

パッケージエアコンにおける 電源高調波対策ガイドブック

2015年6月版

三菱電機株式会社

©2015 Mitsubishi Electric Corporation

はじめに

近年は環境保全から省エネ性の要求が高まっております。

それによりインバーター制御を始めとするエレクトロニクス対応電気機器が急増してきましたが、一方でそれらから発生した高調波電流が電力系統に流れ込み、電気機器に様々な障害を与える高調波問題がクローズアップされてきました。

そこで、平成6年9月には当時の通産省資源エネルギー庁公益事業部長通達で、需要家の守るべき基準として「高圧又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」が示され（現在は経済産業省の原子力安全・保安院より同内容のガイドラインが発行されています）、平成7年10月に（社）日本電気協会により制定された「高調波抑制対策技術指針」が平成25年10月に改定されるなど、継続的に高調波問題に取り組む必要があります。こうした状況において当社は省エネ性の追求と高調波問題の回避を両立し、業界トップクラスの省エネ性・高信頼性を実現するため、シングル圧縮機方式を採用した製品開発に取り組んでおります。

シングル圧縮機方式には以下のような利点があります。

- ①1台の圧縮機をインバーターで駆動するため、完全な連続容量制御が可能である
そのため、複数の圧縮機を切換え使用する際の圧縮機のON/OFFロス等がない
- ②複数台の圧縮機を使用する方式に比べて冷媒回路がシンプルとなり信頼性が高い
- ③機器の軽量化、床面積の縮小に伴う省設置スペース化が図れる

高調波対策として、当社インバーター機種については全てDCL(直流リアクトル)を標準で内蔵し、「JIS C61000-3-2」に準拠しており機器単体としては電源高調波に対して問題ないレベルと考えております。

一方、特定需要家において、「高圧又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」を越えるケースがあり、それらに対してはガイドラインをクリアする為にアクティブフィルター(別売部品)を用意しております。

上述平成25年10月の高調波抑制対策技術指針の改定では、最近の高調波対策技術を踏まえると共に、直列リアクトル付進相コンデンサを設置する場合の高調波流出電流低減効果に関する内容を追加するなど、受電設備における対策により適合判定が簡素化される内容も明確化しています。

本電源高調波対策ガイドブックは、上述の改定内容を反映したものとなっており、高圧または特別高圧で受電する需要家への高調波規制が継続する中、より効率のよい高調波対策をご提案させていただきます。

技術的な詳細内容に関しましては、下記参考文献②を当社まで資料請求いただき、あわせてご活用いただければ幸いです。

<参考文献>

- ①「高調波抑制対策技術指針」(電機技術指針 高調波編) JEAG 9702-2013
編集:電機技術基準調査委員会 発行:(社)日本電気協会 改定日:平成25年10月8日
- ②「高調波抑制対策技術指針と高調波対策の検討の仕方」 XCHN96X800-A
編集・発行:三菱電機株式会社機器事業部 発行日:平成8年1月20日
- ③「高調波流出電流計算書の書き方」
編集:EMC委員会 発行:(社)日本冷凍空調工業会 発行日:98年4月

1. 電源高調波対応の考え方

高調波とは、図1に示すような基本周波数(50Hz/60Hz)の整数倍の周波数を持つ波のことです。

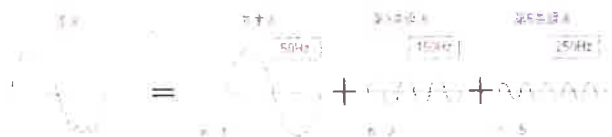


図1: 波形(歪み波) = 基本波 + 整数倍の周波数 (n=2, 3, 4, 5...)

電源高調波は電源電圧および電流波形の高調波成分のことですが、周波数が比較的低いため、一般に言う電磁波(ラジオノイズ)とは異なり、空中を電波として伝搬して機器に影響するのではなく、電源線を通して電力設備等に対し、主として熱的影響を与えます。

熱的な影響は電源設備の許容範囲内であれば、問題になりません。

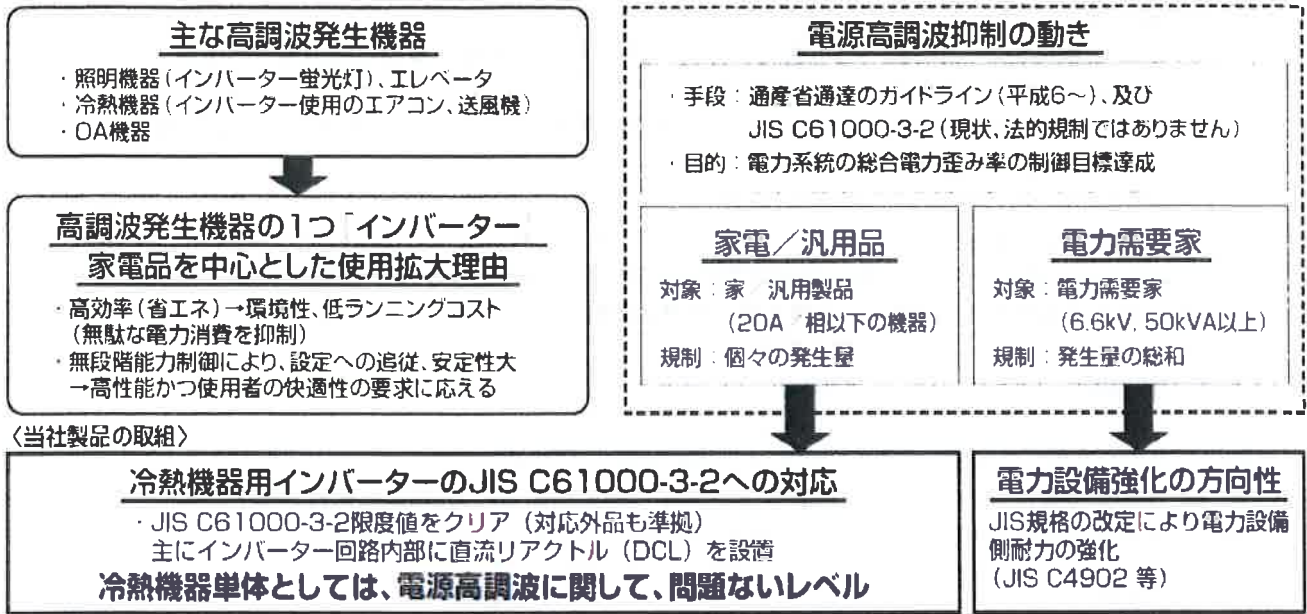
問題発生は家庭および電力需要家からの電源高調波の重畳により電力系統の電源電圧の歪みが想定を超えることで顕在化します。

そこで平成6年、当時の通産省からガイドラインが通達され、製品個別及び電力需要家に対し、流出する電源電流に含まれる高調波成分を一定値以下にするよう指導されております。

ガイドラインは、電力系統の電圧歪みを一定レベル以下にすることを目的とした指導であり、現状は法的規制ではありません。

当社冷熱機器におけるインバーターに関しても、以降に示す対応の手順を理解いただくことにより、地球環境問題を考えたエネルギー効率性(省エネルギー性)と高調波ガイドライン適応の両立が可能と考えております。

当社冷熱機器:空調機<ビル用マルチエアコン、パッケージエアコン>、低温機器、チラー、給湯器



※次ページ「関連ガイドラインへの対応」に続く

冷熱機器用インバーターの「電力需要家」関連ガイドラインへの対応

高調波抑制対策技術指針の改定に伴い、高調波抑制対策の合否判定が一部簡素化されました。（ 部）

以下手順により、インバーターの優位性維持と、ガイドライン対応の両立が可能です。
各段階において、当社営業窓口に御相談いただければ、適切な対応を提案させていただきます。

(1) 高調波ガイドラインの内容理解:2項をご参照ください。
(2) 高調波抑制対策検討要否判定:3項をご参照ください。

・以下の条件Ⅰ～Ⅳを全て満足していれば、その時点で検討終了(対策不要)となります。〈対策検討の簡素化〉

| | |
|-----------------------|-----------------------------|
| Ⅰ. 高圧受電 | Ⅱ. ビル (※) |
| Ⅲ. 進相コンデンサが全て直列リアクトル付 | Ⅳ. 換算係数 $K_i=1.8$ を超過する機器なし |

(※)・・・ビルとは、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・病院などの建物のことをいいます

・4条件のうちいずれか一つでも満足しない場合は次の(3)に進みます。

(3) 高調波発生量計算:3.1項をご参照ください。

・上記条件Ⅰ・Ⅲを満足していれば、計算結果に低減係数が適用できます。〈対策要否判定の緩和〉

| | |
|---------------------------|--|
| 第1ステップ(等価容量による判定)..... | 条件Ⅰ・Ⅲを満足していれば、等価容量に対して低減係数(0.9)が適用できます |
| 第2ステップ(高調波流出電流による判定)..... | 条件Ⅰ・Ⅲを満足していれば、高調波流出電流に対して低減係数(第5次 0.7、第7次 0.9)が適用できます。 |

・条件Ⅰ・Ⅲのいずれか片方でも満足しない場合は第1ステップ・第2ステップともに低減係数は適用されません。

(4) (3)で高調波抑制対策が必要となった場合の対策検討:3.2項をご参照ください。

2. 高調波抑制対策ガイドライン値

高調波抑制に関する規格には、大きく2つあります。

(1)「日本工業規格 JIS C61000-3-2」(電磁両立性—第3—2部: 限度値—高調波電流発生限度値 (1相当りの入力電流が20A以下の機器))

(2)「高圧又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」(原子力安全・保安院発行) 以下に、それぞれの概要を説明します。

(a) 日本工業規格 JIS C61000-3-2

(電磁両立性—第3—2部: 限度値—高調波電流発生限度値 (1相当りの入力電流が20A以下の機器))

目的: 不特定の需要家から発生する高調波の発生量を抑制。

対象: 300V、20A/相以下の電気・電子機器

* 当社冷熱機器は、本ガイドラインには準拠していません。

(b) 高圧又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

目的: 高調波環境レベルを維持。(高調波電圧歪み率: 6.6kV系統、5% 特別高圧系統、3%)

対象: 受電電流と高調波発生機器の「等価容量[kVA]」により定められる特定需要家

| 受電電圧 [kV] | 対象等価容量 [kVA] |
|------------|--------------|
| 6.6kV系統 | 50kVA超 |
| 22又は33kV系統 | 300kVA超 |
| 66kV以上の系統 | 2000kVA超 |

対象機器:

上記(a)の対象機器を除いた高調波発生機器
ガイドライン値:

契約電力1kW当たりの高調波流出電流上限値 [mA/kW]を次ページに記します。

表1: 特定需要家カイトライン・高圧における契約電力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 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 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 |

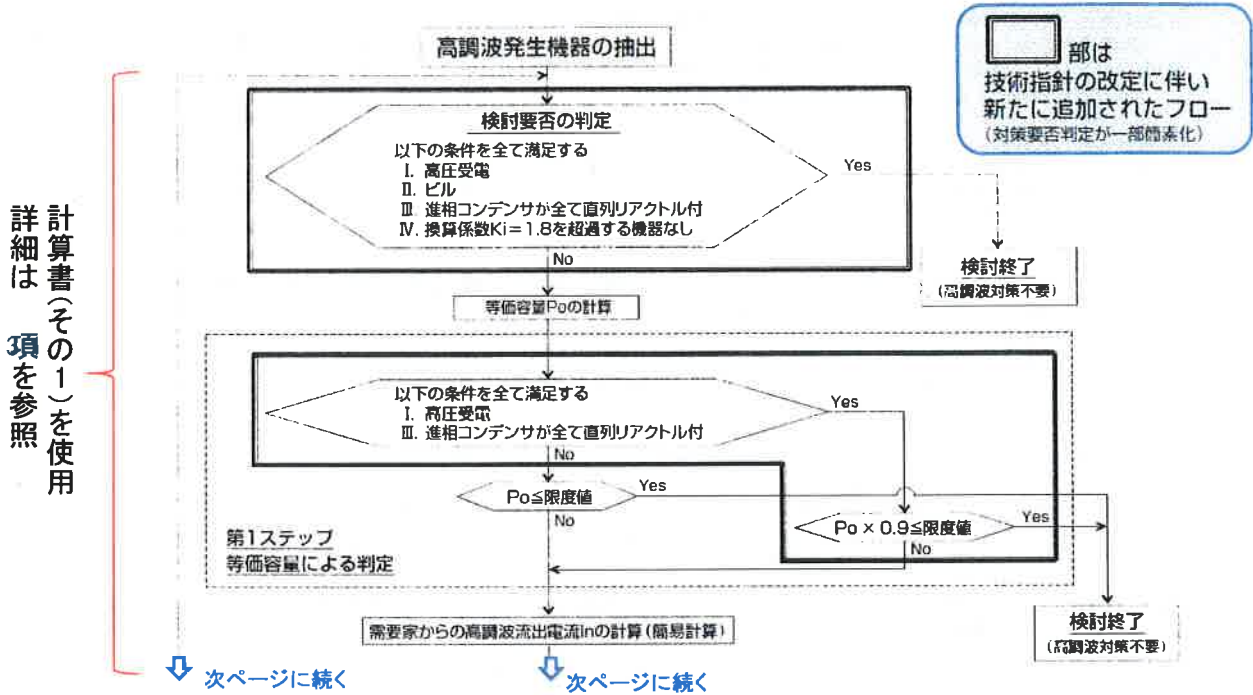
対象次数: 40次まで。ただし、特段の支障とならない場合は5次および7次のみで可 (電源高調波抑制対策ガイドライン附属書による)

2)の特定需要家向けのガイドラインを補足、補完する民間の技術指針として「高調波抑制対策技術指針」((社)日本電気協会発行)が平成7年に制定され、平成25年に改定されました。

技術指針の改定により高調波抑制対策の合否判定が簡素化される場合があり、その内容も含め、3項にて高調波抑制対策の検討方法について説明します。

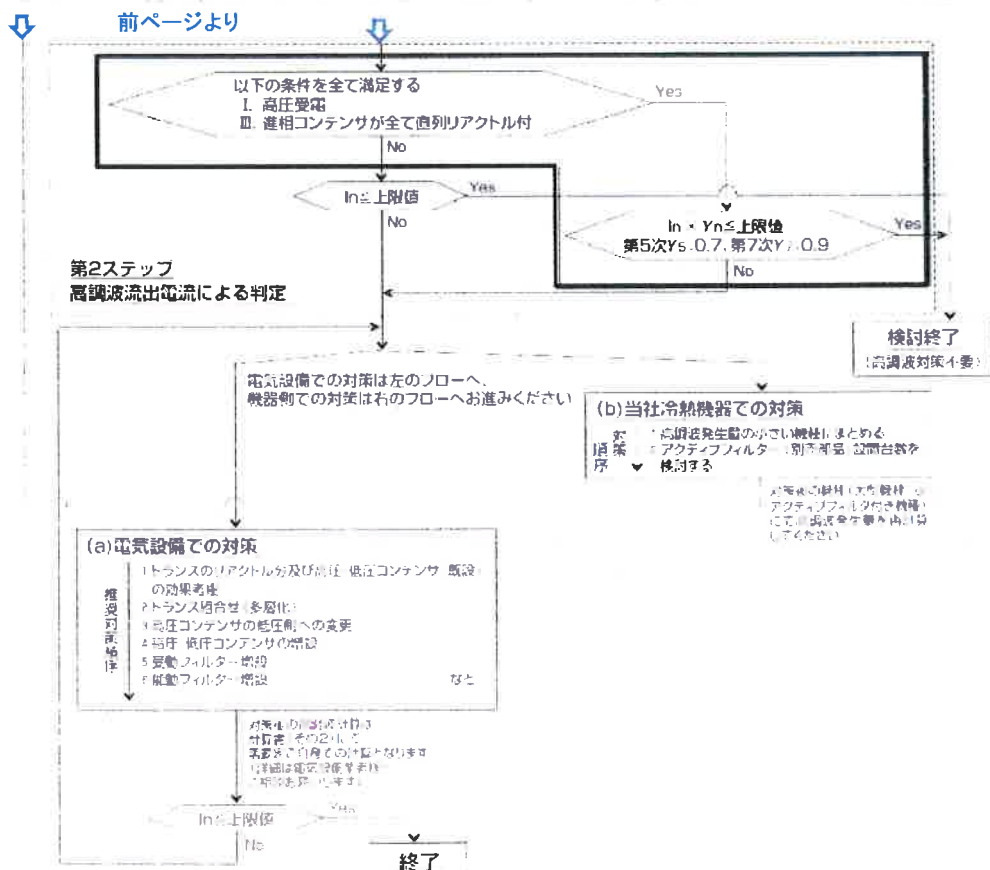
3. 高調波抑制対策

高調波発生量の計算から高調波抑制対策までの検討手順は、以下のフローチャートようになります。
3.1で高調波発生量計算方法、3.2で高調波抑制対策方法について説明します



計算書(その1)を使用
詳細は3.1項を参照

計算書(その2)を使用
詳細は3.2項を参照



3.1. 当社冷熱機器に関する高調波発生量計算手法

特定需要家としての高調波の総発生量は、表3、表4(P13,14参照)のとおり「高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その1)」フォームで計算します。当社パッケージエアコンの計算例を示します。

第1ステップ：高調波発生機器明細の記入

- (1) 受電電圧、契約電力相当値。通常は電力会社との契約電力を記入。
「自家発電機を有する需要家」の場合は、電力会社との協議により決定した高調波流出電流の上限値に基づく契約電力相当値を記入。
(2) 補正係数(β)：業種がビル設備の場合は、表2の通り機器稼働率の契約電力に対する補正率を記入。
(契約電力中間値は、直線補間)その他設備の場合は1を記入。

表2：ビル設備の契約電力に対する補正率

| 契約電力 | 300kW | 500kW | 1000kW | 2000kW |
|------|-------|-------|--------|--------|
| 補正率β | 1 | 0.9 | 0.85 | 0.8 |

※2000kWを超える需要家は電力会社との協議必要

- (3) 機器名称：空調機
(4) 製造業者：三菱電機
(5) 形式：表5の機種名を記入
(6) 定格容量[kVA]：表5(P15参照)の定格容量P[kVA]の値を記入
(7) 台数：各物件による
(8) 合計容量P[i kVA]：((6) 定格容量の値) × ((7) 台数の値)を計算し、記入
(9) 回路分類：表5の回路種別分類番号の値を記入 *回路分類番号=10の場合、表6「高調波発生機器制作者申告書」要
(10) 6パルス換算係数：表5 (P15参照)の6パルス換算係数の値を記入
(11) 以下の4条件の該当有無を記入

- I. 高圧受電
II. ビル(主たる使用機器が空調や照明等である事務所・ホテル・店舗・学校・病院等の建物)
III. 進相コンデンサが全て直列リアクトル付
IV. 6パルス換算係数が1.8を超過する機器なし
I～IV全て該当する場合は、ここまでの記入内容を電力会社に提出するのみでその他の対応は不要。
1つでも該当しないものがあれば、続けて(12)以降を記入。

- (12) 6パルス等価容量[kVA]：((8) 合計容量の数値) × ((10) 6パルス換算係数の数値)を計算し、記入
【当社冷熱機器および他の高調波発生機器について同様に記入する。】

- (13) 6パルス等価容量合計Po：(12) 6パルス等価容量の数値を全ての高調波発生機器について合計

(11)の4条件のうちIとIIIともに該当する場合は、低減係数0.9を掛ける。
ここで(13) 6パルス等価容量合計Po(条件IとIIIともに該当の場合はPo×0.9)が以下の限度値を超える場合、第2ステップへ進む。
限度値を超えない場合は、特定需要家向け電源高調波対策ガイドラインの適用外となるため、ここまでの計算を電力会社に提出するのみでその他の対応は不要。
限度値：50kVA(6.6kV受電)、300kVA(22kV,33kV受電)、2000kVA(66kV以上受電)

第2ステップ：高調波電流発生量算定

- (14) 受電電圧換算定格電流値[mA]：(8) 合計容量P[i kVA] × $\frac{1000}{\sqrt{3} \times \text{受電電圧 [kV]}}$ を計算し、記入

- (15) 機器最大稼働率：標準値空調機器55%、チリングユニット、業務用エコキュート55%、冷凍冷蔵機器60%

- (16) 次数別高調波流出電流[mA]：(14) 受電電圧換算定格電流値[mA] × (15) 機器最大稼働率[%] × 高調波発生率[%]を計算し記入
高調波発生率[%]：表5(P15参照)の各機種において基本波に対する高調波電流発生率[%]の数値

- (17) 小計：(16) 次数別高調波発生電流の数値を全ての高調波発生機器について次数毎に合計

- (18) 合計：((17) 小計の数値) × ((2) 補正係数(β))を次数毎に計算し、記入

- (11)の4条件のうちIとIIIともに該当する場合は、さらに低減係数γnを掛ける。

※低減係数γnは右表を参照

| | 低減係数γn |
|-------|----------|
| 5次 | γ5 = 0.7 |
| 7次 | γ7 = 0.7 |
| 11次以降 | γ11 = 1 |

- (19) 高調波流出電流上限値：表1の高調波流出上限値 × (1) 契約電力を計算し記入

- (20) 対策要否判定：(18) 合計値(条件IとIIIともに該当の場合は合計値 × γn)と(19) 高調波流出電流上限値を比較し「要」、「否」記入

当社冷熱機器の高調波発生量および高調波発生機器制作者申告書は弊社販売窓口からお取り寄せください。

※高調波発生機器制作者申請書例を表6(P16参照)に示します。

又、電源容量をいただければ当社冷熱機器分についての計算書作成支援を受け賜っています。

表3: 高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その1) (例1: 条件I~IV全て該当の場合)

<様式-1>

| | | | | | | | |
|-----------|-----|------|-------|-----------------------|--------|-------|-------|
| 御 需 要 家 名 | 業 種 | 受電電圧 | 6.6kV | 契約電力相当値 ¹⁾ | 1000kW | 申込年月日 | 年 月 日 |
| | | | | 補正係数 ²⁾ | 0.850 | 申込No. | |
| | | | | | | 受付年月日 | 年 月 日 |

| 第1ステップ | | | | | | | | | | 第2ステップ | | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---|---|
| No | 高調波発生機器 | | | 2 定格容量 [kVA] | 3 台 数 (7) | 4=2X: 定格入力 合計容量 P1 [kVA] | 5 回路種別 分類番号 (9) | 6 6/10kV 等価容量 換算係数 Ki | 7=4X: 6/10kV 等価容量 K(X)Pi [kVA] | 8 定格入力 電流 [mA] | 9 最 大 稼働率 K (%) | 11=9X高調波発生量X15 高調波流出電流 (mA) | | | | | | | | | |
| | (3) | (4) | (5) | | | | | | | | | 6次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | 25次 | | |
| 1 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P280DMG2 | 9.94 | 5 | 80 | 33 | 110.8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 2 | 空調機 | 三菱電機 | PURY-P335DMG2 | 11.60 | 8 | 30 | 33 | 1.8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 3 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P450DMG2 | 16.70 | 7 | 116.90 | 33 | 1.8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 4 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P560DMG2 | 22.60 | 4 | 90.40 | 10 | 1.8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 5 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P630SDMG2 | 22.20 | 4 | 88.80 | 33 | 1.8 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| <記入方法> | | | | | | 8=Σ7 | 合計Po | — | 12 | 合計In | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 第1ステップ | | | | | | 9=8X0.9(かつ10に該当する場合) | — | 13=12Xβ | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 第2ステップ検討要否判定 | | | | | | 限度値 [kVA] | — | 14=13XY | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | |
| 対策要否判定 | | | | | | 要 | 否 | 対策要否判定 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | |

15=契約電力相当値1kW当たりの高調波流出電流の上限値X1

| 次 数 | 5次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | 25次 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 上限値 (mA) | 3,500 | 2,500 | 1,600 | 1,300 | 1,000 | 900 | 760 | 700 |

注: (I) 高調波発生機器を全て抽出し、必要事項を記入する。
 (II) 回路種別分類記号が10である機器について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。
 (III) 次のI~IVのうち、該当条件にチェックマークを記入する。
 (IV) 高圧受電: 21kV以上、20kV未満のコンテナが全て直列リアクトル付
 (V) 換算係数Ki=1.8を超過する機器なし
 (VI) I~IV全てに該当する場合は、7以降の検討は不要。
 (VII) I~IVに該当する場合は、低減係数0.9を適用し、8を計算する。
 (VIII) 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。
 (IX) Po(8)かつPi(6)に該当する場合は、8<Po<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次および第7次とする。
 I~IVに該当する場合は、低減係数Y1(Y2=0.7,Y3=0.9,Y4以降は1.0)を適用し、14を計算する。
 高調波流出電流:13(かつPiに該当する場合は14)>高調波流出電流の上限値(15)となる場合は、指針202-1の2の「4」高調波流出電流の詳細計算と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、低減係数を適用できないため、14ではなく13の値をもとに検討する。

表4: 高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その1) (例2: 条件IIIが該当しない場合)

<様式-1>

| | | | | | | | |
|-----------|-----|------|-------|-----------------------|--------|-------|-------|
| 御 需 要 家 名 | 業 種 | 受電電圧 | 6.6kV | 契約電力相当値 ¹⁾ | 1000kW | 申込年月日 | 年 月 日 |
| | | | | 補正係数 ²⁾ | 0.850 | 申込No. | |
| | | | | | | 受付年月日 | 年 月 日 |

| 第1ステップ | | | | | | | | | | 第2ステップ | | | | | | | | | | |
|--------------|---------|------|----------------|--------------------|-----------------|--------------------------------------|--------------------------|-----------------------------------|--|-------------------------|-----------------------------|--------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|---|
| No | 高調波発生機器 | | | 2 定格容量 [kVA] | 3 台 数 (7) | 4=2X: 定格入力 合計容量 P1 [kVA] | 5 回路種別 分類番号 (9) | 6 6/10kV 等価容量 換算係数 Ki | 7=4X: 6/10kV 等価容量 K(X)Pi [kVA] | 8 定格入力 電流 [mA] | 9 最 大 稼働率 K (%) | 11=9X高調波発生量X15 高調波流出電流 (mA) | | | | | | | | |
| | (3) | (4) | (5) | | | | | | | | | 6次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | 25次 | |
| 1 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P280DMG2 | 9.94 | 5 | 80 | 33 | 110.8 | — | — | — | 717.4 | 310.9 | 200.9 | 119.6 | 112.4 | 76.5 | 71.7 | 52.6 | |
| 2 | 空調機 | 三菱電機 | PURY-P335DMG2 | 11.60 | 8 | 30 | 33 | 1.8 | — | — | — | 1339.5 | 580.4 | 375.1 | 223.2 | 209.9 | 142.9 | 133.9 | 98.2 | |
| 3 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P450DMG2 | 16.70 | 7 | 116.90 | 33 | 1.8 | 210.4 | 10,226 | 55 | 1687.9 | 731.2 | 472.4 | 281.2 | 264.3 | 180.0 | 168.7 | 123.7 | |
| 4 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P560DMG2 | 22.60 | 4 | 90.40 | 10 | 1.8 | 162.7 | 7,908 | 55 | 913.4 | 608.9 | 387.1 | 313.2 | 247.9 | 174.0 | 160.9 | 104.4 | |
| 5 | 空調機 | 三菱電機 | PUHY-P630SDMG2 | 22.20 | 4 | 88.80 | 33 | 1.8 | 159.8 | 7,768 | 55 | 1281.7 | 555.4 | 358.9 | 213.6 | 200.8 | 136.7 | 128.2 | 94.0 | |
| <記入方法> | | | | | | 8=Σ7 | 合計Po | 789.4 | 12 | 合計In | 17 | 5939.9 | 2786.8 | 1794.4 | 1150.8 | 1035.9 | 710.1 | 663.4 | 472.9 | |
| 第1ステップ | | | | | | 9=8X0.9(かつ10に該当する場合) | — | 13=12Xβ | 18 | 5048.4 | 2368.8 | 1525.2 | 978.2 | 880.0 | 603.6 | 563.9 | 402.0 | | | |
| 第2ステップ検討要否判定 | | | | | | 限度値 [kVA] | 50 | 14=13XY | 19 | 3533.9 | 2131.9 | 1525.2 | 978.2 | 880.0 | 603.6 | 563.9 | 402.0 | | | |
| 対策要否判定 | | | | | | 要 | 否 | 対策要否判定 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 | 要 | 否 |

15=契約電力相当値1kW当たりの高調波流出電流の上限値X1

| 次 数 | 5次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | 25次 |
|----------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-----|-----|
| 上限値 (mA) | 3,500 | 2,500 | 1,600 | 1,300 | 1,000 | 900 | 760 | 700 |

注: (I) 高調波発生機器を全て抽出し、必要事項を記入する。
 (II) 回路種別分類記号が10である機器について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。
 (III) 次のI~IVのうち、該当条件にチェックマークを記入する。
 (IV) 高圧受電: 21kV以上、20kV未満のコンテナが全て直列リアクトル付
 (V) 換算係数Ki=1.8を超過する機器なし
 (VI) I~IV全てに該当する場合は、7以降の検討は不要。
 (VII) I~IVに該当する場合は、低減係数0.9を適用し、8を計算する。
 (VIII) 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。
 (IX) Po(8)かつPi(6)に該当する場合は、8<Po<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次および第7次とする。
 I~IVに該当する場合は、低減係数Y1(Y2=0.7,Y3=0.9,Y4以降は1.0)を適用し、14を計算する。
 高調波流出電流:13(かつPiに該当する場合は14)>高調波流出電流の上限値(15)となる場合は、指針202-1の2の「4」高調波流出電流の詳細計算と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、低減係数を適用できないため、14ではなく13の値をもとに検討する。

「要」の場合には、アクティブフィルタでの高調波対策が必要になります。
 ※設備全体での対策も可能です。
 高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その2)で検討。

表5:シティマルチY GRの高調波発生量(冷房又は暖房の少なくとも一方の標準運転電流が20A超の機器)

標準の高調波発生量

| 名称 | 機種名 | 機器定格 | | 回路種別 分類番号 K** | 6パルス 換算係数 Ki | 等価容量 P*Ki [kVA] | 基本波電流に対する高調波電流発生率[%] | | | | | | | | 駆動構成 | 申告書 |
|--------------------------------------|---------------|--------------|-----------|---------------------|--------------------|-----------------------|----------------------|----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|---------------------|-----|
| | | 容量 P[kVA] | 電流 [A] | | | | 5 | 7 | 11 | 13 | 17 | 19 | 23 | 25 | | |
| シティマルチ YGR (標準シリーズ) (R410A) | PUHY-P224DMG2 | 7.27 | 21.0 | 33 | 1.8 | 13.1 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 | インバータ 室外機圧縮機+ファン | 不要 |
| | PUHY-P280DMG2 | 9.94 | 28.7 | 33 | 1.8 | 17.9 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 | | 不要 |
| | PUHY-P335DMG2 | 11.6 | 33.4 | 33 | 1.8 | 20.9 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 | | 不要 |
| | PUHY-P400DMG2 | 15.0 | 43.4 | 33 | 1.8 | 27.0 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 | | 不要 |
| | PUHY-P450DMG2 | 16.7 | 48.2 | 33 | 1.8 | 30.1 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 | | 不要 |
| | PUHY-P500DMG2 | 20.1 | 58.0 | 10 | 1.9 | 38.2 | 23 | 15 | 9.0 | 7.2 | 5.8 | 3.9 | 3.7 | 2.3 | | 添付 |
| | PUHY-P560DMG2 | 22.6 | 65.2 | 10 | 1.8 | 40.7 | 21 | 14 | 8.9 | 7.2 | 4.7 | 4.0 | 3.7 | 2.4 | | 添付 |

*定格容量は冷房、暖房定格値の平均を示します。

表6の高調波発生機器製作者申告書を添付

表6:高調波発生機器製作者申告書

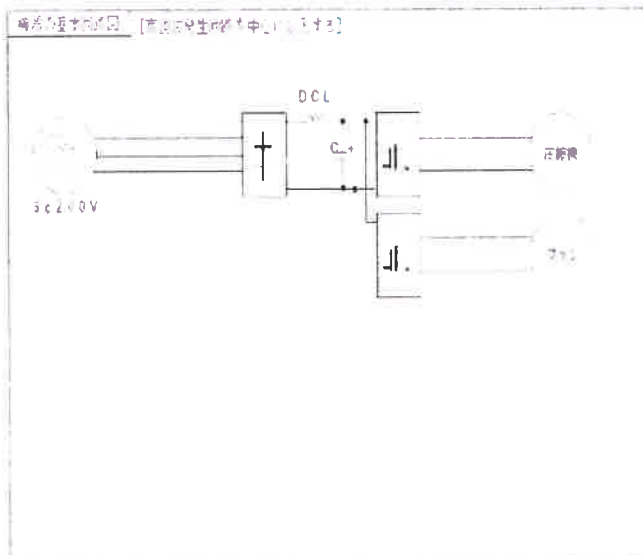
| | | | |
|-----------|---------------|-----------|--|
| 高調波発生機器名称 | PUHY-P560DMG2 | 解決時期(年/月) | |
|-----------|---------------|-----------|--|

| | |
|-----------|--|
| 機外仕様と基礎仕様 | |
| 名称 | |

| | | | |
|-------|---|---|---|
| 申請年月日 | 年 | 月 | 日 |
| 申込No | | | |
| 発行年月日 | 年 | 月 | 日 |

| | | | |
|---------|---------------|-----------|---------------|
| 高調波発生機器 | | | |
| 製造番号 | 機種名 | 定格容量(kVA) | 定格電圧 |
| 二重電機 機 | PUHY-P560DMG2 | 22.6 | 3200V/50/60Hz |

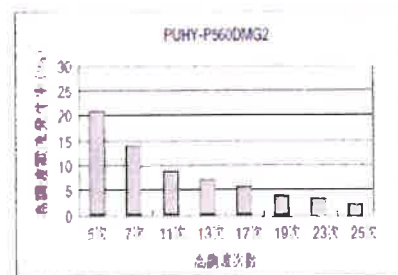
| | | | | | | | | | |
|----------------------|----|----|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|-----|
| 基本波電流に対する高調波電流発生率[%] | | | | | | | | 6パルス換算係数 Ki | |
| 次数 | 5次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | | 25次 |
| 発生率[%] | 21 | 14 | 8.9 | 7.2 | 5.7 | 4.0 | 3.7 | 2.4 | 1.8 |



6パルスの換算係数Kiは以下のとおりとする

$$Ki = \frac{1}{2} \ln \frac{5.7}{1.8} = 1.8$$

高調波発生機器の発生率表を添付する(別添付)



3.2. 高圧又は特別高圧で受電する需要家の高調波抑制対策方法

高調波発生量の計算により対策が必要と判断された場合、対策を考え、「高調波発生機器からの高調波流出電流計算書その2」フォームを作成する必要があります。

「高圧又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」は、前述のように需要家単位の抑制のため、電気設備としての対策を指向していますが、高調波電流発生源である機器側の対策もおろそかにすることは出来ません。

ここでは、(a)電気設備での対策と、(b)当社冷熱機器での対策、に分けて説明します。

(a) 電気設備での対策

電気設備では、既存の変圧器、6%リアクトル付進相コンデンサ等にも高調波低減効果があるため、設備増設・変更の検討の前に、既存設備効果の再検討を実施することが重要です。

以下に、主な対策部品を効果別に示します。

(イ) 吸収効果

- ・発電機、電動機などの回転機
- ・力率改善用コンデンサ(直列リアクトル付: 高圧側/低圧側)
- ・受動フィルター(LCRフィルター: リアクトル、コンデンサ、抵抗器を組み合わせた機器)

(ロ) キャンセル効果

- ・変圧器の組合せ(Y-ΔとΔ-Δ、Y-YとY-Δ、等による多層化)
- ・能動フィルター(アクティブフィルター: 電氣的に高調波電流をキャンセルする機器)

(ハ) 抑制効果のあるもの

- ・変圧器
- ・交流リアクトル

以上の効果の組合せにより行う電気設備での対策により高調波を抑制し、高調波発生量が上限値を超えなくなるところで対策検討終了となります。詳細は電気設備業者様へご相談をお願いします。

(b) 当社冷熱機器での対策

対策に際しては(a)の電気設備での対策が重要ですが、以下の機器側での高調波発生量の抑制対策も実施することで、電気設備での対策がより容易なものになると考えております。

- ・インバータ比率の低い大型機種にまとめる
- ・アクティブフィルター(別売部品)設置台数を検討する

高調波発生機器が冷熱機器のみの場合、アクティブフィルター必要台数はおおむね全インバーター機種数の1/2の台数以内となります。

また、万一アクティブフィルターに異常が発生した場合も、一部の機種を除いて冷熱機器用リモコン(当社品)にて異常検出が可能です。

ここで、アクティブフィルターでの対策の効果をまとめると、右の表7のようになります。

5次高調波では、現行品に対して高調波電流比率が1/10となります。

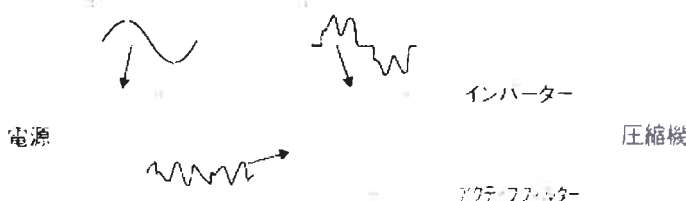
表7: 機器対策による基本波電流に対するインバーター部の各次高調波電流比率[%]

| 機種 | 回路分類 | 5次 | 7次 | 11次 | 13次 | 17次 | 19次 | 23次 | 25次 |
|---------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| DCL 現行 | 23 | 30 | 13 | 8.4 | 5.0 | 4.7 | 3.2 | 3.0 | 2.2 |
| 上記+アクティブフィルター | 10 | 3.0 | 1.8 | 1.8 | 1.3 | 1.6 | 1.2 | 1.4 | 1.1 |

* アクティブフィルター取り付け時の各機種の高調波発生量は弊社販売窓口からお取り寄せください。

【アクティブフィルター基本原理】

インバーターへ流れ込むひずみ電流①に対し、アクティブフィルターによりひずみ分の逆方向電流②を流すことによって、電源電流③は高調波成分の抑制された正弦波状となります。



4. 電源高調波に関する Q&A事例

①. 高調波(こうちょうは)とはなにか

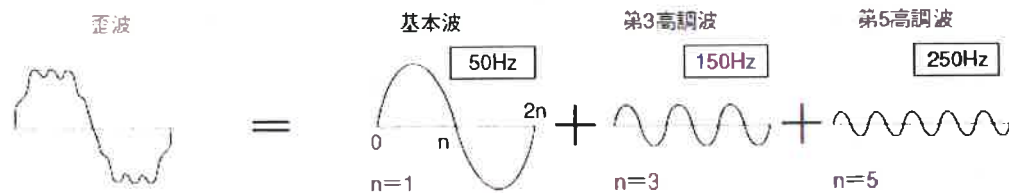
【回答】

機器の入力電流の歪み成分および歪み電流により発生する電源電圧の歪み成分のことであり、これらが電源設備および他機器に影響するものです。

対象としているのは、電源の基本周波数(50Hz/60Hz)の倍数成分で、かつ数kHz以下の比較的低い周波数帯のものであります。

3相電源では特に、5倍(5次)・7倍(7次)といった低い成分で、電源設備の進相コンデンサの過熱事故を招くということが問題視されています。

ただし、インバーター方式のビル用マルチエアコンが普及した1988年以降、インバーター方式の冷熱機器による高調波障害の実例は特に聞き及んではいません。



②. 電源高調波(こうちょうは)と高周波(こうしゅうは)ノイズの相違について

【回答】

一般的なノイズと電源高調波を混同されることがあります。一般的なノイズ対策にアクティブフィルターは有効ではありません。

電源高調波と高周波(ノイズ)の相違について以下に記載します。

「電源高調波」と「高周波」について

「電源高調波」は、電源周波数の数十倍、周波数でいうと、数kHzレベルまでの比較的低い周波数を対象としています。

「高周波」は、これに対し、数10kHz以上の高い周波数を対象としています。

これらは、発生源、影響、対策、共に異なるものです。概略を次ページの表8に示します。

当社インバーター冷熱機器では、いずれに対しても標準で対策を実施しております。

表8：電源高調波と高周波の違い

| 項目 | 電源高調波 | 高周波 |
|------------------|--|---|
| 周波数帯 | ～数kHz | 数10kHz～ |
| 主な発生源 | 交流→直流変換・整流回路部 インバーター入力回路 制御電源生成回路 | 高速動作部 マイコンクロック 制御電源生成回路 無線発振回路 インバーター出力回路 |
| 伝達経路 | 電線伝導 | 電線(伝導) 空間(誘導、放射) |
| 主な現象・影響 | 歪み電流による電源電圧歪み 進相コンデンサ発熱 発電機発熱 電源設備からの騒音 インバーター回路 | 他機器誤動作 ラジオの雑音 |
| 主な対策 | 直流リアクトル追加 交流リアクトル追加 アクティブフィルタ追加 電源設備 トランス多バルス化 進相コンデンサ・直列リアクトル付 | 接地工事強化 配線経路変更 ノイズフィルタ追加 |
| 当社インバーター冷熱機器での対応 | 直流リアクトル標準装備 | 機器内配線経路適正化 ノイズフィルタ標準装備 |

③. 高調波流出電流計算書はどのような時に作成するのか

【回答】

高調波流出電流計算書は高圧または特別高圧で受電する6.6kV以上の需要家毎に作成が必要であり、一般的には電力会社が要求し、設備設計者が作成することになります。

ただし、契約電力における冷熱機器電力の比率が高い場合には、設備設計者などからメーカー側で高調波流出電流計算書を作成することを求められる場合があります。

また、見積もり時点で高調波対策が予測される場合は高調波流出電流計算書を作成し、高調波対策機器(アクティブフィルタ)の台数を検討する必要があります。

電源容量をいただければ各地域販社において、当社冷熱機器分についての計算書(高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その1))作成支援を受け賜っています。

※高調波発生機器からの高調波流出電流計算書(その2)については、対応していません。

※高調波流出電流計算書は、電源設備の容量設計には使用できません。

④. 高調波流出電流計算書に記載する機種はどういった機種か

【回答】

定格電圧が300Vを超える機器、または定格電流が20Aを超える機器です。定格電圧が300V以下、かつ定格電流が20A以下の機器は複数台であっても高調波流出電流計算書に記載する必要はありません。

これは『高圧又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』において、対象機器に日本工業規格「JIS C61000-3-2」の適用対象機器を含まないとしているためです。

(「JIS C61000-3-2」の適用範囲は定格電圧が300V以下かつ定格電流が20A以下の機器)

なお、20A以下の機種は日本工業規格「JIS C61000-3-2」で機器個別で規格値をクリアすることが規定されています。三菱電機の冷熱機器は20Aを超える機種も含めて上記JIS規格に準拠しています。

⑤. 高調波流出電流計算書に記載する稼働率に標準値はあるか

【回答】

高調波抑制対策技術指針(JEAG 9702-2013 社団法人日本電気協会)にビル設備についての一般的な高調波発生機器の稼働率が示されており、稼働率の標準値は空調機器(200kW以下)は55%、冷凍冷蔵機器(50kW以下)は60%とされています。

⑥. 高調波流出電流計算書に記載する契約電力補正係数はどのように計算するか

【回答】

高調波抑制対策技術指針(JEAG 9702-2013 社団法人日本電気協会)にビル設備についての契約電力による補正率(標準値)が示されており、300kWで補正率1(補正なし)、500kWで0.9、1000kWで0.85、2000kWで0.8とされています。契約電力の中間値は直線補間となります。又、その他設備の場合は契約電力によらず補正率1(補正なし)となります。

⑦. 高調波流出電流計算書を作成した結果、限度値を超えた場合の対応は

【回答】

まず、需要家にて対応できる可能性がないか、電気設備事業者様に相談してください。3.2項に示した電気設備での対策を参考に設備の高調波抑制策により対策不要になる場合や、高調波が限度値を超えていても電力会社との話で、高調波対策が不要になる場合があります。冷熱機器での対応が必要な場合はアクティブフィルタを必要数量選定ください。

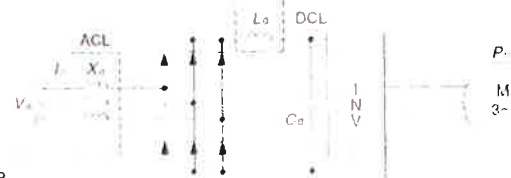
⑧. 直流リアクトルとはどういうものか、また交流リアクトルとの違いはなにか?

【回答】

直流リアクトルはDCリアクトルやDCLと表現する場合があります、インバーター回路内の直流部分に接続されるものです。鉄心にエナメル線などを巻き込んだもので、三菱電機の冷熱機器には85mm四方、重量2kg程度のものが搭載されています。

交流リアクトルはACリアクトルやACLと表現する場合があります、インバーター回路内の電源交流入力部分に接続されるもので、DCLと同様のものが三相に接続されます。

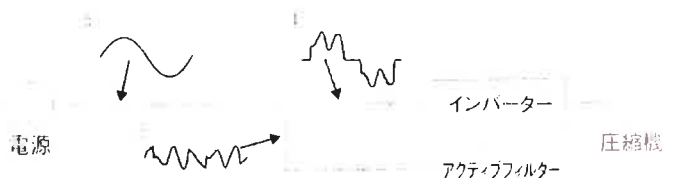
⑩にACL、DCLの効果を示しますが、電源高調波の抑制にはDCLの効果が大きく、DCL付にACLを追加しても効果は小さいです。



⑨. アクティブフィルタとはどういうものか

【回答】

インバーターの出す高調波を含んだ電流①を検知し、高調波成分を打ち消すような電流②を流し、電源に正弦波状で高調波が小さい電流③が流れるように制御する機器です。



アクティブフィルタは高調波発生量を抑制する機器であり、装着することで高調波発生量がゼロになるわけではありません。また、一般的なノイズ対策に、アクティブフィルタは有効ではありません。

⑩.仕様書に高調波対策機器が必要と記載されている場合には、全ての室外ユニットに
アクティブフィルターが必要となるのか？

【回答】

指定された業者様との確認が必要です。三菱電機の冷熱機器の室外ユニットには標準で直流リアクトル(DCL)を搭載しており、高調波対策機器と言えますので必ずしも全ての室外ユニットにアクティブフィルターが必要になるとは限りません。

※次ページの「表9: 高調波対応の機器表への記載例と対応策」を参照ください。

＜特定需要家ガイドラインでの数値＞

| | | | | |
|-------------|---|--------|---|----------------|
| ACL、DCL共になし | = | 回路分類31 | = | 5次:65% |
| ACLのみ | = | 回路分類32 | = | 5次:38% |
| DCLのみ | = | 回路分類33 | = | 5次:30% |
| DCL+ACL | = | 回路分類34 | = | 5次:28% |
| アクティブフィルター | = | 回路分類10 | = | 5次:3%(当社自己申告値) |

※回路分類10は、「その他の回路」を示す分類です。

商用圧縮機搭載機種も回路分類10となりますが、インバーター部分はDCLを標準搭載しておりますので、高調波対策はインバーターのための機種と同様の扱いになります。

回路分類10の場合には、製作者申告書の提出が必要になります。

表9: 高調波対応の機器表への記載例と対応策

※DCL:直流リアクトル ACL:交流リアクトル

| 記載例 | | 対応策 |
|---|-----------------------------|---|
| ビル用マルチエアコンは、高周波対策品とする。 | | 1 標準品にノイズフィルターの搭載あり、OK。 (アクティブフィルターは「高調波」追加対策用) |
| ビル用マルチエアコンは、高調波対策品とする。 | | 1 標準品にDCLの搭載あり、OK。 |
| DCリアクトル | | 1 標準品にDCLの搭載あり、OK。 |
| 高調波対策 ACL・DCL | | 1 標準品でDCL付として提案。 ※DCL(回路分類33)とDCL+ACL(回路分類34)は高調波に大差なし。 2 全数DCL+ACL(回路分類34)相当になるアクティブフィルター台数を提案。 ※当社販売窓口まで相談をお願いします。 |
| 高調波 ノイズ対策用零相リアクトル(標準品)を含む。 | | 1 標準品にDCLおよびノイズフィルター(零相リアクトル=コモンモードチョークコイル)の搭載あり、OK |
| 圧縮機制御はインバーター式とし、DC又はACリアクトル付(ノイズフィルター=共)とする | | 1 標準品にDCLおよびノイズフィルターの搭載あり、OK |
| 区分の指示 | 高調1=高調波対策 (要) ACL | 1 標準品(DCL付)で提案 ※ACL付(回路分類32)とDCL付(回路分類33)ではDCL付のほうが高調波発生量が小さい |
| | 高調2=高調波対策 (要) DCL | 1 標準品にDCLの搭載あり、OK。 |
| | 高調3=高調波対策 (要) DCL+ACL | 1 標準品でDCL付として提案 ※DCL(回路分類33)とDCL+ACL(回路分類34)は高調波に大差なし 2 全数DCL+ACL(回路分類34)相当になるアクティブフィルター台数を提案 ※当社販売窓口まで相談をお願いします |
| | 高調4=高調波対策 (要) アクティブフィルター | 1 客先の要求レベルを確認し、必要最小限のアクティブフィルター台数を提案 ※当社販売窓口まで相談をお願いします。 |

