

②④ 鉄道用磁界測定機による磁界の評価方法について

交通システム研究領域

※長谷川 智紀

竹内俊裕

工藤 希

森 裕貴

理事

水間 毅

日本大学

山本 靖宜

千葉大学

齋藤 達仁

1. はじめに

鉄道システムでは、変電所施設をはじめ、車両や軌道、信号システム等あらゆるところで電気・電子機器が使用され、当然のことながらこれら機器から電波雑音や電磁界が放射される。そのような環境の中、鉄道システムから放射される電波雑音が他の機器へ影響を与えたり、他の機器からの影響を受けたりする電磁両立性(EMC)や、電磁界が人体へ与える影響(EMF)について、国際規格や防護指針という形で提案されてきた。

このような状況のなか、経済産業省より電気設備から生じる超低周波磁界の規制として商用周波数に対し「電気設備に関する技術基準を定める省令」の改正が平成23年3月31日行われ、変電所、開閉所、変圧器、電線路等の電力設備から発生する磁界値を、人体への健康影響を考慮してICNIRP指針を参考に $200\mu\text{T}$ 以下とする規制が導入された。

これを受け、鉄道用電力設備については、国土交通省より「鉄道に関する技術上の基準を定める省令」が平成24年7月2日改正(平成24年8月1日施行)され、変電所、電車線、電気機器設備等において、新規に施工される施設や既存設備の改良工事の際に適用されることとなった。²⁾

このように、日本国内においても、人体に対する磁界に関し、注目されるようになった現在、鉄道においても、直流から交流まで測定可能なフラックスゲート方式の磁界測定機を用いて測定し、国際規格に準拠した磁界測定結果をどのように評価すべきかが課題となった。

そこで、本稿では鉄道車両から主に発生する直流から20kHzにおける複数の周波数からなる磁界について、磁界の評価手法を考案することを目的とし、検討を行ったので報告する。

2. ICNIRPのガイドライン

我が国では、鉄道車両から放射される磁界に対する評価方法や規制値については、現在は、特に定められていない。

そのため、一般的にはICNIRPのガイドラインの参考レベルを判断基準とすることが多い。この参考レベルのうち、交流磁界については、脳内誘導電界と中枢神経系以外の身体の組織における磁界の誘導電流を考慮し導出された値であり、2010年に改訂されたICNIRPのガイドラインの交流磁界に対する公衆ばく露の参考レベルのグラフを図1に示す。³⁾

また、ICNIRPガイドラインにおける直流磁界に対する公衆曝露の参考レベルは、 400mT とされている。⁴⁾

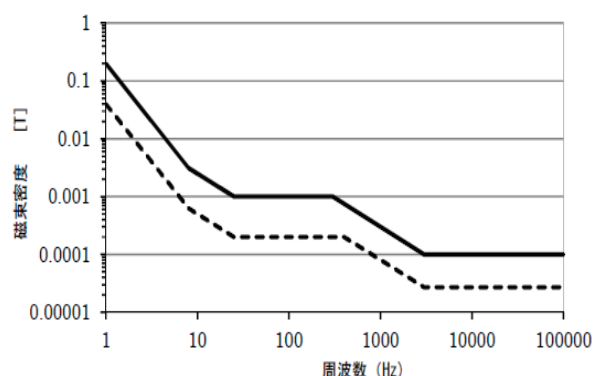


図1 交流磁界に対するICNIRPのガイドラインの参考レベル(実線:職業的曝露、点線:公衆曝露)

3. 評価方法

3. 1. 直流磁界

鉄道車両から発生する直流磁界を評価するためには、時間領域において最大値を知る必要がある。ただし、時々刻々と変化する磁界において、直流磁界をどのように抽出するかが課題となる。

そこで、本稿では、次の方法により直流磁界を抽出することとした。まず、磁界測定機から得られた時間領域の三軸の磁束密度を三軸合成する。その後、1秒の移動平均処理を行い、これを直流磁界とした(図2参照)。ただし、鉄道車両内では、力行から制動へ状

態が変化する時など、瞬時に電流の向きが変化する場合があります。この状態は三軸合成結果では確認することができないため、図3に示すように各軸において0を横切って変化しているか否かを確認し、0を横切って変化している磁界を「変動値」として評価することとした。

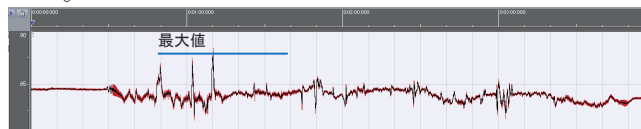


図2 直流磁界の評価方法（その1）

赤線:3軸合成後の波形、黒線:1秒移動平均後の波形



図3 直流磁界の評価方法（その2）（例：X軸）

3. 2. 交流磁界

鉄道車両から発生する交流磁界を評価するためには、周波数領域において最大値を知る必要がある。我々は、磁界測定機から得られた時間領域の磁束密度のデータをフーリエ変換し、周波数領域において解析を行うこととした。ただし、鉄道車両における磁界の評価を行う場合、時々刻々と変化し放射される磁界に対して、力行や制動といった走行状態全体をフーリエ変換すると、走行状態全体で平均化されるため、磁界の状態を正確に評価できているとは言い難い。

そこで、本稿では、次の方法により交流磁界を評価することとした。まず、第一段階として、1[sec]毎にフーリエ変換し、作成した時間・周波数・強度からなる3次元データを2次元カラーマップとする。（図4）第二段階として、第一段階で得られた3次元データをICNIRPのガイドラインにより正規化し、2次元の評価カラーマップとする。（図5）

これにより、従来から用いられるグラフによる表記では評価したいデータの一面のみを示すにとどまり評価結果の把握が困難であったが、第一段階で得られた2次元カラーマップでは鉄道車内における磁界の周波数領域の時間変化が確認できるとともに、第二段階で得られる2次元評価カラーマップでは、ICNIRPのガイドラインの参考レベルとの「余裕度」の時間変化を確認することができるようになる。

4. まとめ

本稿では、測定した磁界の評価方法について検討を行った結果について述べた。

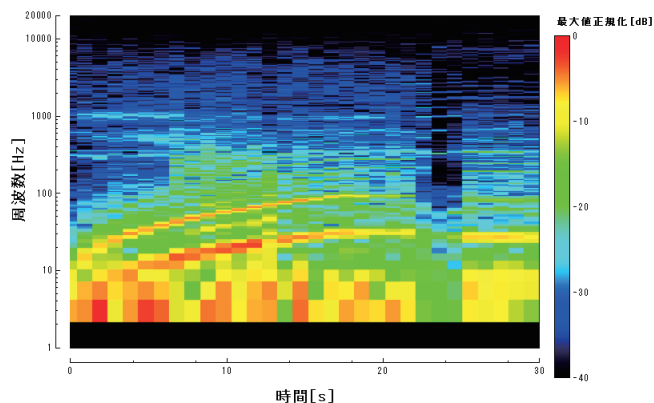


図4 力行時の磁束の変化（第一段階の処理結果）

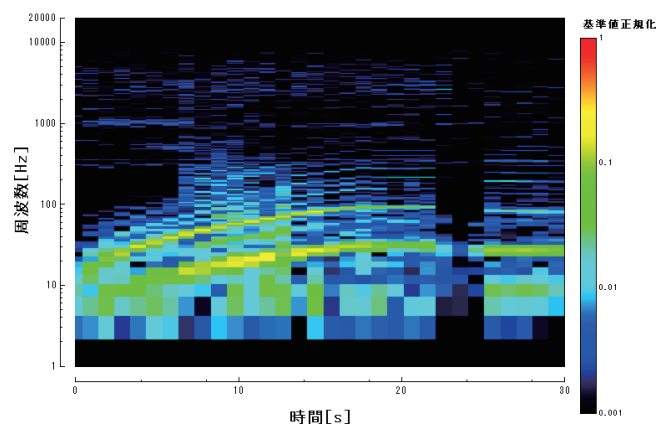


図5 力行時のガイドラインに対する余裕度の変化（第二段階の処理結果）

鉄道車両のように時間変化を伴う磁界の評価方法については現在明確には定められていない状況である。本稿で示した方法は過渡的変動に対し、ICNIRPのガイドラインで評価する方法を示したものである。

今後は、ICNIRPのガイドラインで示されている評価方法のひとつである複数周波数の磁界が発生している場合の評価方法について、検討を進めていきたいと考えている。

参考文献

- 1)経済産業省ホームページ：
http://www.meti.go.jp/policy/safety_security/industrial_safety/sangyo/electric/detail/setsubi_denjikai.html
- 2)電磁界情報センターホームページ：
http://www.jeic-emf.jp/whats_new/20120709.html
- 3)国際非電離放射線防護委員会," 声明時間変化する電界および磁界へのばく露制限に関するガイドライン" 2010.
- 4) 国際非電離放射線防護委員会," 静磁界の曝露限度値に関するガイドライン"2009.