

- (3) 硝爆が鉛板試験にて NH_4NO_3 粒子の跡を示さないのは、硝爆は空間にても完爆に近い状態に達して居るものと考えられる。
- (4) 普通の砂上に於ける殉爆試験にて硝爆が最も大きい殉爆能を示して居るのは、硝爆は空間にても完爆するため充分その猛度を示して居るに反し、桐、櫻は不完全に爆轟しているため固有の猛度を示していないことに起因していると考えられる。
- 183°C に冷却せる桐及び櫻は硝爆より遙かに大きい殉爆能を示して居る。

- (5) 新桐は -183°C に冷却して常温に復したる後も尙その猛度は著しく大きい、櫻は元の不完全な爆轟に歸る現象に就いては更に探求の餘地がある。
- (6) 櫻の初速は多くの人によつて測定されて居るように 3000 m/s 内外であるが、-183°C に冷却した場合は紙筒にても 5,400~5500 m/s の高速に達して居る。
- (7) 粉狀爆薬に就いては之を -183°C に冷却するも著しい変化は認められない。

Explosion Properties of Commercial Explosives at Low Temperatures

By Katsuichi Sakamoto

To observe the explosion of commercial explosives at low temperatures, the explosives were dipped in liquid oxygen for a while and then initiated with the detonator in the open air. The ordinary detonator did not completely detonate at -180°C., but the detonator with double inner tube or aluminum detonator did completely. Gelatine dynamites was very insensitive at low temperatures but when sufficiently strong initiation was given, they gave much more brisance than at ordinary temperatures. This fact shows that the detonation of gelatine dynamites in the open air at ordinary temperatures is not complete. This was proved by receiving the detonation products with the lead plate; at normal temperatures innumerable traces of NH_4NO_3 particles were left on the plate, but at low temperatures no traces were found.

(Asaki Kasei K. K.)

炭塵の發火性及添加物の影響に就いて

(昭和25年2月22日受理)

後藤 廉平・水渡 英二・瀧 鯉二

(京都大學化學研究所)

I 結 言

炭坑に於ける爆発現象が從來幾多の不慮の災害を炭坑関係者に與えて來た。そして是は瓦斯爆発に續いて誘發される所の炭塵爆発に依り、一層その被害を大きくしているもので、その數たるや枚舉に遑がない程である。又 1906 年佛國クーリエー炭坑に於ける爆発の如く純然たる炭塵爆発の例もある。斯くの如く炭塵爆発の問題は、國家資源的及社會人道的にも非常に重要な問題である。

従來石炭の發火性の比較方法が、種々報告されてい

(2-5) る。そして是等に依れば石炭の發火性に對しては、揮發分及その粒度の影響が最も大きい。著者等はさきに金屬粉體及有機藥品の發火性を研究し、その際粒度の影響が非常に大きい事を報告した。又石炭の發火性に對する添加物として岩粉及種々の無機鹽類が使用されているが、添加物の粒度を變えて實驗した例は少ない。吾々は炭塵爆発に對し、防爆の見地より次の如き簡単な噴射試験法に依り石炭の發火性と 2, 3 の實用的な添加量を變えてその影響を檢した。その結果を報告する。

表 1

No.	銘	柄	揮發分 (%)	灰分 (%)	水分 (%)	n	$\frac{C_0}{k} \times 10^6$
1	盤	城	43.42	23.18	3.90	2.24	30
2	奔 別 洗 粉		41.07	8.54	3.38	2.44	30
3	沖 之 山 一 番 層 切 込		40.64	14.17	10.38	2.28	33
4	大 ノ 浦 (5)		40.00	—	—	2.22	35
5	三 井 美 唄 炭		38.45	12.76	3.64	2.26	40
6	大 ノ 浦 (1)		38.00	—	—	2.26	40
7	榮 山 亞 炭		37.68	7.26	22.16	2.21	52
8	芦 別 特 粉		37.40	13.86	2.39	2.21	42
9	砂 川 上 粉		37.33	11.00	2.42	2.24	39
10	入 山 粉		36.63	23.52	7.76	2.15	54
11	高 松 微 粉		36.50	15.61	4.86	2.2	48
12	田 川 洗 中 塊		35.59	26.51	3.67	2.22	56
13	尺 別 洗 中 塊		34.34	16.29	9.46	2.11	72
14	茅 沼 玉 川 塊		32.90	25.31	4.84	2.02	123
15	高 島 端 島 炭		32.43	11.58	1.72	1.7	131
16	田 人 *		31.48	20.26	19.82	0.8	19,500
17	菱		27.47	27.84	12.50	—	—
18	豊 里 中 層 一 番 層		24.23	40.20	2.25	—	—
19	植 田 上 瀧 本		22.33	39.90	18.12	—	—
20	鹿 町 洗 粉		21.06	23.72	1.50	—	—
21	山 陽 無 煙		8.34	21.27	1.52	—	—
22	太 平 無 煙		4.82	54.73	4.05	—	—
23	島 廻 無 煙		4.75	28.09	3.92	—	—

II 実験操作

(1) 試 料

本実験に用いた炭塵試料は表1に掲げたもの及び日鐵二瀬炭(筑豊中央坑), 三菱崎戸炭(長崎縣), 三菱飯塚炭(筑豊)を豫めボットミルで粉碎後 Tyler 型標準篩で篩別して用いた。

(2) 粉塵分散法

吾々は圖1. Aの如き硝子製の小器に粉末の一定量

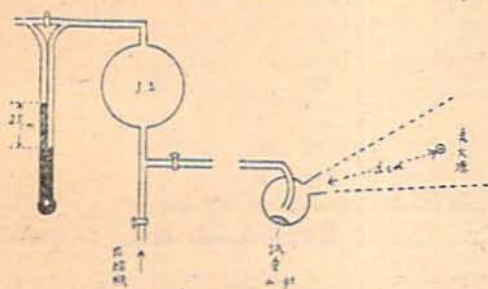


圖 1

(a g) を取り一定壓力 (25 cm Hg) に加壓せる空氣溜 (3 立) より急激に空氣を送り粉末を噴出せしめ粉煙を形成せしめた。しかして噴出口より種々の距離 (d cm) に點火源を置き發火の有無を検した。

(3) 發火限界曲線

今圖1の裝置を用い日鐵二瀬炭(325#全通)に就

日鐵二瀬炭(325#全通)

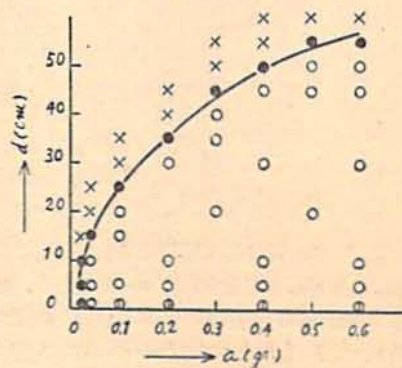


圖 2

いて粉末量 a 及噴出口と点火源との距離 d を種々變えて發火の有無を検し d と a を軸として圖を畫けば圖2の如く發火域と不發火域とを生じ、1本の境界線が得られる。こゝに×印は不發火、○印は發火、●印は發火が認められる場合と認められない場合のある事を示す。これを發火限界曲線 ($d-a$ 曲線) と呼ぶこととする。

(4) 發火限界曲線より n 及 $\frac{C_0}{k}$ の算出

上述の實驗法に於て粉體の噴出條件は一定にしてあり、寫眞撮影に依ると約 30° の頂角を有する圓錐形に一定の形で進行する。今噴出に依り d cm の距離に於ける極濃度を C とすれば大體次の様な關係があるものと想定される。

$$C = k \frac{a}{d^n} \quad \dots\dots\dots (1)$$

茲に a は取りたる粉體の量、 k は比例常數である。發火下限界に於ける粉體濃度を C_0 とすれば發火限界曲線 ($d-a$ 曲線) は (1) 式から

$$a = \frac{C_0}{k} d^n \quad \dots\dots\dots (2)$$

となるから、兩邊の對數を取れば

$$\log a = \log k' + n \log d \quad \dots\dots\dots (3)$$

で表わされるべきである。茲に $k' = \frac{C_0}{k}$ で恒數であるから $\log a$ と $\log d$ は直線關係となる。例へば圖2に示した日鐵二瀝炭の發火限界曲線に就いて $\log d$ を縦軸とし $\log a$ を横軸として圖を畫けば圖3の如くなる。

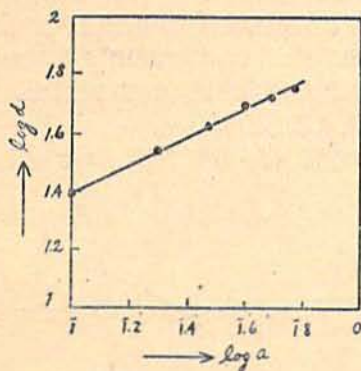


圖 3

若し粉體全部が一時に出て粉煙は圖4(A)に示す如く平面狀に擴がるものとすれば $n=2$ となり、圖4(B)の如く圓錐形の全容積に擴がりつつその高さを増す (頂角一定) ものとすれば $n=3$ となる筈である。しかし是等は理想の場合であつて、實際には噴出口を出るにもある時間を要し、又粉煙の擴がり方も

上述の中間であると思われる。しかして圖3の示す如く大體 (3) 式に従う、即ち Parabolic law に従う。そしてこの直線の傾斜より n が求られ $\log d=0$ に於ける横軸との交點より k' が求められる。しかし n は粉體の分散様式に関するものであり、 k' は粉體の相対的な發火性を表すもので k が解れば發火限界濃度 C_0 が求め得られる筈である。

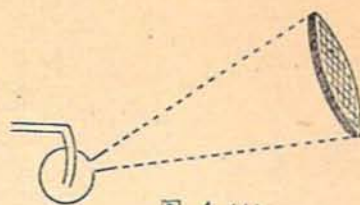


圖 4 (A)

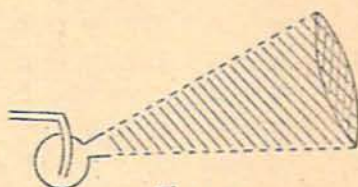


圖 4 (B)

III 實驗結果

(1) 揮發分 (%) と n 及 $\frac{C_0}{k}$ との關係

表1に本實驗に使用した炭煙試料 (325# 全通) とその分析表及實驗により得られた n 及 $\frac{C_0}{k}$ の値を掲げた。揮發分 27.27% (荒瀝) 以下の試料は此の實驗法では發火しなかつた。揮發分 % と n 及 $\frac{C_0}{k}$ との關係を圖示すれば圖5及圖6となる。圖5から判る様に n の値は揮發分 % の増減に對して餘り變らな

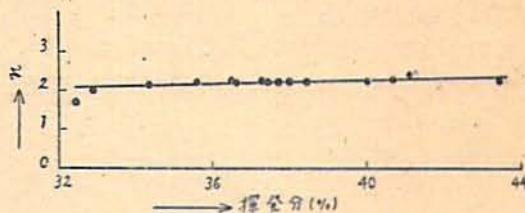


圖 5

い。即ち大體に於て同様な分散の仕方をするものであることが判る。又圖6から判る様に揮發分 % の増加と共に $\frac{C_0}{k}$ は小となる。即ち發火性は揮發分 % の増加と共に向上することが明瞭に判る。

次に磐城炭 (325# 全通) に就いてその揮發分を除

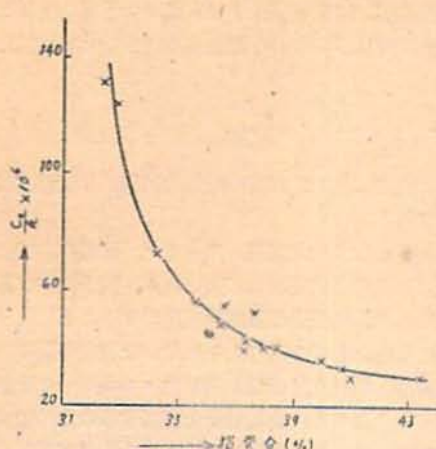


図 6

去して行きその影響を検した。圖7にその發火限界曲線とそれより得られた n 及 $\frac{C_0}{k}$ の値を附記した。

Aは除去前、Bは揮発分6%除去、Cは揮発分9.9%除去したものである。是から揮発分%の減少により

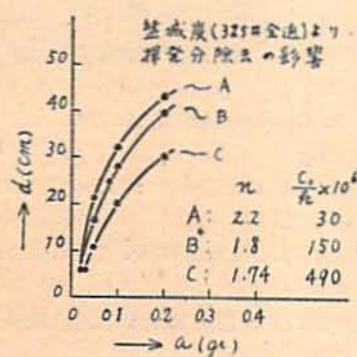


図 7

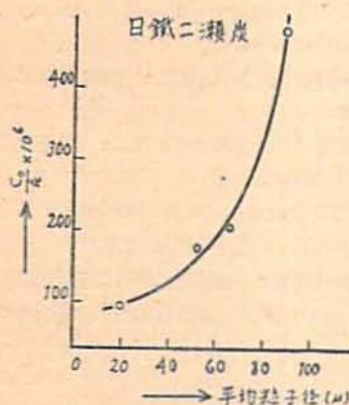


図 8

發火性が低下することが明瞭に判る。

(2) 粒度と發火性

炭塵粒度の發火性に及ぼす影響を見るために各種粒度の日鐵二瀝炭に就いてその發火性を檢した。圖8は縦軸に $\frac{C_0}{k}$ を取り横軸に平均粒子徑を取つた。圖より判る様に平均粒子徑が大きくなるに従い曲線は上昇し $\frac{C_0}{k}$ は大となる。即ち平均粒子徑が大となるに従い發火性は低下した。

(3) 發火性に對する添加物の影響

磐城炭 (43 μ 以下) に種々の添加物の種々の量 (重量 %) を加えて乳鉢中でよく混合した粉末に就いて發火限界曲線を求めそれより $\frac{C_0}{k}$ を算出した。結果を圖9に示した。添加物として珪石 (43 μ 以下)、アルミナ (43 μ 以下)、大理石 (43 μ 以下) 及沈降性炭酸カルシウム (4 μ 以下) を用い縦軸に $\frac{C_0}{k}$ 、横軸に添加物の重量 % を取つてある。當然豫想せられる事であるが、各添加物の添加 % の増加と共に發火性は減少し、沈降性炭酸カルシウムは40%、大理石は45%、アルミナ及珪石は50%で發火しなくなった。即ち大理石は他の二者に比し發火抑制作用が大きい。

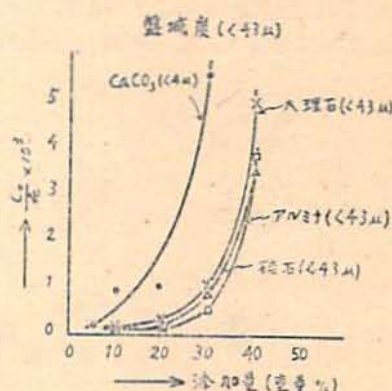


図 9

次に種々の粒度の珪石 (30% 添加) 及大理石 (40% 添加) を磐城炭 (43 μ 以下) に添加してその發火性を檢した。縦軸に $\frac{C_0}{k}$ 横軸に添加物の平均粒子徑を取れば圖10の如くなる。圖より判る様に添加物の平均粒子徑が大となると共に $\frac{C_0}{k}$ は小となる。即ち添加物の粒子が大きくなると共に發火性は良くなる。従つて添加物の發火抑制作用は小となる。之は圖9に示した沈降性炭酸カルシウムが大理石に比べて著しい發火抑制作用を表わした事と併せて、添加物の粒子が細い

程発火抑制は大きくなることを明瞭に示している。

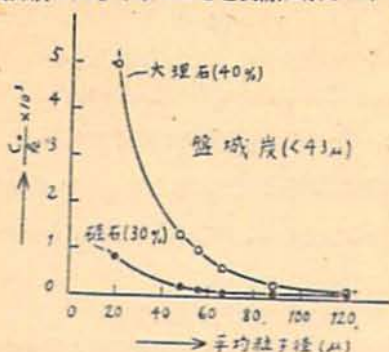


図 10

IV 実験結果の考察

図9に於て沈降性炭酸カルシウム(4μ以下)と大理石(43μ以下)との発火抑制作用の著しい相違に對して色々考えられるが、その炭塵との混合状態を顕微鏡で観察した所、図11の寫生圖の如く沈降性炭酸カルシウムの場合には炭塵粒子は、中には不完全な物も存在するが、炭酸カルシウムの小粒子で被覆された状態にあるものが多い。之に反して大理石の場合には單に混合しているに過ぎない。そこで此の兩者は図11の模型圖の様な状態に在ることが想像される。鮫島氏に依れば本實驗法の如き方法で粉體を形成せしめ

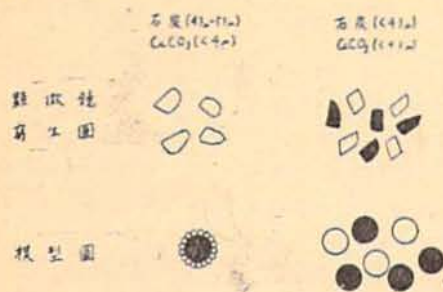


図 11

る場合には粉體粒子の幾割かが帯電することが豫想される。又疋田氏は小粒子は大粒子と符號の異なる電荷を持つことが多く、又大粒子により逆電荷を誘發されることがあると考えており、小粒子が容易に大粒子を被覆することが可能であると考えられる。又同一大の炭塵及添加物の混合物の間にも帯電符號の相異に依り氣膠質中での粒子間の配列狀に差異を生じ、是が浮遊性ひいては發火性に對して影響はしないだろうかと思

えられるが、同じ炭塵粒子でも表面の性質に依り電荷の符號に變化があるから現在の所判然した事は言えない。

V 結 論

本實驗法に於ては石炭の發火性は揮發分と粒度が主因子である。

添加物としては大理石、アルミナ、珪石の中では大理石が比較的發火抑制力が大であり、粒子は細い程効果的である。微粒子の添加物を使用することに依り添加物の效果として今迄考えられていた炭塵の局所的濃度の減少とか發火に必要な活性化エネルギーの受授を妨害することの他に炭塵粒子を被覆することに依り揮發分の空氣中への逸出擴散を妨害する効果が期待せられる。

最後に本實驗に使用した炭塵試料及その分析表は配炭公園研究所より惠與されたものである。厚く感謝する。

費用の一部は文部省科學研究費によるので、ここに謝意を表す。

文 献

- (1) 厚見利作：坑内瓦斯炭塵爆發豫防論(昭16厚生誌)8.
- (2) H. P. Greenwald: U. S. Bur. mine Bull (1932) 365.
- (3) A. A. van der Dussen: Rec. Trav. Chim. 54 (1935) 873.
- (4) W. P. M. Malta: Rec. Trav. Chim. 55 (1936) 173.
- (5) 吉田銀次郎, 長田英世: 工業火薬協会誌 9 (1949) 133.
- (6) H. H. Brown: Ind. Eng. Chem. 9 (1917) 269.
- (7) J. J. Bikerman: Surface chemistry (1948) New York 237~238.
- (8) 後藤康平, 永渡英二: 物理化學の進歩 20 (1946) 82.
- (9) 後藤康平, 永渡英二, 瀧鯉二: 粉體及粉末冶金 2 (1948) 87~92.
- (10) G. Tammann und W. Boehme: Z. Anorg. u. Allg. Chem. 217 (1939) 225.
- (11) 鮫島實三郎: 經驗質(昭22河出書房) 59.
- (12) 疋田強: 工業火薬協会誌 10, 148 (1949) 及び私信.

The Inflammability of Coal Dust and the Influence of Additional.

By Rempei Goto, Eiji Suito and Koiji Taki

For the purpose of preventing dust explosion, we examined the inflammability of coal and the influence of additional by the dispersion method. 26 kinds of coal which were different from each other in volatile matter (4.75%~43.42%) were examined. The lower volatile matter, the lower was the inflammability, and below 27.27% it was unflammable. The inflammability of "Nittetsu-Futase" coal was elevated with fineness of its particle size. When 5%~60% of SiO_2 , Al_2O_3 and CaCO_3 (crushed marble and precipitated calcium carbonate) were added to "Iwaki" coal, the latest indicated the most repressive action for the inflammability. The smaller the size of the additional the larger was the repressive action. In regard to the very remarkable repressive action of the precipitated calcium carbonate, the mixed state was observed by the microscope and found that the coal dust particles were covered with precipitated calcium carbonate particles of the smaller size.

In conclusion, it is verified certainly that the inflammability of the coal dust depends mainly upon the volatile matter and size. Calcium carbonate is better as additional and the smaller, the more effective it is.

(Institute for Chemical Research, University of Kyoto)