

電気雷管の小型ギャップ試験

木村 歩*, 斎沢俊雄**, 和田有司***, 矢橋英郎***

吉田信生*, 田村昌三***, 吉田忠雄***

電気雷管の安全包装の予備試験として、小型ギャップ試験を行った。雷管の衝撃感度は、雷管の衝撃を加えた位置によって異なり、より鋭感な火薬類が入っている位置が、より鋭感である。川砂およびフェノールフォームは、雷管から発せられる衝撃波を、試験した他の物質より効果的に吸収し、殉爆を防止する緩衝材として有効であると思われる。

水中小型ギャップ試験で、同じギャップ長でも盤状と棒状のギャップ材では異なる結果となった。また、水中と空気中では、限界ギャップ長が異なるようである。これらは、今後の検討課題である。

1. はじめに

電気雷管は産業爆薬起爆用の火工品として重要なものである。電気雷管は産業爆薬自体より衝撃に対し敏感であり、取扱いの危険性が高いと考えられている。電気雷管の輸送に当たっては、安全な輸送容器¹⁾及び

一時貯蔵印²⁾が検討されている。また、電気雷管の衝撃に対する感度も調べられている^{3) 4)}。筆者らは、電気雷管の安全包装の予備試験として、電気雷管の小型ギャップ試験を行なったので、その結果を報告する。

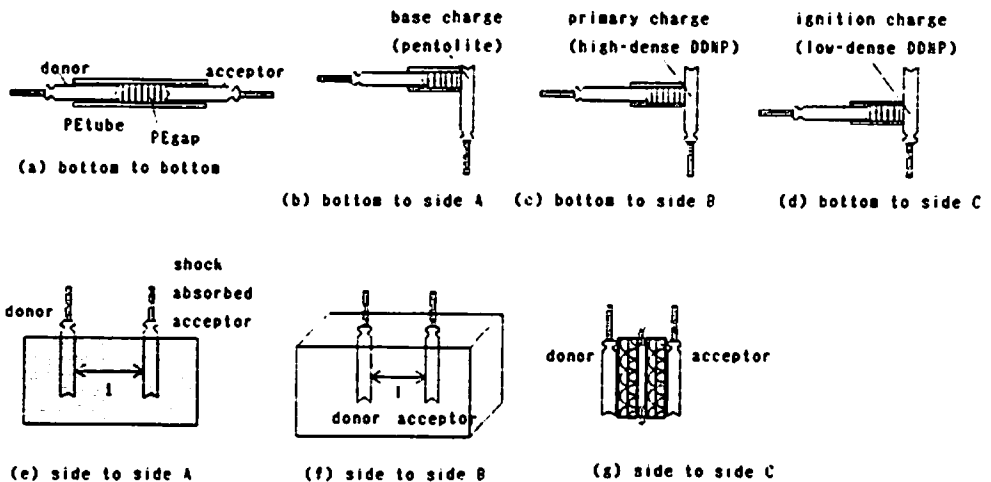


Fig. 1 Sample assemblies for the small gap test for electric detonator

平成2年2月19日受理

*日本化薬株式会社
〒679-21 愛媛県姪路市豊富町豊富3903-39
TEL 0792-64-0004

**日本化薬株式会社
〒100 東京都千代田区丸の内1-2-1
TEL 03-212-4365

***東京大学工学部反応化学科
〒113 東京都文京区本郷7-3-1
TEL 03-812-2111 内線7291

2. 実験

2.1 試料

電気雷管は日本化薬製の0号及び6号電気雷管を用いた。試料体の配置を図1に示した。硬質ポリエチレン管（日本石油化学製，日石レクスロンM201，外径10.0mm，肉厚7.0mm）及び硬質ポリエチレン円盤（三井石油化学製，ハイゼックスNo5300，直径6.5mm，厚さ1.0mm及び2.0mm）をそれぞれ保持管及び緩衝

ギャップ材として用いた。緩衝材料として、包装用発泡スチロール(40mm×40mm×100mm)、フェノールフォーム(三井石油化学工業株式会社製、20mm×40mm×100mm)、カーボンセル(同製、20mm×40mm×100mm)、川砂、2段ダンボール紙及びグラスマイクロバルーン(3M社製、C15)を用いた。

2.2 実験手順

(1) 試料集合体をつくり、砂上に置く。受爆雷管が

飛ばないように受爆雷管の脚線を固定する。

(2) 発破母線を保護するために母線と雷管の間に衝立を置く。

(3) 発破器で励爆雷管を起爆する。

(4) 受爆雷管が殉爆したかどうかを目視で調べる。

(注意、不伝爆の場合にあまり近づいてはいけない)

(5) 受爆雷管が殉爆しなかった場合は、受爆雷管の

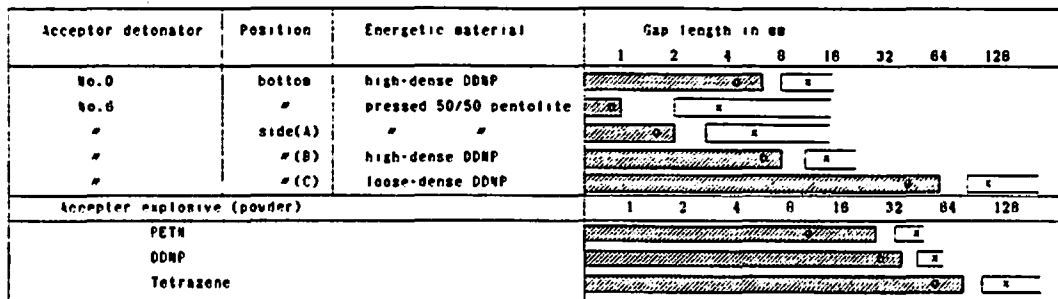
Table 1 Results of the small gap test of detonaters

run	Method	Donor	Acceptor	Gap mat. 3	Gap length (go(o) or no go(X))
1	(a) bottom to bottom	No.0 detonator	No.0 detonator	PE card	4mm(o), 6mm(o), 7mm(o), 8mm(x), 16mm(x)
2	"	"	No.6 "	"	1.0mm(o), 2mm(x), 4mm(x), 8mm(x)
3	"	No.6 "	"	"	4mm(o), 8mm(o), 16mm(o), 23mm(o), 27mm(x) ^b , 32mm(x)
4	(b) bottom to side A	No.0 "	"	"	1.0mm(o), 2.0mm(o), 3mm(x), 4mm(x)
5	(c) " B	"	"	"	8mm(o), 10mm(x), 12mm(x), 16mm(x)
6	(d) " C	"	"	" 8	8mm(o), 8mm(o), 16mm(o), 32mm(o), 64mm(x), 91mm(x), 128mm(x)
7	(e) side to side A	No.6 "	"	sand	8mm(o), 12mm(x), 16mm(x), 32mm(x), 64mm(x)
8	"	"	"	GB	16mm(o), 23mm(o), 32mm(x)
9	(f) " B	"	"	PF	10mm(o), 16mm(o)
10	"	"	"	CC	10mm(o), 15mm(o), 20mm(x)
11	"	"	"	SF	33mm(o), 43mm(o), 53mm(x), 73mm(x)
12	(g) " C	"	"	CPB	7mm(1sheet)(o), 14mm(2sheets)(o), 21mm(3sheets)(x), 28mm(4sheets)(x)

a. Gap mat. : Gap materials PE : Polyethylene, GB : Glass microballoon, PF : Phenol foam, CC : Carbon cell, SF : Styrene foam, CPB : Corrugated paper board

b. The acceptor detonator exploded 1 minute later.

c. Platinum bridge wire was cut.



[Hatched box] Explosion
[White box] Failure

Fig. 2 Shock sensitivity of each position of electric detonaters by the small gap test. donor : No.0 detonator

導通を図べる。

- (6) 導通がある場合は、そのまま発破器で起爆する。
- (7) 導通がない場合は、受爆雷管に新しい電気雷管を添わせて起爆し爆発廃棄する。
- (8) 殉爆した場合、ギャップ長を2倍にし、不殉爆の場合、ギャップ長を半分にして試験する。すなわち、2ⁿmm (nは整数)で測定し、さらに詳しく図る時には、nを分数にして、殉爆、不殉爆の境界を求める。

3. 結果と考察

3.1 実験結果

実験結果を表1に示した。

3.2 電気雷管の相対感度

電気雷管の各部の感度は本実験の方法では図2のように示される。雷管の衝撃感度は位置によって異なる。

感度は次の順で低くなる。

側面点火薬部分 > 側面起爆薬部分 = 底面起爆薬部分
> 側面添装薬部分 = 底面添装薬部分

但し、底面起爆薬部分は0号雷管の場合である。添装薬が入っていない0号雷管の底面は、側面の起爆薬部分と同程度の感度を示した。6号雷管の底面には添装薬として圧搾されたペントライト、起爆薬には圧搾されたDDNP、点火薬には未圧搾のDDNPが使われている。雷管の各部分の感度は、中に入っている爆薬の感度の順と思われる。

同じ方法で測定された一般的な爆薬及び起爆薬の感度を図2に併示した⁵⁾。電気雷管の各位置は平均的には起爆薬及びPETNより鈍感である。しかし、点火薬のみは起爆薬並の感度を持っている。雷管には衝撃を与えないよう注意して扱うことが必要である。

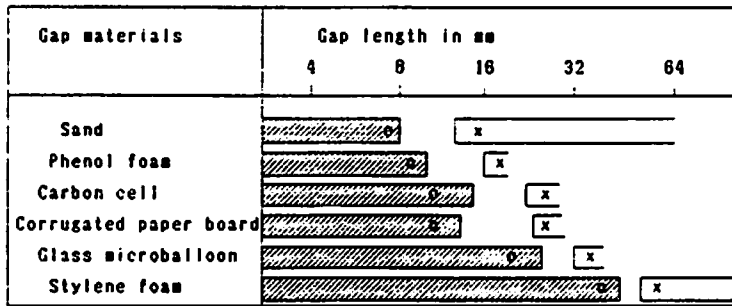


Fig. 3 Comparison of shock absorbing effect of materials by the small gap test using No.6 detonators as donor and acceptor

Table 2 Results of the underwater small gap test for the ignition charge position of No.6 detonator

Donner : No.6 detonator, Gap : Polyethylene card and /or stick, water depth : 1m, Distance between a sample and a sensor : 1m

No.	Gap length (mm)	Pmax (kg/cm ²)	Es (kJ)	Net-Es (kJ)	Tb (ms)	Eb (kJ)	Net-E (kJ)
1	2	25.3	0.47	23.1	1.10
2	2	25.6	0.49	23.3	1.12
3	16 ^a	29.1	0.98	0.50	28.6	2.08	0.97
4	23 ^b	25.1	0.52	0.04	25.5	1.47	0.36
5	32 ^c	23.8	0.44	-0.04	23.4	1.13	0.03
6	32 ^d	26.3	0.51	0.03	25.2	1.42	0.32
7	54 ^e	23.1	0.41	-0.07	23.2	1.11	0.00
8	64 ^f	23.5	0.42	-0.06	23.4	1.13	0.03

No.6 detonator in Polyethylene tube

a : 16mm

c : 16mm × 2sticks

e : 16mm × 3sticks + 2mm × 3cards

b : 16mm + 4mm + 2mm + 1mm

d : 2mm × 16cards

f : 16mm × 3sticks + 2mm × 8cards

3.3 電気雷管の殉爆防止の緩衝材の効果

雷管が不時の爆発をした時に、これらが全量爆発につながると事故の原因となる。雷管1本の爆発が他を殉爆させず、1本の爆発に止まれば大事故にはつながらない。雷管1本の爆発が、殉爆につながらないように安全包装の基礎的検討として、衝撃波吸収材の比較を行なった。緩衝材の効果を図3に示した。

実験を行なった範囲で限界不殉爆距離は、各緩衝材について下のように整理される。

緩衝材	距離
砂	11mm
フェノールフォーム	16mm
カーボンセル	20mm
段ボール	21mm
GMB (C15)	32mm
発泡スチレン	53mm

3.4 水中小型ギャップ試験の結果

励爆及び受爆雷管に6号雷管を用いて、受爆雷管の点火薬部に水中小型ギャップ試験法によって衝撃を加え、衝撃感度を調べた。この結果を表2に示した。

ギャップ長32mmのところ限界が観察される。32mmの場合、16mmのポリエチレン棒2本と2mmのポリエチ

レンカード16枚とで異なる値となった。棒状とカード状のポリエチレンでは緩衝効果が異なる可能性がある。また水中で行なった実験と空気中で行なった小型ギャップ試験では、限界ギャップ長が異なるようである。これらは将来の検討課題である。

文 献

- 1) 吉田忠雄, 田村昌三, 「カナダ火薬類研究所を訪問して」, 工業火薬, 50, 531(1989)
- 2) 全国火薬類保安協会, 「カプセル方式による火薬類貯蔵法の研究」, 火薬と保安 (特集号), 19 (3)1-77(1987)
- 3) K. R. Becker, J. C. Cooper and R. W. Watson, "Impact and Thermal Sensitivity of Commercial Detonators, Bureau of Mines, Report of Investigations 8085 (1975)
- 4) 木村道夫, 伊沢恒之, 後藤宗男, 「電気雷管の衝撃感度」, 工業火薬, 38, 216(1977)
- 5) 波多野日出男, 矢橋英郎, 和田有司, 森沢俊雄, 細谷文夫, 田村昌三, 吉田忠雄, 「高感度物質の安全性評価(Ⅱ)起爆薬の水中小型ギャップ試験」, 工業火薬, 投稿中

Small Gap Test of Electric Detonators

by Ayumu KIMURA*, Toshio MATSUZAWA**, Yuji WADA***
Hideo YABASHI***, Nobuo YOSHIDA*, Masamitsu TAMURA***
and Tadao YOSHIDA***

Small gap test was taken as preliminary test to assess safety package of electric detonators. Shock sensitivity of detonator depended on a position which was added a shock from a detonator. Positions which contain more sensitive explosives showed more sensitivity. Sand and phenol foam absorbed shock wave from detonators more effectively than other materials which were tested, and were thought to be useful as a buffer for preventing the sympathetic detonation.

In the underwater small gap test, different gap materials, i. e. cards of sticks, gave different results, though the total gap lengths were same. Critical gap lengths were also different in air and underwater. These results are our subjects in future.

(*Himeji Factory, Nippon Kayaku Co., Ltd. 3903-39 Toyotomi Toyotomi-cho, Himeji-shi, Hyogo 679-21, Japan

**Explosives and Catalysis Division, Nippon Kayaku Co., Ltd. 1-2-1, Marunouchi, Chiyoda-ku, Tokyo 100, Japan

***Department of Reaction Chemistry, Faculty of Engineering, The University of Tokyo, Hongo, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan)