

耐静電気電気雷管の機構 (第2報)

木村道夫*, 井沢信之*, 佐久間信彰*

塞栓部に電導性樹脂部を有する放電型電気雷管に静電気を印加すると、電導性樹脂部と管体との間の空隙に火花放電過程が起きる。この過程の電導性樹脂部の抵抗が約50Ωであることを認めた。印加された静電気エネルギーは、この過程で放電型電気雷管の各抵抗部に熱エネルギーとして分配される。脚線の芯線や電橋等の抵抗は高々1Ωであり、電導性樹脂部とシリーズに連結している。したがって静電気エネルギーのほとんど大部分は電導性樹脂部で安全に消費され、電橋部に分配される静電気エネルギーは全体の極めて一部分に限定され、点火薬の点火エネルギー以下に抑制される。放電型電気雷管の静電気に対する安全性は、電導性樹脂部のこのような「静電気エネルギー消費機能」と、第一報で報告した「優先放電機能」によって保たれる。

1. 緒言

第一報では、放電型電気雷管（電気雷管を以後E/Dと記す）および普通E/Dの充電から絶縁破壊に至る過程について報告した。

第二報では、放電型E/Dの絶縁破壊後の火花放電過程について報告する。普通E/Dは、たとえば2000 pF, 10KVの静電気が印加された場合、点火薬部の空間の絶縁が破壊され、空間に火花放電が起こると同時に発火する。これに対し放電型E/Dは、同様の静電気が印加された場合、電導性樹脂部の空隙が必ず点火薬部の空間に先んじて絶縁破壊を起こし、火花放電を生ずることは第一報で報告したが、この時放電型E/Dは発火することはない。火花放電過程における放電型E/Dの安全性はなにによってもたらされるか、いかにすればその安全機構を明らかにすべく、実験を計画した。

充電から絶縁破壊に至る過程では、放電型E/Dでは電導性樹脂部の抵抗が、また普通E/Dでは点火薬部の抵抗が、本質的役割を果たすことは、第一報で報告した。絶縁破壊後の火花放電過程でも、電導性樹脂部と点火薬部の抵抗が各々本質的役割を果たすであろうことは、当然予想される。したがって火花放電過程における放電型E/Dの電導性樹脂部の抵抗と普通E/Dの点火薬部の抵抗を測定する実験を行った。（普通E/Dの抵抗測定については第三報で報告する。）

2. 実験方法

火花放電過程における放電型E/Dの電導性樹脂部の抵抗測定法を説明する。

2.1 試料

試料として Fig. 1 の放電型E/Dを用いた。

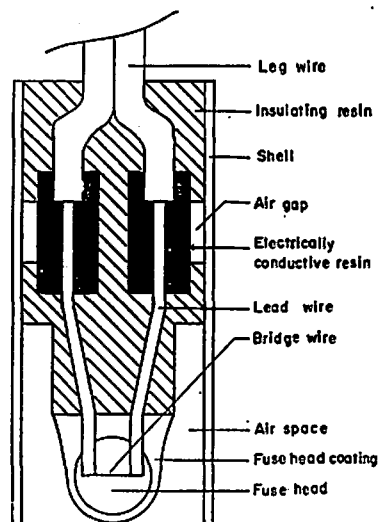


Fig. 1 A typical construction of ignition plug of static-resistant electric detonators

2.2 測定方法

放電型E/Dの電導性樹脂部の抵抗を直接的に測定するため、Fig. 2 に示す測定回路を用いた。これは水島氏等がE/D点火玉の感度の測定に用いた測定回路²⁾と基本的に同一のものである。

昭和54年5月10日受理

*旭化成工業株式会社、化成品樹脂技術開発所研田管開発室
〒882 宮崎県延岡市長浜町5003-1

測定法の原理を述べると、試料の放電型 E/D に静電気を印加して、電導性樹脂部の空隙に火花放電を生ぜしめ、その時試料に加わる電圧 V と電流 I を 2 台のシンクロスコープで観測し、V と I から火花放電過程における試料の抵抗 R'_s すなわち電導性樹脂部の抵抗を算出する (R'_s が電導性樹脂部の抵抗にほぼ等しいことは、考察の項で説明する)。

Fig. 2 において、コンデンサーは試料に印加すべき静電気を予め蓄えておくためのもので、 C_A と V_A

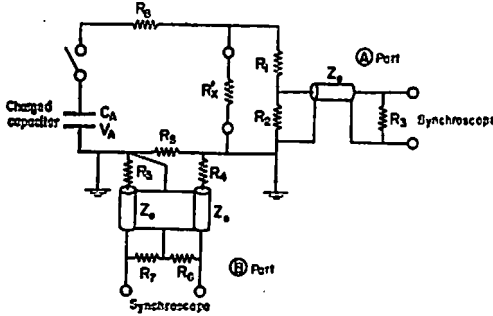


Fig. 2 Circuit for measuring discharge resistance R'_s of sample (Details of sample shown in Fig. 1)

はその電気容量と電圧を表わす。シンクロスコープの写真撮影を鮮明にするため、 C_A は 56000pE の大きなものにした。また V_A の初期値 V_{A0} は 5KV と 10KV の二通りを用いた。 $V_{A0}=5KV$ の時、測定回路中の抵抗 $R_0=51\Omega$ とし、 $V_{A0}=10KV$ の時、 $R_0=0$ とした。電圧 V は④部のシンクロスコープで電圧 V_1 として、電流 I は⑥部のシンクロスコープで電圧 V_2 として測定される。 V_1 および V_2 は次の式により V および I に変換され、V と I から R'_s が算出される。

$$V = V_1 [(R_1 + R_2)R_3 + R_1R_2] / R_3R_2$$

$$I = V_2 (R_5 + R_4 + R_6) / R_5R_6$$

$$R'_s = V/I$$

分圧器、電流シャント等の抵抗値は次の通りである。 $R_1=10563\Omega$, $R_2=R_3=75\Omega$, $R_4=74.5\Omega$, $R_5=R_6=74.6\Omega$, $R_7=75\Omega$, $R_8=0$ または 51Ω , $R_9=2.0\Omega$ 。

Z_0 は同軸ケーブルのインピーダンスで、各抵抗と次のような整合を行うことにより、再現性のある測定結果を得ている。

$$R_2 = R_3 = Z_0, R_5 + R_4 = Z_0, R_5 = R_6 = R_7 = Z_0$$

シンクロスコープは岩崎通信機製の SS-6200 で、周波数帯域は DC~200MHz である。フィルムはポラロイド社製ポラスコープ、タイプ 410 ロールフィルムを使用した。電流シャント・ R_5 は折返し巻きのマンガ

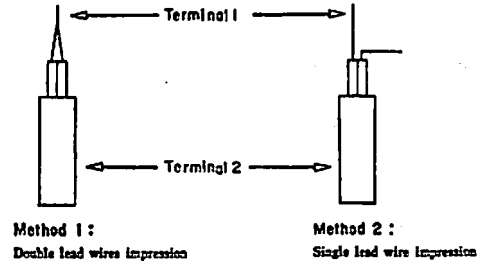


Fig. 3 Impression methods of static electricity to sample

ニ線を自作した。

なお測定回路の 2 つの端子の間に試料 S'_s を挿入するが、Fig. 3 のように、両線印加 (method 1: Double lead wires impression) と片線印加 (method 2: single lead wire impression) の 2 つの方法で、芯線と管体の間に静電気を印加し、測定を行った。

3. 実験結果

$V_{A0}=10KV$ の時の V, I, R'_s の測定結果を Table 1 に、 $V_{A0}=5KV$ の時の測定結果を Table 2 に示す。これらの結果はいずれも $n=10$ の平均値をとったものである。Table 1 の両線印加の場合、試料の抵抗 R'_s すなわち電導性樹脂部の抵抗は、火花放電開始時点では 43.9Ω を示し、時間の経過に伴ない増加し、 $12\mu sec$ 後には 2 倍以上に増加する。放電開始時点から $12\mu sec$ までの R'_s の平均を積分により求めると、 59.6Ω となる。片線印加の場合も同様の抵抗値が得られている。ただし両線印加の場合放電型 E/D は全数不発火なのに対し、片線印加の場合は全数発火していることは、注目すべきである。

Table 2 の測定結果も Table 1 とほぼ同様であり、 R'_s の積分による平均値は 50Ω 前後である。両線印加の場合全数不発火なのに対し、片線印加は全数発火している点も、Table 1 と同様である。

以上の結果から、火花放電過程における試料の放電型 E/D の抵抗すなわち電導性樹脂部の抵抗は、約 50Ω であることが認められる。

4. 考察

4.1 片線印加の場合の放電型 E/D の電気的等価回路

片線印加における放電型 E/D の電気的等価回路は、充電過程では Fig. 4 のように、また火花放電過程では Fig. 5 のように考えられる。Fig. 4 は、第一報 Fig. 10 で説明した両線印加の場合とほぼ同一で、 R_{W1} および R_{W2} は芯線抵抗を表わし、 R_{W1} のみが静電気源につながっている。 R_D は白金電機抵抗を示す。 R_C は点火薬部の点火薬被膜等の抵抗を示し、空間 =

Table. 1 Results of measurements for discharge resistance R'_s of sample (initial value of $V_A=10KV$)

Impression method Time	method 1 : Double lead wires impression			method 2 : Single lead wire impression		
	V (volt)	I (amp)	R'_s (ohm)	V (volt)	I (amp)	R'_s (ohm)
0 (μ sec)	4487	102.2	43.9	4731	109.3	43.3
2	3261	64.1	50.9	3488	63.8	54.7
4	2312	38.5	60.1	2573	39.5	65.1
6	1819	25.6	71.1	1980	25.6	77.3
8	1357	17.9	75.8	1555	17.2	90.4
10	1075	12.5	86.0	1244	11.5	108.2
12	820	8.4	97.6	1010	7.8	129.5
$\frac{\int_0^{12} V dt}{\int_0^{12} I dt}$ (Ohm)	59.6			63.7		
Remark	NO fire (n=10)			All fire (n=10)		

Table. 2 Results of measurement for discharge resistance R'_s of sample (initial value of $V_A=5KV$)

Impression method	method 1 : Double lead wires impression			method 2 : Single lead wire impression		
	V (volt)	I (amp)	R'_s (ohm)	V (volt)	I (amp)	R'_s (ohm)
0 (μ sec)	5458	132.6	41.2	5373	115.4	46.6
0.5	4205	101.2	41.6	4177	92.1	45.4
1.0	3147	53.6	58.7	2949	57.0	51.7
1.5	2517	43.9	57.3	2299	46.6	49.3
2.0	2045	30.7	66.6	1886	35.1	53.7
2.5	1660	25.0	66.4	1527	28.3	54.0
3.0	1394	18.9	73.8	1273	23.3	54.6
3.5	1196	16.9	70.8	1066	18.6	57.3
$\frac{\int_0^{3.5} V dt}{\int_0^{3.5} I dt}$ (ohm)	52.9			48.8		
Remark	NO fire (n=10)			All fire (n=10)		

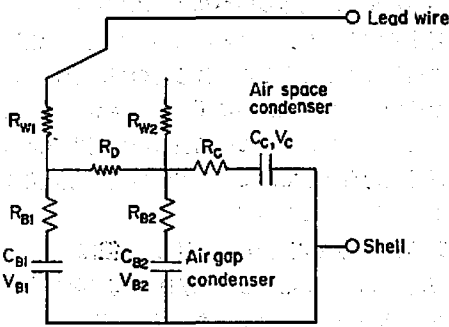


Fig. 4 Equivalent electrical circuit of sample for single lead wire impression before spark discharge (Details of sample shown in Fig. 1)

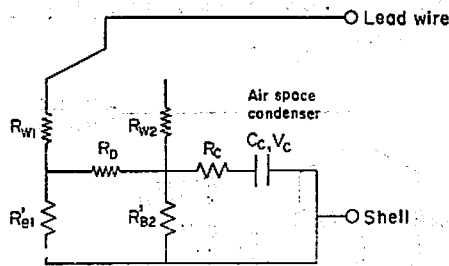


Fig. 5 Equivalent electrical circuit of sample for single lead wire impression during spark discharge (Details of sample shown in Fig. 1)

ンデンサーに接続している。 R_{B1} および R_{B2} は電導性樹脂部の抵抗を表わし、空隙コンデンサーに接続している。

空隙コンデンサーの絶縁破壊により、空隙に火花放電を生じた時の電気的等価回路は、Fig. 5 のように示される。Fig. 5 は Fig. 4 と異なり、絶縁破壊により空隙コンデンサーは消滅し、電導性樹脂部の抵抗は充電過程の R_{B1} および R_{B2} から R'_{B1} および R'_{B2} に変化している。

放電型 E/D は Fig. 1 に示されるように、電導性樹脂部が 2 つの部分に分割され、左右対称の構造となっているため、火花放電を生ずる場合は、左右 2 つの電導性樹脂部から同時に火花放電が観測される。このことは、充電および火花放電過程の電気的等価回路を Fig. 4 および 5 のように考える根拠の一つである。

4.2 片線印加の場合の電導性樹脂の機能

片線印加の場合の放電型 E/D の抵抗 R'_x は、Fig. 5 の電気的等価回路に基づき、(1)式で表わされる⁽¹⁾。

$$R'_x = R_{W1} + R \quad (1)$$

(1)式の R は、 R'_{B1} 、 R'_{B2} 、および R_D からなる並

列回路の抵抗であり、(2)式で表わされる。

$$R = R'_{B1}(R_D + R'_{B2}) / (R'_{B1} + R_D + R'_{B2}) \quad (2)$$

$$\therefore R'_x = R_{W1} + \{R'_{B1}(R_D +$$

$$R'_{B2}) / (R'_{B1} + R_D + R'_{B2})\} \quad (3)$$

2 つに分割されている電導性樹脂部は、左右対称であるから、 R'_{B1} と R'_{B2} とは近似的に等しいから、 $R'_{B1} = R'_{B2} = R'_B$ と仮定すると、(4)式、(5)式を得る。

$$R'_x = R_{W1} + \{R'_B(R_D + R'_B) / (R_D + 2R'_B)\} \quad (4)$$

$$R'^2_B + (R_D + 2R_{W1} - 2R'_x)$$

$$R'_B + R_D(R_{W1} - R'_x) \quad (5)$$

(5)式に $R_D = 0.87$ 、 $R_{W1} = 0.15$ 、 $R'_x = 50$ を代入して、 R'_B を求めると、 $R'_B = 99.3 \Omega$ となる。

したがって R'_{B1} と R'_{B2} からなる並列回路の抵抗を R_T とすると、 $R_T = R'_{B1}R'_{B2} / (R'_{B1} + R'_{B2}) = R'_B/2 = 49.7 \approx R'_x$ となり、火花放電過程における放電型 E/D の抵抗 R'_x は、ほぼ電導樹脂部の抵抗に等しいことが認められる。

なお $R'_{B1} = R'_{B2} = R'_B = 99.3 \Omega$ として、抵抗 R を(2)式より計算すると、 $R = 49.9 \Omega$ となる。

注(1) 空間コンデンサーの電気容量 C_C は僅か 2 pF であり (第一報参照)、火花放電過程における空間コンデンサーへの電荷の出入は無視できる。

注(2) 白金電橋抵抗 R_D は常温では 0.7Ω であるが、第三報で報告するように、電橋通電による温度上昇のため平均 0.87Ω となる。

以上得られた各抵抗値に基づいて、印加された 56000 pF、5KV の静電気エネルギーが、放電型 E/D の各抵抗部にどのように分配されるかを計算し、その結果を Table 3 に示す。各抵抗部に分配される静電気エネルギーの記号と算式は次の通りである。

$$E_T : \text{全静電気エネルギー}$$

$$E_{B1} : R'_{B1} \text{ に分配される静電気エネルギー}$$

$$E_{B2} : R'_{B2} \quad "$$

$$E_D : R_D \quad "$$

$$E_{W1} : R_{W1} \quad "$$

$$E_{W2} : R_{W2} \quad "$$

$$E_T = C_A V_{A0}^2 / 2$$

$$E_{B1} = E_T \left(\frac{R}{R_{W1} + R} \right) \left(\frac{R'_B + R_D}{2R'_B + R_D} \right)$$

$$E_{B2} = E_T \left(\frac{R}{R_{W1} + R} \right) \left(\frac{R'_B}{2R'_B + R_D} \right) \left(\frac{R'_B}{R'_B + R_D} \right)$$

$$E_D = E_T \left(\frac{R}{R_{W1} + R} \right) \left(\frac{R'_B}{2R'_B + R_D} \right) \left(\frac{R_D}{R'_B + R_D} \right)$$

$$E_{W1} = E_T \left(\frac{R_{W1}}{R_{W1} + R} \right)$$

Table 3 Distribution of electrostatic energy to various resistive parts of E/D in single lead wire impression

	% of distributed energy	Distributed energy (mJ)
E_{W1}	2.1	0.3
E_D	3.0	0.43
E_{B1}	50.1	350.5
E_{B2}	49.2	344.4
$E_{B1}+E_{B2}$	99.3	694.9
E_T	100.0	700.0

Table 3 のように、 E_{B1} と E_{B2} の和は 694.9mJ であり、 E_T 700mJ の 99.3% が電導性樹脂部で消費され、安全に熱エネルギーに転換される。一方 E_D すなわち白金電橋抵抗 R_D に分配される静電気エネルギーは E_T の僅か 0.4% である。火花放電過程で電導性樹脂部が 99.3% (R'_B) の実効抵抗を有するのに対し、それとシリーズに連結している白金電橋や芯線の抵抗値が高々 1Ω であるため、このような現象がもたらされる。ただしこの場合は E_T が 700mJ という極めて大きな値であるため、点火薬の点火エネルギーを上回る 3mJ の E_D が白金電橋に作用し、放電型 E/D は発火する。第三報で報告するが、高電圧パルス通電による点火薬の点火エネルギーは 1.45mJ である。

点火薬の点火エネルギー 1.45mJ から、片線印加で放電型 E/D が発火するための最低の E_T を計算すると、 $E_T=1.45/0.0043=337\text{mJ}$ となる。これより、印加静電気の電気容量が 56000pF および 2000pF の場合の最低発火電圧を計算すると、Table 4 を得る。他方試料 20 ケについての最低発火電圧の実測値の平均

Table 4 Calculated minimum firing voltage on capacity

Firing voltage (KV)	3.5	18.4
Capacity (pF)	56000	2000

は、56000pF の場合が、3.4KV、2000pF の場合が 16.6KV であり、Table 4 の計算値とはほぼ一致している。このことは、Fig. 5 に示した片線印加による火花放電過程における放電型 E/D の電気的等価回路や、Table 3 に例示した静電気エネルギーの各抵抗部への分配についての考え方の正しいことを示す。

以上の結果を総括すると、片線印加の場合には、放電型 E/D に印加された静電気エネルギーの 99.3% が電導性樹脂部で安全に消費され、白金電橋に加わる静

電気エネルギーは全体の僅か 0.4% に抑制され、静電気に対する安全性が保たれる。この安全性は、電導性樹脂の機能によってもたらされるもので、筆者はこのような機能を、電導性樹脂の「静電気エネルギー消費機能」と名づけている。この消費機能を高めるためには、電導性樹脂として、できるだけ体積固有抵抗の大きなものを用いることが望ましい。

4.3 両線印加の場合の電導性樹脂の機能

消費現場では、原則として E/D の脚線を短絡して取扱うので、耐静電気性を論ずる場合、片線印加より両線印加が重要である。

両線印加による火花放電過程の放電型 E/D の電気的等価回路を、Fig. 6 に示す。Fig. 5 の片線印加の場合と異なり、 R_{W1} 、 R_{W2} 、 R'_{B1} 、 R'_{B2} および R_D が、 R_D をブリッジとするブリッジ回路を構成することが、大きな特徴である。

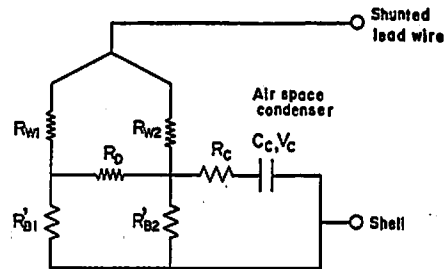


Fig. 6 Equivalent electrical circuit of sample for double lead wires impression during spark discharge (Details of sample shown in Fig. 1)

Table 1 および 2 に示されているように、両線印加の場合には片線印加に比較し耐静電気性が著しく高い。Table 2 のように、両線印加では 56000pF、5KV、700mJ の静電気が作用しても、放電型 E/D は発火しない。56000pF のコンデンサーの電圧を 5.0KV から 200V ずつ高めて行って、両線印加の場合の発火電圧を求めると、平均 7.0KV である。このエネルギーは 1372mJ で、片線印加の場合の 3.4KV、324mJ の約 4 倍である。

両線印加の場合に耐静電気性がこのように著しく高まる理由は、Fig. 6 の等価回路におけるブリッジ回路から理解できる。脚線長さを 1.2m とすると、 $R_{W1}=R_{W2}=0.15\Omega$ である。 $R'_{B1}=R'_{B2}=100\Omega$ と仮定し、56000pF、5KV の静電気を印加した瞬間の、ブリッジ回路各部の電位と、各抵抗部を流れる電流を求めると、Fig. 7 のようになる。図において、a は短絡された芯線端末、b1 と b2 は白金電橋の両端、e は管体を表わしている。e がアースされているとする

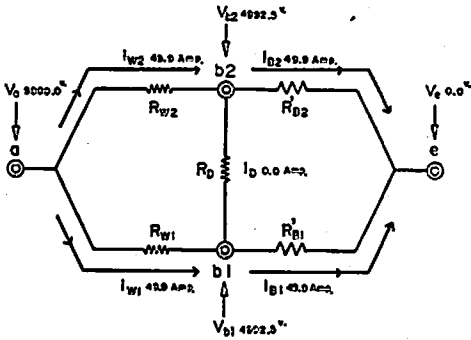


Fig. 7 Bridge circuit effect-example 1
($R'_{B1} = R'_{B2} = 100\Omega$)

と、 $b1$ および $b2$ の電位 V_{b1} および V_{b2} は、 $R_{W1} = R_{W2}$ 、 $R'_{B1} = R'_{B2}$ であるため、ブリッジ回路の効果により $V_{b1} = V_{b2} = 4992.5V$ となる。したがって印加された静電気は次の2つの経路のみを通過して移動する。

- (1) $a \rightarrow (R_{W1}) \rightarrow b1 \rightarrow (R'_{B1}) \rightarrow e$
- (2) $a \rightarrow (R_{W2}) \rightarrow b2 \rightarrow (R'_{B2}) \rightarrow e$

$b1$ と $b2$ の間の白金電橋抵抗 R_D を通過する電流 I_D はゼロで、放電型 E/D の発火の可能性はない。

実際的には $R'_{B1} = R'_{B2}$ ということはあり得ず、 $R'_{B1} \neq R'_{B2}$ であり、 $V_{b1} \neq V_{b2}$ であるから、 $b1 \rightarrow b2$ または $b2 \rightarrow b1$ の経路で静電気の移動が起こる。しかしこの場合にも R'_{B1} または R'_{B2} が 100Ω 前後であるのに対し、 R_{W1} および R_{W2} が 0.15Ω という小さな値であるため、ブリッジ回路の効果により V_{b1} と V_{b2} の差異は著しく小さく、電橋抵抗 R_D に供給される静電気エネルギー E_D は著しく制限されるものと推定される。すなわち両線印加の場合には、電導性樹脂の静電気エネルギー消費機能が、ブリッジ回路の効果によってさらに高められるものと考えられる。

上の推定の妥当なことを、具体的計算例で示す。 $R'_{B1} = 80\Omega$ 、 $R'_{B2} = 120\Omega$ と仮定し（この時 R'_{B1} と R'_{B2} の並列回路抵抗は 48Ω となる）、 $56000pF$ 、 $5KV$ の静電気を印加した瞬間の、ブリッジ回路各部の電位ならびに電流を、キルヒホッフの法則により計算すると、Fig. 8 に示す結果を得る。 V_{b1} と V_{b2} の差異は僅か $2.3V$ である。 R_D を流れる電流 I_D は $2.6Amp$ であり、他の抵抗部を流れる電流 I_{W1} 、 I_{B1} 等がいずれも $50Amp$ 前後であるのに比べ非常に小さい。

次に Fig. 8 のデータより、この場合に放電型 E/D の各抵抗部に分配される静電気エネルギーとその割合を計算すると、Table 5 の結果を得る。 E_{B1} と E_{B2} の和は E_T の 99.8% を占め、Table 3 の片線印加の場合の 99.3% よりもさらに割合を増加している。 E_D は E_T の僅か 0.001% に過ぎず、片線印加の場合の

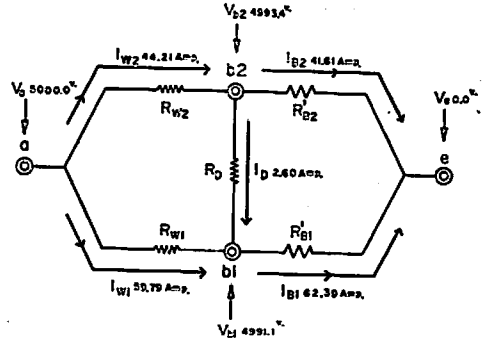


Fig. 8 Bridge circuit effect-example 2
($R'_{B1} = 80\Omega$ 、 $R'_{B2} = 120\Omega$)

Table 5 Distribution of electrostatic energy to various resistive parts of E/D in double lead wires impression ($R'_{B1} = 80\Omega$ 、 $R'_{B2} = 120\Omega$)

	% of distributed energy	Distributed energy (mJ)
E_{W1}	0.10	0.70
E_{W2}	0.06	0.41
E_D	0.001	0.01
E_{B1}	59.88	419.16
E_{B2}	39.96	279.72
$E_{B1} + E_{B2}$	99.84	698.88
E_T	100.00	700.00

0.4% に比較し無視できる値となっており、ブリッジ回路の勝れた効果が認められる。

なお Dynamit Nobel の ELSTA 型 E/D³⁾ は、ブリッジ回路効果を利用したものであることを付記する。

4.4 電導性樹脂の抵抗と耐静電気性

火花放電過程における放電型 E/D の安全性が、電導性樹脂の静電気エネルギー消費機能に基づくものであり、この消費機能を高めるためには、電導性樹脂として、できるだけ体積固有抵抗の大きいものを用いるべきであることは、先に述べた。しかしながら第一報で報告したように、放電型 E/D の静電気に対する安全性は、充電過程における電導性樹脂の優先放電機能にも依存している。体積固有抵抗の大きな電導性樹脂を用いることは、優先放電機能を低下せしめ、点火薬部の空間で火花放電の起こる危険性すなわち放電型 E/D の発火の危険性を増大させる。

放電型 E/D の勝れた耐静電気性を保つには、電導

性樹脂の2つの機能を両立させることが肝要であり、電導性樹脂の体積固有抵抗は、大き過ぎても小さ過ぎても良くない。

5. 結論

- (1) 放電型 E/D の電導性樹脂部は、火花放電過程において約50Ωの抵抗を有し、全抵抗のほとんど大部分を占める。このことから、電導性樹脂の静電気エネルギー消費機能が生まれる。
- (2) 片線印加の場合には、静電気エネルギー消費機能により印加静電気エネルギーの99%強が、電導性樹脂部で安全に熱エネルギーに転換され、白金電橋に加わるエネルギーは全体の僅か0.4%となり、点火薬の点火エネルギー以下に抑制される。
- (3) 両線印加の場合には、芯線、白金電橋、電導性樹脂の三者が構成するブリッジ回路の効果により、静電気エネルギー消費機能はさらに著しく高められ、放電型 E/D は片線印加の場合の約4倍の静電気エネルギーに耐える。
- (4) 放電型 E/D の静電気に対する安全性は、電導性

樹脂の静電気エネルギー消費機能と優先放電機能によって保たれる。前者は、体積固有抵抗のできるだけ大きな電導性樹脂を用いることにより強められるのに対し、後者は、体積固有抵抗のできるだけ小さなものを用いることにより強められる。放電型 E/D の勝れた耐静電気性を保つには、2つの機能を両立させることが肝要であり、電導性樹脂の体積固有抵抗は大き過ぎても小さ過ぎても良くない。

6. 謝辞

火花放電過程における電導性樹脂の抵抗測定について、懇切な御指導、得援助を賜りました東工試・中野義信氏に深く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 木村道夫, 井沢信之, 佐久間信彰, 工火誌, 40, 43 (1979)
- 2) 中野義信, 田中幸雄, 水島容二郎, 工火誌, 26, 265 (1965)
- 3) W. Scharwächer, Nobel Hefte, 1967, 281

Mechanism of spark discharge type static-resistant electric detonators (II)

by Michio Kimura*, Nobuyuki Izawa* and Nobuaki Sakuma*

Description is made as to why ignition of fuse head can be prevented from when spark discharge occurs from the conductive resin parts through the air gap. We measured the resistance of the conductive resin parts during spark discharge and these resistances were found to be about 50 ohms. The conductive resin parts are connected in series with lead wire or a bridge wire. The resistance of lead wire or bridge wire has a value less than one ohm and much smaller than of the conductive resin parts. Therefore a greater part of energy of impressed static electricity is supplied onto the conductive resin parts and consumed safely. Only a small part of energy of impressed static electricity is fed to the bridge wire which does not enough heat to ignite the composition.

It is an important function of the conductive resin to let a greater part of energy of impressed static electricity safely consumed in it, and to prevent the ignition of fuse head due to static electricity.

(*Research Division of Detonator Plant, Asahi Chemical Industry Co., Ltd., 4-5003-1 Nagahama-cho, Nobeoka, Miyazaki Pref., Japan)