

# 雷管威力と爆薬威力との関係

井田 一夫 有村 武人\*

## I. 緒 言

雷管は爆薬を起爆させることを目的とする以上、実用上は雷管自体の威力よりも雷管によつて起爆された爆薬の威力が重要である。

従つて雷管自体の威力が大きくても、それによつて起爆された爆薬の威力が大きくならなければ実用上の意味はない。然し乍ら、従来の研究では雷管の威力と爆薬の威力との関係が必ずしも明確でなく種々異なつた結果が報告されている。

E. Burlot 氏は、装薬量を 1g~2g の間で変化した標準雷管を使用し、爆薬と組合せて殉爆試験を実施した結果、殉爆距離は雷管装薬量によつて余り変わらず、雷管の威力が非常に弱くなると爆薬が不完全爆発を起すことがあるが、或る一定以上の威力であれば雷管の威力によつて殉爆距離は変らないと述べている。

次に南坊氏は、3号、6号、8号のテトリール雷管と各種爆薬（桜、梅、桐、硝安爆薬、カーリット）とを組合せ、爆薬の爆速、弾道振子、ヘス圧潰位、殉爆度等を測定した結果、膠質爆薬、粉状爆薬共に雷管の号数に依り爆力の差異は認められなかつたとしている。

然し乍ら、E. Jones 氏は、爆薬の爆轟現象を回転カメラで写真撮影し、ガラス管入りの液状ニトログリセリンの爆速が6号雷管よりも8号雷管の方が遙かに速いことを認めている。

又、末光氏は 0.4g~2.0g の雷管爆粉のみの雷管を使用し、スプレングゼラチンと組合せて爆速を測定したところ、爆粉量 1.0g 以下の雷管ではスプレングゼラチンが低速領域 (1800m/sec) で爆轟し、現用 6号、8号雷管では高速領域 (6000~7000m/sec) で爆轟することを述べている。

更に、山本氏は、3号雷管、6号雷管を使用し、桜ダイナマイト (32mm x 57.5g 薬包) の各方向の殉爆距離を求め、3号と6号との間に著しい差異があつたと云われる。又この報告には爆速に対する点爆の効果も論ぜられているが、雷管の周囲に伝爆薬（ペントリット、ダイナマイト等）を置いた場合、ニトログリセリンの含有の多い膠質ダイナマイトは伝爆薬がある

と爆速が 3000m/sec→6000m/sec と著しく上昇するが、NG 含有量が少いか又は皆無である硝安ダイナマイト、硝安爆薬、カーリット等は爆速の上昇は認められなかつたと云われる。

又、鈴木氏は 1号より24号までの標準雷管雷管及び市販雷管について鉛板試験、釘試験、鉛錐試験、殉爆試験、を実施し、結論として、雷管のみの試験では雷管の威力は各試験法によつて大きな差を生ずるので判定が困難であること、爆薬との組合せ試験では爆速は雷管の号数に依つて変らないが殉爆試験では差異が生ずることを述べている。即ち桜及桐ダイナマイトは殉爆距離も威力指数も雷管号数と共に増加し、それは大体標準雷管雷管10号位で最大値に達するが、カーリットの場合は雷管の号数が3号以上であればそれ以上号数を大きくしても殉爆距離は変らないと云う。一方、市販6号雷管の威力は殉爆距離から推定すると標準雷管雷管7号~9号に相当している。又鉾山に於ける使用実績から見ても8号雷管の方が6号雷管よりも単位採掘量当りの火薬使用量が少なかつたとして6号と8号との差異を認めている。

即ち、E. Jones 氏、末光氏、山本氏、鈴木氏の報告に共通な点は NG 含有量の多い膠質ダイナマイトは本来はもつと強力な爆速を有すべきものであつて、起爆点よりの距離、起爆の強さ（即ち雷管の威力）密閉強度等の条件によつて 2,000~7,000m/sec の間で変化するのに対し、カーリット、硝ダイ、硝爆等の粉状爆薬はその本来の爆速が 3,000~4,000m/sec 程度であつて、雷管起爆力等によつて変らないと思われるのである。然し乍ら之等の結果と相反する報告もある。

大原氏等の実験<sup>7)</sup>によれば、3号及び6号の工業雷管で硝爆及び硝ダイを試料として数百回の殉爆試験を行つた結果、95%以上の確率を以て3号、6号の間に有意差は認められず、新桐ダイナマイト (32mm x 112.5g) について、6号雷管を第一薬包に普通に装填した場合と、6号雷管を第一薬包より 20cm 離して雷管底部の破片によつて起爆した場合とで、殉爆距離に差はなかつたと云う。又桜ダイナマイトについて3号と6号とで殉爆距離に差異は認められず、6号と8号との差は各種爆薬について全然認められなかつたとし

昭和36年6月5日受理

\* 日本化薬(株)折尾作業所 福岡県若松市大字茂川

て、南坊氏の結果を支持し、鈴木氏の結果に批判的な結論を導いている。

以上の如く雷管威力と爆薬威力との関係は研究者によつて異つた結論が得られている。本報告はこの関係を検討したものである。

## II. 各種雷管と組合せた爆薬の威力試験

### 2.1 混成雷管、雷管雷管によるヘッス試験

雷管としては極端に威力の異なるものを使用した方が結果が明瞭に観察出来ると思われたので、6号混成雷管と2号雷管雷管とを使用した。試料雷管自体の各種威力試験結果は表1の如く非常に異つたものである。

表1 試料雷管の威力比較

威力試験項目 雷管種類	鉛板試験	釘試験	球試験	砂試験
	(鉛板孔径)	(釘曲り角度)	(鉛球飛行距離)	(砂の破砕量)
6号混成雷管	10.9mm	24°	172cm	84g
2号雷管雷管	8.5mm	2°	115cm	30g

備考 装薬量 { 6号混成雷管：テトリール 0.45g  
雷管爆粉 0.40g  
2号標準雷管：雷管爆粉 0.40g  
管体はいずれも銅、内管は阿者共使用す

爆薬試料としては新桐ダイナマイト、藤ダイナマイト、硝安ダイナマイト、新硝安爆薬の4種類を使用した。薬径は何れも32mm、薬量は何れも112.5gである。従つて薬長は爆薬種によつて異り、夫々95mm、90mm、160mm、140mmである。ヘッス試験は各爆薬共薬径40mm、薬量50gで実施した。

表2 混成雷管、雷管雷管に依る各種爆薬のヘッス圧潰値

雷管	爆薬				
	新桐	藤	硝ダイ	新硝爆	4%吸湿硝爆
6号混成雷管	12.2	9.9	3.2	4.0	4.5
2号雷管雷管	11.1	9.5	3.3	3.8	0.0

試験結果は表2の如くである。即ちこれによれば爆薬が正常な場合には膠質ダイナマイトであろうと、ニ

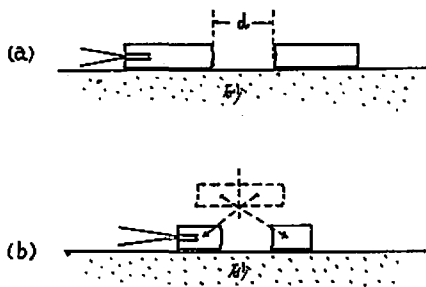


図1 砂上殉爆試験の方法

トログリセリンを含まない粉状爆薬であろうと、雷管の威力によつてヘッス圧潰値に殆ど差異はないが、硝安爆薬に水分4%混入させると、6号混成雷管では正常に起爆出来ても2号雷管雷管では全然起爆出来ないことが認められる。

### 2.2 混成雷管、雷管雷管による殉爆試験

前記ヘッス試験の場合と全く同じ試料を使用し、第一薬包と第二薬包とを同種の爆薬として殉爆試験を実施した。尚雷管の威力の強弱によつて第一薬包内の爆速の漸増傾向が異なる事が考えられたので図1(a)の如く第一薬包をそのまま使用した場合と(b)の如く薬包を半分に分断した場合と両者に就て試験した。試験結果は表3の如くである。

この結果によると殉爆試験に於ては、6号混成雷管で起爆しても、2号雷管雷管で起爆しても殉爆距離は変わらない。このことは薬包の全長を使用した場合についても薬包を半分に分断した場合についても云えると思われる。又薬包を半分に分断すると新桐、藤の場合には殉爆距離が僅かに短くなるが、硝ダイ、硝爆の場合には差異が認められない。この理由は粉状の場合薬長が長いからであると思われ、結局薬長が60mm以下になると殉爆距離が低下するのではないかと思われる。

### 2.3 各種混成雷管による爆薬の爆速測定

威力の大きい雷管でも威力の小さい雷管でも爆薬と組合せた場合に爆薬の爆力はヘッス試験及び殉爆試験では殆んど差異が認められなかつたが、爆薬の爆力を更に直接的に確実に知る方法として、3号、6号及び8

表3 混成雷管、雷管雷管に依る殉爆試験

爆薬	雷管	薬包の長さ																	
		全長						半分に切断											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	1	2	3	4	5	6	7	8	
新桐	6号混成																		
	2号雷管																		
藤	6号混成																		
	2号雷管																		
硝ダイ	6号混成																		
	2号雷管																		
新硝爆	6号混成																		
	2号雷管																		

号雷管に依つて起爆させた爆薬の爆速を測定した。

測定方法は図2の如く、薬包中に30mmの深さに雷管を挿入し、雷管底面より10mmの距離を第1的とし、新桐ダイナマイトの場合は20mm間隔に新D硝爆の場合には30mm間隔に第4的まで4箇所をイオン探針を挿入する。薬包は開放状態に置いた。測定結果は表4の如くである。即ちこれによれば薬包内で

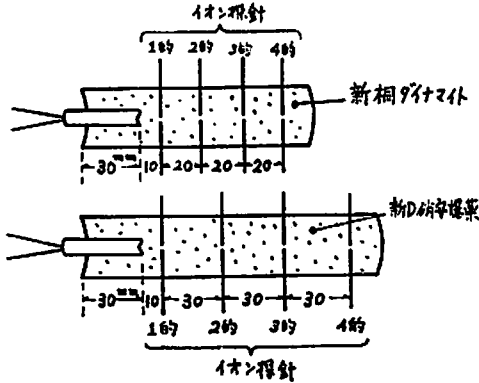


図2 イオン探針法による爆速測定

爆速は漸増するが各薬包について数回実験を行つた平均値を見ると実験のバラツキ範囲内で雷管号数に依る爆速の差異は全く認めることが出来ない。

このことは雷管の薬包内に挿入して薬包から10cm離して破片に依つて薬包を起爆しても薬包内の爆速に差異はないという事実<sup>9)</sup>とも一致するものである。

#### 2.4 各種雷管による爆薬の起爆限界薬径試験

雷管の起爆能力を表す試験法の一つに、その雷管で起爆可能な限界薬径(爆薬の)を求める方法がある。従つて雷管として表5に示すように添装薬量の異なる雷管を使用し、爆薬として或る種の硝安燃料油系爆薬を使用して限界薬径試験を実施した<sup>9)</sup>。

試験結果は表5の如くであつて、添装薬量が0.25g~0.45gの範囲で(JISによる2号~6号雷管の範囲で)爆薬の限界薬径に有意差は認められない。

#### 2.5 各号雷管に依る吸湿硝爆ヘス試験及びハイド試験

雷管の装薬量を変えた場合のヘス試験及びハイド試験について爆薬を鈍化させた場合と鈍化させなかつた

表4 3号、6号、8号雷管に依る爆速比較(単位 m/sec)

	新桐ダイナマイト				新口硝安爆薬			
	1.4 的間	2.3 的間	3.4 的間	1.4 的間	2.3 的間	2.3 的間	3.4 的間	1.4 的間
テトリール 3号混成雷管	2940	4450	5260		2500	3000	3160	
	3180	4450	6060		2400	2400	3000	
	3080	4760	5560		2500	2660	3000	
	3300	4000	5880		2450	3000	2860	
	2860	4000	6250		2240	3000	3000	
	—	—	—		2220	3300	3000	
	(3070)	(4310)	(5780)	(4100)	(2400)	(2860)	(3000)	(2730)
テトリール 6号混成雷管	3300	4450	6250		2500	3000	3330	
	3160	4000	6250		2170	2660	3160	
	3030	2920	6060		2200	2610	3000	
	3030	4350	6250		2220	3000	2060	
	3290	4450	6060		2500	3300	3000	
	—	—	—		—	—	—	
	(3270)	(4220)	(6170)	(4100)	(2310)	(2830)	(3060)	(2690)
テトリール 8号混成雷管	2940	5260	6060		2140	2500	3000	
	3180	4450	6060		2310	2730	2730	
	3180	4760	5130		2730	3300	3530	
	2940	5260	6060		2500	3000	3330	
	—	—	—		2860	2260	3160	
	—	—	—		—	—	—	
	(3050)	(4930)	(5800)	(4260)	(2480)	(2860)	(3130)	(2800)

備考 ( )内は平均値である

装薬量	3号: テトリール	0.35g	雷承爆粉	0.30g
	6号: //	0.45g	//	0.40g
	8号: //	0.90g	//	0.50g

表 5 各種雷管による爆薬の起爆限界薬径

雷管装薬量				爆薬の各種薬径に於る起爆率						
起爆薬量 DDNP	添装薬量			16mm	18mm	20mm	22mm	24mm	26mm	28mm
	Comp B	Tetryl	合計							
0.20g	0.25g	0.20g	0.45g	0/10	5/10	2/10	10/10	9/10	10/10	
0.20	0.20	0.15	0.35	0/16	2/10	2/10	9/10	9/10	10/10	
0.20	0.15	0.15	0.30			0/10	7/10	7/10	10/10	
0.20	0.10	0.15	0.25	0/10	1/10	8/10	9/10	9/10	9/10	10/10

場合とでどの様な差異が生ずるかを検討する。

雷管試料として国際規格に依る3号, 6号, 8号雷管, 及び JIS に依る3号, 6号, 8号テトリール混成雷管を使用した。

試験結果は表6の如くである。即ちこの表によればハイド試験でもヘス試験でもタルクや水分を混入しない場合、即ち爆薬が鈍化されない場合には、雷管でも混成雷管でも雷管号数による威力差は全く認められない。

表 6 3, 6, 8号雷管, 混成雷管に依るハイド試験, 吸湿破壊ヘス試験

		雷管雷管			混成雷管		
		3号	6号	8号	3号	6号	8号
ハイド 孔 (mm)	タルク 0%	46.1	47.6	46.7	49.4	50.1	51.3
	タルク 20%	31.8	37.2	43.1	43.0	46.1	49.2
	タルク 25%	25.0	26.6	30.4	28.0	39.7	44.6
ヘス 圧 強 (mm)	水分 0%	9.9	10.0	10.8	9.8	9.7	9.5
	水分 4%	0	1.0	10.0	3.6	7.7	9.2
	水分 7%	0	0	9.4	2.6	4.4	9.2

備考 雷管雷管の薬量は国際規格のもの  
混成雷管はテトリール, 雷管爆粉で薬量は JIS による

然るに爆薬の鈍化の程度が大きくなると雷管の威力差が明瞭に現われて来る。

即ち、爆薬が鈍化していない場合は、雷管の威力(雷管号数)によつて爆薬の威力に差はないが、爆薬が鈍化して来ると雷管威力によつて爆薬の威力も異つて来ることが認められた。

### III. 結 論

雷管の威力と爆薬の威力との関係は従来必ずしも明らかでなかつたが、2.1~2.5に於ける筆者等の実験では殉爆試験, 爆速測定, 限界薬径試験, ヘス試験, ハイド試験等に於て次のことが繰り返し確認された。即ち爆薬が鈍化していない場合には、雷管は3号以下の弱い雷管で起爆しても、8号のように強い雷管で起

爆しても、爆薬の威力に差異はないが、爆薬が鈍化されると雷管の威力のちがいが爆薬の威力のちがいと表われ、3号雷管で起爆するより8号雷管で起爆した方が爆薬の威力は大きくなるということである。

PB レポート<sup>10)</sup>によれば、膠質及び粉状の種々の試製爆薬につき、テトリール薬量 0.20g, 0.75g の雷管及びペントリット 1.2g の強力雷管を組合せてヘス試験, 鉛錘試験を実施した結果、爆薬に硝安の飽和溶液を加えて吸湿鈍化せしめると雷管の威力差が明瞭に表われるが、吸湿させないと雷管の威力差による爆薬の威力差が表われないとのことであり、これは筆者等の実験結果と一致している。

即ち I 項で述べた種々の報告で、雷管の威力差によつて爆薬の威力差が生ずると報告されているものは爆薬貯蔵中の老化或は吸湿等によつて爆薬が若干鈍化していたためであろう。又雷管の号数によつて爆薬の威力は全く変わらないと報告されている、南坊氏、大原氏等は何れも火薬の製造者であることを考えると両氏の使用した爆薬は製造後年月を経過していない比較的新しい爆薬であつたものと推定される。

これによつて実用上次の結論が得られる。即ち爆薬が製造後日時の経過が少なく或は貯蔵条件がよく鈍化していない場合には爆薬は3号雷管で起爆しても8号雷管で起爆したと全く同様な充分な爆力が得られるが爆薬が鈍化すると3号雷管では威力が不充分となつて6号雷管が必要となり、更に鈍化した場合は8号雷管が必要となる。従つて火薬類の消費者は爆薬の鈍化の程度によつて雷管の号数を選定することが合理的である。又雷管の製造者としては実際に消費地で使用される爆薬の鈍化の程度を調査し、雷管装薬量は安全率を考えた必要最小限度としてコストの低減を計るべきであると考えられる。

本実験について種々御指導を戴いた日本化薬折尾作業所研究課長木下四郎氏、及び実験について御協力下さつた研究課員勝原幾生氏、工藤隆義氏、梅谷千代子氏に感謝する。

尚本稿の内容は昭和36年4月22日工業火薬協会講演会で発表したものに若干加筆したものである。

### 文 献

- 1) E. Burlot : 火協, 2, 153 (1940)
- 2) 南坊平造 : 火協, 1, 62 (1939) : “採鉱火薬学” p.67 (1950)
- 3) E. Jones : Proc. Roy. Soc. A 120, 603 (1928)

- 4) 末光啓吾 : 工火協講演会 (1957年11月)
- 5) 山本祐徳 : 火協, 3, 285 (1941)
- 6) 鈴木富治 : 火協, 2, 226 (1941)
- 7) 大原正・坂本勝一 : 工火協, 13, 101 (1952)
- 8) 井田一夫 : 工火協 (未発表)
- 9) 横川六雄他 : 日化社内報 (未発表)
- 10) Dynamit A. G. : PB 74729

## The Relation between the Power of Explosives

### and that of Detonators

by Kazuo Ida and Taketo Arimura

The relationship between the power of explosives and that of detonators has not necessarily been confirmed. The purpose of this experiment is to find whether the power of explosives changes with the power of initiation or not.

The results of gap test, Haid test, Hess test, critical diameter test and the measurements of detonation velocity of explosives give the following conclusion.

In case of the explosives which are ne-

wly manufactured and stored in good conditions, the power is independent upon the strength of detonators. However, when the explosives become deteriorated after the long storage in bad conditions, the power is strongly dependent on the initiating strength of detonators.

Accordingly fresh explosives need not a strong detonator but desensitized explosives need a strong detonator.

## ダイナマイトのストレングスに就て

渡 辺 弘 道\*

### 1. 緒 言

ダイナマイトの爆力は弾動振子試験、弾動臼砲試験、鉛錘試験の成績に依つて表わされるが、この外欧米ではストレングスという言葉で一般に表わされている。最近日本のダイナマイト輸出が盛んになりつつあるが其の仕様書にストレングスの項目が示されているので、具体的に其のストレングスの値を求める必要が生じて来た。筆者はその必要に迫られて、入手し得る範囲の文献からストレングスの具体的な計算について調査研究した。本稿はその結果で、諸賢の御教示を得て、完全なものにしたい。

ストレングスによる爆力の比較は稍々もすると難解

に見えるようであるが、実際にはそうでない。爆力を爆力に正比例しないストレートダイナマイトの NG% をもつて表わすと云う点及び、バルクストレングスに於ては本来の仮比重をもつた各グレードのストレートダイナマイトの標準薬包のいづれかの爆力と等しい爆力を同一標準薬包の試験ダイナマイトが示す場合、その爆力をそのストレートダイナマイトの NG% で表わすという点に鍵があるので、この点を理解すればストレングスの難解は解決する筈である<sup>1)</sup>。又吾々が弾動振子試験に 60% 桜を 78.8mm、弾動臼砲試験に TNT の  $1 - \cos\theta$  を 100、鉛錘試験のピクリン酸の拡大容積を 310cc に採ることは、後述する Relative Weight Strength の表示形式を採用しているのである。

昭和36年7月19日受理

\* 日本油問株式会社本社火薬部