

都心部での到来波信号に関する測定実験 その2

－到来波信号に関する時間変動安定性測定結果例－

川瀬 隆治* 田野井淳一*

要約： 建物内の精密機器を外来ノイズから保護するために様々な電磁波制御材料が開発されているが、実際に材料を建物に適用して対策するには、材料単体だけではなく部屋全体としての適用性能を計画段階で検証し、適用材料の比較検討を効率的に進める必要がある。その一手段として、建物外部から到来する電磁波（到来波信号）を利用し、電磁波制御材料の適用性能を評価する方法が考えられる。到来波信号を利用した評価方法を用いれば、実物大の部屋の大きさで遮蔽性能を評価できるが、定量的な評価を可能にするために到来波信号の電界強度が時間的に安定していることが不可欠となる。今回は、「都心部での到来波信号に関する測定実験－到来波信号に関する時間変動安定性測定結果例－」に引き続き、東京タワーの西約 4km に位置するオフィスビルにて到来波の 24 時間測定を行い、その結果、一部に比較的安定した到来波が観測出来たので報告する。尚、本報告の成果は、平成 18 年度に ITBS (IT ビルシステム) 研究会 電磁波 SWG が実施した測定実験成果の一部である。

キーワード： 電磁環境, 到来波, 遮蔽・透過性能

目次： 1. はじめに
2. 測定概要
3. 測定結果
4. まとめ

1. はじめに

電磁波制御材料を建物に適用する場合は、材料単体だけではなく、多種類の建築材料を複合させてできる構造物自体の遮蔽性能を効率的に比較検討する必要がある。そのためには、より簡易かつ効率的に電磁波遮蔽性能を評価する技術が不可欠である。その一手段に建物外部から到来する電磁波を利用して建物内部での減衰量を比較する方法は、電磁波制御材料の適用性能を実物大の部屋に近い大きさで評価する有効な評価方法の一つになり得ると考えられる。ただしその場合、定量的な評価を可能にするには到来波信号の電界強度が時間的に安定していることが不可欠となる。

到来波信号の安定性・時間変動量などが把握できれば、到来波信号を活用した構造物の遮蔽性能評価の実用可能性を判断する一助となる。時間変動の少ない到来波が測定される場所では、室内の空間分布測定など、到来波を活用した様々な目的の電磁環境測定が可能になる。

既報「都心部での到来波信号に関する測定実験－到来波信号に関する時間変動安定性能結果例－¹⁾」では、東京タワーの北東約 4km のオフィスビルで、比較的安定した到来波が測定され、到来波を簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性を報告した。その際に、到来波は夜間に比べて日中に大きくバラつく傾向が確認された。原因として、自動車などの金属移動体配置が到来波信号の反射減衰量に影響し、交通量の多い日中にバラつきが大

きくなったためと推察された。さらに地上から低い場所では東京タワーが周囲の建物の陰になって直達波が減衰し、到来波信号が大きくバラつくと予想された。

今回、東京タワーからの方角が異なる場所でも既報と同様に比較的安定した到来波信号が見られるかを調べるため、東京タワーの西約 4km のオフィスビルで到来波の 24 時間測定を行った。さらに 3 つの地上高さで到来波の 24 時間測定を行った。その結果、一部の到来波では、地上高さが低い場所ほどバラつきが大きくなる傾向が見られたが、それとは別に、地上高さによらず比較的安定している到来波が測定されたので、報告する。

尚、本報告は、ITBS (IT ビルシステム) 研究会²⁾電磁波 SWG が、平成 18 年に実施した「建物本来の電磁界遮蔽性能評価方法開発のための到来波時間変動・室内測定位置 検証実験 2」に関する研究成果の一部である。

2. 測定概要

今回の測定は、東京タワーから約 4km 西に立地するオフィスビル(RC13 階建)の 3 階、8 階、13 階で、東側に面する窓際で行った。周辺は、測定建物と同程度の高さのオフィスビルが林立し、反射・回折が多い環境と推定されるが、11 階より上の階では東京タワーが目視できた。測定室の東側壁面は、開閉不可のガラス窓(高さ 1.1m、幅 1.26m、1.57m 毎の格子状配置窓、普通ガラス)になっている。測定位置の立面図を図 1 に示す。

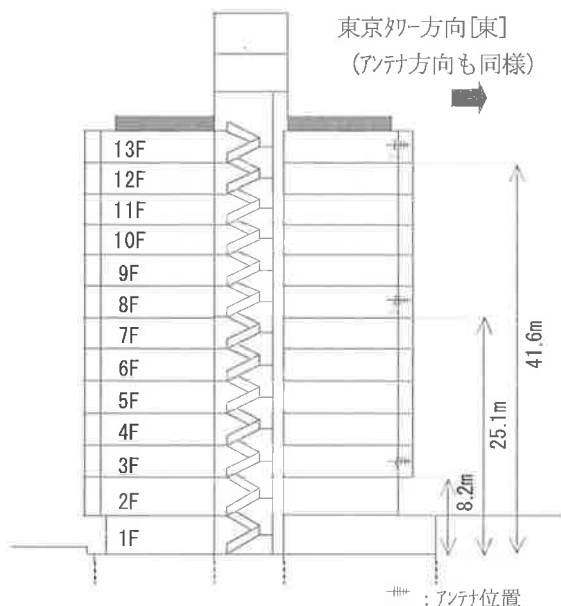


図1 到来波測定位置立面図

アンテナは、バイコニカルアンテナ (Schwarzbeck BB A9106, 30-280MHz) とログペリオディックアンテナ (Anritsu M P666A, 0.2-2.7GHz) を使用し、東側窓際で外部方向 (東) に向けて設置した。アンテナ高さは、天井高 (2.4m) の概ね半分となる床上 1.25m とした。受信装置にスペクトラムアナライザ (Anritsu M S2623A) を使用し、GPIB ケーブルを介して接続したノート PC で 6 分間毎の MAX HOLD 値を 24 時間、水平偏波について連続自動測定した。測定状況写真を、写真 1 に示す。

3. 測定結果

測定された到来波は、主に東京タワーからの FM ラジオ、VHF 帯 TV 放送波であった。図 2 にバイコニカルアンテナによる 13 階の到来波測定結果例を示す。本図は、アンテナ係数を補正した 6 分間 MAX HOLD 値の 24 時間平均値を周波数毎に示している。77~82.5MHz に FM 放送波、91~108MHz に NHK の映像・音声信号、171MHz~222MHz に民放 5 社の映像・音声信号が測定されていることがわかる。

測定された到来波毎に 24 時間の時間変動をまとめ、日中 (9 時~17 時) の標準偏差 (母数 80) を調べた。例として各階で測定した FM 放送波 81.5MHz と 77MHz の時間変動の様子を図 3、図 4 に示す。本結果より、81.5MHz、77MHz 共に高い階ほど信号強度が大きくなっている。また日中の標準偏差が、81.5MHz では低い階ほど大きくバラつくが、77MHz ではいずれの階でも安定している。77MHz では深夜に発信を停止している。

これらと同様に、他の到来波の日中の標準偏差を 3 階、



写真 1 到来波測定状況

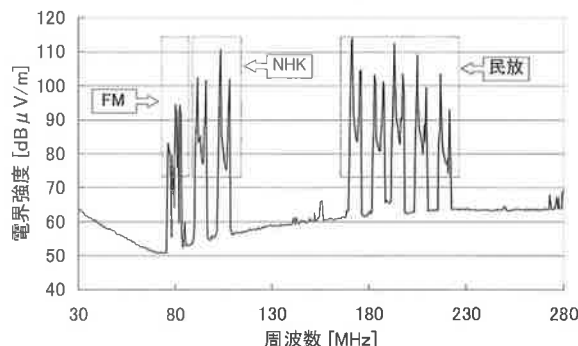


図2 都心部での到来波測定結果例
(バイコニカルアンテナ 6 分間毎 MAX HOLD 値の 24h 平均値)

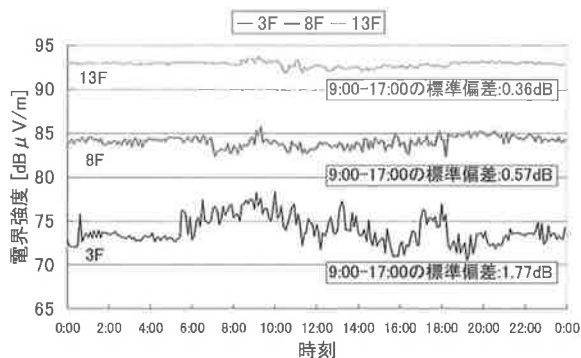


図3 都心部での到来波時間変動測定結果例
(81.5MHz 水平偏波 6 分間毎 MAX HOLD 値)

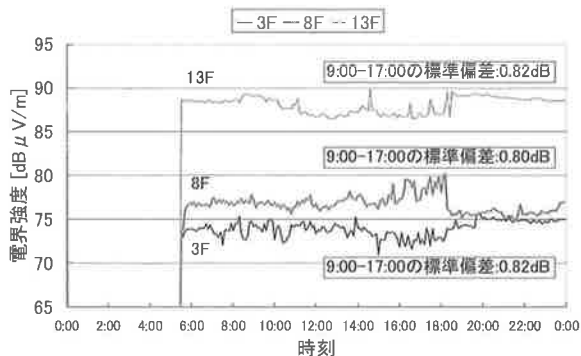


図4 都心部での到来波時間変動測定結果例
(77MHz 水平偏波 6 分間毎 MAX HOLD 値)

8階、13階で比較し、棒グラフにした結果を図5(30～280MHz バイコルアンテナ測定)、図6(0.2-2.7GHz ロケペリデックアンテナ測定)に示す。一部は図3のFM放送波(81.5MHz)と同様に、低い階ほどバラつきが大きくなる傾向を示しているが、図4(77MHz)のように測定階によらずバラつきが少ない到来波もあることがわかる。

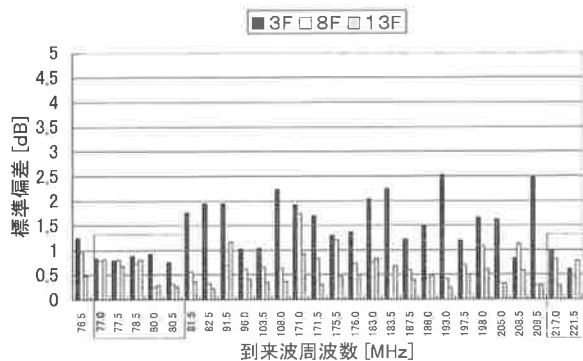
表1には、図5、図6のグラフをもとに、9時～17時の標準偏差が3階、8階、13階で共に1dB以下の安定した到来波をまとめた結果を示す。表1では、24時間の最大・最小値とそれらの比から求めた変動幅、および時間帯毎の標準偏差が示してある。日中に時間変動の少

ない到来波は、簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性がある。

4. まとめ

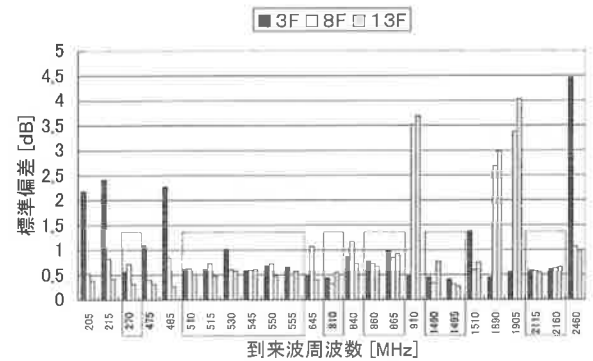
都心部で電磁波の発生源に応用可能な到来波の有無を調べるために、高さの異なる測定階で到来波の24時間測定を行った。その結果、高さによらず、いずれの階でも日中に比較的安定したバラつきの小さい到来波が見られた。

以上の結果より、一部の到来波が簡易的な電磁環境測定に活用できる可能性が示唆された。



※ □ はすべての階での標準偏差が1dB以下を示す

図5 到来波の日中標準偏差3階、8階、13階の比較 (バイコルアンテナ測定 30～280MHz)



※ □ はすべての階での標準偏差が1dB以下を示す

図6 到来波の日中標準偏差3階、8階、13階の比較 (ロケペリデックアンテナ測定 0.2～2.7GHz)

表1 測定到来波周波数の変動幅と測定時間帯毎の標準偏差

到来波周波数	到来信号(信号の発信周波数)	最大値 (dB μV/m)	最小値 (dB μV/m)	変動幅 (dB)	標準偏差 (dB)			
					終日 (0-24時)	日中 (9-17時)	夕方～夜 (17-24時)	深夜～朝 (0-9時)
77MHz	放送大学/東京 (77.1MHz)	89.9	50.5	39.4	15.36	0.82	0.77	18.32
77.5MHz	"	91.0	50.5	40.5	15.69	0.68	0.40	18.63
78.5MHz	"	81.5	76.7	4.8	0.79	0.81	0.39	0.88
80MHz	FM 東京/東京	95.2	93.8	1.4	0.28	0.28	0.21	0.13
80.5MHz	"	94.2	91.5	2.7	0.39	0.26	0.45	0.24
217MHz	VHF 帯テレビ 12ch 映像/全国 (217.25MHz)	109.3	62.6	46.7	14.23	0.28	0.33	20.68
221.5MHz	VHF 帯テレビ 12ch 音声/全国 (221.75MHz)	99.0	62.5	36.5	10.45	0.78	0.52	15.19
270MHz	UHF 帯航空無線/全国 (266-271MHz)	70.1	67.9	2.2	0.46	0.32	0.41	0.30
510MHz	UHF テレビ(13ch-62ch) 地デジ放送波 (470-770MHz)	95.8	93.0	2.8	0.52	0.50	0.50	0.54
515MHz	"	96.6	93.7	2.9	0.52	0.48	0.48	0.52
545MHz	"	101.0	98.2	2.8	0.54	0.61	0.51	0.48
550MHz	"	101.4	98.3	3.1	0.50	0.49	0.47	0.54
555MHz	"	100.7	96.9	3.8	0.58	0.56	0.62	0.56
810MHz	携帯電話/NTTドコモ/TDMA方式/基地局	79.7	76.5	3.2	0.61	0.55	0.42	0.49
860MHz	携帯電話/KDDI/CDMA方式/基地局 (860.75MHz)	87.0	82.5	4.4	0.94	0.65	0.77	0.60
865MHz	"	87.6	81.8	5.7	1.16	0.93	0.89	0.72
1490MHz	携帯電話/ソフトバンク・NTTドコモ/TDMA方式/基地局 (1487-1491MHz)	90.8	80.6	10.2	3.68	0.73	2.11	3.01
1495MHz	"	89.3	88.0	1.3	0.27	0.26	0.25	0.20
2115MHz	携帯電話/KDDI/MC-CDMA方式/基地局 (2115.75MHz)	92.8	89.5	3.3	0.61	0.54	0.62	0.53
2160MHz	携帯電話/ソフトバンク/DS-SS-CDMA方式/基地局 (2157.6MHz)	85.4	81.2	4.3	0.68	0.66	0.79	0.52

※日中の標準偏差のみ太字

謝 辞

本研究を遂行するにあたり、実質的な測定・検討作業に携わられた ITBS 研究会 電磁波 SWG 測定チーム各位、塚本光一氏 (ITBS 研究会事務局 東レ・デュボン)、青山学院大学 橋本修教授、および ITBS 研究会 技術 WG/電磁波 SWG にて貴重なご意見を頂いた方々に、謝意を表します。

参考文献

- 1) 川瀬隆治・中村聡：都心部での到来波信号に関する測定実験—到来波信号に関する時間変動安定性能結果例—, 技術研究所報, 2006,
- 2) ITBS 研究会：HP, <http://www.itbs.jp/index.html>
- 3) 吉野涼二・宮崎弘志：電磁環境における到来波信号の変動状況に関する測定事例, 日本建築学会学術講演梗概集 40581, 2000,
- 4) 國分誠・沼田茂夫・小林勝広：到来波による電磁シールド性能評価法の研究, 日本建築学会学術講演梗概集 40580, 2000,
- 5) 石橋孝一・黒崎幸夫・田代啓一：到来波を利用した電磁波透過性能の評価法に関する研究その 1 事務所ビルを対象とした評価・検討, 日本建築学会学術講演梗概集 40582, 2000,
- 6) 黒崎幸夫・石橋孝一・田代啓一：到来波を利用した電磁波透過性能の評価法に関する研究その 2 超高層集合住宅を対象とした評価・検討, 日本建築学会学術講演梗概集 40553, 2001,
- 7) 川瀬隆治・柏崎和久・有川禎昭・袴谷秀幸・杉本弘道・木村健一・橋本修：都心部での到来波信号に関する測定実験その 1～その 3, 日本建築学会学術講演梗概集, 2006,
- 8) 川瀬隆治・柏崎和久・有川禎昭・袴谷秀幸・杉本弘道・木村健一・橋本修：都心部での到来波信号に関する測定実験その 4～その 7, 日本建築学会学術講演梗概集, 2007,

A MEASUREMENT OF COMING ELECTROMAGNETIC WAVES IN THE CENTRAL PART OF TOKYO PART II

-A Stability of Level Changes of Coming Electromagnetic Waves Measured in the Central Part of Tokyo-

T.Kawase and J.Tanoi

An efficient evaluation method is demanded for the purpose of verifying the application performance of electromagnetic shielding materials, not as the material unit but as the entire room which the shielding materials are applied, at the planning stage of buildings.

One of the ideas is to apply coming electromagnetic waves that come from outside of the building, as a source of the electromagnetic radiation, to evaluate the electromagnetic shielding performance. However, to achieve it, it is necessary to confirm the existence of stable coming electromagnetic waves.

This paper reports a 24 hours continuous measuring result of electromagnetic signal level changes obtained in an office building about 4 km west far from the Tokyo Tower that is a source of some broadcasting signals. An statistical examination of these measured data showed that some signals were stable enough to use them as input sources of measurements in shielding performances of building materials.

The results in this report are obtained through the activity of Electromagnetic Radiation SWG in ITBS(IT building system) society in 2006.