

On the Fundamental Equations for Industrial Blasting

By Kumao Hino

Usual equations for the design of industrial blasting are criticised. A general equation based on the law of crushing is derived.

$L = \left(\frac{4\pi e_c}{f} \right) h^2 (1+n^2) e^{ch} \sqrt{1+n^2}$ (1) where L =weight of concentrated charge, f =specific energy of explosives, e_c =critical energy density in rock at rupture, c =coefficient of rock crushing, h =line of least resistance, n =crater index, that is the ratio of the radius of crater R to h . In equation (1), $F(n) = \frac{(1+n^2)}{2h} e^{ch} \sqrt{1+n^2}$ (2) corresponds to the crater functions in classical authors. It is proved that the experimental crater functions of (I) Lebrun, Belidor, (II) Dambrun (III) Mouze, Marescot, Brallion, Lares, Meineche (IV) Hauser, Guillemain are the special cases of the equation (1) with various pairs of the values of h and c for 4 groups. The constants $\frac{e_c}{f}$ and c can be determined experimentally by plotting $\log \frac{L}{r_c^2}$ on the y -axis and r_c on the x -axis of the rectangular co-ordinates where $r_c^2 = h^2 + R^2$. An example of calculation is shown on 50% nitroglycerine dynamite and Diorite of moderate hardness. The energy efficiency of rock blasting, the distribution of the sizes and numbers of the rock fragments, and the relation between energy consumption and the distance from the concentrated charge are discussed by some equations derived from (1).

(Nihon Kayaku K. K.)

ダイナマイトの酸素平衡と後ガスの関係

(昭和25年4月24日受理)

仁多 富男・大谷 敢之

(日本化薬株式会社厚狭作業所)

I 緒 言

ダイナマイトの爆発生成ガスに就いては理論及び実用上の見地から既に数多くの研究が行われているが、此度厚狭作業所において簡便に行い得る方法によつて種々配合を変えた桂ダイナマイトに対し、それが発生する有毒ガスの試験を行つた。

II 実験方法

ガス試験は土を盛つて埋められた鉄製タンク(直径2m長さ4m)でその一端は閉じ、他端に直角に曲つてコンクリート製の出入口(2m×2m)を付した中

で行つた。タンクの中央の天井に直径約50cmの通気孔があり、爆発の直後之を閉じて発生されたガスを試験した。

試験に供する爆薬は毎回500gを一端に鉛(又は木)の窟栓を打ち込んだ鉄管(直径1.5",長さ75cm)に装填し、最後の葉包に6号電気雷管を装着した。鉄管の残部には口元まで柔かい土を填塞した。この鉄管に装填した爆薬を上述べた試験坑道の閉じた端から約1mの場所に懸吊して起爆した。

爆発生成ガス中の一酸化炭素は光明理化学工業株式会社製の川崎光明型一酸化炭素検知器を使用し、試験を行う時の気温に相当した送入移時でガスを送入り、

着色が安定してから送入口側の特に濃厚に着色した部分を削いで測定値とした。活性炭は乾燥したものを毎回取換えて使用した。

窒素の酸化物の試験には内径1"のゴムホースを試験坑道に挿入して置いてその外側の端に手動の空気ポンプを付けガラス蓋をした箱を取付けて置いて蒸留水で濡した沃度カリ濾紙が箱中に吸引されて来た爆発生成ガスで変色する秒時を測定した。この試験と併せて過酸化窒素の定量が出来ると説明されている光明理化学工業株式会社製の窒素ガス迅速定量装置を用い微量窒素ガス濃度表によって比較値を出した。変色は緑色が混入して境界が明確に出にくかつたけれども黄色と緑色との境界を判定出来る点を変色の境界とした。

尚1回の爆発及び試験を終つたならば通気孔を開いて残留ガスを追い出してから次の実験を開始した。その間に時々検知器を開いて一酸化炭素の残存を試験したが数回反復して送入口でも感じない程度であつた。出入口は終始開いたまゝで実験した。

実験に供した桂ダイナマイトは予捏和薬、T. N. T. 硝酸アンモン、木粉、澱粉等を夫々の工場成品を受け取つて表1に掲げた様な配合の試験品を造り、直ちにその100gづつを直径32mmの紙筒に充填し、両端をパラフィンで口付けした後でパラフィン漬けをして完全に防湿し、実験を行うまで数日間塩化カルシウム入りのデシケター中に貯蔵した。充填比重は0.98前後紙筒の重量は1.5~2gで、付着したパラフィンの量は5~6gであつた。

表 1

試料 番号	成分							酸素量 (爆薬) 自体 g/100g
	N/G %	N/C %	TNT %	澱粉 %	硝安 %	木粉 %		
1	12.0	0.45	5.00	1.50	72.1	8.95	- 2.9	
2	12.0	0.45	5.00	1.50	73.1	8.00	- 1.4	
3	12.0	0.45	5.00	1.50	74.0	7.05	0.0	
4	12.0	0.45	5.00	1.50	74.5	6.55	+ 0.7	
5	12.0	0.45	5.00	1.50	75.0	6.05	+ 1.4	
6	12.0	0.45	5.00	1.50	76.0	5.05	+ 2.9	
7	12.0	0.45	5.00	1.50	76.9	4.15	+ 4.3	
8	12.0	0.45	5.00	1.50	77.8	3.25	+ 5.7	
9	12.0	0.45	5.00	1.50	78.7	2.35	+ 7.1	

III 実験の結果及び考察

一酸化炭素検知管の変色は毎回活性炭を交換したけれども送入口の側が濃厚な青色を帯び酸素量の不足するもの程その傾向が著しく、酸素量 -2.9g/100gのものでは変色部の $\frac{1}{4}$ 程度迄著しく濃厚になつた。又酸素量 +2.9/100g以上のものでは一酸化炭素の濃度が低くなつて来たので時最初の測定の後で再び試験坑

道に入つて送入時間を半分にし且つ送回数数を4倍にして測定して確かめた。又酸素量が増加するに従つて過酸化窒素の影響が多くなつて来て酸素量が2.9g/100g以上のものでは検知管の変色は保存中に褪色して黄褐色となることが多かつた。測定の結果は図1に示した。

次に窒素の酸化物に対する2つの方法は何れも比較値を求めたに過ぎないのであるがその結果を図2及び図3に示した。

図2に示されている窒素ガス検知器を代用した方法は迅速簡便であつたけれども前述した如く変色の境界

図 1

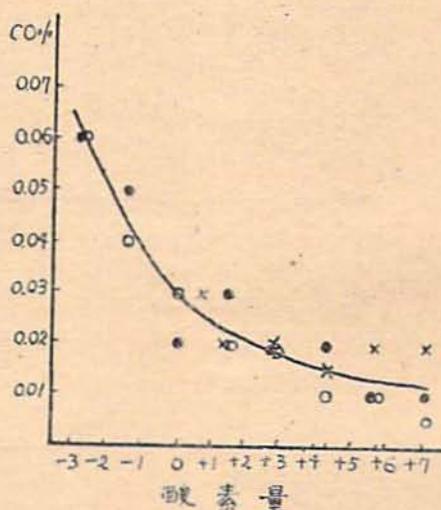


図 2

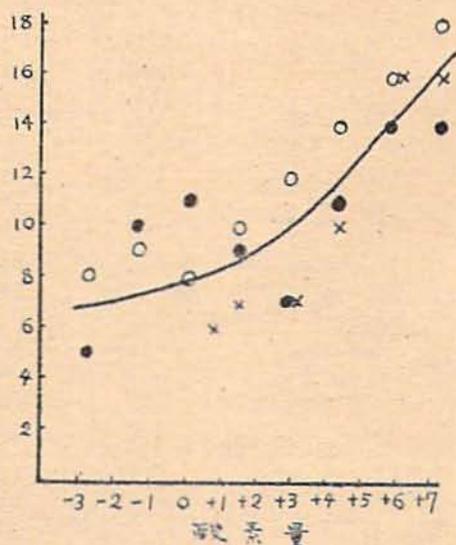
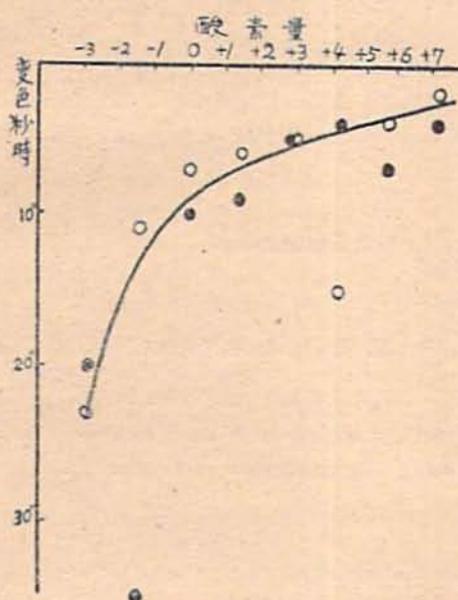


図 3



の判定が少々困難であつた。

図3に示されている沃度カリ濾粉紙の変色秒時を測定する方法は迅速簡便であつたけれども時に大きく秒時の異つた結果が出た。又変色の判定を容易にするために導管とポンプを用いたのでこの値は実際よりも多少低い濃度のものであることを考慮して置く必要がある。

比較のために測定した日製品の新聞ダイナマイト、硝安ダイナマイト及び三号硝安爆発に就いて測定した結果の平均を表2に示した。

種類	濃度	CO%	NO ₂ (検知器)	NO ₂ (KI-紙)
新 桐		0.01	15	4''
硝 ダ イ		0.02	11	7''
硝 爆		0.02	10	15''

これらの実験結果に就いて考察するに、一酸化炭素の発生量は爆薬の酸素量が増加するに従つて減少するがその割合は逐次少なくなつて来る事が知る。そして爆薬の酸素量が ± 0 g/100 g を過ぎると減少する割合は一般と緩慢となる様である。他方窒素の酸化物に就いて見ると図2及び3に示された様に爆薬の酸素量の増加と共にその発生量が多くなる。そして濃度と比例すると見做し得る図2の結果を見ると爆薬の酸素量が ± 0 g/100 g を越えるところから NO₂ の発生量が酸素量の増加と共に増加して来る割合が大となつてくる。然して表2に示した如く現在の日製品の NO₂ の比較値は 10~15 (15''~6'') であり、又大槻氏等が硝ダイ

による野外試験の結果窒素の酸化物は発破直後には 0.2 mg/L 以上になると推定されていることや Jones 氏等が窒素の酸化物は孔中の温度に影響され湿つた孔中では乾いた孔中の5倍にもなるとしていること等もあるので窒素の酸化物の量が現在の爆薬より余り多くなることは望ましくないと考えられる。これらの点よりして桂ダイナマイトの酸素量は $+3 \sim +6$ g/100 g とするのが適当であり、そうすれば有毒ガスの発生量は他の爆薬に比較して遜色はないものと考えられる。

次に Jones 及び Perrott 氏は Thorburn 氏の装置で 200 g の硝酸ソーダ入り櫻ダイナマイト酸素量を包装紙を含めて $+6.2 \sim -34.9$ g/100 g に変じて爆発生成ガスを研究し自由懸吊、砲、コンクリート塊何れの爆発方法でも平衡点の近くから CO/CO₂ が減少する割合が小さくなる結果を得ている。Gardner, Howell 及び Jones 氏はゼラチンダイナマイトやアンモンダイナマイト等に就いて野外試験を行った結果爆薬が不活性な母岩中で適正に爆発させられる場合危険な程出て来る有毒ガスは一酸化炭素のみで一酸化炭素の生成に対しては爆薬の酸素平衡が最も重要であるとし、又窒素の酸化物は酸素量(被包を含めて) $+3.7$ 及び $+5.3$ g/100 g の爆薬からも酸素の不足した爆薬と同様の微量であつたとしている。Jones 氏等は60%ゼラチンダイナマイトの野外試験により包紙を含めて爆薬の 100 g に対して ± 2.5 g の酸素量の場合に有毒ガスの発生が少いとし、包紙は酸素の均衡量によつて 70~100% まで反応に参加するとしている。

これ等の文献を著者等の得た爆薬自体の酸素量 $+3 \sim +6$ g/100 g (即ち包装を含めれば約 $-18 \sim 15$ g/100 g) の場合に有毒ガスの発生量が少いという結果と比較すれば桂ダイナマイトで行つた著者等の実験では傾向は相似てはいるが比較的酸素量の少いところで有毒ガスの生成が少いと言うことになる。これは単に実験方法の相異のみによるものではなく爆薬及び包装法の相異にもよるものであると考えられる。

IV 要 約

試験坑道において酸素量を変えた桂ダイナマイト及び日製爆薬の爆発生成ガス中の CO 及び NO₂ を出来るだけ迅速に測定した結果

(1) 有毒ガス発生防止の見地より見れば桂ダイナマイトの酸素量は $+3 \sim +6$ g/100 g (爆薬自体) のものが適当である。

(2) 文献によるゼラチンダイナマイトや櫻ダイナマイトの有毒ガス発生量の少い酸素量よりも桂ダイナマイトにおけるその様な酸素量は低い場所においてこれは爆薬及び包装の相異によるものであると考えられる

終りにこの研究の御指導を賜つた日野熊雄、初見齋両氏に感謝すると共に直接実験を援助して戴いた研究課の方々に敬意を表す。

文 献

- 1) 北川徹三; 高压瓦斯協会誌 13 99 (1949)
- 2) Marshall; Explosives Vol. III (1932), London,

p. 139

- 3) 阿部流本大橋; 北海道鉱山学会誌 5 109 (1949)
- 4) Gardner, E. D., Howell, S. P., and Jones, G. W.; Bur. Mines, Bull. 287 (1927)
- 5) Perrott, G. St. J., Babcock, L. W., Bittig, C. D., and Jones, G. W.; 火兵 25 328 (昭 6-7年)

The Effects of Oxygen-balance on the Detonation

Products of Dynamites

By T. Jinda & T. Otani

A series of powdery ammonia dynamites (N.G.12%, T.N.T.5% etc.) with various oxygen-balances from -2.9 to +7.1 g oxygen per 100 g explosives without wrapper, is fired in a testing gallery, weight of charge being 500 grams for each. (2 m. dia. and 4 m. length)

Carbon monoxide produced is determined by a CO-detector, and the relative concentration of NO₂ is measured by means of the testing tube, which contained o-toluidine absorbed in silica gel, and by the time of coloration of KI-starch paper.

The results show that the range of the adequate oxygen-balances from the standpoint of preventing the formation of noxious gases is from 3 to 6 g of excess oxygen per 100 g of explosives without wrapper. This shows that when compared with the results of the other researchers with gelatine dynamites or gelignites, the adequate range of the oxygen-balances of this powdery ammonia dynamite is lower than that of the gelatine dynamites and gelignites.

(Nihon Kayaku K. K.)

コルベ反応によるニトロメタンの合成

(昭和 25 年 7 月 28 日 受理)

難波桂芳・山下忠孝

(東京大学第一工学部火薬学教室)

I 緒 言

ニトロメタンの合成法としては古くからモノクロル¹⁾ 硫酸と亜硝酸アルカリとよりの方法 (Kolbe の反応) とハロゲン化メチルと亜硝酸銀とよりの方法 (Victor Meyer 反応²⁾) とが知られ、その他ジメチル硫酸と亜硝酸アルカリとよりの方法³⁾ も知られていた。最近米国では Hass 氏等によるパラフィン類の気相硝化法の発達⁴⁾ に伴い最も反応し難いメタンも 450° 以上の高温で

は硝酸蒸気によつて硝化し得ることが見出されている。⁵⁾

ニトロメタンは近時その溶剤としての性質が注目せられ特に除蟲菊よりのピレトリンの抽出用やヴィニル樹脂用として要望せられているが、現在の所高価に過ぎる。これを多量生産するには上記 4 種の方法の内第

*) 化研薬品工業株式会社 (京都市) 製ニトロメタン (ジメチル硫酸より) 500 g 2,500 円 (昭和 25 年 6 月)