

で述べた発振コイルからの磁力線による感応発火の危険性も当然考えられる。

本実験は旭硝子株式会社研究所の厚意により同所備付の高周波乾燥装置によつて行い得たことを深く感謝すると共に、実験の計畫並びに遂行に当り多大の御指導、御協力を賜つた同研究所の末利志郎氏、友真昌

太郎氏及び佐野省三氏に厚く御礼申上げる。

文 献

- 1) 岡村: 高周波加熱 337 (1949); 電気工学ハンドブック 1514 (1941)
- 2) 岡崎: 工火誌 13, 45 (1952)

## Firing of Electric Detonator Through Absorption of Radio-Frequency Energy. No. 2. Tests on Radio Heater

By Kazumasa Okazaki.

The radio waves from the general type of radio heater are mostly classified into short wave. On the radio-frequency current induced electro-magnetically in the wires of an electric detonator from short wave had been discussed in the previous report. Therefore, in this experiment only the current induced electro statically due to the potential difference between the electrode of a radio heater and the ground was investigated.

The leg wire of an electric detonator was stretched in the electric field between the electrode and the ground, and current measurements and tests of firing were made under various conditions.

It was found that, also in this case, hazardous amount of current for the common types of electric detonator was readily induced. Especially the induced current increased extremely when one end of the leg wire was in close proximity to the edge of the plate of electrode and another end was grounded perfectly.

## ミリセコンド発破の安全性に関する実験

(昭和 27 年 9 月 27 日受理)

村 田 勉 ・ 友 石 尚 之

(日本油脂武豊工場)

### I 緒 言

ミリセコンド発破法は最近我国の金属鉱山に於て普及しつつあるが、これを炭鉱に利用することも採炭能率上好ましいことと思われる。只懸念される点は保安上差支えないか否かである。此れは炭鉱保安上の重大な問題で、ミリセコンド発破の安全性は凡ゆる角度から研究し検討すべきことである。

ミリセコンド発破の安全性を実験するためには、実際の切羽で数多くの実験を行うことが望ましいが、それは種々な面で多大の困難が伴う。そこでいくらかでも実際に近い条件で而も成程再現性のある方法として吾々は、試験坑道を利用しミリセコンド発破のガスに対する安全性を実験している。まだ実験は続行中であるので充分な結論が出るまでには至っていないが一

応現在までの結果を報告する。

### II 実験装置及び方法

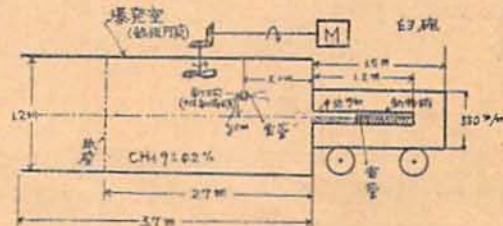


図 1

図1の如く試験坑道内に  $CH_4 9 \pm 0.2\%$  を入れ、白砲発射と吊し爆発を同時に併用する。白砲孔内に 600g 不引火の検定爆薬たる新特硝安ダイナマイト (N. G. 8.0%, N. C. 0.2%, W. M. 4%, S. W. 10%, NaCl

8%, A.N. 69, 8%) を装填し此れに M.S.D. 又は昇電電雷管を挿入し、吊しの位置には 15g で必ず点火を生ぜしめる新桐ダイナマイト 20g, 或は 150g で必ず点火を生ぜしめる新特硝安ダイナマイト 150~200g を吊し(その位置は  $x$  及び  $y$  によって規定される) 此れに先の白砲装薬に附した M.S.D. と相対的に早く爆発するか或は遅く爆発する M.S.D. 或は先の昇電電雷管に対応する昇電電雷管(齊発の場合) を挿入する、そして兩者を直列に結線して鳥井印 10 発掛 (35 V, 2A) 電氣発破器で発破し  $\text{CH}_4$ -Air に点火の有無を試験する。齊発の場合の起爆誤差は普通昇電電雷管相互間の起爆時間の差異と同じであるから大体 10 M.S. 程度であろうと推定される。尚 M.S.D. は市販品で検定合格の 10 段発のものを使用した。その時間間隔は 1~5 段は各々 30 M.S. で 5~10 段は 40 M.S. である。従つて実験データには時間  $x$  隔のみを記すことにする。

## Blank Test

懸吊装薬による  $\text{CH}_4$ -Air の点火が白砲装薬からの爆発生成物の作用によつて如何に影響されるかと云うことが本研究の重要課題であるが、それを知るために先づ用いる懸吊装薬単独の場合の  $\text{CH}_4$ -Air に対する点火性を知つて置く必要がある。そのため吊し爆

発に用いる新桐ダイナマイトと新特硝安ダイナマイトの吊し安全度実験を実施した。その結果は次の如し。

第 1 表 Blank Test (吊し発破)

| 爆薬名        | 引 火 率 |     |      |      | 備 考     |
|------------|-------|-----|------|------|---------|
|            | 10g   | 15g | 130g | 150g |         |
| 新桐ダイナマイト   | 0/5   | 5/5 | —    | —    | 分子は引火回数 |
| 新特硝安ダイナマイト | —     | —   | 1/2  | 5/5  | 分子は実験回数 |

即ち新桐ダイナマイトは 15g の薬量で必ず点火を起し新特硝安は 150g で必ず点火を起す。尙著者等の別の実験(未発表)より懸吊試験に於て新桐ダイナマイトによる  $\text{CH}_4$  の点火は火焰によるものであり、一般の炭鉱爆薬による点火は衝撃波とその反射波の集中によるものであることが判つている。

## 齊発における懸吊装薬位置の影響

此の実験に於ては Blank Test と齊発の差異とを懸吊装薬位置の変化に於て求めて見た。

### (イ) $y=0$ の場合

図 1 に於ける懸吊爆薬の位置を  $y=0$  にとり  $x$  を 0 から 2m まで変化せしめて実験した。即ち  $y=0$  とは爆薬中心が互に同一線上にある場合である。結果は第 2 表の如し。

第 2 表  $y=0$  に於ける  $x$  と引火率の関係

| 白砲装薬量<br>新特硝 g | 懸吊装薬量<br>g | 引 火 率          |     |     |     |     |     |     |     |
|----------------|------------|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
|                |            | $x=0\text{cm}$ | 10  | 20  | 30  | 50  | 100 | 150 | 200 |
| 100            | 新桐 20g     | 1/5            | 1/5 | 1/5 | 1/1 | —   | —   | —   | —   |
| 200            | "          | 0/2            | —   | —   | 0/2 | 1/1 | —   | —   | —   |
| 300            | "          | —              | —   | —   | 0/1 | 1/2 | —   | —   | —   |
| 400            | "          | —              | —   | —   | —   | 0/2 | 1/1 | —   | —   |
| 500            | "          | —              | —   | —   | —   | —   | 1/1 | —   | 2/2 |
| 600            | "          | —              | —   | —   | —   | 0/2 | 0/2 | 1/2 | 1/2 |
| 200            | 新特硝 200    | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 300            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 400            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 500            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 400            | 150        | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 500            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 600            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |
| 600            | "          | 1/1            |     |     |     |     |     |     |     |

第 3 表  $x=50\text{cm}$  に於ける  $y$  と引火率の関係

| 白砲装薬量 | 引 火 率          |                 |
|-------|----------------|-----------------|
|       | $y=0\text{cm}$ | $y=50\text{cm}$ |
| 200g  | 1/1            | —               |
| 300   | 1/2            | 1/1             |
| 400   | 0/2            | 0/2             |

## V M. S. D. による実験

### (イ) 白砲内装薬を先に起爆する場合

此の実験では白砲内の新特硝を M.S.D. で起爆し

### (ロ) $x=50\text{cm}$ の場合

この実験では  $x=50\text{cm}$  一定とし  $y$  を変化した場合に就いて実験した。結果は第 3 表の如し。

れよりも遅く起爆する M.S.D. を懸吊装薬に施して実験した。結果は次の如し。

第4表 白砲内装薬を先に起爆する M.S.D. 発射の安全度

| 白砲装薬量    | 懸吊装薬量  | x cm | y cm | 時間々隔   | 結果  |
|----------|--------|------|------|--------|-----|
| 新特硝 100g | 新桐 20g | 50   | 0    | 30M.S. | 0/2 |
| 200      | "      | 50   | 0    | 40M.S. | 0/2 |
| 300      | "      | 50   | 0    | 40M.S. | 0/2 |
| 600      | "      | 50   | 0    | 30M.S. | 0/2 |
| 600      | "      | 20   | 15   | 30M.S. | 0/2 |
| 200      | "      | 50   | 50   | 30M.S. | 0/2 |

(ロ) 第5表 懸吊装薬を先に起爆する場合

| 白砲装薬量    | 懸吊装薬量   | x cm | y cm | 時間々隔   | 結果  |
|----------|---------|------|------|--------|-----|
| 新特硝 300g | 新桐 300g | 0    | 0    | 30M.S. | 2/2 |
| 500g     | 500g    | 0    | 0    | 30M.S. | 2/2 |

(ハ) M.S.D. の時間々隔の影響

$x=100\text{cm}$   $y=0$  の場合、新特硝(白砲内)を先に起爆し次に起爆される懸吊新桐の起爆遅れ時間を変えた場合につき実験した結果は次の如し。

第6表 M.S.D. の時間々隔の影響

| 白砲装薬量 | 結 果                          |
|-------|------------------------------|
| 新特硝 g | 30M.S. 60M.S. 90M.S. 120M.S. |
| 200   | 1/1 1/1 1/1 1/1              |
| 300   | 0/2 0/2 — —                  |
| 400   | 0/2 — — —                    |

#### IV 実験結果の考察

第1表及び第3表より明らかな如く齊発の場合懸吊装薬による  $\text{CH}_4$ -air の点火が白砲爆轟ガスによつて阻止される傾向が見られる。然しこれは新桐ダイナマイトの場合のみであつて吊し爆薬が新特硝である場合は点火阻止効果が認められない。この場合に就いてはしばらく考えないとして新桐の場合について考えると新桐による  $\text{CH}_4$  の点火は 20g の小薬量では、該試験装置に於ける  $\text{CH}_4$ -air の点火は火焰によるものであるから恐らく点火源は吊し位置附近であろうと推定される新桐単独の場合では形成された点火源を擾乱する何らの大きな影響もないから形成された点火源は燃焼期間を経て発達し遂にはガスの爆轟を惹起する。然るに白砲内の爆薬を齊発するときには形成されつゝある点火源が十分に発達しない時間内に白砲から噴出する爆轟ガスによつて点火源が外方の混合ガスと遮断される

ものと推定される。然しその場合の点火阻止効果が大量の爆轟ガスによる遮断のみに起因するものであるか或は爆轟ガス中に含まれる  $\text{NaCl}$  や海菜等の化学的消焰作用が関与するものであるかは明らかでない。

次に第2表により明らかな如く吊し位置が一定なるときは白砲内の爆薬の量が大なるほど点火阻止効果が大きいことが認められる。之に関連して、吊し位置が白砲より遠く離れるに従つて点火阻止効果が小となる。これらの結果は同一の現象であると考えられる。即ち爆轟ガスの点火阻止作用は、その速度及び量が大なるほど大であると考えられるからである。

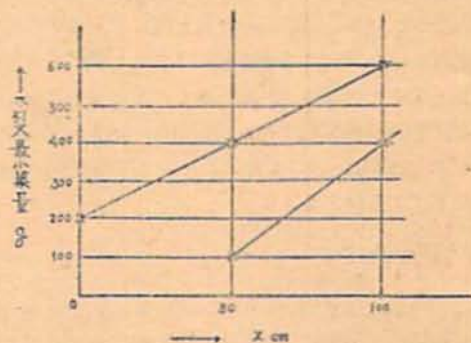


図 2

今齊発と M.S.D. の場合の距離  $x$  と不引火最小薬量(白砲内装薬)を図示すると図2の如くなる。

即ち点火を阻止するに必要な新特硝の最小薬量は、 $x$  が 0~1m の範囲では直線的に増加する。之に対して 30M.S. の間隔を置いた場合の M.S.D. 発射は  $x=50\text{cm}$  に於て新特硝 100g で充分点火を阻止する。

即ち M.S.D. の場合は第2表及び第4表により明らかな如く齊発の場合よりも新特硝の薬量が少なくて点火を阻止する効果がある。即ち先に起爆され白砲装薬が新特硝の如き炭酸爆薬であるならば、その爆轟ガスによる点火阻止作用が齊発の場合よりも大である。この理由は先に起爆された新特硝の爆轟ガスが新桐の位置に到達する相対的時間が短縮されるからであろう。相対的時間とは、新桐により生ずる  $\text{CH}_4$ -air の点火源に爆轟ガスが到達する時間の意味である。従つて、 $x$  が一定の場合は M.S.D. の時間々隔が大になればなるほど「相対時間」は小になるわけである。此の様に爆轟ガスが  $\text{CH}_4$ -air の点火源に到達する時間が充分小であり且ガスの量及び速度が充分大であれば点火は阻止されるのである。

爆轟ガスの点火阻止作用にはガスの量が或程度必要であることは第6表より明かである。即ち M.S.D. の時間々隔を増した場合の実験結果が示されているが、

それによると、 $x=100\text{cm}$ ,  $y=0\text{cm}$  に於て時間々隔が 30M.S. のときは新特硝が 400g のとき不引火で 300g で引火する。時間々隔が 60M.S. になると 300g で不引火となり 200g で点火する。而しそれ以上時間々隔を増しても 60M.S. の場合と同様である様である。

又第2図に於て 30M.S.D. のM.S. 発火の不点火最小量は  $x$  が 50cm のときよりも 100cm の時の方が比例関係よりも大なる方向へずれて行く様である。以上のことより相対時間が幾ら小になつても爆轟ガスの量が充分でない時は点火阻止効果が少ないことが窺われる。勿論此の場合のガスの量という意味の中にはガスの濃度と言つた意味のものも含まれていると考えているわけである。

以上述べた点火阻止効果は吊し爆薬が新特硝の場合であつて、これが新特硝の場合であると第2表より判る如く全然点火阻止効果が認められない。この理由は新特硝の吊し爆薬によるメタンガスの点火は前に述べた如く衝撃波の反射波によつてなされるところに起因していると思われる。これに比し新特硝 20g ではその火焰により  $\text{CH}_4$ -air が点火されるのであるから、その点火位置を inert gas で包むことにより点火が妨げられるのであろう。

## VII 結 論

上記の如き試験坑道内に於ける臼砲発射法及び懸吊爆発法の併用によるメタンガス引火試験により次のこ

とを明かにした。

1. 臼砲内に炭鉱爆薬たる新特硝安ダイナマイトを装填し懸吊爆薬として非炭鉱爆薬たる新特硝ダイナマイトを用い、此の兩者を普通の電氣雷管で繋ぎ合はす必ずガスへ点火するがミリ秒雷管で先づ前者を爆発せしむれば、後者によるガスへの点火を防ぎ得る。即ちミリ秒発破は直発よりも安全である。

2. 逆に懸吊爆薬の方を先に爆発させてガスに点火させ、それに続き臼砲内の炭鉱爆薬を爆発させても点火を阻止し得ない。即ちミリ秒発破でも始めにガス点火しガス爆発を起した後はその次の発破でそのガス爆発を阻止することは出来ない。

3. 懸吊爆薬(新特硝)の火焰によるメタンガス( $\text{CH}_4$  9%-Air)の点火は臼砲内爆薬(新特硝)の爆轟ガスにより阻止し得るが懸吊爆薬にも多量の新特硝を用いてメタンガスに点火し得る条件にして置けばそれによるガスへの点火を臼砲内爆薬(新特硝)の爆轟ガスでも阻止することは出来ない。此の場合はガスへの点火は反射衝撃波によるのであるから、結局炭鉱爆薬の爆轟ガスの噴出によつては爆薬の火焰による点火を阻止することは出来ても衝撃波による点火を阻止し得ないわけである。

4. 爆轟ガスが他爆薬によるガスの点火を阻止する作用は、それが点火源に達する相対時間及びその濃度によつて異なり前者が小なる程又後者が大なる程阻止効果は大である。

## An Experiment on Safety of Milli-Second Blasting

By Tsutomu Murata and Naoyuki Tomoishi

We have tested the safety of milli-second blasting by parallel use of mortar firing and suspension explosion of dynamites in testing gallery. It was clarified that the milli-second blasting was safer than ordinary simultaneous blasting. The explosion products of the first milli-second blasting inhibited an ignition of methane-air mixture due to the next milli-second blasting.

(Nihon Oil and Fats Co., Ltd, Taketoyo Factory)

## 正 誤 表

第 13 卷 第 2 冊 太田正・坂本勝一「火薬実験に対する再吟味」中

| 頁   | 行    | 誤     | 正                    |
|-----|------|-------|----------------------|
| 102 | 1    | 複 殉 爆 | 複 殉 爆 <sup>(8)</sup> |
| 104 | 表 11 |       |                      |