

電気的环境基準である「高調波環境目標レベル」(6.6kV配電系統で5%、特別高圧系統で3%)を維持するため、1994年9月に通商産業省(現:経済産業省)資源エネルギー庁から「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」と「家電・汎用品高調波抑制ガイドライン」が制定されました。2004年1月より「家電・汎用品高調波抑制ガイドライン」の対象から汎用インバータおよびサーボアンプが外れることとなり、2004年9月に廃止されました。これに伴い、2004年1月に経済産業省資源エネルギー庁の特別の機関である原子力・安全保安院より「高圧または特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策ガイドライン」の改正版の制定が行われました。ただ、1995年の制定から全体構成の見直しが行われておらず、また内容が複雑で読解し難いため、指針のわかり易さの改善を目的に2014年4月に全面改訂、また、2018年11月には2014年度版に対する改訂要望・問合せ事項について見直しされ、より明確に各需要家から流出する高調波電流とその限度値を示して、これを遵守するように関係機関が指導しています。

すなわちこのガイドラインが、電気事業法に基づく技術基準を遵守した上で、商用電力系統から受電する需要家において、その電気設備を使用することにより発生する高調波電流を抑制するための技術要件を示すものです。

ガイドライン計算2018年度版の主な変更点

- ビル定義が明確化され、「工場は除く」と明記されました。
- 高調波流出電流計算書の留意点において、対象次数を通常は第5次及び第7次調波のみを対象とすることを明記されました。
- ビルの規模による補正率の考え方が明確化されました。
- 高調波対策を目的とした進相コンデンサの過剰設置を抑制する文言が追加されました。

1. ガイドラインに基づく高調波抑制対策の計算手順

高調波抑制対策の計算フローは次頁のとおりです。新設、増設または既設設備の更新、あるいは設備変更を伴わない契約電力または契約種別の変更を行う場合に、電力会社へ提出する高調波流出電流計算書の手順に従って、その概要を以下に示します。

(1) 高調波発生機器から高調波流出電流計算書(その1)

ステップ1

(i) 次の全ての条件に該当する場合、計算終了となります。

- ・高圧受電
- ・ビル(主たる使用機器が空調や照明である、事務所・ホテル・店舗・学校・病院等(工場を除く)の建物)
- ・進相コンデンサが全て直列リアクトル付(高圧、低圧は問わない)
- ・換算係数(表-5による)が $K_i=1.8$ を超過する機器が無い

(ii) 高調波発生機器の等価容量 P_0 (6パルス変換装置換算容量)を算出し限度値以下であれば計算終了となります。(この場合の高調波発生機器は「家電・汎用品高調波抑制対策ガイドライン」の適用対象となる機器以外の機器とします)

ここで、次の全ての条件に該当する場合には等価容量 P_0 に低減係数「0.9」を乗じた等価容量 P_0' で限度値との比較を行うことができます。

- ・高圧受電
- ・進相コンデンサが全て直列リアクトル付(高圧、低圧は問わない)

$$P_0 = \sum K_i P_i$$

$$P_0' = 0.9 \times P_0$$

ただし、 P_0 : 等価容量(kVA)(6パルス変換装置換算容量)

K_i : 換算係数(表-5)

P_i : 定格容量(kVA)

i: 変換回路種別を示す

(iii) 等価容量 P_0 または P_0' が限度値(表-1)を超過した場合、「特定需要家」に該当し、高調波電流発生量を算出する次のStep.2に進みます。

ステップ2

(i) 高調波流出電流はその大きさのみを高調波の次数毎に計算し、その対象とする高調波の次数は40次以下とされており、しかし、電力系統の高調波ひずみ、高調波障害は5次および7次高調波が中心となっていることから、特段の支障とならない場合(低次よりも高次の高調波を多く発生する機器の設置がない場合など)には対象次数は5次、7次とします。(高次の高調波発生量が多く計算が必要となる場合には電力会社と協議し、支障となるおそれがある次数(計算対象とする次数)を決定することとされており、)

① 高調波発生機器毎に受電電圧換算定格電流の計算を実施します。

② 高調波発生機器の最大稼働率とは、「高調波発生機器の総設備容量」に対する「高調波発生機器の最大稼働容量」の割合です。ここで、「高調波発生機器の最大稼働容量」とは、連続30分間の平均稼働容量が年間で最大となる値とします。

a. 定格容量の70%で連続運転の場合は0.7

b. 定格容量で稼働時間が1/2となるような間欠運転の場合は0.5

c. 30分間に負荷変動がある場合には、使用実態に応じた平均値の最大値

③ 高調波発生機器個別の高調波電流発生量は表-5によります。すなわち各次数別高調波電流発生量の算出は次式によります。

$$\text{次数別高調波電流発生量} = \text{受電電圧換算定格電流} \\ \times \text{高調波電流発生率(表-5)} \times \text{最大稼働率}$$

④ 一般にビルの規模が大きくなると総合稼働率は小さくなるため、契約電力の大きさによってこれを補正します。(表-3)

特別高圧受電や契約電力が2,000kWを超える場合は電力会社と協議により決定します。

⑤ 特定需要家の受電点における高調波流出電流の上限値は、契約電力1kWあたりの高調波流出電流上限値に当該需要家の契約電力を乗じた値とします。

(ii) 受電点における高調波流出電流が上限値を超過した場合は、高調波流出抑制対策の検討を行います。(各次数別高調波流出電流が全て上限値以下の場合は計算終了となります。)

このとき、次の全ての条件に該当する場合には高調波流出電流に5次「0.7」、7次「0.9」の係数を乗じることができます。

- ・高圧受電
- ・進相コンデンサが全て直列リアクトル付

表-5 機器明細・発生量算定計算諸元

回路分類	回路種別		回路分類No.	換算係数Ki	高調波電流発生率 (%)									主な利用例
					5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次		
1	三相ブリッジ	6パルス変換装置	11	1.0	17.5	11.0	4.5	3.0	1.5	1.25	0.75	0.75	●無停電電源装置 (サイリスタ方式) ●直流電鉄変電所 ●電気化学 ●その他一般	
		12パルス変換装置	12	0.5	2.0	1.5	4.5	3.0	0.2	0.15	0.75	0.75		
		24パルス変換装置	13	0.25	2.0	1.5	1.0	0.75	0.2	0.15	0.75	0.75		
2	単相ブリッジ	直流電流平滑	21	1.3	19.0	13.0	7.0	5.5	3.0	—	—	—	●交流式電気鉄道車両	
		混合ブリッジ	22	0.65	6.3	8.7	3.2	1.0	2.3	—	—	—		
		均一ブリッジ	23	0.7	8.8	6.2	3.8	2.6	2.2	—	—	—		
3	三相ブリッジ (コンデンサ平滑)	6パルス変換装置 リアクトルなし	31	3.4	65.0	41.0	8.5	7.7	4.3	3.1	2.6	1.8	●汎用インバータ ●エレベータ ●エスカレータ ●冷凍空調機 ●その他一般	
		6パルス変換装置 リアクトルあり (交流側)	32	1.8	38.0	14.5	7.4	3.4	3.2	1.9	1.7	1.3		
		6パルス変換装置 リアクトルあり (直流側)	33	1.8	30.0	13.0	8.4	5.0	4.7	3.2	3.0	2.2		
		6パルス変換装置 リアクトルあり (交・直流側)	34	1.4	28.0	9.1	7.2	4.1	3.2	2.4	1.6	1.4		
		12パルス変換装置 リアクトルなし	35	0.8	3.1	2.7	7.4	3.4	0.8	0.8	1.7	1.3		
		12パルス変換装置 リアクトルあり (交流側)	36	0.65	1.6	1.7	6.2	3.3	0.7	0.6	1.0	1.0		
		12パルス変換装置 リアクトルあり (直流側)	37	0.8	1.4	1.5	7.2	4.1	0.8	0.7	1.6	1.4		
		12パルス変換装置 リアクトルあり (交・直流側)	38	0.65	1.5	1.2	6.0	3.8	0.6	0.5	1.0	1.0		
		24パルス変換装置 リアクトルなし	39	0.5	3.1	2.7	1.6	0.9	0.8	0.8	1.7	1.3		
		24パルス変換装置 リアクトルあり (交流側)	310	0.3	1.6	1.7	1.4	0.8	0.7	0.6	1.0	1.0		
		24パルス変換装置 リアクトルあり (直流側)	311	0.4	1.4	1.5	1.6	1.0	0.8	0.7	1.6	1.4		
		24パルス変換装置 リアクトルあり (交・直流側)	312	0.3	1.5	1.2	1.3	1.0	0.6	0.5	1.0	1.0		
4	単相ブリッジ (コンデンサ平滑, 倍電圧整流方式)	リアクトルなし	41	2.3	50.0	24.0	5.1	4.0	1.5	1.4	—	—	●汎用インバータ ●冷凍空調機 ●その他一般	
		リアクトルあり (交流側)	42	0.35	6.0	3.9	1.6	1.2	0.6	0.1	—	—		
	単相ブリッジ (コンデンサ平滑, 全波整流方式)	リアクトルなし	43	2.9	60.0	33.5	6.1	6.4	2.6	2.7	1.5	1.5	●汎用インバータ ●その他一般	
		リアクトルあり (交流側)	44	1.3	31.9	8.3	3.8	3.0	1.7	1.4	1.0	0.7		
5	自励三相ブリッジ (電圧型 PWM制御) (電流型 PWM制御) マトリクスコンバータ	—	5	0	—	—	—	—	—	—	—	●無停電電源装置 (PWMコンバータ方式) ●通信用電源装置 ●エレベータ ●エスカレータ ●系統連系用分散電源		
6	自励単相ブリッジ (電圧型 PWM制御)	—	6	0	—	—	—	—	—	—	—	●通信用電源装置 ●交流式電気鉄道車両 ●系統連系用分散電源		
7	交流電力調整装置	抵抗負荷	71	1.6	12.9	12.7	7.6	5.5	4.2	4.1	3.4	2.9	●無効電力調整装置 ●大型照明装置 ●加熱器	
		リアクタンス負荷 (交流アーク炉用を除く)	72	0.3	5.1	2.6	1.1	0.75	0.44	0.35	0.24	0.2		
8	サイクロコンバータ	6パルス変換装置相当	81	1.0	17.5	11.0	4.5	3.0	1.5	1.25	0.75	0.75	●電動機 (圧延用,セメント用)	
		12パルス変換装置相当	82	0.5	2.0	1.5	4.5	3.0	0.2	0.15	0.75	0.75		
9	交流アーク炉	単独運転	9	0.2	4.3	1.7	—	—	—	—	—	●製鋼用		
10	その他	—	10	申告値	製作者申告値							●空調機器 ●鉄鋼プラント		

※Ki = [変換回路種別ごとの $\sqrt{\sum(n \times \%In)^2}$] / [6パルス変換装置の $\sqrt{\sum(n \times \%In)^2}$]
 n : 高調波の次数 %In : n次の高調波電流の基本波電流に対する比率

※PWM: pulse width modulation

※回路分類5に分類された「自励三相ブリッジ (電圧形PWM制御,電流形PWM制御)」、「マトリクスコンバータ」および「自励単相ブリッジ (電圧形PWM制御)」の換算係数が0となっているのは、スイッチング周波数や出力周波数によって決まる次数の高調波はフィルタ等により、十分に抑制されていることを前提としている。

ご利用の手引き 高調波抑制対策ガイドラインの概要

3. 電力会社へ提出する「計算書（進相コンデンサ設置対策）」例

<様式-1>

高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その1)										申込年月日		
お客さま名 ○○○○ 業種 事務所 受電電圧 6.6 kV 契約電力相当値 ① 220 kW 補正係数 β 1.0 ※1										受付No.		
										受付年月日		

第1ステップ										第2ステップ										
No.	機器名称	製造業者	型式	相数	② ※2 定格入力 容量 [kVA]	③ 台数	④=②×③ 定格入力 容量 (合計) Pi [kVA]	⑤ 回路 種別No.	⑥ 換算 係数 Ki	⑦=④×⑤ 等価 容量 Ki×Pi [kVA]	⑧ ※2 定格入力 電流 (受電電圧 換算値) [mA]	⑩ 最大 稼働率 (%)	⑪=⑧×高調波発生量×⑩ 高調波流出電流[mA]							
													5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
1	ビルマルチエアコン				13.1	6	78.6	33	1.8	141.5	6,876	55	1,134	492						
2	エレベータ				6.77	1	6.8	31	3.4	23.0	592	25	96	61						
合計容量6.77kVA×換算係数3.4=23kVA 合計容量6.77kVA+受電電圧6.6kV×√3=592mA 電流592mA×稼働率0.25×高調波発生率 $\frac{65\%}{100}$ =96mA																				

<記入方法>

第1ステップ

- 高調波発生機器全てを抽出し、必要事項を記入する。
- 回路分類細分No.10の機器は、当該機器の製造業者が作成する(様式-3)、カタログ、仕様書等により、換算係数、高調波電流発生量を確認する。
- 次のⅠ～Ⅳのうち、該当条件にチェックマークを記入する。

<input checked="" type="checkbox"/> Ⅰ. 高圧受電	<input type="checkbox"/> Ⅲ. 進相コンデンサが全て直列リアクトル付
<input type="checkbox"/> Ⅱ. ビル	<input type="checkbox"/> Ⅳ. 換算係数1.8超過する機器なし
- Ⅰ～Ⅳ全てに該当する場合は、⑦以降の検討は不要
→ ⅠかつⅢに該当する場合は、低減係数0.9を適用し、⑧を計算する。
- 限度値50kVA(6.6kV受電)、300kVA(22,33kV受電)、2,000kVA(66kV以上受電)により判定する。
→ P、⑧又は⑧'限度値となる場合は、第2ステップへ

第2ステップ

- 対象次数: 高次の高調波が特段の支障とならない場合は、第5次および7次とする。
- ⅠかつⅢに該当する場合は、低減係数 γ_d ($\gamma_5=0.7$, $\gamma_7=0.9$, γ_{11} 以上は1.0)を適用し、⑩を計算する。
- 高調波流出電流(⑪または⑪'または⑪'') > 高調波流出電流の上限値⑬となる場合は、指針202-1の2.(4)高調波流出電流の詳細計算と抑制対策の検討を実施し、この内容を計算書(その2)に記載する。詳細計算では、低減係数 γ_n を適用できないため、⑬でなく⑬'の値をもとにして検討する。

合計 P0		164.5	⑫ 合計 In	1,231	552
⑬' = ⑧ × 0.9 (ⅠかつⅢに該当する場合)		148.0	⑬ = ⑫ × β	1,231	552
限度値[kVA]		50	⑬' = ⑫ × γ_n	862	387
第2ステップの検討要否判定		要	対策要否判定	要	否

高調波流出電流の上限値

⑬ = 契約電力相当値1kW当たりの高調波流出電流の上限値 × ①							
次数	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次
上限値[mA]	770	550					

※1 「ビル」の規模による補正率 γ をⅠ、Ⅱに表202-3-3を適用する。ただし、表202-3-3は標準値であり、高調波発生機器の稼働パターンに特徴がある等の場合には、一般送配電事業者との協議により「ビル」の規模による補正率 γ を決定する。またビル以外の場合は、1を適用する。
※2 厳密には、②に基本波入力容量、⑩に基本波入力電流を用いて計算することが望ましい。定格入力容量、定格入力電流を用いてもよい。

作成者

高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その2)

<様式-2>

お客さま名 ○○○○ 業種 事務所 受電電圧 6.6 kV 契約電力相当値 220 kW 補正係数 β 1.0										申込年月日		
										申込No.		
										受付年月日		

構内系統接続図	高調波流出電流の詳細計算																																													
<p>高調波発生機器、受電用変圧器、高調波電流を低減させる機器等の設置位置・諸元・電気定数等計算に必要な情報は必ず明記すること。</p>	<p>高調波電流を低減させる機器や、分流による吸収効果や進相コンデンサによる流出低減効果等を考慮し、受電点における高調波流出電流を計算する過程を具体的に記述する。</p> <ol style="list-style-type: none"> 機器への分流 計算は%法(10MVAベース)とする。 受電点から見た電力系統側の第5次高調波インピーダンス $\%Z_{SS} = j \frac{100 P_N}{P_S} \times n = j \frac{100 \times 10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 12.5 \times 10^3} \times 5 = j35.0 [\%]$ 動力用変圧器の第5次高調波インピーダンス $\%Z_{TS} = j \frac{\%XP_N}{P_T} \times n = j \frac{2.35 \times 10 \times 10^3}{200} \times 5 = j587.5 [\%]$ 直列リアクトル付進相コンデンサの第5次高調波インピーダンス $\%Z_{LCS} = j \frac{100 P_N}{Q_C} \times \left(\frac{100}{100 - \%L} \right)^2 \times \left(\frac{\%L}{100} \times n - \frac{1}{n} \right)$ $= j \frac{100 \times 10 \times 10^3}{31.9 \times 2} \times \left(\frac{100}{100 - 6} \right)^2 \times \left(\frac{6}{100} \times 5 - \frac{1}{5} \right) = j1,774 [\%]$ 直列リアクトル付進相コンデンサへの分流による第5次高調波電流の低減率 $a_5 = \frac{\%Z_{LCS}}{\%Z_{TS} + \%Z_{LCS}} = \frac{j1,774}{j622.5 + j1,774} = 0.740$ 直列リアクトル付進相コンデンサへの分流を加味した第5次高調波流出電流 $I_5 \times a_5 = 1,231 \times 0.740 = 911 [\text{mA}]$ 電力系統から進相コンデンサへの流入 電力系統の第5次高調波電圧は2%とする。 動力用変圧器と直列リアクトル付進相コンデンサの第5次インピーダンス $\%Z_{NCS} = \%Z_{TS} + \%Z_{LCS} = j587.5 + j1,774 = j2,361 [\%]$ 電力系統から直列リアクトル付進相コンデンサに流入する第5次高調波電流 $I'_5 = \frac{P_N \times \%V_5}{\sqrt{3} \times V_s \times \%Z_{NCS}} = \frac{10 \times 10^3 \times 2.0}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 2,361} \times 1,000 = 741 [\text{mA}]$ 直列リアクトル付進相コンデンサへの流入を加味した第5次高調波電流 $I_5 - I'_5 = 911 - 741 = 170 [\text{mA}]$ 詳細計算した高調波流出電流による判定 170[mA] ≤ 上限値770[mA] 170については「高調波流出電流計算書(その1)」で上限値以下になるため「検討終了」とする。 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <tr> <td></td> <td>5次</td> <td>7次</td> <td>11次</td> <td>13次</td> <td>17次</td> <td>19次</td> <td>23次</td> <td>25次</td> </tr> <tr> <td>計算書(その1)の高調波流出電流[mA]</td> <td>1,231</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>低減後の高調波流出電流[mA]</td> <td>170</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高調波流出電流の上限値[mA]</td> <td>770</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>対策要否判定</td> <td colspan="8" style="text-align: center;">否</td> </tr> </table>		5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	計算書(その1)の高調波流出電流[mA]	1,231								低減後の高調波流出電流[mA]	170								高調波流出電流の上限値[mA]	770								対策要否判定	否							
	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次																																						
計算書(その1)の高調波流出電流[mA]	1,231																																													
低減後の高調波流出電流[mA]	170																																													
高調波流出電流の上限値[mA]	770																																													
対策要否判定	否																																													

(注)本様式により難しい場合は、別の様式を用いてもよい。