高調波抑制対策ガイドラインの概要

電気の環境基準である「高調波環境目標レベル」(6.6 kV配電系統で5 %、特別高圧系統で3 %) を維持するため、経済産業省は'94年9月に「高調波抑制対策ガイドライン」を制定して、各需要家から流出する高調波電流の限度値を示して、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は、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。

電気の環境基準：電圧ひずみ率の目標値設定

高調波電流発生の抑制	
家電・汎用品は 現状の25 %抑制	特定需要家は 現状の50 %抑制
ガイドラインにより高調波発生電流の 限度値を具体的に規定	

1. ガイドラインに基づく高調波抑制対策の計算手順

この高調波抑制対策の計算フローは右記のとおりです。新設、増設又は既設設備の更新、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) 高調波発生機器の等価容量Po (6パルス変換装置換算容量)を算出します。
(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)

$$Po = \Sigma KiPi$$

但し、Po：等価容量 (kVA) (6パルス変換装置換算容量)
Ki：換算係数 (表-1による)
Pi：定格容量 (kVA)
i：変換回路種別を示す

(ii) この等価容量Poが限度値を超過した場合、「特定需要家」に該当し、高調波電流発生量を算定する次のステップ2に入ります。なお、等価容量Poが限度値以下の場合、この計算は終了となります。

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次以下ですが、一般的には25次以下で、特に高次高調波が問題にならない場合には対象次数を5次、7次とします。
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容量和に対する実稼働している機器が最大となる容量の比とします。また実稼働している機器の容量は30分間の平均値とします。
従って、稼働率を考慮することにより、定格運転時の高調波流出量を稼働状況の実状に応じて補正します。
a. 定格容量の70 %で連続運転の時は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分間中に負荷変動がある場合には、使用実態に応じた平均値
③高調波発生機器個別の高調波電流発生量は表-1によります。すなわち各次数別高調波流出電流の算出は次式によります。
各次数別高調波流出電流 ＝ 受電電圧換算定格電流
× 高調波電流発生率 (表-1) × 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-4は6.6 kV受電で契約電力2,000 kW以下の需要家に対する補正率を示します。
⑤特定需要家の受電点における高調波流出電流上限値は、表-5の契約電力1 kW当たりの高調波流出電流上限値に当該需要家の契約電力(高圧電力A等は「契約設備電力」、その他は「協議による契約電力値」を適用)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、次の「高調波発生機器からの高調波流出電流計算書 (その2)」に入り、高調波流出抑制対策の検討を行います。なお、その各次数別高調波流出電流が全て上限値以下の場合、この計算は終了となります。

(2)高調波発生機器からの高調波流出電流計算書（その２）

流出する高調波が上限値を超過している場合には、高調波流出電流を低減し、上限値以下にするために抑制対策を実施することが必要になります。この抑制対策方法は機器から発生した高調波電流を需要家構内の設備に分流させることにより外部へ流出する量を低減させる方法と、機器から発生する高調波電流そのものを低減させる方法との2種類に大別されます。すなわち、高調波電流を低減する設備とその効果としては次の内容があります。

a. フィルタ、自家発、力率改善用コンデンサ (低圧も含む)、電動機などによる吸収効果
b. ⅄—Δ (直近の変電所の同一母線を介するものを含む) の組合わせ、アクティブフィルタ等によるキャンセル効果
c. アーク炉の稼働台数によるキャンセル効果
d. その他

2. ガイドラインに基づく高調波抑制対策計算フロー

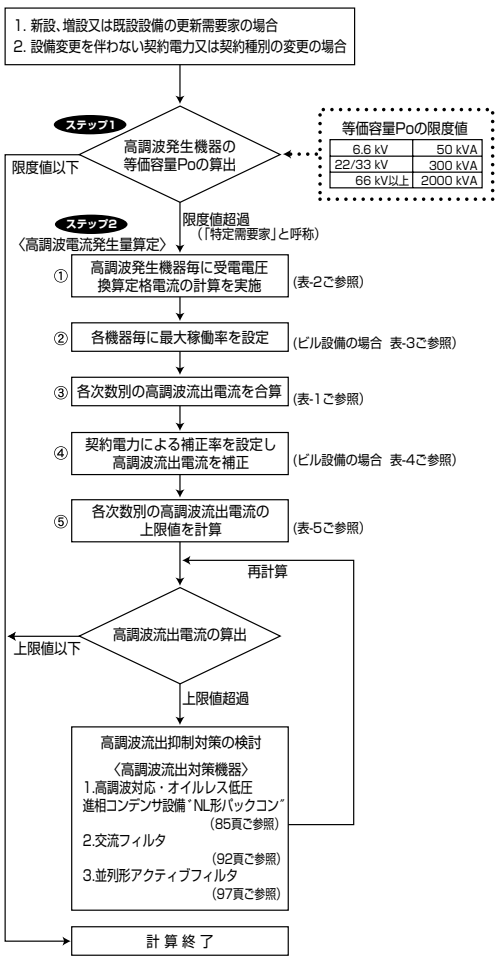


表-1　機器明細・発生量算定計算諸元

回路分類	回路種別		回路分類細分No.	換算係数 *Ki	高調波電流発生率（%） 5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	主な利用例
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	●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			0.2	0.15			
		24パルス変換装置	13	0.25			1.0	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）	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 ●冷凍空調機 ●その他一般
		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	
		リアクトルあり（直流側）	33		30.0	13.0	8.4	5.0	4.7	3.2	3.0	2.2	
		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	
4	単相ブリッジ（コンデンサ平滑）	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			
5	自励三相ブリッジ（電圧型PWM制御）**（電流型PWM制御）	———	5	0	—	—	—	—	—	—	—	—	●無停電電源装置 ●通信用電源装置 ●エレベータ ●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・交流式電気鉄道車両用）
		12パルス変換装置相当	82	0.5	2.0	1.5			0.2	0.15			
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	製作者申告値	製作者申告値								———

＊Ki＝{変換回路種別ごとの$\sqrt{\Sigma(n\times\%In)^2}$}/{6パルス変換装置の$\sqrt{\Sigma(n\times\%In)^2}$}
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

表-2　受電電圧換算の定格電流

受電電圧換算の（機器）定格電流（mA）＝k×（機器）定格容量（kVA）

受電電圧（kV）	k	受電電圧（kV）	k
6.6	87.5　（152　）	110	5.25（9.10）
22	26.2　（45.5）	154	3.75（6.49）
33	17.5　（30.3）	220	2.62（4.55）
66	8.75（15.2）	275	2.16（3.64）
77	7.5　（13.0）	—	—

三相用　k（基本波電流）＝1/（受電電圧（kV）×$\sqrt{3}$）×10^3
〔注〕表中の（　）内は単相の時でk＝1/（受電電圧（kV））×10^3

表-3　ビル設備用インバータ等の稼働率（標準値）

設備種類	機器容量区分	インバータ運転等単体機器稼働率 k_1	k_2	k_3	k
空調機器	200 kW以下	0.55	1.0	1.0	0.55
	200 kW超過	0.60			0.60
衛生ポンプ	—	0.60	0.50	1.0	0.30
エレベータ		—			0.25
舞台調光器	主幹ブレーカ定格値を入力容量とする。	—			0.20
冷凍冷蔵機器	50 kW以下	0.60	1.0	1.0	0.60
UPS（6パルス）	200 kW以下	0.60	1.0	1.0	0.60
医療機器	—	実情による			
研究用機器					

〔注1〕インバータはコンデンサ平滑形とします。
〔注2〕k＝k_1×k_2×k_3

表-4　ビル設備における規模による補正率（標準値）

契約電力（kW）	補正率 β
300	1
500	0.9
1,000	0.85
2,000	0.8

各次数別の高調波流出電流（補正値）（mA）
＝各次数別の高調波流出電流合計値（mA）
×契約電力による補正率（β）
【備考】補正に当たっての注意点は以下の通りです。
a.契約電力の中間点については直線補間とします。
b.特別電力で受電するか、又は契約電力2,000 kWを超える需要家並びに特殊なビルの補正率は、需要率を考慮して、電力会社との協議により定めるものとします。

表-5　契約電力1kW当たりの高調波流出電流上限値（mA/kW）

受電電圧	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	23次超過
6.6 kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.90	0.76	0.70
22 kV	1.8	1.3	0.82	0.69	0.53	0.47	0.39	0.36
33 kV	1.2	0.86	0.55	0.46	0.35	0.32	0.26	0.24
66 kV	0.59	0.42	0.27	0.23	0.17	0.16	0.13	0.12
77 kV	0.50	0.36	0.23	0.19	0.15	0.13	0.11	0.10
110 kV	0.35	0.25	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.07
154 kV	0.25	0.18	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05
220 kV	0.17	0.12	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
275 kV	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03		0.02

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（交流フィルタ設置対策）」例

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	年　月　日
申込No.	
受付年月日	年　月　日

お客さま名義	○○工業	業　種	建材製造業	受電電圧	6.6 kV	契約電力	365 kW

ステップ1　高調波発生機器明細										ステップ2　高調波電流発生量算定									
高調波発生機器												次数別高調波流出電流（mA）							
No.	機　器　名　称	製造業者	形　式	定格容量 (kVA)	台数	合計 Pi (kVA)	回路分類細分No.	6パルス換算係数 Ki	6パルス等価容量 [Ki×Pi] (kVA)	受電電圧換算の定格電流値 [a×Pi] (mA)	機器最大稼働率 (%)	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
1	速度制御用インバータ	A社		18.0	1	18	31	3.4	61	1,575	100	1,024	646	134	121	68	49	41	28
2	速度制御用インバータ	A社		6.6	1	7	31	3.4	22	578	100	375	237	49	44	25	18	15	10
3	速度制御用インバータ	B社		13.0	1	13	31	3.4	44	1,138	100	739	466	97	88	49	35	30	20
4																			
17																			
18																			
						6パルス等価容量合計	Po		127	合　計		2,138	1,349	280	253	142	102	86	58
										対策要否判定		要	要	否	否	否	否	否	否

合計容量13 kVA×換算係数3.4=44 kVA

合計容量13 kVA×87.5 mA=1138 mA

電流1138 mA×稼働率1.00×高調波電流発生率 $\frac{65\ \%}{100}$ =739 mA

<記入方法>

ステップ 1

□高調波発生機器明細を記入する。回路分類細分No.等は資料1により記入する。

□回路分類細分No.が10である機器については、<様式ー3>の申告書を記入する。

□Po>50 kVA(6 kV受電)、300 kVA(22,33 kV受電)、2000 kVA(66 kV以上受電)

→ ステップ2へ　（そうでない場合は、ステップ2記入不要）

ステップ 2

□各次数について、流出電流>流出電流上限値ならば、

○構内に高調波を低減する設備がある場合・抑制対策を実施している場合 → 計算書（その2）へ　　○左記以外の場合 → 別途対策が必要です。

高調波流出電流上限値（契約電力kW当たりの高調波流出電流上限値×契約電力）

次　数	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
電流上限値（mA）	1,278	913	584	475	365	329	277	256

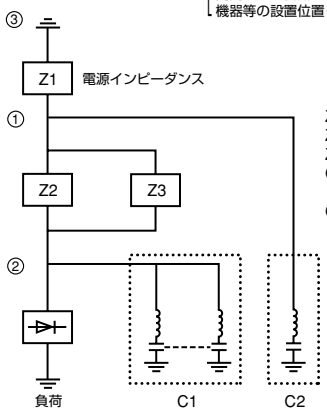
高調波発生機器からの高調波流出電流計算書（その2）

申込年月日	年　月　日
申込No.	
受付年月日	年　月　日

お客さま名義	○○工業	業　種	建材製造業	受電電圧	6.6 kV	契約電力	365 kW

構内単線結線図

［高調波発生機器、受電変圧器、高調波電流（分流）させる機器等の設置位置・諸元・電気定数等を明記すること。］



Z1：電源インピーダンス　j 6.7 %
Z2：変圧器　300 kVA　j 3.4 %
Z3：変圧器　300 kVA　j 3.4 %
C1：交流フィルタ　5次　35 kvar
7次　15 kvar
C2：高圧進相コンデンサ　150 kvar　L=6 %付

（注）○内数字は計算用節点番号です。

高調波流出電流の詳細計算

［高調波電流を低減する設備や、分流による抑制効果を考慮し、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。］

1. 計算法

計算は節点解析法(Nodal Analisis)による。節点解析法は回路網変数として基準点（接地点）に対する各接続点（節点）の電位をとり、各接続点ごとにキルヒホッフの法則を適用して平衡方程式をつくり、この連立方程式を解く方法である。節点の電位が求まれば各インピーダンスに流れる電流はオームの法則から求まる。

［Y］・［V］＝［I］

Y：アドミタンスマトリクス

V：電圧マトリクス

I ：電流マトリクス

2. 節点間のインピーダンスの周波数特性

①R, L 回路　　$R+jnX_L$

②R, L, C 回路　　$R+nX_L/Q+j\ (nX_L-X_C/n)$

ここに、n：高調波次数

R：抵抗　X_L：誘導性リアクタンス　X_C：容量性リアクタンス

Q：共振回路の尖鋭度

①回路は電源インピーダンス、ケーブル、変圧器、限流リアクトル等

②回路はコンデンサ回路及びフィルタ回路

次数	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
［1］	2,138	1,349	280	253	142	102	86	58
［2］	1,131	817	241	222	125	91	76	53
［3］	1,278	913	584	475	365	329	277	256
対策要否判定	否	否	否	否	否	否	否	否

※注　構内単線結線図、高調波流出電流の詳細計算が本様式により難い場合は、別添資料をつけることにより説明資料としてもよい。

［1］　計算書（その1）での高調波流出電流（mA）

［2］　低減効果を考慮した後の高調波流出電流（mA）

［3］　高調波流出電流上限値（mA）

<高調波対策要否判定>

□各次数について、低減効果を考慮した後の高調波流出電流 > 高調波流出上限値 → 追加対策要