

技術レポート9

高調波障害とその抑制について

平成8年8月

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会
設備保全部会

技術レポート 9

高調波障害とその抑制について

平成 8 年 8 月

目 次

はじめに.....	1 頁
I 高調波とその発生源.....	2
1. 高調波とは.....	2
2. 高調波の発生源.....	2
3. 高調波電流による系統への塑及効果.....	4
II 高調波障害とその対策.....	5
1. 高調波障害の発生状況.....	5
III 高調波抑制対策ガイドライン.....	7
1. 高調波抑制対策ガイドライン.....	7
2. 家電・汎用品のガイドラインの概要.....	8
3. 特定需要家のガイドラインの概要.....	8
IV 高調波ガイドラインの内容.....	8
1. 目 的.....	8
2. 適用範囲.....	9
3. 高調波電流の算出.....	11
4. 高調波流出電流の上限値.....	13
5. 高調波流出電流の抑制対策の実施.....	14
V 家電・汎用品のガイドラインの概要.....	15
1. 概要.....	15

2. 機器の分類（クラス分け）	15
3. 高調波電流発生限度値	16
4. 暫定的措置	17
5. その他	18
VI高調波抑制ガイドラインの運用	
1. ガイドラインの運用	19
2. 高調波発生機器のリストアップ	19
3. 既設ビルにおける高調波の試算方法	21
4. 試算例	22

高調波障害とその抑制について

はじめに

最近電力会社の配電系統に高調波による障害が増大して来ている。

これは近年のパワーエレクトロニクス機器の急速な普及によって、産業用機械、OA機器、家電製品などから発生する高調波電流による障害が顕在化してきている。

ビルの受電設備においても電力系統に接続される進相用コンデンサや直列リアクトル等の電気設備に焼損・過熱などの被害が目立ち始めている。

高調波による障害は、その予知が非常に難しく、障害が発生してから対応しているのが現状である。

しかも、障害事故が発生すると、原因の調査に多大の日時と労力を要し、その対策にも多額の費用がかかるケースが多い。

さらに、日常の点検整備に無関係に障害が発生するため、ややもするとビルオーナーに対し、誤解や不信感を抱かせることもある。

このような状況から、本テキストでは高調波とは何か、障害事例、対策法についてまとめている。

高調波問題は複雑難解な技術として、ややもすると専門家の手に委ねられがちであるが、ここでは現場技術者に理解して頂ける範囲の内容でとりまとめてあるので活用して頂きたい。

なお、高調波抑制ガイドライン通達の運用については次のとおりである。

- ・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
(平成6年9月) 通商産業省資源エネルギー庁公益事業部長 通達
- ・高調波抑制対策技術指針 平成7年6月5日 (社)日本電気協会
制定 電気技術基準調査委員会
平成7年10月 発行
- ・正式な運用開始(平成8年1月)

I. 高調波とその発生源

1. 高調波とは

高調波とは基本波（一般には電源の周波数で正弦波）の整数倍の周波数をもつものとされ、基本波と複数の高調波を合成したものをひずみ波と呼んでいる。（図 1.1, 図 1.2 参照）

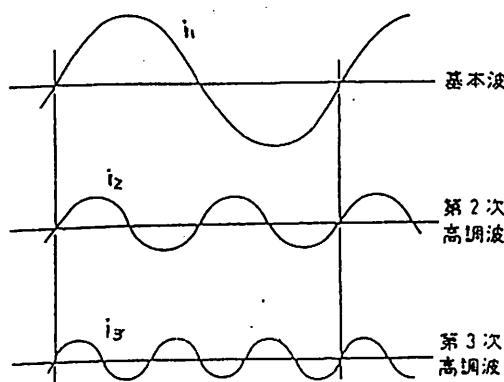


図 1.1 基本波と高調波

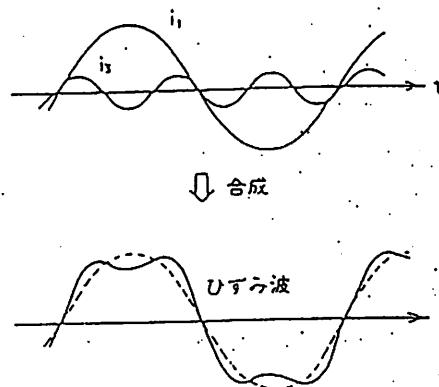


図 1.2 ひずみ波

ひずみ波は高調波領域の高調波 (kHz~MHz)まで含んでいるが、表 1.1 のように配電系統の高調波として取り扱うのは通常 40~50 次 ($\sim 3 \text{ kHz}$) どまりであり、一般的にランダムな様相を呈する高調波領域の問題とは性質が異なっている。例えばパソコンによる電波障害やノイズなどの問題は、機器のハード面に密着したローカルな問題であり、電力回路を対象とする高調波とはその影響、対応手段共に異なるものである。

表 1.1 高調波とノイズのちがい

項目	高 調 波	ノ イ ズ
周 波 数	通常 40~50 次、 3 kHz 以下	高周波 (約 10 kHz ~ MHz オーダー)
環 境	対線路・電源インピーダンス	対空間、距離、布線経路
定 量 的 把 握	理論計算が可能	ランダムに発生、定量的把握困難
発 生 量	負荷容量にほぼ比例	電流変化率による (高速スイッチングほど大)
被 害 機 器 の 耐 量	機器毎に規格で明記	メーカーの機器仕様によって異なる
対 策 例	リアクトル (L) をつける	距離 (ℓ) を拡げる

2. 高調波の発生源

高調波の発生源は、近年の半導体応用機器の急速な普及に伴い、商用電源、三相、単相で使用される各種の電子機器、電子装置の大半が該当する。

電気の需要家においても省エネルギー対策として、電力の効率的使用により、経済的な効果をもたらせている進相用コンデンサの運用において負荷変動に応じてコンデンサを開閉する力率制御方式が多く採用されるようになってきた。

又、最近ではパワーエレクトロニクス技術のめざましい発展に伴い生産設備機器、商業設備機器はもちろん、家電機器やOA機器に至る広範囲に半導体応用機器が普及してきている。

これらの半導体素子のスイッチング動作から発生する高調波が配電系統に流出して、電圧・電流のひずみを増大させ、各種機器に損傷や誤動作などの障害を発生している。

ビルの設備の中では、動力機器としては空調（エアコン・ファン、エアコン・コンプレッサ、冷温水及び冷却水ポンプ、冷却水補給ポンプ、ボイラ及び温水循環ポンプ類）、衛生（揚水・排水・雑排水・汚水・井水用ポンプ、給湯用ポンプ等）搬送機械（エレベータ、エスカレータ、立体駐車場昇降機等）舞台調光装置、冷凍・冷蔵機器、UPS（無停電電源装置：Uninterruptible Power System）等がある。

これら高調波発生機器のうち主なものをあげると次のとおりである。

(1) 汎用インバータ及びインバータ組込機器

近年、省エネルギーの有効な手段として急速な伸びを見せているのが汎用インバータやインバータ組込機器で、ビル設備では各所に使用されている。一方インバータ関係機器は、高調波発生率の高いものであることに注意する必要がある。

インバータの主な用途を示すと次のように分類される。

- (a) 空調設備用の各種送風機（空調用、換気用、冷却塔用等）の電動機の速度制御用（VAVシステム：Variable Air Volume System）のエアハンドリングユニットの送風機などに用いられる。
- (b) 冷却水、冷温水のポンプの速度制御、揚水装置の送水量制御
- (c) エレベータ巻上用電動機の速度制御、電力帰還制御用（VVVF）などがあげられる。

又、インバータ組込機器としては空調冷凍機の圧縮機駆動用電動機のインバータ方式のビルマルチ、パッケージエアコンの大容量の機器が該当する。

(2) UPS（無停電電源装置）

コンピュータ機器に良質で安定した電気を供給するために使用される半導体電力変換装置で、大型コンピュータはもとより、最近では小型機

にも多く使われている。

この装置は、商用のACをDCに変換して蓄電池に充電すると共に、DCとして再び定電圧、定周波数のACに変換するもので、従来からダイオードやサイリスタを用いたAC・DC変換の整流器として主に使用されていた。

このような機器は、高調波の発生率が高く、その影響が無視できなくなり、最近では高調波発生率の低い方式として大中容量機では AC・DCコンバータ部の12パルス化、中小容量機ではPWM化が図られつつある。（PWM：Pulse Width Modulation）

インバータやUPS等は整流回路から高調波が発生し、需要規模の増大するにつれて、その抑制対策の必要性が認識され、半導体回路技術の進歩に併せて対策がとられてきつつある。

UPSを例にとれば、当初のダイオード、又はサイリスタを用いたブリッジ整流方式、コンデンサインプット方式から多相整流方式へ、更に最近ではPWM方式と変遷を遂げているので、最近生産されているものは殆ど対策が講ぜられているものと見て差し支えない。

これに対して汎用のインバータについては、対策コストの上乗せが困難なため、当初から対策前のブリッジ整流、コンデンサインプット方式が主流を占めている。

又、エレベータ用のインバータについてはエレベータの容量、機能が多用化しているため、高級設備には既に対策後的方式が取られているが、低級品には依然として対策前的方式もあり、既設設備では、両者が混在しているものもあると考えられる。

(3) その他の高調波発生機器

照明器具の調光制御や、調理用加熱器の電力調整機能付きのものにはサイリスタ等を用いた電力変換装置（ACレギュレータ）が使用されており、高調波発生機器に該当する。

3. 高調波電流による系統への塑及効果

前述の機器等から発生する高調波は、需要家の変圧器を経て配電系統へ流出し、さらには送変電設備を経て発電機に達する事になる。（図1.3）

この間、高調波電流は、需要家の接続点の短絡インピーダンスを基礎として求められる高調波インピーダンスとの積に相当する高調波電圧降下を発生し、これによって需要家への正弦波供給電圧には、高調波電圧ひずみが含まれることになる。（図1.4）

この高調波電圧ひずみは、需要家の負荷機器にさまざまな障害を及ぼすが、中でも力率改善用及びその直列リクトルの過熱焼損が大部分を占めている。

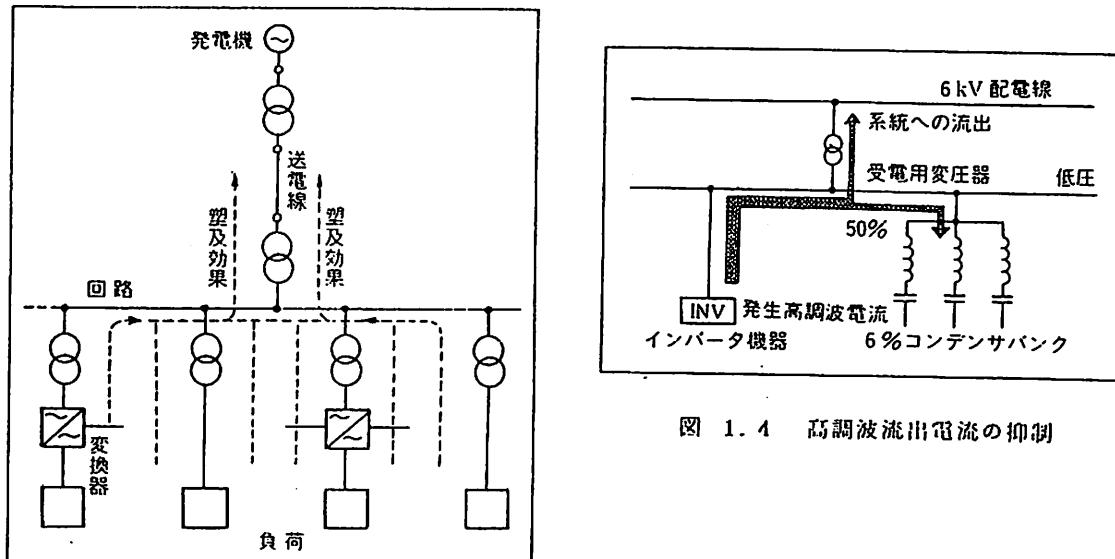


図 1.3 高調波電流による系統への湖及効果

図 1.4 高調波流出電流の抑制

II, 高調波障害とその対策

1. 高調波障害の発生状況

半導体を利用した家電、OA機器、産業用機械などから発生する高調波電流が、系統に連系される様々な電気設備に焼損、過熱等の障害を与えることが問題となっている。

(1) 高調波障害の発生状況

図 2.1に昭和54年から、62年度における障害の発生状況を示す。

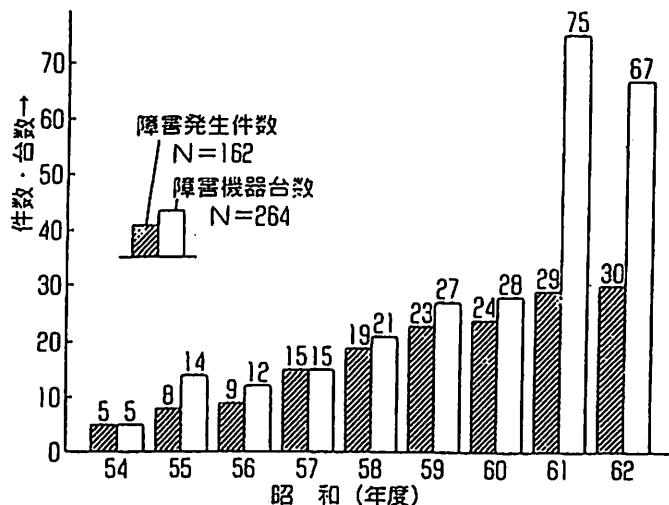


図 2.1 障害発生件数及び障害機器台数の年度推移

(2) 高調波障害の内容

高調波障害についての調査統計については、発生源の特定が難しいこともあり、一例をあげると次のようである。

高調波による障害発生機器と障害の様相は(図2.2)、及び機器ごとに受ける障害の様相(表2.1)、障害を受ける機器(表2.2)は次のとおりである。

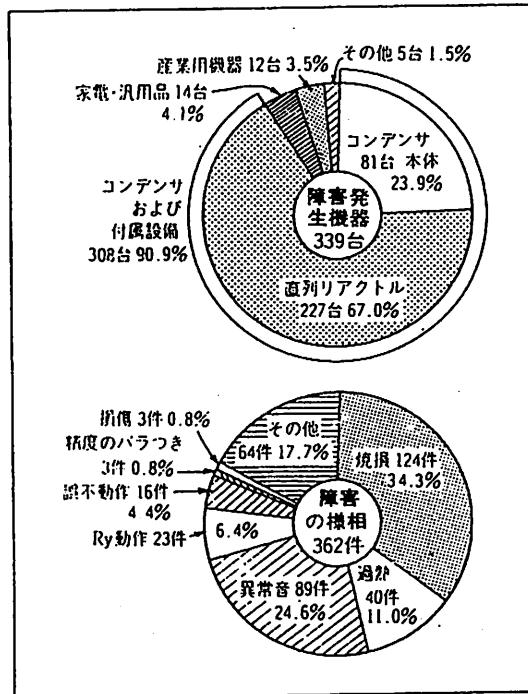


表2.1 障害の様相

障害機器	様相例
電力用コンデンサ	本体、直列リアクトル ヒューズ
モータ用ブレーカー、漏電遮断器	過大電流による溶断、誤動作
家電製品	ステレオテレビ
その他	モータエレベーター各種制御機 高調波フィルタ

表2.2 高調波障害の影響を受ける機器

機器	障害モード(注)	障害の現象	障害の影響
変圧器	①	過負荷、過熱、異常音(うなり)、振動	絶縁劣化—寿命短縮(焼損)
進相用コンデンサ	①	同上	同上
同上用リアクトル	①	同上	同上
三相4線ケーブル	①	中性線の過熱	同上
計器用変成器	③	測定精度の悪化	
電力量計	①	測定誤差	電流コイル焼損
配線用遮断器	①	誤動作	
漏電遮断器	?	誤動作	
負荷集中制御装置	③	受信器の誤動作	
過電流继電器	①、③	設定レベル誤差 誤動作	電流コイル焼損
電力ヒューズ	①	過熱	溶断

注:障害モード
 ① 高調波による過電流
 ② 高調波による誘導限界
 ③ 高調波による電圧波形ひずみ

(3) 高調波障害の発生源とその対策

特定需要家における高調波障害の発生源の特定とその対策を 図 . 2. 3 図 2. 4 に示す。

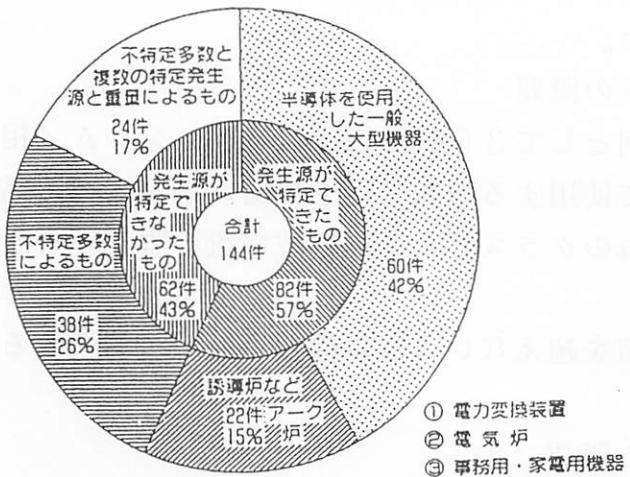


図 2.3 高調波発生源の特定

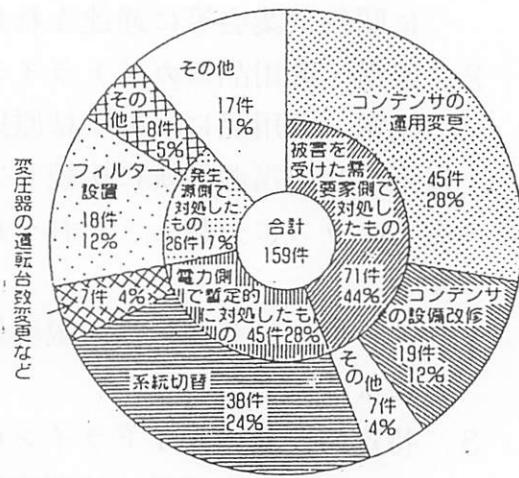


図 2.4 高調波障害対策

III. 高調波抑制対策ガイドライン

1. 高調波障害の概要については前述のとおりであるが、近年のパワーエレクトロニクス機器の目ざましい普及により、家電から電力系統にまで高調波障害が顕在化し、種々の障害を発生している。

このような状況の中で、家電・OA機器・産業用機械などから発生する高調波電流を抑制し、電力系統の電圧ひずみを低減するための対策が必要となり下記のような検討が行われてきた。

(1) 資源エネルギー庁「電力利用基盤強化懇談会とりまとめ」（昭和62年5月）

これは高調波電流による電力系統の電圧総合ひずみ率を 6.6 kV 配電系で 5 %、特別高圧系で 3 %抑えることが妥当（環境目標）

(2) (社)電気協同研究会高調波対策専門委員会「電力系統における高調波とその対策」（平成2年6月）

(1)の目標達成のために、国際的な整合性、高調波発生の寄与度などを考慮して、以下の目標を提示。

- ・家電・汎用品から発生する高調波電流を現状発生レベルの 25 % 抑制
- ・特定需要家（高圧又は特別高圧で受電する需要家）から発生する高調波電流を現状発生レベルの 50 % 抑制

(3) (社)日本電気協会が事務局を務める「電気用品調査委員会、電気技術基準調査委員会」で家電・汎用品、特定需要家向けの二つの高調波抑制対策ガイドラインの原案作成

この原案を踏まえて平成6年9月30日に制定・公表し、10月3日に関係工業会等に通達された。

2. 家電・汎用品のガイドラインの概要

家電・汎用品については原則として300V以下、かつ 20A／相以下で商用電源系統に接続して使用する電気・電子機器（家電・汎用品）を4クラスに分類し、それぞれのクラスごとに高調波電流の限度値を設定する。

メーカーは今後、その限度値を超えないように機器を設計・製造することになる。

3. 特定需要家のガイドラインの概要

原則として高圧又は特別高圧で受電する需要家において使用する高調波電流発生機器を対象とする。

高調波電流発生機器を使用する需要家について、受電電圧及び容量に応じて受電点における高調波電流発生量の上限値を設けている。（表.4.2参照）

需要家は今後、機器を新設又は更新する等の場合には、その上限値を超えないように高調波電流の抑制を施す（受電点での対応又は機器への対応）ことが必要である。

IV. 高調波ガイドラインの内容

1. 目的

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うえで、商用電力系統（以下「系統」という。）の高調波環境目標レベルをふまえて、系統から高圧又は特別高圧で受電する需要家において、その受電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ある。

[解説]

電力系統には、高調波電流を発生する機器と高調波電流により生じる電圧ひずみの影響を受けやすい機器など種々の電気機器や電気設備が接続されている。これらの機器の間でお互いに電気磁気的な影響を及ぼすことがなく、それぞれが正常に運転するようにするのが目的である。

一般に、電力系統における高調波電圧ひずみのレベルは、電力系統の中で場所、時間帯によっても大きく変化するため、ある確率分布で表される。

一方、電圧ひずみの影響を受ける機器についても、その種類や同一種類の中でも個々によって影響を受ける度合も異なってくる。従って、電圧ひずみに対する機器の強さを表す耐量レベルも確率分布で表され、図4.1にこの関係を表しており、二つの確率分布の重なり部分の中央値を一般に高調波両立性レベルと称している。

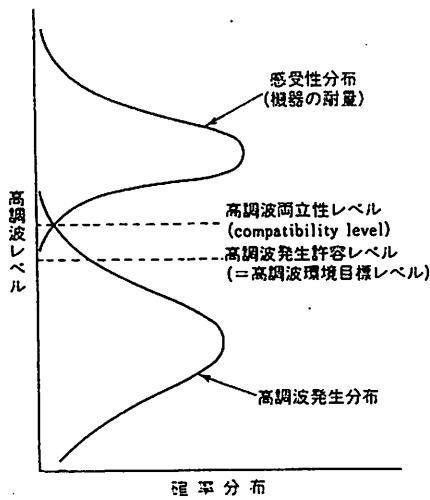


図 4.1 高調波環境目標レベルの位置付け

を抑制するための対策を行う際の技術要件を定めたものである。

ガイドラインは高調波両立性レベルにマージンをとって設定された高調波発生許容レベルである「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%)を維持するよう、高調波の

発生者である需要家が高調波電流の流出を抑制するための対策を行ったものである。

なお、本文に「電気事業法に基づく技術基準を遵守したうえで、」とあるのは、電気事業法に定められたことを遵守したうえで、保安確保の観点からこのガイドラインについても自主的に遵守することを求めている。

2. 適用範囲

(1) 本ガイドラインの適用対象となる需要家は、次のいずれかに該当する需要家（以下「特定需要家」という。）とする。

- ① 6.6 kVの系統から受電する需要家であって、その施設する高調波発生機器の種類ごとの高調波発生率を考慮した場合の容量（以下「等価容量」という。）の合計が50 kVAを超える需要家
- ② 22 kV又は33 kVの特別高圧の系統から受電する需要家であって、等価容量の合計が300 kVAを超える需要家
- ③ 66 kV以上の特別高圧の系統から受電する需要家であって、等価容量の合計が2,000 kVAを超える需要家

(2) (1) の等価容量を算出する場合に、対象とする高調波発生機器は、「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する。

(3) このガイドラインは、特定需要家が(2) に該当する高調波発生機器を新設、増設又は更新する等の場合に適用する。

なお、(2) に該当する高調波発生機器を新設、増設又は更新する等によって特定需要家に該当することになる場合においても適用するものとする。

[解 説]

このガイドラインの対象となるのは本文(3)に示されているように、新設又は既設の需要家であって高調波発生機器を新設、増設又は更新する等の場合に適用される。なお更新等の中には契約電力の変更も含まれる。

ここでいう等価容量とは、需要家が有する高調波発生機器の容量を、6 パルス電力変換装置が発生する高調波電流により生ずる需要家接続点での総合電圧ひずみ率と同等となるよう換算した値であり、次式で計算される。

$$P_e = \sum K_i \cdot P_i$$

P_e : 等価容量

P_i : 定格容量 [kVA]

K_i : 換算計数

i : 変換回路種別を示す数

換算係数 K_i は表 4.1 のように機器の回路種別ごとに与えられている。

表 4.1
換 算 係 数

回路種別	換算係数 K_i	主な利用例
1 三相ブリッジ	K11=1	・直流通電源
	K12=0.5	・電気化学
	K13=0.25	・その他一般
2 単相ブリッジ	K21=1.3	・交流式電気鉄道車両
	K22=0.65	
	K23=0.7	
3 三相ブリッジ (コンデンサ平滑)	K31=3.4	・汎用インバータ
	K32=1.8	・エレベーター
	K33=1.8	・冷凍空調機
	K34=1.4	・その他一般
4 単相ブリッジ (コンデンサ平滑)	K41=2.3	・汎用インバータ
	K42=0.35	・冷凍空調機 ・その他一般
5 自動三相ブリッジ (電圧型PWM制御) (電流型PWM制御)	K5=0	・無停電電源装置 ・通信用電源装置 ・エレベーター ・系統連系用分散電源
6 自動単相ブリッジ (電圧型PWM制御)	K6=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	K71=1.6	・無停電電源装置
	K72=0.3	・大型照明装置 ・加熱器
8 サイクロコンバータ	K81=1	・電動機(PE逆用、セメント用、交流式電気鉄道車両用)
	K82=0.5	
9 交流アーケート	K9=0.2	・製鋼用
10 その他の機器	K10: 中告値	――

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

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

* PWM: pulse width modulation

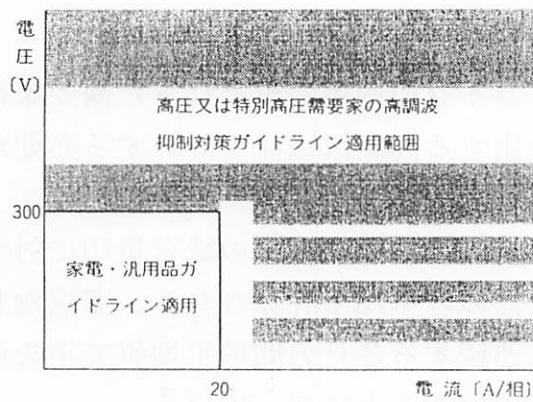


図 4.2 本ガイドラインの適用範囲

3. 高調波電流の算出

特定需要家から系統に流出する高調波電流の算出は次による。

- (1) 高調波流出電流は、高調波発生機器ごとの定格運転状態において発生する高調波電流を合計し、これに高調波発生機器の最大稼働率を乗じたものとする。
- (2) 高調波流出電流は、高調波の次数ごとに合計するものとする。（表 4.2 による）
- (3) 対象とする高調波の次数は 40 次以下とする。
- (4) 特定需要家の構内に高調波流出電流を低減する設備がある場合は、その低減効果を考慮することができるものとする。

表 4.2 個別機器の高調波電流発生量

1 三相ブリッジ

(単位：%)

次 数	5	7	11	13	17	19	23	25
6パルス変換装置	17.5	11.0	4.5	3.0	1.5	1.25	0.75	0.75
12パルス変換装置	2.0	1.5	4.5	3.0	0.2	0.15	0.75	0.75
24パルス変換装置	2.0	1.5	1.0	0.75	0.2	0.15	0.75	0.75

3 三相ブリッジ（コンデンサ平滑）

(単位：%)

次 数	5	7	11	13	17	19	23	25
リアクトルなし	65	41	8.5	7.7	4.3	3.1	2.6	1.8
リアクトルあり（交流側）	38	14.5	7.4	3.4	3.2	1.9	1.7	1.3
リアクトルあり（直流側）	30	13	8.4	5.0	4.7	3.2	3.0	2.2
リアクトルあり（交・直流側）	28	9.1	7.2	4.1	3.2	2.4	1.6	1.4

・交流側リアクトル：3%

・直流側リアクトル：蓄積エネルギーが0.08～0.15ms相当（100%負荷換算）

・平滑コンデンサ：蓄積エネルギーが15～30ms相当（100%負荷換算）

・負荷：100%

4 単相ブリッジ（コンデンサ平滑）

(単位：%)

次 数	5	7	11	13	17	19	23	25
リアクトルなし	50	24	5.1	4.0	1.5	1.4	—	—
リアクトルあり（交流側）	6.0	3.9	1.6	1.2	0.6	0.1	—	—

・交流側リアクトル：20%

・平滑コンデンサ：蓄積エネルギーが15～30ms相当（100%負荷換算）

・負荷：100%

（注1）回路分類、2. 7. 8. 9. は前記に沿って省略

（注2）回路分類、5. 6. は表4.1 換算係数の表において、
何れも $k = 0$ なるが故、高調波発生率は零となる。

また、家電・汎用高調波抑制対策ガイドラインの適用対象機器は等価容量や後述する高調波流出電流の計算対象機器から除外されることとなっている。（図4.2 参照）

〔解説〕

等価容量が限度値を超過してガイドラインの適用対象となった需要家は、本文の(1)~(4)により、電力系統に流出する高調波電流を計算する必要がある。本文で使用される用語は次のとおりである。

- ・最大稼働率：需要家が設置している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の容量比で計算される。実稼働している機器の容量は連続する30分間の平均値で年を通じて最大となる値を用いることになっている。

(図4.3に計算例を示す。)

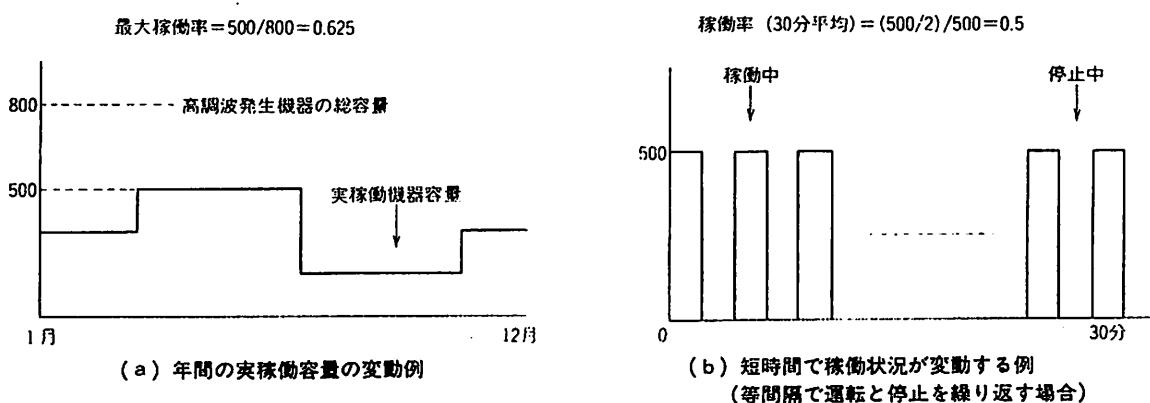


図 4.3 最大稼働率の算定方法

- ・計算対象次数：原則としては40次までのすべての次数について計算の対象となるが、高次の高調波が支障にならない場合は5, 7次調波のみ計算すればよいことになっている。
- ・低減効果：機器から発生した高調波電流は、電源側と需要家の構内機器のインピーダンス比に応じて電力系統に流出する。従って、同一需要家内に高調波を吸収しやすい装置（高調波のインピーダンスが小さい装置、例えばフィルタ等）がある場合は、系統に流出する高調波電流は低減する。このような需要家内での分流を考慮して流出電流を計算してよいことになっている。
このほか、△-Y結線の組み合わせによるキャンセル効果（条件付きではあるが系統を介しての△-Yの組み合わせも認められている。図4.4 参照）も考慮できるようになっている。

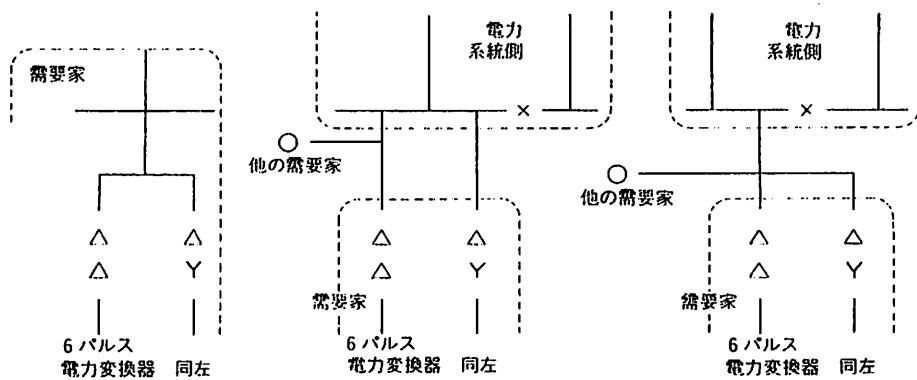


図 4.4 $\Delta - Y$ 接続の低減効果が適用される例（電力変換器の運転状態など条件あり）

4. 高調波流出電流の上限値

特定需要家から系統に流出する高調波流出電流の許容される上限値は、高長波の次数ごとに、表 4.3 に示す需要家の契約電力 1 kW 当りの高調波流出電流の上限値に当該需要家の契約電力（kW を単位とする。）を乗じた値とする。

表 4.3 契約電力 1 kW 当りの高調波流出電流上限値

(単位: mA/kW)

受電電圧	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	23次超過
6.6kV	3.5	2.5	1.6	1.3	1.0	0.9	0.76	0.70
22kV	1.8	1.3	0.82	0.69	0.53	0.47	0.39	0.36
33kV	1.2	0.86	0.55	0.46	0.35	0.32	0.26	0.24
66kV	0.59	0.42	0.27	0.23	0.17	0.16	0.13	0.12
77kV	0.50	0.36	0.23	0.19	0.15	0.13	0.11	0.10
110kV	0.35	0.25	0.16	0.13	0.10	0.09	0.07	0.07
154kV	0.25	0.18	0.11	0.09	0.07	0.06	0.05	0.05
220kV	0.17	0.12	0.08	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03
275kV	0.14	0.10	0.06	0.05	0.04	0.03	0.03	0.02

[解説]

特定需要家から系統に流出できる高調波電流の上限値は、表 4.3 の値に契約電力を乗じた値、すなわち契約電力に比例して決められる。

契約電力はその用途、規模に応じた種々の契約種別があり、デマンドの実量性を採用している需要家では設備内容の変更がなくても契約電力が変更される場合がある。

このため実量性を採用している需要家のガイドラインでいう契約電力は、契約設備電力を用いることになっている。又、時間帯別調整契約のように、同一需要家で複数の契約がある場合には、最大契約電力を用いる。

表4.2 の高調波流出電流の上限値は、電力協同研究会で検討された値が用いられており、今後の電力変換装置の普及動向を考慮して、将来の電力系統の高調波電圧ひずみを予測し、2010年まで高調波環境目標レベルを維持するために必要な上限値である。

5. 高調波流出電流の抑制対策の実施

特定需要家は前記 3. の高調波流出電流が、前記 4. の高調波流出電流の上限値を超える場合には、高調波流出電流を高調波流出電流の上限値以下となるよう必要な対策を講ずるものとする。

[解 説]

抑制対策として、機器単体で対策を講じる方法（多パルス化等）又は需要家から流出する高調波電流の総量をフィルタなどで抑制する方法などがあり、ガイドラインでは具体的な方策は明示していないため、需要家はコストなどを考慮して選択することができる。

現在、日本電気協会で検討中の技術指針では、高調波抑制の具体的な対策と、その設置に対する留意点について解説されることになっている。

又、設備の増設・更新時については、既設の他の機器・設備にまで遡及して対策を講じなくてもよいように、次の特例が設けられている。

① 下記の高調波流出電流発生上限値を満足する機器を採用した場合

当該高調波発生機器の高調波流出電流（ガイドラインに基づき算出したもの）が、ガイドラインの表4.3 の「契約電力」を当該高調波発生機器の「定格入力（kVAを単位とする。）」に置き換えて算出（低圧機器の場合は受電電圧 6.6 kV の欄の値を電圧換算したうえで適用）した高調波発生電流の上限値以下となる機器、又は回路を増設、又はこれに更新して施設する。

② 12パルス変換装置相当以上の機器又は回路（容量が極めて大きい変換器の場合を除く。）を増設又はこれを更新して施設する。

V. 家電・汎用品のガイドラインの概要

特定需要家に対する高調波ガイドラインは、IV. のとおりであるが、ここでは家電汎用品についてのガイドラインの概要について述べる。

1. 概 要

原則として300V以下、かつ20A／相以下で、商用電源系統に接続して使用する電気・電子機器（家電・汎用品）を対象とし、IEC（国際電気標準会議）規格を参考としており、高調波電流の限度値は、同規格が230V系を基に検討している限度値を我が国の100／200V系に換算し、同規格の230／100倍もしくは230／200倍という数値を適用することにしている。

なお、一部の機器については、我が国固有の事情で、同規格と差異を設けている。

対象機器を電気的な性格によって4つのクラスに分類し（図5.1参照）

それぞれのクラスごとに高調波電流の限度値を設けている。

メーカーはその限度値を越えないように機器を設計・製造することになる。

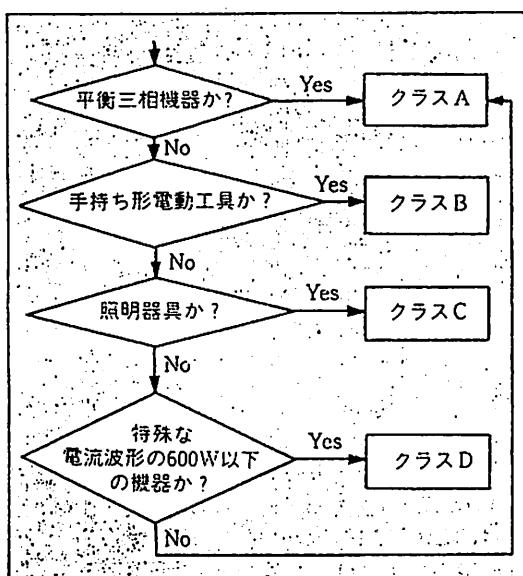


図 5.1 機器の分類（クラス分け）するフローチャート

2. 機器の分類（クラス分け）

機器の分類は図5.1により分類し、それぞれのクラスごとに高調波電流発生の限度値を適用する。

クラスA：平衡三相機器及び他のクラスに属さない総ての機器

クラスB：手持形電動工具

クラスC：照明機器

クラスD：図5.2で定められる「特殊な電流波形」の入力電流を持つ機器で、かつ、有効入力電力が600W以下の機器

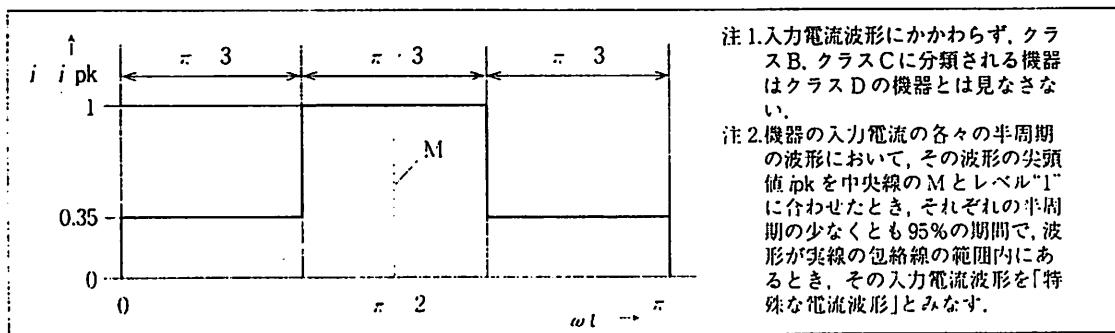


図 5.2 機器の入力電流波形を「特殊な電流波形」として定めるための
入力波形を当てはめる包絡線

3. 高調波電流発生限度値

各クラスごとの機器の高調波電流発生限度値（単位：A、各次数ごとの実効値）は、次のとおりである。

（注）Wは機器の有効入力電力値をワット（W）で表した値（測定方法はガイドラインの中で規定している。）

表 5.1 限 度 値 A

高調波次数 <i>n</i>	最大許容高調波電流 A [$\times (230/V_{nom})$]
奇数高調波	
3	2.30
5	1.14
7	0.77
9	0.40
11	0.33
13	0.21
$15 \leq n \leq 39$	$0.15 \times (15/n)$
偶数高調波	
2	1.08
4	0.43
6	0.30
$8 \leq n \leq 40$	$0.23 \times (8/n)$

表 5.2 限 度 値 C

高調波次数 <i>n</i>	照明装置の基本波入力電流の百分率として表される最大値[%]
偶数高調波	
2	2
奇数高調波	
3	$30 \times \lambda$ (注)
5	10
7	7
9	5
$11 \leq n \leq 39$	3

(注) λ は、回路の力率。

①クラスAの機器の入力電流の高調波は、表5.1に示される限度値Aの「最大許容高調波電流」を超えてはならない。

②クラスBの機器の入力電流の高調波は、表5.2に示される限度値Aの「最大許容高調波電流」の1.5倍の値を超えてはならない。

③クラスCの機器の入力電流の高調波は、表5.2に示される限度値Cの「基本波入力電流に対する百分率の最大値」を超えてはならない。

- ・有効入力電力35W以下の照明機器には、限度値を適用しない。

ただし、35W以下の電球形蛍光ランプについては、1998年1月1日までに限度値を定める。

- ・位相制御式以外の放電灯器具組込形装置の高調波電流は、調光レベ

表 5.3 限 度 値 D

高調波次数 <i>n</i>	電力比例限度値 [$\times (230/V_{nom})$] mA/W	最大許容高調波電流 [$\times (230/V_{nom})$] A
3	3.4	2.30
5	1.9	1.14
7	1.0	0.77
9	0.5	0.40
11	0.35	0.33
$13 \leq n \leq 39$	$3.85/n$	第1表による

表 5.4 暫定期間適用する限度値

高調波次数 <i>n</i>	600 W を超えるエアコンディショナ及び電子計算機の最大許容高調波電流 A [$\times (230/V_{nom})$]
奇数高調波	
3	$2.30 + 0.00283 (W - 600)$
5	$1.14 + 0.00108 (W - 600)$
7	$0.77 + 0.00083 (W - 600)$
9	$0.40 + 0.00033 (W - 600)$
11	$0.33 + 0.00025 (W - 600)$
13	$0.21 + 0.00022 (W - 600)$
$15 \leq n \leq 39$	$(0.15 + 0.00020 (W - 600)) \times (15/n)$
偶数高調波	
2	$1.08 + 0.00033 (W - 600)$
4	$0.43 + 0.00017 (W - 600)$
6	$0.30 + 0.00012 (W - 600)$
$8 \leq n \leq 40$	$(0.23 + 0.00009 (W - 600)) \times (8/n)$

(注) 限度値として「表の中の値 $\times (230/V_{nom})$ 」の計算値は、機器の定格電圧 (V_{nom}) が 220 V, 230 V, 240 V の電源系統以外の電圧の場合に適用する。機器の定格電圧が、電圧範囲で示される場合は、使用されることが可能な電力系統のすべての公称電圧を V_{nom} として各限度値を計算する(ただし、220 V, 230 V, 240 V の電源系統の場合は、 $V_{nom}=230$ [V] 一定とする)。

ルが最大のときの基本波電流値に、表 5.2 に定められる限度値 C の「基本波入力電流に対する百分率の最大値」から得られる値を乗じた電流値を超えてはならない。

(注) 独立型調光装置、白熱灯器具組込形装置、位相制御式の放電灯器具組み込み装置には、限度値を適用しない。

・一つの照明器具に種々のランプ制御装置が組み込まれ、適用すべき限度値の表が複数にわたる場合には、原則として個々のランプ制御装置ごとに測定し、おのおのの限度値が適用される。

④クラス D の機器の入力電流の高調波は、表 5.3 に示される限度値 D の「電力比例限度値及び最大許容高調波電流」の値を超えてはならない。

(注) 照明機器を除く入力電力 50 W 以下の機器には、限度値を適用しない。

4. 暫定期間適用する限度値

① クラス A の機器に対する限度値

- ・ 600 W を超えるエアコンディショナ及び電子計算機については、1992年12月31日まで表 5.4 の限度値を適用する。なお、暫定期間終了時にはこれを見直すこととする。
- ・ 分速 10 枚未満の複写機については、1999年12月31日まで限度値を適用しない。なお、暫定期間終了時にはこれを見直すこととする。

②クラスCの機器にたいする限度値

1998年1月1日まで、照明機器で図5.2の「特殊な電流波形」を有する家庭で使用する機器の高調波電流は、表5.3に示される限度値Dを適用する。

③クラスDの機器に対する限度値

照明機器を除く入力電力75W以下の機器には、2000年12月31日まで限度値を適用しない。

5. その 他

ガイドラインでは、高調波電流の測定方法など、上述のほか詳細な運用について規定している。

VI. 高調波抑制ガイドラインの運用

1. ガイドラインの運用

(1) 高調波問題は、従来は需要家設備の被害防止の立場で障害対策が進められてきた。

障害事故は年々増加しているものの未だ全体の一部の範囲に止まっており、設備管理者が手を下さずに済ませるケースが多い。

今回のガイドラインは、今までと異なり、高圧及び特高需要家にあっては、同一受電設備内の機器から発生する高調波流出電流の抑制義務が生じたことである。

特に流出電流のガイドライン上限値は、今まで高調波事故を起こした場合の高調波流入電流値をかなり下回る値に設定されており、従ってガイドラインの適用該当ケースが格段に増加するようと思われる。

(2) このガイドラインの実施対象と対策が適用される時期は、高調波機器の総等価容量が一定基準を超える需要家（特定需要家）の新設、増設、更新時からとなっている。

従って、実際問題としてはビルの省エネ化、インテリジェント化等のモダニゼーションに伴うエレクトロニクス機器の増設、更新や契約電力の変更の場合と、テナント側のコンピュータ、OA設備関連の増設、更新等の時期が主に該当するものと思われる。

(3) 今回のガイドライン制定により、高調波抑制対策は需要家（ビルオーナー）に課せられるため、電気主任技術者が中心となって、専門的な内容をよく理解した上で、その運用に関しオーナー側の認識と理解を得て、サポートして行くことが大切である。

そのためには、当該ビルの高調波発生機器の設置状況をよく調査し、特定需要家に該当するか否かの有無やガイドラインに沿った一連の検討を行って自家設備の好調は電流の流出レベルを把握することが必要である。

2. 高調波発生機器のリストアップ

ガイドラインの対象となる高調波発生機器は、前述のとおりで商用電源三相、単相電流の使用される各種の電子機器、電子装置の大半が該当する。

ガイドラインの規定では、需要家設備で使用される高調波発生機器の総等価容量が、規定値を超過する場合に特定需要家の適用を受けることになる。

適用を受けた特定需要家では、高調波発生機器の新・増設、更新の場合、ガイドラインに沿った手法に基づき、受電点の高調波流出電流値を計算し、規定値を上回るときは対策を講ずることになっている。

既設設備で、現状維持ならば何もしなくてよいことになるが、ビルの運用・利用形態から見て、機器の増設はいずれありうると見るべきであり、従ってそのような事態に備えて考慮しておく必要がある。

それには、同一受電設備内に設置された高調波発生機器を調査把握し、その等価容量を算出して、特定需要家に該当するか否かを検討することである。

(1) リストアップ

リストアップに際しては前述のとおり同一受電設備における固有の使用機器だけでなく、テナントの使用機器まで含めて調査しなければならない。

調査項目としては次のとおりである。

(イ)機器の名称、製造者名、製造年月、型式、用途、所有者

(ロ)機器の定格電圧、定格容量、台数等

(ハ)高調波発生機器の最大稼働率

(ニ)該当機器の回路種別

注1：(ハ)項の最大稼働率とは「高調波発生機器の総容量に対する実稼働している機器が最大となる容量の比とする。 実稼働している機器の容量は、30分間の平均値とする。」と定義されている。

2：(ニ)項の回路種別は等価容量の算定や、高調波発生率の計算に大きくかかわるので重要な要素である。 ただし、回路種別については公表されていないケースが大半であるので、直接製造元に問い合わせることになる。 この場合(イ)、(ロ)の諸元を示して正しい紹介を受けること。

(2) 回路種別

回路種別はガイドライン付属書第1表（表4.1参照）に分類されているが、これが高調波発生率を左右する要素である。

この表中の回路種別とは具体的にどのような回路構成であるか、又、それぞれどのようなメカニズムで発生したり、或は抑制されるかを理解する必要がある。

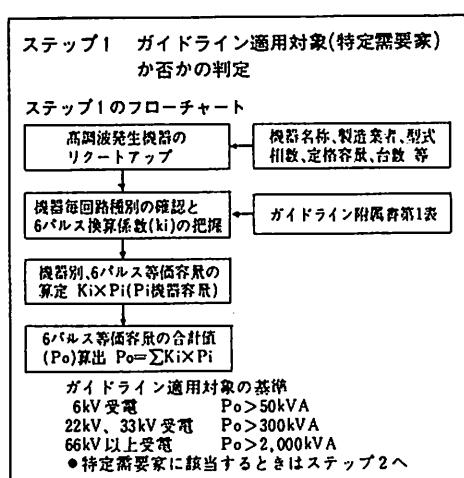
表4.1を見ると、回路分類が10項目に分類され、ビルの電気設備でこれに該当する高調波発生機器は、概ね1, 3, 4, 5, 6, 7項の方式のものに含まれていると考えて良い。又、表では回路種別毎の換算係数が

数値化されている。

この係数は、6パルス変換装置要領に換算するために定められた値であり、各設備容量に換算係数を乗じて等価容量を算出するときに使用される。換算係数が小さいものほど相対的に高調波発生率が減少し、逆に大きくなるほど発生率が増大する。

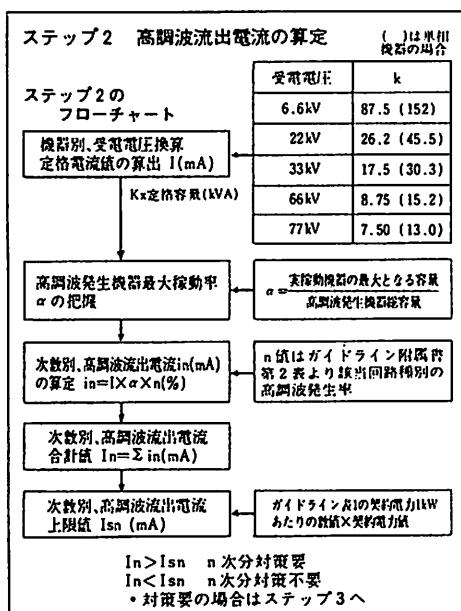
3. 既設ビルにおける高調波の試算方法

計算手順としては、以下に述べるように ステップ1. ステップ2. ステップ3. の順序で計算チェックを行い、特定需要家の該当の有無、及び、高調波対策の要否を判定するものである。



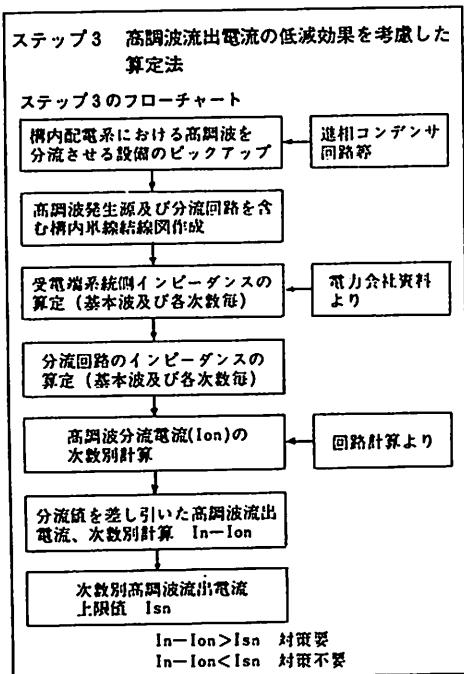
・ステップ1.

ステップ1. のフローチャートに沿って、各機器ごとの等価容量の合計値を算出し、ガイドラインの適用対象の需要家に該当するか否かの判定を行う。その結果、該当する場合にはステップ2. に進む。



・ステップ2.

ステップ2. のフローチャートに従い、各機器別、受電電圧換算定格電流値の算出、高調波発生機器最大稼働率の把握、次数別高調波流出電流合計値と、各次数別流出電流上限値を求め、比較して、上回ればステップ3. に進む。



・ステップ3.

配電設備の中に高調波流出電流を低減する設備があるか否か、ある場合にはそれによる吸収効果やキャンセル効果を念頭に置いた低減電流の計算を高調波次数別に行う。

その算出値をステップ2. で求めた流出電流から差し引いた下値を、規定値と比較して、上限を上回るか否か、即ち対策措置が必要か否かの最終判定を行うことになる。

注：表中の用語で次のものは本書では、下記のとおり読み替えるものとする。

- ・ガイドライン付属書第1表：表4.1 換算係数
- ・ガイドライン付属書第2表：表4.2 個別機器の好調は電流発生量

4. 試算例

高調波障害についてガイドラインにより試算を行う場合には、前述の各ステップに合わせて「高調波発生機器からの流出電流計算書」（その1）及び（その2）を使用して高調波対策の要否を判定する。

計算例を次に示すが、計算途中で電力会社に受電点における系統インピーダンスの問い合わせや、コンデンサ、リアクトル等の各機器の特性についてメーカーに依頼して調査等を行わなければならない。

<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	年 月 日
申込No.	
受付年月日	年 月 日

お客様名義	業種	受電電圧	6.6 kV	契約電力	195 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									
No.	機器名称	製造業者	形式	定格容量 (KVA)	台数	合計容量 (KVA)	回路 分類	6パルス 換算 等価容量 (KVA)	6パルス 換算 等価容量 (KVA)	受電電圧	機器最大 稼働率 (%)	次数別高調波電流発生量 (mA)							
												5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
1	ELV			9.74	1	9.74	32	1.8	18	852	25	81	31	16	7	7	4	4	3
2	空調機5.5kW			6.88	7	48.16	32	1.8	87	4214	55	881	336	172	79	74	44	39	30
3						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
4						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
5						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
6						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
7						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
8						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
9						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
10						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
11						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
12						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
13						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
14						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
15						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0
16						0		0	0			0	0	0	0	0	0	0	0

<記入方法>

6パルス等価容量合計 Po	104	機器発生量合計	962	367	187	86	81	48	43	33
---------------	-----	---------	-----	-----	-----	----	----	----	----	----

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-3>の申告書を記入する。
- $P_o > 50\text{KVA}$ (6KV受電), 300KVA (22, 33KV受電), 2000KVA (66KV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)

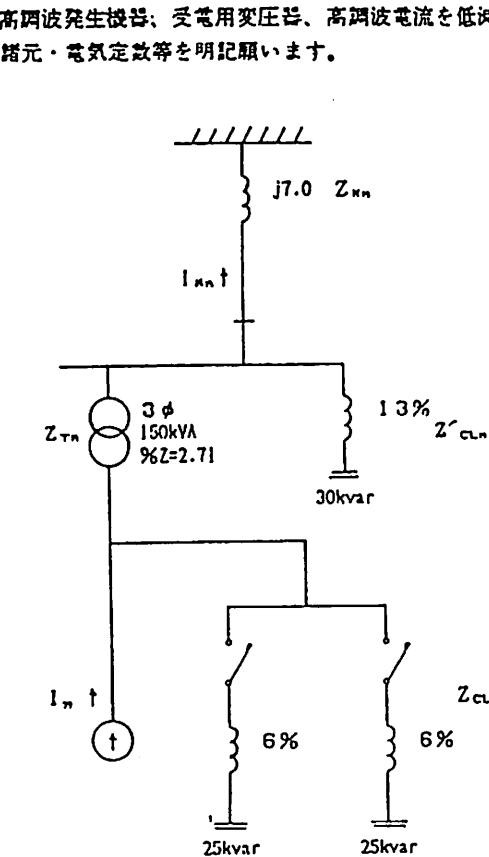
対策要否判定	要	否	否	否	否	否	否	否
高調波流出電流上限値(契約kW当り高調波流出上限値 × 契約電力)								
次 数	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
電流上限値(mA)	683	488	312	254	195	176	148	137

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
受付 No.	
受付年月日	年 月 日

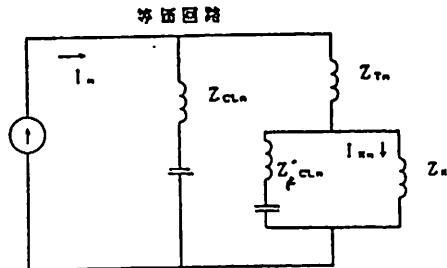
お客様名	業種	受電電圧	6.6 kV	契約(設備)電力	195 kW
------	----	------	--------	----------	--------

構内単線接続図



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、分流による抑制対策効果を考慮し、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して下さい。



$$I_{nH} = \frac{Z_{CLn}}{Z_{CLn} + Z_{Tn} + Z_{Hn}} \cdot \frac{Z'_{CLn}}{Z'_{CLn} + Z_{Hn}} \cdot I_n$$

$$Z_{CLn} = 0.7 \cdot 1(\Omega), Z_{Tn} = 39.3(\Omega), Z'_{CLn} = 653(\Omega), Z_{Hn} = 1.525(\Omega)$$

$$I_{nH} = \frac{0.7 \cdot 1}{0.7 \cdot 1 + 39.3 + \frac{653 \cdot 1.525}{653 + 1.525}} \times \frac{653}{653 + 1.525} \times 962 \\ = 654(\text{mA})$$

	次	次	次	次	次	次	次	次
計算書(その1)での高調波流出電流(mA)	962							
対策効果を考慮した後の高調波流出電流(mA)	654							
高調波流出電流上限値(mA)	683							
対策要否判定	○							

*注 構内単線接続図、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いただいても結構です。

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が高調波流出電流上限値を超過した場合は、追加対策が必要となります。

主任技術者	TEL
工事会社	担当 TEL

高調波発生機器からの高調波流出電流計算書（その1）

お客様名義	Aビル	業種	—	受電電圧	6.6kV	契約電力	870kW
-------	-----	----	---	------	-------	------	-------

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				相数	定格容量 (kVA)	台数	合計容量 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 換算定格 電流値 (mA)	機器最大 稼働率 (%)	次数別高調波流出電流 (mA) 〔定格電流値×稼働率×高調波電流発生率〕								
No.	機器名称	製造 業者	型式										5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	
1	インバータ	M社		3	12	16	192	32	1.8	345.6	16,800	60	3,830	1,401	745	342					
2	〃	〃		3	17	4	68	32	1.8	122.4	5,950	60	1,356	516	264	121					
3	エレベーター	H社		3	50	4	200	5	0	0											
4	〃	〃		3	60	1	60	31	3.4	204	5,250	25	851	538	111	101					
5																					
6																					
7																					
								6パルス等価容量合計 Po	672	合 計	6,037	2,512	1,120	564							
								対策要否判定		要	要	否	否	否	否	否	否	否	否	否	

〈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.等は計算資料により記入する。
- 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。
- P o > 50kVA (6kV受電), 300kVA (22.33kV受電), 2000kVA (66kV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
 - 上記以外の場合→ 別途対策要

次 数	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次
電流上限値 (mA)	3,045	2,175	1,392	1,131	870	783	609	

高調波発生機器からの高調波流出電流計算書（その2）

お客さま名義	Aビル	業種	—	受電電圧	6.6kV	契約電力	870kW
--------	-----	----	---	------	-------	------	-------

構内単線結線図	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(分流)させる機器等の設置・諸元・電気定数等を明記すること。</p> <p>条件</p> <ul style="list-style-type: none"> ○高調波発生機器は定電流源にみなす。 ○一般負荷のインピーダンスは無限大とみなす。 (分流効果に関係ない部分は省略して構いません。) 	<p>高調波電流を低減する設備や、分流による抑制対策効果を考慮し、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。</p> <p>力率改善用コンデンサによる 流出電流抑制効果</p> <p>○力率改善用コンデンサのインピーダンス(pu, 10MVAベース)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>コンデンサ</th> <th>リアクトル</th> <th>総インピーダンス</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>基本波 $-j \frac{10,000}{516} = -j 19.38$</td> <td>$-j 19.38 \times 0.13 = 2.52$</td> <td>$-j 16.86$</td> </tr> <tr> <td>第5調波 $-j \frac{19.38}{5} = -j 3.87$</td> <td>$-j 2.52 \times 5 = 12.60$</td> <td>$j 8.73$</td> </tr> <tr> <td>第7調波 $-j \frac{19.38}{7} = -j 2.76$</td> <td>$-j 2.52 \times 7 = 17.64$</td> <td>$j 14.88$</td> </tr> </tbody> </table> <p>○流出電流</p> $I_{s0} = E_s \times \frac{8.73}{0.35 + 8.73} = 0.96 I_s, \quad \text{第11調波 } j 25.96$ $I_{70} = I_7 \times \frac{14.88}{0.35 + 14.88} = 0.977 I_7,$ $I_{110} = I_{11} \times \frac{25.96}{0.35 + 25.96} = 0.988 I_{11}$ <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>5次</th> <th>7次</th> <th>11次</th> <th>13次</th> <th>17次</th> <th>19次</th> <th>23次</th> <th>25次</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>計算値(その1)での高調波流出電流(mA)</td> <td>6,037</td> <td>2,512</td> <td>1,120</td> <td>564</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>低減効果を考慮した後の高調波流出電流(mA)</td> <td>5,795</td> <td>2,454</td> <td>1,106</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>高調波流出電流上限値 (mA)</td> <td>3,045</td> <td>2,175</td> <td>1,392</td> <td>1,131</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>対策要否判定</td> <td>要</td> <td>要</td> <td>否</td> <td>否</td> <td>否</td> <td>否</td> <td>否</td> <td>否</td> </tr> </tbody> </table>	コンデンサ	リアクトル	総インピーダンス	基本波 $-j \frac{10,000}{516} = -j 19.38$	$-j 19.38 \times 0.13 = 2.52$	$-j 16.86$	第5調波 $-j \frac{19.38}{5} = -j 3.87$	$-j 2.52 \times 5 = 12.60$	$j 8.73$	第7調波 $-j \frac{19.38}{7} = -j 2.76$	$-j 2.52 \times 7 = 17.64$	$j 14.88$		5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次	計算値(その1)での高調波流出電流(mA)	6,037	2,512	1,120	564					低減効果を考慮した後の高調波流出電流(mA)	5,795	2,454	1,106						高調波流出電流上限値 (mA)	3,045	2,175	1,392	1,131					対策要否判定	要	要	否	否	否	否	否	否
コンデンサ	リアクトル	総インピーダンス																																																								
基本波 $-j \frac{10,000}{516} = -j 19.38$	$-j 19.38 \times 0.13 = 2.52$	$-j 16.86$																																																								
第5調波 $-j \frac{19.38}{5} = -j 3.87$	$-j 2.52 \times 5 = 12.60$	$j 8.73$																																																								
第7調波 $-j \frac{19.38}{7} = -j 2.76$	$-j 2.52 \times 7 = 17.64$	$j 14.88$																																																								
	5次	7次	11次	13次	17次	19次	23次	25次																																																		
計算値(その1)での高調波流出電流(mA)	6,037	2,512	1,120	564																																																						
低減効果を考慮した後の高調波流出電流(mA)	5,795	2,454	1,106																																																							
高調波流出電流上限値 (mA)	3,045	2,175	1,392	1,131																																																						
対策要否判定	要	要	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良い。

〈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 > 高調波流出電流上限値 → 追加対策要

〈参考文献〉 B E E、電気と工事、設備と管理、その他

本書は、下記の設備保全部会委員により作成されました。

部会長 戸石 泰司

副部会長 安江 貞夫

担当委員（リーダー） 脇坂伊佐夫

担当委員 西内 清

社団法人 大阪ビルメンテナンス協会

531 大阪市北区中津1丁目2番19号

(新清風ビル 5F)

TEL(06)372-9120 FAX(06)372-9145