源を利用して測定する方法

活電部（高電圧バス）と電氣的シャシとの間の絶縁抵抗は、測定又は測定と計算を組み合わせた方法のいずれかによって証明することができる。

2.1 絶縁抵抗を測定によって証明する場合は、以下の指示を使用すべきものとする。

2.1.1 高電圧バスの負極と正極との間で電圧（ V_b ）を測定し、記録する（別紙3の図1を参照）。

2.1.2 高電圧バスの負極と電氣的シャシとの間で電圧（ V_1 ）を測定し、記録する（別紙3の図1を参照）。

2.1.3 高電圧バスの正極と電氣的シャシとの間で電圧（ V_2 ）を測定し、記録する（別紙3の図1を参照）。

2.1.4 V_1 が V_2 以上である場合

2.1.4.1 高電圧バスの負極と電氣的シャシとの間に標準既知抵抗 (R_0) を挿入する。 R_0 を装備した状態で、高電圧バスの負極と車両の電氣的シャシとの間で電圧 (V_1') を測定する (図 1 を参照)。

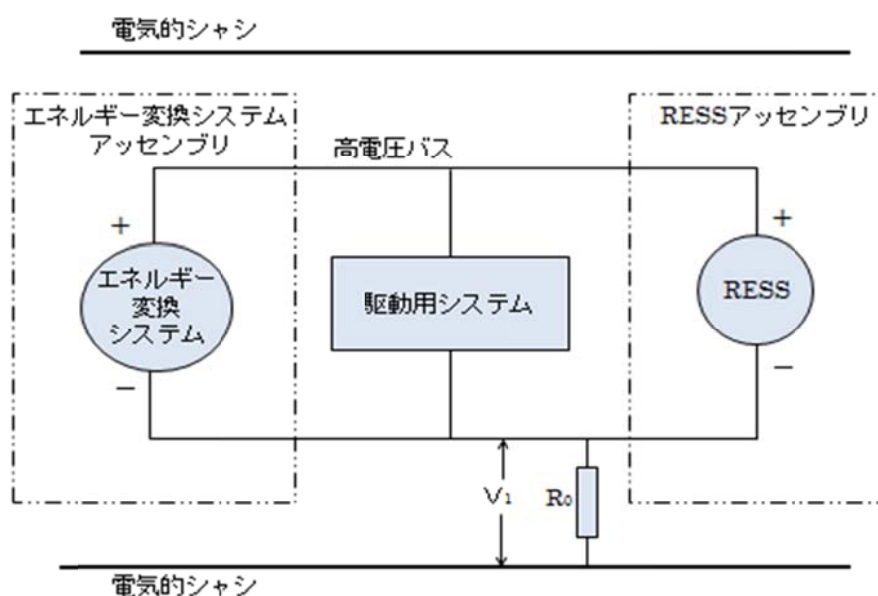
下記の式に従って、絶縁抵抗 (R_i) を計算する。

$$R_i = R_0 \times (V_b/V_1' - V_b/V_1) \text{ または } R_i = R_0 \times V_b \times (1/V_1' - 1/V_1)$$

2.1.4.2 電気絶縁抵抗値 (単位: Ω) である結果値 R_i を、高電圧バスの作動電圧 (単位: V) で割る。

$$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{作動電圧 (V)}$$

図 1 (V_1' の測定)



2.1.5 V_2 が V_1 を上回る場合

2.1.5.1 高電圧バスの正極と電氣的シャシとの間に標準既知抵抗 (R_0) を挿入する。 R_0 を装備した状態で、高電圧バスの正極と電氣的シャシとの間で電圧 (V_2') を測定する (図 2 を参照)。

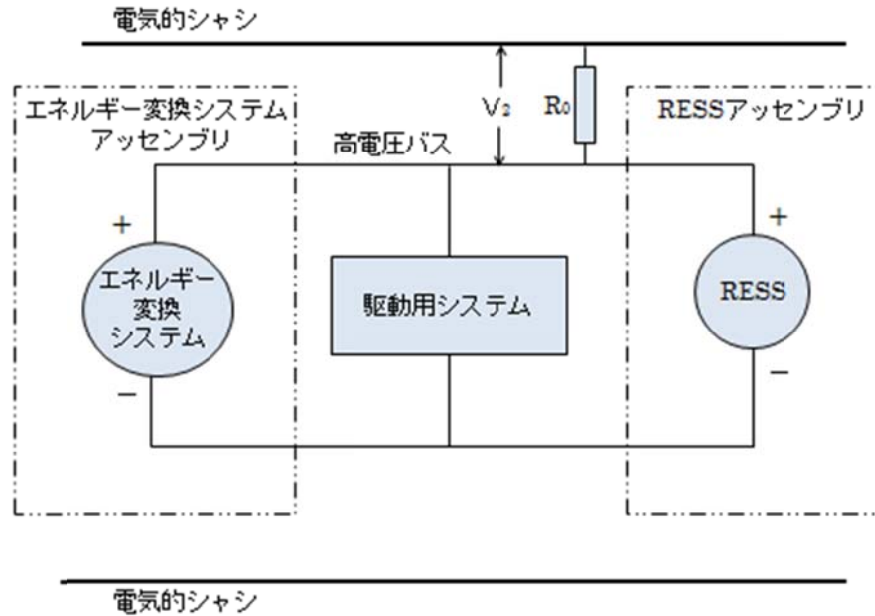
下記の式に従って、絶縁抵抗 (R_i) を計算する。

$$R_i = R_0 \times (V_b/V_2' - V_b/V_2) \text{ 又は } R_i = R_0 \times V_b \times (1/V_2' - 1/V_2)$$

2.1.5.2 電気絶縁抵抗値 (単位: Ω) である結果値 R_i を、高電圧バスの作動電圧 (単位: V) で割る。

$$R_i (\Omega / V) = R_i (\Omega) / \text{作動電圧 (V)}$$

図 2 (V_2' の測定)

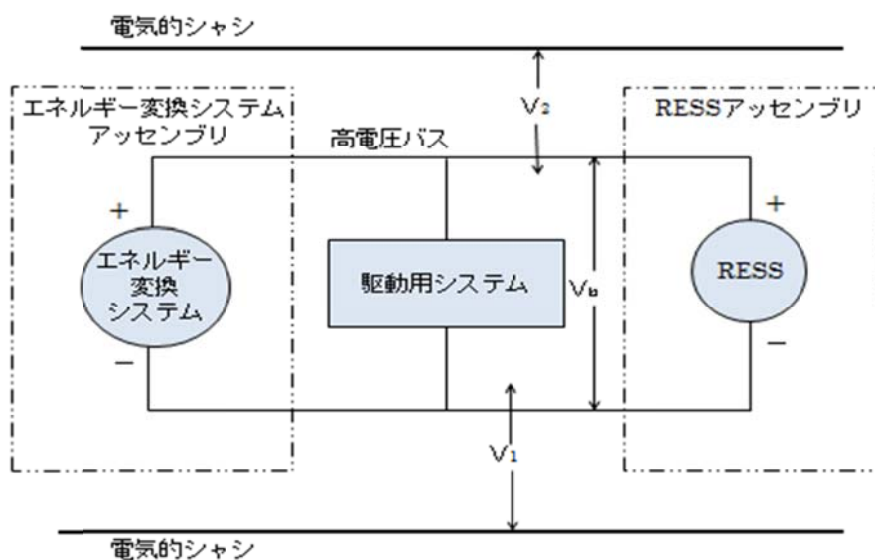


注記 1：標準既知抵抗 R_0 (単位： Ω) は、絶縁抵抗要件の最小値 (単位： Ω/V) を車両の作動電圧 (単位： V) $\pm 20\%$ で乗じた値とする。当該方程式はいずれの R_0 にも有効であるため、 R_0 は、厳密にこの値である必要はない。しかしながら、この範囲の R_0 値が電圧測定に関して良好な分解能を提供しなければならない。

別紙3 残存電圧測定

衝突試験後、高電圧バスの電圧 (V_b 、 V_1 、 V_2) を測定する (図 1 を参照)。
電圧の測定は、衝突の 5 秒後から 60 秒後までの間に行うものとする。

図 1 (V_b 、 V_1 、 V_2 の測定)



別紙4 残存エネルギー測定

衝突試験に先立ち、スイッチ S_1 および既知の放電抵抗器 R_e を該当する静電容量と並列に接続する（図 1 を参照）。

衝突試験の 5 秒後から 60 秒後までの間に、スイッチ S_1 を閉じ、電圧 V_b および電流 I_e を測定及び記録する。電圧 V_b 及び電流 I_e の積を、スイッチ S_1 を閉じた瞬間 (t_c) から電圧 V_b が高電圧閾値 60 V DC を下回る時 (t_h) までの時間で積分するものとする。

この積分の結果がジュールを単位とする総エネルギー (TE) となる。

$$(a) \quad TE = \int_{t_c}^{t_h} V_b \times I_e dt$$

衝突試験の 5 秒後から 60 秒後までの間の時点で V_b が測定され、X コンデンサーの静電容量 (C_x) が自動車製作者等により規定されているとき、総エネルギー (TE) は以下の式に従って計算するものとする。

$$(b) \quad TE = 0.5 \times C_x \times (V_b^2 - 3,600)$$

衝突試験の 5 秒後から 60 秒後までの間の時点で V_1 および V_2 (別紙 3 の図 1 を参照) が測定され、Y コンデンサーの静電容量 (C_{y1} 、 C_{y2}) が自動車製作者等により規定されているとき、総エネルギー (TE_{y1} 、 TE_{y2}) は以下の式に従って計算するものとする。

$$(c) \quad \begin{aligned} TE_{y1} &= 0.5 \times C_{y1} \times (V_1^2 - 3,600) \\ TE_{y2} &= 0.5 \times C_{y2} \times (V_2^2 - 3,600) \end{aligned}$$

図 1 (例：X コンデンサーに貯蔵された高電圧バスエネルギーの測定)

