

New Cap Climper

By Kenzo Hasuo

The climper actually in use is so imperfect that sometimes permits water infiltration at the joining point and accordingly results in half-burning of the fuse, incomplete detonation or drop-off of the cap from the fuse.

To prevent these faults, new cap climper was devised to operate uniformly around the fuse with successful result.

(NIPPON KAYAKU CO., LTD.)

高周波感応による電気雷管の発火

第一報 短波による高周波誘起電流

(昭和27年3月15日受理)

岡 崎 一 正

(東京大学工学部火薬学教室)

I 緒 言

最近電気雷管の爆発事故の原因中に高周波エネルギーが加えられるようになった。これは電気雷管には脚線、母線など或る長さの導線が附随するので、これが高周波を受けて生ずる高周波電流によるものである。既に実際に起つた二・三の事故例並びに米国に於ける民間放送、素人放送、警察放送、無線電話、レーダーなどの各種発振機の近傍で行われた電気雷管発火試験の結果が発表せられ、危険限界や注意事項が示されている。併し発振機の近傍に於て誘起される高周波電流と諸種の条件、例えば発振機の出力、周波数、脚線、母線の形状及び発振機からの距離などとの間の関係を詳細に説明したものが見当たらないので、この点に関し小型の高周波発振装置を組立てて7,000 KC程度の短波について若干の実験的検討を試みた。

II 実験方法

高周波発振装置として図1の如きハートレー回路を組立てた。受波体としては図2(I)に示した如く、二本の絶縁ガラス棒間に直線状に張つた脚線に電極の位置に高周波電流計と、母線の容量に相当させるために小容量(150 PF)の蓄電器とを附した回路を準備した。両ガラス棒間の距離 l を37 cmに固定し、実験に際しては常に脚線回路面を共振コイル面に平行に置き、而も脚線回路面中心をコイル中心軸の延長上にあらし

めるようにし、この関係を保持せ乍ら受波体を水平に移動させてコイル面中心と脚線回路面中心との距離 D を、又脚線の両線をガラス棒に沿つて上下に滑らせて脚線の開き a を変化させるようにした。

かく準備した受波体にハートレー回路から発する高周波を受けさせて発振装置の入力 P (出力は効率を50%とすれば $P/2$)、共振コイルから脚線までの距離 D 及び脚線の開き a を種々に変化させ、発振装置中の可変蓄電器を調整してこの脚線回路に共振周波数を同調させた場合の高周波誘起電流 I_r を上記の高周波電流計で測定し、 I_r と P 、 D 及び a との関係を求めた。

a を0から40 cmまで、 P を10から150 Wまで変えて測定を行つたが実験に用いた高周波電流計の精度よく測定出来る範囲は100~500 mAであつたので夫々の a 及び P に応じこの程度の電流を生ずる範囲内の距離 D にて I_r を求めた。同調周波数は7,000~7,640 KCであつた。併し得られた悉くの測定値並びに関係図表を列記することは煩わしいので代表的のものを抽出して結果を述べることにする。

III 実験結果及び考察

i) D と I_r との関係

$a=20$ cm, 同調周波数 $f=7,120$ KCに於て、10, 20, 30, 50, 75, 100, 125 及び150 Wの各入力に対して行つた実験の結果から D と I_r との関係を図3及び図4に示した。但し図4は $\log D$ と $\log I_r$ との関係を

高周波発振装置 (ハートレー回路)

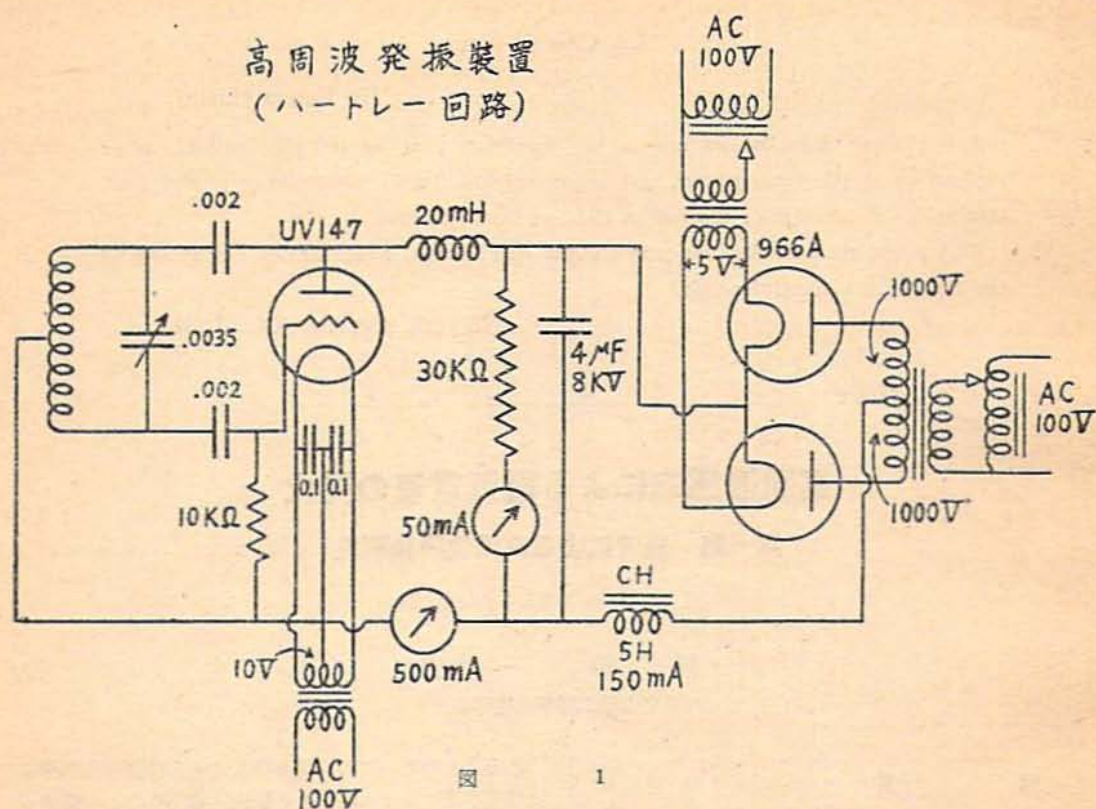


図 1

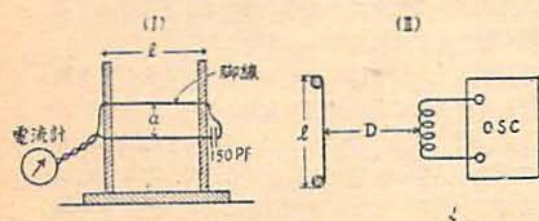


図 2

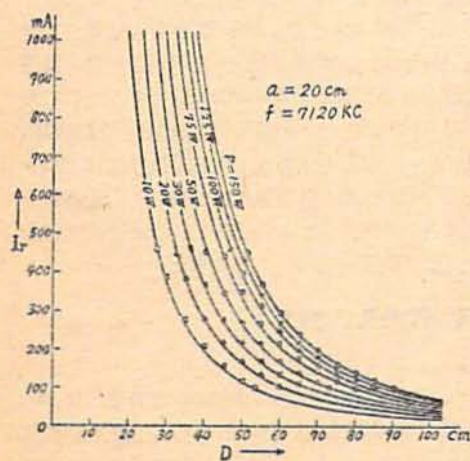


図 3

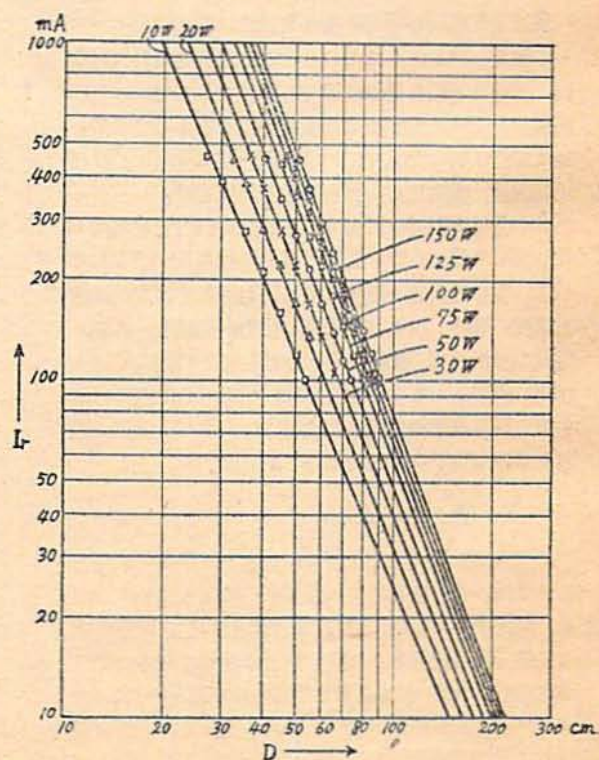


図 4

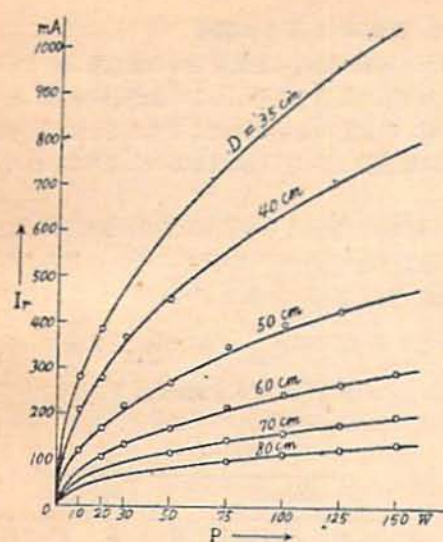


図 5

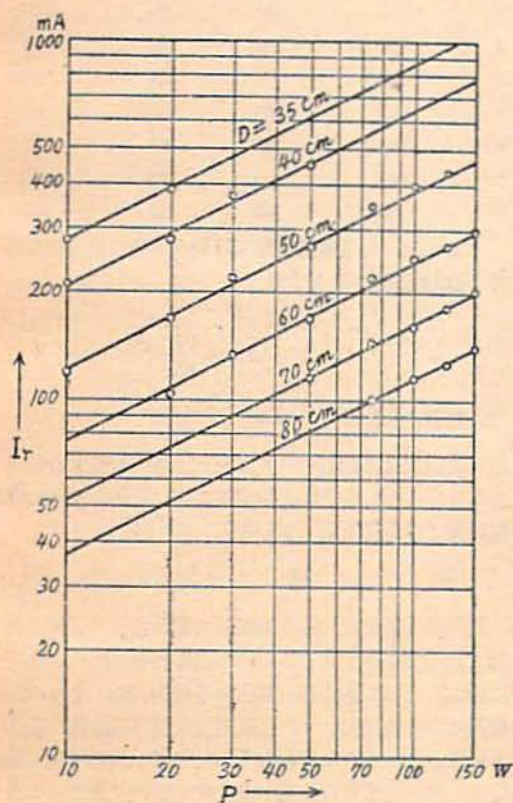


図 6

示したもので、図に見る如く綺麗な直線関係が得られた。この関係は D が零に近づけば、即ち受波体を発振コイル面に持ち来せば I_r が無限大になることを

示すが、実際には無限大になり得ないので、どこ迄も成立すべきものではないが、かなりの範囲迄は成立するものと仮定して図3に於ける実測範囲以外の曲線部分は図4のグラフ上から推定して画いた。

高周波エネルギーの強度は球面波の場合は距離の自乗に反比例すると言われているが、誘起電流が距離の n_1 乗に反比例する、即ち

$$n_1 I_r = k_1 / D^{n_1}$$

と仮定した場合、 $\log I_r = K_1 - n_1 \log D$

で図4の直線の方向係数を求めれば n_1 の値が得られることになる。図4及び脚線の開きが 20 cm 以外の若干の場合について同様にして画いた対数関係の図から、かくして求めた n_1 の値を表1に示した。 a 及び P の大小によつて n_1 の値は多少異つているが或る規則性が認められ、大略1.5~2.6の範囲におさまった。

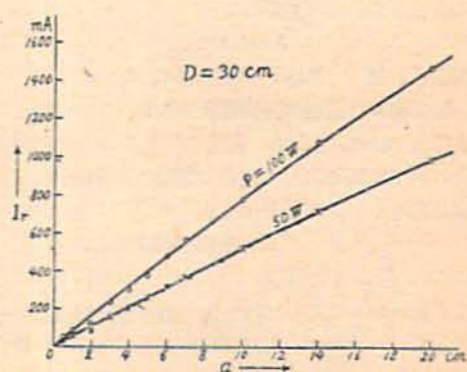


図 7

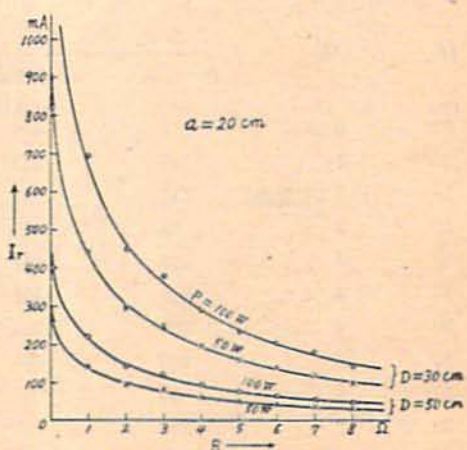


図 8

表 1

α n_1	2cm	5cm	10cm	14cm	20cm	30cm	40cm
P							
10W	1.54	2.00	2.18	2.23	2.27	2.30	2.23
20	1.64	2.11	2.34	2.40	2.38	2.42	2.36
30	1.71	2.14	2.42	2.44	2.48	2.46	2.40
50	1.80	2.20	2.47	2.47	2.52	2.50	2.47
75	1.90	2.28	2.52	2.54	2.56	2.53	2.49
100	1.94	2.35	2.54	2.56	2.59	2.56	2.52
125	-	2.41	2.56	2.62	2.62	2.60	2.54
150	-	-	2.57	2.63	2.64	2.64	2.57

ii) P と I_r との関係

同様に $a=20$ cm に於ける実験値から P と I_r との関係を表わせば図5及び図6の如くなる。図6も前項の場合と同様に対数関係を示し、 $\log P$ と $\log I_r$ について直線関係が得られた。そしてこの場合には図5の曲線の形状より推測して

$$I_r = k_2 P^{n_2}$$

と仮定すれば $\log I_r = K_2 + n_2 \log P$

で、 n_2 は図6の直線の方向係数であり、これを図上で求めると $n_2 = 1/2$ となる。脚線の開きが20 cm 以外の場合に於ても同様にして求めた直線の方向係数は上記の値に略等しい。即ち全体を通じて

$$I_r = k_2 \sqrt{P} \text{ に近い関係が得られる。}$$

iii) a と I_r との関係

次に種々の a に対して得た測定値及び計算値より一例として $D=30$ cm, 入力 50 W 及び 100 W の場合について a と I_r との関係を図示すれば図7を得る。図に示した範囲では誘起電流は脚線の開きに略々比例して増加しているが、更に開きが大きくなるにつれて誘起電流の増加率は次第に減少する。

表 2

D	R	I_r	
cm	Ω	$P=50$ W	$P=100$ W
50	0.05	mA 270	mA 400
50	1	145	223
50	1.15(電橋)	141	202
50	2	96	145
30	2	295	447
30	3	252	382
30	4	200	292
30	5	160	234
30	6	140	205
30	7	120	180
30	8	-	140
15	8	320	460

iv) 抵抗 R と I_r との関係

以上は電橋の位置に電流計以外の抵抗を入れないで行った実験の結果であるが、この電流計の抵抗 R は 0.05Ω で通常の電橋の抵抗よりも小さいので、次にここに電流計と共に直列抵抗を挿入して実験を行った。

$a=20$ cm に於けるその結果は表2の如くであるが、これを夫々総て $D=30$ cm 及び 50 cm に対応する値に換算(例えば $D=50$ cm, $P=50$ W で R が 3Ω の場合には I_r は $252 \times \frac{96}{295} = 82$ mA) したものを表3に示し、この値を以て図8を画いた。

表 3

R	I_r			
	$D=30$ cm		$D=50$ cm	
	$P=50$ W	$P=100$ W	$P=50$ W	$P=100$ W
Ω	mA	mA	mA	mA
0.05	833	1,230	270	400
1	447	698	145	223
2	295	447	96	145
3	252	382	82	124
4	200	292	65	95
5	160	234	52	76
6	140	205	45	67
7	120	180	39	58
8	96	140	32	45

ここに示した電流値も総て同調点に於けるものである。誘起電圧を E とすれば

$$I_r = \frac{E}{\sqrt{R^2 + \left(L\omega - \frac{1}{C\omega}\right)^2}}$$

で、同調の条件は $L\omega = \frac{1}{C\omega}$

即ち同調時には回路のインピーダンスの交流部分は0となり、 I_r は R に反比例することになる。図8の曲線は略この関係を示している。

IV 総 括

高周波発振装置に極く近接して電気雷管の電橋に誘起されるであろうところの高周波電流を諸種の条件下に測定したのであるが、室内の小規模実験であり発振装置に空中線をを用いず、又高周波を受ける脚線の長さも限定した。それにも拘らずかなり強い誘起電流が測定せられ、通常の点火薬が発火する最低電流以上のものが容易に得られた。そして別に実験した結果、既にこの種の問題に関する文献にも述べられている通り直流或は通常の交流での最低発火電流と高周波の最低発火電流とは略相等しいことが確かめられたので、通常の点火薬に対しては各国に於て 200~300 mA 以上の

誘起電流を示す区域は発火危険区域と見なさなくてはならない。但し前記 iv) の項で求めた関係に従つて各々の電流値は電橋の抵抗に応じて補正せられるべきであることは勿論である。この場合にも電橋に於ける発生熱量を $I_r^2 R t$ と見なせば、電橋の抵抗に反比例して誘起電流が減少するので電橋の抵抗が大なる程高周波によつて発火し難くなると考えられる。

発振装置に空中線を附すならば更に大なる電流が誘起せられるであろうが條件が煩雑になるので以上の如く簡明に定量的関係を見出すことは困難であろう。又母線を接続しないで脚線に蓄電器を附し、母線の容量に相当させて同調させたのであるが、母線の自感 L は無視しているので、若し実際に母線を附するか或は

脚線を十分に長くして同調させた場合にはより大なる電流値が得られるべきである。故に発振装置の出力が小さくても他の條件の如何によつては電橋に強大な誘起電流を生じ、電気雷管発火の可能性が十分に認められる。

本実験を行うに当り高周波発振装置の組立に盡力され、実験方法についても種々指導を賜つた石山舎人氏に厚く御礼を申し述べる。

文 献

- 1) Du Pont: Blaster's Handbook 209 (1949).
- 2) R. W. Lawrence: The Explosives Engineer 29, 135 (1951).

Firing of Electric Detonator Through Absorption of Radio-Frequency Energy. No. 1.

Radio-Frequency Current induced from Short Wave.

By Kazumasa Okazaki.

The amount of radio-frequency current induced in the bridge wire of electric detonator from short wave was measured under various conditions in the vicinity of a small transmitter.

Relations between the induced current (I_r) and power of transmitter (P), distance from transmitter (D), form of leg wire and resistance of bridge wire were determined experimentally.

For instance on the assumption that $I_r = k_1/D^{n_1}$ and $I_r = k_2 P^{n_2}$, following results were obtained; $n_1 = 1.5 \sim 2.6$ and $n_2 = \frac{1}{2}$.

From this experiment, it has been confirmed that in the vicinity of a short wave transmitter, although operating at low power such as 10 watts, the common types of electric detonators can be detonated under certain special conditions.