

瞬間陰影写真法による爆薬爆轟の観察

第2報 導爆線起爆による爆薬包の爆轟について

吉田 正・赤羽周作・田中雅夫・松本 栄*

1. まえがき

戦後、炭鉱業界より長孔発破採炭法の炭鉱内導入の要望があり、資源技術試験所の前身である鉱業技術試験所第1部、九州支所、北海道支所の火薬研究部門は協同してその性能、ガス安全度等について研究を行なった。

筆者等も、導爆線自体の安全度および性能について従来の爆焰写真による爆発状況の観察、爆発試験坑道における導爆線起爆様式による爆薬安全度試験を行なった¹⁾。

最近、英国の長孔式高圧注水発破法の出現²⁾、またポーランドの W. B. Cybulski 氏³⁾の提唱する長装薬列の爆燃または不発発生防止対策としての導爆線の使用が提唱され、さらに J. Cocu 氏等⁴⁾の高圧注水発破法の研究に導爆線起爆による薬包の起爆状態をX線瞬間写真による観察した報告が出たが、導爆線起爆による爆薬包の爆轟について再検討すべき気運にあり、筆者等は H. C. Grimshaw 氏の提唱する「アルゴンフラッシュ光源による瞬間写真法」⁵⁾を用いて観察した瞬間陰影写真について報告する。

2. 実験方法

この実験における実験配置およびアルゴンフラッシュ光源の構造については既に「第1報」に述べたので省略する。ここで行なった実験項目は次のごとくである。

- (1) 導爆線に付けられた二薬包の爆轟陰影写真
 - (a) 空中懸吊の場合
 - (b) 透明塩化ビニール管中の装薬
 - (c) 水充填した透明塩化ビニール管中の装薬
- (2) 円板型爆薬包の導爆線起爆
 - (a) 側面陰影写真
 - (b) 正面陰影写真
 - (c) 反射光源による瞬間爆発させた写真
- (3) 比較写真として雷管起爆による爆薬包の陰影写真

以上各項目のそれぞれの導爆線起爆の爆薬包の実験条件については [Fig. 1] に示す。

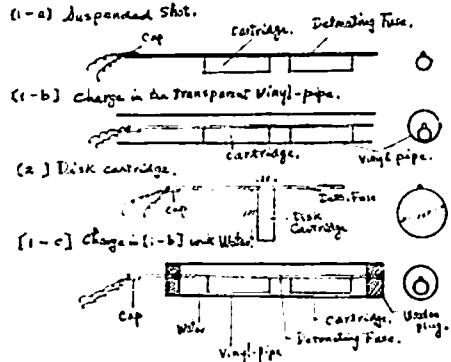


Fig. 1 Testing Condition.

3. 実験項目 (1) に対する陰影写真の観察

[Fig. 2] は実験条件 [1-a] で行なった従来の爆焰写真である。これは薬包の爆発前にカメラのシャッターを開き、起爆から爆発完了までの光輝を全部とらえるので、時間的の要素は入らない。

これと同一実験条件 [1-a] により、瞬間陰影写真を [Fig. 3] に示す。導爆線の爆発生成ガス、破砕粒子は爆薬包を包みほとんど爆薬の爆発は見られない。

第一薬包の下部に爆薬包からの衝撃波が見られる程度である。[Fig. 4] はその後の進展を示すもので、この場合は導爆線からの爆発生成物を追越している。[Fig. 12] は比較実験写真として雷管起爆の爆薬の陰影写真であるが、起爆方法がことなるため当然その形状もことなる。W. B. Cybulski 氏³⁾は起爆状況の差異による爆発発生時間の差異をあげているが、筆者等は両写真からも見られるようにポケット形成の有無からも安全度試験結果に差異を生ずるものと考えられる。

実験条件 [1-b] は [Fig. 3] では導爆線の爆発生成物におおわれて観察できない点、実際は孔内爆発である点から透明ビニール中において爆発せしめ、その陰影写真を [Fig. 5] に示す。これによると、第2薬包の左端の部分の一部までビニール管の変形、衝撃波の進出が見られる。時間的には [Fig. 3] と同じ条件であるので、[Fig. 3] で爆発生成物にかくれた部分を想像することができる。左側の第1薬包のビニール管の上部は主として導爆線による爆発生成物の陰影で

昭和40年12月9日受理

* 資源技術試験所 東京都北区浮間町

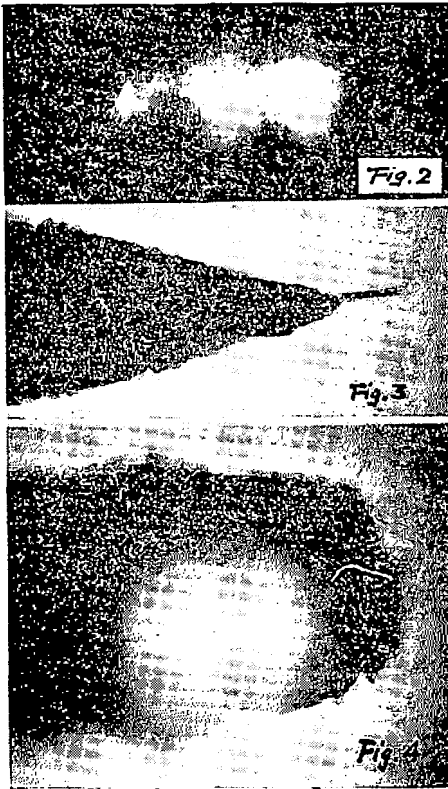


Fig. 2 Flame photograph in suspended shot
 Fig. 3 Shadow photo. (A) in suspended shot (Fig. 1)
 Fig. 4 Later phase of Fig. 3.

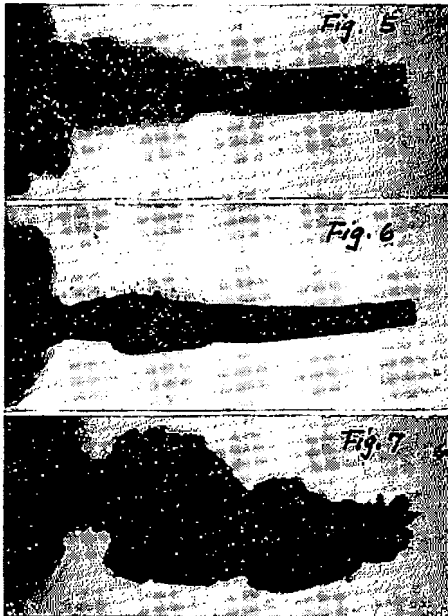


Fig. 5 Detonation of charge for Fig. 1-[1-b]
 Fig. 6 Detonation of charge for Fig. 1-[1-c]
 Fig. 7 Later phase of Fig. 6.

あり、ビニール管の下部は爆薬の爆発による衝撃波、ビニール変形である。実際の現場発破での孔内状況はこれに近いと考えられる。

わが国の長孔発破炭灰にしても、高圧注水発破法にしても、発破孔内に水を充填した条件で導爆線により爆薬を起爆させるので、この条件を想定したものが実験条件 [1-c] である。そしてこの条件で得られた写真が [Fig. 6] であり、その後の衝撃波、爆発ガスの進展を示すものが [Fig. 7] である。

[Fig. 6] においては、時間的には [Fig. 3], および [Fig. 5] と同じものであるが、水充填により、塩化ビニールの変形、導爆線の爆発生成物の進展はおそい。第1葉包の上部の爆発ガス状の突出は、管内に気泡の存在した個所であった。塩化ビニール管下部は第1葉包爆発に伴う変形である。

[Fig. 7] はその後の進展状況を示すもので [Fig. 4] とことなり、水の存在により特殊の形状をなしているが、主として塩化ビニール管の下方向に爆発生成物が進展することが見られ、Core Prominence も少ない。そしてガス安全度の点からは、水層がメタンと爆発生成物との間で障害物として存在しメタン着火を抑制することになる。

4. 実験項目 (2) に対する陰影写真観察

従来の爆焰写真では [Fig. 8-A] に示すような爆焰が見られ上部には爆発しないように思われたが、筆者等はかつて、爆焰写真において導爆線起爆の爆薬の爆焰が導爆線の爆発生成物のためにおおわれて撮れなかつた場合もあり、この観点から [Fig. 8-B] のように爆発方向に対して正面からの陰影写真をとることを試みた。同時に実験項目 (2) に示すような円板葉包を作り、[Fig. 8-C] に示すような矢印の伝爆方向をとるものと想定して、側面方向の陰影写真をとつた。またこれは導爆線の爆発生成物が葉包をおおうことを防ぐために葉径を大きくし、一般葉包の軸方向の一部を考えて円板型葉包とした。これは円板面 (dia 100 mmφ) には和紙を張り、側面 (普通葉包では紙筒部

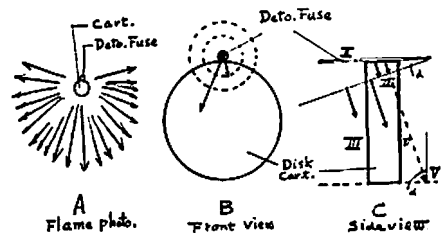


Fig. 8 Sketch of flame photograph, and Detonating transmission in disk cartridge.

の一部、 $l=20\text{mm}$)はボール紙のような厚い紙を用いた。導爆線爆発(Ⅰ)による起爆から伝爆方向は矢印(Ⅱ)のようになると考えたが、起爆側の円板部(Ⅲ)は多少導爆線の爆発生成物の影響があると考え。導爆線(Ⅰ)から爆薬部(Ⅱ)が起爆されると、実際の薬包で(Ⅲ)はの反対側には爆薬粉(固体部)があり、必ずしも、陰影写真通り爆発生成ガスも進展しな

いかもしれないが雷管起爆の爆薬包の陰影写真[Fig. 12]と比較考察するためである。

側面方向より見た陰影写真は時間をかけて進展状況を観察したものをそれぞれ[Fig. 9]、および[Fig. 10]に、正面方向より見た陰影写真の一例を[Fig. 11]に示す。

その結果として、

(1) 側面起爆した爆薬包の陰影写真は爆焰写真[Fig. 8-A]のように扇形とはならず、衝撃波および爆発生成ガスは導爆線からの爆発生成ガスも影響するが楕円形となる。[Fig. 11 参照]起爆点から反対側への伝爆方向性をもつことは前に鉄板試験で報告した¹⁾。また[Fig. 2]でも観察される。

(2) 側面写真[Fig. 9, 10]のごとく、円板型薬包で前面に爆薬が連続しない時は、導爆線接着部からある角度(α)をもつて下方[Ⅱ-Ⅳ]に進展し空間[Ⅴ]に出るが、実際の薬包では接着部[Ⅱ]に反対側の薬包面に到る(Fig. 8-Cの点線部)ので、雷管起爆の薬包末端付近のようなポケットは形成しがたい。

これらの差異により、前に筆者等が行なつた導爆線起爆による爆薬の安全度試験での雷管起爆の爆薬包との安全度試験結果の差異を生ずるものと考え。

5. むすび

以上導爆線起爆による爆薬包の爆轟について、陰影写真により観察し、安全度試験結果とも併せ考察した。

しかし、このような導爆線の爆発生成物中の爆薬の爆轟反応については、さらにX線写真のような方法がより明確な解答を与えるであろう。終りに本実験に試料を提供して頂いた旭化成工業(株)、日本カーリット(株)に対して、また、本試験期間中、種々御意見御批判を頂いた鈴木所長、佐々木探鉱保安部長、栗原課長に謝意を表します。

文 献

- 1) 吉田, 赤羽 導爆線起爆による爆薬のガス安全度について 工業火薬協会誌 Vol. 14, No. 2, p. 24 (1953)
- 2) 吉田正 資料 高圧注水発破法について 探鉱と保安 Vol. 5, No. 3~4, (1959)
- 3) W. B. Cybulski, Recherches sur la Possibilite d'Employer le Cordeau Detonant dans les Conditions Dangereuses de Poussiere et de Gaz pour Aussrer la Detonation Complete de Charges d'Explosifs.

11th International Conf of Directors of Safety in Mine Research (1963) Paper No. 11

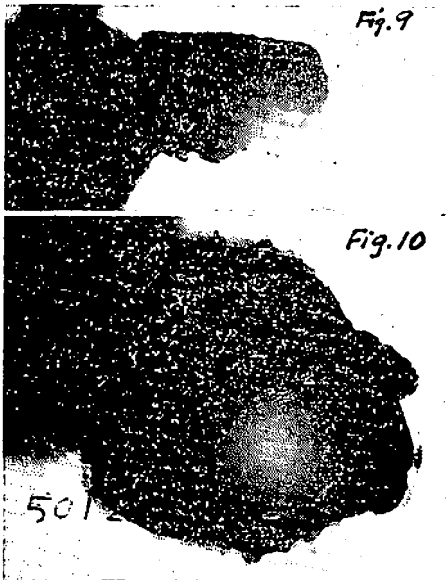


Fig. 9 Detonation of disk cartridge, (Side view)

Fig. 10 Later phase of Fig. 9.

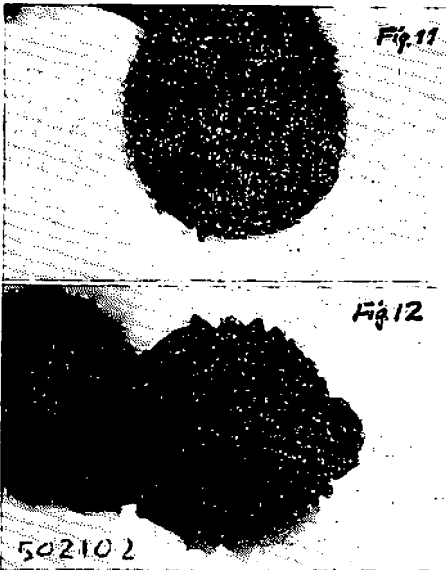


Fig. 11 Detonation of disk cartridge (Front view)

Fig. 12 Detonation of cartridge fired by detonator.

4) J. Cocu, J. Bigourd, M. Giltaire, Le tir sous eau. Restricted International Conf. of Directors of Safety in Mines Research (1965) No. 22, p. 8

5) H. C. Grimshaw, Argon Flash Units: their design and application to snapshot photography of detonating explosives. S. M. R. E. Paper No. 32 (1951)

Photographic Investigation of Detonation by Argon-Flash Method.

Part. 2. Detonation of the cartridge fired by detonating fuse.

T. Yoshida, S. Akaba, M. Tanaka & S. Matsumoto

Study of gallery test for the suspended cartridge train fired by detonating fuse, was reported previously (1953).

In Europe, the use of detonating fuse in coal mines, is going to increase for the pulsed infusion shot in long hole blasting, or for the long cartridge train in the long borehole.

By the photographic methods, authors studied the development of shock waves and detonation products from the charge fired by the detonating fuse, under various conditions (shown in Fig. 1.).

The ways of developments of the shock waves and detonating products on which the safety of explosives depends, are made clear in both the axial initiation and the lateral initiation of cartridge.

(1) The detonation products from the detonating fuse at first cover the cartridge, but after a moment the shock wave and detonation products from cartridge pass through those from the detonating fuse. (Fig. 3~4).

(2) The shadow photograph under testing conditions (1-c) filled by water, shows that the water will form a flame-suppressing barrier between hot detonation products and the inflammable atmosphere.

(3) By the photograph of the disk cartridge (Fig. 1~[2]), authors recognize the difference between the flame photograph (Fig. 2) and the shadow photograph (Fig. 11).

The "pocket formation" was hardly noticed in the lateral initiation (Fig. 4~11).
(Resources Research Institute.)