

電気自動車 (EV) 対応充電タイミング制御システム

Smart Charging Control System for Electric Vehicles

飯田 享* 小林 美佐世**
Susumu Iida Misayo Kobayashi

充電タイミング制御システムとは、複数EV (Electric Vehicle) の充電可能な設備を有するビル・マンション向けエネルギーマネジメントシステムである。複数台EVの同時充電が行われると、電力増加による建物側電力系統に影響を与えることが考えられる。本システムはこれらの問題を解決し、限られた契約電力や幹線容量内で、できるだけ有効に充電することを特徴とするシステムである。

A "Smart Charging Control System" is an energy-management system for buildings and apartment houses. If several electric vehicles (EV) come to a charging station and charge at the same time, the electric power line is affected by the huge electrical capacitance. This system will be able to solve such a problem and provide total energy savings.

1. 充電タイミング制御システムの効果

充電タイミング制御とは、複数台の電気自動車 (1台につき200 V / 15 A = 3 kVA) が同時充電を行ったとき、建物側電力系統に与える影響を最小限に抑えること特徴としたエネルギーマネジメントシステムである。

高容量負荷である電気自動車が増加し、これに対応した充電環境を整えようとする、建物側のトランス容量や幹線容量、電力契約を大きく見直す必要が出てくることにより、整備に必要な工事費用、電力基本契約料などの設置者負担が必要となる。

また、上記のような充電インフラ整備は建物全体のエネルギー消費量の増加を招き、昨今の省エネルギー性能向上の動きに逆行すると考えられる。

そこで、本システムでは建物内の電力系統を極力変更せず、限られた空き電力範囲内で複数台の電気自動車を、タイミングをずらして充電する機能を提供し、建物全体の電力を最適にコントロールする。

2. 充電タイミング制御システムの技術

建物全体の契約電力を超えないように、施設の電力需要を監視しながら、空き電力の範囲内で同時に充電できる電気自動車の台数を決定し、充電を要求している車両の中から充電対象車両を決定し充電を行う。

充電対象車両への充電コントロールは、充電コンセントへつながる電源経路をリモコンリレーで遠隔から開閉

することにより実現できる。

また、リモコンリレーの2次側にCT (Current Transformer) を接続し、計測装置にて電流値を監視することで、電気自動車の入庫や出庫、満充電などの情報を自動検出する。

充電対象車両を決定する方法は、「サイクリック充電タイミング制御方式」と、「予約連動型充電タイミング制御方式」の2つからなり、対象車両台数と空き電力や充電インフラ整備にかかる予算に応じて選択される。

2.1 サイクリック充電タイミング制御方式

サイクリック充電タイミング制御方式は、電気自動車の入庫と出庫、充電完了などの情報をトリガーに、充電対象車両を決定する。これらのトリガーは、電流値により自動検出するため、ユーザーは画面操作の必要がなく充電コンセント側と車両を接続するだけでよい。

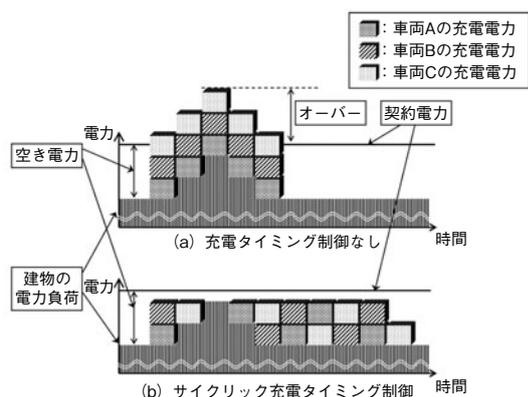
まず、電気自動車の入庫を検出すると、建物全体の空き電力を確認し、空き電力に余裕があれば充電を開始する。複数台の電気自動車が充電を必要とし、空き電力以上の充電需要が発生する場合は、入庫順、または別途定められた車両の優先度を鑑みて充電待ちの車両を決定する。

所定時間経過の後、充電車両と充電待ち車両の切り替えを行う。この所定時間ごとの充電の切り替え操作により契約電力を超えることなく各車両に対し公平な充電を行うことができる (第1図)。

ただし、当方式では車両の使用状況にかかわらず充電電力を配分するため、通勤などで使用頻度の高い車両は出発までに十分充電がなされない事象の発生が考えられるが、これは該当ユーザーに対して充電切り替えの所定時間を長く設定することで発生の可能性を低減することができる。

* エコソリューションズ社 エナジーシステム事業グループ
Energy Systems Business Group, Eco Solutions Company

** エコソリューションズ社 システム開発センター
Systems Development Center, Eco Solutions Company



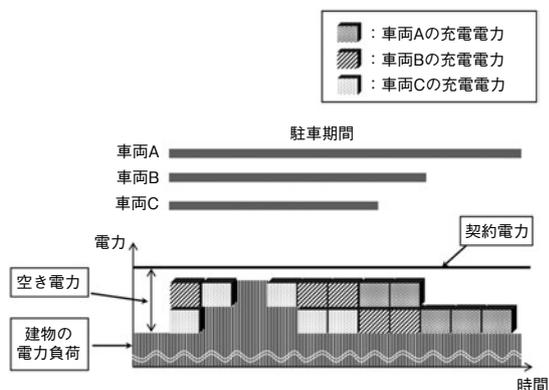
第1図 建物電力負荷と充電電力負荷推移
Fig. 1 Transition of building electric power load and charging electric power load

2.2 予約連動型充電タイミング制御方式

比較的駐車期間の短い車両は、出庫までに十分な充電が行われない可能性が高くなる。予約連動型充電タイミング制御方式では、ユーザーが端末装置（充電スタンドに装備された画面や携帯端末など）から入力した車両使用に関する予約情報（次回出庫予定や予定走行距離、充電残量情報など）を利用することで、出庫時の充電不足によるユーザー不満を飛躍的に解消することを目的としている。

まず、予約情報に基づき、空き電力の範囲内ですべての車両における充電量合計が最大となるようなスケジュールを混合整数計画問題[1]（定められた目的と制約条件を最もよく満たす解を見つける問題）として定式化し求める。この際、寿命を延ばす観点からリモコンリレーの開閉回数を最小化するスケジュールを算出する必要がある。

例えば、3台の車両が同時に入庫し、空き電力以上の充電需要が発生し、かつ駐車期間がそれぞれ異なる場合、



第2図 予約連動型充電タイミング制御
Fig. 2 Timing chart of smart charge scheduling

出庫予定の早いユーザーは早めの時間帯での充電が行われる。逆に、出庫予定の遅いユーザーは出庫の早いユーザーの充電が終了した後に充電が行われる（第2図）。

新規の予約入力や予約情報の変更が生じると、その時点で再度スケジュールを算出し直す。

3. 充電タイミング制御システムの発展

電気自動車の充電空き電力を確保しきれない建物について、太陽光発電で作った電気を蓄電池に貯め、充電空き電力不足時に本システムと併用することも非常に有効な手段である。昼間の時間帯については太陽光発電、夜間は蓄電池により空き電力を確保しながら供給電力と需要電力のバランスを保ちながら充電タイミング制御を行うことで、より多くの車両への充電を可能にする。

また、充電の切り替えはリモコンリレーによる開閉を基本とするが、将来は電流値制御により細やかな充電量の配分や、リレーなどの機器耐久性向上が図られる。

4. 動向と展望

本論では電気自動車の普及に伴う建物への影響を回避するための「基本となる充電制御技術」を記載したが、今後本技術は建物全体の電力幹線マネジメント技術として、電気自動車の充電制御に加え、照明制御、空調制御、コンセント制御などのアルゴリズムによる建物トータルのエネルギーマネジメントを行うシステムとして大きく進化・発展し、応用展開されていく可能性がある技術分野であると考えられる。

予約連動型充電タイミング制御方式は大阪大学情報科学研究科 森田浩教授のご協力のもとに実現したものであり、深く御礼申し上げます。

参考文献

[1] 福嶋雅夫, “システム制御情報ライブラリー 15 数理計画入門,” 朝倉書店, 1996.