

文 献

- 1) 斎藤隆二 火兵学会誌 第35巻(昭17)
- 2) 北川徹三 応用物理 第24巻(1955)
- 3) 斎藤隆二 火兵学会誌 第35巻(昭17)
- 4) Picatiny Arsenal PB. 53818
- 5) 同 上
- 6) 鳳誠三郎 電気材料(共立出版)p.57.
- 7) 高田実, 庄田新一 第2回静電気研究発表会誌

演要旨(昭31)P.31~33

- 8) E. Braid R. C. Langille. and Anna M. Armstrong. Canadian Journal of Technology. Vol 34. No 2. p 45. March (1956)
- 9) 同 上
- 10) 北川徹三, 応用物理, 第24巻第10号, p 435. (1955)

Electrostatic charge during the manufacturing process of smokeless powder

Mantaro Uetake. Hiroshi Sato

It is well known that, in manufacturing smokeless powder, the problem of electrostatic charge is a matter of great concern for warding off danger. We studied on the electrostatic charge of smokeless powder. From our experiments we draw the following conclusion. 1) The amount of electrostatic charge depends on the electric resistance of the powder. The amount of charge on the powder of low resistance is low and that of high is high.

2) The amount of the charge on the powder is proportional to contact area of the powder. 3) The amount of the charge on the powder depends on the

characteristics (surface condition and component) of the material which comes in contact with the powder.

But when the surface concentration of electrostatic charge is increased, the amount of charge is saturated and becomes constant. We suppose the reason why this saturated charge occurs is that the leakage of charge from the powder and generating charge is balanced. And also our experiments shows that evaporation of solvent from powder does not generate the electrostatic charge. (Sakanoichi plant. Asahi Chemical Industry Co., Ltd.)

雷管威力試験法の検討

(第2報: 測定値に影響を及ぼす因子)

井田一夫, 磯谷 隆, 山本頭一郎, 工藤隆義*

I. 緒 言

前報に於て、現在提示されている雷管の威力試験法26種類を紹介し、その中代表的と思われる試験法、即ち直接法として鉛板試験、釘試験、砂試験、球試験、鉛錐試験、間接法として吸湿硝爆によるヘス試験、ハイド試験、合計7種類について、その表現する起爆作用、方向性等について検討した。その結果、従来雷管の威力試験法は猛度(衝動効果)を測定するものと考えられていたが、破片効果、熱効果を表わしている

試験法もあり、雷管威力の方向性をも加味して考えると、鉛板試験と釘試験の両者を採用し、更に吸湿硝爆ヘス試験或はハイド試験の何れかを併用することが望ましい事を述べた。

然し乍ら、試験法に於ては測定精度も重要な条件であり、再現性が悪くてはすぐれた試験法とは云えない。又試験費用のことも、実用上は無規出来ない問題である。従つて本報に於ては上記7種類の代表的試験法について測定値に影響を及ぼす因子、測定値の精度、試験経費等について検討する。

II. 測定値に影響を及ぼす因子

昭和36年8月25日受理

* 日本化薬KK折尾作業所 福岡県若松市大字後川

2.1 鉛板試験

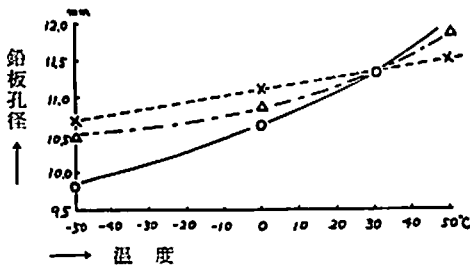
これは鉛板の上に雷管を立て、雷管の爆発によつて鉛板に孔が貫通するかどうかを見たり又孔の直径を測定することによつて雷管の威力を比較する方法である。

鉛板孔径の測定値に影響を及ぼす因子としては、鉛板温度、鉛板孔の真円からのゆがみ、鉛板上の雷管の傾斜等が考えられるので、これらについて検討した。

(a) 鉛板温度による影響

鉛板の穿孔が鉛の熔融によるならば、鉛板の温度が高い場合には低い場合より熔融し易いので、鉛板の温度により孔径が異なる筈である。又雷管自体の温度によつても雷管威力が異なることも考えられる。即ち同じ雷管同じ鉛板を使用しても冬期と夏期とで鉛板孔径が異なることが考えられるのでこの点を検討した。

試験結果は図1の如くであるが、これによると鉛板も雷管も何れも温度が高くなると孔径が大きくなるが、鉛板温度の方が影響が大きい。又鉛板と雷管とを同時に温度変化させると最も影響が大きいが、冬期(5°C)には夏期(30°C)よりも孔径が約0.6mm小さくなると考えられる。このことは雷管製造工場に於ける検査成績からも統計的に認められる。



- ×……× 鉛板温度は常に 30°C で雷管温度のみを変えた場合
- Δ……Δ 雷管温度は常に 30°C で鉛板温度のみを変えた場合
- 鉛板と雷管とを同じ温度にして共に変えた場合

図1 鉛板温度、雷管温度と鉛板孔径との関係

(b) 鉛板孔径の測定位置による影響

鉛板孔径を測定する場合には鉛板孔の一方所又は二カ所しか測定しないが、鉛板に生じた穿孔は完全な円形ではないので、測定位置によつて鉛板孔径が異なることが考えられる。即ち鉛板孔の真円からのゆがみのためにどの程度の測定誤差が生じ得るかを検討した。

6号雷管によつて厚さ4mmの鉛板に生じた穿孔の直径を種々の位置で16カ所測定すると、一つの鉛板孔に対して16コの測定値が得られるので、平均値 \bar{x} や標

準偏差 σ 等を計算する。同一ロットの雷管で5枚の鉛板試験を実施して5枚の鉛板について同様のことを繰り返して得られた5つの \bar{x} の平均値 $\bar{\bar{x}}$ 及び標準偏差 σ の平均値 $\bar{\sigma}$ を計算すれば表1の如くである。

表1 鉛板孔の測定位置によつて生ずる偏差

(単位: mm)

鉛板 No	1	2	3	4	5	平均	均
平均値 \bar{x}	11.77	11.82	11.59	11.68	11.54	$\bar{\bar{x}} = 11.68$	
範囲 R	0.4	0.3	0.25	0.3	0.4	$\bar{R} = 0.28$	
標準偏差 σ	0.133	0.085	0.071	0.085	0.114	$\bar{\sigma} = 0.120$	

即ちこれによれば鉛板孔径の測定位置に依る σ は0.1mm程度であるから真円からのゆがみは非常に小さく、 σ は鉛板相互間の標準偏差 $\bar{\sigma}$ より小さいので、測定位置に依つて生ずる誤差はそれ程大きくないことがわかる。従つて鉛板孔径の測定は2カ所を測定してその平均値をとれば充分であろう。

(c) 鉛板上に立てる雷管角度の影響

雷管の垂直からの傾斜角度が約7°以上位になると目視によつて傾斜していることがわかるので、実際の試験で起り得る最大傾斜角度を7°として、この場合について鉛板孔の真円からのゆがみ及び孔径の平均値を測定した結果表2の如くであつた。尚鉛板孔径は8カ所測定して標準偏差 σ を求めた。

表2 鉛板上の雷管を傾斜させた場合の孔径(mm)

鉛板 No	1	2	3	4	5	平均	均
平均値 \bar{x}	11.53	11.40	11.17	11.58	11.31	$\bar{\bar{x}} = 11.34$	
範囲 R	0.25	0.15	0.35	0.20	0.20	$\bar{R} = 0.36$	
標準偏差 σ	0.088	0.053	0.123	0.077	0.070	$\bar{\sigma} = 0.125$	

即ち表2に依れば、この場合も鉛板孔の測定位置による標準偏差 σ は鉛板相互間の標準偏差 $\bar{\sigma}$ より小さく、表1の σ と同程度であるので、雷管が7°傾斜したからといって孔径の真円からのゆがみが大きくなるとは云えない。然し乍ら表1の $\bar{\bar{x}}$ と表2の $\bar{\bar{x}}$ とを比較すると表2の方が小さく、両者は危険率5%で有意差がある。従つて鉛板上の雷管が傾斜すると鉛板孔径が小さくなると考えられる。

上記の(a)(b)(c)を総合すれば、鉛板孔径に影響する試験条件は割合少ないことが分る。

2.2 釘試験

釘試験は長さ4インチの釘の側面に雷管を結びつけ、雷管の爆発後釘の曲り角度を測るのであるが、釘の曲り角度に影響を与える因子としては、雷管を縛る銅線の直径、釘と雷管の軸が完全に平行かどうか、銅線で雷管を釘に巻きつける際の巻数等が考えられるの

表3 釘試験の測定値に影響を与える因子

因子	銅線の直径			釘の軸と雷管軸との角度			雷管を釘に縛る際の銅線巻き数		
	m/m	0.45	0.90	0° (平行)	6° (cross)	20° (cross)	5回	2回	
試験条件	0.20								
測定値	x	34.8°	29.4	26.5	29.4	31.6	30.5	29.4	35.0
	R	5.2	3.0	6.0	4.0	7.5	5.5	3.0	9.5
	n	5	5	5	5	5	5	5	5
備考	釘と雷管とは完全平行 銅線巻き数 5回			銅線巻き数 5回 銅線直径 0.45m/m			銅線直径 0.45m/m 釘と雷管とは完全平行		

でこれらについて検討した結果は表3の如くであつた。尚雷管試料は JIS による6号雷管である。

表3によれば銅線が細くなつて釘と雷管との間隙が小さくなると釘の曲り角度は大きくなり、その影響は相当著しい。このことは雷管からの距離によつて横方向の衝動量が急激に減衰するという筆者の測定結果¹⁾(衝撃板子による)を再確認したものと考えられる。

釘と雷管の軸とが平行でなくなると釘の曲り角度に大きい影響を与える事が予想されたが、表3の結果ではこの影響はそれ程大きくはなく、約20°交叉しても曲り角度は余り変らない。又雷管を釘に縛りつける際の銅線の巻き数は多い方が曲り角度が小さくなつてゐるが巻き数が少ない場合にはバラツキが非常に大きくなつてゐるので、平均値xに有意差があるかどうかは疑問である。従つて巻き数によつては曲り角度に影響は少ないが、巻き数が多い方がバラツキが少なくなるので良いと考えることが出来る。

現在の釘試験法では釘を縛る銅線は22番線(米国標準)と規定されているので雷管と釘との距離による影響はなくすることが出来る。従つて釘と雷管との交叉角度や銅線の巻き数による影響が少ないことが判明したので釘試験は慎重に実施すれば、測定精度は悪くない試験法と考えることが出来る。

2.3 砂試験

砂試験の方法は鋼製ポンベの中に 20mesh 通過 30 mesh 止りの砂を入れ、砂の中に雷管を挿入して爆発させ、砂の破碎度(30mesh 通過の砂の重量)によつて雷管の威力を測定するものである。

砂試験の精度に影響する因子としては、砂の種類、砂の破碎量を篩別する際の篩分時間等が考えられる。

横山氏等の報告²⁾によれば、Ottawa 産の珪砂と日本産の珪砂(東海工業瀬戸工場産)とを比較すると、同じ雷管で破碎される砂量は日本産の方が多し。然し雷管の薬量増加に伴つて日本産の砂は Ottawa 産の砂より急激に破碎量が増大するので、日本砂を用うれば雷管の威力差をより細かい尺度で測り得るといわれ

る。

表4 砂試験の測定値に影響を及ぼす因子

因子	砂の種類	破碎された砂の篩別時間				
		1分	3分	5分		
試験条件	A, B					
測定値	x(g)	95.1	105.8	95.1	99.8	102.3
	R(g)	3	4	5	3	2
	n	3	3	3	3	3
備考	篩別時間 1分 砂の種類は A 試料雷管は JIS による6号雷管、即ち装薬量はテトリール0.45g、雷管爆粉0.4g、管体は銅					

筆者等の実験では、表4の如く同じ雷管を試料としても日本国内の砂の産地によつて砂の破碎量には10%以上の差があり、同じ砂の場合でも篩別を短時間(約1分)行うか、長時間(約5分)行うかによつて5~10%の差を生ずる。従つて砂試験では常に同一種類の砂を使用し、篩別時間も一定にしなければならない。

砂試験の値は砂の種類や篩別時間によつて異なるが、これらは何れも容易に管理出来る事柄であるから試験精度は良く、又高価な砂を使用しない限り経費はかからない。然し砂をポンプに出し入れしたり篩別したりするのに割合時間がかかり、鉛板試験のように簡単にやれないのが欠点である。

2.4 球試験

球試験は雷管底面と金属球とを接触して置き、雷管の爆発によつて飛行する金属球の距離によつて雷管底方向の衝動量の絶対値を測定する方法である。³⁾

球試験の測定値に影響を及ぼす因子としては、金属球の材質や重量が考えられるが、これらは別の報告で述べた如く³⁾、衝動量の絶対値には影響しない。従つて雷管底部が球の中心に密着するように留意すれば、球試験の精度はかなり良い。又球の重量は試験精度や経費の点から50g 附近の鉛球が良い。又球試験の操作は鉛板や釘試験と同様最も簡単であり、経費も安価である。

2.5 鉛燭試験

この試験は鉛燭中央の小孔に雷管を挿入し、雷管爆発後の拡大容積を測定して雷管威力の比較尺度とするのであるが、第1報でも述べた如く鉛燭寸度に明確な規定はない。

鉛燭拡大値に影響を与える因子としては、鉛燭寸度特に外径、雷管挿入後の填塞の有無、雷管挿入孔の直径（即ち雷管挿入孔と管体との間隙の大きさ）、鉛燭温度、等が考えられる。

表5 鉛燭拡大値に影響を及ぼす因子

因子 試験 条件	鉛燭外径		填塞(粘土)		雷管 挿入孔		鉛燭温度		
	5cm	10cm	有	無	mm 8φ	mm 10φ	15°C	0°C	30°C
\bar{x}	27.0	13.9	17.0	13.9	13.9	10.5	11.5	12.9	13.9
R	0.8	0.5	0.4	0.2	0.5	0.3	0.9	0.5	0.5
n	3	3	3	3	3	3	3	3	3

備考 特記しない限り次の条件で試験した。

鉛燭外径：10cm、雷管挿入孔 8mmφ、填塞無し

鉛燭温度：20~25°C

使用雷管は JIS による 6号雷管、即ち銅管体、外径6.5mm、装薬量テトリール0.45g、雷汞爆粉 0.40g。

試験結果は表5の如くであるが、これによれば鉛燭外径の影響が相当大きく、鉛燭外径が小さい方が拡大値は大きくなる。又填塞があるとない場合より拡大値は大きくなる。雷管挿入孔と雷管との間隙は少ない方が拡大値は大きくなり、鉛燭温度は高い方が鉛が溶融し易いので拡大値は大きくなる。

然しこれ等は鉛燭作製の際の寸度を一定にすれば管体の外径が同じである限り容易に管理出来るし、又鉛燭温度は夏期と冬期とでは異なるが同一試験に於ける拡大値を比較する場合には考慮しなくてよい。即ち鉛燭試験は比較値としては割合測定精度の高い試験法と考えることが出来る。

2.6 ハイド試験

ハイド試験は現在我国のJISにも採用されているが、試験の要領は、厚さ 30mm の鉛板上に鈍化成型爆薬（TNT とタルクの混合物）を置き、雷管を挿入して爆発後鉛板に生じた凹みの孔径によつて雷管の威力を比較するのである。

ハイド鉛板孔径に最も重要な影響を与えるのは成型爆薬の製法であるが、これには TNT の純度、粒度、成型爆薬の密度、薬量、寸度等が重要な因子である。TNT の純度はハイド氏等の試験と同様 JIS でも凝固点 79.6°C 以上、粒度は 0.15~0.5mm となつている

が、成型爆薬の密度、薬量、寸法の決め方には二つの方法がある。即ち Haid 氏等が実施した方法⁷⁾では圧搾圧力を 1250kg/cm² として成型爆薬の寸度（薬高）が一定となるように薬量を 30g からタルク5%を増加する毎に 0.5g づつ増加させるのである。一方 JIS では圧搾圧力は 500kg/cm² とし、タルクの配合比が変つても薬量は常に 30g として薬高寸度は規定しないのである。即ち、JIS⁸⁾ではタルクの配合比が増加すると成型爆薬の薬高は低くなる。ハイド試験の鉛板孔径は薬量によつても薬高によつても変るので Haid 法、JIS 法夫々一長一短と思われる。

東島氏等⁹⁾はハイド試験法の欠点として、①タルクの混合率と鈍性爆薬の爆轟性ととは比例しない、即ち爆薬の中に不爆物を含むことは不合理であること、②TNT の粒度、成型爆薬の圧搾圧、タルク量の僅かな差異によりばらつきが起り易いこと、③起爆点から薬端までの長さが余り大きいと薬包爆轟度の差が不明瞭であること、以上三点を指摘し、鈍性爆薬として TNT とテトリールとの混融鉛造薬を提案した。Beyling 氏等¹⁰⁾はハイド試験に使用する鉛造鉛板は同一ロットのものでないと孔径が異なる点を、又 Arundel 氏¹¹⁾は成型爆薬の雷管挿入孔と雷管との間隙の大きさによつて鉛板孔径が異なる点を指摘している。この外鉛板の温度、爆薬成型後の経過時間等も鉛板孔径に影響を与えると思われるのである。

この様にハイド試験に影響を及ぼす因子は非常に多いのであるが、雷管の威力試験法としては比較値を測定すればよいのであるから、問題は実用上満足すべき試験精度が得られるかどうかにかゝる。従つて筆者等はハイド試験成績に影響を及ぼす因子の中で実用上最も重要と思われるタルク配合比、TNT 粒度、純度、水分、成型爆薬の装填密度、鉛板温度、雷管と成型爆薬孔との間隙の影響等について検討し、ハイド試験が実用上十分な精度を有しているかどうかを見ることとした。

(a) 試験試料

鈍性爆薬の成分たる TNT は A, B, B' の3種類を使用した。A は日本化薬厚狭作業所で製造したもの、B は米軍の砲弾より取り出したもの、B' は B を再結晶して精製したものである。タルクは試薬一級品を使用した。

雷管試料としては、タルクの配合比の影響を見る試験には国際規格による 3, 6, 8号雷汞標準雷管、及び JIS による 3, 6, 8号テトリール混成雷管を使用した。その他の試験では JIS による 6号テトリール混成雷管のみを使用した。管体は何れも銅である。

(b) 試験方法

鈍性爆薬（成型爆薬）を調整するには TNT とタルクの混合物 30gr を成型容器に入れ、装填密度の影響を試験する場合以外はタルクの配合比に関係なく成型爆薬の高さが 25mm になるように定寸圧搾した。即ち常に $\Delta=1.84$ となるようにした。JIS では圧搾圧力を常に一定として成型爆薬の寸度を規定していないがタルクの比重は TNT の比重より大きいのでタルクの混入率が増えると圧搾圧力は一定でも成型爆薬の葉高は低くなり、装填比重 Δ は大きくなるのである。又筆者の試験で成型爆薬の葉量を 30gr. とし一定にしたこと、成型爆薬の直径を 25mm としたこと、雷管挿入孔の直径を 7mm、深さを 25mm としたことは JIS と同じである。

(c) 試験結果

試験結果は図 2 の如くである。これにより次のことが云える。

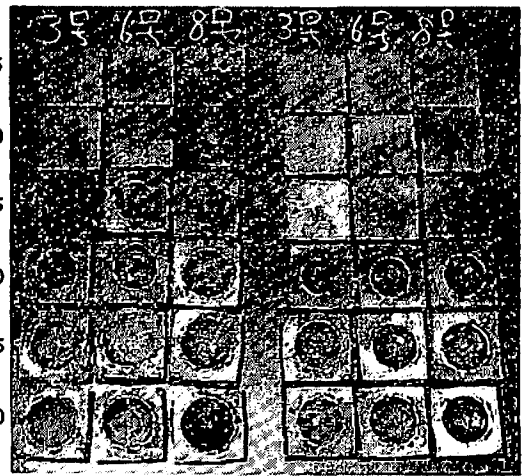
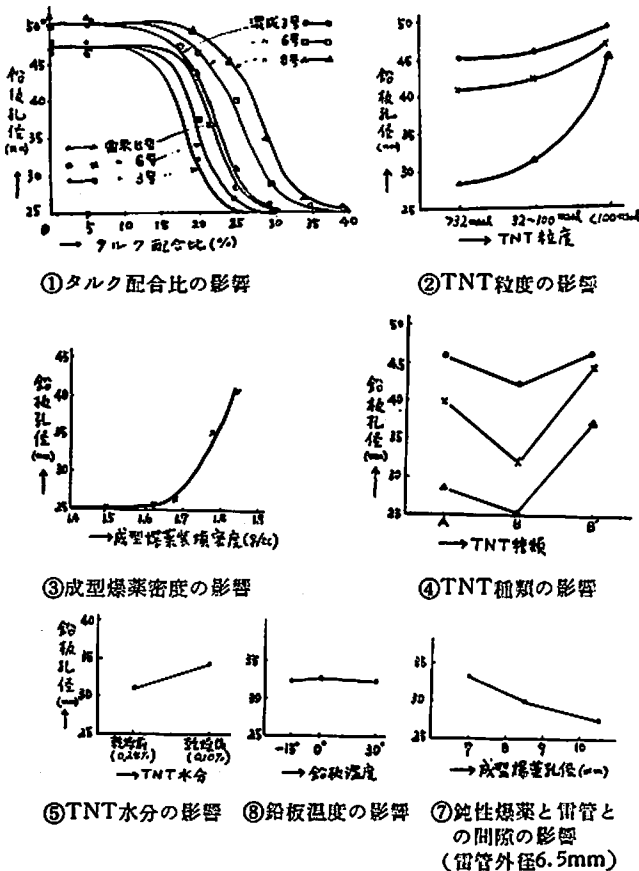


写真 1 各種雷管のヘッド孔径

図 2 ハイド試験に影響する因子



雷管装薬量が増加すると鉛板孔径は確実に大きくなるが、その差異は写真 1 の如く、タルク配合率で 5% 程度である。現在の JIS では 3, 6, 8 号でタルク配合率を 10% づつ変えているがこの点検討を要する。同じ号数なら標準雷管より混成雷管の方が遙かに強力である。曲線の形は山本氏の報告³⁾に類似し、Haid 氏等の報告⁴⁾とは若干異なっている。

② TNT 粒度の影響は Haid 氏等の報告と同様粒度の細かいもの程孔径が大きい。特にタルク%が多くなつたとき粒度の影響が著しい。

③ 成型爆薬の装填密度は大きい方が明らかに鉛板孔径が大きくなり、このことは圧搾圧の影響が著しいことを示している。従つて成型爆薬の調整に当つてはこの点に細心の注意を要する。

④ TNT 純度の影響も相当大きい。即ち同じ TNT でも種類によつて鉛板孔径に差異があり、B よりも A の方が爆力が大きい。然し B を再結晶させた B' は A よりも更に爆力が大きい。

⑤ TNT の水分も僅かの差異でヘッド孔径が異なるのでこの点も鈍性爆薬調整の際留意すべきである。

⑥ 鉛板温度の影響は実用範囲では殆んど認められない。

⑦ 成型爆薬の孔と雷管との間隙が大きくなると明らか

① タルク配合比は 15% までは雷管号数による差異が表われないが、15~35% の間で最も差異が明瞭に表われる。従つて今回の試験条件では混成雷管の場合タルク配合比は 25% が最適である。又 3, 6, 8 号と

にハイド孔径は小さくなる。このことは同じ成型爆薬で雷管外径の異つた試料を比較すると相当大きな誤差が生ずるといことで実用上極めて重要である。

(d) 考察

以上の如くハイド試験は種々の因子によつて影響されることが明らかとなつたが、データのばらつきは殆んど絶対値の±5%以内に入つて居て割合少い。これらのことから次の結論が得られる。

- ①ハイド試験に影響を与える因子は非常に多く、之等すべての因子を時間或は場所の異つたすべての試験で同一に保つことは困難であるから、時と場所とを異にしたハイド試験の絶対値の比較は意味がない。
- ②然し乍らこれらの因子は同一の試験では一定とすることが出来るので、同一試験に於ける個々のデータのバラツキは割合少なく、雷管威力を相対的に比較する場合にはハイド試験は信頼度が高い。

③JISではTNTの粒度、純度のみを規定しているが、この外TNTの水分や葉温、鉛板の温度や純度等も孔径に影響するので、出来れば全国的に統一された基準雷管と比較して雷管号数を決定する方が合理的と思われる。

2.7 吸湿硝爆によるヘス試験

これは鈍化爆薬として硝安爆薬に数%の水分を加えたものを使用し、爆薬のヘス試験の要領(但し鉛柱は1コ使用)で鉛柱圧潰値によつて爆力を測定し、それを以てその際使用した雷管の威力と判定するのである。

この試験に影響を及ぼす因子としては、雷管の挿入位置(挿入深さ)、天候(気温、湿度)、吸湿硝爆の経時変化、水分混合時間、鉛柱温度等が考えられるので、本報ではこれらについて検討した。

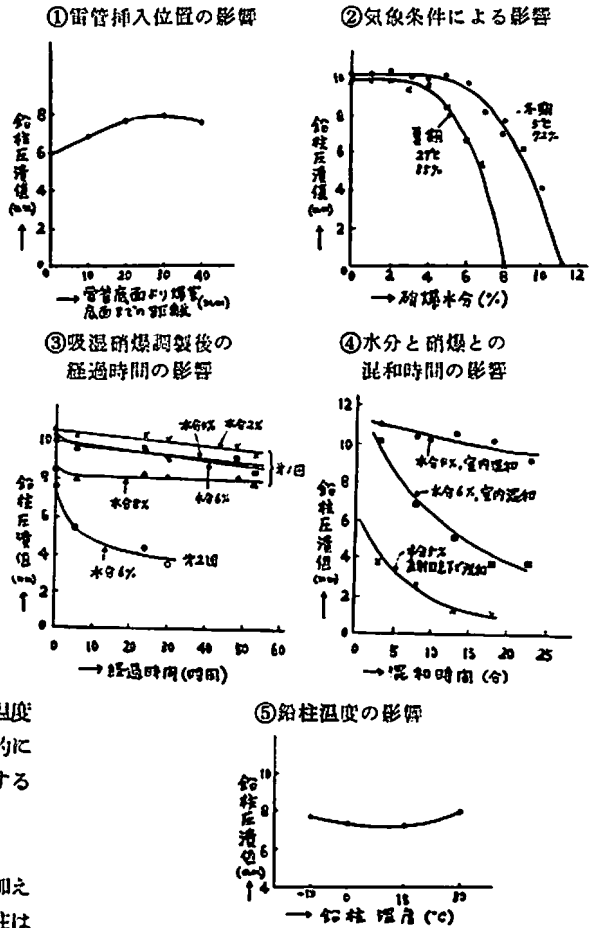
(a) 試験試料

試験試料として使用した爆薬は日本化薬厚狭作業所製のD新硝安爆薬であり、その配合成分は硝安76.2%食塩5%、塩化カリウム7%、T.N.T3%、D.N.N6%、木粉澱粉2.8%である。雷管はJISによる6号テトリール混成雷管を使用した。

(b) 試験方法

試験方法は、硝安爆薬約2~3kgを洗面器に入れ、一定量の水分を添加して十分に混合し、吸湿硝爆50gを直径40mmのパラヒン紙筒に充填し、その中に雷管を挿入して鉛柱の上に置き、雷管の爆発後吸湿硝爆の爆力によつて生じた鉛柱の縮みを測定して雷管起爆

図3 吸湿硝爆ヘス試験に影響を及ぼす因子



力の尺度とするのである。

(c) 試験結果

得られた結果は図3の如くであるが、これより次のことが云える。

- ① 一般的に云えば薬包中の雷管の挿入位置は浅い方が圧潰値が大きく、大谷氏等の報告¹⁰⁾と同様である。これは第一薬包内では雷管の挿入位置から遠ざかるに従つて爆速が大きくなることから当然予想される。雷管挿入位置の影響は相当大きいのでヘス試験に於てはこの点に充分注意する必要がある。
- ② 筆者等の経験によると同じ水分率を硝爆に加えても天候によるためかその都度異つた圧潰値を示すことがあるのでこの点を検討したところ、同じ水分%でも夏期と冬期とでは圧潰値が異り、同じ圧潰値を得るためには夏期は冬期よりも水分は少なくてよいことが判明した。
- ③ 吸湿硝爆を紙筒に充填後爆発試験までに2~3時間程度の時間がかかることがあるので、吸湿硝爆が経時変化を起すかどうかを検討したところ、水分の

多いものは経時変化を起すことがわかつた。従つて吸湿硝爆を紙筒に充填後は出来るだけ速かに爆発試験を終了しなければならない。

④ 同じ水分量を配合しても硝爆と水との混合時間によつて圧潰値が異なるかどうかを検討したところ、水分が4%以下であれば混合時間の影響は余り認められないが、水分が5%以上になると影響が現われ、混合時間が長いと圧潰値が小さくなること、混合場所が直射日光下であると硝安の吸湿がはげしいので混合時間が僅かでも圧潰値は小さくなることが判明した。即ち水と硝爆との混合は不充分では水が均一に混らないし、余り充分にすると圧潰値が低下する恐れがあり熟練を要する。

⑤ 鉛柱温度の影響は実用範囲では認められない。

(d) 考察

吸湿硝爆によるヘス試験の圧潰値に影響を及ぼす因子は以上の如く種々あり、この中には天候による影響等避け難いものもあるので、ヘス試験の成績は比較値としてのみ考慮すべきである。又ハイド試験と比べて雷管挿入位置の影響を皆無にすることが出来ないことや、硝爆中に水分を添加するので鈍性爆薬の経時変化の影響がTNTとタルクの混合物より大きいので個々の測定値のバラツキがやや大きい。Dynamit A.Gでは硝安の飽和水溶液を工業爆薬に混入して鈍性爆薬試験を行つているようであるが¹¹⁾、経時変化の影響を少くする一つの手段として興味ある方法である。

然し乍ら硝爆を水分で鈍化する方法は、TNTをタルクで鈍化するハイド試験に比べると、雷管の威力試験法としては遙かに實際的であり、兎も角吸湿硝爆に対して起爆力の大きい雷管は実用上安心して使用出来るという長所を有する。

III 試験精度、試験経費

前項に於ては試験の測定値に影響を及ぼす因子について検討したが、試験精度、試験経費(労務費即ち試験の能率を含む)も重要な問題であるから、本項ではこれらについて検討する。

試験精度即ち測定値のバラツキの程度を表現するには色々な方法が考えられるが、鉛板試験では測定の対象となるのは鉛板孔径であり、釘試験では釘の曲り角度であり、砂試験では砂の破碎度である如く、試験法によつて測定の対象が異なるので、これらの試験精度を比較するには標準偏差を平均値で除した商、即ち偏差係数C.O.Vを比較するのが妥当である。従つて前項で述べた7種類の代表的な試験法について夫々COVを計算した、計算の基礎となる数値(個々の測定値)としては本報以外に於て我々が実施した多数の数値を利用したが、ここには個々の測定値は記述せず、計算

結果のみを表6に示す。

表6 試験精度 試験経費一覧表

試験法の名称	試験精度 COV (%)	試験経費(指数)		
		材料費	労務費	総合
鉛板試験	2.3%	100	100	100
釘試験	7.1	30	350	190
砂試験	1.1	10	1000	510
球試験	5.0	110	400	260
鉛嚮試験	3.4	3300	330	1820
吸湿硝爆によるヘス試験	12.6	1300	800	1050
ハイド試験	2.8	640	800	720
備考	試験経費は鉛板試験の材料費と労務費とが金額で大体等しいので材料費指数と労務費指数との平均指数を総合指数とすることが出来る。			

又試験経費としては、試験に必要な材料費と試験に従事する作業延時間即ち労務費が考えられる。又7種類の試験法の中で釘試験と砂試験を除く他の5種類の試験法は何れも鉛の材料を使用するが、鉛は改鋳によつて繰り返し使用するのが普通であるから、ここでは鉛を使用するものは改鋳費を以て材料費と見做した、更に労務費は同一雷管個数例えば10本の雷管を試験するのに必要な労働延時間を比較した。そして材料費、労務費共に鉛板試験を100とし、他の試験法は鉛板試験との比較指数を以て表現した。尚これ等の指数は操作方法や作業員の熟練度等により若干異なることも考えられるが、試験の方法そのものは各国共通であるから場所や時代によつて大きな差異はないものと思われる。

試験精度計算の結果、及び試験経費の指数は表6の如くであるが、これにより次のことが云える。試験精度、即ち測定値のバラツキは砂試験が最も少くして良好であり、以下鉛板、ハイド、鉛嚮、球、釘の順となり、吸湿硝爆ヘス試験が最も悪い。同じ鈍性爆薬試験でもハイド試験の方がヘス試験より試験精度は相当すぐれている。試験費用は材料費と労務費とを総合すると鉛板試験が最も安価であり、次で釘、球、砂、ハイド、ヘスの順となり、鉛嚮試験が最も高価である。然し試験の能率(即ち労務費)について考えると鉛板試験が最も簡単に出来、釘試験、球試験、鉛嚮試験等は次で簡単であるが、ハイド試験、ヘス試験等は鈍性爆薬の調整などに手数がかかるので相当面倒である。最も多くの労力を要するのは砂試験であつて、これは砂の篩別に長時間かかるからである。

IV 結論

第1報に於て雷管の威力試験法を雷管の起爆作用に関連させて検討したが、鉛板試験と釘試験とを併用すれば雷管の衝動作用のみならず破片作用や熱作用も表現出来るし、又雷管の底方向、横方向について別々に威力を測定出来るので好都合であることを述べた。更に雷管起爆力の判定を確実にするためにはハイド試験或は吸温硝爆ヘス試験の中何れか一つを実施することが望ましいことを述べた。

本報に於ては各種試験法の測定値に影響を及ぼす因子(試験条件)、試験精度(測定値のバラツキの程度)試験経費等について検討したところ、直接法(鉛板、釘、砂、球、鉛塊試験)では測定値に影響を及ぼす因子は割合少なくそれらは何れも管理可能なものであるが、間接法(ハイド、ヘス試験)では鈍性爆薬の調整に多くの因子が含まれて測定値に影響することが判明した。又測定値のバラツキは試験法によつて差はあるがCOVで大体10%以下であるから測定困難な程大きいバラツキではない、然し釘試験や吸温硝爆ヘス試験は試験精度の点から見て他の試験法に比べて試料雷管の数を多くすることが望ましい。又試験費用は鉛板試験、釘試験は何れも最も少く、鈍性爆薬を使用する試験はやや経費は高くなるがハイド試験の方がヘス試験よりも安価である。

第1報の結論と本報の結論を綜合すれば、雷管の威

力試験法としては直接法では鉛板試験と釘試験、間接法ではハイド試験を実施すること、特にこの三者を併用することが最も望ましいと考える。

本研究を行うに当り終始御指導御鞭撻を賜つた日本化薬折尾作業所研究課長木下四郎氏に厚く御礼を申上げる。又本研究の実施並に発表を許可された前折尾作業所長藤原周氏、現所長山田正幸氏に感謝する次第である。

文 献

- 1) 井田一夫：工火協，21，168 (1960)
- 2) 横山孝夫・山本祐徳：工火協講演会 (1954年4月)
- 3) 井田一夫：工火協，21，283 (1960)
- 4) A. Haid & H. Können：ZSS，25，393, 433, 463 (1930)
火兵，25，394 (1932)
- 5) JIS. K4806 (1950)
- 6) 東島直・吉富広彦：第47回火薬研究会 (1957)
- 7) Beyling & Drekopf：“Spreng-und Zündmittel” (1936)
- 8) H. Arundel：ZSS. 21，115 (1926)
- 9) 山本祐徳：火協，3，285 (1942)
- 10) 大谷敬之他：社内報告 (1949)
- 11) Dynamit A. G.：PB74729

Investigations on the Test of a Detonator (Part II)

by Kazuo Ida, Kenichiro Yamamoto, Takashi Isotani
and Takayoshi Kudo.

The condition of test, which have an effect on the measured value, the precision of test (coefficient of variation) and the expense of test (cost of material and labour) were investigated in the typical methods for testing the strength of a detonator, namely, lead plate test, nail test, sand test, ball test, lead block test (small Trauzle test), Haid test and Hess test.

The results obtained are as follows:—

The control of the condition for exact test is easy in lead plate test, nail test, sand test, ball test and lead block test,

but difficult in Haid test and Hess test.

The precision of test is good in sand test, lead plate test and Haid test, and is not good in Hess test.

Lead plate test, nail test and ball test are less expensive than sand test, lead block test, Haid test and Hess test. Haid test, however, is less expensive than Hess test.

Considering from Part I and Part II of this paper, it is desirable that one takes lead plate test, nail test and Haid test together with to determine the strength of a detonator.