

光電管による爆焰測定

福井 久明*, 佐藤 俊一*, 松田 賢二*

スラリー爆薬を含む炭鉱用爆薬の爆焰を真空型銀セシウム光電管を用いて測定することにより、旧砲試験における安全度と対応づけることができた。たとえば、旧砲発射における二次爆をメタン着火因子と考え、水込物を用いて二次爆を減少させることにより、飛躍的な安全度の向上を認めることができる。

1. 緒言

炭鉱爆薬の爆焰に関する研究は静止写真、流シカメラおよび電管等により進められてきた。今日、わが国ではスラリー爆薬の発展が目ざましく炭鉱用スラリー爆薬の研究も意欲的に進められておりメーカー各社も検定試験に合格している。われわれは、今回メタンガスへの着火因の一つと考えられる爆本について調査するため光電管を用いた爆焰測定装置を試作し、炭鉱用スラリー爆薬を中心に検討を加え、光電管の種類、安全度との関係についていくつかの実験結果を得た。

光電管については Si 特性を持つ真空型銀セシウム光電管が最も爆焰に対して感度が良い。また旧砲における安全度と爆焰については測定されたピークの高さ、面積、二次爆の有無によって関係づけることができる。

2. 実験装置および方法

測定に用いた光電管は PV-11~真空型銀セシウム光電管、特性 S1, PV-13~真空型アンチモンセシウム光電管、特性 S4 (いずれも東芝電気製)、シリコンブルーセル~SBC 型 (シャープ電気製) で計測中心波長がそれぞれ 800, 400, 700nm 付近のものを選んだ。各光電管素子の波長一比感度特性は Fig.1 に示すとおりである。ただし、PV-11 と PV-13 については計測中心波長の変動範囲がそれぞれ 800 ± 100 nm, 400 ± 50 nm である。

Fig.2 は PV-11 の測定回路図を示した。PV-13, シリコンブルーセルの測定回路もほぼ同じである。

測定方法は弾動振子用旧砲 (孔径 55mmφ, 孔長 550mm) 内で起爆し、爆焰から側面方向 5 m の位置に光電管をセットした。薬量は実験 3.1 を除きすべて 100g である。

3. 実験結果および考察

3.1 爆焰と光電管の特性

含水爆薬 A (正 400g) を正起爆した時の各光電管素子による測定結果を Fig.3 に示す。爆焰の強度に関しては PV-11 が最も感度が良く、また正起爆の際発生しやすい二次爆の確認もされており、弱い爆焰に対しても応答が良い。ただし、応答速度に関しては半導体素子を用いたシリコンブルーセルの方が速いようである。今回の実験では、旧砲試験による安全度と爆焰の関係を調査することが目的であるので二次爆のような弱い爆焰に対しても測定可能な光電管素子として 800nm 付近に計測中心波長を持つ PV-11 を選んだ。

3.2 爆焰と安全度

3.2.1 水タンピングによる爆焰と安全度

旧砲試験においては少量の水込物でもメタンガスへの着火を抑制する効果をもつことが知られている。この理由としては、メタンガスへの着火機構が衝撃波の

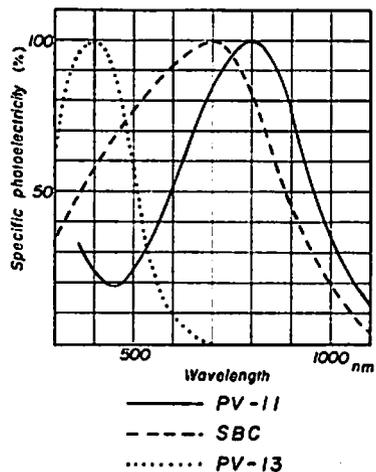


Fig. 1 波長一比感度特性

昭和53年5月26日受理

*旭化成工業(株)化学工場 宮崎県延岡市水尻町304

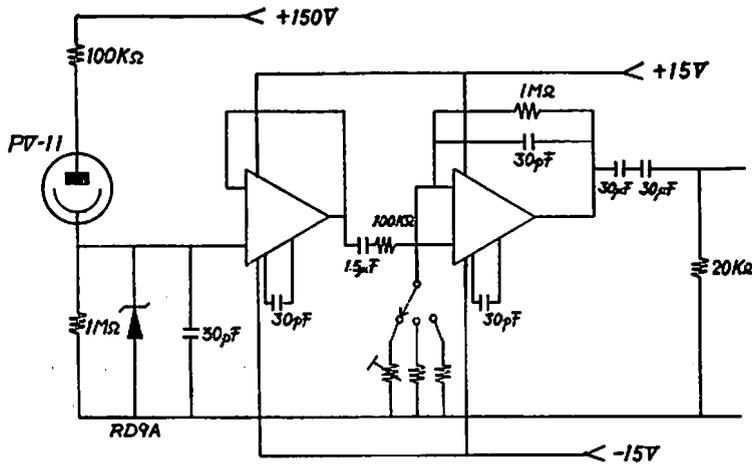


Fig. 2 爆焰測定回路図

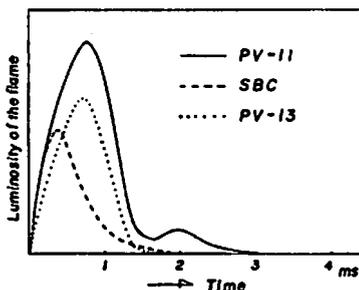


Fig. 3 爆焰に対する光電管特性

会合および二次爆によって開始されると考えると、水込物は後者を抑制する効果があると述べられている¹⁾。

われわれは検定試験に合格した含水爆薬 A (正 400 g) および B (正 600g) について水込物による安全度と爆焰の関係を調べた。

安全度は、9% のメタンガスを満たした径 1.5m、長さ 2m の試験坑道に旧砲から発射した時のガスへの着火率を調べたもので、結果を Table 1 に示し

Table 1 水込物による安全度

薬種 水込物 (g)	含水爆薬 A			含水爆薬 B		
	0	50	100	0	50	100
薬量 (g)						
600	—	0/5	0/5	—	0/5	0/5
500	—	0/5	—	3/3	0/5	—
400	5/5	0/5	—	0/5	—	—
300	0/5	—	—	0/5	—	—

た。水込物の装填方法は、径 30mm、厚さ 80 μ のポリエチチューブに水を入れ両端を金属クリップで閉じたものを用いた。なお、起爆様式については全て逆起爆方法である。

次に、含水爆薬 A、B に水込物をそれぞれ 100g 装填し、空气中に発射した爆焰の測定結果を Table 2 に示した。なお、光電管素子は PV-11 である。

表中、ピーク高さ、ピーク面積として変化した数値は、含水爆薬 A 100g (水込物なし) の逆起爆における測定値を 1 とした時の相対値である。

Table 1 より、水込物による安全度の向上は含水爆薬についても認めることができる。次に、水込物の効果としては、Table 2 において、爆焰持続時間が著しく減少していることから、二次的に発生する小さい爆焰に対しての消焰効果と考えられる。また、一次焰を示すピーク高さも水込物によりわずかに低下していることから、一次焰に対する消焰効果も作用しているようである。

3.2.2 爆薬の口元距離と爆焰および安全度

次に報告する実験結果は過去に行なわれたもので測定方法等は異なるが、同型の光電管素子を用いて得られた興味ある結果なのでここに報告する。

Table 2 水込物と爆焰測定値

薬種	水込物 g	持続時間 ms	ピーク高さ	ピーク面積
含水爆薬 A	0	2.9	1.0	1.0
	100	1.5	0.94	0.63
含水爆薬 B	0	2.1	0.96	0.69
	100	1.4	0.78	0.37

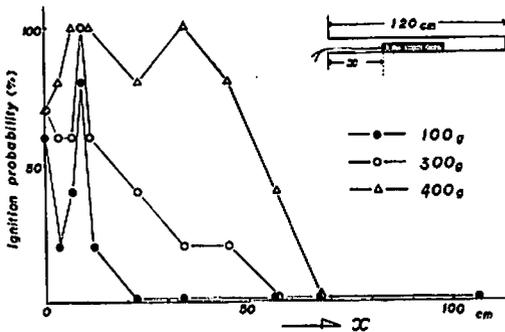


Fig. 4 口元距離と安全度

安全度は 3.2.1 に記した試験坑道にて行ない、9% メタンガスへの着火率で表わす。爆薬の装填は正起爆方法で、爆薬末端と旧砲口元からの距離を変える。Fig.4 は、硝安爆薬 A (正 400g, 薬長 12cm) 100g, 300g, 400g について、それぞれ口元距離と安全度の関係を示した。各位置における試験回数は $x=0$ ($n=10$) を除き、すべて 5 回である。

Fig.4 に示すように、 $x=0$ では薬量に変化してほぼ一定の着火率を示し $x=10\text{cm}$ で着火率は最大となる。さらに x が 10cm 以上では徐々に着火率は低下する。このように口元距離と爆薬量を変えた時の爆焰の変化を示したものが Fig.5 である。測定方法はいずれもメタン着火試験用旧砲 (径 55mm, 長さ 120cm) から空気中に発射した爆焰を光電管により測定したものである。

Fig.5 には $x=0, 10\text{cm}$ と孔底に接する位置での代表例を示しているが、一般的に口元距離が大きくなるにつれて二次焰は小さくなり、一次焰は大きくなる。また、一次焰と二次焰の間隔も短くなるのが確認される。 $x \geq 10\text{cm}$ の範囲において、この結果と Fig.4 における安全度との結果とは良く一致する。

$x < 10\text{cm}$ の範囲において着火率が 100% とならないのは、旧砲口元附近で一種の据置発破に近い状態となっており、第 1 薬包が着火率を支配しさらに込物としての効果も作用していると考えられる。

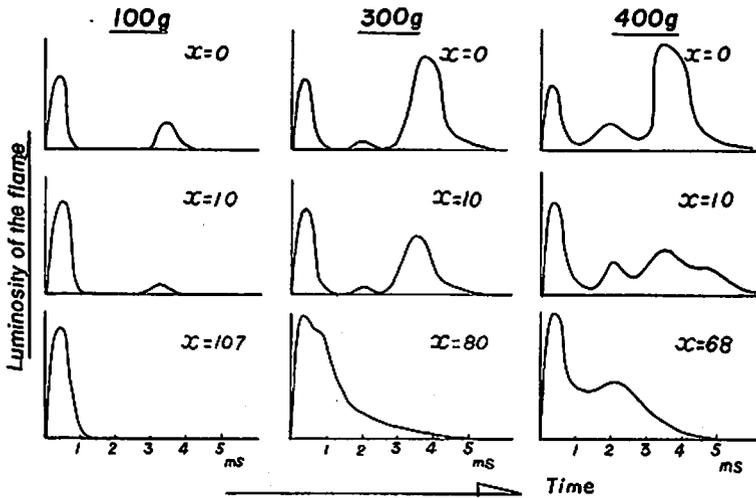


Fig. 5 口元距離と爆焰

4. まとめ

メタン着火要因の一つと考えられる爆焰を旧砲発射により光電管にて測定した結果、次のようにまとめることができる。

- 1) 爆焰の測定には 800nm 付近に計測中心波長を持つ真空型銀セシウム光電管が適している。
- 2) 旧砲試験において爆薬後方に空間が存在すると二次焰が発生し易く、メタンガスへの着火が容易となる。

3) 旧砲試験における水込物の効果は炭鉱用スラリー爆薬にも見られ、二次焰に対する消焰効果によるものと考えられる。

今回は旧砲試験における安全度と爆焰の関係について実験を行なったが、今後炭鉱用スラリー爆薬の研究を進めるに当たり、溝切試験等への応用も検討したい。

文 献

- 1) 鈴木俊夫, 関健一, 松浦茂雄, 古閑豊: 採鉱と保安 Vol. 7, No.8, p.11~21 (1961)

Observation of the detonation flame by the photocell

by H. Fukui, S. Sato, K. Matsuda

We have observed the flame of permissible explosives (including slurry explosives) by the photocell with silver-cesium sensitizer.

As the result, there was a certain relation between the luminosity of the flame and the safety of the shotfiring in methane-air mixture. We have assumed that the secondary flame from cannon shot would be one of the factors to ignite methane, and recognized that the water stemming bag prevented from methane ignition by explosives because of decreasing the secondary flame.

(Asahi Chem. Ind. Co., Ltd. Explosives Plant, 304 Mizushiri-cho, Nobeoka, Japan)
