

## IEC 61000-4-5 第3版 改訂発行の対応とその改訂詳細について

### 1 はじめに

電子機器の雷サージ耐性試験の基本規格 IEC 61000-4-5 が、2014年5月に第3版を改訂発行しました。2005年の第2版の発行からおよそ9年を経ての改訂となります。この改訂の目的は、不具合、不整合などの細部にわたる見直しが目的ですが、結果的に現状の試験器が継続して使えなくなる状況も含んだ内容となっています。この改訂に対して、何を確認しなくてはならないかという点を中心に解説します。

この規格は、落雷時に生じる誘導雷（落雷電流による電磁界が、電力線、通信（電話）線に結合する現象）による電子機器の耐性を規定した試験規格で、工場内等の大型工作機械等の電源投入／遮断時等に発生する大きなエネルギーの過渡サージも含まれます。

IEC 61000-4-5 は、基本規格という位置づけで、試験器の仕様、試験設置、試験方法、供試体（EUT）の評価などを規定し、商用電源、有線の公衆回線などに接続する電子機器に必須の試験です。実際の製品に規定される殆どの製品規格、製品群規格、共通規格に引用され、最近では、充電を必要とする電気自動車も試験対象となっています。

比較的低周波の大きなエネルギーを与える試験ですが、特に三相電源では試験の組合せが多く、また印加時間間隔が長いことから、時間を多く必要とする試験です。

### 2 確認するポイント

今回の改訂による、現行の試験装置及び試験方法の確認点を表1にまとめます。

**表1 第3版改訂による確認項目**

項目	主な変更内容	備考
1. 2/50 $\mu$ s サージ発生器	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 出力波形の規定方法が2種類から1種類に変更し、規定ポイントも細部が変更となった。</li> <li>- 出力波形検証時に、18 <math>\mu</math>F のコンデンサを介して測定する。</li> </ul>	
電源線 CDN	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 200A までの波形規定を記載した。</li> <li>- CDN の出力波形規定は、EUT の定格電流に適合した区分の CDN を用いることが規定された。</li> <li>- アース線 (PE) のない EUT は、コモンモードの試験を実施しないことが明記された。</li> </ul>	
非遮蔽対称相互接続線	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CDN の出力波形規定が新たに追加された。</li> <li>- 保護抵抗など、回路構成が変更となった。</li> <li>- 10/700 <math>\mu</math>s コンビネーション用は、別の規定とした。</li> </ul>	電話回線、LAN 等
非遮蔽非対称相互接続線	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CDN の出力波形規定が新たに追加された。</li> <li>- 保護抵抗など、回路構成が変更となった。</li> </ul>	信号線等
高速通信線	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CDN の出力波形規定が新たに追加された。</li> </ul>	

遮蔽線の試験	- 両端接地のみのシールド線を対象とし、片側接地の試験は、削除された。	シールドケーブル
10/700 $\mu$ s サージ発生器	- 出力波形の規定方法が2種類から1種類に変更し、規定ポイントも細部が変更となった。 - 試験対象は、300 m以上の屋外配線のみとなった。	
10/700 $\mu$ s 電話回線用 CDN	- 電話回線を対象とした、1対(2線)のCDNのみを記載した。 - サージの結合抵抗を、各線 25 $\Omega$ に変更した。	

### 3 第3版の改訂内容と対応

#### 3.1 規格書の構成

第2版では、電源線、通信線及び信号線の 1.2/50  $\mu$ s コンビネーション波形と、通信線（電話回線）専用の 10/700  $\mu$ s コンビネーション波形をサージ波形発生器として冒頭に記載し、それぞれ目的に応じた CDN を後に記載していましたが、10/700  $\mu$ s コンビネーション波形は、ITU（国際電気通信連合）で規定した屋外からの電話回線専用のサージ波形のため、試験装置の仕様及び試験セットアップを独立させ、Annex A (Normative) に移動しました。この構成の変更により、サージ波形と試験対象となる CDN 等の組み合わせが明確となり、分かりやすくなりました。

その他、Annex E に、波形の数学的モデル及び周波数特性を、また Annex F に測定不確かさなどを新設しました。

#### 3.2 1.2/50 $\mu$ s コンビネーション波形と発生装置

##### 3.2.1 波形規定

1.2/50  $\mu$ s コンビネーション波形は、主に用いられるサージ波形です。通常、波形の立上がり時間 (Front time) は、ピーク振幅の 10%-90% の時間間隔、パルス幅は、50% ラインを交差する時間間隔 (Duration) を規定してありますが、雷サージの規格では、電圧サージ波形の場合、IEC 60060-1 に従った 30%-90% を延長した仮想点を基準にする方法を初版より規定しています (表 2)。この規定は、波形を計測する上では手間がかかるため第2版では、オシロスコープでの自動計測等を考慮して、IEC60469-1 に従った 10%-90% の立上がり時間、及び 50% ラインのパルス幅での異なったポイントでの規定を併記していません。一つの波形に対して2つの計測方法が存在することは、波形曲線によっては、適合の有無に違いがでる可能性があるため、今回の改訂では、IEC 60060-1 による波形規定をベースに、簡素化した規定を新たに設けています。30% と 90% との時間間隔にかける係数 1.67 は、シミュレーションと実際の計測から設定しています。パルス幅の規定は、現行規格の規定点とは異なりますが、50  $\mu$ s に対しての差が僅かであるため、許容差の変更は行っていません。

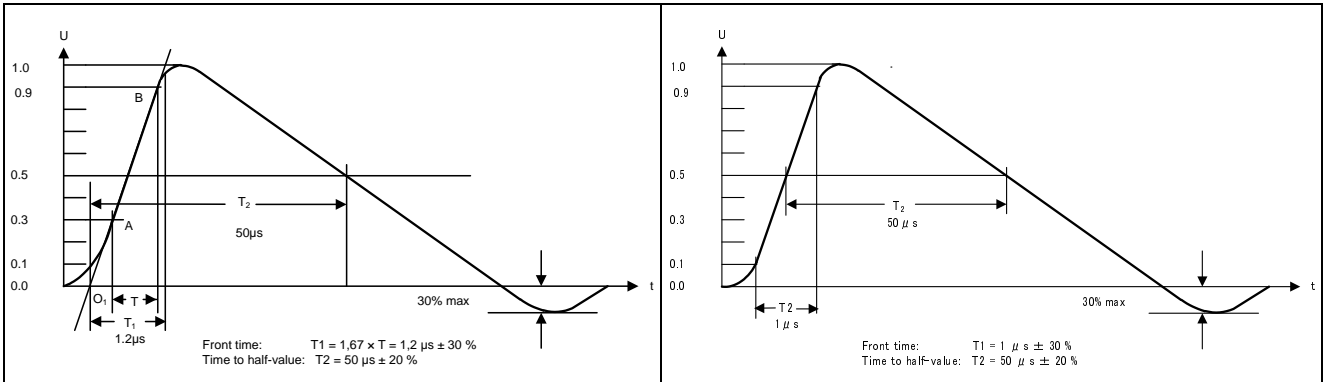
このサージ発生装置の短絡電流である 8/20  $\mu$ s コンビネーション波形についても、同様に2つの波形規定がありますが (表 5)、同様に一つの波形規定に統一しています。波形の規定値は、表 3 (第2版) 及び表 4 (第3版) を参照ください。

試験機メーカーによっては、IEC 60469-1 に従った波形校正をしている場合もあり、規定に入らな

<Technical Report 2014/05/29>

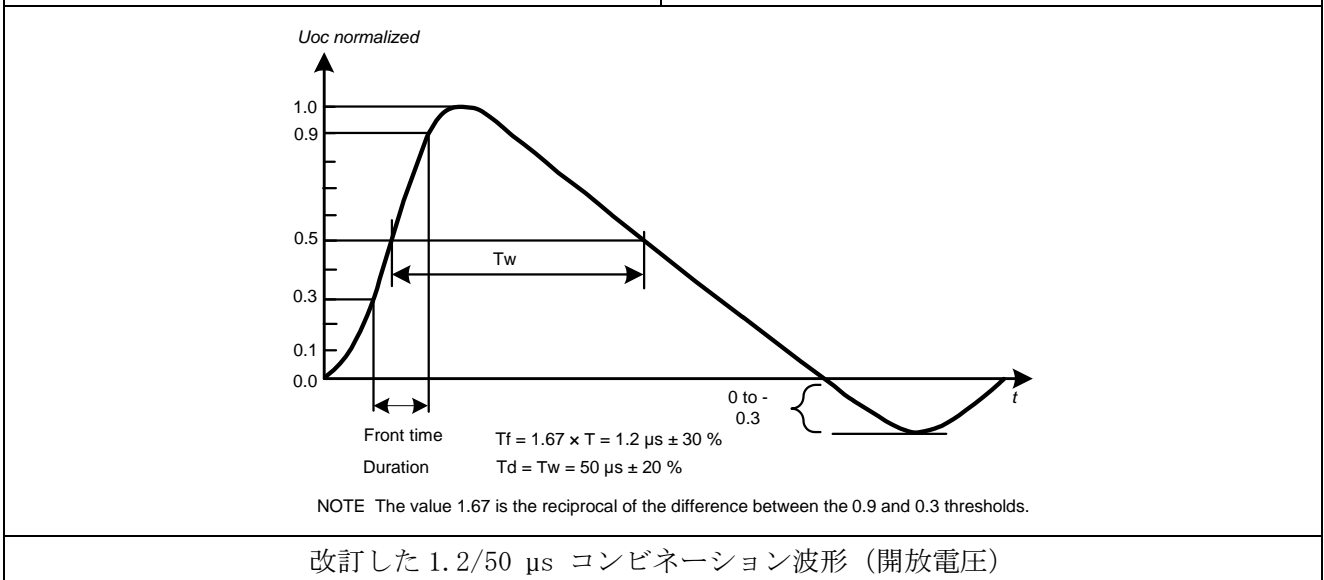
い可能性もあります。

**表2 1.2/50 μs コンビネーション波形の規定 (開放電圧)**



第2版の IEC 60060-1 による 1.2/50 μs コンビネーション波形の規定 (開放電圧)

第2版 IEC60469-1 による 1.2/50μs コンビネーション波形規定 (開放電圧)



改訂した 1.2/50 μs コンビネーション波形 (開放電圧)

**表3 第2版の2つの 1.2/50 μs (8/20 μs) コンビネーション波形規定**

Definitions	In accordance with IEC 60060-1		In accordance with IEC 60469-1	
	Front time Tf μs	Duration Td μs	Rise time (10% - 90%) μs	Duration time (50% - 50%) μs
Open-circuit voltage	1,2 ± 30 %	Td = 50 ± 20 %	1 ± 30 %	50 ± 20 %
Short-circuit current	8 ± 20 %	Td = 20 ± 20 %	6,4 ± 20 %	16 ± 20 %

**表4 改訂した 1.2/50 μs (8/20 μs) コンビネーション波形規定**

	Front time Tf μs	Duration Td μs
Open-circuit voltage	Tf = 1,67 × T = 1,2 ± 30 %	Td = Tw = 50 ± 20 %
Short-circuit current	Tf = 1,25 × Tr = 8 ± 20 %	Td = 1,18 × Tw = 20 ± 20 %

表5 8/20 μs コンビネーション波形の規定 (短絡電流)

<p>Front time: <math>T_1 = 1.25 \times T_r = 8 \mu s \pm 20 \%</math> Time to half-value: <math>T_2 = 20 \mu s \pm 20 \%</math></p>	<p>Front time: <math>T_1 = 6.4 \mu s \pm 20 \%</math> Time to half-value: <math>T_2 = 16 \mu s \pm 20 \%</math></p>
<p>第2版の IEC 60060-1 による 8/20 μs コンビネーション波形の規定 (短絡電流)</p>	<p>第2版 IEC60469-1 による 8/20μs コンビネーション波形規定 (短絡電流)</p>
<p>Front time: <math>T_f = 1.25 \times T_r = 8 \mu s \pm 20 \%</math> Duration: <math>T_d = 1.18 \times T_w = 20 \mu s \pm 20 \%</math></p> <p>NOTE1 The value 1.25 is the reciprocal of the difference between the 0.9 and 0.3 thresholds. NOTE2 The value 1.18 is derived from data.</p>	
<p>改訂した 8/20 μs コンビネーション波形 (短絡電流)</p>	

### 3.2.2 発生装置の波形校正

この波形規定は、サージ発生装置の出力での波形規定ですが、電源線用 CDN のノーマルモードの出力波形規定にも同じ数値が適合されます。電源線用の CDN は、18 μF の結合コンデンサを介して、ライン-ライン間にサージを重畳させますが、この結合コンデンサにより、特に短絡電流波形のパルス幅が大きく短縮します。規定されたサージ発生装置の出力を電源線用 CDN に結合して、同じ波形を規定することは矛盾があり、現行のサージ発生装置は、18 μF のコンデンサをサージ発生部に含めたり、CDN 結合時に、発生部の回路を補正したり、許容差の範囲を最大限使って両立させるなど、各試験器メーカーで異なる対応となっています。これらのばらつきを統一するため、サージ発生装置の出力は、18 μF のコンデンサを接続した状態で波形検証する規定に変更しました (図 1)。このため、サージ出力端子に 18 μF のコンデンサの有無を確認し、無い場合には、外付けのコンデンサを追加して測定する必要があ

ります。実際に測定する時は、安全上の問題も考慮する必要があります、注意が必要です。

今後のサージ発生装置の統一という意味では有用となりますが、所有の試験器が、サージ波形の規定変更を含め対応しているか否かという点は、使用状況も考慮して試験装置メーカーに確認する必要があります。

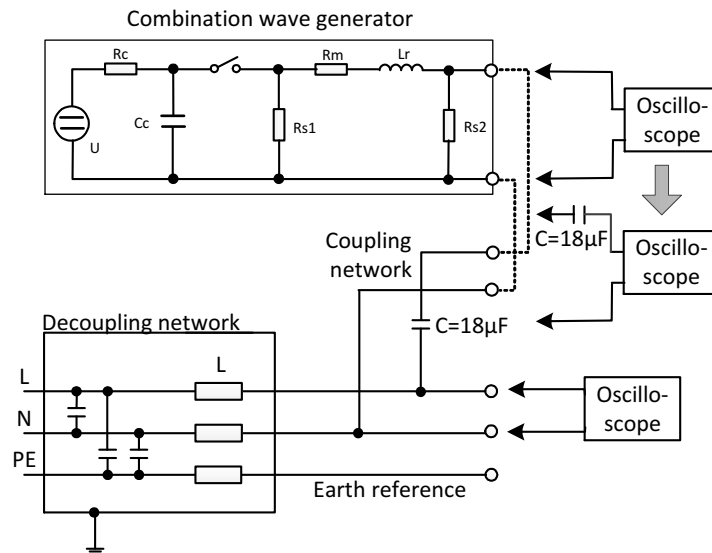


図 1 サージ波形の測定方法

### 3.3 電源線 CDN の電流範囲と波形規定

電源線用 CDN は、単相（直流含む）及び三相電源に対して、ノーマルモード（ラインーライン）とコモンモード（ラインーグラウンド）のサージ重畳を行います（図 2）。主な規定は、出力波形、電圧降下、サージバック電圧及び減結合のチョークコイルのインダクタンスです。

電源の電流容量が大きくなれば、チョークコイル（規定は 1.5 mH 以下）による電圧降下が大きくなり、大電流の EUT では、チョークコイルのインダクタンスを低減させなければ、電圧降下 10% の限度値規定が満たせなくなり、その結果サージ波形の変化の許容差を大きくする必要があります。表 6 に、電源電流容量に対する 1.2/50 µs 電圧サージのノーマルモード、コモンモードのピーク電圧とパルス幅の許容値を規定しています。この区分は、第 2 版にも記載されていますが、第 3 版では、電流の区分が変更されています。またこの区分は、CDN 自体の仕様ですが、規格書の 7 章の試験セットアップに、EUT の電流定格に適合した CDN を選択する記載があります。つまり 125 A 用の大きい CDN を使用して 16A の EUT を試験する場合、この表の 16 A 波形規定の値に CDN の出力波形が適合してする必要があります。実際には、その様な広範囲に適合できる CDN は入手困難なので、EUT の電流容量に適合した CDN を幾つか用意する必要があります。

63 A 以上の CDN では、特に短絡電流のパルス幅がかなり減少し、試験の効果が十分であるかという議論はありますが、今回の改訂では、これ以上の審議は見送られました。

電源線用 CDN については、ピーク電流の規定も新たに明記しました。現行の第 2 版と要求内容が変わることはありませんが、18 µF と 9 µF + 10 Ω の結合素子によるピーク電流値を分かりやすい様に追加した形となります（表 7 及び表 8）。

200A を超える電流容量については、大型の EUT が対象であり CDN も大がかりになるため、減結合コイルのみを電源線に挿入して直接注入する方法が、Annex H (Informative) に新規に記載され、それぞれの電流区分に対して推奨するチョークコイルのインダクタンスの値が記載されました (表 9)。

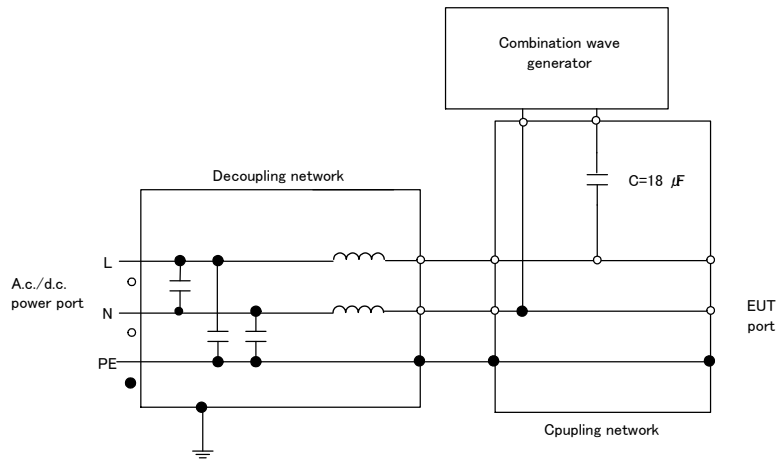


図 2 電源用 CDN (ライン-ライン間の例)

表 6 電源線 CDN の 1.2/50μs コンビネーション波形規定 (開放電圧)

Surge voltage parameters under open-circuit conditions	Coupling impedance	
	18 μF (line to line)	9 μF + 10 Ω (line to ground)
Peak voltage		
Current rating ≤ 16 A	Set voltage +10 %/-10 %	Set voltage +10 %/-10 %
16 A < current rating ≤ 32 A	Set voltage +10 %/-10 %	Set voltage +10 %/-10 %
32 A < current rating ≤ 63 A	Set voltage +10 %/-10 %	Set voltage +10 %/-15 %
63 A < current rating ≤ 125 A	Set voltage +10 %/-10 %	Set voltage +10 %/-20 %
125 A < current rating ≤ 200 A	Set voltage +10 %/-10 %	Set voltage +10 %/-25 %
Front time	1,2 μs ± 30 %	1,2 μs ± 30 %
Duration		
Current rating ≤ 16 A	50 μs + 10 μs/ -10 μs	50 μs + 10 μs/ -25 μs
16 A < current rating ≤ 32 A	50 μs + 10 μs/ -15 μs	50 μs + 10 μs/ -30 μs
32 A < current rating ≤ 63 A	50 μs + 10 μs/ -20 μs	50 μs + 10 μs/ -35 μs
63 A < current rating ≤ 125 A	50 μs + 10 μs/ -25 μs	50 μs + 10 μs/ -40 μs
125 A < current rating ≤ 200 A	50 μs + 10 μs/ -30 μs	50 μs + 10 μs/ -45 μs

表 7 電源線 CDN の 8/20 μs コンビネーション波形規定 (短絡電流)

Surge current parameters under short-circuit conditions	Coupling impedance	
	18 μF (line to line)	9 μF + 10 Ω (line to ground)
Front time	Tf = 1,25 × Tr = 8μs ± 20 %	Tf = 1,25 × Tr = 2,5 μs ± 30 %
Duration	Td = 1,18 × Tw = 20μs ± 20 %	Td = 1,04 × Tw = 25 μs ± 30 %

**表 8 電源線 CDN の開放電圧波形と短絡電流波形規定**

Open-circuit peak voltage ±10 % at EUT port of the CDN	Short-circuit peak current ±10 % at EUT port of the CDN (18 μF)	Short-circuit peak current ±10 % at EUT port of the CDN (9 μF + 10 Ω)
0,5 kV	0,25 kA	41,7 A
1,0 kV	0,5 kA	83,3 A
2,0 kV	1,0 kA	166,7 A
4,0 kV	2,0 kA	333,3 A

**表 9 200 A を超える電源線の減結合インダクタンスの推奨値**

EUT rated current	Recommended decoupling inductance
200 A < current rating ≤ 400 A	200 μH to 100 μH
400 A < current rating ≤ 800 A	100 μH to 50 μH
800 A < current rating ≤ 1 600 A	50 μH to 25 μH
$I$ [Ampere] < current rating ≤ $2 \times I$	Inductance reduces by a factor of 2

### 3.4 インターコネクションライン用 CDN

非対称、非シールドのインターコネクションライン（信号線）用 CDN は、第2版より、コンデンサ、アバランシェ素子（アレスタ等）及びツェナーダイオードを組み合わせたクランピング素子の3つの結合素子を記載していましたが、この結合素子を CD（Coupling device）と統一表記しました。これまで出力波形については規定がなく、回路構成図のみの記載でしたが、この改訂で出力波形規定を新たに設け、また回路構成においても、Protection equipment と直列抵抗  $R_L$  の記載が削除されました（図3）。

表8にインターコネクションライン用 CDN の出力波形規定を示します。測定方法は、入力（AE）側の端子を PE に短絡し、出力端子の開放電圧及び短絡電流を測定します。規定項目は、ピーク電圧またはピーク電流とその立上がり時間、パルス幅となっています。コンデンサ結合と GDT（Gas discharge tube）では、若干特性が異なるため、それぞれの結合素子に分けてノーマルモードとコモンモードの値を規定しています。なお規定するサージ電圧は、4 kV のみとなっていますが、これは GDT など非直線素子の場合、低い電圧では立上り部等に暴れ、測定の読み取りが難しくなる場合があり、最高レベルの4kV のみの規定としています。

新たになに出力波形を規定し、回路構成も異なることから、現状保有の装置は、見直しが必要になる見込みです。

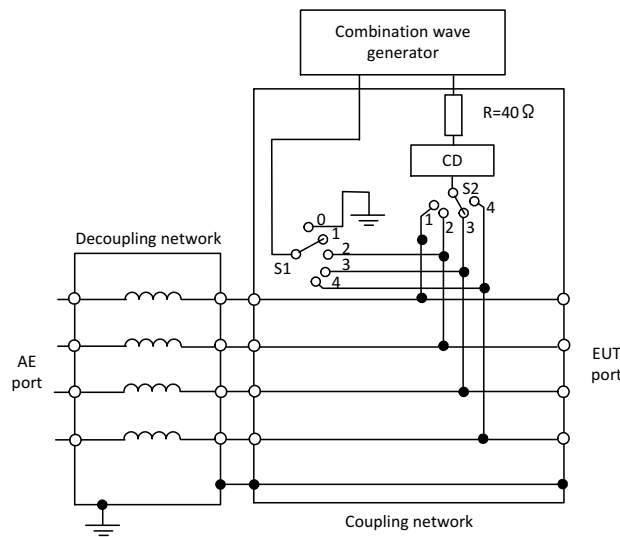


図3 インターコネクションライン用CDN

表10 インターコネクションライン用CDNの波形規定

Coupling method	CWG output voltage	Voc at CDN EUT output ±10 %	Voltage front time Tf Tf = 1,67 xTr ±30 %	Voltage duration Td Td = Tw ±30 %	Isc at CDN EUT output ±20 %	Current front time Tf Tf=1,25xTr ±30 %	Current duration Td Td=1,18xTw ±30 %
Line to PE R = 40Ω CD = 0,5 μF	4 kV	4 kV	1,2 μs	38 μs	87 A	1,3 μs	13 μs
Line to PE R = 40Ω CD = GDT	4 kV	4 kV	1,2 μs	42 μs	95 A	1,5 μs	48 μs
Line to line R = 40Ω CD = 0,5 μF	4 kV	4 kV	1,2 μs	42 μs	87 A	1,3 μs	13 μs
Line to line R = 40 Ω CD = GDT	4 kV	4 kV	1,2 μs	47 μs	95 A	1,5 μs	48 μs

### 3.5 非シールド・対称通信線用CDN

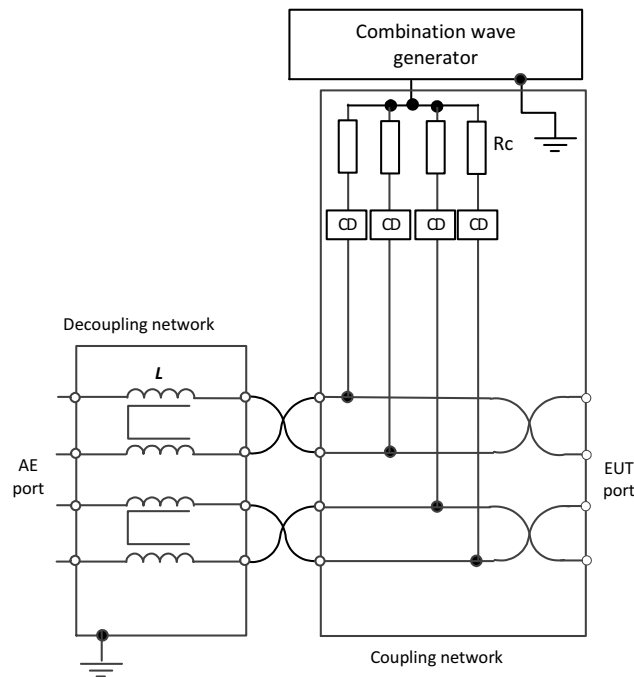
電話回線、LANなどの対称（平衡）線用のCDN（図4）も、インターコネクションラインと同様に波形規定を新たに追加しました（表9）。回路構成図も同様に Protection equipment と直列抵抗  $R_L$  が削除されています。測定は、AE側をPEに短絡し、結合インピーダンスが規定の40Ωとなる様に、全ての対線を短絡して開放電圧、短絡電流を測定します。規定電圧もGDTなどの結合素子による波形乱れを考慮して2kVのみの規定としています。このCDNも、現状保有の装置が使えなくなる可能性があります。

LANなどを対象とした1000Mbit/sまでの高速通信線用CDNの構成図（図5）は、第2版から記載されていますが、明確な運用規定がなく参考程度の認識となっていました。この高速通信線用のCDN



<Technical Report 2014/05/29>

にも表 10 の波形規定を適用することが明記されています。最近各メーカーより、この規定に適合する CDN がラインナップされています。

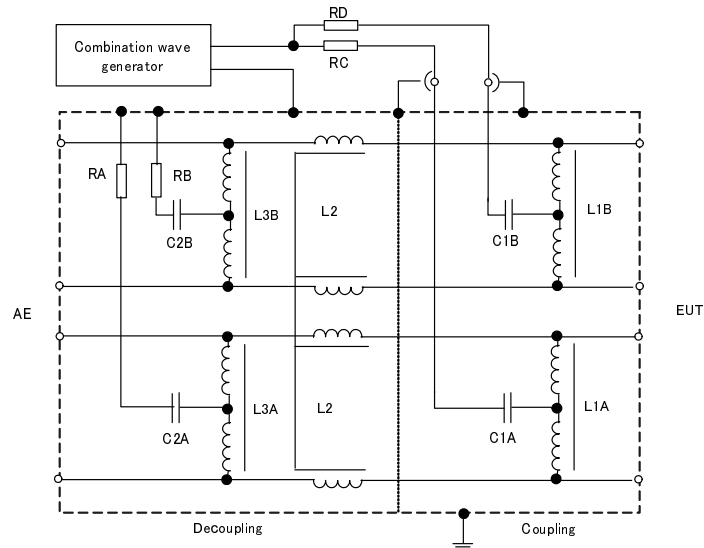


Calculation of coupling resistor value  $R_c$ :

Example for  $n = 4$ :

$$R_c = 4 \times 40 \Omega = 160 \Omega$$

**図 4 非シールド・対称通信線用 CDN**



**図 5 1000Mbit/s までの 非シールド・対称通信線用 CDN**

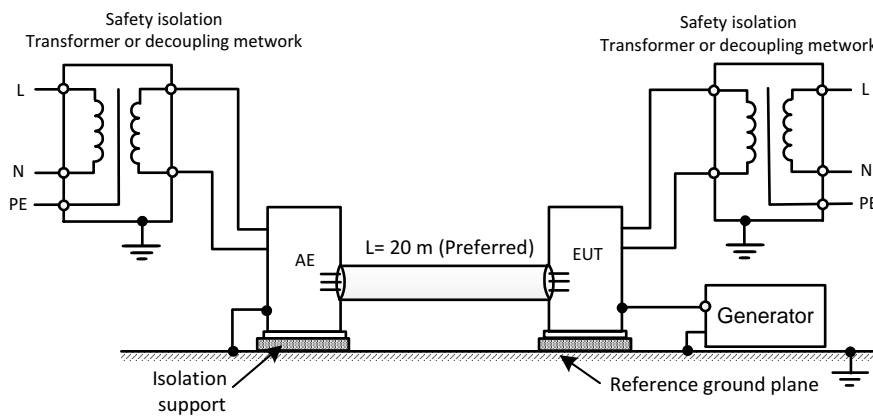
**表 1 1 非シールド・対称通信線 CDN の波形規定**

Coupling method	CWG output voltage	Voc at CDN EUT output $\pm 10\%$	Voltage front time Tf Tf = 1,67 xTr $\pm 30\%$	Voltage duration Td Td = Tw $\pm 30\%$	Isc at CDN EUT output $\pm 20\%$	Current front time Tf Tf=1,25xTr $\pm 30\%$	Current Duration Td Td=1,18xTw $\pm 30\%$
Common mode CD 40Ω path	2 kV	2 kV	1,2 μs	45 μs	48 A	1,5 μs	45 μs

### 3.6 シールド線への試験適応

EUT の金属筐体が、グラウンドから絶縁し、AE 側が接地されているシールド線へのサージ印加は、第 2 版では、両端接地のシールド線、片端接地のシールド線、複数接続の 3 つの印加方法の記載がありました。試験方法としては、筐体、グラウンド間にサージ電圧を印加する考えのため、両端接地の試験方法のみの記載としました（図 6）。試験適用するシールド線は、10 m 以上で 20 m を推奨長とし 20 m を超えるケーブルは、無誘導に束ねて試験を実施します。

サージの印加は、サージ発生装置の出力を EUT の筐体とグラウンド間に接続しますが、サージ波形の校正は、18 μF のコンデンサを介して測定する変更をしたため、この試験に於いても 18 μF のコンデンサを含めることが追記されています。



**図 6 シールド線の試験**

## 4 試験セットアップと試験の実行

3.3 項に説明しましたが、電源線用の CDN は、EUT の電流容量に対応した表 6 に従った波形規定を満足した CDN を用意しなければなりません。例えば、64 A に対応した CDN を所有していて、5 A の EUT を試験する場合は、表 6 の 16 A 波形規定を満足しなければならないので、所有の CDN の波形を確認して適合していなければ、別に適合した CDN を用意する必要があります。

その他、試験に関しての変更点として、次のものがあります。

- 日本の家電製品に多くある PE の無い 2 重絶縁の機器については、ライン-グラウンド間の試験は実施しないことが明記されました。特別に機器のアース（筐体の FG 等）との試験を実施する判断

<Technical Report 2014/05/29>

は、製品委員会が決定することも追記されています。

- 三相電源線に対するサージの印加については、各相間の位相に合わせて  $0^\circ$ 、 $90^\circ$ 、 $180^\circ$  及び  $270^\circ$  の位相に印加することが明記されました。
- 電源線の TN-S システムの N 相と PE 間は、位相が確定できないので、非同期でそれぞれ 5 回の正及び負のサージを印加します。

試験レベルについては、0.5kV、1kV、2kV 及び 4kV までの 4 段階の規定をしていましたが、殆どの製品規格、製品群規格がコモンモード試験はノーマルモードに対して倍の電圧を指定していることに合わせて表 1 2 の試験レベルに変更しています。

**表 1 2 試験レベル**

Level	Open-circuit test voltage kV	
	Line to line	Line to ground
1	-	0,5
2	0,5	1
3	1	2
4	2	4
X	Special	Special

## 5 ANNEX A (規定) 10/700 $\mu$ s コンビネーション波形と試験

通信線専用のサージ試験波形である 10/700  $\mu$ s コンビネーション波形は、第 2 版では、1.2/50  $\mu$ s コンビネーション波形と併記して本文に記載しています。そのため電源線、信号線、通信線への適用の有無が分かりにくい記載となっていました。今回の改訂では、Annex A (Normative) に独立させ移動したため、目的と試験内容が明確になりました。

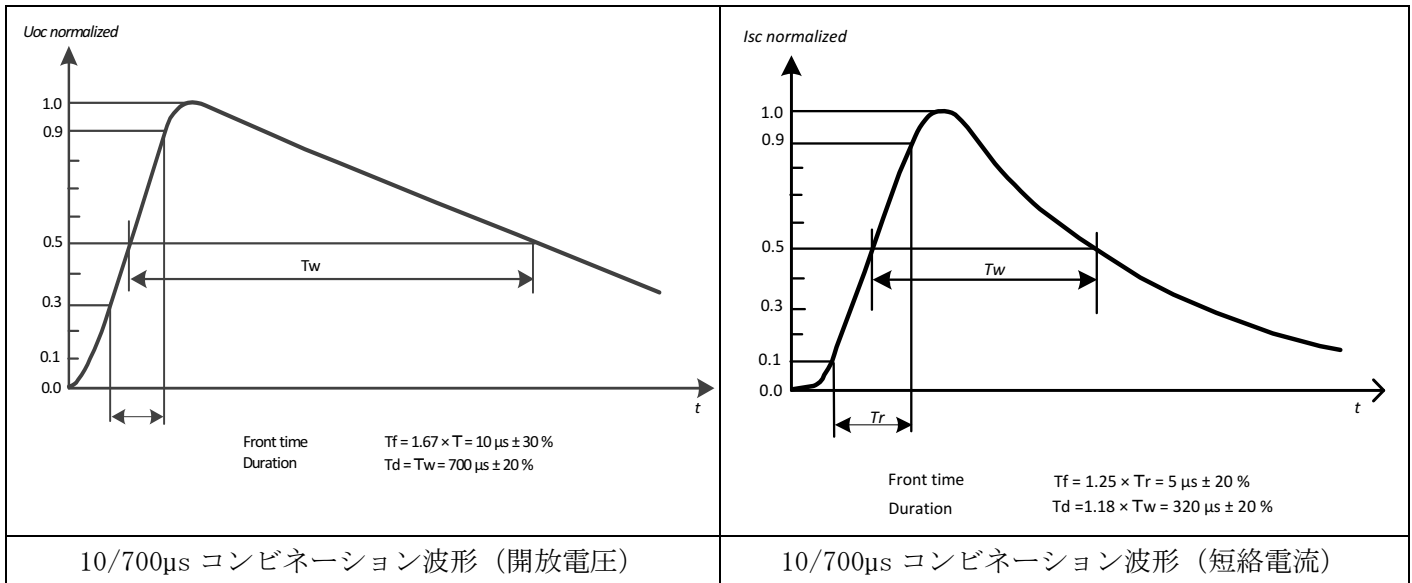
このサージ波形は、屋外から室内に入り込む通信線を対象にしているため、冒頭に「300 m 以上屋外を通っている電話回線」であることが明記されました。通常の電話回線は、建物の入口で一次保護がされており、試験においても、一次保護を含んだ状態で試験を実施します。

### 5.1 10/700 $\mu$ s コンビネーション波形発生装置

1.2/50  $\mu$ s コンビネーション波形と同様に、開放電圧波形及び短絡電流波形にそれぞれ 2 つあった波形規定を IEC 60060-1 の規定をベースに、新たな波形規定に統一しています(表 1 3、表 1 4 及び表 1 5)。波形規定の中心値、許容値については、変更はありません。

このサージ波形の規定も、IEC 60469-1 に従って校正していたサージ発生器は、規定に入らない場合があります。

**表 1 3 10/700 μs コンビネーション波形の第 3 版での新規定**



**表 1 4 10/700 μs コンビネーション波形の時間パラメータ**

	Front time μs	Duration μs
Open-circuit voltage	10 ± 30 %	700 ± 20 %
Short-circuit current	5 ± 20 %	320 ± 20 %

**表 1 5 10/700 μs コンビネーション波形の開放電圧と短絡電流**

Open-circuit peak voltage ±10 % at generator output	Short-circuit peak current ±10 % at generator output
0,5 kV	12,5 A
1,0 kV	25 A
2,0 kV	50 A
4,0 kV	100 A

## 5.2 屋外電話回線用 CDN

現行の第 2 版では、1.2/50 μs コンビネーション波形と共通であった非シールド対称通信線用 CDN とは別の、新たな専用 CDN を規定しています(図 7)。屋外からの引き込む電話回線を想定しているため、1 対 (2 ライン) のみの CDN を規定し、2 対 (4 ライン) は規定していません。第 2 版にあった AE 側の保護素子と、直列抵抗  $R_L$  が削除されています。また EUT ポート側には、建物入口の一次保護素子を想定した保護素子を取り付けています。サージ印加の結合抵抗は、第 2 版ではライン数に応じて、総合抵抗が 40 Ω となる様に結合抵抗を選択していましたが、改訂した CDN では ITU 規格に合わせて、1 ライン当たり 25 Ω に固定しました。また CDN の出力波形規定を新たに規定し、開放電圧及び短絡電流波形を明記しました(表 1 6)。波形測定は、AE 側をすべて PE に接続し、EUT 側は、1 対を短絡した状態での開放電圧と、1 対を同時に PE に短絡した場合の電流波形を測定します。表 1 6 に記載

<Technical Report 2014/05/29>

している  $27.5 \Omega$  の記述は、 $10/700 \mu\text{s}$  コンビネーションサージ発生部の実効出力インピーダンス  $15 \Omega$  と、CDN での結合抵抗  $25 \Omega$  を 2 線平行での  $12.5 \Omega$  を加算した値となります。

新たな波形規定と、結合抵抗変更になったことから、現有の CDN を適合することはできません。

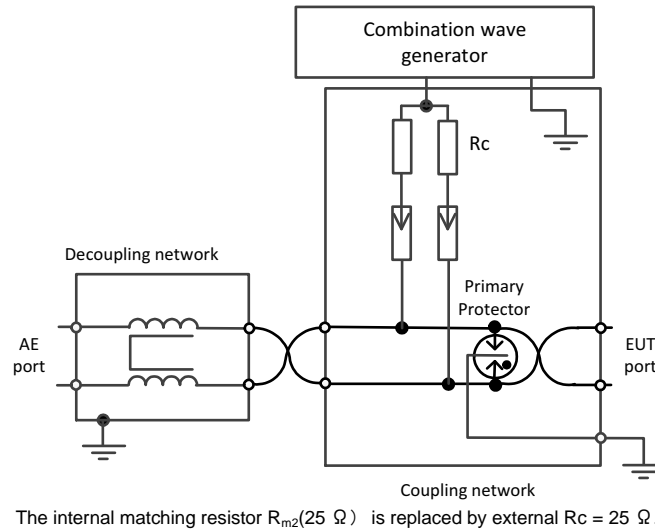


図7 アウトドア用電話回線の GDN

表 1 6  $10/700\mu\text{s}$  コンビネーション波形用アウトドア対称通信線の仕様

Coupling method	CWG output voltage a,b,c)	Voc at CDN EUT output $\pm 10 \%$	Voltage front time Tf $\pm 30 \%$	Voltage duration Td $\pm 30 \%$	Isc at CDN EUT output $\pm 20 \%$	Current front time Tf $\pm 30 \%$	Current duration Td $\pm 30 \%$
Coupling mode CD 1 pair $27,5 \Omega$	4 kV	4 kV	$8 \mu\text{s}$	$250 \mu\text{s}$	145 A	$3,2 \mu\text{s}$	$250\mu\text{s}$

### 5.3 $10/700 \mu\text{s}$ サージの試験セットアップと試験の実行

屋内の機器に装備している 2 次保護素子へのサージ試験を想定した  $0.5 \text{ kV} \sim 1 \text{ kV}$  の装置レベルの試験と、1 次保護素子を含めたサージ試験を想定した  $2 \text{ kV} \sim 4 \text{ kV}$  のシステムレベルでの試験を考慮することが記載されています。

## 6 その他 第3版の改訂

### 6.1 Annex B (参考) 発生装置及び試験レベルの選択

電源線及び信号線などの印加対象と、その保護レベルにより考慮すべき試験レベルのガイドを記載しています。現行の第 2 版では一つの表に纏められていましたが、今回の改訂により電源線、信号線を分離して表記しています。またポートのタイプの定義が追加され、試験レベルとの注釈に若干の変更が加えられています。

### 6.2 Annex C (参考) 補足説明

現行第2版と大きな変更はありませんが、一次電源から絶縁されている60V以下の2次直流電源は、試験対象としない注記が追加されました。

### 6.3 Annex E (参考) サージ波形の数学的モデル

このシリーズの規格では、静電気試験規格 IEC 61000-4-2 の2008年の改訂から、各サージ波形の数学的モデルを提示してきました。波形は、振幅、立上がり時間、パルス幅などを規定していますが、波形が描く曲線は、試験器によって微妙に異なります。ダブルエクスponentialの数式により波形の立上がり及び立下がりの中心となる理想曲線を表現しています。ここで表現している数式は、単に波形の形であり、波形のエネルギー等を表している訳ではありません。1.2/50  $\mu$ s 電圧波形及び 8/20  $\mu$ s 電流波形、10/700  $\mu$ s 電圧波形及び 5/320  $\mu$ s 電流波形を規定し、更に波形の時間領域に含まれる周波数成分も数学的に算出し、グラフに示しています。

### 6.4 Annex F (参考) 測定不確かさ

波形の数学的モデル同様、静電気試験規格の改訂より測定不確かさを情報として新たに記述しています。サージ波形の立上り、ピーク電圧（電流）及びパルス幅のバジェットの例を示しています。このバジェットには、2012年に発行された EFT/B 試験規格 IEC 61000-4-4 第3版同様の測定系の周波数帯域と振幅の不確かさに対する寄与を解説し、バジェットに反映しています。測定不確かさの考え方の一例であり、これに従わなくてはならないという扱いではありません。

### 6.5 Annex G (参考) インパルス測定システムに校正方法

この規格で規定した標準波形に対して、測定系のレスポンスによりどのように波形が歪んで計測されるかという説明を、畳込み積分の手法を用いて解説しています。

### 6.7 Annex H (参考) 200A を超える電源への結合／減結合

低インピーダンスである大電流 EUT の電源線に対して、サージ印加する意味や効果を解説し、サージの結合と減結合についての考え方を記載しています。3.3項に記載しましたが、200A以上の減結合チョークインダクタの推奨値を示しています。

## <参考文献>

- 1) IEC 61000-4-5 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-5: Testing and measurement techniques – Surge immunity test 規格書、ドラフト
- 2) 電磁環境工学情報 2006年1月号 No.213、石田武志、IEC 61000-4-5 Ed.2.0 サージイミュニティ試験の改訂概要
- 3) 電磁環境工学情報 2011年8月号 No.280、石田武志、SC77B IEC 61000-4-4/IEC 1000-4-5 イミュニティ試験基本規格
- 4) 電磁環境工学情報 2014年4月号 No.312、石田武志、SC77B IEC 61000-4-5 第3版 サージイミュニティ試験概要解説