

雷汞雷管の基礎的研究

(第四報) 粉末の圧搾に就て

(昭和26年2月10日受理)

又 木 武 一

(帝國火工品川越工場)

I 緒 言

工業雷管は下部にヘキソゲン、テトリール等の添装薬を、上部には雷汞と塩素酸加里とを配合した爆粉又は窒化鉛を粉状若しくは粒状で、銅又はアルミニウムの管体内に圧搾成型したもので、鑄造したものは一つも無い。更に添装薬に就て考えると、各号の雷管は同一直径であるにも拘らず、薬量は3号では0.35g、6号では0.45g、8号では0.90gと各々違っているので、総てを一回に圧搾する事は不可能で、3号は一回、6号は二回、8号では四回と圧搾回数を増加して居る。且爆薬の猛度は装填比重に比例するので、添装薬の圧搾圧力を増加するに従つて、雷管の威力も増加する筈である。次に爆粉に就て考えると、爆粉量は3号では0.3g、6号では0.4g、8号では0.5gとその差が少いので、総て一回に圧搾するが、圧搾圧力が増加するに従い雷管の爆発が困難となつて、 700 kg/cm^2 以上の圧力に達すると起爆しなくなり、所謂死圧の現象を呈する。即ち工業雷管に於て、粉末の圧搾如何は雷管の性能を支配する極めて重要な関係を持つて居る。

更に他の火工品に就て考えて見ると、導火線及導爆線は黒色火薬又は爆薬を糸や紙等で締めつけたもので、締め方が悪いと火薬が途中で切れたり又は隙間が出来て、所謂立ち消え若しくは連燃を生ずる傾向がある。尙需用雷管では爆粉を雷管蓋に圧搾するが、圧搾圧力が弱いと爆粉が取扱中に脱落したり、衝撃に対する発火感度が悪くなつて、不発の原因となる。更に捕鯨用の信管及び爆管も総て火薬粉末を管体内に直接圧搾するか、若しくは薬柱に圧搾して使用されて居る。

斯くの如く粉末の圧搾状況を研究する事は、火工品総てに対して重要であるにも拘らず、従来火薬類の方面では殆ど検討されて居ないので、次に圧搾した粉末内の圧力分布状況、粉末と容器壁間との摩擦抵抗及び圧搾粉末の脱落等に就て簡単な計算を行うと共に、之を確認する実験を行つて雷管の性能改善方法を研究した。

II 圧搾圧力の分布状況

粉末を圧搾すると上部と下部で密度が変化し、下部

に行くに従つて圧搾圧力の減少する事は既知の事実である。この原因は主として粉末相互間及び粉末と器壁間の摩擦に依るものと考えられる。今図1に示す如

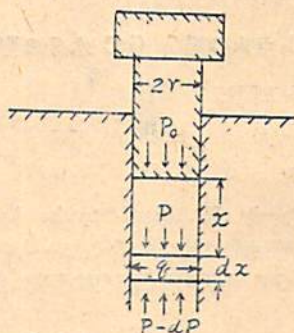


図 1

く、内径 $2r$ の圧搾容器内に粉末を装入し上部より単位面積当り P_0 なる圧力を加えたとする。圧搾粉末表面から x の距離に薄い粉末の層 dx に就て力の平衡を考える。 μ を粉末と器壁間の摩擦係数、 q を粉末が器壁を押す力とすれば、 dx 間に低下する圧力 dP は次の式で表わされる。

$$\pi r^2 dP = -2\pi r q \mu dx \dots\dots\dots (1)$$

然るに q は P に比例するから m を比例常数とすれば

$$q = mP \dots\dots\dots (2)$$

但し m も μ も 1 より小である。(2)を(1)に代入し簡単にすると

$$r dP = -2m\mu P dx \dots\dots\dots (3)$$

即ち

$$dP/P = -2m\mu dx/r$$

之を積分すれば

$$\ln P = -\frac{2m\mu}{r}x + C \dots\dots\dots (4)$$

圧搾面即ち $x=0$ に於ては $P=P_0$ であるから

$$C = \ln P_0$$

故に(4)は

$$\ln P/P_0 = -2m\mu x/r$$

即ち

$$P = P_0 e^{-\frac{2m\mu}{r}x} \dots\dots\dots(5)$$

(5) が粉末内の圧力分布状況を示す理論式である。P と x との関係を図示すると、図 2 の曲線 ABC と

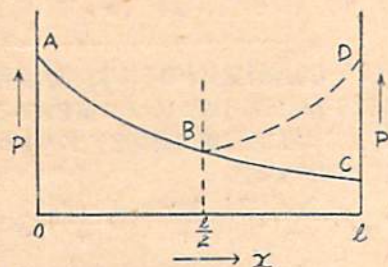


図 2

示される様に、圧力分布は圧力面から遠ざかるに従つて、最初は急に、後では徐々に減少して行く。即ち粉末を圧力する場合、流体の如く一点に加えた圧力が流体内を一様に傳播せず、圧力面で最大圧力を示し下部に行くに従つて次第に低下して居る。其の低下する割合は $\frac{2m\mu}{r}x$ が大きい程著しいので、同一距離 x では圧力容器の内径が小さい程、又 mμ の大きい程 P は小さくなる。圧力分布を増加すれば当然 P も大きくなるが、雷管では管体の肉厚が 0.2 耗と極めて薄いので、管体が圧力で変形しない為には P₀ にも一定の限度がある。mμ は 1 より小で粉末によつて決つて居るから、P を大きくする為には x/r を成るべく小さくしなければならぬが、x を小さくする事は圧力回数を増加する事になるので、多量生産の見地から自然と限界が決つて来る。普通工業雷管では x/r (1.7~2.0) になる様に圧力されて居るが、獵用雷管では P の大きい程衝撃に対する発火感度が良いので特に小さく約 0.3 にして居る。

次に圧力方向に就て考えると、工業雷管管体の凹部を下と考へれば現在は總て上部から圧力して居るので、上部が圧力最大で、従つて比重が大で、下部に行くにつれて装填比重は次第に小さくなつて居る。故に上部の爆粉は装填比重が高く死圧に近くなるので起爆が困難となり、又下部の添装薬は反対に比重が小さくなつて雷管の猛度が減る結果となり現在の圧力方法は爆粉の為にも、又添装薬の為にも極めて不利な状態にある。之は速かに圧力方向を変えて下部より圧力し、添装薬の装填比重を大きくして雷管の威力を増大すると共に、爆粉の圧力分布は小さくして爆発性能の向上を計らなければならぬ。

更に上下両面から圧力した場合には、図 2 の曲線 ABD となる。今点 A, B, C, D の圧力を P_A, P_B, P_C, P_D とすれば、片面圧力の場合に於ける最小の圧

力は P_C であり、両面の場合には (P_A=P_D) であるから P_B となる。今圧力後の薬柱の長さを l とすれば、片面及び両面圧力に於て長さの差は僅小であるから、共に同一の l と考へる。(5) から P_C を求める

$$P_C = P_0 e^{-\frac{2m\mu}{r}l} \dots\dots\dots(6)$$

B 点は $(x = \frac{l}{2})$ であるから P_B は

$$P_B = P_0 e^{-\frac{2m\mu}{r} \cdot \frac{l}{2}} \dots\dots\dots(7)$$

P_B と P_C を比較して見ると

$$P_B - P_C = P_0 (e^{-\frac{2m\mu}{r} \cdot \frac{l}{2}} - e^{-\frac{2m\mu}{r}l}) > 0$$

$$\therefore P_B > P_C \dots\dots\dots(8)$$

然るに両面、及び片面圧力の最大圧力は共に等しいから、結局片面圧力よりも両面圧力の方が均一に圧力される結果となつて、装填比重も後の方が大きくなる。特に圧力容器の強度が弱い場合には両面圧力が最も理想的である。

III 圧力時間に依る影響

粉末を圧力する場合、前章に報告した如く流体内と違つて圧力が流体内に一様に加つて行かない為、圧力分布を規定してもその圧力時間が問題となつて来る。即ち同一圧力でも圧力時間が短いと、(5) に於て規定の圧力 P₀ が加わらないので P は小さくなつて、圧力が充分下部迄達しない事となる。圧力分布と圧力時間の関係は理論的に求められる筈であるが、各粉末の性質に依り、又規定の圧力に達する迄の圧力機に依る差異等に依つて変化し非常に厄介なので、火薬類に就て行つた実験の結果を報告する。

ヘキソゲン 0.25 g を水圧機で片面及び両面より各種圧力で外徑 6.1 耗の薬柱に圧力して装填比重を求めた。但し圧力時間は、瞬間、一分、三分、五分の四種類で実験を行つた。表 1 は片面圧力、表 2 は両面圧力の成績を示す。各表を見ると、圧力時間が短くなるに従つて装填比重は約 1% の低下を示して居る。之

表 1 「ヘキソゲン」片面圧力時の装填比重

圧力時間	瞬間 1分 3分 5分			
	瞬間	1分	3分	5分
168 kg/cm ²	1.14	1.14	1.15	1.16
270	1.21	1.22	1.23	1.23
337	1.26	1.26	1.27	1.27
653	1.35	1.37	1.37	1.38
991	1.42	1.44	1.44	1.45
1329	1.47	1.49	1.50	1.50
2004	1.54	1.57	1.58	1.58
3187	1.64	1.65	1.66	1.67

表2 「ヘキソゲン」両面圧搾時の装填比重

圧搾圧力	圧搾時間			
	瞬間	1分	3分	5分
168 kg/cm ²	1.17	1.17	1.18	1.18
270	1.24	1.24	1.26	1.26
337	1.28	1.29	1.29	1.29
535	1.34	1.34	1.35	1.35
822	1.42	1.43	1.44	1.45
1413	1.51	1.52	1.54	1.55
2021	1.59	1.61	1.62	1.62
3187	1.69	1.69	1.69	1.70

は水圧機を使用して居る為瞬間と云つても規定の圧搾圧力に達する迄に或時間が経過しているの、厳密な意味の瞬間ではないから、時間に依る差が割合に少ないものと思われる。螺子プレス等では此の差が更に大きく現われる筈である。尙表1と表2を比較して見ると圧搾圧力及び圧搾時間が同一であつても、片面圧搾よりも両面圧搾の方が装填比重は2~3%増加して居る。之は前章に計算した如く両面圧搾は均一に圧搾される事を実証するものである。要するに、工業雷管の添装薬を圧搾する場合に、装填比重を増す為には圧搾回数を増加するの一方方法ではあるが、多量生産の点から困難なので、螺子プレスの代りに水圧機を使用して圧搾時間が長く加わる様にした方が宜しい。

尙圧搾時間の影響を調査する簡単な別の方法がある。即ち大正式自動秤圧搾機を使用して、粉末を規定圧力迄圧搾後其の儘放置して、時間に対する圧力低下状況を調査する方法である。図3は黑色小粒火薬を圧

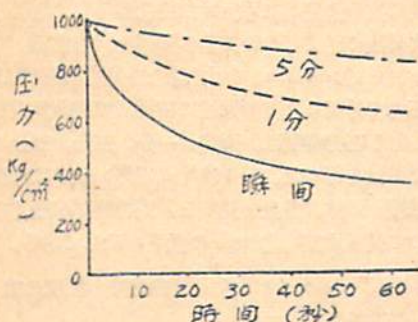


図 3

搾圧力 1000 kg/cm² で直径 8 耗、高さ 15 耗の薬柱に圧搾した場合の圧力低下を示す。三本の曲線は圧搾時間が瞬間、1分、及び3分の圧力と経過時間の曲線で、圧搾時間の短い程圧力低下の著しい事が認められる。

IV 圧搾圧力と装填比重

粉末を片面から圧搾した場合薬長を l とすれば、圧

力 P は (5) により

$$P = P_0 e^{-\frac{2m\mu l}{r}}$$

之を展開して

$$= P_0 \left\{ 1 - \left(\frac{2m\mu l}{r} \right) + \frac{1}{2!} \left(\frac{2m\mu l}{r} \right)^2 - \dots \right\} \quad (9)$$

成るべく均一な装填比重を求めるには、(9) 式括弧の第三項以下が省略出来る様な (l/r) の値を求める必要がある。之には第二項と第三項の比 f が 0.1 以下でなければならない。即ち

$$f = \frac{1}{2!} \left(\frac{2m\mu l}{r} \right)^2 / \left(\frac{2m\mu l}{r} \right) = \frac{m\mu l}{r} < 0.1 \quad (10)$$

$m\mu$ の値は後述する様に粉末の種類並に形状で違ふが、黑色小粒火薬では 0.068 であるから、之を (10) に代入すれば

$$l/r < 1.47 \quad (11)$$

即ち圧搾粉末の高さは直径の 0.74 倍以下でなければならない。然るに三硫化アンチモンでは $m\mu$ は 0.192 であるから、同様に計算すると (l/r) は 0.52 以下となるから薬柱の高さは半径の半分以下にしなければならない。

次に (l/r) の影響を調査する為、黑色小粒火薬の薬量を 1, 2, 3, 4 g とし、之を各種圧力 (200, 500, 1000, 1500, 2000, 3000 kg/cm²) で圧搾した結果を表3に示

表3 各種圧搾圧力に対する黑色小粒火薬の装填比重

圧搾圧力	薬量			
	1g	2g	3g	4g
200 kg/cm ²	1.42	1.37	1.29	1.21
500	1.63	1.60	1.52	1.44
1000	1.79	1.76	1.68	1.61
1500	1.88	1.86	1.79	1.71
2000	1.94	1.93	1.87	1.79
3000	1.97	1.97	1.94	1.90

す。尙圧搾後の (l/r) は薬量を一定にして実験した為、圧搾圧力で変化して居るが、1g では (1.3~1.8)、2g では (2.5~3.7)、3g では (4.0~6.0)、4g では (5.3~8.4) の範囲にある。此の成績が示す様に、薬量が増加するに従つて (l/r) は大きくなる結果装填比重が小さくなつて居るが、之は (9) 式から推定した如く圧搾圧力が充分に下部迄達しない結果である。之は又 (5) 式の圧力低下を実証するものである。故に装填比重を求めるには、(10) の条件式を満足させる様にして実験しなければ無意味となる。

次に (10) の条件に適する如く装填比重を求めたとする。或粉末に就て其の真比重を ρ' とする。圧搾圧

力 P_0 の場合に於ける装填比重を ρ とすれば、 P_0 が増加するに従い ρ は ρ' に近づくから、圧搾圧力が dP_0 増加した時に於ける装填比重の増加 $d\rho$ は簡単に $(\rho' - \rho)$ に比例するものと考えれば、次の式が成立する。

$$\frac{d\rho}{dP_0} = b(\rho' - \rho) \dots\dots\dots(12)$$

即ち

$$d\rho(\rho' - \rho) = b dP_0 \quad b: \text{比例常数}$$

之を積分すると

$$l_n(\rho' - \rho) = -bP_0 + C \dots\dots\dots(13)$$

$P_0 = 0$ の時の ρ の値を ρ'' とすれば

$$C = l_n(\rho' - \rho'')$$

(13) に代入して

$$\frac{\rho' - \rho}{\rho' - \rho''} = e^{-bP_0}$$

即ち

$$\rho = \rho' - (\rho' - \rho'')e^{-bP_0} \dots\dots\dots(14)$$

之が圧搾圧力と装填比重との関係を示す式で、先ず ρ'' から出発し P_0 が増加するに従つて真比重 ρ' に近づく曲線を示す。

今添装薬として使用されて居るヘキソゲン及テトリールに就て、 $l/r = 1.7$ の條件で各種圧搾圧力に対する装填比重の関係を求め、その結果を図4に示す。兩

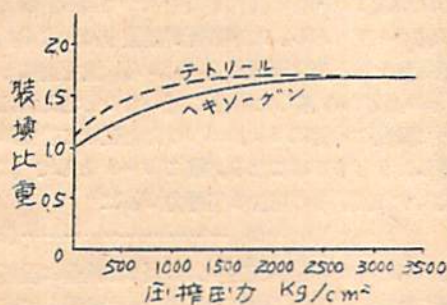


図 4

者共 (14) 式に示す如く、圧搾圧力が増加するに従つて装填比重は次第に増加し、火薬の真比重に近づく。普通工業雷管に使用される様な低い圧搾圧力 (300 kg/cm^2) では、テトリールの方が装填比重は高く締り易い理由である。(14) 式から計算して見ると、 b はテトリールでは 0.00369 、ヘキソゲンでは 0.00365 となつて、後者の方が締り難い様である。

V 脱 力

工業雷管の威力は、添装薬の猛度に比例するものと考えられる。然るに爆薬の猛度は $Kast$ に依れば $B = f \cdot \Delta \cdot 10 \times 10^{-3}$ で示されるから、装填比重 Δ の大きい程雷管の威力は大きくなる。一方雷管の管体は銅

又はアルミニウム製で、側面の厚味は約 0.2 耗で非常に薄い為、雷管1個に対し 100 kg 以上の圧力で圧搾すると、変形を起すので、強圧された添装薬を使用する場合には、別に強圧した薬柱を作つて之を管体内に装入しなければならない。又捕鯨用信管や爆管にも黑色火薬の薬柱が使用されて居るので、次に粉末を薬柱に圧搾した後、之を容器から取出すに要する最小の力即ち脱力に就て考えて見た。

今図5に示す如く、内径 $2r$ の臼 B を受台 C に

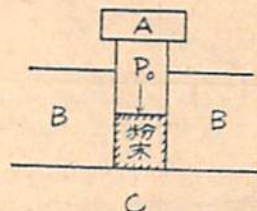


図 5

乗せ、一定量の粉末を臼内に装入した後、上部より杵 A で粉末を P_0 なる圧力で圧搾すれば粉末は成型される。次に C を取外して、 A に圧力を加えれば、下の支えが無くなるから成型された粉末は臼から脱出して薬柱が得られる。薬柱が臼から脱出しようとする場合の力、即ち脱力を W とすれば、 W に抵抗する力は容器の内壁と圧搾された粉末との間に生ずる摩擦力である。然るに圧搾面から x の距離にある粉末の薄い円板 (厚味 dx) が壁に及ぼす摩擦力は $[2\pi r \cdot m \cdot \mu \cdot P \cdot dx]$ であるから、薬柱の高さを l とすれば、全摩擦力は $\int_0^l 2\pi r \cdot m \cdot \mu \cdot P \cdot dx$ となる。之が W に等しいので次の式が成立する。

$$W = \int_0^l 2\pi r \cdot m \cdot \mu \cdot P \cdot dx \dots\dots\dots(15)$$

(15) の P に (5) を代入すれば

$$W = \int_0^l 2\pi r \cdot m \cdot \mu \cdot P_0 \cdot e^{-\frac{2m\mu}{r}x} dx$$

$$= \pi r^2 P_0 (1 - e^{-\frac{2m\mu}{r}l}) \dots\dots\dots(16)$$

l が一定なる様に実験を行えば、各粉末に就て $m\mu$ は一定であるから

$$\pi r^2 (1 - e^{-\frac{2m\mu}{r}l}) = \text{const} = k \dots\dots\dots(17)$$

故に (16) は

$$W = k P_0 \dots\dots\dots(18)$$

即ち脱力は圧搾圧力に比例する。又同一圧搾圧力では、 k の大きい程脱力は大きくなる。即ち k の條件としては

- (a) r の大きい程 k は大きくなる
- (b) l の大きい程 k は大きくなる
- (c) $m\mu$ の大きい程 k は大きくなる

今内径 ($2r=4$ 耗) の白に圧搾後の高さが4耗になる如く黒色小粒火薬の薬量を加減しながら油圧機で一平方厘当たり、200, 500, 1000, 1500, 2000, 3000, 4000 kg で圧搾した後、万能試験機で脱力を測定すると、図6

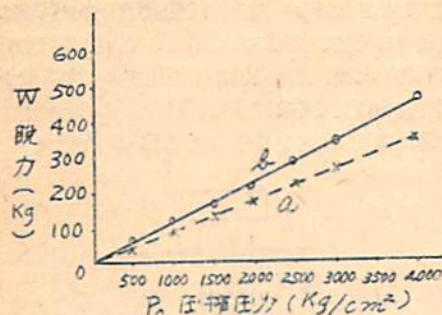


図 6

に示す如く両者間には直線的関係のある事が認められる。但し図の中で a は圧搾時間が瞬間、又 b は2分圧搾の結果を示す。a, b 共に m, r, l, μ は同一であるに拘らず、圧搾時間が短いと規定の圧力が加わらない為、a の方が脱力は小さくなる。前に報告した圧搾時間に依る影響は此の実験からも明らかである。(18) から k の値を求めると a の場合 0.099, b は 0.125 で、圧搾時間が短い為には k は約 25% 小となる。

其の他各種粉末に就て圧搾力と脱力との関係を実験して見ると(省略する)、総て直線的関係のある事を示した。即ち(18)の理論式は正しい事を実証し得た。故に此等の実験値から、圧搾時間2分に於ける k の値を求めると、黒色粉状火薬では 0.10、塩素酸加里では 0.20、粒度の小さなマグネシウムでは 0.22、粒度の粗い三硫化アンチモンでは 0.398 であった。

VI 摩擦係数

$m\mu$ の値を求める為には(16)を展開すると

$$W = \pi r^2 P_0 \left\{ 1 - 1 + \left(\frac{2m\mu l}{r} \right) - \frac{1}{2!} \left(\frac{2m\mu l}{r} \right)^2 + \dots \right\}$$

$$= \pi r^2 P_0 \left\{ \left(\frac{2m\mu l}{r} \right) - \frac{1}{2!} \left(\frac{2m\mu l}{r} \right)^2 + \dots \right\} \quad \dots (19)$$

(19)に於て(10)の條件に適する様に実験を行えば括弧内の第二項以下は省略出来るので

$$W = \pi r^2 P_0 \times \frac{2m\mu l}{r} - 2\pi r m \mu P_0 l \quad \dots (20)$$

(20)に於て r , 及び l は試験方法で決つて来るから、圧搾圧力 P_0 と脱力 W の関係を 実験で求めれば $m\mu$ の値が求められる。

黒色小粒火薬に就て実験した結果から $m\mu$ を求めると 0.063 である。次に黒色小粒火薬を粉砕した粉状

火薬に就て同様の実験を行つた処、0.054 と前者より約2割減少した。実際作業に於ても後者の方が締り易いのは、 $m\mu$ が小さい事に原因するものと思われる。

圧搾粉末と容器間の摩擦係数は明確な数字が分らないが、粘りものと考えて表面に脂肪のある銀鉄と棚(繊維に平行)の場合の静止摩擦係数 0.11 を取つて見ると、 m は 0.5~0.6 となる。次に硬度の高く且粒度の粗い三硫化アンチモンに就て実験して見ると、 $m\mu$ は 0.192 と極めて大きくなる。此の場合 μ の値は不明であるが、 m の値は更に大きくて1に近いものと思われる。塩素酸加里の $m\mu$ の値は 0.10 である。

VII 粉末の脱落

工業雷管は爆粉を内管と共に圧搾するが、圧搾圧力が弱い場合には、運搬中の振動等によつて内管が爆粉と共に外に飛出す事があつて非常に危険である。今内管の摩擦力を F とすれば

$$F = 2\pi r \mu' P_0 l \quad \dots (21)$$

但し μ' は内管と管体との摩擦係数である。工業雷管では $r=0.3$ 厘、内管の長さ $l=0.4$ 厘である。内管も管体も表面は滑かであるから、 $\mu'=0.1$ とすれば

$$F = 2\pi \times 0.3 \times 0.1 \times 0.4 \times P_0$$

$$= 0.076 P_0 \quad \dots (22)$$

然るに離脱した内管と其の中に這入つて居る爆粉との和は約 0.5 瓦である。工業雷管が運搬中に受ける振動の絶対量を知る事は困難であるから、之を逆にして10米の高さから落した場合に近いものと考えれば、落ちた瞬間に内管は 5 kg/cm^2 の力を受けて管体から脱落しようとする事になる。故に $F=5$ として(22)に代入すれば、その場合の圧搾力 P_0 は

$$P_0 = 5/0.076 = 66 \quad \dots (23)$$

即ち 66 kg/cm^2 以上で圧搾しなければ内管は脱落する事になる。実際には内管が圧搾されて変形して来るし、内管の長さ l 全体に亘つて管体に接触する事は無いので、安全率を見て工業雷管は一個当たり 40 kg 以上で圧搾しなければならぬ。実際の作業は一個当たり 70 kg 以上で圧搾されて居るから、脱落するものは無いと考えられる。尙工業雷管に於て脱落を防止する方法としては、 r が一定であるから l 及び μ' を増加する事が考えられる。 l を増加する事は内管を長くする事で、之は既に報告した如く(工火 2,9, p.96) l の長い程発火率が良くなるので、内管長を増す事は極めて良い方法である。次に μ' を増加するには内管を捻曲して圧搾による変形を増す事で、之は現在行われて居る。

次に村田雷管に就て考えると、之は粉末と容器との間の摩擦であるから F は

$$F = 2\pi r m \mu l P_0 \quad \dots (24)$$

村田雷管では $r=0.3$ 糎, $l=0.05$ 糎, $m\mu=0.1$ とすれば

$$F=0.0094 P_0 \dots\dots\dots (25)$$

爆粉の重量を 0.03 瓦とすれば, 10 米から落下した場合に脱落しようとする力は 0.3 kg であるから, 同様に計算すれば

$$P_0=0.3/0.0094=32 \dots\dots\dots (26)$$

となつて工業雷管の約半分であるから脱落し難い事になるが, 工業雷管は紙箱に 100 個きちんと立ててあるのに対して, 村田雷管では紙箱に色々な方向に入れてある為, 逆に這入つて居るものもあつて互に動き易く, 従つて受ける振動も大きい。尙村田雷管は爆粉を 90 個一緒に圧搾して居るので, 管体が斜めになつたものもあつて, $l=0.05$ 糎を保持す事が出来ず部分的には殆ど零に近くなつて摩擦力が著しく減少する機会がある上, 爆粉上には裏面に部厚なセラックを塗布した錫箔を置いて圧搾する結果, 圧搾力は錫箔に吸収される量が多く, 従つて爆粉に加わる圧力は P_0 より著しく減少して居る。次に村田雷管の爆粉脱落防止に就て考へて見る。爆粉量を一定 C とすれば

$$C=\pi r^2 l w \dots\dots\dots (27)$$

但し w は爆粉単位体積当りの重量を表す。(24) は

$$F=2\pi r l m \mu P_0 \times \frac{C}{\pi r^2 l w}$$

$$=\frac{2m\mu C}{wr} P_0 \dots\dots\dots (28)$$

爆粉が脱落しない為には, F を大きくしなければならない。(28) から F を大きくする方法としては, w , C , m は一定であるから, P_0 , μ を大にして r を小さくしなければならない。圧搾圧力 P_0 を増加する程脱落し難い事は当然であるが, 圧搾機によつて決つて来る。現在の村田雷管は 200 kg/cm^2 で圧搾されて居るので, (26) の条件よりはるかに高圧で圧搾されて居る。次に μ を大きくする方法としては, 雷管蓋の内面にニスを塗布すれば爆粉は管体に糊付けされる結果 μ は大きくなる。現在爆粉装入前に雷管蓋にニスを塗布し半乾きの状態で爆粉を圧搾するのは, μ を増加す

る為である。ニス塗布を行わない場合には運搬中爆粉の脱落するものが著しく増大する結果からも, μ の増加は脱落に効果の大きい事が判る。更に r を小さくする事は紙葉莢から変えなければならないが, 既に報告した如く(工火27,p.178) 裝彈発射時に於ける後噴防止の点から極めて重要であるから, 村田雷管の径は速に小さくする様工夫しなければならない。各国の獵用雷管を見ても, 村田雷管程径の大きなものは認められない。

特に発砲等の急激な衝撃を受ける火工品に対しては, 衝撃によつて粉末が脱落して摩擦から爆発を起す危険が多いので, 圧搾粉末の脱落に対しては充分な研空を行つて善処しなければならない。

Ⅷ 結 論

(1) 粉末を内径 $2r$ の容器内に圧力 P_0 で圧搾した場合圧搾面から x の距離に於ける圧力 P は次の式で表わされる。

$$P=P_0 e^{-\frac{2m\mu x}{r}}$$

但し m 及 μ は粉末相互間及粉末と容器間の摩擦係数を表す。

- (2) 粉末を圧搾する場合には, 片面よりも上下両面から圧搾した方が粉末は均一に圧搾される。
- (3) 圧搾時間が短いと規定の圧搾圧力が加わらないので, 圧力は著しく減少する。
- (4) 圧搾粉末の脱力は圧搾圧力に比例する。
- (5) 圧搾圧力と脱力の関係式から $m\mu$ を求める事が出来る。黒色小粒火薬に就て計算すると 0.068 である。
- (6) 工業雷管の爆粉及内管が振動によつて脱落するのを防止するには, 一個当り 40 kg 以上で圧搾しなければならない。
- (7) 村田雷管は爆粉の脱落防止及後噴防止の点から雷管の径は小さくしなければならない。

Fundamental Researches for Mercury-fulminate Blasting Caps

(IV) Pressing of powder

By T. Mataka

When the powder is pressed in a tube by the pressure P_0 , the distribution of pressure is expressed as

$$P=P_0 e^{-\frac{2m\mu x}{r}}$$

where P is the pressure at the point of distance x from the surface, r is the internal radius of tube, m and μ are the coefficients of friction, between the powder

themselves, and the powder against the tube wall respectively.

In order to increase the available pressure, slow pressing and pressing from both sides are desired.

Some other features in pressing technique for blasting and percussion cap composition were discussed.

液体酸素爆薬に関する二三の実験

(昭和26年5月25日受理)

須藤秀治・坂口逸夫・太原正

(中央大学工学部)

(旭化成延岡工場)

(I) 緒言

本報告は新日本窒素肥料株式会社の熊本県球磨郡内谷水力発電所建設工事に液体酸素爆薬(以下L. O. X. と記す)を使用するに当り其の参考基礎資料を得る為に行つた実験結果の輯録である。

(II) L. O. X. の価格

水工事に於ける爆破岩石予定量は大略
 道路及あかり作業 63,000 m³
 仮排水路(隧道) 35,500 m³
 水路(隧道) 96,500 m³

で之に要する爆薬量を大略岩石当り次の如く推定した。

ダイナマイト	L. O. X.
1.7 kg	2 kg
1 kg	1 kg

従つて総計に於てダイナマイトでは新桐を用いるとして5,800万円, L. O. X. では製造装運置換具等を含めて1,700万円, 即ち火工品は同一量使用すると考えた場合L. O. X. はダイナマイトの約1/3のコストとなる。

(III) L. O. X. の特徴数

L. O. X. 及新桐ダイナマイトの特徴数は次の如くである。

	Q (kcal/kg)	T ₀ (°K)	V ₀ (l/kg)	f (l-nt/kg)
L. O. X.	2,130	6,160	510	11,900
新桐ダイナマイト	824	2,900	865	9,000

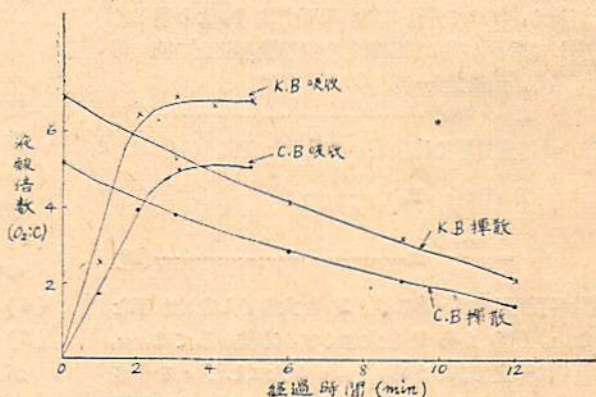


図 1

(IV) 炭素剤の液酸吸収及揮散速度

本試験にはカーボンブラック(以下C. B. と記す)懐炉元灰(以下K. B. と記す)を用い之を径30mm長さ290mmの仙花紙につめて行つたが、其の結果は図1の如くである。

1) 吸収はK. B., C. B. 共に3分間で極量に達し、其の量はK. B. は自重の7倍, C. B. は自重の5倍である。

2) 揮散は気温11°C 戶外和風の場合と15°C 室内の場合とでは殆ど差異は認められず炭素剤の2.7倍迄の有効時間はK. B. に於ては9分, C. B. に於ては7分間である。

3) 極量迄液酸を吸収した薬包をトレーシングペーパー等の緻密な紙で捲くと有効時間は3~4分間延伸する。

4) 竹筒を18mmの厚さに鉋綿で包み此の中に