

---

 調 査
 

---

UDC 621.396.8.029.58

## 発射電波が微弱な送信機の電界強度測定方法

中村 利幸\*    新井 益夫\*    須藤 俣朗\*

### METHOD OF MEASURING THE FIELD INTENSITY OF WEAK RADIO WAVE FROM A TRANSMITTER

By

Toshiyuki NAKAMURA, Masuo ARAI and Yoshiaki SUDO

According to Article 6 of the Radio Law Enforcement Regulations, the radio station emitting very weak radio waves of field intensity whose value is less than stipulated in the said Regulations is not required to have any licence.

This paper describes the method of measuring the field intensity of very weak radio wave. In general, the field intensity should be measured at a point of 100 or 500 m away from the transmitter where the measured characteristics of the field intensity vs. the distance coincide with the calculated result. However, actually it is difficult to find out any place convenient enough to satisfy the above conditions.

We have devised a convenient method; the field intensity at the above points can be obtained from the value which would be measured at the points from 5 to 50 m away from the transmitter, and the result coincides with the theoretical characteristics of the field intensity vs. the distance.

#### 1. 緒 言

近年無線の利用が市民生活に滲透するにつれて、ラジオマイクロホン、ラジオコントロール、ラジオドア（附録1）など、著しく簡易な無線局が広く使用されるようになった。これらのうち電波法施行規則第6条\*\*に該当するものについて研究所ではその試験方法を種々検討した結果、施行規則に準拠した電界強度の一測定方法について報告する。

#### 2. 電界強度の測定方法

無線局が施行規則第6条に適合するためには、発射電波の電界強度が同条第1号では、送信機から100m離れた地点において15  $\mu\text{V}/\text{m}$  以下、第2号では500mの地点において200  $\mu\text{V}/\text{m}$  以下でなければならない。しかるにこれら電界強度は、送信機の使用条件あるいは

---

\*\* 電波法施行規則第6条によると、第1号は全周波数帯にわたり、いかなる型式の電波でも、どのような用途に使うものであつても、その電界強度は100mの距離において15  $\mu\text{V}/\text{m}$  以下であればよい。又第2号はアトランティックシテイ条約附属無線通信規則により、工業用、利学用、医事用として公開されたもので、13560 kc、27120 kc、40680 kcの3波に限り、発射電波の占有する周波数帯巾と電波の型式用途を制限して、その電界強度が500mの距離で200  $\mu\text{V}/\text{m}$  以下であればよいと規定している。

---

\* 機器課

電界強度の測定条件などにより色々異った値を示すため、このままでは第6条に該当するか否かの判定が非常に困難となる。したがって次のような標準測定状態をきめて電界強度を測ることにした。

(1) 送信機の設置条件

送信機は使用される場所が屋外あるいは屋内であっても、全て屋外に取り出し、実際の使用状態に近似していると思われる地上高 1.5 m の場所に設置する。

(2) 受信点の地上高

電界強度測定器を設置する高さは、電波監理局の標準検査法により次のごとく定める。

(i) ループアンテナを使用するもの

ループアンテナの中心までの高さ 1.5 m

(ii) ダブルレットアンテナを使用するもの

饋電点までの高さ 3 m

(3) 送受信点の向き

水平面内の指向特性を測定し、その最大輻射方向をもって送受信点の向きとする。

(4) 試験場所

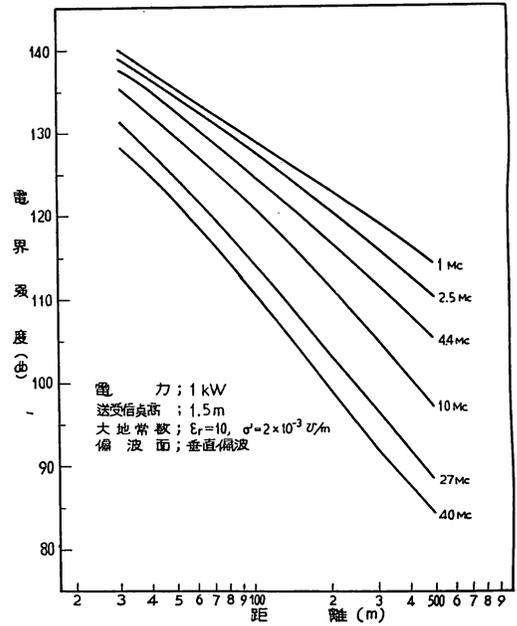
測定は原則として平面乾燥大地 ( $\epsilon_r = 10, \sigma = 2 \times 10^{-3} \sigma/m$ ) におき、100 m 又は 500 m の距離内で距離対電界強度特性を測定し、その値が理論計算値と一致する場所で行なう。

以上の各測定条件に従い、所定距離はなれた地点の電界強度を測り、第6条該当の適否を判定する資料とする。しかし前述の標準測定状態を満足するには、特殊な地理的条件、環境などを必要とし、試験を行なうのにはなほ不便である。そこであらかじめ必要な各周波数において、送信機から 500 m 離れた地点までの近距離伝播特性を実測し、これから距離対電界強度特性曲線を求めておけば、これとほぼ等しい特性を示す測定場所では、この曲線を用いて、100 m 以内の測定値から、所定距離はなれた地点の電界強度を推定することが可能なはずであるから、以下この方法について調べてみた。

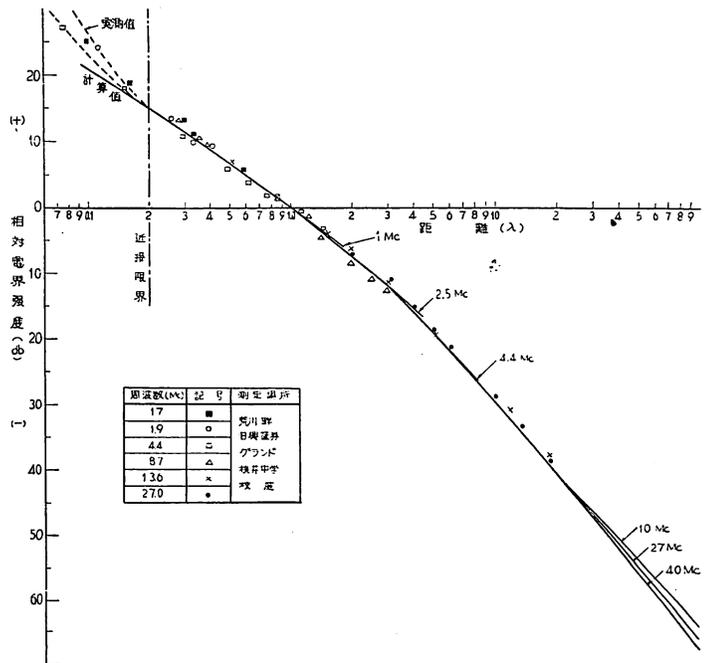
(1) 計算による近距離伝播特性

電波を擾乱する物体の存在する状態は、測定場所によって異なるから、一般性のある電界強度測定結果を得るには、なるべく擾乱物体の少ない場所で実験を行なわなければならない。しかし測定結果が、果してこれらに影響されていたかどうかを調べるために、伝播特性を計算し、これと比較して

検討した。すなわち次の条件に従い、ノートンの式を用いて電界強度を計算すると第1図のようになる。更に第1図から各周波数の距離対相対電界強度特性を求めると第2図の実線のようになる。ただし送、受信間の距離は波長  $\lambda$  で表わしてある。



第1図 近距離伝播特性



第2図 距離対電界強度 特性曲線

(2) 実測による近距離伝播特性

伝播特性の測定は、比較的擾乱物体が少ない平面大地と見なせる戸田橋荒川畔で行ない、ほぼ実測値と計算値の一致をみた。次に測定場所を種々変えて、測定場所の狭小さ、あるいは擾乱物体の存在がどの程度測定値に影響を与えるかを調べた。これらの実測結果を第2図の計算曲線上に記入してみた。第2図の結果から次のことがわかる。

(i) 測定場所が変わってもほぼ一定の減衰特性が得られた。すなわち乾燥平面大地とみなせる測定場所ならば、実測による電界強度の減衰特性は計算によるものと大略一致する。したがって多少の大地常数の変化および擾乱物体の存在は、減衰特性にあまり影響を与えない。

(ii) 距離が  $0.2\lambda$  以内の場合は、実測値は計算値より増大する傾向にある。

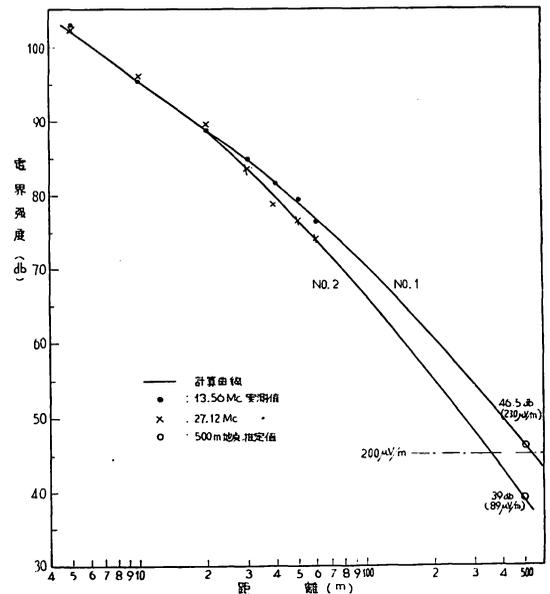
次に以上の基礎実験結果に基づき、前記の条件に適合している測定場所を研究所近傍に見出し、業務としての第6条機器の試験を簡便にした。すなわち第3図の場所は図に示すごとく、狭小で、しかも擾乱物体の存在を許すものであるが、計算による減衰特性と、実測によるそれとがほぼ一致する場所である。

3. 測定例

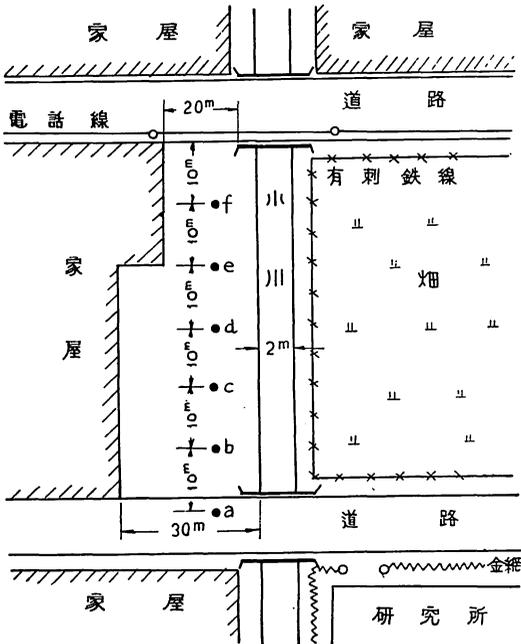
第1表に示す無線操縦用発振器は、電波法施行規則第6条2号該当機器として申請されたものである。これを

第1表 第6条申請発振器の規格

機器番号	No. 1	No. 2
電波型式	A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>
周波数 (Mc)	13.56	27.12
空中線の形状	ロッド アンテナ (1.03m)	ロッド アンテナ (1.03 m)
発振方式	水晶制御	水晶制御
真空管	3S4	3S4



第4図 第1表に示した機器の測定結果



第3図 試験場所

第3図の測定場所で試験を行ない、5~50m 地点の測定値から 500m 地点の電界強度を推定した。この結果を第4図に示す。これより推定値は、No. 1 機器では 46.5 db ( $230\mu\text{V}/\text{m}$ )、No. 2 機器では 39 db ( $89\mu\text{V}/\text{m}$ ) となり、前者は電界強度が規定値  $200\mu\text{V}/\text{m}$  を越えるため、第6条2号該当機器として認定することが困難となる。なお他の平面乾燥大地における 500m 地点での電界強度の実測値は、それぞれ 47.5 db ( $280\mu\text{V}/\text{m}$ ) および 38.5 db ( $38.5\mu\text{V}/\text{m}$ ) となり、減衰特性曲線から求めた値と一致している。

## 4. 結 論

以上の結果から免許を要しない無線局の電界強度測定は、さしあたり研究所近傍で実験を行なうのに便利な第3図の場所で行なうことにした。例えば第3図a点に電界強度測定器を設置し、送信機をb~fの各点に移動させた場合の測定値および前記の減衰特性曲線から、所定の距離はなれた地点の電界強度を測定するものである。ただし送信機からの距離が $0.2\lambda$ 以内になると、減衰特性の計算曲線と実測曲線が一致しなくなるので、この距離内の測定値は除外するものとする。

かくして第6条に該当する機器としての申請があった場合、これの適否を判定するための電界強度の測定方法を一応決めることができた。しかし第6条機器は今後各

種のものが製作されることであろうから、本文記載の方法だけによるものでなく、使用目的、状態に応じ規定通りの測定を必要とすることも考えられる。

## 参 考 文 献

- (1) 上田, 河野; 電波伝播。
- (2) Terman; Radio Engineer's Handbook.
- (3) Mcpetrie; Reflection curves and propagation characteristics of Radio waves along the earth's surface.
- (4) 布施, 土屋; 超短波の近距離伝播に於ける電界強度の算出について, Radio Report No. 8.
- (5) 電波法令集
- (6) 陸上課技術報告第26号; 免許を要しない無線局の調査結果について。

## 附録 1. 第 6 条を適用された機器の説明

機 器 名	機 器 の 説 明	周 波 数	取 扱 い 台 数
ラ ジ オ マ イ ク	有線式マイクロホンの代りに使用する無線電話用送信装置	13.56 Mc 27.12 Mc 40.68 Mc	4
ラ ジ オ コ ン ト ロ ー ル	模型飛行機, 模型ボートその他これらに類するものの無線操縦用発振器	27.12 Mc 13.56 Mc	3
ラ ジ オ ド ア ー	車庫の扉の無線操縦による自動開閉に用いる発振器	27.12 Mc	1
埋 設 金 属 管 探 知 器	埋設された水道, ガス管, 通信用ケーブルなどの位置及び深さをしらべるための発振装置	170 kc 90 kc	3
S. S. B ア ダ プ タ ー	D. S. B 受信装置でA <sub>0</sub> (抑圧)波を受信するための附加発信器	1.6~9 Mc	3
簡 易 交 通 信 号 機	簡易交通信号機を無線制御するための発振器	1.7 Mc	2
誘 導 電 話	通信線などの導線がある場合、これに誘導結合させて「同時送受諾式」の通信あるいは信号を伝送するもの	415~487 kc	10

注: 取扱い台数は自昭和34年4月至昭和34年10月に試験したもの