

電圧変動・フリッカの国際規格と測定技術 規格編

横河計測株式会社
技術開発本部 第1技術部
塩田 敏昭

系統電源の品質維持を目的とした高調波電流規制とともに、白熱電球のちらつき、コンピュータ応用機器の誤動作、さらに機器の突入電流抑制を目的とする電圧変動・フリッカに関しても規制が課されている。この電圧変動・フリッカの限度値を規定している国際規格はIEC61000-3-3とIEC61000-3-11となる。これら規格は電磁両立性のエミッション規格であり、CEマーキングの取得にはこの規格を満たすことが求められる。

本稿では、系統電源に接続される電気電子機器に対する電圧変動・フリッカへの規制の背景と国際規格IEC61000-3-3とIEC61000-3-11の概要について述べる。

1. 規制の背景

日常使われている電気電子機器に対してその高調波電流が制限されているが、それとともに電圧変動およびフリッカに関しても規制されている。これは機器の消費電流の変化を制限するものとなる。送電系統や配電系統には若干のインピーダンスがあるために、そこに流れる電流が変化すると、機器の近くの電源電圧もそのインピーダンスに応じて変化する。そこで照明として白熱電球を用いた場合には、明るさのちらつきが発生する。このちらつきやその原因となる電圧変動のことをフリッカという。この規制の目的の一つは、この白熱電球によるちらつきの防止となる。

近年、環境保護の活動が進み白熱電球が他の照明機器に置き替わっているが、電圧変動による障害として顕著になってきている、コンピュータやそれを利用した電子応用機器、自動制御装置の誤動作、モーターの起動不能や出力トルク低下、さらには回転機器の異常振動や騒音などが挙げられる。さらに、機器起動時の電源投入による突入電流の規制が対象となってきている。

この突入電流が原因となり電力系統が不安定になるなど、場合によっては停電を引き起こす可能性すらある。

これらの障害を防ぐため、国際規格IEC61000-3-3とIEC61000-3-11にて、系統電源に接続される電気電子機器の電圧変動・フリッカの限度値が規定されている。また、IEC61000-4-15において、電圧変動・フリッカを測定する測定器の要求内容が規定されている。

2. IEC61000-3-3

IEC61000-3-3は、相あたり16A以下の電気電子機器に対する電圧変動・フリッカの限度値を規定した国際規格である。この規格の限度値を満たす機器は系統電源に無条件で接続することが可能となる。

表1にIEC61000-3-3で規定されている測定パラメータと限度値、図1に波形と測定パラメータの関係を示す。

表1 IEC61000-3-3の測定パラメータと限度値 *1)

パラメータ	定義	限度値
dc	1 回の電圧変動に挟まれた前後の 2 つの定常状態の電圧の差を、定格電圧で割った値を% で表した値	3.3%以下
dmax	1 回の電圧変動での最大値と最小値の直前の定常状態との差を絶対値で比較して、大きい方の値を定格電圧で割った値を% で表した値	4%以下 (条件により、6% または 7%以下)
Tmax	1 回の電圧変動での電圧変化が dc の限度値を超過する時間	500ms 以下
Pst	短期間フリッカ値	1 以下
Plt	長期間フリッカ値	0.65 以下

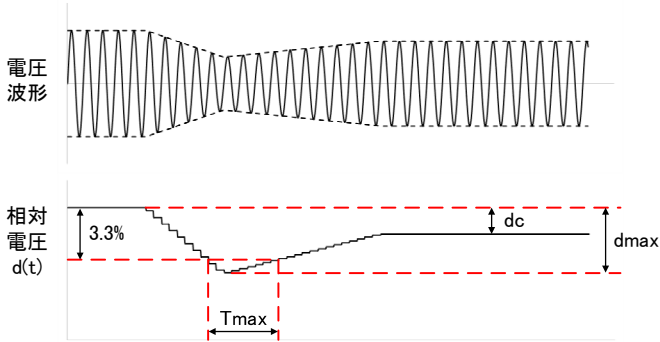


図1 波形と測定パラメータ*2)

2-1 電圧変動・フリッカ測定時の接続

電圧変動・フリッカ測定時の接続を、図2に示す。この図は三相機器の場合だが単相機器の場合は、L1とNのみを接続することになる。

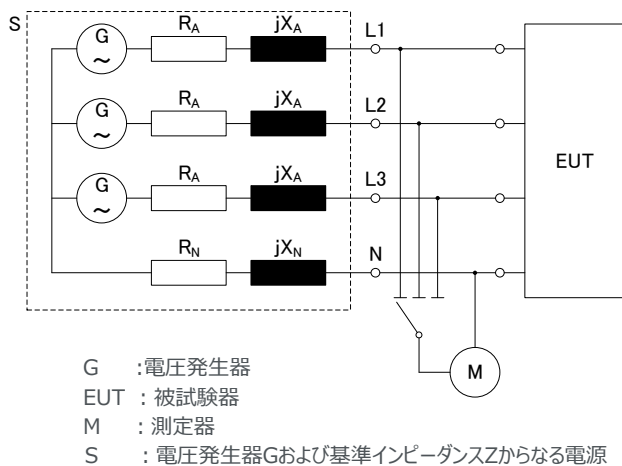


図2 電圧変動・フリッカ測定時の接続図（三相機器の例）*3)

ここで、 R 、 jX は基準インピーダンス Z_{ref} と呼ばれ、系統電源のインピーダンスを模擬している。EUTの電源電流の変化はこのインピーダンスにより電源電圧の変化となり、測定器Mによって表1の測定パラメータが測定される。 R 、 jX の値は規格で規定されており、以下の通りである。*4)

三相：

$$R_A = 0.24\Omega, jX_A = 0.15\Omega(50\text{Hzにて})$$

$$R_N = 0.16\Omega, jX_N = 0.10\Omega(50\text{Hzにて})$$

単相：

$$R = R_A + R_N = 0.40\Omega$$

$$jX = jX_A + jX_N = 0.25\Omega(50\text{Hzにて})$$

2-2 測定時の観測期間

観測期間としては、短期間および長期間フリッカ値の評価のために、以下の時間が必要となる。*5)

Pst観測期間：10分間

Plt観測期間：2時間（Pstの観測期間×12回）

また、特に指定がない場合、 d_c 、 d_{max} 、 T_{max} の観測期間も上記の観測期間に準ずる。

なお、観測期間には、対象機器の動作サイクル全体として、最も電圧変化が大きく発生する部分を含むことが求められている。

2-3 手動切替で発生する d_{max} の測定 *6)

電源投入時の突入電流による電源電圧の変化は、測定するたびに違う値になることが多く、2-2の観測期間での測定とは別に手動切替で発生する d_{max} を測定することが求められている。

この手動切替で発生する d_{max} の測定は、1分間の測定を24回行う必要がある。1分間の測定期間の最初に手動切替となるスイッチをオンし、1分間終了前にスイッチをオフする。24回の測定結果から最大値と最小値を削除し、22回の平均値を手動切替で発生する d_{max} とするものである。

3. IEC61000-3-11

IEC61000-3-11も電圧変動・フリッカの限度値を規定した国際規格であり、相あたり16Aを超え75A以下の電気電子機器と16A以下でIEC61000-3-3の限度値を満たさない電気電子機器を対象としている。この規格の限度値はIEC6100-3-3と同じで表1のとおりである。

IEC61000-3-3との違いは表1の限度値を満たすときの条件により、3つのパターンに分かれることである。1つ目はIEC61000-3-3の要求を満たす場合であり、無条件で系統電源へ接続することが可能となる。2つ目は最大許容系統インピーダンス Z_{max} を取扱説明書に明記して、それ以下のインピーダンスの受電点に限って対象機器を接続することが条件となる。3つ目は相あたり100A以上の供給電流容量のある構内に限って対象機器を使用することが条件となる。

表2に、これら3つのパターンの条件と要求事項を示す。

表2 IEC61000-3-11の接続条件と要求事項 *7)

接続条件	要求事項
1 条件なし	IEC61000-3-3の要求を満たす。
2 最大許容系統インピーダンス Z_{max} 以下の受電点に限って接続が可能	試験を行うのに適した試験インピーダンス Z_{test} にて試験を行う。この時の測定結果と Z_{test} とIEC61000-3-3で規定されている基準インピーダンス Z_{ref} から、測定結果を Z_{ref} での測定値に換算する。この換算値が表1の限度値を超えている場合、各換算値が限度値内に収まる系統インピーダンス Z_{sys} をそれぞれ計算し、それらの最小値が Z_{max} となる。
3 相あたり100A以上の供給電流容量のある構内に限って接続が可能	100A以上の供給電流容量の試験で規定されている基準インピーダンスにて試験を行い、表1の限度値を満たすこと。この基準インピーダンスはIEC61000-3-3の基準インピーダンスより小さな値となっている。

相あたり16A以下の電気電子機器でIEC61000-3-3の要求を満たさない機器も、表2の接続条件2または3にてIEC61000-3-11に適合させることが可能である。

4. 測定器と電源への要求

測定パラメータdc、dmax、Tmax、Pst、Pltの測定方法は、国際規格IEC61000-4-15にてフリッカメーター -機能及び設計仕様- として規定されている。この国際規格で規定されているフリッカメーターのブロック図を図3に示す。

測定パラメータの中で、半波の実効値から直接求められるdc、dmax、Tmaxをdパラメータと呼ぶ。dc、dmaxは図3のブロック1で求め、Tmaxはブロック1で求められるd(t)が3.3%を超える時間の合計である。PstとPltは、図3のブロック5の出力である。

また、測定の際に利用可能なAC電源に関しては、IEC61000-3-3で以下の要求が定められている。*8)

① 試験電源電圧は、機器の定格電圧値

対象となる機器が電圧範囲で定める場合、単相230Vまたは三相400V

② 試験電圧は、公称値の±2%以内

③ 周波数は、50Hz ± 0.25Hz

④ 電源電圧の全高調波ひずみ率は3%未満

⑤ 試験中の電源電圧の変動は、その変動によるPst値が0.4未満であれば無視

商用電源で直接測定する場合は、この条件を各試験の前後に検証

安定化電源で測定する場合は、この条件を電源の校正中に検証

5. まとめ

電気電子機器の電圧変動・フリッカへの規制の必要性と国際規格IEC61000-3-3およびIEC61000-3-11の概要について説明した。CEマーキングを取得する場合、これら規格の要求を満たすことが必要である。規格に対応した電圧変動・フリッカの評価を行う時、本稿が規格を理解するための一助となれば幸いである。

測定技術について記述した測定技術編も本稿と併せて一読いただきたい。

参考文献

・IEC61000-3-3 第3.0版：2013

*1)：5 Limits

*3)：6.6 General test conditions Figure 1

*4)：6.6 General test conditions Figure 1

*5)：6.5 Observation period

*6)：Annex B Procedure

*8)：6.3 Test supply voltage

・IEC61000-3-11 第1.0版：2000

*7)：4 Requirements

・IEC61000-4-15 第2.0版：2010

*2)：Annex B Figure B.2

*9)：4.1 General Figure 2

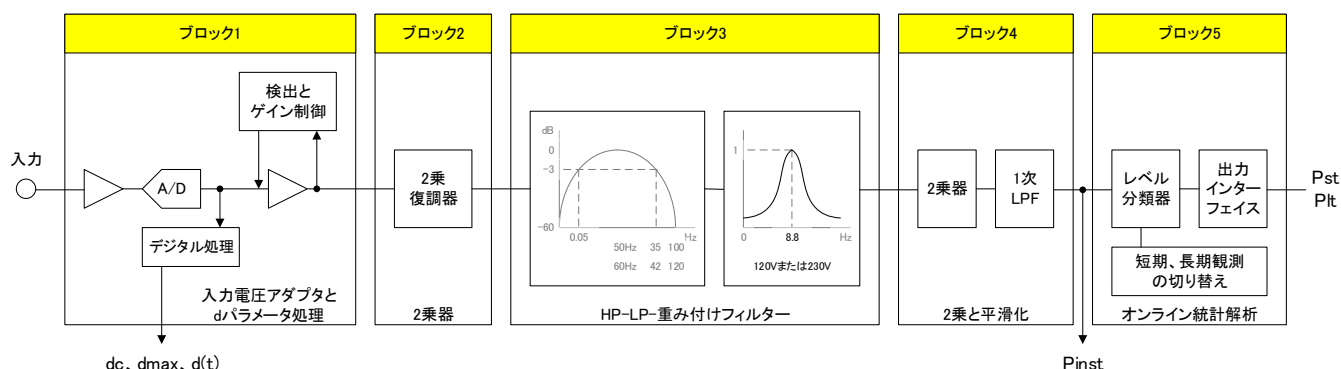


図3 IEC61000-4-15記載のフリッカメーターのブロック図 *9)

横河計測株式会社

YMI-KS-MI-S07

本社 〒192-8566 東京都八王子市明神町4-9-8 TEL: 042-690-8811 FAX: 042-690-8826

ホームページ <https://www.yokogawa.com/jp-ymi/>

製品の取り扱い、仕様、機種選定、応用上の問題などについては、カスタマサポートセンター ☎0120-137-046 までお問い合わせください。

受付時間：祝祭日を除く、月～金曜日／9:00～12:00、13:00～17:00 E-mail: tmi-cs@csv.yokogawa.co.jp

記載内容は2021年4月6日現在のものです。また、お断りなく変更することがありますのでご了承ください。価格には別途消費税が加算されます。

All Rights Reserved. Copyright © 2021, Yokogawa Test & Measurement Corporation

[Ed:01/d]