

歩道端に設置された配電設備から発生する低周波磁界の評価

名古屋工業大学技術企画課

島田 美月

shimada.mitsuki@nitech.ac.jp

1. はじめに

2009年8月に制定された国際電気標準会議規格(IEC 62110)において、交流電力システムが発生する低周波磁界の人体へのばく露を考慮した平均ばく露レベルおよび最大ばく露レベルを求める手順が規定され[1]、我が国では2011年に人によって占められる空間の平均値を $200\mu\text{T}$ 以下とする磁界規制値が導入された[2]。しかし、その手順に準拠した実態調査結果は、ほとんど報告されていないようである。

本報では、IEC 62110に準拠し、歩道端に設置された配電用の変圧器塔、開閉器塔、電柱のケーブル立上り部から発生する低周波磁界を測定し、平均ばく露レベルおよび最大ばく露レベルを求め、磁界規制値 $200\mu\text{T}$ との比較を行う。

2. 用語解説と背景説明

まず専門的な用語の解説と、それに絡めて本報の背景を説明する。

2.1 配電設備とは

電力の供給システムは大きく「発電」、「送電」、「配電」の三つに分けられる[3]。

発電所の発電機で「発電」された $275\sim 500\text{kV}$ の電圧は、幾つかの変電所で段階的に降圧される。その発電所から変電所、変電所から変電所間の間の伝送を「送電」といい、その経路にある電線路や機器のことを送電設備と呼ぶ。変電所を経てある程度($6,600\text{V}$ または 22kV)まで下げられた電圧を需要家である工場やビル、一般家庭に届ける区間の事を「配電」といい、その経路にある設備のことを「配電設備」と言う。

一般住宅向けによく用いられている配電設備の一つが三相3線式の電柱で、配電変電所から送られた $6,600\text{V}$ の電圧が、需要場所の側で電柱の上に設置された柱上変圧器によって

$100/200\text{V}$ に降圧され、需要家の引込線に配電されるようになっている。電柱等に架けられて空中にある電線を「架空配電線」と言い、それに対し、地中に電線を埋設した物を「地中配電線」と言う。

2.2 歩道端に設置された配電設備

地中配電線は、電線を通信用ケーブル等と一緒に地中の電線共同溝に埋設した物で、景観の改善や路上スペースの確保を目的に「無電柱化」の手法の一つとして1980年代後半から採用されている。始めは大都市の幹線道路を中心に整備されていたが、近年は歴史的な街並やバリアフリー整備地区等にも対象が広がられている。地中配電線は架空配電線に比べて自然現象や外部接触による事故等が発生し難いという利点があるが、反面実際に故障した場合、目視による確認が出来ない為、復旧に時間がかかるという欠点がある。地中配電線用の変圧器等の配電機器は地上、または地下に設置される

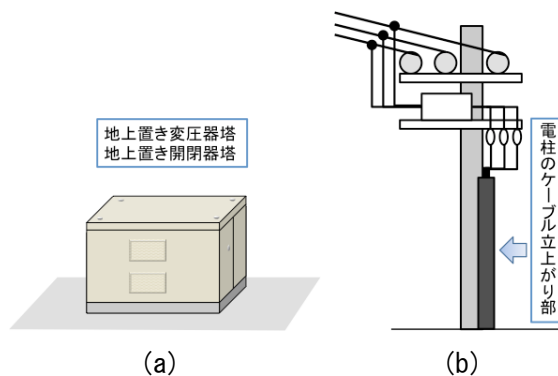


図1 歩道端に設置された配電設備

今回の測定では、図1(a)の様な地上置き変圧器塔と開閉器塔、図1(b)の様な $6,600\text{V}$ の地中配電線を電柱上の架空配電線に繋ぐケーブル立上り部の3種類の歩道端に設置された配電設備から発生する低周波磁界の強さを測定した。

2. 3 電磁界とその分類について

低周波磁界について触れる前に、まず電磁界について簡単に説明する。

電磁界とは電界と磁界をあわせて言った物で、空間に電気の力と磁気の力が働いている状態の事である。導体である電線等に電圧がかかるとその周りに電界が発生し、電線に電流が流れるとその周りに磁界が発生する。

電磁界は周波数と波長によって性質や作用が大きく違い、その分類や定義域は学問分野によって異なっているので、ここでは電磁界情報センターで用いられている電磁界の分類を表1で紹介する[4]。放射線は、物質中を通過する時、構成原子から電子を弾き飛ばす電離作用を持つ事から電離放射線と呼ばれる。それに対して電離作用を持たない電磁界は非電離放射線と呼ばれる。非電離放射線の中でも光より周波数の低いものを更に高周波電磁界、中間周波電磁界、超低周波電磁界、静電磁界と分類している。

本報で測定対象とした電力設備からは主として50/60Hzの磁界が発生するので、300Hz以下の超低周波電磁界の中に分類される。

表1 電磁界の分類

電磁界の種類	非電離放射線							電離放射線
	静電磁界	超低周波電磁界	中間周波電磁界	高周波電磁界			光	
周波数	ゼロ	300Hz以下	300Hz～10MHz	10MHz～300MHz	300MHz～3GHz	3GHz～3000GHz (3THz)	3THz～3000THz	3000THz以上
波長	なし	長	10 ⁶ m 10 ⁴ m 10 ² m	10m	1m	10 ⁻¹ m 10 ⁻² m 10 ⁻⁴ m	10 ⁻⁷ m	短
主な発生源や利用例	・地磁気 ・磁石 ・鉄道 ・MRI	・電力設備 (50/60Hz) ・家電製品 ・電線 ・鉄道	・H調理器 (20～90MHz) ・テレビ ・パソコン ・モニター ・鉄道	・ラジオ放送 ・テレビ放送	・電子レンジ (2.45GHz) ・携帯電話	・BS (衛星放送)	・太陽光	・レントゲン

2. 4 ICNIRPのガイドライン

人体を、電磁界へのばく露による健康への影響から防護する指針として最も広く利用されているのは、WHOが認知している非政府機関、国際非電離放射線防護委員会(ICNIRP)のガイドラインで、世界中の約50ヶ国で採用が進んでいる。ICNIRPのガイドラインには人体への刺激作用による影響を防止する観点から定められる基本制限と、基本制限を元に実際に測定可能な量の値を評価する参考レベルがある。2010年に改訂

された100kHzまでの電磁界、超低周波および中間周波に関するICNIRPのガイドラインによる体内の誘導電界の基本制限は頭部の中枢神経に対するものと頭部および胴体の全組織に対するものとに分けて考えられ、通常の生活で浴びる公衆ばく露について安全のために低減係数を盛り込んで定められている。しかし体内の電界強度は組織内部の電磁気量なので直接測定する事が出来ない。その為、測定可能な物理量の値を用いて適切な人体モデルとばく露条件を仮定し体内に生じる電界強度を推定する。その時に使われる体外の電磁界強度を参考レベルと言う。

2. 5 日本における商用周波電磁界規制値

日本では2011年に経済産業省が「電気設備に関する技術基準を定める省令」を一部改正し、ICNIRPガイドラインの参考レベル200μTを商用周波磁界の規制値として導入した。そこでは「人体の受ける全身平均値が200μTを超えてはならない」とされている。

商用周波電界の規制値は、ICNIRPガイドラインで5kV/mであるが、日本では1976年に、より厳しい3kV/mで規制され、実施されている。商用周波電磁界のICNIRPガイドラインと日本の規制値の比較を表2に示す。

表2 日本の商用周波電磁界の規制値とICNIRP参考レベルとの比較

	周波数	電界(kV/m)	磁界(μT)	区分
ICNIRP	50Hz	5	200	ガイドライン
	60Hz	4.17	200	
日本	50Hz	3	200	規制
	60Hz	3	200	

2. 6 地上置き配電設備から発生する低周波磁界の評価

今回測定した様な地上置き配電設備は、都市部の配電線地中化によって多く設置されるようになって来ている。また、一般の人々が容易にすぐ側まで近づく事が出来る事等から、低周波磁界の評価が必要不可欠と考えられるにも関わらず、今までの所、測定位置やデータ処理方法などの評価方法が決められていなかった為、適切な評価が充分になされていなかった。この様

な背景を基に、本報では、IEC 62110 に準拠して歩道端に設置された配電設備から発生する低周波磁界を測定し評価した。

3. IEC 62110 について

3.1 IEC 62110 の概要

国際電気標準会議規格 (IEC 62110) とは、交流電力システムが発生する電界・磁界への人体ばく露を考慮した平均ばく露レベル、および最大ばく露レベルを求める手順を規定したもので、国際非電離放射線防護委員会 (ICNIRP) の参考レベル、米国電気電子学会 (IEEE) の最大許容ばく露量 (MPE) などの国際・国内基準への適合性判断に使用することができる。適用範囲は、一般の人々が近づく事の出来る電力システム (架空送配電線路、地中ケーブル、変電所、その他の送配電機器からなるシステム) が発生する商用周波電界・磁界で、直流電力システム、鉄道システム、職業的ばく露には適用されない。

IEC 62110 における平均ばく露レベルとは、人がばく露される磁界の全身にわたる平均値に相当する値として定義され、最大ばく露レベルは、ある区域内における平均ばく露レベルの最大値として定義される。

3.2 平均ばく露レベルを求める基本的測定手順

平均ばく露レベルを求める基本的測定手順には、磁界が均一と見なせる場合に適用される 1 点測定、磁界が不均一な場合に適用される 3 点測定、発生源が地表下あるいは床下にあり、人がそこに横たわる可能性のある場合に適用される 5 点測定の 3 つがある。

今回は、歩道端に設置された配電設備から発生する低周波磁界を評価するために、設備近傍や建物の壁付近などに適用される 3 点測定を行った。

3 点測定における平均ばく露レベルを求める手順を図 2 に示す。

機器表面から水平方向に 0.2m 離れた位置で地表面から 0.5m、1.0m、1.5m の高さの 3 点で測定を行い、その測定値の平均値を平均ばく露レベルとする。機器の高さが 1.5m 未満の場合はその高

さを 3 等分した点で測定を行う。3 点測定により得られる磁界の平均値は、人体全身に受ける磁界の平均値を代用するもので [1]、我が国の磁界規制値との比較はこれに基づいて行うことになっている [5]。

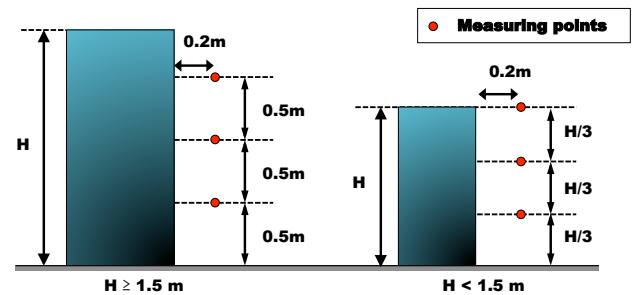


図 2 設備近傍での 3 点測定点

3.3 最大ばく露レベルを求める測定手順

3 点測定における最大ばく露レベルを求めるには、まず機器表面から水平方向に 0.2m 離れた位置で地表面から 1.0m の高さで磁界が最大値を示す場所を見つける。そしてその場所で 3 点測定を行い、測定値の平均値を最大ばく露レベルとする。機器の高さが 1.5m 未満の場合、高さは地表面から 1.0m ではなく機器の高さで行う。最大磁界の測定位置を求める手順を図 3 に示す。

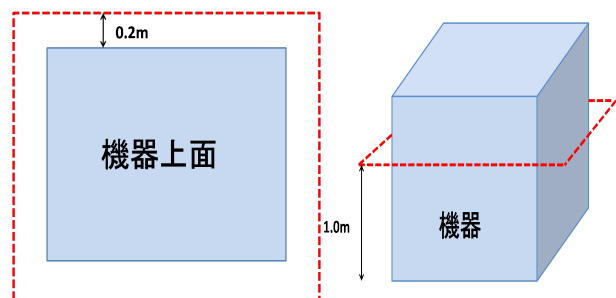


図 3 最大磁界の測定位置

4. 実際の測定手順

本報では低周波磁界の測定を、歩道端に設置された配電用変圧器塔 (6, 600V/105-210V) 6 台、開閉器塔 (6, 600V) 6 台、電柱のケーブル立上り部 (6, 600V) 5 箇所、の合計 17 箇所について測定日を変えて 4 回実施した。測定器は H I O K I 製の磁界測定器 3470 と 3 軸プローブ 3472

(10Hz-2kHz)を用いて磁界の合成値を測定した。本測定では、人が通行する側に面した機器表面において最大磁界となる位置を見つけ、3点測定を行い平均ばく露レベルを求めた。最大ばく露レベルについては、機器の周囲一周において最大磁界となる場所で3点測定を行った。変圧器塔、開閉器塔については平均ばく露レベルと最大ばく露レベルを、電柱のケーブル立上り部については最大ばく露レベルを求めて評価した。実際の測定点の例を図4に示す。

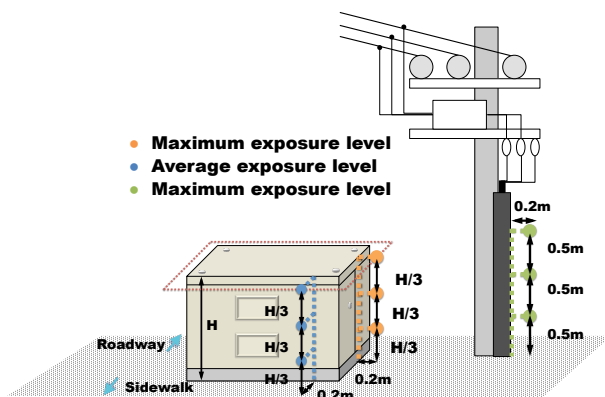


図4 実際の測定点の例

5. 測定結果および評価

4回の測定で得られた平均ばく露レベルおよび最大ばく露レベルの幅を表3に示す。

今回の測定で得られた平均ばく露レベルおよび最大ばく露レベルはいずれの機器においても規制値と比べてはるかに小さい事がわかった。

6. まとめ

IEC 62110 に準拠して歩道端に設置された6,600Vの配電用変圧器塔(6台),開閉器塔(6台),および電柱のケーブル立上り部(5箇所)が発生する低周波磁界を測定し評価した。

磁界規制値 $200\mu\text{T}$ は規制値導入後に設置される機器を対象としている[2]. 今回の測定対象とした配電機器は、規制値導入以前に設置されたものだが、全てにおいて平均ばく露レベルおよび最大ばく露レベルともに規制値に比べてはるかに小さい事が解った。

今後さらにデータを集積していく予定である。

表3 平均ばく露レベルと最大ばく露レベル

機器		平均ばく露レベル [μT]	最大ばく露レベル [μT]
変圧器塔	1	1.29 - 1.67	1.07 - 2.33
	2	0.59 - 3.90	1.51 - 7.53
	3	2.09 - 6.81	5.73 - 9.97
	4	5.68 - 9.66	7.06 - 12.46
	5	2.89 - 6.64	5.07 - 10.38
	6	6.40 - 8.35	10.60 - 16.38
開閉器塔	1	0.21 - 0.22	0.34 - 0.41
	2	0.30 - 0.54	0.44 - 0.83
	3	0.05 - 0.76	0.07 - 0.78
	4	1.34 - 2.69	1.34 - 2.69
	5	1.01 - 1.23	1.04 - 1.74
	6	0.28 - 0.31	0.31 - 0.45
ケーブル立上り部	1	---	2.51 - 2.95
	2	---	1.22 - 1.56
	3	---	1.99 - 2.36
	4	---	0.33 - 0.36
	5	---	0.31 - 0.50

参考文献

- [1] IEC 62110: Electric and magnetic field levels generated by AC power systems — Measurement procedures with regard to public exposure, 2009.
- [2] 経済産業省令第15号, 2011.
<http://www.nisa.meti.go.jp/oshirase/2011/files/230331-5-1.pdf>
- [3] 福田務, 発電・送電・配電が一番わかる, 技術評論社, pp.9-16, pp.123-136
- [4] 電磁界情報センター, 電磁波とは,
<http://www.jeic-emf.jp/electromagnetism.html>
- [5] 原子力安全・保安院電力安全課: 電気設備の技術基準の解釈, 2011.
<http://www.nisa.meti.go.jp/oshirase/2011/07/230701-2-2.pdf>