電力設備等周辺の電磁界計算における 標準モデルの構築

電力設備等周辺の電磁界計算における標準モデル調査専門委員会編

目 次

1. まえがき	03	5. 電磁界計算のための標準モデル	08
2. 電力設備等周辺磁界の計算方法	04	5.1 各種電力設備等の電磁界計算のための 標準モデルの概要	08
2.1 ビオ・サバールの式の基本事項	04	5.2 架空送電線	09
2.2 直線導体周辺の磁界計算	04	5.3 架空配電線	13
2.3 多相架空電力線周辺の磁界計算	04	5.4 地中送配電線	14
2.4 撚線ケーブル周辺の磁界計算	05	5.5 気中変電所母線	16
3. 電力設備等周辺電界の計算方法	06	5.6 建築電気設備関連	17
3.1 線電荷置換法を用いた電界計算	06	5.7 電気鉄道関連	18
3.2 電荷重畳法を用いた電界計算	06	5.8 磁界発生コイル	19
4. 電力設備等周辺電磁界の計算プログラム	07	5.9 架空送電線（電界計算）	21
4.1 EMFACDC	07	6. あとがき	22
4.2 EFC-400	07	付録 各標準モデルの計算結果のリスト	23
4.3 CRIMAG 2010	07		

電力設備等周辺の電磁界計算における標準モデル 調査専門委員会委員

委員長	水野 幸男(名古屋工業大学)	途中退任	底押 辰弥(関西電力)
幹事	山崎 健一(電力中央研究所)	幹事補佐	竹内 稔晃(関西電力)
	角矢 敏尚(電磁界情報センター)	途中退任	杉山 浩司(電気事業連合会)
幹事補佐	田頭 英朗(関西電力)	委員	南 典宏(関西電力)
委員	伊坂 勝生(徳島大学)		木村 雄介(東京電力パワーグリッド)
	石居 正典(産業技術総合研究所)		横地 幹則(東京電力パワーグリッド)
	大西 正規(関西電力)		濱田 リラ(情報通信研究機構)
	黒沢 和樹(東京電力パワーグリッド)	主 な	青木 茂樹(東洋メディック)
	笹川 卓(鉄道総合技術研究所)	参加者	武田 恭子(東洋メディック)
	椎名 健雄(電力中央研究所)		
	新納 敏文(鹿島建設)		
	諏訪 三千男(電気事業連合会)		
	多氣 昌生(首都大学東京)		
	太良尾 浩生(香川高専)		
	濱田 昌司(京都大学)		
	林 則行(宮崎大学)		
	吉永 淳(東京電力パワーグリッド / 早稲田大学)		
	和氣 加奈子(情報通信研究機構)		

1. まえがき

電力設備などの設計・運用においては、高電圧架空送電線下に生じる商用周波の電界や、送配変電設備全般に対し、その周辺に生じる商用周波の磁界について、人体へのばく露を考慮することが必要となっている。国内においては、従来の架空送電線下における電界規制に加え、2011年に電力設備周辺の磁界規制が導入された⁽¹⁾。これらの電界・磁界の規制に対する適合性評価を行う際、電界については、電圧が一定であることから、測定や計算による評価が安定して行えるのに対し、磁界については、その大きさが電流の変動に対応して大きく時間変動する特徴を有するため、計算による支援が不可欠となっている。

高電圧架空送電線下における電界の計算や、ビオ・サバールの法則を用いた電力線周辺の磁界の計算は比較的簡便に行えることが知られており⁽²⁾、市販のプログラムを含め、さまざまな評価プログラムが作成されている。これらのプログラムの検証の際、あるいは新たにプログラムを作成する際に、共通のモデル(計算例題あるいはベンチマークモデル)があれば有用である。また、電力設備のみならず、電気機器や電気鉄道などへも対象を広げることができる。

以上の背景により、電力設備等の電磁界計算における共通のモデル(標準モデル)を作成することを目的とし、電気学会電力・エネルギー部門高電圧技術委員会に、「電力設備等周辺の電磁界計算における標準モデル調査専門委員会」が設置され、2015年10月より2017年9月までの2年間、活動が行われ、計8回の委員会が開催された。

本調査専門委員会では、以下の項目について、活動を実施した。

- (1) 電磁界計算方法の調査
 - ・ビオ・サバールの法則による磁界計算方法
 - ・高電圧架空送電線下の電界計算方法
- (2) 標準モデルの作成に有用な文献・規格類の調査
- (3) 標準モデルの作成と委員による計算の実施
- (4) 報告書(標準モデルと解答集)の作成

このうち、標準モデル(計算例題)の作成については、

- ・高電圧架空送電線下の電界
- ・送電線(架空/地中)、配電線(架空/地中)及び気中変電所母線などの周辺における磁界
- ・電力設備以外の、電気鉄道や電気機器に関連するモデル(コイル)周辺における磁界

などを対象とし、対象ごとの標準モデル(電線配置や電圧・電流条件、計算位置等)を決定した。標準モデルの作成にあたっては、IEC(国際電気標準会議)により発行されている国際規格 IEC 62110「交流電力システムから発生する電界及び磁界の強さ - 公衆の人体ばく露を考慮した測定手順」の附属書に示された、代表的な電力線の配列・条件に対する周辺の電界及び磁界の計算例など、既存の標準モデルも参考にした⁽³⁾。なお、同 IEC 規格は、国内においても JIS C 1911 として、国内規格化されている⁽⁴⁾。委員会の活動においては、

作成した標準モデルに対し、複数の委員が計算を実施し、標準モデルごと、解答を作成した。なお、標準モデル作成の検討対象は多岐に亘っているため、委員会構成メンバーとして、電力、鉄道、建設会社、大学、研究所など幅広い分野からメンバーの参加を得て委員会を構成した。

本調査専門委員会の活動の結果、下記に示す成果が得られた。

- ・磁界はビオ・サバールの法則、電界は電位係数を用いた式により、計算を実施した。また、市販あるいは公開されている計算プログラム3種の仕様や性能を比較検討した。

- ・計算対象とする電力設備等について、導体配置や電圧・電流条件、計算位置などを設定した標準モデルを作成した。

- ・複数の委員が標準モデルを用いて電磁界計算を行った結果を比較し、実質上問題とはならない程度に計算結果が一致することを確認した。

- ・さらに高精度の標準モデル作成、今回は対象とはしなかった電力設備等の標準モデル作成など、今後の発展に向けた検討事項と課題を取りまとめた。

- ・2年間の調査研究活動により、27種類の電力設備等の電磁界計算標準モデルを作成し、信頼性の高い電磁界計算結果を示すことができた。

本技術報告は、「電力設備等周辺の電磁界計算における標準モデル調査専門委員会」の活動において実施した、各種電力設備周辺電磁界に対する標準モデルと計算結果についてとりまとめたものである。まず、2章において、電力設備周辺磁界の計算方法を、また3章では、電力設備周辺電界の計算方法について述べる。次に、4章では、これらの計算方法に基づく、電力設備等周辺磁界の計算プログラムについて概要を述べる。次に、5章では、本調査専門委員会の活動として実施した標準モデルの作成と委員による計算結果を示す。なお、巻末に、各標準モデルの諸元と計算結果のデータを付録として収めた。

参考文献

- (1) 通商産業省：「電気設備に関する技術基準を定める省令」，通商産業省令第五十二号の第二十七条および第二十七条の二
- (2) R. G. Olsen, D. Deno, R. S. Baishiki, J. R. Abbot, R. Conti, M. Frazier, K. Jaffa, G.B. Niles, J.R. Stewart, R. Wongand, and R. M. Zavadil, "Magnetic fields from electric power lines theory and comparison to measurements", IEEE Trans. Power Delivery, Vol. 3, No. 4, pp. 2127-2136 (1988)
- (3) IEC: "Electric and magnetic field levels generated by AC power systems - Measurement procedures with regard to public exposure", IEC 62110 Ed 1.0 (2009)
- (4) JIS : 「交流電力システムから発生する電界及び磁界の強さ - 公衆の人体ばく露を考慮した測定手順」, JIS C 1911 (2013)