

配電系統における力率問題 とその対応

平成25年2月27日

中部電力株式会社 お客様本部
配電部 計画グループ 丸 俊介



内 容

1. 配電系統における力率の実態
2. 進み力率が高圧系統に与える影響
3. 高圧お客さまにおける力率の実態
4. 高圧お客さまにおける進相コンデンサ設備の実態
5. 力率適正化策の検証
6. 力率適正化に向けた提言(電気協同研究)

1. 配電系統における 力率の実態

目的

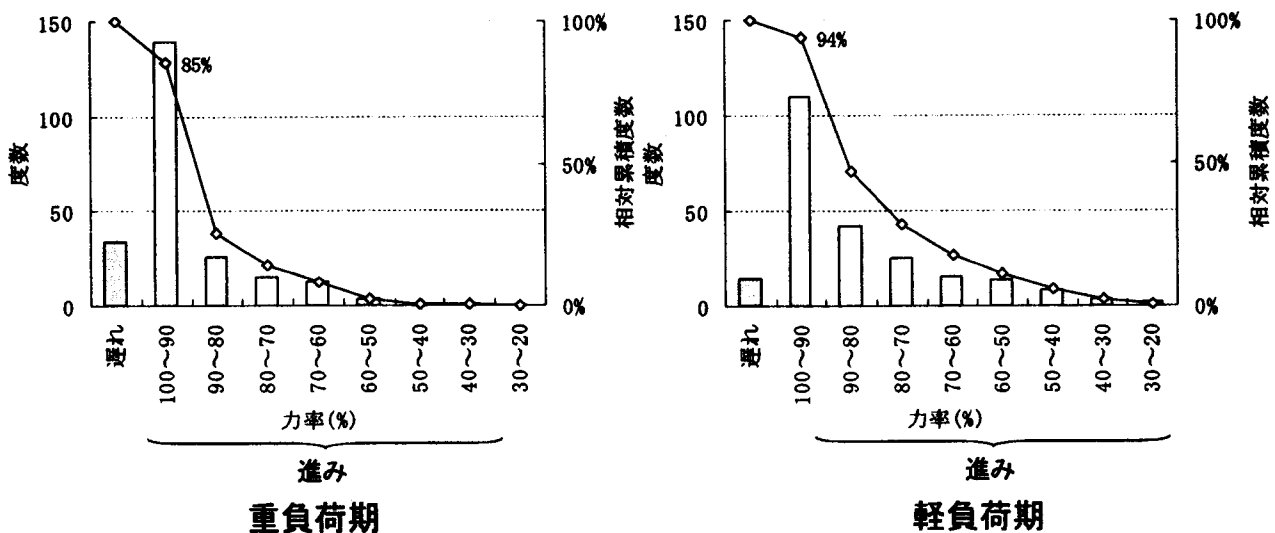
配電システムの力率の実態を明らかにするため、高圧および低圧において測定を実施

実施概要

力率の実態を検証するため、重負荷および軽負荷において高圧では40バンク(233配電線)を、低圧においては変圧器11台の測定を実施

また、測定結果に基づき、負荷区分や地域区分に応じた特徴について比較検証/分析を実施し、配電システムの力率の実態ならびにその要因について考察

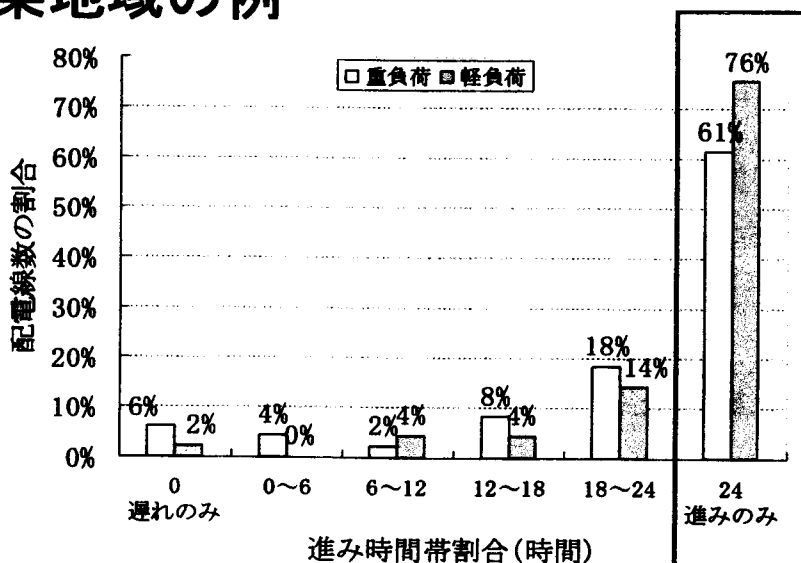
配電線の平均力率の分布



□ 軽負荷期には94%の配電線が、重負荷期でも85%の配電線の平均力率が進んでいる

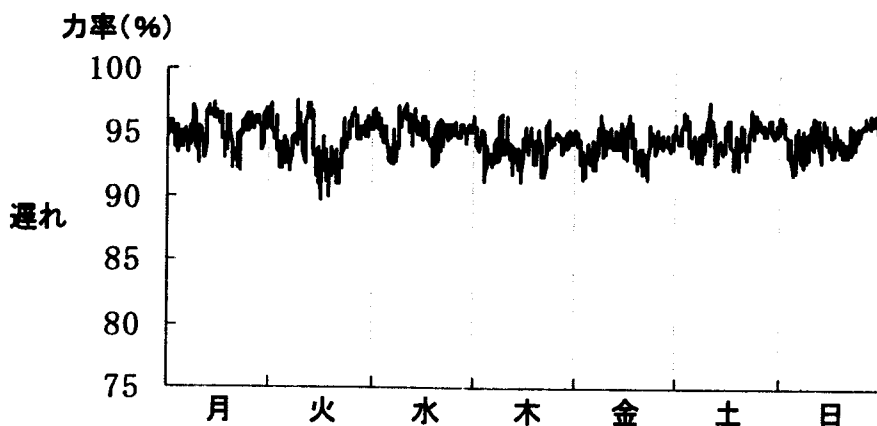
進み力率である時間割合

工業地域の例



□ 重負荷期においても、61%もの配電線が常に進み力率である

低圧系統の力率



重負荷(平日)	軽負荷(土日)	1週間
遅れ 95%	遅れ 95%	遅れ 95%

□ 各負荷の力率や需要率、契約電力等を用いて、低圧全体の力率を推定すると、全期間を通じて遅れ力率であることがわかった。

1. まとめ

高圧配電システムの力率

重負荷期では85%の配電線が、軽負荷期では94%の配電線の平均力率が進みであることがわかった。

特に、工業地域では、常に進み力率である配電線の割合が重負荷期でも61%と、恒常的に進み力率となっている実態が明らかになった。

低圧配電システムの力率

低圧配電システムは、全期間を通じて遅れ力率となっていることがわかった。

配電システム全体

高圧配電システムの力率が進みとなる要因は、高圧お客さまにあることが推定される。

7

© 2011 社団法人 電気協同研究会
Electric Technology Research Association

2. 進み力率が高圧システムに 与える影響

8

© 2011 社団法人 電気協同研究会
Electric Technology Research Association

目的

測定結果より、多くの高圧配電システムの力率は進んでいる実態がわかったため、その進み力率が高圧配電システムへ与える影響について整理する。

実施概要

進み力率により高圧配電システムへ与える影響として、

- ・適正電圧維持の困難化
- ・電力損失の増大

が考えられるため、測定結果をもとにシミュレーションによる解析にて、上記影響を定量評価する。

高圧配電システムにおけるフェランチ効果

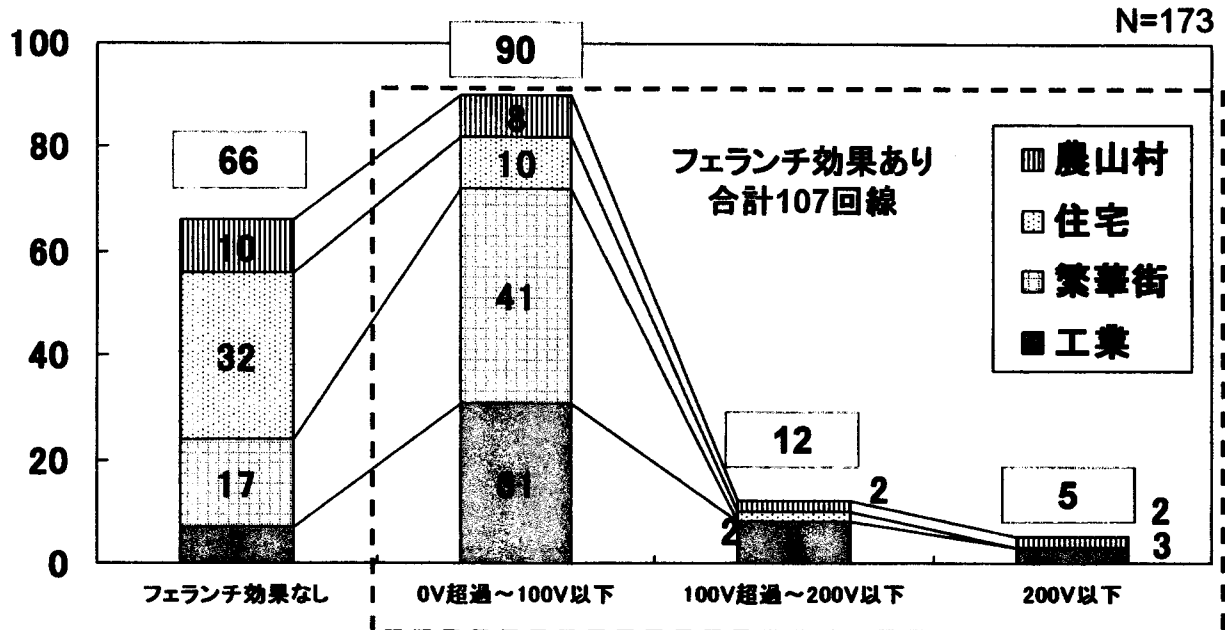
最もフェランチ効果が顕著となる最軽負荷時において、各配電線の送り出し電圧と末端電圧の差分(電圧上昇幅)について算出する。

$$\text{(電圧上昇幅)} = \text{(最軽負荷時の配電線の末端電圧)} \\ - \text{(配電線の送り出し電圧)}$$

フェランチ効果とは

軽負荷時に進相コンデンサやケーブルの静電容量により負荷電流が進みの位相となり、送電端電圧より受電端電圧が上昇する現象

高圧配電系統におけるフェランチ効果



□ 173回線のうち、107回線(62%)でフェランチ効果が発生している。特に工業地域の配電線で発生が顕著。

配電用変電所のタップ極限状況調査

調査バンク数	タップ極限バンク数	割合
3,628	246	7%

タップ極限状況調査より

- ・配電用変電所の約7%において、タップ極限状態が発生
- ・総需要の少ない軽負荷時においてタップ極限継続時間が長くなる傾向
- ・一方で、重負荷時においてもタップ極限状態が発生

配電系統の進み力率が、重負荷期にも発生しているため、一部の配変バンクにてタップ極限状態が恒常化している

2. まとめ

配電系統の電圧に与える影響

約3分の2の配電線でフェランチ効果が発生しており、電圧調整を実施している配電用変電所変圧器のタップが極限状態となっている箇所が約7%発生している。

現状の配電系統は、進み力率により適正電圧を維持することが困難となっている実態であることが明らかとなった。

3. 高圧お客さまにおける 力率の実態

目的

配電系統での測定の結果...

- 多くの高圧配電系統が進み力率である
- 低圧配電系統は高圧配電系統の進み力率の原因ではない



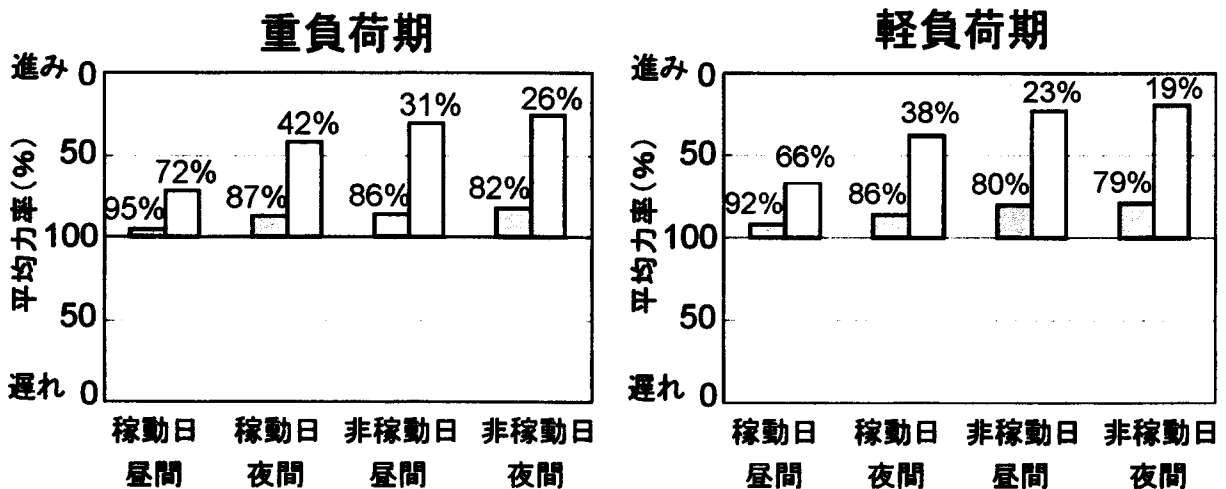
高圧配電系統の進み力率の原因と想定される高圧お客さまの力率の実態を明らかにする

実施概要

- 高圧お客さま100件において力率の測定を実施

自動力率制御装置(APFC)有無別の平均力率

□ APFCあり □ APFCなし



□ APFCなしのお客さまは顕著な進み力率

測定結果

100 件の高圧お客さまの測定結果から・・・

- ① APFC なしお客さまの受電点平均力率の平均値は、
進み72%～進み19%

→ 過剰な進み力率

(特に需要が少ない稼働日・夜間、非稼働日は、
進み42%～進み19%)

- ② APFC ありお客さまの受電点平均力率の平均値は、
進み95%～進み79%

→ 過剰な進み力率を抑制

測定結果

- ③ 重負荷期・稼働日・昼間における
負荷力率の平均値は、遅れ86%～遅れ97%

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

注：重負荷期・稼働日・昼間の値

4. 高圧お客さまにおける 進相コンデンサ設備の実態

設計会社へのアンケート調査方法

目的

- ・ 多くの設計会社において、進相コンデンサ(SC)の設置容量は、三相変圧器容量の3分の1を目安としている実態の確認

項目

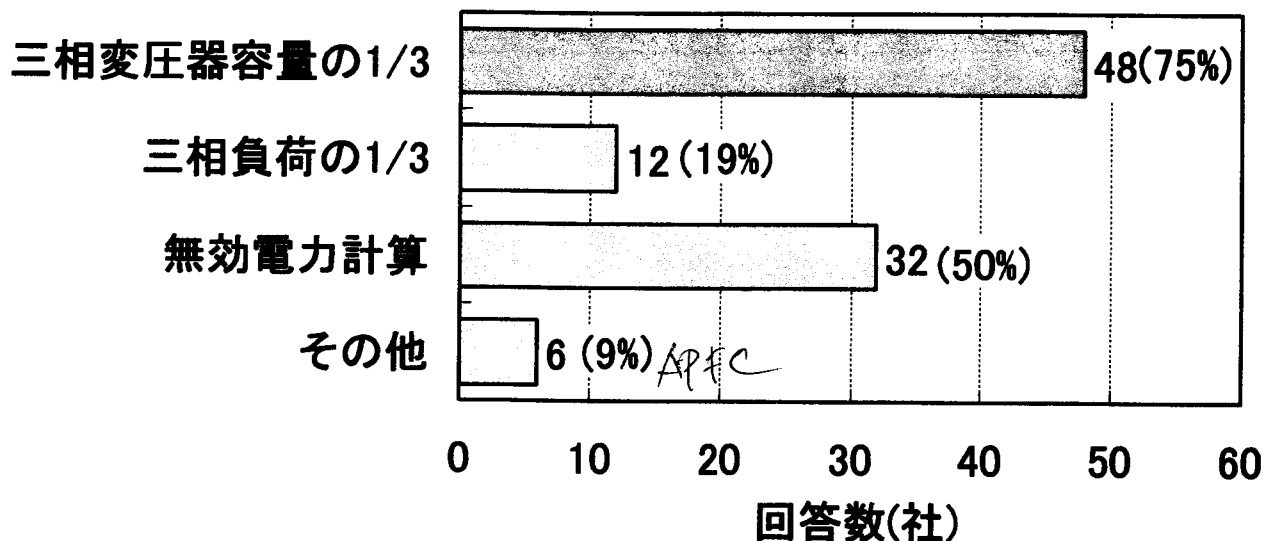
- ・ 高圧受電設備、特にSC設備の設計
- ・ SCの自動制御装置の設置

対象

- ・ 大規模設計会社 36社
- ・ 小規模設計会社 28社

SC設備の設計

SC容量の決定方法



□ 75%の設計会社が、SC容量を「三相変圧器容量の3分の1」としている

高圧お客さまへのアンケート調査方法

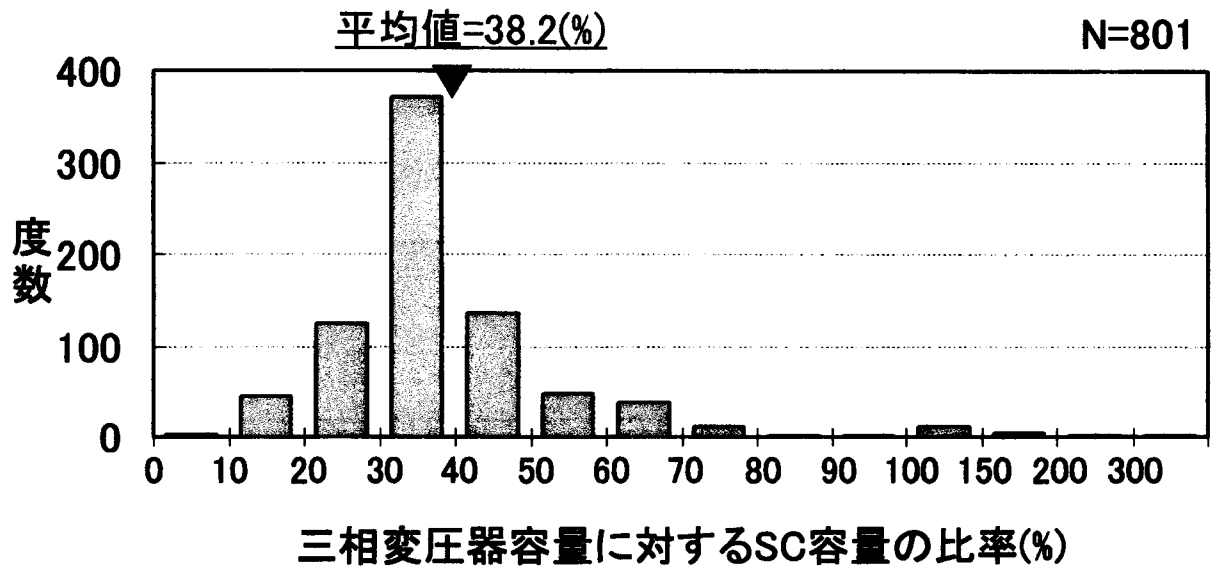
目的 SC容量は三相変圧器容量の3分の1を目安に設計していることの確認

項目 ・SC設備の設置状況
・自動制御装置の設置状況

対象 高圧お客さま 1,000件 (回答 966件)

	業務用	産業用
小容量(～300kVA)	362	247
中容量(300～1,000kVA)	158	106
大容量(1,000kVA)	46	47
業種別小計	566	400
総合計	966	

SCの設置状況

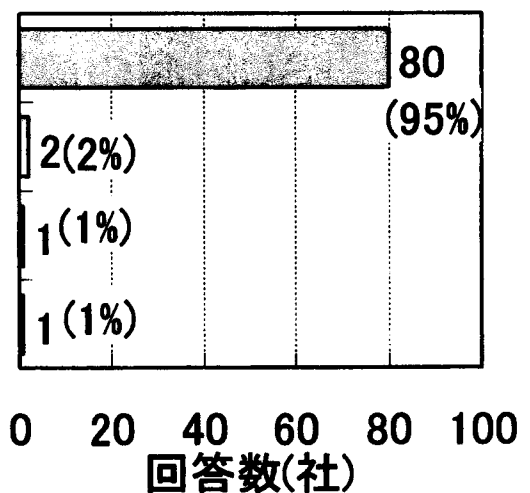
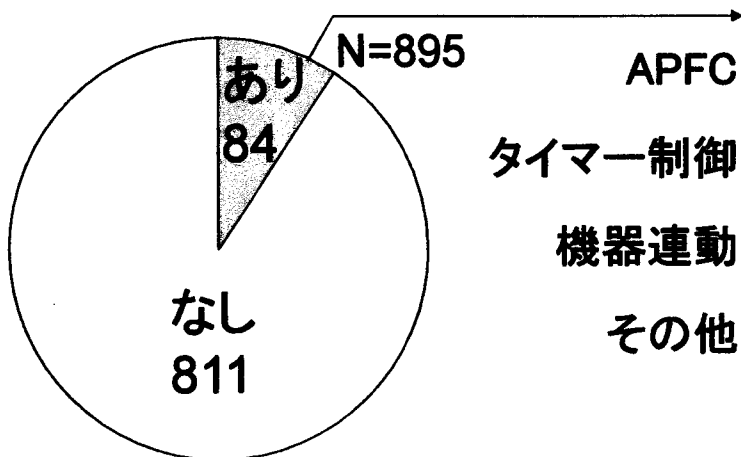


□ 三相変圧器容量の3分の1程度を中心に分布

自動制御装置の設置状況

有無の確認結果

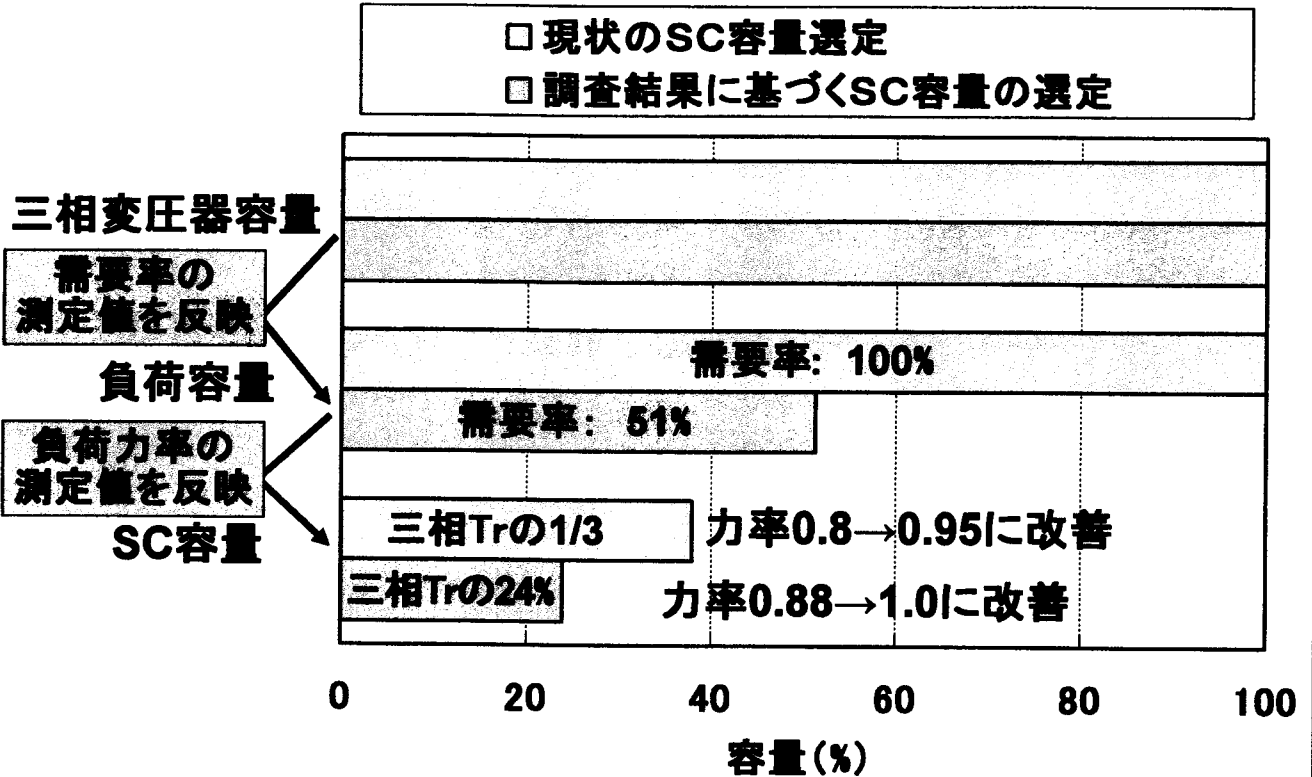
種類の確認結果



□ 9.4%(=84/895)が、自動制御装置を設置

□ APFCが最も多く、設計会社への調査結果と一致

SC設置状況の評価



4. まとめ

①SC容量の実態

75%の設計会社で、SC容量を三相変圧器容量の3分の1に選定する手法を使用しており、実際のSC設備も同様の形態となっている。

②SC容量と進み力率

三相変圧器容量の3分の1というSC容量は、負荷力率および需要率の面から実態と乖離しており、SC容量が過剰となり、受電点が過剰な進み力率となる。

③自動制御装置の設置実態

SCが分割設置され、APFCなどにより制御されれば、力率が過剰に進むことはないが、自動制御装置の設置率は9%程度と普及が進んでいない。

5. 力率適正化策の検証

検証項目

1 / 2

高圧配電系統

評価項目		内容
電圧変動	フェランチ効果	・フェランチ効果の発生有無、発生している場合の電圧上昇値を評価
	配電線末端電圧変動幅	・配電線末端、電圧の最大値と最小値の差を評価
無効電力による電力損失		・配電用変電所変圧器および高圧配電系統における1年間の無効電力による電力損失を評価

高圧お客さま

評価項目	内容
無効電力の積算量	・平均力率では評価しきれない場合があるため、無効電力の絶対値の1年間の積算量を評価
平均力率	・1年間の平均力率を評価
計量力率	・力率割引割増制度による電気料金の割引・割増への影響を考慮 ・重・軽負荷期別に評価
電力損失	・高圧お客さま構内における1年間の変圧器の無負荷損、負荷損、SCの損失、直列リアクトルの損失の合計を評価

シミュレーション結果

対象	項目	SC容量の削減	SCの自動制御	
			APFC制御	タイマー制御
配電系統	電力損失の削減	○	◎	△
	電圧変動幅の抑制	△	○	△
	電圧上昇の抑制	○	○	○
高圧お客さま	無効電力の削減	○	◎	○
	計量力率の維持	△	○	○
	電力損失の削減	○	○	△
	設置コストの低減	○	△	△

- ◎ : 大きな効果がある
- : 効果がある
- △ : 効果がない、または効果が限定的

6. 力率適正化に向けた提言 (電気協同研究会)

SCの自動制御

検証結果を踏まえ、SC設備の設計に対して、2つの対応方針をまとめた。

SC設備総容量	制御方法	分割数	1台容量
50kvar以下	APFC (タイマー*)	2群以上 (1群*)	
50kvar超過 200kvar以下	APFC	3群以上	
200kvar超過	APFC	4群以上	200kvar以下

* 負荷の稼働パターンが一定である場合、SC設備容量が小さく2群以上に分割できない場合

SC設備容量の選定方法の見直し

- ① 従来から多く用いられてきた「三相Tr容量の1/3」という選定基準は使用しない
- ② 負荷の無効電力を想定し、SC容量を設計する
- ③ 負荷力率が不明な場合は、下表の値を使用する

負荷力率の平均値*

単位：％(すべて遅れ力率)

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

* 重負荷期・稼働日・昼間の値

お願い

提言内容

- ① SCの自動制御
- ② SC設備容量の選定方法の見直し

自家用設備を更新する際は、上記提言内容にあるような設備となるようお願いいたします。

