

# 電源高調波発生源の追跡手法

A survey method of harmonic distortion sources

矢野 勝 \*1  
Masaru YANO

## 1. はじめに

一般財団法人日本自動車研究所（JARI）では、電気自動車及びプラグインハイブリッド車の普及に資するため、安心安全な充電インフラ構築に向けた研究活動を行っている<sup>1)~3)</sup>。研究活動を進める中、普通充電器が電源高調波（基本波の整数倍の周波数の正弦波であり、半導体電力変換装置が主な発生源）の影響を受けて頻繁に異常停止する事例があることが分かった。この異常停止の原因について米国製である当該普通充電器のメーカーからの回答は得られなかったが、メーカーが異なるもう1社の米国製普通充電器でも同様の現象が生じた。そこで我々は、電源高調波の存在に着目し、その実態を調べるとともに、その発生源を特定した。

本報では、上記の異常が発生した施設（以下、本施設）における電源高調波の実態と、その電源高調波発生源を特定した手法について紹介する。

## 2. 電源高調波の実態調査

まず、異常が発生した普通充電器の電源品質を測定した。測定に用いたのは、日置電機株式会社の電源品質アナライザPW3198である（Fig. 1）。この装置は電気設備の保全管理に用いられており、電源品質の評価に有効な指標を長期間自動計測可能である。

普通充電器の電源における総合高調波歪率（THD：基本波に対する全高調波成分の大きさの比）を、約3週間測定した結果をFig. 2に示す。この計測期間の平日の大半はTHDが0.8%程度増加しており、昼休み(12-13時)は更に増加する傾向であることが分かる。一般的には昼休みは電源高調波を発生させる機器が停止するためにTHDが低下することが多いが、本施設では逆の傾向を示している。よって、本施設では電源高調波の発生源

が昼休みも動作し続け、その高調波を吸収する作用となる電力需要が全体的に減少したことによってFig. 2のような結果が得られたと考えられる。



Fig. 1 電源品質アナライザ

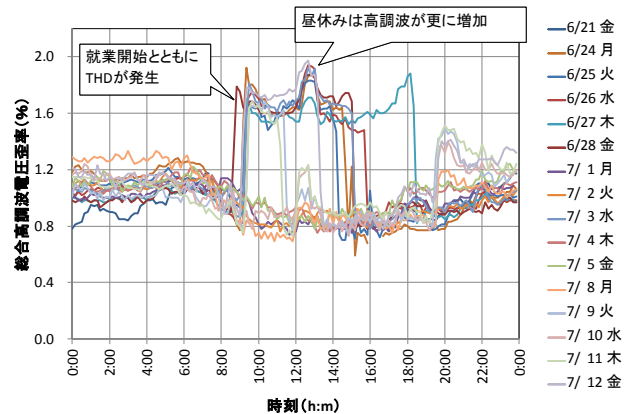


Fig. 2 異常停止した普通充電器電源部における総合高調波歪率（THD）

THDが増加している場合と通常の場合の高調波次数ごとの高調波電圧含有率をFig. 3に示す。電源高調波は一般的に3, 5, 7, 11, 13次の成分が多いが、Fig. 3では25次や29次という特徴的な高調波が発生していることがわかる。

\*1 一般財団法人日本自動車研究所 FC・EV研究部

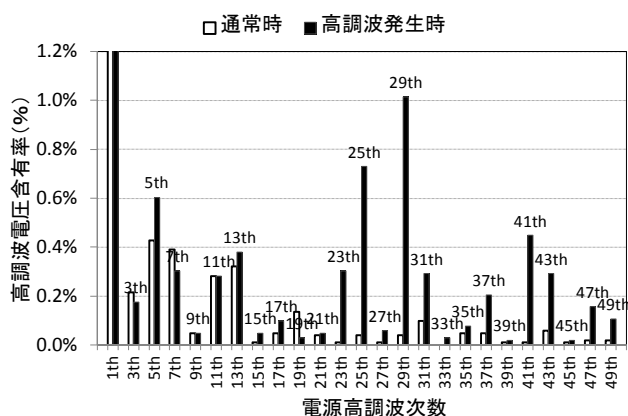


Fig. 3 高調波次数ごとの電源高調波電圧

### 3. 電源高調波発生源の特定

2.において電源高調波発生の実態を把握したが、電源高調波は特別高圧受変電設備（以下、特高）やキュービクルなどを経由して施設外から流入することも考えられる。ここでは電源高調波の発生源が本施設の内外かを判定し、施設内において電源高調波発生源を特定した経緯について紹介する。

#### 3.1 電源高調波発生源の施設内外の特定

##### 3.1.1 測定装置及び測定手法

施設内外の境界線にあたる特高において、電源品質アナライザを用いて電源高調波の流入・流出を測定した。

発生源の施設内外の特定方法は、高調波増加時に特徴的に発生する29次高調波成分の電圧電流位相差によって判定した。この電圧電流位相差は $-90^{\circ} \sim +90^{\circ}$ であれば、その次数の高調波が上流の電源から負荷側に流入していることを示し、 $+90^{\circ} \sim +180^{\circ}$ と $-90^{\circ} \sim -180^{\circ}$ であれば、逆に流出していることを示す<sup>4)</sup>。

##### 3.1.2 測定結果

特高における29次の高調波の電圧電流位相差の時系列の変化をFig. 4に示す。Fig. 4より本施設の活動時間帯において、29次の高調波の電圧電流位相差が流出域になっていることがわかる。更に、THDを横軸とし、29次とそれ以外の次数の高調波の電圧電流位相差を縦軸としたグラフをFig. 5に示す。Fig. 5より、THDが増加した際に29次をはじめとする電源高調波の電圧電流位相差が $100^{\circ}$ ～

$130^{\circ}$ 付近に分布したことから（Fig. 5の点線囲い部）、電源高調波は本施設から外へ流出していると判断できる。よって、普通充電器の異常動作の原因と考えられる電源高調波の発生源は、本施設内にあると判断した。

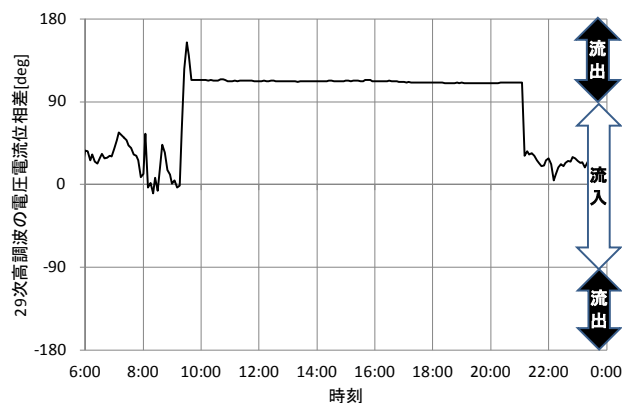


Fig. 4 特高における29次電源高調波の流出流入の推移

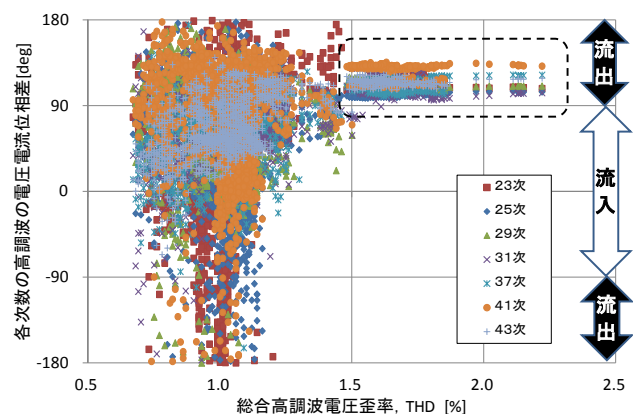


Fig. 5 特高における各次数電源高調波の電圧電流位相差とTHDの関係

### 3.2 施設内における電源高調波発生源の特定

#### 3.2.1 測定手法

ここでは、電源高調波発生源の特定に用いる方法として2つの例を紹介する。

##### (1) 電圧電流位相差による方法

3.1で紹介した電源高調波発生時に電圧電流位相差を測定する方法は、電源高調波発生源を特定するためにも用いることが可能である。具体的な方法としては、施設の最上流の電源において電圧電流位相差を測定し、電源高調波の流入方向に向かって調査を進める方法である。しかし、本方法の問題としては、電源高調波が発生していないタ

イミングでは調査できないことと、施設の電気設備の規模が大きい場合は、特定するまでに時間がかかることである。また、施設の電気主任技術者からの電気設備情報の提供がなければ不可能な方法である。

## (2) 電源高調波の長期記録

(1)とは異なる方法としては、長期間のTHDの増減を測定し、THDの増加時と同じタイミングで稼動した装置の有無を当該施設内の各部門にヒアリングすることが考えられる。この方法では、電源高調波の発生と、その原因となる設備との因果関係を明確にするために十分な期間測定を続ける必要がある。これより電源高調波への早急な対策が求められる場合には適さないが、本方法は(1)のデメリットを解消し、PW3198の自動計測機能を使うことで調査に要する時間を削減できる。本調査では本方法を採用した。

### 3.2.2 電源高調波の長期記録による電源高調波発生源の特定結果

本施設の2ヶ月半のTHDの測定結果をFig. 6に示す。図中ではTHDが大きいほどグレースケールが濃く表示される。

Fig. 6の結果を用いて本施設の各部門にヒアリングした結果、施設内のある装置の稼動時間と一致するとの報告を受けた。事実確認のため、当該装置の電源を投入するタイミングで電源高調波の発生をモニタリングした結果、電源高調波の発生が装置の稼動と同期したことを確認したため、電源高調波発生源を特定することができた。

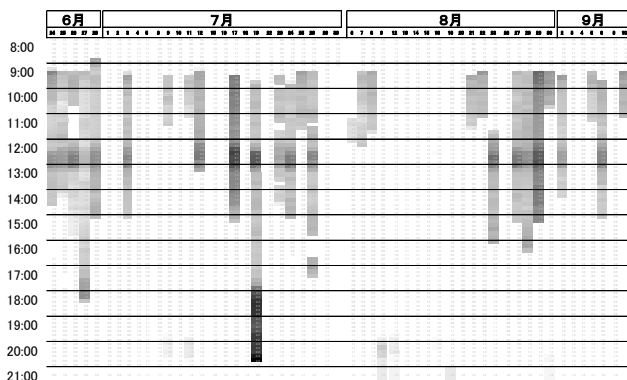


Fig. 6 本施設におけるTHDの長期測定結果

(縦：時刻，横：日付，高調波：THD 1.4%以上を濃色)

なお、高調波対策が急務ではなく、計測機器を長期間使用できるのであれば、3.1に記した電源高調波発生源の施設内外の特定も省略し、3.2.1(2)で紹介した手法のみを用いることで、最小限の労力で電源高調波発生源を特定できる可能性がある。

### 3.2.3 電源高調波発生源について

本施設において電源高調波を発生させたのは大型のモーターへ電源を供給するPWM(パルス幅変調)コンバータであった。PWMコンバータはインバータの入力側でIGBT(絶縁ゲート形バイポーラトランジスタ)を使って交流を整流するものである。

このような出力の大きい装置からの高調波の流出を防ぐためには、その高調波に適したノイズフィルタ(直列リアクトル)を用いることや、入力電圧の上流の降圧トランスを他の系統と独立したものをを用いることなどが考えられる。

## 4. あとがき

普通充電器の異常動作を引き起こした電源高調波の発生源の調査手法、及び調査結果について紹介した。本報が同じような状況にある施設の電源環境の改善、及び普通充電器の動作安定性の向上に貢献できれば幸いである。

### 謝辞

本報は一般社団法人日本自動車工業会からの委託事業の一部をまとめたものである。また、本調査に全面的にご協力を頂いた株式会社関電工 技術研究所長 酒井重嘉様に深く感謝致します。

### 参考文献

- 1) JARI Research Journal, 【研究活動紹介】EV/PHEV用AC普通充電器製品認証 説明会 概要報告, (2012.06)
- 2) JARI Research Journal, 【研究活動紹介】AC普通充電器の互換性評価手法の概要, (2013.12)
- 3) JARI Research Journal, 【研究活動紹介】電気自動車と普通充電器の互換性確認会の開催, (2014.06)
- 4) 電源品質測定ガイドブック, 日置電機株式会社, (2014)