

## 概要

### 保護継電器とは

保護継電器は、電気設備で発生する事故などにより変化する電圧、電流、周波数などを検出することで電気設備を故障などから保護し、影響を一定の範囲に抑えるために使用するものです。検出するために設定する値は整定値と表現される場合があります。主に、6.6kV系の電気設備に使用されます。また、保護継電器は保護リレーと呼ばれる場合もあります。

### 過電流継電器

電気設備に規定以上の電流が発生すると発熱により、電路や機器の故障が想定されます。過電流は、想定以上の電力を継続して使用した場合や、電路や機器の短絡により発生します。

これらの状況が発生しないように、高圧の電気設備では過電流継電器(OCR : OverCurrent Relays)や電力用ヒューズ (PF)を使用します。一般的に300kVAを超える受電設備では過電流をOCRで検出し、遮断器を動作させることで設備を保護します。

計測する電流は、計器用変流器(CT)で電流変換を行いOCRに入力します。

一般的には、JIS C 4602(高圧受電用過電流継電器)に規定される過電流継電器が使用されます。

また、保護継電器で使用するCTは過電流時の計測ができるように保護用変流器または十分な過電流定数を持ったものを使用する必要があります。

OCRの検出動作には、瞬時特性と限時特性などがあります。

**瞬時特性** : 設定(整定)した電流の大きさ(一般的には、契約最大電力の500~1,500%)以上の電流が一定時間継続したことを検出して動作

**反限時特性** : 電流の大きさが大きくなるに従って短時間で検出して動作

なお、電流の大きさの特性は、限時電流動作値にて設定

OCRには、どちらの要素で動作したのかを判断できる表示灯を搭載しています。

実際には、電力会社からの指示に基づく検討や、大規模な高圧の設備では遮断による設備停止の影響範囲を抑えたり、早期に原因を特定するために分岐する回路毎にOCRを設置する必要があるため、過電流保護協調をご確認頂くとともに、日本電気協会の高圧受電設備規程などを理解したうえで、動作値、動作時間を設定してください。

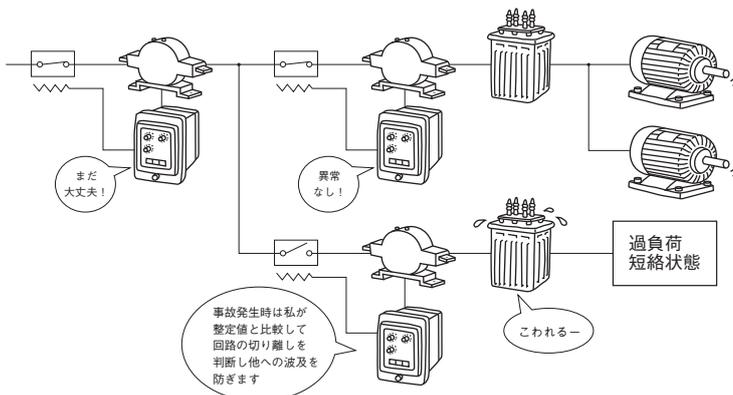
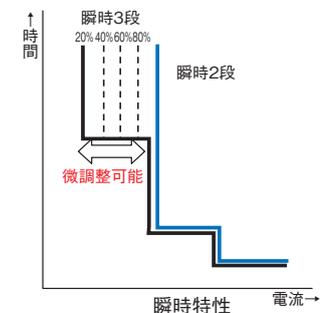
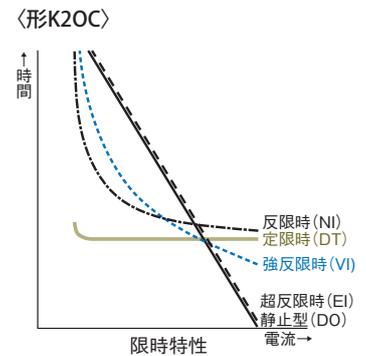
CTを複数の継電器で使用する場合、後述の『CTの選定について』などをご確認頂き、CTの出力電力(定格負担)を理解したうえで、継電器の消費電力(入力負担)から接続台数を決めてください。

### 推奨形式

単体設置時 : 形K20C(丸胴埋込)  
形K2ZC-K2CA(角胴埋込)

他の継電器を含め複数設置時  
または分散型電源使用時 : 形K2ZC-K2CA(角胴埋込)

CTは、2次側が5Aで出力される市販品を別途ご用意ください。



## 地絡継電器

電気設備の回路や設備で絶縁劣化や樹木などとの接触、低圧電源との接触(混触)すると、感電や、機器故障が想定されます。地絡が発生すると回路と大地との間で、地絡電圧(零相電圧)と地絡電流(零相電流)が発生します。零相電圧は高電圧のため零相電圧検出装置(ZPD)、零相電流は、大電流のため零相変流器(ZCT)を用いて地絡継電器に入力します。

なお、地絡継電器は、地絡過電流継電器と呼ばれる場合があります。

また、一般的な電気設備では使用されませんが接地形計器用変圧器(EVT)で零相電圧を変換する方式もあります。

地絡検出は3種類に分かれます。

(1)地絡(過電流)継電器(GR : Ground Relays/OCGR : Earth-fault OverCurrent Relays)

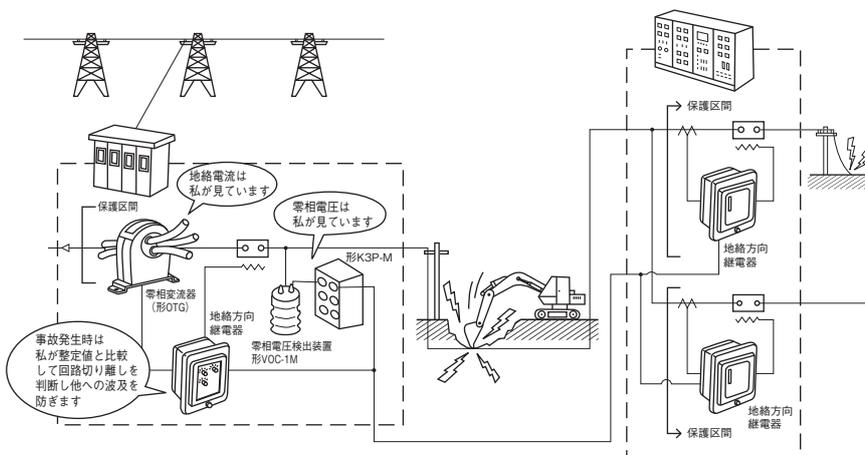
(2)地絡過電圧継電器(OVGR : Earth-fault OverVoltage Relays)

(3)地絡方向継電器(DGR : Earth-fault Directional Relays)

主に地絡(過電流)継電器が多く使用されていますが、他回線事故の影響による誤動作防止として地絡方向継電器が使用されます。分散型電源では電力システムでの地絡事故から発電機を保護する地絡過電圧継電器が使用されます。

### 推奨形式

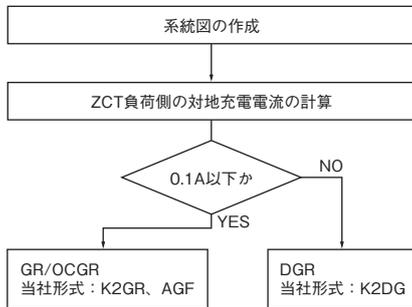
継電器	単体設置時 :	地絡(過電流)継電器(GR/OCGR)	形K2GR(丸胴埋込) 形K2ZC-K2GA(角胴埋込) 形AGF-1-P5(表面/DINレール取付) 形K2DG(丸胴埋込)
	他の継電器を含め複数設置時 または分散型電源使用時 :	地絡方向継電器(DGR) (ZPD方式)	形K2ZC-K2GV (角胴、ユニット、表面/DINレール取付 分散型電源向け遠隔監視対応出力搭載) 形K2ZC-K2RV (表面/DINレール取付 分散型電源向け遠隔監視対応出力、RPRも搭載)
地絡関連機器		地絡(過電流)継電器(GR/OCGR)	形K2ZC-K2GA(角胴埋込)
		地絡方向継電器(DGR) (ZPD方式)	形K2ZC-K2GS(角胴埋込)
		地絡方向継電器(DGR) (EVT方式)	形K2ZC-K2GF(角胴埋込)
		地絡方向・地絡過電圧継電器	形K2ZC-K2GW(角胴埋込)
		零相変流器(ZCT)	形OTG-N、形OTG-D
		零相電圧検出装置(ZPD)	形VOC-1MS2
		電流制限用抵抗器	形2R



## 継電器の選定

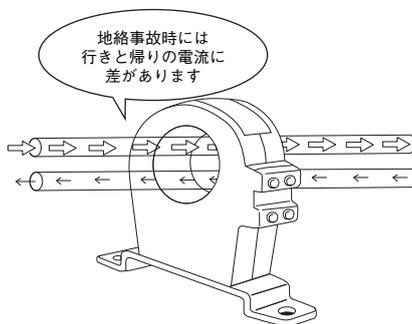
地絡事故点の有効な選択遮断のためには、DGRを選定します。

### 継電器の選定手順



## 零相変流器(ZCT)の地絡電流監視

通常、電路の電流は単相でも三相でも行き帰りは同じです。地絡事故が発生すると大地に電流が流れるため、行きと帰りに差ができます。この差によりZCTに磁束が誘起し二次側に電流が流れます。継電器は、その電流が設定した動作値、動作時間になると動作します。低圧でよく使用される漏電ブレーカも、この原理で構成されています。



## 零相電圧検出装置(ZPD)の地絡電圧監視

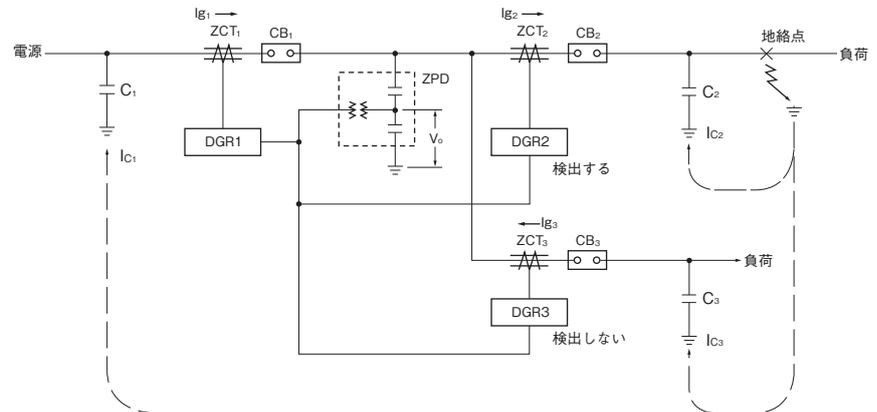
高圧線は大地に接続(接地、アース)されていないため正常な状態では三相の合成電圧と大地間には大きな電圧変化は発生しません。しかし、地絡が発生すると三相の合成電圧と大地間に大きな電圧変化が発生します。ZPDは高圧線と大地間をコンデンサで分圧し、トランスにより高電圧を低電圧に変換し、二次側に出力します。継電器は、その電圧の大きさや、地絡電流との位相関係を判断して動作します。なお、零相基準入力装置と呼ばれる場合もあります。

## 零相電圧検出装置(ZPD)と地絡方向継電器(DGR)による電流方向監視

地絡事故が発生すると事故回線では事故電流が電源側から負荷側に向かって流れます。

一方、ほかの回線では、事故電流が負荷側から電源側に向かって流れます。

GR/OCGRのように地絡電流の大きさだけで地絡事故を検出すると、設備内の地絡事故だけでなく、設備外の事故を誤検出(もらい事故)する場合があります。一方、DGRは、零相電圧 $V_0$ と、零相電流 $I_0$ から地絡電流の方向(位相)を検出できるため、事故が発生した回線のみを遮断することができます。



## 過電圧継電器、不足電圧継電器

異常電圧には電路や設備の短絡による電圧低下や、発電機などによる電圧上昇などの事故があります。

電圧継電器は電圧変動に応じて、電圧があらかじめ設定した状態に達したとき、これを検出して動作する継電器です。基本的な動作の区別としては過電圧検出、不足電圧検出の2種があります。

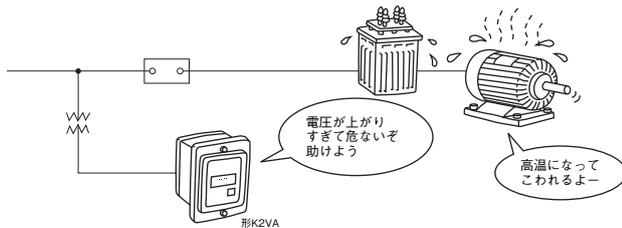
電圧は、計器用変圧器(VT)により取り出し継電器に接続します。

VTを複数の継電器で使用する場合、VTの出力電力(定格負担)を理解したうえで、継電器の消費電力(入力負担)から接続台数を決めてください。

なお、分散型電源(発電機)に内蔵されているため省略できる場合があります。

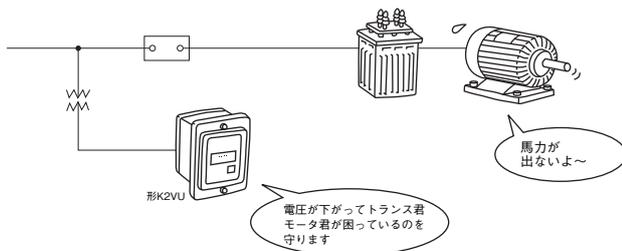
### (1) 過電圧継電器(OVR : OverVoltage Relays)

電圧が動作値以上を動作時間以上継続したときに動作



### (2) 不足電圧継電器(UVR : UnderVoltage Relays)

電圧が動作値以下を動作時間以上継続したときに動作



### 推奨形式

単体設置時 :	過電圧継電器 (OVR)	形K2OV (丸胴埋込)
	不足電圧継電器 (UVR)	形K2ZC-K2VA (角胴埋込)
他の継電器を含め複数設置時 または分散型電源使用時 :	過電圧継電器 (OVR)	形K2UV (丸胴埋込)
	不足電圧継電器 (UVR)	形K2ZC-K2VU (角胴埋込)
	過電圧継電器 (OVR)	形K2ZC-K2VA (角胴埋込)
	不足電圧継電器 (UVR)	形K2ZC-K2VU (角胴埋込)
	過電圧・不足電圧継電器	形K2ZC-K2VW (角胴埋込)

## 過周波数継電器、不足周波数継電器

異常周波数は、電路、設備、発電機などにより変動する場合があります。

電力系統は、東日本では50Hz、西日本では60Hzであり、周波数の変動がモータの回転などに影響を与える場合があります。周波数継電器は電圧の周波数変動に応じて、周波数があらかじめ設定した状態に達したとき、これを検出して動作する継電器です。基本的な動作の区別としては過周波数検出、不足周波数検出の2種があります。

電圧は、計器用変圧器(VT)により取り出し継電器に接続します。また電圧継電器などと並列に接続して共用する場合もあります。

なお、分散型電源(発電機)に内蔵されているため省略できる場合があります。

(1)過周波数継電器(OFR: Over Frequency Relays)

周波数が動作値以上を動作時間以上継続したときに動作

(2)不足周波数継電器(UFR: Under Frequency Relays)

周波数が動作値以上を動作時間以上継続したときに動作

### 推奨形式

単体設置時:	過周波数継電器(OFR)	形K2ZC-K2FA(角胴埋込)
	不足周波数継電器(UFR)	形K2ZC-K2FU(角胴埋込)
他の継電器を含め複数設置時 または分散型電源使用時:	過周波数継電器(OFR)	形K2ZC-K2FA(角胴埋込)
	不足周波数継電器(UFR)	形K2ZC-K2FU(角胴埋込)

## 短絡方向継電器、逆電力継電器、不足電力継電器

分散型電源を設置する際には、電圧と電流を組み合わせて電流の方向と電流の大きさで保護を行う継電器を使用する場合があります。

VTは、電圧継電器などと並列に、CTは、過電流継電器などと直列に接続し、共用する場合があります。

短絡方向継電器(DSR: Directional-overcurrent Relays)は、同期発電機を設置する際に、短絡の原因が同期発電機ではないことを検出します。

電力会社に電力を出力(売電)する状態を逆潮流といいますが、逆電力継電器、不足電力継電器は、発電した電力を全て発電機のある設備内で使用する(自家消費、逆潮流なし)設備に使用します。

逆電力継電器(RPR: Reverse Power Relays)は、電力系統が停電状態で発電機が発電を継続する状態(単独運転)を防止するために設置します。停電することにより発電機の電力が電力系統へ逆電力として出力されることで検出します。

不足電力継電器(UPR: Under Power Relays)は、発電機が稼働している状態であっても通常は一定の電力を電力系統から取り込んでいますが、単独運転になることで電圧が低下し、取り込んでいる電力が一定の電力を下回る(取り込む電力が不足する)ことで検出します。

実際の設計に当たっては、次に説明する系統連系用保護継電器や日本電気協会の系統連系規程をご確認ください。

### 推奨形式

単体設置時:	短絡方向継電器(DSR)	形K2ZC-K2DS(角胴埋込)
	逆電力継電器(RPR)	形K2ZC-K2WR(角胴埋込)
	不足電力継電器(UPR)	形K2ZC-K2WU(角胴埋込)
他の継電器を含め複数設置時 または分散型電源使用時:	短絡方向継電器(DSR)	形K2ZC-K2DS(角胴埋込)
	逆電力継電器(RPR)	形K2ZC-K2WR(角胴埋込)
	不足電力継電器(UPR)	形K2ZC-K2WU(角胴埋込)

## 系統連系用保護継電器

電力系統と接続(系統連系)して使用する発電機を分散型電源といいます。

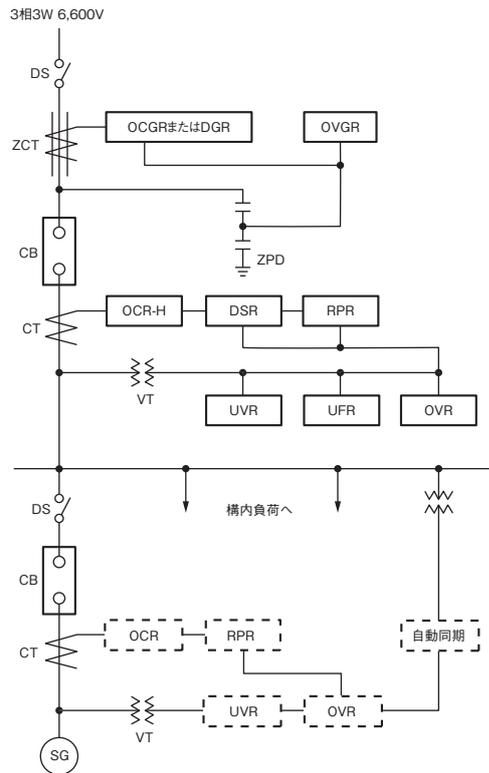
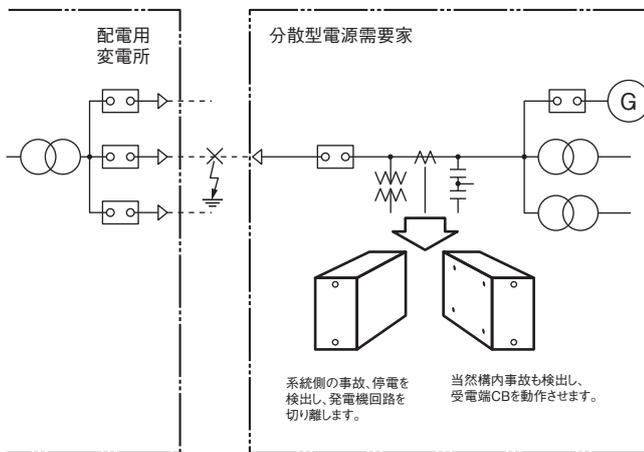
分散型電源は、発電設備以外の設備とも電力系統で繋がっていることから、発電設備による事故が発生した場合、電圧、周波数の変化などが設置している設備以外にも波及する可能性があります。

よって、分散型電源設置者は、事故が発生した場合に分散型電源を系統から切り離し、他の設備を保護する必要があります。

また、電力系統や受電設備に事故が発生した場合には発電機を保護することも必要です。

以上の考え方をもとに、「系統連系規程」が定められており、規程に対応した複数の継電器をまとめて系統連系用保護継電器と呼んでいます。

なお、連系用保護継電器は、連系する電力系統の区分(高圧連系/特高連系など)・分散型電源の種類(同期発電機/誘導発電機など)・売電の有無(逆潮流)などによって、設置する継電器が異なります。1つの機能を持つ継電器を単体で設置すると構成部品や設置場所が増えるため、複数の機能を1つの継電器にまとめた継電器や、必要な継電器を組み合わせることで1つのユニットに構成することができる複合保護継電器があります。



連系用保護継電器：線路無電圧確認装置の設置を省略する場合は保護システムを二重化する必要があります。  
 発電機制御・保護継電器

### 推奨形式

#### 逆潮流なし(自家消費)太陽光発電機用

地絡過電圧継電器(OVGR 自動/手動)、逆電力継電器(RPR)、バックアップ電源内蔵(表面、DINレール取付)分散型電源向けRPRも搭載)のオールインワン継電器

形K2ZC-K2RV-NPC(表面/DINレール取付)

#### 太陽光発電機用

地絡過電圧継電器(OVGR 自動/手動)分散型電源向け遠隔監視対応出力搭載

形K2ZC-K2GV(角胴、ユニット、表面/DINレール取付)

必要な継電器を組み合わせることで使用できる複合継電器

形K2ZC-N(ユニット)

保護継電器専用直流電源(バックアップ電源)

形S8T、形S8TS

零相変流器(ZCT)

形OTG-N、形OTG-D

零相電圧検出装置(ZPD)

形VOC-1MS2

## 事故形態による継電器の動作

次の表は、それぞれの継電器がどの事故に対して動作するのかを簡単に示したものです。

このようなマトリックスにより検証を行い、必要な機種を選定します。

機種	名称	保護目的	設置相数等の条件	構内事故		系統側事故			動作させる遮断器(例)
				地絡	短絡	地絡	短絡	断線・停電	
OCR	過電流継電器	構内設備の過負荷・短絡事故検出	2相	—	○	—	—	—	受電端CB
OCGR	地絡継電器	構内設備の地絡事故検出	1相(零相回路) 構内設備の対地静電容量が大きい時はDGR	○	—	—	—	—	
DGR	地絡方向継電器		1相(零相回路)						
OVGR	地絡過電圧継電器	系統側の地絡事故の継続検出	1相(零相回路) 零相電圧検出はコンデンサ形が基本	○ * 1	—	○	—	—	発電機CB
UVR	不足電圧継電器	系統側の短絡事故・停電検出	3相	—	○ * 1	—	○	○ * 2	
OVR	過電圧継電器	発電機の制御異常による系統過電圧検出	1相 発電機自体に保護装置があれば省略できる	—	—	—	—	—	
DSR	方向短絡継電器	系統側の短絡事故検出	3相を基本とする同期発電機の場合に必要	—	—	—	○	—	
RPR	逆電力継電器	系統側への逆潮流検出	1相	—	—	—	○ * 3	○	
UFR	不足周波数継電器	上位送電側事故時の周波数低下検出	1相 逆潮流がなく、RPRで高速に保護できれば省略できる	—	—	—	○	○ * 2	
OFR	過周波数継電器	電圧低下による負荷脱落時の周波数上昇検出		—	—	—	—	—	
UPR	不足電力継電器	系統側の短絡事故・停電検出	2相	—	—	○ * 4	○	○	
Δf	周波数急変検出継電器	系統側の停電検出	1相	—	—	—	—	○	

\* 1. 継電器は検出しますが、電力系統側(変電所)保護継電器と時間協調をとっているため動作に至りません。

\* 2. 発電機容量と系統の負荷のバランスがとれていると動作しないことがあります。

\* 3. 電圧が極端に低下(至近端短絡の場合)すると動作しないことがあります。

\* 4. 変電所の地絡方向継電器の動作により、系統が停電となり、動作します。

注. 線路無電圧確認装置省略に伴うシステムの二重化を行う場合は、1つの事故に対して2つ以上の継電器が動作する必要があります。

## 各継電器の整定例

次に連系用保護継電器の標準的な整定について示します。

最終的には、電力会社への連系申請時に行う系統故障計算およびそれに基づく協調確認によって決まります。

機種	整定例		背景
	動作値	動作時間	
OCR	配電用変電所OCRと協調がとれること		従来の受電端保護と同じ
OCGR	零相電流：0.2A	(JIS C 4601で規定する時間)	
DGR	零相電流：0.2A、零相電圧：5%	0.2s	
OVGR	零相電圧：10%	5s	配電用変電所の同バンク・他フィーダーのDGRと協調をとる
UVR	不足電圧：85V	2s	配電用変電所の同バンク・他フィーダーのOCRとの時間協調をとる
OVR	過電圧：125V	2s	
DSR	電流：* 1、不足電圧：90V	0.7s	配電用変電所の同バンク・他フィーダーのOCRとの時間協調をとる
RPR	逆電力：発電機容量の10% * 2	0.5s * 3	
UFR	不足周波数：定格周波数-1Hz	1s	
OFR	過周波数：定格周波数+1Hz	1s	
UPR	不足電力・契約電力の10%	0.5s	CGS需要家の最小消費電力以下とする

\* 1. フィーダー送り出し点の2相短絡時に、発電機より流出する電流値以下とする必要があり、次の計算によります。

$$I = \frac{IG \times \frac{\sqrt{3}}{2}}{(\%x + \%G)} \times \frac{1}{CT比}$$

IG： 発電機の定格電流  
%x： CGS需要家から変電所までのパーセント線路インピーダンス  
%G： 発電機のパーセントインピーダンス

\* 2. RPRは受電端CTに接続されますので、逆電力整定値は、(発電機容量の10% ×  $\frac{\text{発電機容量}}{\text{定格電力}}$ ) となります。

\* 3. 発電機の並列投入時の動揺時間を考慮してください。

### 分散型電源での保護継電器検討の流れ

- ・接続する電力系統の配電方式、受電電圧(高圧、低圧)、逆潮の有無(売電、自家消費)、発電機の種類(逆変換機：インバーター / パワーコンディショナ、誘導発電機、同期発電機)をもとに「系統連系規程」より必要な保護継電器を確認
- ・使用する発電機に搭載している保護継電器を確認
- ・保護継電器で計測する位置(CT、VT、ZCT、ZPDの設置位置)
- ・設置場所の受電設備にある保護継電器とCT、VT、ZCT、ZPDの接続状況を確認
- ・既設のCT、VT、ZCT、ZPDに、必要となる保護継電器を接続する場合は負担容量が問題ないことを確認
- ・線路無電圧確認装置省略について  
逆潮流がない場合は、UPRの二相に設置により省略が可能  
逆潮流がある場合は、単独運転検出装置が必要
- ・継電器の制御電源は専用の直流回路で供給  
保護継電器の電源を電力系統にすると、短絡事故時に保護継電器が動作しないため、専用の直流回路(バックアップ電源)が必要

### 既存設備に保護継電器を後付けする場合のポイント

- ・表面取付が便利
- ・CT2次側に保護継電器専用の分割型CTを接続できる継電器が便利
- ・VT、CTの配線は極性(VTのR、S、T、CTの向き)に注意が必要
- ・保護継電器の年次点検のため、電圧試験端子(VTT)、電流試験端子(CTT)、継電器出力端子の設置と名称、極性を表示

## 過電流保護協調

保護協調とは、事故を検出し、事故区間のみを切り離し、他の健全回路を守ることができるように、機器の損傷を防止と合わせて、直列、並列に接続された複数の保護装置間の動作値、動作時間を相互に調整(協調)することをいいます。

保護協調には、使用設備内での保護協調だけでなく電力会社の変電所との保護協調も必要となります。

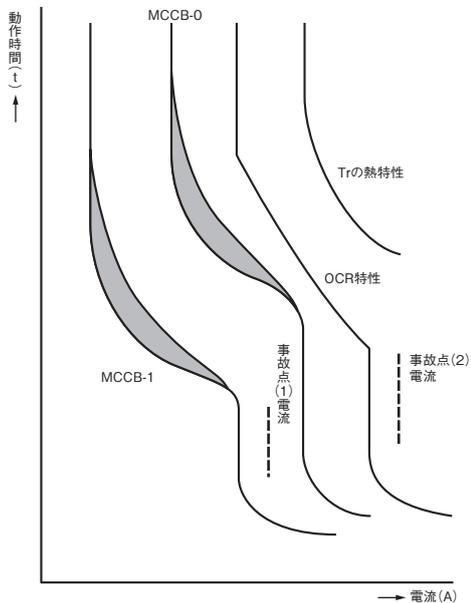
過電流継電器は、一般的に300kVAを超える受電設備で使用します。また、設備の規模や影響度に応じ必要により直列、並列に複数設置します。一般的な保護協調の考え方は、電力会社と需要家受電設備間では、SOG装置で、SOG装置と受電設備の保護継電器間では、保護継電器で行います。

### 保護継電器と配線用遮断器の保護協調

事故が発生した場所をすみやかに切り離し、健全回路を確保することを実現するためには、下図のように保護協調特性に配慮し、万一、事故点(1)で事故が発生した場合は必ずMCCB-1で回路を遮断し、上位に事故が波及しないように過電流継電器の動作特性、動作電流、動作時間の設計や部品を選定します。

項目	内容
事故点(1)	事故点(1)で事故が発生した場合は必ずMCCB-1で保護しなければ事故の波及が上位のMCCB-0を動作させ、MCCB-0以下が全停電となります。
事故点(2)	事故点(2)で発生した場合はOCRで守り、上位への波及を防ぎます。

### 保護協調特性



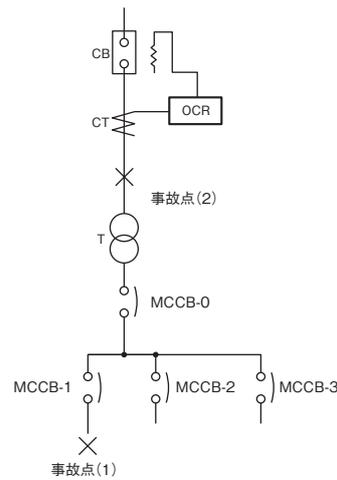
保護を細分化して下位を考えた場合、事故発生箇所の範囲にいくとめ、上位への波及を保護することを考える必要があります。

このため上位に行くほど遮断特性も遅くなるように設計します。

しかし保護協調を考える場合、負荷の突入電流、短絡電流に耐える線路の選定や、トランスの熱特性についての検討が必要です。

これらについて以下にの基本的事項を説明します。

### 回路



## 保護協調の基本的検討事項

保護協調を考慮する場合に検討しなければならない基本的事項には下記のものがあります。

- ・ 機器、ケーブルなどの過電流耐量や過電圧耐量。
- ・ 変圧器、電動機、コンデンサ等の負荷機器に発生する突入電流や始動電流。
- ・ 保護継電器や保護装置の動作特性。

以上の項目を、保護協調曲線用紙上にプロットしたときに満足しなければならない原則的な事項としては次のものがあります。

- ・ 遮断器の遮断容量は、設置点の短絡電流以上であること。
- ・ 保護装置の動作時間は、線路や機器の損傷時間よりも短いこと。
- ・ 保護装置は、変圧器の突入電流や電動機の始動電流で誤動作しないこと。
- ・ 直列に入っている保護装置相互では電源側に近い程、時限を長くとするなどの処置をして故障の極限化を計る。

## 保護協調曲線の作成

保護協調曲線用紙に次の内容を記入していきます。

1	系統図	・ 保護対象の単線結線図 ・ 線路、機器の特性 ・ 保護装置の整定タップ値
2	保護対象の特性	・ 保護対象の過電流耐量、突入電流
3	事故電流	・ 事故点を想定して算出された事故電流 ・ 保護装置への入力
4	保護装置	・ 保護装置の特性 (保護協調がとれるように図上で検討) ・ 上位および下位からの制約条件

## 系統図の記入方法

系統図は協調曲線用紙の右上部に単線結線図にて記入します。

記入するデータ	
・ 主回路機器、負荷	
・ ケーブル	
・ 保護機器	
記入事項	
・ 系統電圧	
・ 遮断器 (CB)	: 定格遮断容量、全遮断時間
・ 配線用遮断器 (MCCB)	: 定格電圧、定格電流
・ 気中遮断器 (ACB)	: 定格電流
・ 変流器 (CT)	: 定格、変流比
・ ケーブル	: 種別、太さ
・ 変圧器 (T)	: 定格容量、電圧、%インピーダンス、タップ値
・ 電動機 (IM)	: 定格容量、電流、始動電流
・ 過電流継電器 (OCR)	: 整定タップ値 (電流、時間)
・ 地絡継電器 (GR/DGR)	: 整定タップ値 (電流、電圧、時間)
・ 静止形モータリレー (3E)	: 定格電流、整定タップ値 (電流、時間)
・ 熱動形継電器 (THR)	: 定格電流、整定タップ値
・ 電力ヒューズ (PF)	: 定格電流

## 保護対象

保護対象として、変圧器、高圧進相コンデンサ、変流器、ケーブル、電動機などがあります。

## 短絡電流の算定

過電流保護の基礎となるのは系統の短絡電流の算定です。

短絡電流の算定には%インピーダンス法が一般的に利用され、以下に示す手順で検討を行います。

## %インピーダンスを求める式

$$\%Z_1 = \%Z \cdot \frac{\text{基準容量} P_1 \text{ (kVA)}}{\text{定格容量} P_R \text{ (kVA)}}$$

または

$$\%Z_2 = \%Z_1 \cdot \frac{\text{基準容量} P_2 \text{ (kVA)}}{\text{基準容量} P_1 \text{ (kVA)}}$$

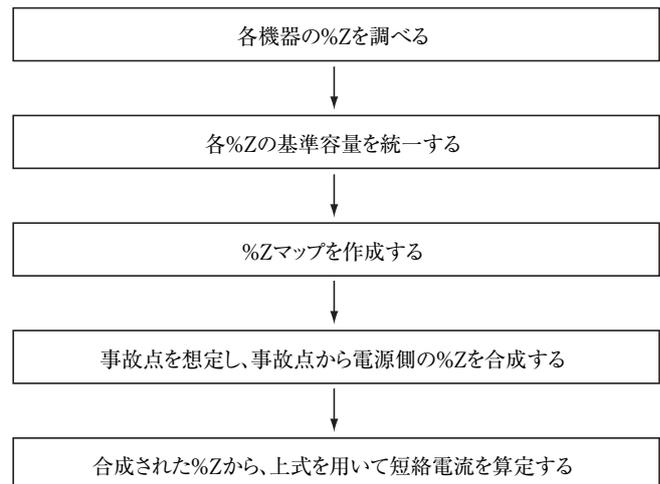
と、異なる基準容量の%Zに変換することができます。

## 短絡電流Isを求める式

$$I_s = \frac{100P}{\sqrt{3}V \cdot \%Z} \text{ (A)}$$

P	: 基準容量 (kVA)
V	: 線間電圧 (kV)
%Z	: 合成%インピーダンス

## 短絡電流計算手順



- 注1. 受電点より電源側の%Zは、短絡容量Ps(電力会社より提示)とすれば次のようになる。  
 $\%Z = 100P / P_s$
2. 変圧器のインピーダンス。  
 主として1次電圧および変圧器容量によって決まる。
3. 電動機のインピーダンス。  
 $\%Z$ は約20~25%として考える。  
 高圧モータは事故時に、短時間は発電機として作用するので短時間の事故現象には注意を要する。
4. 配線のインピーダンス。  
 $\%Z$ は、リアクタンス分Xと抵抗分Rを考慮する。

## 保護装置の保護協調

受電盤などに使用する保護装置には、過電流継電器や遮断器(CB)、高圧限流ヒューズ(電力ヒューズ：PF)などがあり、保護協調を考える場合これらの機器の特性を十分検討しなければなりません。

### 保護装置の検討事項

#### (1) 過電流継電器(OCR)

- ・上位継電器と下位継電器との間の時間協調(段協調)。
- ・限時特性。  
時間特性曲線(限時特性、瞬時特性)にて、OCRとPFまたはCBなどの保護機器との関係、ならびにOCRと被保護機器限界曲線との関係。

#### (2) 電力用ヒューズ(PF)

- ・許容電流時間特性。  
下位の保護機器や負荷機器の特性とヒューズエレメントの劣化のない限界値特性。
- ・溶断特性。  
ヒューズエレメントの溶断しはじめる電流・時間特性。
- ・遮断特性。  
上位保護機器との関係。

#### (3) 気中遮断器(ACB)

AC1,000V未満、DC3,000V以下の回路に使用の場合の主な特性。

- ・長時間引きはずし：過負荷保護  
5~30s(コイル定格の600%)。
- ・短限時引きはずし：過負荷保護  
0.1~1s(整定目盛の250%)。
- ・瞬時引きはずし：短絡保護。

#### (4) 配線用遮断器(MCCB)

- ・定格電流 5,000A 以下、AC600V 以下、DC750V以下。  
個々の特性はメーカー提示。

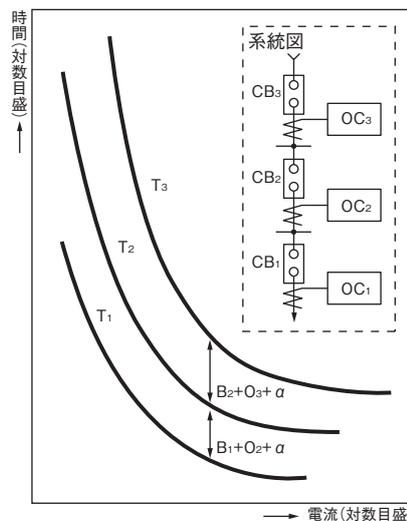
#### (5) 熱動形継電器(THR)

- ・過負荷保護特性。  
モータの熱特性との関係。
- ・欠相保護特性。  
欠相による電流不平衡との関係。

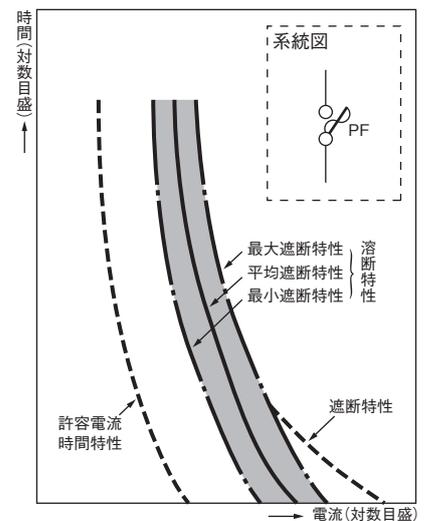
#### (6) 電動機保護協調曲線

- ・モータ始動電流、モータ熱特性、負荷線路の許容電流時間特性および負荷線路の短絡電流と、サーマルリレーおよびMCCBとの関係

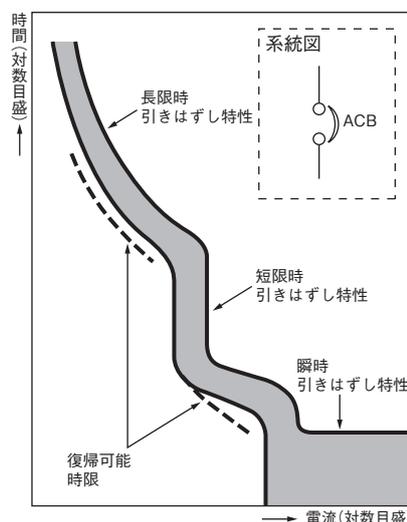
過電流継電器保護協調曲線



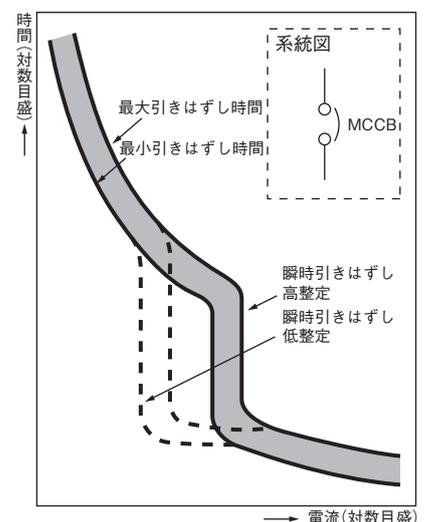
電力用ヒューズ(PF)保護協調曲線



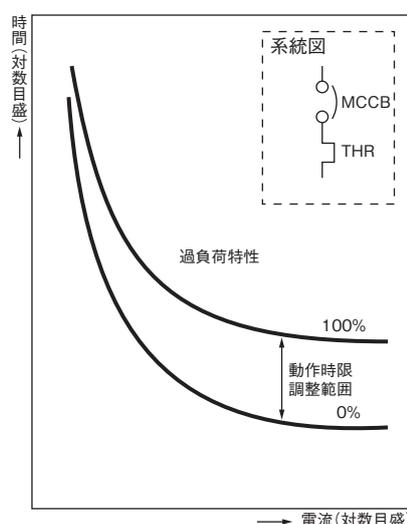
気中遮断器(ACB)保護協調曲線



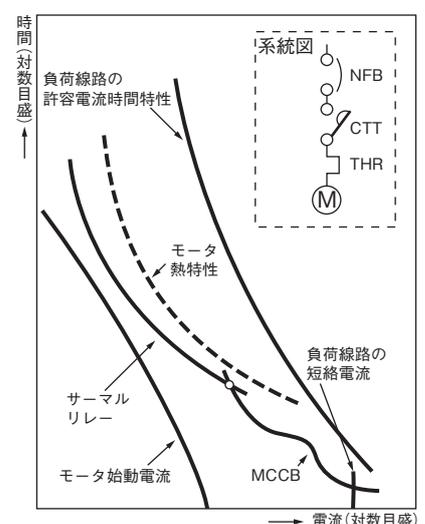
配線用遮断器(MCCB)保護協調曲線



熱動形継電器(THR)保護協調曲線



電動機保護協調曲線

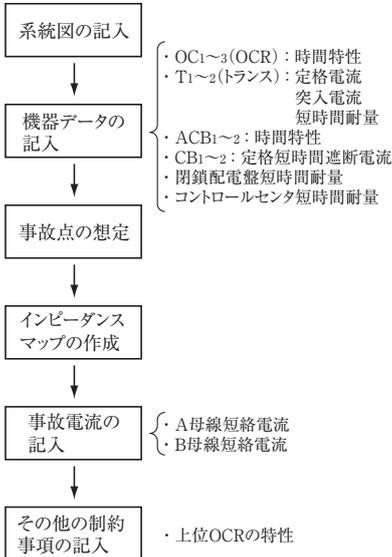


## 線路の過電流保護協調

線路保護協調について説明します。

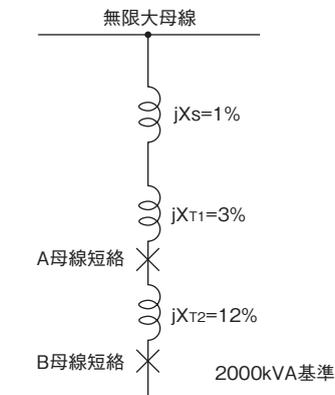
### 保護協調曲線の作成

保護協調曲線を次の手順で作成します。



### 短絡電流の計算

%インピーダンス法で短絡電流を計算します。図中の系統のインピーダンスマップは下図のようになり、このマップから求めたA母線、B母線における短絡電流は下記のとおりとなります。



$$I_{SA} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3}V \cdot X_{SA}} = \frac{100 \times 2000}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 4} = 4380A$$

$$I_{SB} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3}V \cdot X_{SB}} = \frac{100 \times 2000}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 16} = 1095A$$

ここに

$$X_{SA} = X_S + X_{T1} = 4\%$$

$$X_{SB} = X_S + X_{T1} + X_{T2} = 16\%$$

ここで計算したIは6.6kV側の換算値です。

### 保護協調の検討

協調曲線上に必要なデータが記入されると、各データ間で正しく協調がとれているかを検討します。

#### OCの協調はとれているか

・隣接するOCの時限は次の関係を満足すること。

$$T_{n+1} = T_n + B_n + O_{n+1}$$

- T<sub>n+1</sub>: 上位OC動作時限
- T<sub>n</sub>: 下位OC動作時限
- B<sub>n</sub>: 下位CB全遮断時間
- O<sub>n+1</sub>: 上位OC慣性動作時間
- α: 余裕時間

O<sub>n+1</sub>の慣性動作時間は、動作時間と慣性特性測定時の入力印加時間との差をいいます。(JISの静止形OCRでは、動作時間の約10%に相当します。)

#### ACB<sub>1</sub>、ACB<sub>2</sub>の重なりはないか

・重なりのないようにすること。

#### 被保護機器の保護は万全か

- ・OC<sub>1</sub>でA母線の短絡保護。
- ・OC<sub>2</sub>でT<sub>2</sub>の保護。
- ・OC<sub>3</sub>でコントロールセンタの保護。各々の保護ができること。

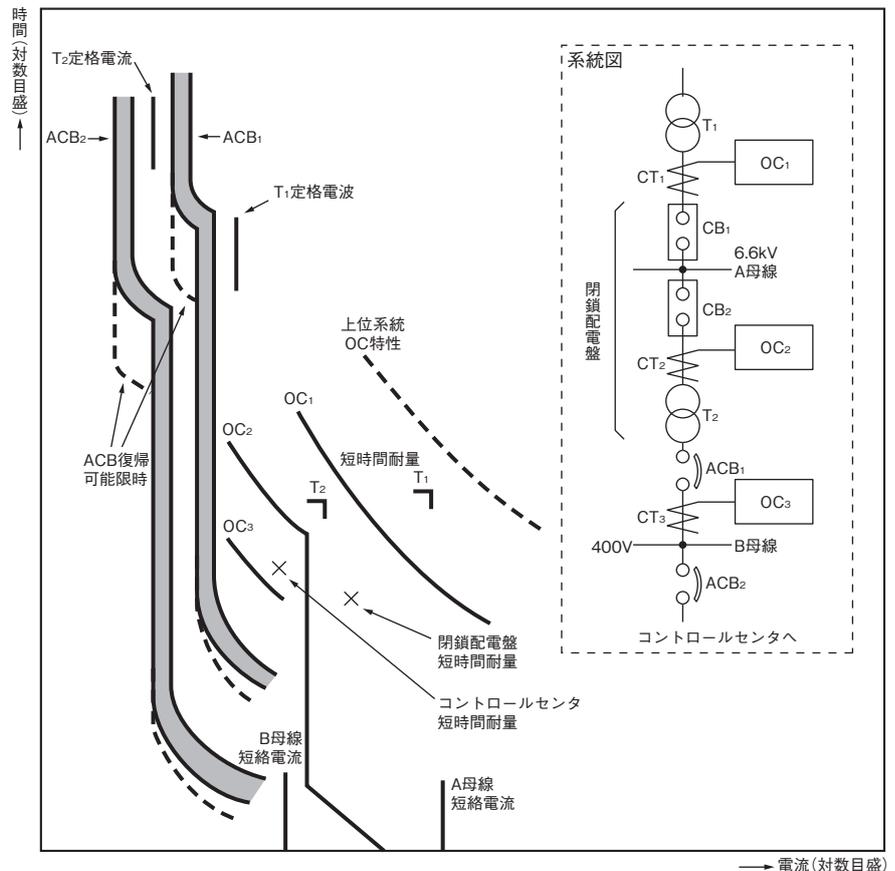
#### 保護機器の耐量は十分か

- ・CB<sub>1</sub>でA母線短絡電流の遮断。
- ・CT<sub>1</sub>でA母線短絡電流の通過・検出。
- ・ACB<sub>1</sub>でB母線短絡電流の遮断。
- ・CT<sub>3</sub>でB母線短絡電流の通過・検出。各々に耐えること。

#### 過渡入力での誤動作はないか

- ・T<sub>2</sub>のラッシュ電流でOC<sub>2</sub>が誤作動しないこと。

### 保護協調曲線



## ケーブルの保護協調

ケーブルの仕様を決定するには、通電容量のみではなく短絡電流の大きさにも考慮を払う必要があります。

### 系統の条件

- ・系統電圧 : 6kV
- ・定格負荷電流 : 70A
- ・こう長 : 20m
- ・種類 : CVケーブル(3心1条)
- ・布設条件 : 空中暗渠式

### ケーブルの選定

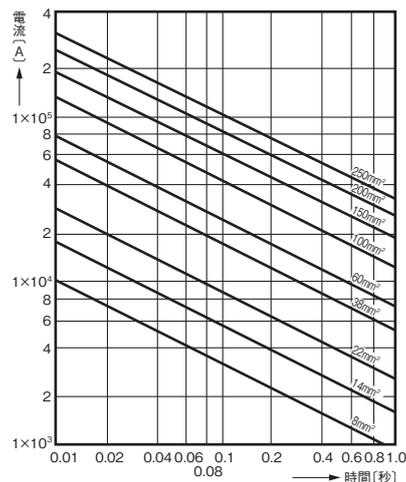
「CVケーブルの許容電流値表」から、余裕をみて22mm<sup>2</sup>のケーブルを選び出します。

通電容量は105Aまで可能ですから、70Aに比べて十分余裕があります。

### CVケーブル許容電流値表

布設条件	空中暗渠式		管路式	
	単心 3条	3心 1条	単心 4孔3条	3心 4孔4条
250mm <sup>2</sup>	645A	490A	550A	320A
200mm <sup>2</sup>	535A	410A	470A	275A
150mm <sup>2</sup>	475A	360A	415A	250A
100mm <sup>2</sup>	350A	260A	315A	185A
60mm <sup>2</sup>	265A	195A	245A	150A
38mm <sup>2</sup>	200A	145A	190A	115A
22mm <sup>2</sup>	140A	105A	135A	84A
14mm <sup>2</sup>	110A	83A	107A	67A
8mm <sup>2</sup>	79A	59A	78A	49A

次にケーブルの送り出し端での3相短絡事故時の短絡電流が「CVケーブルの短時間耐量」を超過しているかどうかを検討します。



次項に示すように、この場合の短絡電流は5770Aで、OCR+CBの保護の場合の遮断時間0.2sを考慮して表中にプロットしますと、38mm<sup>2</sup>のケーブルで十分耐え得ることがわかります。CBの代わりにPFで保護する場合は遮断時間が0.01s以下ですので、8mm<sup>2</sup>のケーブルでも保護ができます。

### 短絡電流の計算

この計算の条件としては、

- ・系統電圧V : 6kV
- ・電源短絡容量Ps : 60MVA
- ・定格負荷電流I : 70A
- ・CVケーブル(22mm<sup>2</sup>)のインピーダンスZ : 0.840Ω/km
- ・CVケーブル(22mm<sup>2</sup>)の恒長20m

そこで、基準容量(P)を6MVAとして%インピーダンスを求めます。

電源側のインピーダンスはすべてリアクタンス分とし、ケーブルのそれは抵抗分として、

$$\%X = 100 \frac{P}{P_s} = 100 \frac{6}{60} = 10(\%)$$

$$\%R = Z \cdot \frac{P}{10V^2} = 0.840 \times \frac{20}{1000} \times \frac{6000}{10 \times 6^2} = 0.28\%$$

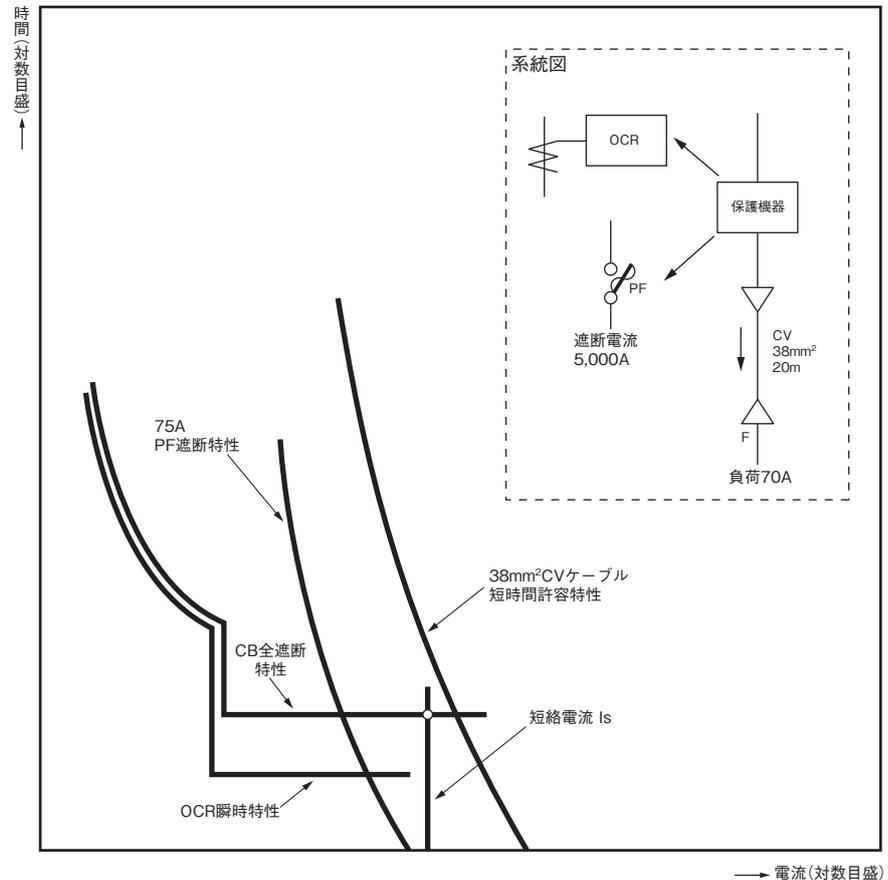
$$\%Z = \sqrt{(\%R)^2 + (\%X)^2} = \sqrt{0.28^2 + 10^2} = 10\%$$

短絡電流Isは、

$$I_s = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot \%Z} = \frac{100 \cdot 6000}{\sqrt{3} \times 6 \times 10} \approx 5770A$$

### 保護協調曲線

保護協調曲線は、上記で求めた諸データと保護機器の特性を協調曲線上にプロットし、協調の良否を判定します。



→ 電流(対数目盛)

## 変圧器の保護協調

### 変圧器の故障原因と保護機器

変圧器の故障原因とその保護機器には次のものがあります。

原因	保護機器
過負荷	温度計(警報つき)、過電流継電器(OCR)、サーマルリレー
内部事故	ブッフホルツ継電器 比率差動継電器
2次側電路の短絡	電力ヒューズ(PF) 過電流継電器(OCR)

### 変圧器の特性

変圧器の特性の中で特に保護上必要な特性の例を次に示します。

### 変圧器励磁突入電流例(実効値換算)

変圧器	項目	倍率(倍)	減衰時間(Hz)
単相変圧器 6.6kV/210V	50kVA	10~18	2~7
	100kVA	10~17	1.8~10
	150kVA	10~15	2~10
三相変圧器 6.6kV/210V	300kVA	5.5~12	2~10
	500kVA	5.5~12	2.6~5

### 変圧器の短絡強度

熱的強度		機械的強度
① 自己インピーダンスで制限される電流	2s	
② ただし、%Z4%未満のものは定格電流の25倍		

### 保護協調のチェックポイント

保護機器	チェックポイント
PF	<ul style="list-style-type: none"> <li>変圧器の許容過負荷でヒューズエレメントが劣化しない</li> <li>変圧器の励磁突入電流でヒューズエレメントが劣化しない</li> <li>2次側短絡時、変圧器の耐量以内で遮断する</li> <li>上、下位保護機器との協調</li> </ul>
OCR	<ul style="list-style-type: none"> <li>突入電流で誤動作しない</li> <li>上、下位保護機器との協調</li> </ul>

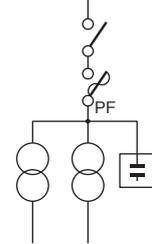
### PFの適用

単相変圧器、三相変圧器を一括してPFで保護する場合の適用例を表に示します。

### PFの適用例 (T社Qヒューズの場合)

項目	単相 (kVA)										
	5	7.5	10	15	20	25	30	50	75	100	
三相 (kVA)	5	5A									
	7.5										
	10		10A								
	15										
	20				15A						
	25										
	30						20A		30A		
	50										
	75										
	100										
	150										
	200						40A				
250											
300									50A	75A	

- 下図のように3φ、1φ、変圧器および、高圧コンデンサの保護用として電力ヒューズを使用した場合の電力ヒューズの定格電流を示したもの。
- 変圧器励磁突入電流は、変圧器定格電流×10倍0.1秒通電相当と仮定。



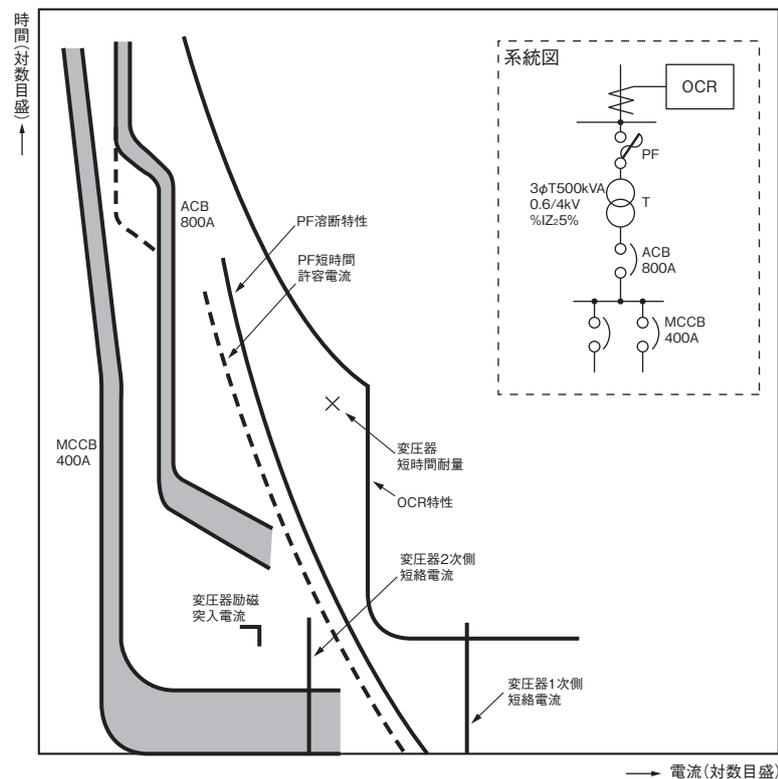
- 高圧コンデンサの容量が変圧器バンク容量の1/3以下と仮定し、コンデンサの充電電流は無視。

### 実例の検討

保護協調曲線をもとに検討します。

- OCR : 変圧器の過負荷保護と高圧母線の短絡保護を受持、PFとの協調がとれていること。
- PF : 変圧器の突入電流で劣化することなく、1次、2次側の短絡故障を適確に保護できること。
- ACB : 変圧器の過負荷保護用。
- MCCB : MCCB以降の短絡保護用。

### 変圧器の保護協調曲線



## 過電流継電器による保護協調

系統全体の中で保護協調をとるためには、以下の検討が必要です。

- (1) 需要家内系統における短絡・過負荷事故において確実に動作すること。(事故点を想定し、インピーダンスマップを作成して故障電流を算出すること)
- (2) PF・CB形の場合には、PFとCBとの責務分担が適切であること。(PFの容量およびCBの遮断容量の選定など)
- (3) 上位系統にある配電変電所 OCR との動作協調がとれていること。(OCRの慣性特性や遮断器の全遮断時間も考慮すること)
- (4) 需要家内の分岐OCRとも動作協調がとれていること。
- (5) 低圧側事故によって、受電端OCRが動作しないように低圧側MCCB(配線用遮断器)と動作協調がとれていること。

- (6) OCRの限時要素の動作時間は、負荷変圧器の熱特性曲線を超えないこと。
  - (7) 遮断器を投入した時に流れる変圧器の励磁突入電流により、OCRの瞬時要素が動作しないこと。
  - (8) 事故時に変圧器・遮断器・ケーブル・CT(変流器)などの機器は、短絡強度や過負荷耐量に充分耐えられるものであること。
  - (9) CTの選定に留意すること。(容量・過電流定数など)などがあります。
- このうち、OCRの使用面(特にタップの整定)からみて大きく関係する項目は(3)～(7)と考えられます。

## 保護協調曲線の作成

系統に設置されている保護機器の動作時間特性を一枚にまとめた図を保護協調曲線図と呼びます。電流値はすべて高圧側に換算して描きます。保護協調は、事故限定を目的としていますので、当該OCRは上位のOCRよりも必ず先に動作しなければなりません。よって、受電端OCR(メイン側OCR)は配電変電所OCRよりも、同じ事故電流値において短い動作時間を持つ必要があります。

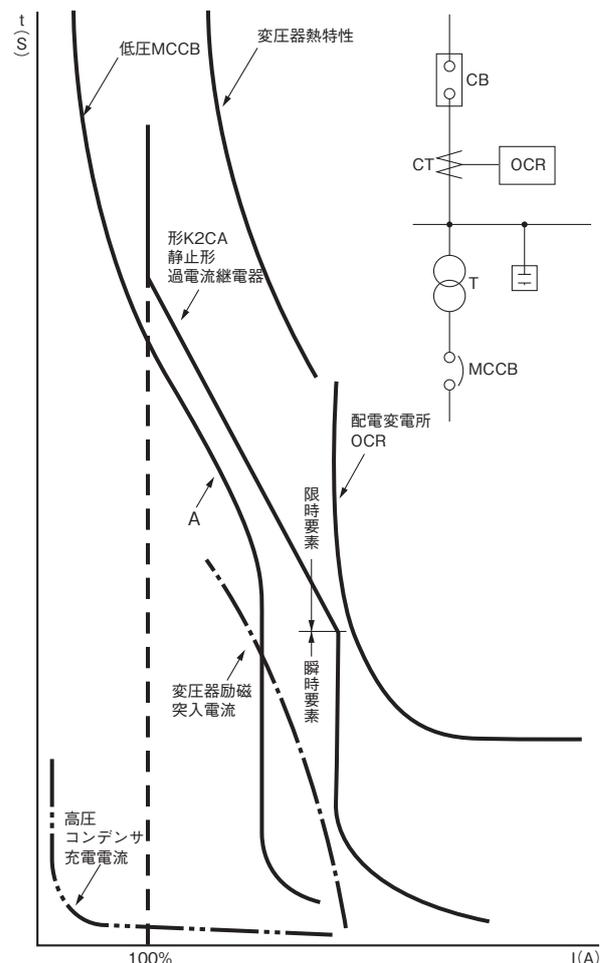
このためには、動作時間整定や動作電流整定に差をつけ、特性曲線が重ならないようにします。

さらに、受電端OCRと低圧側事故との協調にMCCBとの関係があります。低圧負荷は数多くのMCCBで分岐されて保護されますが、MCCBフレーム(電流値)が大きくなると、動作特性曲線のA部でOCRの動作特性と重なることがあります。この場合、低圧側の限定された事故であるにもかかわらず受電端のOCRの方が先に動作して、全停電となり不具合が生じます。これを防ぐためには、MCCBのフレームを分割するか、限時要素部分の動作時間特性を傾斜の強い特性を持つOCRを使用して動作特性が重ならないようにする必要があります。

変圧器は寿命から規定される熱特性を持っており、これも保護協調曲線に描くことができます。変圧器の過負荷保護も受電端OCRの重要な役目の一つですから、OCRの動作特性はこの熱特性よりも下側に位置されなければなりません。

また、遮断器投入時に発生する変圧器への励磁突入電流との協調も考慮する必要があります。これについては次項で詳しく述べますが、受電端OCRにおいては瞬時要素のタップ整定に関係してきます。

## OCRの動作時間特性



## 突入電流について

遮断器を投入すると、構内電気設備に過渡的な電流が流れます。このうち、①変圧器の励磁突入電流、②高圧コンデンサの充電電流について、受電端OCRへの動作影響を考えてみます。

### 変圧器の励磁突入電流

- ・変圧器が無励磁の状態でも1次側に電圧を急激に印加すると（投入すると）、変圧器には逆起電力が発生していませんので、鉄心の磁束は一時的に飽和してしまいます。リアクタンス分が零となり、変圧器の1次側が短絡されたのと同じ状態となり、過大電流が過渡的に流れます。第1波の波高値は、定格電流の十数倍から数十倍にも達し、ピークの接続時間は1~2Hz、定格電流に落ち着くまで2~3秒もかかります。これを励磁突入電流といいます。励磁突入電流の大きさと継続時間は、一義的に計算されず、①変圧器の種類、②印加電圧、③投入位相、④鉄心の残留磁束、⑤変圧器の負荷状況などにより大きく変化し、投入ごとに異なります。1次電圧が急に変動した場合にも、同じ現象が発生します。
- ・励磁突入電流は減衰するとはいえ、ピーク値が高く、また、接続時間も割と長いので、遮断器投入時にOCRが動作してしまう可能性があります。したがって、整定値を決定するための保護協調曲線を描く時には、この励磁突入電流を必ず考慮しなければなりません。
- ・励磁突入電流による不要動作防止のため、遮断器投入の間、OCRの動作を停止させることはできませんので、保護協調曲線を描く中で、励磁突入電流で動作せず、短絡事故では確実に動作するよう整定値（特に瞬時要素動作電流値）を選択することになります。

### 励磁突入電流を考慮した整定値の考え方

最適な瞬時タップ値を選択するためには、少なくとも保護協調曲線上に表わされる励磁突入電流の減衰カーブを知る必要があります。

右表は変圧器の容量ごとに時間経過後の電流値を計算したものです。

計算のベースとなったものは、変圧器メーカーから提出された、①第一波高値(倍数)、②減衰時定数(サイクル)、③励磁突入電流の実効値-時間曲線などです。具体的に保護協調曲線に描き込めるように電流値で表わしてあります。たとえば油入の三相変圧器300kVAでは、0.01秒時には218A、0.05秒時には146A、0.1秒時には119A流れることとなります。

したがって、この値をプロットしていきます。このシステムにさらに単相100kVAの変圧器があれば、この変圧器分の電流を加算していき、0.01秒時には $218+272=490A$ をプロットします。

この表における数値は、最大値付近で計算されていますので、この表に基づいて励磁突入電流曲線を描くことによって、ほぼOCRの動作を防ぐことができます。

### 変圧器励磁突入電流(単相) : 6,600V

種別	変圧器の容量		時間経過後の電流値 (A)					
	容量 (kVA)	定格電流 (A)	0.01s 後	0.05s 後	0.1s 後	0.5s 後	1s 後	5s 後
油入変圧器	10	1.5	35.6	21.1	16.1	7.2	5.3	2.4
	20	3.0	67.2	42.0	32.6	14.7	10.5	4.8
	30	4.5	97.9	61.2	47.4	21.4	15.3	7.0
	50	7.6	165	109	85.3	38.8	28.4	12.9
	75	11.4	212	139	109	49.6	36.4	16.5
	100	15.2	272	179	140	63.8	46.8	21.3
	150	22.7	349	234	191	92.6	65.4	28.9
	200	30.3	427	287	233	113	80.0	35.3
	300	45.5	524	360	303	147	106	50.8
モールド変圧器	10	1.5	30.7	18.2	13.9	6.2	4.6	2.1
	20	3.0	57.6	34.2	26.1	11.7	8.6	3.9
	30	4.5	77.8	48.6	37.7	17.6	12.2	5.6
	50	7.6	107	66.9	51.8	23.4	16.7	7.7
	75	11.4	153	101	79.0	35.9	26.3	12.0
	100	15.2	175	115	90.3	41.0	30.1	15.2
	150	22.7	218	146	119	57.9	40.9	22.7
	200	30.3	271	187	153	76.4	55.1	30.3
	300	45.5	379	266	225	112	82.8	45.5
500	75.8	631	453	394	217	158	75.8	

### 変圧器励磁突入電流(三相) : 6,600V

種別	変圧器の容量		時間経過後の電流値 (A)					
	容量 (kVA)	定格電流 (A)	0.01s 後	0.05s 後	0.1s 後	0.5s 後	1s 後	5s 後
油入変圧器	20	1.7	28.3	16.8	12.8	5.7	4.2	1.9
	30	2.6	43.3	25.7	19.6	8.8	6.4	2.9
	50	4.4	64.8	40.5	31.4	14.2	10.1	4.7
	75	6.6	76.0	47.5	36.8	16.6	11.9	6.6
	100	8.7	94.7	59.2	45.8	20.7	14.8	8.7
	150	13.1	117	77.0	60.5	27.5	20.2	13.1
	200	17.5	146	95.6	75.1	34.1	25.0	17.5
	300	26.2	218	146	119	57.9	40.9	26.2
	500	43.7	308	212	178	86.5	62.5	43.7
	750	65.6	462	325	274	137	101	65.6
	1,000	87.5	616	433	366	183	135	87.5
モールド変圧器	1,500	131	755	542	472	259	189	131
	2,000	175	896	672	616	364	252	175
	10	0.9	15.6	9.2	7.0	3.2	2.3	1.0
	20	1.7	27.2	16.2	12.3	5.5	4.0	1.8
	30	2.6	41.6	24.7	18.9	8.5	6.2	2.8
	50	4.4	62.0	38.7	30.0	13.6	9.7	4.5
	75	6.6	88.7	55.4	43.0	19.4	13.9	6.6
	100	8.7	111	73.1	57.4	26.1	19.1	8.7
	150	13.1	151	99.0	77.8	35.4	25.9	13.1
	200	17.5	190	125	98.2	44.6	32.7	17.5
	300	26.2	252	169	138	66.8	47.2	26.2
500	43.7	420	295	249	125	91.8	43.7	
750	65.6	504	354	299	150	110	65.6	
1,000	87.5	616	443	385	212	154	87.5	

## 高圧進相コンデンサの充電電流

系統に高圧進相コンデンサが設置されていると、遮断器投入時に、過渡的な充電電流が流れます。変圧器の励磁突入電流に比べると、線路定数が小さな値のため、時定数は極めて小さく、すぐに減衰してしまいます。したがって、OCRの瞬時要素の動作時間レベルの0.02~0.05秒ではすでに、定常状態となり、OCRが動作することは考えられません。しかし、ピーク時は数10倍~100倍にもなることがあり、この電流の電圧降下(すなわち電圧)によって、CTの2次側のフラッシュオーバー事故を引き起こしたり、電力ヒューズを含んでいる回路では熔断や劣化の可能性もあります。

### 充電電流の大きさ

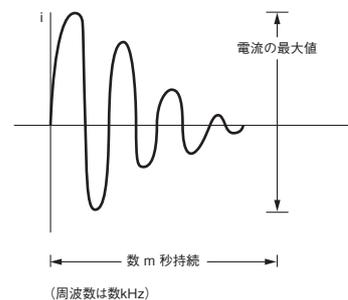
ある条件下での充電電流を参考としてあげます。

#### 高圧進相コンデンサ充電電流

コンデンサ容量 (kVA)	定格電流 (A)	電線径 (想定)	時間経過後の電流値 (A)					6%リアクタンスを挿入		
			t=0の最大値	0.005s後	0.01s後	0.02s後	0.05s後	0.1s後	リアクタンス容量 (kVA)	t=0の最大値
10	0.9	2.6mm <sup>2</sup>	149	1.3	0.9	0.9	0.9	0.9	—	—
20	1.7	2.6mm <sup>2</sup>	249	2.3	1.7	1.7	1.7	1.7	—	—
50	4.4	2.6mm <sup>2</sup>	336	5.2	4.4	4.4	4.4	4.4	3	5.9
75	6.6	3.2mm <sup>2</sup>	428	12.5	6.7	6.6	6.6	6.6	4.5	8.9
100	8.7	4mm <sup>2</sup>	503	38.2	10.5	8.7	8.7	8.7	6	11.7
200	17.5	22mm <sup>2</sup>	736	146	40.3	18.2	17.5	17.5	12	23.6
500	43.7	50mm <sup>2</sup>	1,226	544	256	82.0	43.9	43.7	30	58.9
750	65.6	80mm <sup>2</sup>	1,548	929	564	233	72.0	65.6	40	88.3
1,000	87.5	100mm <sup>2</sup>	1,819	1,383	1,057	636	105	92.9	60	118

注. 計算上での条件  
 1. 電線自長は1km  
 2. 周波数は60Hz  
 3. 電圧は6,600V

上表は、コンデンサに線路定数を通して電圧の波高値が印加された時の過渡電流と、定常状態に流れている交流電流とを加算した最大値を示しています。過渡電流は、コンデンサ容量と線路定数で決まる固有周波数の高周波電流となり、右図のように、減衰波形となっています。



### 保護協調例

ある系統例において、変圧器の励磁突入電流の曲線を算出し、それによって、動作しないOCRの瞬時タップを求めてみます。

- (1) まず、保護協調シートにOCRの動作時間特性曲線を描きます。限時整定が4Aですから、

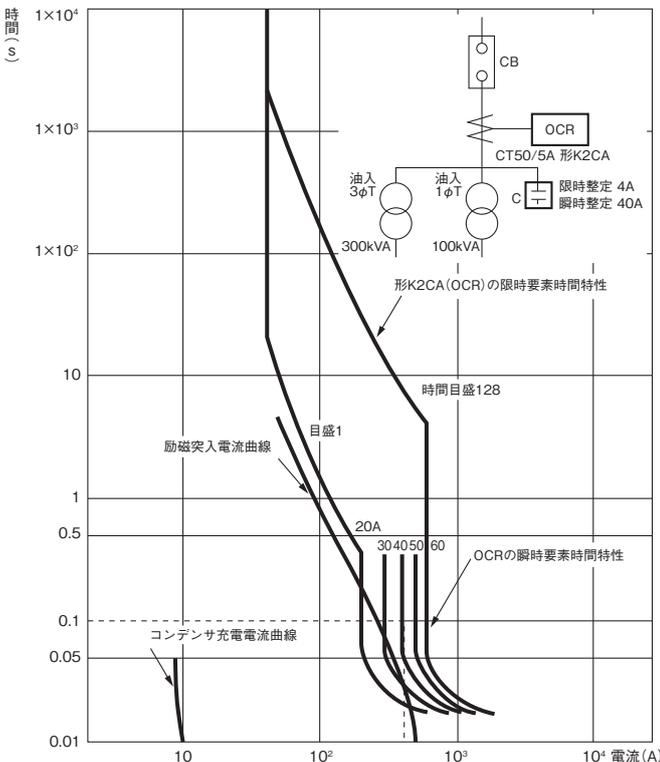
$$4 \times \frac{50}{5} = 40A$$

が100%電流となります。

- (2) 次に、変圧器励磁突入電流の表より、変圧器の容量ごとに計算された電流値をリストアップし、この場合2つの変圧器があるので、これらを加算します。

	0.01s	0.05s	0.1s	0.5s	1s	5s
3φT 300kVA	218A	146A	119A	57.9A	40.9A	26.2A
1φT 100kVA	272A	179A	140A	63.8A	46.8A	21.3A
合計	490A	325A	259A	121.7A	87.7A	47.5A

- (3) 時間に対する電流値をシートにプロットし、曲線を引きます。  
 (4) この励磁突入電流曲線が、OCR瞬時要素時間特性と交わらない瞬時要素タップを選び、この場合40A以上となります。  
 (5) 下の保護協調の例に定格電流の10倍、0.1秒の点を破線で示してみましたが、これによると、50A以上となります。  
 (6) コンデンサの充電電流も高圧コンデンサ充電電流の表よりプロットしてみました。この曲線は、電流値が小さく、励磁突入電流曲線と時間ごとに加算しても励磁突入電流曲線のみと大差がなく、OCRの動作の面からは、励磁突入電流だけを考えれば良いことがわかります。



### CTの選定について

OCRのCT選定は検出精度、過電流強度の側面から選定が必要です。

詳細は、日本電気協会の高圧受電設備規程や、CTメーカーの仕様書などをご確認頂くこととなりますがCTの容量を決定する目安としては、以下の式があります。

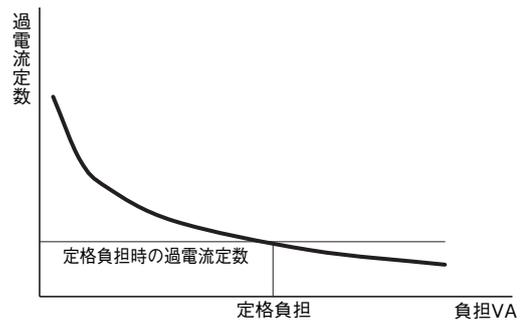
$$\text{CTの容量} \geq \left( \frac{\text{瞬時要素の整定値}}{5} \right)^2 \times \frac{\text{OCRの消費VA}}{(\text{CTの過電流定数})^2} [\text{VA}]$$

また、使用負担時の過電流定数(n')については、以下の式となります。

$$n' = \text{過電流定数}n(\text{定格値または実力値}) \times \frac{\text{CTの定格負担} + \text{二次漏洩VA}}{\text{使用負担} + \text{二次漏洩VA}}$$

過電流定数が大きければ検出精度は向上し定格負担を小さくすることができますが、二次側回路に大きな電流が流れるためOCRの接点に損傷を招く可能性があります。

下記はCTの過電流定数とCTの負担VAの関係を表すグラフです。



## 地絡保護協調

保護協調とは、電路や設備に地絡事故が発生した場合、事故回路のみを遮断し、かつ機器が損傷しないように動作値や動作時間調整(協調)することです。

使用設備内での保護協調だけでなく電力会社の変電所との保護協調も必要となります。

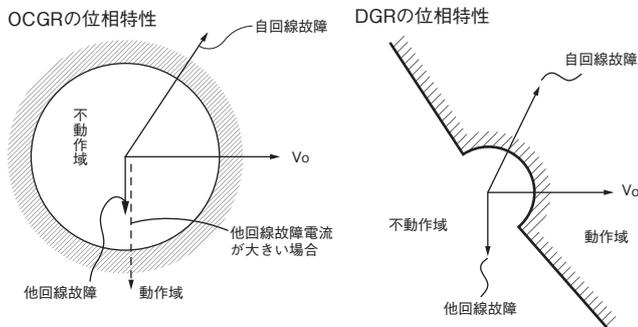
地絡保護協調では、地絡電流、地絡電圧、地絡方向を検討します。設備の規模や影響度に応じ必要によりSOG装置や直列、並列に複数設置した保護継電器で保護協調を行います。詳細は、日本電気協会の高圧受電設備規程などをご確認頂くこととなりますが、以下に概要を説明します。

### OCGRの感度協調

ZCTの検出する零相電流の大きさが自回線故障と他回線故障が異なることを原理として、回線選択する方法です。

図1はそのようすを示します。

図1. OCGR・DGRの位相特性



この場合、次の関係が満足されなければOCGRは誤動作をおこす可能性があります。

$$I_R \geq 2 I_c$$

$I_R$  : 継電器整定値

$I_c$  : 構内対地充電電流

2 : 余裕係数

そして、前式が満足できない場合には、DGRを使用することが必要になってきます。つまり、ケーブルのこう長が長い電路では、OCGRの協調ができないことになります。

キュービクル受電など高圧電路のこう長が短い場合には、OCGRで十分保護協調が可能です。

ケーブルこう長と充電電流の関係を図2に、ケーブルの静電容量を表2に示し、継電器整定に対するケーブルこう長の限界を表1に示します。

表1. ケーブルこう長限界目安

公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	0.2A整定の場合 (m)	0.4A整定の場合 (m)
8	135	270
14	115	230
22	100	200
38	85	170
60	70	140
100	60	120
150	50	100
200	50	100
250	47	95

(CVケーブル 50Hz 6,600V)

図2. ケーブルこう長と充電電流

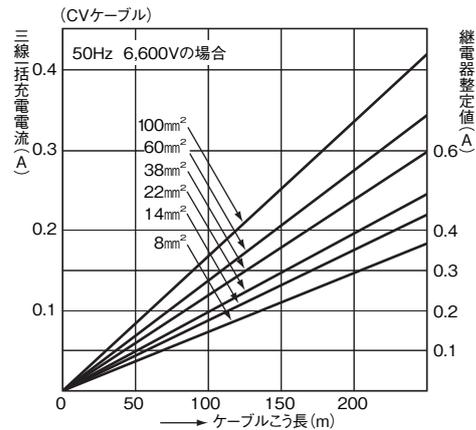


表2. ケーブルの静電容量一覧表

電圧 (kV)	形状	公称断面積 (mm <sup>2</sup> )	高圧架橋ポリエチレンケーブル JIS C 3606-1987 (CV)	
			静電容量 (μF/km)	
6.6	3芯 (3芯一括～アース間)	8	0.63	0.63
		14	0.75	0.75
		22	0.84	0.84
		38	0.99	0.99
		60	1.17	1.17
		100	1.41	1.41
	単芯	150	1.65	1.65
		200	1.62	1.62
		250	1.77	1.77
		8	0.21	0.21
		14	0.25	0.25
		22	0.28	0.28
3.3	3芯 (3芯一括～アース間)	38	0.33	0.33
		60	0.39	0.39
		100	0.47	0.47
		150	0.55	0.55
		200	0.54	0.54
		250	0.59	0.59
	単芯	8	0.21	0.21
		14	0.26	0.26
		22	0.30	0.30
		38	0.37	0.37
		60	0.38	0.38
		100	0.47	0.47
150	0.55	0.55		
200	0.54	0.54		
250	0.59	0.59		

\*参考

充電電流算出式

$$I_c = 2\pi fCE \text{ (A)}$$

$I_c$  : 3線一括充電電流 (A)

$f$  : 周波数 (50Hzまたは60Hz)

$C$  : 3線一括静電容量 (F)

$E$  : 対地電圧 (V) = 線間電圧/√3

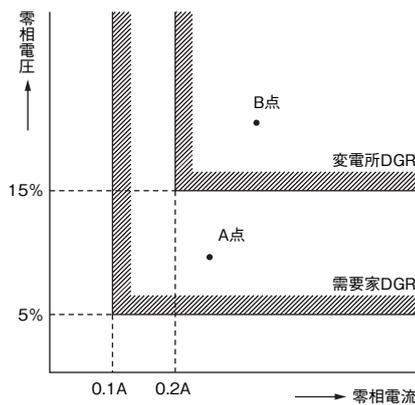
## DGRの感度協調

DGRの感度協調は零相電圧要素が入ってきます。零相電流の感度協調はOCGRと同じです。

零相電圧の感度は、配電線のどの場所でも、故障時に発生する零相電圧は同じ値です。

また地絡は、変電所から受電設備間の送電線でも発生するため、DGRによる位相判定が有効です。また、動作値は変電所との感度協調(電圧、電流、移動、動作時間)を考慮する必要があります。

図3. DGRの感度協調例



## 位相協調

通常のケースでは、ほとんど問題にはなりません。また一般に市販されているDGRも位相特性は固定されています。継電器の位相判別は、自回線か他回線かの方向判断をします。

## 参考資料

受配電盤およびその周辺の設計に関する諸規格、法令、民間規定等についてその内容を略述し、設計上特に関係の深い個別規格を列記しました。

### 国内規定

規格名	内容	主務団体
JIS (日本工業規格)	鋳工業製品についての国家規格。 その内容は工業標準化法によって明確に規格化されており、鋳工業製品の広範囲な規定がなされている。 内訳は土木建築、機械、電気等17部に分かれているが、盤用機器関係では部門Cの電気が特に関係が深い。	日本工業標準調査会 (経済産業省)
JEC (電気学会 電気規格調査会 標準規格)	学会を構成する有職者、ユーザ、メーカーの3者で構成される特別委員会でも々の規格が審議され、電気関係の標準化、規格化を行っている。 盤用機器関係では電力用保護継電器、計器用変成器等機器単体の対象規格が多い。	電気学会規格調査会
B 401 電力用規格	電力会社において使用する保護継電器および保護継電装置のうち、汎用性の高いものについて標準を定め、信頼性の向上と価格の低減をはかることを目的としている。 JIS、JECなどの公的諸規格に準拠している。	全国各電力会社 電源開発会社
JEM (日本電機工業会規格)	日本の主な電気機械メーカーの団体規格で、継電器委員会、制御装置委員会等専門委員会でも標準化が進められており、盤関係に関連した規格が多い。なお、JECとは緊密な関係にあって、JEMからJECに吸収される形で規格化されるケースもある。	日本電機工業会各委員会
JCS	各技術専門委員会のもとに、ケーブル、絶縁電線、裸線等の電線および、その関係技術の標準化が行われている。JCS既発行規格の多くがJIS化されている。	日本電線工業会
NECA	日本の主な制御機器メーカーの団体規格で、制御機器の一般的規格および、電磁継電器、モータ、タイマ、スイッチ等盤用として広く使用されている機器を標準化している。	日本電気制御機器工業会
NK	運輸省船舶局の行政指導のもとに設立された財団法人で船舶の検査、船用材料、部品の検査などを行っている。	日本海事協会

センサ

スイッチ

セリフティ

リレー

コントローラ

FAシステム機器

モーション/ドライブ

省エネ支援  
環境対策機器

電源/周辺機器

その他

共通事項



## 国外規格

規格名	内容	国・地域
IEC (International Electrical Committee)	形式的にはISOの電気関係を扱う専門部会であるが、実質的には完全な独立機関である。活動分野は電気関係のあらゆる部門の標準化におよんでいる。	世界 (国際電気標準会議)
USAS (USA Standard)	アメリカ合衆国規格協会 (USA SI) が統一的国家規格の承認の拡大、消費者の利益保護、国家標準化事業への積極的な参加、達成を目的として行っている。JISと同様17の部門別規格部会に分かれている。電気関係規格はC分類になっている。	米国
MIL (Military Specification)	米国国防省における物品の調達に関する仕様書、技術的方法、記号、設計上の特性に関する規格。我国でもスイッチ、リレー、端子台等、本規格の準拠品は少なくない。	米国
UL (Underwriters Laboratories)	保険業者研究所の行った研究、検査の結果が規格化されたもので、我国でも絶縁材質の規格標準として重視されている。	米国 (保険業者研究所の規格)
BS (British Standard)	国家規格に準ずる規格で、政府援助を受けている。イギリス規格協会が制定している。	英国 (イギリス規格協会)
DIN (Deutsches Institut für Normung)	生産部門、医学部門、商業部門、建築、美術、スポーツにおよぶ広範囲の国家規格。我国でも制御機器で、これに準拠するものがある。	ドイツ (国家規格)
VDE (Verband Deutscher Electrotechniker)	保護継電器に関する規格があり、電力用保護継電器規格はその主力となっている。	ドイツ (ドイツ電気技術者連合)
LR (船舶用ロイド規格)	船舶の電気設備全般について規程した外国規格で、Sec6.の配電盤、開閉装置、保護装置は特に関係深い。	英国

## 法令

基本法	法令など	内容	所管
電気事業法	電気設備に関する技術基準を定める省令	電気設備技術基準、電技とも呼ばれ、電気事業法における電気工作物の保安確保	経済産業省 産業保安グループ

## 関連規定および仕様

名称	内容	作成
高圧受電設備規程	高圧受電設備の設計、施工、維持及び管理に関する技術的事項を規定した民間規格	一般社団法人 日本電気協会 需要設備専門部会
系統連系規程	分散型電源の系統連系に関する協議を円滑に進められるよう、「電気設備の技術基準の解釈」及び「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」の内容をより具体的に示した規定	一般社団法人 日本電気協会 系統連系専門部会
内線規程	需要場所における電気工作物の設計、施工、維持、検査で守るべき技術的事項を定めた民間自主規格	一般社団法人 日本電気協会 需要設備専門部会
公共建築工事標準仕様書 (電気設備工事編)	官庁施設の営繕を実施するための基準として電力設備工事、受変電設備工事、電力貯蔵設備工事、発電機設備工事などに対し、それぞれ使用材料、施工、試験などを制定した仕様書	国土交通省大臣官庁官庁 営繕部

## 交流変電所用制御器具番号 JEM 1093 (抜粋)

電力系統やシーケンス回路を構成するとき、シーケンスに使用される保護継電器を器具番号を用いて表現する機会が多い。下記に日本電機工業会で定められている規格を記す。

基本器具番号	器具番号	器具名称
1	1	主幹制御器またはスイッチ
2	2	始動もしくは閉路限時継電器または始動もしくは閉路遅延継電器
	3	操作スイッチ
3	3-28	操作スイッチ (警報停止用)
	3-28B	操作スイッチ (ベル継電器復帰用)
	3-28Z	操作スイッチ (ブザー継電器復帰用)
	3-29	操作スイッチ (消火装置用)
	3-30	操作スイッチ (表示器復帰用)
	3-30L	操作スイッチ (ランプ表示器復帰用)
	3-42	操作スイッチ (運転遮断器用)
	3-52	操作スイッチ (交流遮断器用)
	3-66F	操作スイッチ (フリッカ継電器復帰用)
	3-85T	操作スイッチ (搬送装置点検用)
	3-86	操作スイッチ (ロックアウト継電器復帰用)
	3-88	操作スイッチ (補機用接触器用)
	3-89	操作スイッチ (断路器用)
	3-92	操作スイッチ (とびら用)
	3M	操作スイッチ (計器復帰用)
3R	操作スイッチ (一般の復帰用)	
4	4	主制御回路制御器
5	5	停止スイッチまたは継電器
	5E	非常停止スイッチ
6	6	始動遮断器
	6-99	ロケータ始動用補助継電器
7	7	調整スイッチ
	7-24LR	調整スイッチ (負荷時電圧調整器用)
	7-24PC	調整スイッチ (消弧リアクトルタップ用)
	7-90R	調整スイッチ (自動電圧調整器の電圧設定用)
	7-IR	調整スイッチ (誘導電圧調整器用)
8	8	制御電源スイッチ
	8A	制御電源スイッチ (交流用)
	8C	制御電源スイッチ (共通用)
	8D	制御電源スイッチ (直流用)
	8R	制御電源スイッチ (継電器用)
9	9	界磁転極スイッチ、接触器または継電器
10	10	順序スイッチまたはプログラム制御器
	10G	地絡回線選択用プログラム制御器
	10P	プログラム制御器
11	11	試験スイッチまたは継電器
	11-52	試験スイッチ (遮断器用)
	11L	試験スイッチ (ランプ点検用)
12	12	過速度スイッチまたは継電器
13	13	同期速度スイッチまたは継電器
14	14	低速度スイッチまたは継電器
15	15	速度調整装置

基本器具番号	器具番号	器具名称
16	16	表示線監視継電器
	16B	表示線断線検出用継電器
	16BG	表示線断線検出用継電器 (地絡用表示線)
	16BS	表示線断線検出用継電器 (短絡用表示線)
	16G	表示線地絡検出用継電器
	16GG	表示線地絡検出用継電器 (地絡用表示線)
	16GS	表示線地絡検出用継電器 (短絡用表示線)
	16S	表示線短絡検出用継電器
	16SG	表示線短絡検出用継電器 (地絡用表示線)
	16SS	表示線短絡検出用継電器 (短絡用表示線)
17	17	表示線継電器
	17G	表示線継電器 (地絡用)
	17S	表示線継電器 (短絡用)
	17SG	表示線継電器 (短絡地絡共用)
18	18	加速もしくは減速接触器または過速もしくは減速継電器
19	19	始動-運転切り換え接触器または継電器
20	20	補機弁
21	21	主機弁
22	22	漏電遮断器、接触器または継電器
23	23	温度調整装置または継電器
24	24	タップ切り換え装置
	24LR	タップ切り換え装置 (負荷時電圧調整器用)
24PC	タップ切り換え装置 (消弧リアクトル用)	
25	25	同期検出装置
26	26	静止器温度スイッチまたは継電器
	26D	ダイヤル温度計
	26LR	温度継電器 (負荷時電圧調整器用)
	26PC	温度継電器 (消弧リアクトル用)
	26R	温度継電器 (分路リアクトル用)
	26T	温度継電器 (変圧器用)
	27	27
27H	交流不足電圧継電器 (所内用)	
27H	交流不足電圧継電器 (高整定)	
27L	交流不足電圧継電器 (低整定)	
27Φ	交流不足電圧継電器 (事故相用)	
28	28	警報装置
	28B	ベル継電器
	28CH	チャイム継電器
	28F	火災検出器
	28LA	避雷器動作検出器
	28Z	ブザー継電器
	29	29
30	30	表示器
	30F	故障表示器 (機械式)
	30L	故障表示器 (ランプ式)
	30S	状態表示器

基本器具番号	器具番号	器具名称
31	31	界磁変更遮断器、スイッチ、接触器または継電器
32	32	直流逆流継電器
33	33	位置検出スイッチまたは装置
	33CO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub> 消火装置の台秤用レベルスイッチ
	33Q	油面検出装置
	33S	タップずれ検出装置
	33W	水位検出スイッチまたは装置
34	34	電動順序制御器
35	35	ブラシ操作装置またはスリップリング短絡装置
36	36	極性継電器
37	37	不足電流継電器
	37A	交流不足電流継電器
	37B	配線用遮断器自動遮断検出器
	37D	直流不足電流継電器
	37F	ヒューズ断検出器
38	38	軸受温度スイッチまたは継電器
39	39	機械的異常監視装置または検出スイッチ
40	40	界磁電流継電器または界磁喪失継電器
41	41	界磁遮断器、スイッチまたは接触器
42	42	運転遮断器、スイッチまたは接触器
	42C	42用投入コイル
	42T	42用引外しコイル
43	43	制御回路切換スイッチ
	43-17	切換スイッチ (表示線継電装置用)
	43-25	切換スイッチ (同期検出回路用)
	43-50	切換スイッチ (短絡選択・地絡選択保護用)
	43-55	切換スイッチ (自動力率調整器用)
	43-79	切換スイッチ (再閉路または自動復旧用)
	43-87B	切換スイッチ (母線保護用)
	43-90	切換スイッチ (自動電圧調整器用)
	43-95	切換スイッチ (周波数継電器用)
	43A	切換スイッチ (自動-手動用)
	43C	切換スイッチ (搬送装置用)
	43H	切換スイッチ (ヒータの強弱用)
	43L	切換スイッチ (一般ロック用)
	43M	切換スイッチ (基準-従属用)
	43N	切換スイッチ (接地方式用)
	43P	切換スイッチ (電圧変成器用)
	43PC	切換スイッチ (消弧リアクトル用)
	43Q	切換スイッチ (圧油ポンプ用)
	43R	切換スイッチ (遠方-直接用)
	43SP	切換スイッチ (単独-並列用)
43TL	切換スイッチ (引外しロック用)	
44	44	距離継電器
	44G	地絡距離継電器
	44GI	地絡距離継電器 (内部方向用)
	44GO	地絡距離継電器 (外部方向用)
	44GT	地絡距離継電器用限時継電器
	44OM	短絡距離継電器 (脱調用)
	44S	短絡距離継電器
	44SI	短絡距離継電器 (内部方向用)
	44SO	短絡距離継電器 (外部方向用)
	44ST	短絡距離継電器用限時継電器

基本器具番号	器具番号	器具名称	
45	45	直流過電圧継電器	
46	46	逆相または相不平衡電流継電器	
47	47	欠相または逆相電圧継電器	
	47A	欠相または逆相電圧継電器 (空気圧縮機用)	
	47F	欠相または逆相電圧継電器 (変圧器冷却ファン用)	
	47H	欠相または逆相電圧継電器 (所内用)	
	47Q	欠相または逆相電圧継電器 (圧油ポンプ用)	
	47T	遮断器欠相保護用限時継電器	
	48	48	渋滞検出継電器
48	48-24	渋滞検出継電器 (タップ切換装置用)	
	49	回転機温度スイッチもしくは継電器または過負荷継電器	
49	49A	温度継電器または過負荷継電器 (風洞または空気冷却器用)	
	49Q	温度継電器または過負荷継電器 (圧油ポンプ用)	
	49R	温度継電器または過負荷継電器 (回転子用)	
	50	短絡選択継電器または地絡選択継電器	
50	50G	地絡選択継電器	
	50S	短絡選択継電器	
	50SA	50S用過電流継電器	
	50TL	直列引外し防止用継電器	
	51	交流過電流継電器	
51	51G	地絡過電流継電器	
	51H	交流過電流継電器 (所内用)	
	51H	交流過電流継電器 (高整定)	
	51K	交流過電流継電器 (主変圧器三次用)	
	51L	交流過電流継電器 (低整定)	
	51M	交流過電流継電器 (電動機用)	
	51N	交流過電流継電器 (中性点用)	
	51P	交流過電流継電器 (主変圧器一次用)	
	51Q	交流過電流継電器 (圧油ポンプ用)	
	51S	交流過電流継電器 (主変圧器二次用)	
	51V	電圧抑制付交流過電流継電器	
	52	52	交流遮断器
		52C	52用投入コイル
52H		交流遮断器 (所内用)	
52K		交流遮断器 (主変圧器三次用)	
52N		交流遮断器 (中性点用)	
52NR		交流遮断器 (中性点抵抗器用)	
52PC		交流遮断器 (消弧リアクトル用)	
52P		交流遮断器 (主変圧器一次用)	
52S		交流遮断器 (主変圧器二次用)	
52T		52用引外しコイル	
53	53	励磁継電器または励弧継電器	
54	54	高速度遮断器	
55	55	自動力率調整器または力率継電器	
56	56	すべり検出器または脱調継電器	
57	57	自動電流調整器または電流継電器	
	57P	潮流検出継電器 (注) 電流継電器で潮流を検出する場合。	
58	58	(予備番号)	

基本器具番号	器具番号	器具名称
59	59	交流過電圧継電器
	59H	交流過電圧継電器（高整定）
	59L	交流過電圧継電器（低整定）
60	60	電圧平衡継電器
	60C	電圧平衡継電器（コンデンサ故障検出用）
	60P	電圧平衡継電器（電圧変成器故障検出用）
61	61	自動電流平衡調整器または電流平衡継電器
	61C	電流平衡継電器（コンデンサ故障検出用）
62	62	停止もしくは閉路限時継電器または停止もしくは閉路遅延継電器
63	63	圧力スイッチまたは継電器
	63A	空気圧スイッチまたは継電器
	63G	ガス圧スイッチまたは継電器
	63N	窒素圧スイッチまたは継電器
	63Q	油圧スイッチまたは継電器
	63V	真空スイッチまたは継電器
	63W	水圧スイッチまたは継電器
64	64	地絡過電圧継電器
	64D	直流制御回路地絡継電器
	64H	地絡過電圧継電器（所内用）
	64H	地絡過電圧継電器（高整定）
	64L	地絡過電圧継電器（低整定）
	64N	地絡過電圧継電器（中性点用）
	64Φ	地絡相判別継電器
65	65	調速装置
66	66	ノッチング継電器
	66F	フリッカ継電器
67	67	交流電力方向継電器または地絡方向継電器
	67G	地絡方向継電器
	67GA	67G用地絡過電流継電器
	67GI	地絡方向継電器（内部方向用）
	67GO	地絡方向継電器（外部方向用）
	67S	短絡方向継電器
	67SA	67S用過電流継電器
	67SI	短絡方向継電器（内部方向用）
67SO	短絡方向継電器（外部方向用）	
68	68	混入検出器
69	69	流量スイッチまたは継電器
	69Q	油流スイッチまたは継電器
	69W	水流スイッチまたは継電器
70	70	加減抵抗器
71	71	整流素子故障検出装置
72	72	直流遮断器または接触器
73	73	短絡用遮断器または接触器
74	74	調整弁
75	75	制動装置
76	76	直流過電流継電器
77	77	負荷調整装置
78	78	位相比較継電器
	78N	位相比較継電器（負波用）
	78P	位相比較継電器（正波用）
79	79	交流再開路継電器
	79T	再開路用限時継電器

基本器具番号	器具番号	器具名称
80	80	直流不足電圧継電器
81	81	調速機駆動装置
82	82	直流再開路継電器
83	83	選択スイッチ、接触器または継電器
84	84	電圧継電器
85	85	信号継電器
	85R	受信継電器
	85RC	受信継電器（搬送保護用）
	85RP	受信継電器（表示線用）
	85S	送信継電器
	85SC	送信継電器（搬送保護用）
86	86	ロックアウト継電器
	87	差動継電器
87	87B	差動継電器（母線保護用）
	87G	差動継電器（内部地絡用）
	87HT	差動継電器（所内変圧器用）
	87T	差動継電器（主変圧器用）
	88	補機用遮断器、スイッチ、接触器または継電器
88	88A	補機用接触器（空気圧縮機用）
	88F	補機用接触器（ファン用）
	88H	補機用接触器（ヒータ用）
	88Q	補機用接触器（圧油ポンプ用）
	88V	補機用接触器（真空ポンプ用）
	88W	補機用接触器（冷却水ポンプ用）
	89	遮断器または負荷開閉器
89	89C	89用投入コイル
	89-IL	89用インターロックマグネット
	89T	89用引外しコイル
90	90	自動電圧調整器または自動電圧調整継電器
90	90CA	90用電流補償装置
	90R	90用電圧設定器
	90RM	90R操作用電動機
	91	自動電力調整器または電力継電器
91	91P	電力継電器
	91Q	無効電力継電器
	92	92
93	93	（予備番号）
94	94	引外し自由接触器または継電器
95	95	自動周波数調整器または周波数継電器
96	96	ブッフホルツ継電器
	96-1	ブッフホルツ継電器（警報用）
	96-2	ブッフホルツ継電器（引外し用）
	96P	衝撃圧力継電器
	96V	放圧弁
	97	97
98	98	連結装置
99	99	自動記録装置
	99F	自動故障記録装置
	99S	自動動作記録装置

## 文字記号対比表

	文字記号	用語	文字記号に対応する外国語
変圧器・計器用変成器類	T	変圧器	Transformers
	VCT	電力需給用計器用変成器	Instrument Transformers for Metering Service
	VT	計器用変圧器	Voltage Transformers
	CT	変流器	Current Transformers
	ZCT	零相変流器	Zero Phase-sequence Current Transformers
	GPT	接地形計器用変圧器	Grounding Potential Transformers
	ZPD	零相電圧検出装置(零相基準入力装置)	Zero Phase-sequence Potential Device
開閉部・遮断器類	S	開閉器	Switches
	OS	油入開閉器	Oil Switches
	CB	高圧交流遮断器	AC Circuit Breakers for 6.6kV or 3.3kV
	OCB	油遮断器 (タンク形)	Oil Circuit Breaker
	LOCB	油遮断器 (小油量形)	Oil Circuit Breaker
	ABB	空気遮断器	Air-blast Circuit Breaker
	GCB	ガス遮断器	Gas Circuit Breaker
	MBB	磁気遮断器	Magnetic-blast Circuit Breaker
	VCB	真空遮断器	Vacuum Circuit Breaker
	ACB	気中遮断器	Air Circuit Breaker
	MCCB	配線用遮断器	Molded Case Circuit Breaker
	LBS	高圧交流負荷開閉器	AC Load Break Switches for 6.6kV or 3.3kV
	DS	高圧断路器	Disconnecting Switches for 6.6kV or 3.3kV
	PC	高圧カットアウト	Primary Cutout Switches
	MC	電磁接触器	Electromagnetic Contactors
	F	ヒューズ	Fuses
	PF	電力(限流)ヒューズ	Power Fuses
	AS	電流計切換スイッチ	Ammeter Change-over Switches
	VS	電圧計切換スイッチ	Voltmeter Change-over Switches
	計器類	A	電流計
V		電圧計	Voltmeters
WH		電力量計	Watt-hour Meters
継電器類	OCR	過電流継電器	Overcurrent Relays
	GR	地絡継電器	Ground Relays
	DGR	地絡方向継電器	Earth-fault Directional Relays
	OCGR	地絡過電流継電器	Earth-fault Overcurrent Relays
	OVGR	地絡過電圧継電器	Earth-fault Overvoltage Relays
	OVR	過電圧継電器	Overvoltage Relays
	UVR	不足電圧継電器	Undervoltage Relays
	RPR	逆電力継電器	Reverse Power Relays
	UPR	不足電力継電器	Under Power Relays
	OFR	過周波数継電器	Over Frequency Relays
	UFR	不足周波数継電器	Under Frequency Relays
	DSR	短絡方向継電器	Directional-overcurrent Relays

	文字記号	用語	文字記号に対応する外国語
電線類	OC	屋外用高圧架橋ポリエチレン絶縁電線	Crosslinked Polyethylene Insulated Out-door Wires
	OE	屋外用高圧ポリエチレン絶縁電線	Polyethylene Insulated Out-door Wires
	IJ	高圧緑廻し用絶縁電線	Butyl Rubber Insulated Jumper Wires
	JC	高圧緑廻し用架橋ポリエチレン絶縁電線	Crosslinked Polyethylene Insulated Jumper Wires
	JP	高圧緑廻し用エチレンプロピレンゴム絶縁電線	Ethylene-propylene Insulated Jumper Wires
	PD	高圧引下用絶縁電線	Crosslinked Polyethylene Insulated High Voltage Service Drop Wires
	IV	600V ビニル絶縁電線	Polyvinyl Chloride Insulated Wires
	CV	高圧架橋ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	Crosslinked Polyethylene Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Cables
	CE	高圧架橋ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	Crosslinked Polyethylene Insulated Polyethylene Sheathed Cables
	CD	高圧架橋ポリエチレン絶縁CDケーブル	Combined Duct Cables
ケーブル類	EV	ポリエチレン絶縁ビニルシースケーブル	Polyethylene Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Cables
	EE	ポリエチレン絶縁ポリエチレンシースケーブル	Polyethylene Insulated Polyethylene Sheathed Cables
	PV	エチレンプロピレンゴム絶縁ビニルシースケーブル	Ethylene-propylene Rubber Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Cables
	PN	エチレンプロピレンゴム絶縁クロロプレンシースケーブル	Ethylene-propylene Rubber Insulated Chloroprene Sheathed Cables
	BN	ブチルゴム絶縁クロロプレンシースケーブル	Butyl Rubber Insulated Poly-chloroprene Sheathed Cables
	VV	ビニル絶縁ビニルシースケーブル	Polyvinyl Chloride Insulated Polyvinyl Chloride Sheathed Cables
	PTA	ベルト紙絶縁鉛被鋼帯シースケーブル	Belted Type Paper Insulated, Lead, Sheathed, Steel-Tape Armored Power Cables
		ベルト紙絶縁鉛被鋼帯ビニル防しよくケーブル	Belted Type Paper Insulated, Lead, Sheathed and P.V.C. with Anticorrive Layer Power Cables
	RN	ゴム絶縁クロロプレンシースケーブル	Rubber Insulated Chloroprene Sheathed Cables
	その他	C	高圧進相コンデンサ
LA		避雷器	Lightning Arresters
M		電動機	Motors
CH		ケーブルヘッド	Cable Heads
TC		引外しコイル	Tripping Coils
CC		投入コイル	Closing Coils
TT		試験端子	Testing Terminals
E		接地	Earthing