

単体機器(家電機器)の負荷特性の調査

より一層の系統解析精度向上を目指して

Investigation into Load Characteristics of Stand-alone Equipment (Household Electric Appliances)

To further improve the accuracy of power system analysis

(電力技術研究所 システムG 系統T)

電力系統の安定度解析には発電機や送電線の諸定数と負荷の特性定数が必要である。負荷特性の把握には、系統のある地点から負荷側をまとめてこの応答を測るマクロな解析と、負荷機器個々の特性を測るミクロな解析がある。本研究ではミクロな視点から個々の負荷の単体特性を把握することを目的に、各種家電機器の電圧や周波数変動時の諸特性を調査した。

1 研究の背景と目的

電力系統の安定度解析に必要なパラメータのひとつに負荷特性があり、系統解析精度に影響を与える。近年、インバータを使用した機器が増加する傾向にあり、負荷特性が変化してきていると考えられるため、最近の負荷特性の実態を解明することは、解析精度の向上にとって重要である。本研究ではミクロな視点から個々の負荷の単体特性を把握することを目的に、各種家電機器の電圧や周波数変動時の諸特性を調査した。

2 研究の概要

家電機器を模擬送電線装置に接続し、電圧を変化させる、短絡故障を発生させる、単独系統を作成し周波数を変化させる(56Hz~64Hz:60±4Hz)など、色々な電圧・周波数を与えた場合の家電機器の振る舞いを電力計測装置にて測定する。また、測定した負荷の電圧、周波数、電力の実効値から負荷の特性定数を算出する。

3 調査の結果

(1) 電圧特性の調査

電圧を緩やかに変化させたときの電圧、電流、電力を測定した結果から負荷の電圧特性指数を算出した。家電機器ごとに平均値を求めた結果の代表例を第1図、及び、第1表に示す。

(Power System Team, System Technology Group, Electric Power Research and Development Center)

In order to perform the stability analysis of an electric power system, the various constants of the generators and transmission lines as well as those of load characteristics are needed. The realization of load characteristics can be divided into macroscopic analysis, in which the response of combined loads is measured from a certain point of the power system, and microscopic analysis, in which the characteristics of load equipment are measured individually. In this study, load characteristics of various household electric appliances with respect to voltage fluctuation and frequency fluctuation were investigated for the purpose of grasping the stand-alone characteristics of individual loads from the microscopic point of view.

(2) 周波数特性の調査

模擬送電線装置にて単独系統を作り、単独系統の周波数を56.0~64.0Hzの間で変化させて、家電機器が消費する電力を電力計測装置にて測定し、周波数特性係数を算出した。家電機器ごとに平均値を求めた結果の代表例を第2図、及び、第2表に示す。

(3) 健全運転可能範囲の調査

模擬送電線装置にて短絡故障を模擬し、瞬時電圧低下を発生させる。その時の家電機器に流れる電流の変化を電力計測装置で測定すると共に動作をチェックした。なお、電圧低下時間は3, 6, 9サイクルの3種類とし、瞬時電圧低下時に家電機器に加わる電圧は、90, 80, 70...Vと10V間隔で変化させた。

調査結果のデータから家電機器の健全運転可能範囲をまとめた結果について、代表例を第3表に示す。

4 まとめ

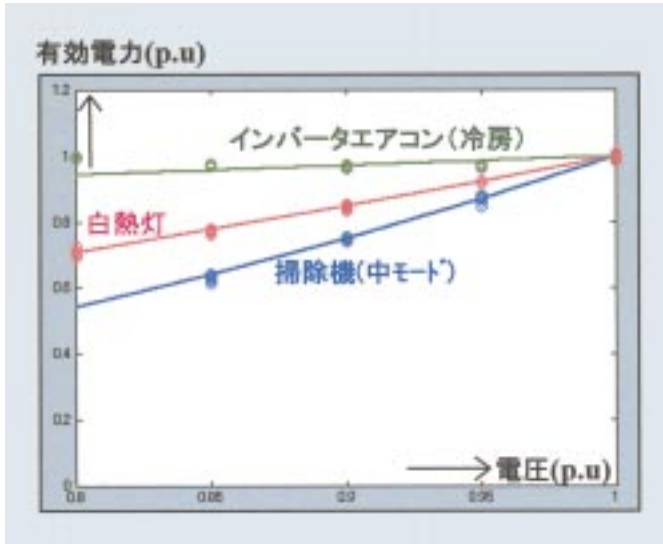
近年、家庭電化製品にインバータが用いられた機器の普及が進んできているため、家庭全体での電圧特性は定電力特性に近づき、電圧安定性が厳しくなる方向にあると推定される。また、周波数特性も小さくなる方向にあると推定される。

家電機器に加える周波数を56Hz~64Hzと言う広範囲で測定した結果、機器が停止するような大きな変化は周波数特性には存在しないことや周波数変化に対して電力はほぼリニアな特性を持つことが分かった。

5 今後の展開

電力系統における負荷の構成状況は年々変化しており、これに伴って負荷特性も変化していくと考え

られる。そのため、前述のマクロ的な負荷特性の把握も現在行っている。今後、総合的な負荷特性の分析を継続的に行いながら、系統解析への適用を図っていく予定である。

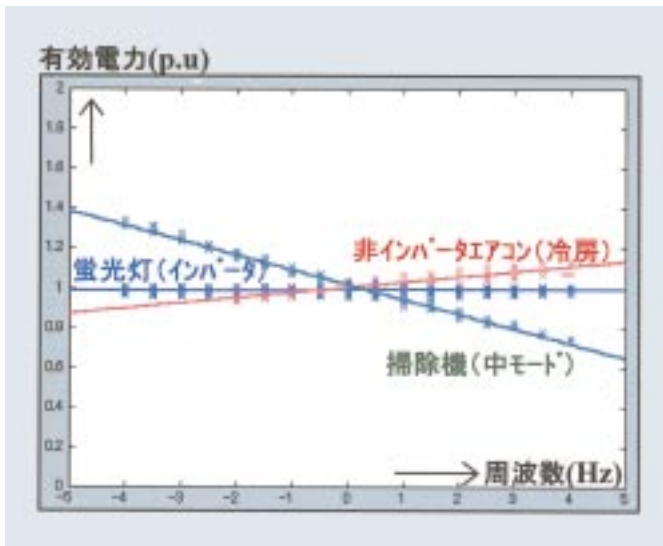


第1図 家電機器の電圧特性(有効電力)の一例

第1表 家電機器の電圧特性

| 家電機器名称 | 電圧特性指数 | 有効電力 p | 無効電力 q |
|-------------------|--------|--------|--------|
| 蛍光灯 (インバータ) | | 0.20 | 0.18 |
| 冷蔵庫 (インバータ) | | 0.51 | 1.07 |
| 単相インバータエアコン (冷房) | | 0.26 | 0.94 |
| 単相非インバータエアコン (冷房) | | - 0.20 | 0.28 |
| 電子レンジ | | 0.66 | - 0.52 |
| 白熱灯 (電気スタンド) | | 1.54 | 0.00 |
| オーブ | | 2.01 | 0.00 |
| ドライヤー (Hot・Low) | | 2.10 | 3.15 |
| 掃除機 (中モード) | | 2.78 | 3.99 |

(注: P V^P, Q V^q)



第2図 家電機器の周波数特性(有効電力)の一例

第2表 家電機器の周波数特性

| 家電機器名称 | 周波数特性係数 | 有効電力 p | 無効電力 q |
|-------------------|---------|--------|--------|
| 蛍光灯 (インバータ) | | 0.06 | - 0.07 |
| 冷蔵庫 (インバータ) | | 0.34 | 0.43 |
| 単相インバータエアコン (冷房) | | 0.17 | 0.02 |
| 単相非インバータエアコン (冷房) | | 2.77 | 1.22 |
| 電子レンジ | | - 0.08 | 0.34 |
| 白熱灯 (電気スタンド) | | - 0.02 | - 1.58 |
| オーブ | | - 0.30 | 0.00 |
| ドライヤー (Hot・Low) | | - 0.29 | - 0.05 |
| 掃除機 (中モード) | | - 7.41 | - 4.70 |

(注: P p · f, Q q · f)

第3表 家電機器の健全運転可能範囲の一例 (: 運転継続, x : 運転停止, : 電圧復帰と同時に運転再開)

| 電圧 | % | 蛍光灯(インバータ) | | | | 冷蔵庫 | | | | インバータエアコン(冷房) | | | | 非インバータエアコン(冷房) | | | |
|----|-----|--------------|---|---|---|--------------|---|---|---|---------------|---|---|---|----------------|---|---|---|
| | | 電圧低下時間(サイクル) | | | | 電圧低下時間(サイクル) | | | | 電圧低下時間(サイクル) | | | | 電圧低下時間(サイクル) | | | |
| | | 3 | 6 | 9 | 連 | 3 | 6 | 9 | 連 | 3 | 6 | 9 | 連 | 3 | 6 | 9 | 連 |
| 電圧 | 90% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 80% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 70% | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | 60% | | | | x | | | | x | x | x | x | x | | x | x | x |
| | 50% | | | | x | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |
| | 40% | | | | x | | | | x | x | x | x | x | x | x | x | x |



執筆者 / 田端康人
Tabata.Yasuhito@chuden.co.jp