

The measurement of the specific electric conductivity

By G. Yoshida & M. Kameishi

The specific electric conductivities of sulfuric, nitric and the mixed acid were measured by the Kohlrausch's method on various concentrations and temperatures.

The results is as follows;

- (1) The specific electric conductivity of sulfuric acid and nitric acid between 10~50°C show maximum at about 30% concentration.
- (2) The specific conductivity of the sulfuric acid and the nitric acid at any concentration are linearly increased with the temperature and the temperature inclination is maximum at 30~40% concentration.
- (3) The characteristics of specific electric conductivity of each acid disappear when mixed.
- (4) The electric conductivity of mixed acids is more influenced by water contents in that acid than by nitric acid contents, where both components are ionized by sulfuric acid contents.

(The Kyushu Institute of Technology)

発破後ガスの試験に就て (第一報)

(昭和27年4月28日受理)

仁多富男・岩崎信治・阿坂重文

(日本化薬株式会社 厚狭作業所)

I 緒 言

工業用爆薬は其の大部分が坑内で使用される關係上、その使用に當つて生成する気体の組成及びそれに影響する條件の探究は爆薬の製造上にも使用上にも極めて重要な問題である。殊に爆薬は實際使用される場合何れも幾らかの有毒ガスの発生を伴いそれは作業者の健康に關係し且つ作業の能率にも影響するものである。我々はなるべく實際使用される場合に近い條件で後ガスを試験する装置を建設し、試験に着手したのでその結果に就て報告する。

II 従来の後ガス試験装置

火薬類の爆発生成ガスの研究は最初は主として爆轟反応の研究を目的として行なはれたのであるが、其の後實際的必要に応じて爆薬が實際使用される場合に生ずる気体生成物を対照とした研究が現れて来た。それ等の中主なるものを掲げると次の如くである。

Albel 及び Nobel の装置；両氏の研究は主に黒色

火薬の燃焼生成物を扱つたものであるが有名なのは容量約 45cc の肉厚ボンベで 10g 前後の試料によつて主として装填密度と気体生成物の組成について検討した。

Sarrau 及び Vieille の装置；容量 300cc の両端を螺着した bombe を使用し、數瓦の爆薬試料（ピクリン酸其の他の爆薬）を用いて主として装填密度が爆薬の反応に及ぼす影響を研究した。又ガス容積を測定する為の装置をも工夫した。

Bichel の装置；爆轟生成物の試験装置として爆薬研究室で最も一般的に使用されている。主要部は長さ 80cm、外径 50cm の鋼製円筒で内腔は深さ 48.3cm、直径 20cm で容積約 15^l である。鋼製の蓋は 12 本の太いボルトで止められて居り大変強固なもので最大 300g 迄試験出来る。

以上は主に爆発圧力の測定装置と兼用になつてゐるものであるが爆発熱量の測定と兼用になつたものにも種々ある。

Berthelot のボンベ；少量の試料を加熱した白金線

て点火さす熱量計用のポンペであるが爆薬の爆発用としては全く不向である。

Poppenberg 及び Stephan⁸⁾ の装置; 氏等は小型ポンペの中に 1.5~10g の試料を鉛、鋼及び磁製の容器につめて雷管で起爆させて爆轟した場合の生成物の試験を行なつた。Dynamit A-G vorm Alfred Nobel & Co. でもニッケル鋼製の約 45cc のポンペを使用し、一号雷管で起爆して炭坑爆薬の研究をしている。

Robertson 及び Garner の装置; 容積 235~240cc の砲弾型のポンペを使用し厚さ 0.25 インチの鋼製円筒に 3.5~4.5g の試料をつめて少量の雷管で起爆して爆薬の試験を行なつた。主に爆発熱の測定を実施したのであるが、その為にも生成ガスの分析を実施した。

之等熱量計用ポンペにも Bichel-Mettagang の熱量計の如く 100g 以上の爆薬を試験するものもある。

次に成可く実際の条件に近似させたガス試験装置の例をあげると次の様なものがある。

Wilhelmi の装置; 特に工夫したガスタンクの中で臼砲につめた爆薬を起爆させて気体生成物の発生量及び組成を研究する如き装置を発表している。3個の臼砲により 75% 硅藻土ダイナマイト約 40g までの試験が出来る様になつてゐる。

Audibert の装置; 氏は Trauzl の鉛罎を爆薬の気体生成物の研究に利用した。爆薬は鉛罎中の直径 25mm、深さ 125mm の円筒型の孔に入れ、孔の口を鋼製の金具を用いて密閉下に仕事をした場合の気体生成物を研究した。試験に用いられた薬量は 20g 以下である。この方法は其の後 A. Schmidt¹⁰⁾ によつて改良して発表された。それでは孔に装填した爆薬を鉛の塞栓で押え、その上を鋼製の蓋を用いて密閉して起爆し、特殊な穿孔器で円罎に孔をあけてガスを捕集して試験する様にした。

Crawshaw-Jones の装置;¹¹⁾ 直径 24'' (610mm)、長さ 21 1/2'' (546mm) の台車に乗つた取外し出来る臼砲に長さ 10' (3.084m)、直径 8'' (20.3cm) の鉄管が付き他端にも臼砲と同じ重さのものが平衡用としてついていて鉄管よりパイプでガス槽及循環装置に接続されている。薬量 170~225g、耐火粘度の填塞 1 ボンドで鉄管中に塞素を入れて置いた時に良い結果が得られると云う。この方が Bichel の装置より実際の条件にかなつた結果を与えると云われている。

J. Thorburn の装置; Ardeer 工場に数百瓦の爆薬を強い鋼製の室の内部に懸吊された岩塊中で爆轟させる装置が工夫された。3種のダイナマイトを試験した結果は相当量の有毒ガス(一酸化炭素等)が見出された。米國では之より少し大型の類似の装置が Hercules tank と呼んで実際の条件に近い爆薬の試験方法として建設され幾多の実験が行われている。

以上の様な各種の試験装置で試験した結果、我々の實際知ることの出来るのは爆轟時の生成物が周囲の環境に応じて二次的に反応した結果のものであり、二次反応の起り方が装置に支配されるので見出される結果は装置に依つて異つてゐる。爆発研究の為には二次反応に対する補正を必要とし、発破後ガスを問題とする場合には二次反応を成可く実際の場合に近似させることが必要である。

III 新設したガス捕集坑道

我々が新しく後ガス試験用に建設した装置は以上の諸試験法及び其の結果を考慮し、實際使用に當つて問題となるのは爆轟時の生成物ではなく二次反応を含めた生成物である点に留意して坑道に於て装薬が発射される場合に成可く近似した条件で実施出来ることを主眼とし、併せて後ガスを密閉して装薬の単位重量からのガス発生量を計算出来る様に考慮を払つたものである。

次にその見取図を掲げると

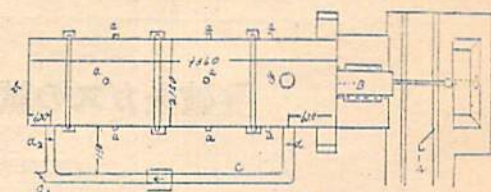


図1 ガス捕集坑道

装置の要は図に依つて明かな通りである。

Aは捕集坑道で内径約2m、長さ約9mである。後部臼砲 B を据付ける如く装置されており、先端は半円型の二枚の扉になつていてバックングで気密を良くしてある。捕集坑道の各所には a で示す如きガス試料の採取孔があり底にも 3 個ある。c は攪拌装置兼換気装置でファンにより矢の方向にガスを循環さす如くしてある。

実験操作: ガス試験を実施するには扉を開いて坑道内の温度湿度を測定し、其の間に臼砲に爆薬を装填し、 d_1 , d_2 の弁を開きファンを運転する。坑道内にガラス管を a より挿入し空気試料を採取する。然る後 d_1 , d_2 を閉じ扉を直ちに閉められる準備をして爆薬を起爆して扉を直ちに閉める。直ちにガス分析用試料を採取した後、モーターを運転して中のガスを攪拌し一定時間毎に試料を採取して後ガスの試験を行う。今回の値は側方中央の孔より坑道の中心にガラス管を挿入して採取した。

瓦斯分析は CO_2 は労研改良型 CO_2 分析装置を使用した。 CO_2 を $\text{Ba}(\text{OH})_2$ 溶液に吸収させ蓆酸で滴定するものである。 CO は微量の I_2O_5 法を用い遊離された I_2 を測定して求めた。

IV 実験の結果

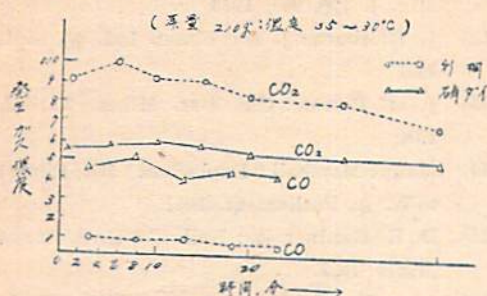


図 2

(1) 予備試験

実験条件を定める為二つの試験を実施した。即ち (a) 攪伴時間と濃度との関係、(b) 薬量とガス濃度との関係についての試験である。

図 2 に (a) の目的で試験した結果の例を掲げる。之より見て最初は変動があるが約 20 分間すれば安定して来る事が知れる。

(表 1)

試料 2 本		試料 1 本	
CO ₂ %	CO%	CO ₂ %	CO%
0.041	0.004	0.045	0.004
0.042	0.004	0.048	0.004
0.047	0.004	0.051	0.005
0.045	0.004	0.050	0.004
平均 0.0435	0.0040	0.0478	0.0042

(表 1) 爆薬 100g 当りに換算した濃度

表 1 には (b) の目的で 32m/m, 112.5g 薬包の新桐ダイナマイトを使用して試験した結果を示す。之よりして幾分発射時の濃度が考えられるがガス量の多い新桐でこの程度であるから一般に濃度は余り重大でない事が判る。且試験には 32m/m, 112.5g 薬包 1 本を使用すれば安全と思われる。

(2) 予備試験の結果に基いて試料は 32m/m, 112.5g 薬包 1 本、発射後 20 分攪伴した場合の濃度を以てガス試験を実施した。その結果を爆薬 100g 当りに換算して示せば次の如くである。試験坑道の発射後 20 分の温度は 30~35°C であった。

(表 2)

白梅ダイナマイト		硝安ダイナマイト	
CO ₂ %	CO%	CO ₂ %	CO%
0.040	0.005	0.030	0.017
0.040	0.008	0.023	0.013
0.045	0.009	0.032	0.014
平均 0.0416	0.0073	0.0283	0.0146

V 実験結果の考察

未だ予備試験的な域を出てないものであるが以上の

実験より見て此の新しい後ガス試験装置が爆薬の後ガス試験用として有効なものであることが判る。即ち Mann が西部オーストラリアの金山で岩石用膠質ダイナマイトの後ガスを試験した結果では爆薬中の炭素の 1/10~1/15 が一酸化炭素として見出されたと云う。D. E. Gardner 等が行つた欽山に於ける試験では 40% ゼラチンダイナマイトで CO₂+CO+CH₄:CO の比が 100 対 3.4~17.7 であったと云う。其の後 Perrott 氏等は酸素量を変えた 60% ゼラチンダイナマイトの後ガスを種々な方法で試験した。その結果の中から酸素の最も少い爆薬(A), 平衡のとれた爆薬(B)及び最も多い爆薬(C)に対して CO と CO₂ の比を求めれば表 3 の如くである。

(表 3)

試験法	A	B	C
C-J 装置	0.30	0.06	0.07
ハーキュレスタンク	0.49	0.10	0.11
ピツヘルボン	0.51	0.01	0.08
欽山試験	0.37	0.08	0.03

我々の試験結果から CO/CO₂ を求めると新桐では 0.09 白梅では 0.18 硝安では 0.52 となり後の二つは炭坑爆薬である点より新桐と比較すれば我々の試験法による試験結果は概ね実際の場合に近いことを知る。

次に瓦斯捕集坑道の容積を約 34m³ として前述の値より直接爆薬 1kg よりの発生ガス量を概算すれば次の如くである。

(表 4)

新桐		白梅		硝安	
CO ₂	CO	CO ₂	CO	CO ₂	CO
163l/kg	16l/kg	141l/kg	25l/kg	96l/kg	50l/kg

この値は種々の省略を行つているが発生ガス量の目安としては充分であると考えられる。

VI 結 語

此処に報告したガス試験装置は比較的簡単な構造であるが、坑内に於て爆薬が発生するガスを試験する装置としては実際に近い値を与えるものと考えられる。尙試験研究を続ける予定であるからその結果は次の機会に報告させて頂くことになる。

尙本装置は日野課長の指導と初見係長の直接的立案によつて実現の運びとなつたものであることを附記して厚く敬意を表するものである。



文 献

- (1) Dynamit A.-G. vorm Alfred Nobel Co.: S. S. 1, 4 1906.
- (2) Sarrau u. Vieille: Mem. poudr. salp. 2 [1],

- 126, 1885 其の他
- (3) C. E. Bichel: S. S. 3, 369, 1908; Bull 15. U. S. Bur of Mines 1912, 103
- (4) Berthelot: Ann. Chim., 1881 (5) 23; 1887 (6), 10,433
- (5) Poppenberg u. Stephan: S. S. 5, 291, 1910
- (6) Dynamit A-G vorm. A. Nobel & Co.: S. S. 1, 4, 1906
- (7) Robertson u. Garner: S. S. 18, 97, 1923; Proc. Roy. Soc., 1923, 103 A. 539
- (8) A. Wilhelmi: S. S. 7, 112, 1912
- (9) E. Audibert: comp. rend., 178, 1167, 1924
- (10) A. Schmidt: S.S. 34, 38, 1939
- (11) J. E. Crawshaw. u. G. W. Jones: Eng. and Min. J. 120, 965, 1925
- (12) J. Thorburn: J. Soc. Chem. Ind. 46, 3591, 1927
- (13) J. st. Perrot: U.S. Bur. Mines. T. 482, 1930
- (14) Mann: Marshall "Explosives" 576; Report to W. A. Parliament. 1911
- (15) D. E. Gardner 等: Bull. 278 U. S. Bur of Mines 1927.
- (16) J. st. Perrott 等: U. S. Bur. Mines Tech. Paper 482. U. S. Bur. of Mines. 1930

Toxic Gases after Blasting (1)

By T. Jinda, S. Iwasaki, & S. Asaka

A new experimental gallery for testing the gaseous products of detonated explosives is described. This gallery 9 meter long and 2 meter in diameter, has two doors to close the gallery after shotting, and has a fan and pipe line to mix the gaseous products enclosed in the gallery. Explosives are charged in the bore of a cannon, settled at the end of the gallery.

This apparatus is constructed to simulate the circumstances with the underground drift. Some results obtained are as follows:

Explosives tested	gaseous products	
	Carbon dioxide 1/kg	Carbon monoxide 1/kg
Shinkiri dynamite	160	16
Shiraume dynamite	140	25
Shôan dynamite	96	50

(Nihon Kayaku K.K.)