

We tried the following methods for pick-up.

- (1) Filling an explosive in a circular wave guide (circular wave guide method, Fig. 3-1).
- (2) Launching microwave in an explosive by a surface wave transmission line placed along it (surface wave transmission line method, Fig. 3-2).
- (3) Placing a coaxial cable along an explosive (coaxial cable method, Fig. 3-3).
- (4) An insulator of a coaxial cable was slitted in the above method (slitted coaxial cable method, Fig. 3-4).
- (5) Placing a coaxial metal tube along

an explosive (coaxial tube method, Fig. 3-5).

The examples of oscillographs of signal beats picked up by methods described above were shown in Photographs 1, 2, 3, 4 and 5.

We have found the coaxial tube method was the most simple one and was applicable to measure the detonation velocity of an explosive because we could calculate the wave length of microwave in the tube and measure the frequency of signal beats from the oscillogram accurately in the method, and the method could be applied to any diameter of an explosive.

## 雷管底上げの効果はあるか

井 田 一 夫\*

### I. 緒 言

雷管管体には平底型と底上型とがあり、我が国の雷管はすべて底上型であるが、欧米諸国の雷管には表 1 の如く種々の型があり<sup>1)</sup>、平底型も相当多い。我が国に於ても平底型を検討する段階にあると思われるので、雷管底上げの効果について述べ参考に供したい。

一般に底上げがあると所謂ノイマン効果によつて雷管の威力が一点に集中するといわれ<sup>2)</sup>、底上型の方が雷管が爆発したときの管体の破片速度が大きいという報告もある<sup>3)</sup>。

平底型雷管の長所としては

- ① 薬高が低くなるので管長も短くなる
- ② 装薬を填圧するとき白の摩耗が少ない
- ③ 管底にマークなどを刻印することが出来る(管体製作の際)

などが考えられるが、平底型は底上型に比べて威力(起爆力)が弱くなるとすれば、それは雷管にとっては致命的な欠点である。従つて、底上型が有利か平底型が有利かは一般に考えられているように底上げによつて雷管の威力が強くなるかどうかによつて判断され

るべきであると考えるので、以下主としてこの点について述べる。

雷管威力に及ぼす底上げの影響を論じた報告を概括すると、先ず坂巻氏等の実験<sup>4)</sup>では、雷管の爆発による(爆薬は使用せず雷管のみの爆発)底方向の穿孔力は底上げが深ければ深いほど明らかに大きくなり、山田氏等の報告<sup>5)</sup>でも、底上げの円錐頂角が 60 度までの範囲では底上げの深さが深いほど鉛板孔径は大きいといわれる。即ち雷管のみの試験では底上げによつて雷管底方向の穿孔力は大きくなると考えられる。

然しながら、雷管と爆薬とを組み合わせる場合に、底上げによつて雷管の起爆力が大きくなるかどうかは疑問の余地がある。即ち前記坂巻氏等の報告によれば、吸湿硝薬へス試験に於ける圧潰値が底上げの有無によつて変わらず、雷管と爆薬との相互殉爆距離も変わらないという。広瀬氏等の報告<sup>6)</sup>でもハイド試験による鈍性爆薬の起爆力は底上げの有無によつて変わらないとの事である。

結局従来の報告を総合すれば、底上げによつて雷管の威力が強くなるかどうかは明確な結論を出すことは困難である。

昭和38年2月27日受理

\* 日本化薬株式会社 東京都千代田区九ノ内

表 1. 吹米雷管の底部形状

国名	会社名	雷管種類と形状
アメリカ	Du Pont	工業雷管(底上), 段発雷管(平底)
"	Olin Mathieson Co.	プラスチック雷管(平底), 普通雷管(底上)
"	American Cyanamid Co.	銅雷管全部(平底)
"	Hercules Powder Co.	銅雷管全部(底上), アルミ雷管(平底)
"	Atlas Co.	銅, アルミ, 瞬発, 段発共(平底)
イギリス	Imperial Chemical Industry Ltd.	工業雷管アルミ(底上), 銅(平底)
	"	電気雷管銅(平底)
ドイツ	Dynamit A. G.	電気雷管(平底)
フランス	Dévèy Bickford Smith & Cie.	アルミ(底上), 銅(平底)
"	Ets. Rey Frères	アルミ(底上)
ベルギー	Poudreries Reunies de Belgique	瞬発, 段発共(平底)
"	Ets. Lachaussée Soc.	アルミ 短(底上), 長(平底)
イタリア	Montecatini	電気雷管(平底)
オーストリア	Schaffler & Co.	電気雷管(平底)
スペイン	Union Española de Explosivos	銅アルミ雷管共(底上)

II. 実験

1. 管体破片の性状, 速度, 貫通力の比較

雷管の起爆力によって管体破片の役割りは最も重要であると考えるので, 底上げの有無による管体破片の性能を比較する。

筆者はこれらについて嘗て報告しているが<sup>2)3)</sup>, その要点を摘録すると表2の如くである。

即ち表2によれば, 底上雷管は平底雷管に比べて破片が大きく凹凸が少ないので, 破片速度は雷管附近では変わらないが底上雷管の方が減衰し遅く, 雷管から離れたところでは底上雷管の方がやや速い, 従つて破片の有する運動エネルギー  $[1/2 \times (\text{破片重量}) \times (\text{破片速度})^2]$  は底上雷管の方が大きい。又新聞紙の貫通能力は底上雷管の方が遙かに大きい。

表 2. 管体破片の性状

		底上銅雷管			平底銅雷管		
* 底方向の破片重量 (mg)	第1回	32,	16,	10	14,	11,	11
	第2回	58,	30,	11	10,	5,	4
	第3回	40,	14,	17	7,	3,	3
底方向破片形状	大きさ	直径 最大約 4mm			直径 最大約 2mm		
	形状	表面の凹凸が少ない			表面の凹凸が多い		
底方向の破片速度 (m/sec) と新聞紙貫通枚数 (枚)	**0cm	2,200m/sec	630枚		2,200m/sec	380枚	
	10cm	2,120	490		2,080	330	
	30cm	2,020	—		1,950	—	
	50cm	1,950	420		1,810	300	
	100cm	1,880	390		1,700	280	
	150cm	1,720	370		1,650	260	

備考 \* 最も重量の大きい破片3個を測定

\*\* 雷管底との距離

2. 管体破片による起爆力の比較

管体破片による爆薬の起爆力を比較すると表3の如くである。

即ち破片による起爆力は底上雷管と平底雷管とで余り変わらず, 鈍感な硝安爆薬に対しては, 平底雷管の方が近距离に於て却つて確実な起爆力を有している。

表 3. 管体底方向の破片による起爆力

爆薬		雷管	*d(cm)	0	1	3	5	10	15	20	25	30	40	50	100
新 ダイ ナイト	桐 銅 雷管	6号	底上	*○			○	○		○		○		○	○
			平底	○			○	○		○		○		○	○
新 硝 煙	D 安 栗	6号	底上	○	○	×	○	○	×		×			○	○
			平底	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○

備考 \* d = 雷管と爆薬との距離 ○ = 起爆 × = 不爆

3. 鉛板試験

従来の報告では底上雷管は平底雷管に比べて鉛板孔径が大きいといわれているのでこの点を検討する。

鉛板の寸法は JIS に準じ、40mm 平方、厚さ 4mm のものを使用したが、鉛板孔の断面の形は詳細に観察すると底上げの有無によって図 1 の如く異つている。鉛板孔径は夫々について a と b とを測定した結果表 4 の如くであつた。

(1) 底上雷管の場合 (2) 平底雷管の場合



図 1. 鉛板孔径の形状

表 4. 底上げの有無による鉛板孔径の比較

6号 銅 雷管	底上 平底	鉛板孔径 a [mm] (平均値)			鉛板孔径 b [mm] (平均値)								
		11.6	11.7	(11.7)	10.8	10.9	(10.9)						
		12.8	13.0	13.0	13.1	12.6	(12.9)	10.0	10.0	9.3	10.0	9.4	(9.8)

表 5. 雷管と鉛板との距離を変えた鉛板孔径

6号 銅 雷管	底上 平底	0 0.1 0.2 0.5 1.0 2.0 10.0 50 100 [cm]									
		(接触)									
		11.5	10.9	10.9	9.1	8.1	8.0	7.6	3.7	5.5	
		10.2	7.8	8.0	9.3	10.9	11.7	9.0	5.6	6.1	

備考 \* d = 雷管と鉛板との距離

表 6. 底上げの有無による雷管衝動量の比較

6号 銅 雷管	底上 平底	球試験 [cm] (平均値)					衝撃板子試験 [度] (平均値)					
		185	188	176	188	(184)	29.5	25	30	27	(31)	
		190	195	245	230	205	(213)	37	36.5	37	(37)	
6号 鉄 雷管	底上	170	153	167		(158)	34	31	33.5	30	(32)	
	平底	200	180	170	175	175	(180)	31	34.5	34	40	37.5

尚、普通に鉛板孔径といえは孔の最も小さい部分、即ち図1の**b**のことである。

即ち、通常の鉛板孔径**b**は底上雷管の方が大きい。然し鉛板上面の径**a**については平底雷管の方が却つて大きい。

又、鉛板と雷管とを接触させずに距離をあけて鉛板試験を行なうと、表5の如き結果となる。(この場合の孔径は通常の鉛板孔径即ち図1に於ける**b**を測定したものである)。

即ち表5によれば、鉛板と雷管との距離が2mm以下では底上雷管の方が鉛板孔径が大きい、5mm以上になると逆に平底雷管の方が孔径が大きくなる。

表4、表5を総合していえることは、底上雷管と平底雷管の鉛板孔径のちがいは底方向の威力のちがいを示すものではなく、それは底方向への破片の飛散方向<sup>7)</sup>のちがいを示すに過ぎないということである。

#### 4. 球試験及び衝撃振子試験

底上げの有無によつて雷管の底方向の衝動量が異なるかどうかを見るために、球試験<sup>9)</sup>及び衝撃振子試験<sup>10)</sup>を実施した結果、表6の如くであつた。

即ち表6によると、平底雷管の方が底上雷管よりも却つて底方向の衝動量は大きく、新聞紙貫通枚数や穿孔力とは逆の結果となつている。

#### 5. 鈍性爆薬試験(ヘス試験及びハイド試験)

雷管自体の威力試験に次いで、鈍性爆薬と組み合わせた試験によつて、底上雷管と平底雷管の威力を比較したところ表7の如くであつた。

即ち表によると、管体底上げの有無によつて吸湿硝爆のヘス圧潰値は変わらず、ハイド孔径は平底の方が若干大きい、鈍性爆薬試験では底上雷管の方が起爆力が大きいとは云へない。

#### 6. 填圧時の管体膨れ比較

雷管威力の問題とは別に、管体内に装薬を填実し圧搾する際(填圧作業の際)の管体膨れの問題は作業上重要な問題であるので検討した。

管体はすべて鋼管体で管体の肉厚は厚肉(0.25mm)と薄肉(0.18mm)と二種類使用した。試験結果は表8の如くである。

表8によれば添装薬圧搾時には膨れの限界圧は平底管体の方がやや大きい傾向にある。即ち同じ圧搾圧力なら平底管体の方が膨れ難い、起爆薬圧搾時には平底管体と底上管体とで膨れの差異は認められない。即ち管体膨れという点でも平底管体が底上管体より不利とは思われない。

#### Ⅲ. 考 察

以上種々の実験結果を考察すると次のことがいえる。

1) 管体破片の貫通能力や運動エネルギーは底上雷

表 7. 底上げの有無による鈍性爆薬試験

雷 管	* d (cm)	ヘス圧潰値 [mm]					ハイド孔径 [mm]				
		(平均値)					(平均値)				
6号 鋼 雷管	底上	4.4	4.5	4.9	3.0	4.7	(4.3)	35.0	33.8	33.2	(34.0)
	平底	3.0	4.3	5.7	4.7	5.4	(4.6)	40.1	39.6	39.6	(39.8)
6号 鉄 雷管	底上	5.4	5.9	5.0	3.3	5.0	(4.9)	38.7	37.8	37.4	(38.0)
	平底	6.5	4.9	3.9	2.9	4.0	(4.4)	40.1	39.2	41.0	(40.1)
備 考		新D硝爆水分 6%					タルク 25%				

表 8. 填圧時の管体膨れ限界圧搾圧力 [kg/本]

厚 肉 管 体 (0.25mm)		第一添装薬圧搾 (第一圧搾)	第二添装薬圧搾 (第二圧搾)	起 爆 薬 圧 搾 (第三圧搾)
		底上	190	190
薄 肉 管 体 (0.18mm)	底上	170	160	120
	平底	230	190	170
	底上	170	160	120
	平底	210	180	120

管の方が大きい、破片の投射による起爆作用は必ずしも底上雷管の方が大きいとは云えず、むしろ平底雷管の方が却って確実な起爆作用を有する。即ち平底雷管の破片は凹凸がはげしく爆薬中に侵入した際に摩擦が起り易く、貫通能力は小さいが起爆作用は確実になる。このことは Zippermayr 氏が金属球を液体爆薬中に投射して得られた結果<sup>11)</sup>と一致している。即ち、底上雷管の方が穿孔力や貫通力が大きいのは事実であるが、これを以て直ちに起爆力が大きいとは云えない。

2) 底上雷管は底方向の破片の貫通能力は大きい、底方向の衝動量は、球試験によっても衝撃振子試験によっても底上雷管が平底雷管より大きいとはいえない。又このことは、底方向の破片速度が底上雷管と平底雷管とで変わらない(減衰率は異なるが)ことによっても裏付けされる。即ち、この点からも底上雷管の起爆力が大きいことは本質的にあり得ないと考える。

3) 従来、底上雷管の方が平底雷管より威力が大きいことを鉛板孔径によつて云々されることがあつたが、本報の実験により、両者の鉛板孔径のちがいは単に破片の飛散方向のちがいによつて生じていることが明らかとなつた。

4) 更に、最も実際に雷管の起爆力を示す鈍性爆薬試験に於ても、底上雷管と平底雷管とで差異は認められず、結局、理論的にも実際的にも両者の起爆力に

差異がないと考えるのが妥当である。

#### IV. 結 論

緒言で述べた如く平底雷管は底上雷管に比べて若干の長所を有するが、従来平底雷管の欠点とされていた雷管の威力(起爆力)については底上雷管と差異はなく、圧搾の際の膨れも変わらないことが確認されたので我國に於ても平底雷管を考えるべき段階と思われる。

この実験は、筆者が折尾作業所研究課在勤当時行なつたものであり、実験に協力戴いた研究課の方々には深甚の謝意を表する。

#### 文 献

- 1) 山田正幸：吹米出張報告(社内報告)
- 2) 須藤秀治、福山郁生：工火協，12，169(1951)
- 3) A. Majrich：ZSS，31，357(1936)；工火協，5，139(1943)
- 4) 坂巻喬，外：日化厚研F第231号(1949)
- 5) 山田正幸，上田輝夫：日化仁研32~6号(1952)
- 6) 広瀬定治：火薬談話会報告(1949年3月)
- 7) 井田一夫：工火協，22，3(1961)
- 8) 井田一夫：工火協，22，66(1961)
- 9) 井田一夫：工火協，21，283(1960)
- 10) 井田一夫：工火協，21，165(1960)
- 11) M. Zippermayr：Explosivstoffe，3，25(1955)  
Chimia，13，56(1959)

### Is the Concave Type Detonator Stronger than the Flat Type ?

by Kazuo Ida.

The bottom of a detonator shell has two types. One is the concave type and the other the flat type. In USA and Europe both the concave and the flat type are used practically, but in Japan only the concave type is used.

They say that the concave type detonator is stronger than the flat one owing to the "Neumann effect".

In this paper, the property (weight, shape, velocity) of fragments, which are produced

by the explosion of a detonator, the initiation force by fragments, the diameter of a hole on lead plate test, the bottom direction impulse produced by the explosion of a detonator, the initiation ability to desensitized explosives are tested and discussed on the both type of detonator.

The results of these experiments show that the flat type detonator has the same strength as the concave type.