国際規格に対応した鉄道における磁界測定例

○ [電] 竹内 俊裕、 [電] 田代 維史、 [電] 吉永 純、

[電] 長谷川 智紀、 [電] 水間 毅 (交通安全環境研究所)

Examples of magnetic field measurements corresponding to international standards on Railway

OToshihiro Takeuchi, Korefumi Tashiro, Jun Yoshinaga, Tomonori Hasegawa, Takeshi Mizuma(National Traffic Safety and Environment Laboratory)

Abstract

Electrical and electronic equipment are being used everywhere in daily life has been focused on radio noise and electromagnetic waves emitted by such equipments. In recent years, it has been taken up the effect of radio noise and electromagnetic radiation emitted from the railway system.

In such a situation, in Europe, "EMC" and "EMF" standards on railway, have been proposed with several numerical values. In Japan, we have dealt with electromagnetic field and measurement method independently Therefore, the authors are aware of those standards, and thier measurements were performed in accordance with such standards. The measurement methods and results are reported.

キーワード: EMC, EMF, 国際規格

KeyWords : Electromagnetic Fields , Electromagnetic Compatibility , international standards)

1. まえがき

日常のあらゆるところで使用されている電気・電子機器 であるが、それらの機器から放射される電波雑音が他の機 器に与える影響および他の機器から受ける影響や、放射さ れる電磁界が人体へ与える影響等が注目されているが、近 年では鉄道システムから放射される電波雑音や電磁界の影 響についても同様に取り上げられてきている。

鉄道においては、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が使用され、当然のこ とながら電波雑音や電磁界が放射されている。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(EMF)が人体へ与え る影響に関する防護基準や規格が国際規格や指針として提 案されてきた。日本でも独自に鉄道からの電磁界を測定し たり、測定法を検討してきている。

そのような状況の下、筆者らは、今後日本での測定法も 考慮されて制定される可能性のある磁界測定法の規格を意 識した測定を実施したので、その測定方法と結果について 報告する。

2. 国際規格の現状

2.1 EMCに関する規格

電磁界に関する国際規格としては、産業分野ごとに規定 されている。そういう状況の中で、鉄道に関する国際規格 として重要視されているのは、国際電気標準会議(略称 IEC)が2003年に発行したIEC62236というEMC(電磁両立 性)に関する規格であり、鉄道システムにおける電気・電 子機器が他の機器に与える影響と、他の機器から受ける影 響に関する規格である。このIEC62236は表1に示すように 6つのパートから構成されている。

表1 IEC62236の構成

IEC62236-1	通則
IEC62236-2	鉄道システム全体から外部へのエミッション
IEC62236-3-1	列車および車両からのエミッション
IEC62236-3-2	車両機器
IEC62236-4	信号および通信機器のエミッションとイミュニティ
IEC62236-5	地上電源設備および機器のエミッションとイミュニティ

また、測定条件についても表2に示すように、測定器の 性能や測定する周波数、アンテナの種別等々細かく規定さ れている。

	表之	2 IEC62236	の構成		
周波数 帯域	9∼ 150kHz	0.15∼ 30MHz	30~ 300MHz	300MHz∼ 1GHz	
アンテナ種別	ロ ループ [*] アンテナ		パイコニカル アンテナ	ロケ [*] へ [*] リオ デ [*] ィックアンテナ	
アンテナ高	$1\sim 2m$		2.5~3.5m	2.5~3.5m	
带域幅	200Hz	9kHz	120	kHz	
測定対象	磁界		電界		
アンテナの 向き	軌道に水平 大地に垂直		垂直偏波	垂直偏波	
線路中心 離隔	10m				
測定器	CISPR16-1-1の要求基準と ±4.0dB以下であること				

2.2磁界測定法の規格に関する動向

現在はまだドラフト版としての位置づけであるが、鉄道 システムから放射される電磁界の測定方法に関する報告書 も近い将来、技術仕様書として発行される見通しとなって いる。

この報告書では、主に鉄道における電磁界発生源である 鉄道車両、き電用設備および信号機器から放射される直流 から数十kHzまでの周波数の磁界についての測定方法が定 められることになっている。

そこで、本稿では、この報告書に含まれるであろう測定 法のうち、ヨーロッパで主流の測定法と日本(主に交通 研)で実施している測定法について、実車両の走行により 測定を実施して比較した。

3. 測定の実施

3.1 測定器仕様

測定に使用した測定器のスペックを表3に構成を図1に 示す。尚、ここで選択した測定器の仕様は、現在、交通研 で使用しているもの(以下、測定器1という)である。

また、測定した結果を比較するために、ヨーロッパで主 に使用されている測定器(以下、測定器2という)を使用 した。そのスペックを表4に構成を図2に示す。

 東目
 定格

 磁気検出方式
 磁気発振方式 (フラックスゲート方式)

 磁気検出部構成
 K, Y, 2の三軸構成

 有効測定磁界
 直流/交流磁界 0uT~±1000uT

 周波数特性
 DC~25kHz

 レンサー部
 測定部 測定部

 図1
 測定器1の構成

項目	定格	
磁気検出方式	等方性100cm ² コイル方式	
磁気検出部構成	X, Y, Zの三軸構成	
有効測定磁界	交流磁界	
周波数特性	1Hz~400kHz	



Provide the second seco

3.2 車両内での測定

車両内での測定は、磁界発生源となるモーター、VVV Fインバータおよびリアクトルを対象に実施した。現在の 測定方法は、日本とヨーロッパで異なっているため(表 5)、今回の測定はそれぞれの測定法で実施し、(図3お よび図4)結果を比較した。

表5 日本とヨーロッパの測定法の違い

	日本	ヨーロッパ
測定周波数帯	DC~20kHz	DC、1Hz~20kHz
センサ部	フラックスケート	DC:ホール素子(?) AC:サーチコイル
センサー部の構造	床上直上設置可	床上直上設置不可
測定ポイント数	床上直上1点 必要に応じて 0.5m,1.0m,1.5m	床上 0.3m,1.0m,1.5m



3.3 測定結果

測定は、実車両に2種類の測定器を設置して(図5、図 6)実施した。実車両は力行している状態であり、かつ放 射磁界が最大値を示している状態の時に、車両内の磁界発 生源となる各機器上で測定したデータを周波数解析した結 果である。



図5 床上直上での測定風景



図6 床上1mでの測定風景

このような測定方法で測定した結果を図7および図8に 示す。図7は測定器1のモーター上の床上直上での測定結 果、図8は床上1.0mでの測定結果である。

尚、図7と図8の0dBはモーター上の最大値を基準としている。





この結果から、磁界のピークは直流~5Hzの低周波数帯 域に集中していることが確認された。また、床上直上と床 上100cmでは磁界強度にかなり差があることが確認された。

次に、インバータ上での測定結果を図9と図10に示す。 モータ上に比べやや弱くなっているが、傾向としてはモー ター上と同様、磁界のピークは低周波数帯域に集中してい ることが確認された。

尚、図9と図10の0dBはインバータ上の最大値を基準 としている。



また、図11にモーター上、リアクトル上、インバータ 上の各測定場所別および各高さ別にピーク値の変化を表し たグラフを示す。 ピーク値はいずれの場合も1Hzで確認されており、いず れの場所においても、床上に近いほど磁界が強いことが確 認された。



次にヨーロッパで使用されている測定器を使用した測定 結果について示す。測定器の仕様の違いにより測定レンジ や測定時間が異なるり単純な比較はできないが、測定場所 や測定高さについては、同じ条件で実施した。

図12はモーター上部の床上0.3m、図13はモーター上部 の床上1.0m、図14はインバータ上部の床上0.3m、図15 はインバータ上部の床上1.0mでの測定結果である。

尚、図12および図13の0dBはモーター上の最大値を 基準とし、図14および図15の0dBはインバータ上の 最大値を基準としている。







図15 測定器2 インバータ・床上1.0mの測定結果

この結果から、かなり測定値の変動はあるものの、測定 器1と同様に低周波数帯域にピークが集中している様子が 確認された。この結果から推測すると、測定器2について も、床上直上で測定が可能であれば、より高いレベルの測 定結果が得られると思われるが、測定器2ではセンサ部が 球状で大きいため、直上での測定は難しい。

4. まとめ

以上のように、鉄道における磁界測定例について紹介し てきてきたが、技術が進歩するにつれて、機器やシステム の高機能化が進むことで、外界へ放射される電磁界の影響 も増加していくものと思われ、人体や他システムに影響を 与えない、また鉄道が影響を受けない対策技術やそれを証 明するための測定技術が必要となると思われる。従って今 後は、より短時間で高精度な磁界測定の実現を検討してい きたい。