

1 高圧進相コンデンサ設備<共通>

■進相コンデンサ設置の目的

1) 電気料金が割引される

コンデンサを取り付けて力率を改善すると、その分だけ基本料金が割引されます。
基本料金 = 契約電力 × 料金単価 × { 1 + (0.85 - 力率) }

2) 電力損失が低減できる (CO₂ 削減効果)

構内の変圧器二次側にコンデンサ取り付けにより、変圧器や電線路に流れる電流が減少し電力損失が減少するので、電力を有効に使えます。

3) 電力設備に余裕ができる

構内の変圧器二次側にコンデンサ取り付けにより、変圧器や電線路に余裕ができるので、設備を増設しなくても余裕に見合った負荷の増設が可能になり電気設備の有効利用が図れます。

4) 電圧が安定する

コンデンサ取り付けにより、配電線や変圧器のインピーダンスによる電圧降下や電圧変動が少なくなり電力の質が向上します。

■直列リアクトルの必要性

1) 直列リアクトル設置の義務化

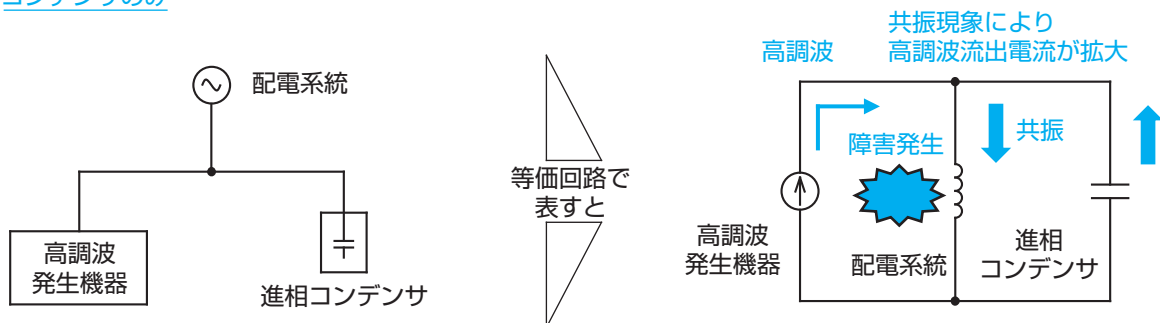
JIS 規格において、高圧進相コンデンサ設備 (コンデンサ・直列リアクトル・放電コイル) の規格が 1998 年に一本化され、直列リアクトルを取付けて使用することが原則となっています。また、「内線規程 (JEAC8001-2022)」「高圧受電設備規程 (JEAC8011-2020)」においては、コンデンサ回路において直列リアクトルを施設することが勧告から義務的事項に引き上げられました。

2) 直列リアクトル設置の効果

① 高調波電流の流出抑制対策

進相コンデンサは、容量性インピーダンスで周波数が大きくなるほど流れる電流も大きくなるため、高調波電流を流しやすい特徴があります。回路内に高調波発生機器が存在すると、進相コンデンサにも高調波電流が流入します。この電流と、電源側の誘導性インピーダンスとの共振現象によってさらに拡大し、電源側への高調波流出電流が拡大して配電系統に障害 (電圧歪み) が発生することがあります。

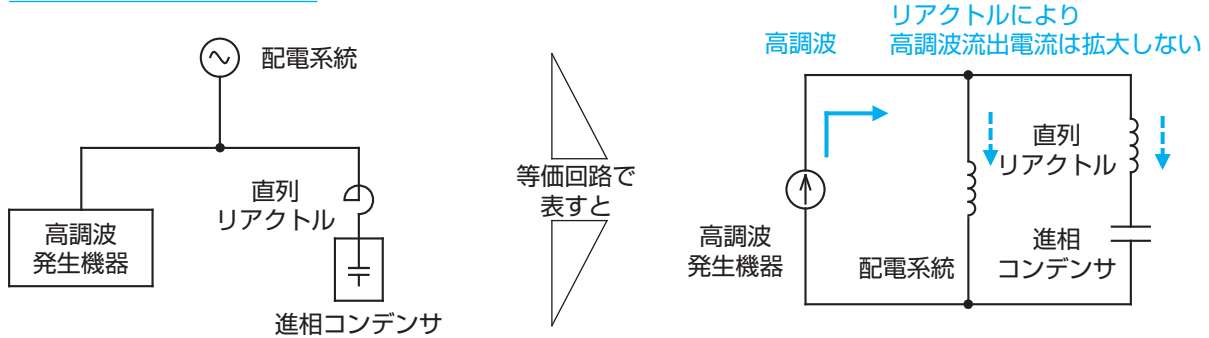
コンデンサのみ



1 高圧進相コンデンサ設備<共通>

直列リアクトルを挿入することによって、進相コンデンサを含む回路全体が誘導性インピーダンスになり、高調波流出電流は拡大しません。

コンデンサ+直列リアクトル

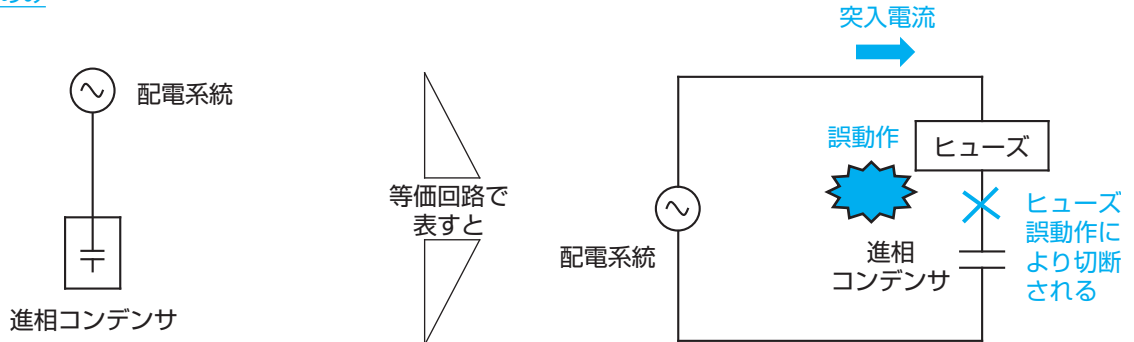


② 進相コンデンサ投入時の突入電流の抑制

突入電流とは、電気機器に電源を投入した瞬間に流れる過渡的な電流のことで、定格電流よりも大きな電流が流れます。進相コンデンサは、通電した瞬間に充電が始まるため大きな突入電流が発生します。

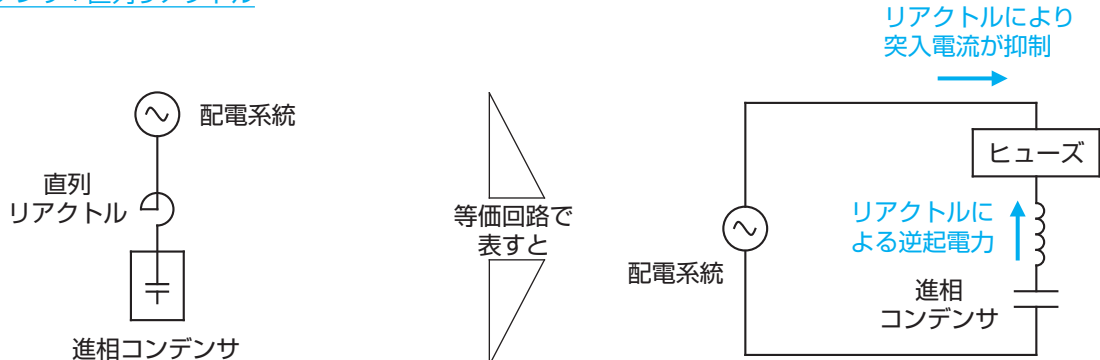
この突入電流により、コンデンサの寿命が短くなり、また、ヒューズが誤動作を起こすことがあります。

コンデンサのみ



リアクトルは自己誘導作用という特性をもち、電流が流れた瞬間にそれを打ち消す逆方向の起電力を発生させます。この特性により突入電流を抑制できます。

コンデンサ+直列リアクトル



1 高圧進相コンデンサ設備<共通>

■コンデンサ容量選定と力率計算方法

高圧受電設備規程（JEAC8011-2020）では負荷設備の種類、稼働率を勘案するとともに、負荷の無効電力を想定してコンデンサ容量選定を行うことが規定されています。

1) 進相コンデンサ及び直列リアクトル（規程 1150-9 条 1 項）

- 進相コンデンサは、負荷設備の種類、稼働率を勘案した補正負荷容量に対して選定するとともに、インバータ機器を用いた場合には、補正負荷容量から除くなど、過度の進み力率とならないよう定格設備容量とし、かつ、次の各号によること。
 - 〔注1〕 補正負荷容量とは、電灯、動力設備等の負荷に、適切な需要率を見込んだ補正係数を乗じた上で合計した負荷容量である。詳細については、「建築設備設計基準 平成30年度版（一社）公共建築協会発行」を参照のこと。
 - 〔注2〕 インバータ回路の負荷は、力率をほぼ1とみなすことができるため、力率改善を考慮する補正負荷容量から除くものとする。
 - 〔注3〕 無効電力の想定において、進相コンデンサの容量を選定する際、改善前力率が不明な場合の考え方や、力率の解説について、資料1-1-7「負荷に合わせたSC容量の選定・力率の解説」を参照のこと。

2) 負荷に合わせたSC容量の選定・力率の解説（規程 資料 1-1-7）

- 従来から広く用いられてきた「三相変圧器容量の3分の1程度」という選定基準は、その前提条件が現状とは合っており、結果として過剰なSC容量が選定されるため、そのような基準でSC容量は選定しない。
- SC容量は、負荷の無効電力を想定したうえで選定する。
- 無効電力を想定してSC容量を選定する際、改善前力率が不明な場合は、1表の負荷力率の平均値を用いる。

1表 負荷力率の平均値 単位:%(すべて遅れ力率)

業種	区分	平均	(参考値)	
			平均-2σ	平均+2σ
業務用	三相負荷	93	91	95
	単相負荷	97	95	98
	負荷全体	95	93	97
産業用	三相負荷	86	83	90
	単相負荷	95	93	98
	負荷全体	88	86	91

〔備考〕重負荷期・稼働日・昼間の値

なお、力率改善に必要なSC容量の具体的な計算式は次のとおり。

$$Q = Q_{3\phi} + Q_{1\phi}$$

$$Q_{3\phi} = S_{3\phi} \times \cos\theta_{3\phi} \times \left\{ \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_{3\phi}} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta} - 1} \right\}$$

$$Q_{1\phi} = S_{1\phi} \times \cos\theta_{1\phi} \times \left\{ \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta_{1\phi}} - 1} - \sqrt{\frac{1}{\cos^2\theta} - 1} \right\}$$

Q …… 必要なSC容量

Q_{1φ} …… 単相負荷の力率改善に必要なSC容量

cosθ_{1φ} …… 単相負荷全体の改善前力率

S_{1φ} …… 単相負荷全体の負荷皮相電力

cosθ …… 改善後力率

Q_{3φ} …… 三相負荷の力率改善に必要なSC容量

cosθ_{3φ} …… 三相負荷全体の改善前力率

S_{3φ} …… 三相負荷全体の負荷皮相電力

出典：高圧受電設備規程（JEAC8011-2020）

力率改善用コンデンサ容量決定表

< kW 負荷に対する百分率 >

改善後の力率 (cosθ₂)

改善前の力率 (cosθ ₁)	< kW 負荷に対する百分率 >																														
	1.0	0.99	0.98	0.97	0.96	0.95	0.94	0.93	0.92	0.91	0.9	0.875	0.85	0.825	0.8	0.775	0.75	0.725	0.7	0.675	0.65	0.625	0.6	0.575	0.55	0.525	0.5	0.475	0.45	0.425	
0.4	230	216	210	205	201	197	194	190	187	184	182	175	168	161	155	149	142	135	128	121	113	105	96	88	78	68	57	45	32	17	
0.45	198	183	177	173	168	165	161	158	155	152	149	142	136	129	123	116	110	103	96	89	81	73	64	56	46	36	24	12			
0.5	173	159	153	148	144	140	137	134	130	128	125	118	111	104	98	92	85	78	71	64	56	48	40	31	21	11					
0.55	152	138	132	127	123	119	116	112	109	106	104	97	90	83	77	71	64	57	50	43	35	27	19	10							
0.6	133	119	113	108	104	101	97	94	91	88	85	78	71	65	58	52	46	39	32	24	16	8.5									
0.65	117	103	97	92	88	84	81	77	74	71	69	62	55	48	42	36	29	22	15	8											
0.7	102	88	81	77	73	69	66	62	59	56	54	46	40	33	27	20	14	7													
0.75	88	74	67	63	58	55	52	49	45	43	40	33	26	19	13	6.5															
0.8	75	61	54	50	46	42	39	35	32	29	27	19	13	6																	
0.85	62	48	42	37	33	29	26	22	19	16	14	7																			
0.9	48	34	28	23	19	16	12	9	6	2.8																					
0.92	43	28	22	18	13	10	6	3.1																							
0.94	36	22	16	11	7	3.6																									
0.95	33	18	12	8	3.5																										
0.96	29	15	9	4																											
0.97	25	11	5																												
0.98	20	6																													
0.99	14																														

用 例

- 負荷500kW 力率cosθ₁=0.75をcosθ₂=0.95に改善するには表より百分率=55%を得る
所要コンデンサ容量=500kW×0.55=275kvar
- 負荷がkVAの場合
kW=kVA×cosθ₁より①と同様に計算する

1 高圧進相コンデンサ設備<共通>

■高圧進相コンデンサ設備の保護

高圧受電設備規程 1150-9 進相コンデンサ及び直列リアクトルでは、以下のように記載されています。

進相コンデンサは、次の各号のいずれかにより施設すること。(勧告)

- ① はく電極コンデンサ (NH) の場合は、進相コンデンサの一次側に限流ヒューズを施設すること。
- ② 蒸着電極コンデンサ (SH) の場合は、保安装置を内蔵したコンデンサの採用、又はコンデンサ付属の保護接点の使用により電路から切り離すことができる適当な装置を施設すること。

高圧受電設備規程 1150-9 を踏まえて、

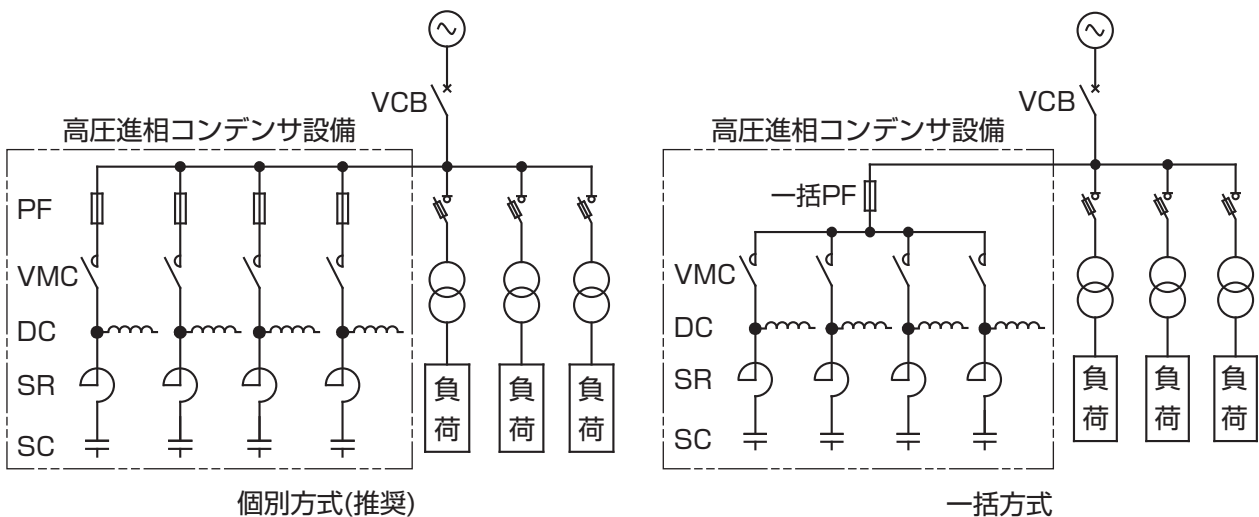
1) 限流ヒューズの施設を推奨

本規程では蒸着電極コンデンサ (SH) の場合、限流ヒューズの施設に言及していませんが、高圧進相コンデンサ設備の場合、コンデンサ以外に直列リアクトル、放電コイル、開閉器等の付属機器が含まれることから蒸着電極コンデンサ (SH) 使用の場合であっても設備保護の観点から限流ヒューズの施設を推奨いたします。合せて、コンデンサの保護接点及び直列リアクトルの温度センサの併用をお願いいたします。

2) 個別施設方式を推奨

複数群で構成される高圧進相コンデンサ設備の短絡保護として限流ヒューズを設置する場合、群ごとに施設する個別方式を推奨いたします。理由は以下によります。

- ① 限流ヒューズが群単位で施設されると、コンデンサ容量と1対1になるため保護協調が取り易い。
- ② 故障発生時に当該群のみ開放すれば他のコンデンサ設備で継続運用できる。



VCB: 高圧真空遮断器 PF: 限流ヒューズ VMC: 高圧真空電磁接触器
DC : 放電コイル SR: 直列リアクトル SC : 高圧進相コンデンサ

高圧進相コンデンサ設備の保護方式