

粉状爆薬の異状分解とその対策について

木内文一・今出利夫・照井繁義*

炭層に於ける M.S. 発破に際し、爆薬の管鳴り、残留、燃焼らしき分解現象が時折りあることは知られたことである。

この原因特に燃焼問題に関しては、クレームとしてメーカーに通知されることはあるが、実際私共火薬技術者の目で生じた例はなく、このクレーム処理に対しても現象そのものを発破係員或いは発破係員より報告をうけた上司より聞くのであつて燃焼現象が如何なるものか十分把握されていなかった。

従つてこれに対する対応処置も赤熱鉄棒試験・導火線試験等を例にとつて、燃える場合は炭粉がまざつていた。即ち半切薬包を使つていたため薬粉と炭粉とのまざつた処へ隣接孔発破の高温ガスが亀裂をとおして達した為におきたのではないかと推測をするにとどまることが多かつた。

而し M.S. 発破をかけた1段～5段迄の中の4段が燃えたとか、5段が燃えたとかということが亀裂をとおして達した隣接孔の高温ガスによつておきるものであろうか。又この場合の電気雷管はどうなつていたのであろうか。現場で聞く色々な話を総合すると、私共の今迄の推測に何か誤りがあつた様に考えられる。

本問題の原因探究に関する基礎試験については筆者等も当協会誌24巻6号¹⁾、25巻3号²⁾に報告した。

幸にして今般帝國火工品(株)美唄工場、日本化薬(株)岩見沢作業所、日本油脂(株)美唄工場の担当者の方々の御協力を得ることが出来、露頭炭現場を用い原因究明試験を行つて一応の結論を得たのでこれを報告する。

1) 管鳴り現象と燃焼事故について

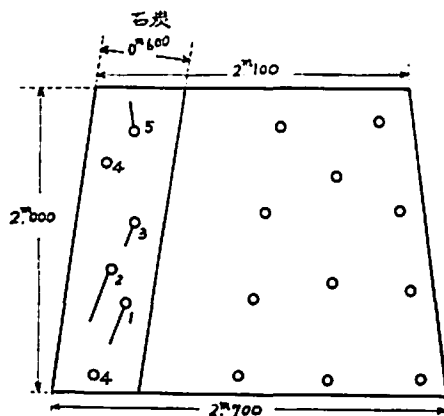
これ等を大別すると次の如き現場に多く見られる。

1) 薄層炭の沿層掘進(例 図1)

急傾斜の薄層炭を沿層掘進する場合、中小炭鉱に於ては石炭を先に抜いて出炭とし、頁岩、砂岩等の岩石は後から発破している。

石炭部の突込みはできるだけ深くしておく方が岩石部の2自由面発破には効果的である。

こんなとき石炭層の穿孔方法がむづかしく、薬室間隔に近接したものが出来、4段又は5段に管鳴りを生ずることが多い。この際電気雷管残体はやはり鳥籠状であり、中には紙筒に何らの損傷をも与えない管鳴り

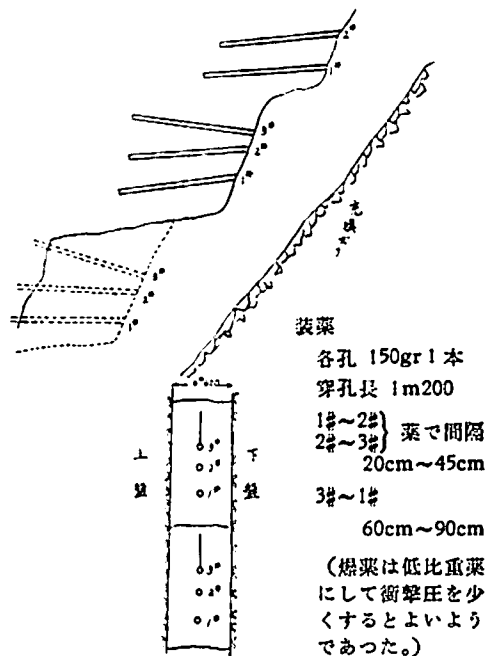


孔 数(炭層部) 7本 (頁岩部) 11本
装 薬 各孔 90gr×3 本

図 1

があつた。尚図1例現場の爆薬消費量は全体(切羽)では $670\text{g/m}^3 \sim 840\text{g/m}^3$ になるが、石炭部だけで計算すると発破の延び1.5mで $1,050\text{g/m}^3$ 、1.2mで $1,310\text{g/m}^3$ となる。

2) 急傾斜薄層炭の掘現場で上下盤の悪い場合(例 図2)



装薬
各孔 150gr 1 本
穿孔長 1m200
1#~2# 薬で間隔
20cm~45cm
2#~3#
3#~1#
60cm~90cm
(爆薬は低比重薬にして衝撃圧を少くするとよいようであつた。)

図 2

昭和40年8月25日受理

* 北洋火薬株式会社砂川作業所 北海道砂川市豊沼町

この場合私現場の作業の安全のため上・下盤をなるべくいためない様に少量使用による比較的近接孔の段発電管使用の発破をかける。この時やはり2段、3段に管鳴りを生じ、瞬発には管鳴りが発見されない。図2例で判る如く穿孔形式は瞬発—2段、2段—3段の薬室間隔はせまくなるが3段—瞬発の薬室間隔ははなれる。この時の管鳴り電管の残管体は鳥籠状又は極めて大きな「ボンカス」として発見されている。

3) 加背の面積に較べて大きな延びを望む炭掘進
(例 図3, 図4)

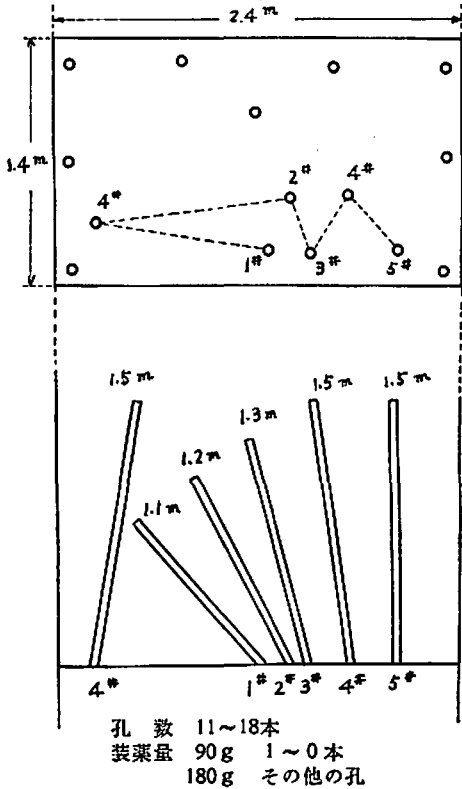


図 3

この現場では片心抜発破の M.S. 4段、5段に管鳴りが発見されることが多く又管鳴り残管体は 1), 2) と同種のものである。

又この種現場の管鳴りを生ずるような箇所には燃焼事故が散見されている。

図3の場合の爆薬使用量は $400\text{g}/\text{m}^3$ 乃至 $600\text{g}/\text{m}^3$ にて炭掘進としては適切と思われるが、数回の入坑調査によると心抜部1段—5段の発破の薬室間隔には20cm 極位の近接孔が生ずることもある事実がつかめた。又図4の場合の爆薬使用量は $1,490\text{g}/\text{m}^3$ 位になり炭掘進としては爆薬使用量が多過ぎ当然の結果として薬室間隔に必要以上に近いものがあるように推定された。

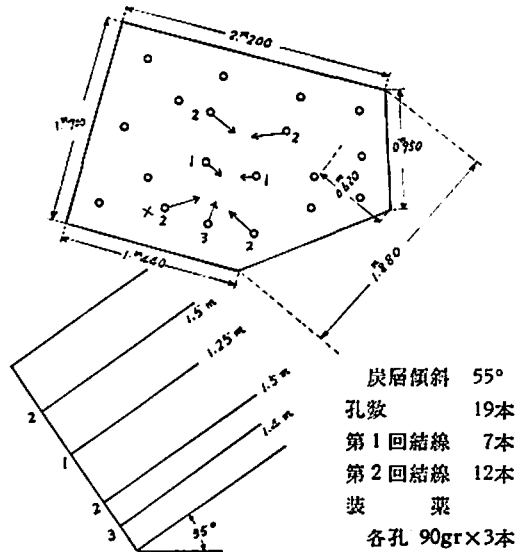


図 4

II) 管鳴り事故及び燃焼事故現場で発見された資料

1) 燃焼事故 A

燃焼爆薬と共に鳥籠状残管体が発見された。(図5)

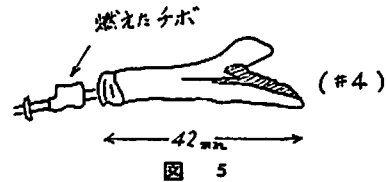


図 5

2) 燃焼事故 B

雷管装着部先端が火の玉となり、消火作業後火の玉先端部は残留薬として発見された。(図6)

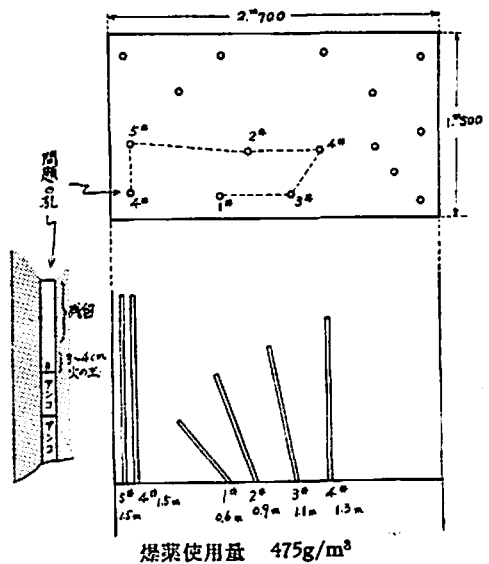


図 6

3) 管鳴り事故 C

鳥籠状電管が残管として発見されることが多い。

(図 7, 写真 1)

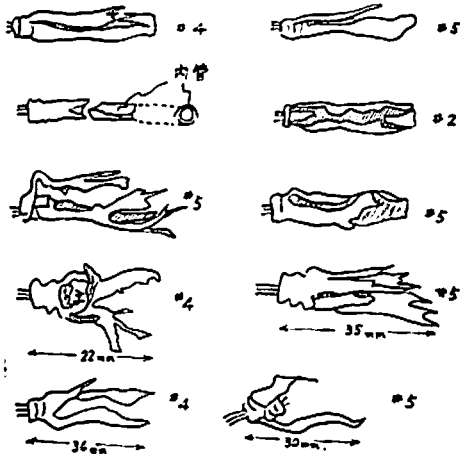


図 7



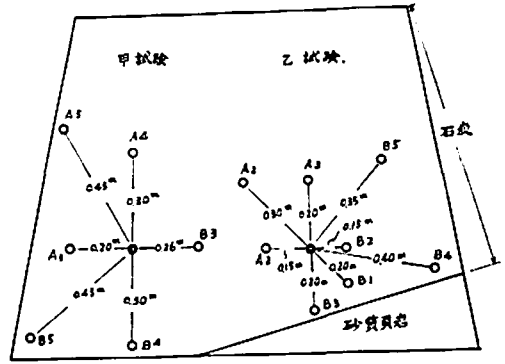
写真 1

M.S. 電管 1 段 ~ 5 段を模造薬包 (沈降性炭酸カルシウム入) に装着し、炭層に一孔宛穿孔、装薬、発破をしてその残管体を調べた結果ではかかる鳥籠状残管体は全く発見されなかった。

III) 近接孔発破による電管の変形について

(図 8, 図 9)

A 社, B 社の M.S. 電管について露頭炭に夫々 1m の穿孔をし、中心部に硝煙 180g を装填爆発せしめ、その近傍 15cm 乃至 45cm の穿孔中には沈降性炭酸カルシウム入模造薬包に M.S. 電管を装着し、衝撃圧による電管の変形を調べた。(図 8)



- 孔 硝煙 180g
- 孔 沈降性カル入模造薬包に電管装着
- A 2) { A 社 2 段 MS
- { A 社 5 段 MS
- A 5) {
- { B 社 瞬発
- B 1) {
- { B 社 5 段 MS
- B 5) {

図 8

近接孔の電管には点火玉脱落のもの及び変形品各種が見出された。(図 9)

甲試験 電管は外觀導通異常なし

乙試験

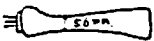
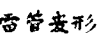
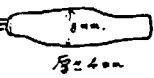
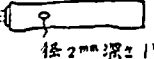

- A 3 -----  導通異常なし
- B 1 -----  奇管変形 全上
- B 3 -----  点火玉脱落
厚 4mm
- B 4 -----  導通異常なし
径 2mm 深 1mm へこみ
- B 2 -----  導通異常なし
長 12mm 中 1mm 深 0.5mm
の凹所あり

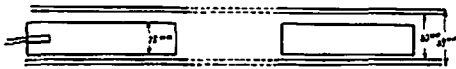
図 9

変形品の再点火により鳥籠状残管体と類似の大破片が多数発見された。

IV) 近接孔発破による爆薬の固化について

III) と同様の方法にて炭層に於て爆発薬包の近傍 15cm 乃至 45cm の穿孔中に電管を装着しない薬包を装填し、衝撃波による固化の有無をしらべた処粉状爆

薬は衝撃波の通過によつては固化しないことを確認した。炭層に於て発見される残留薬包がかたくなつてゐるのは、衝撃波の通過によるものではなく他の原因によるものと考えられる。即ち第2薬包の残留の場合は、第1薬包の爆発生成ガスによる静的圧力又は発破終了後時間の経過により生ずる盤圧によるものと推定される。衝撃波の通過は粉状爆薬を軟らかくさせても固化させない事実はチャンネルエフェクトにより砂上の硬質塩ビ管中で爆轟中絶現象がおきた場合はじめの試料が固化薬包であつても中絶面よりの1~2本は軟らかく揉みほぐされている事によつても裏付けられている。(図10)



硬質塩ビ管内の砂上連爆試験
 試料 固化せる 25mm×100gr
 アンモン爆薬 15本
 結果 3本完爆 12本残留
 残留薬はもみほぐされ軟くなつて
 いる。

図 10

V) 鳥籠状残管体の成因について

帝火美唄、日化岩見沢の御研究によれば、(図11) M.S. 雷管を鉄板(厚さ3mm)をはさんで、直列結線発破をすると、鳥籠状残管体が出る事が明らかになり当所の実験でも再現され、時には未分解添装薬付管底も見出された。(写真2)

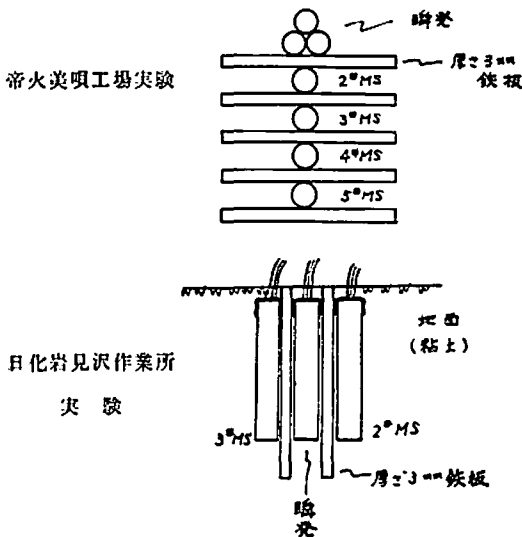


図 11



写真 2

一方 M.S. 雷管を沈降性炭酸カルシウム入模造薬包に装着し、炭層内に普通の方法で装薬し、発破試験を行つたが M.S. 電管を空中或いは水中で爆発させた時見出される如き云々ゆる「ボンカス」は発見されなかつた。又この模造薬包ですら雷管の爆発により電管装着部は完全に破壊され、管鳴り薬包にみられる如き紙筒の損傷の少ない薬包は存在しなかつた。

更に当所の日製別爆試験に於ては瞬発電管使用であるが管鳴り現象は皆無である。

VI) 死圧爆粉雷管による硝爆の起爆とその電管破片について (図12)

電管が近接孔の衝撃により変形した場合、爆粉が死圧になると想定し、帝火美唄工場で死圧雷管を御製作戴き、これを用い硝安爆薬各種(N/G系、ニトロ化

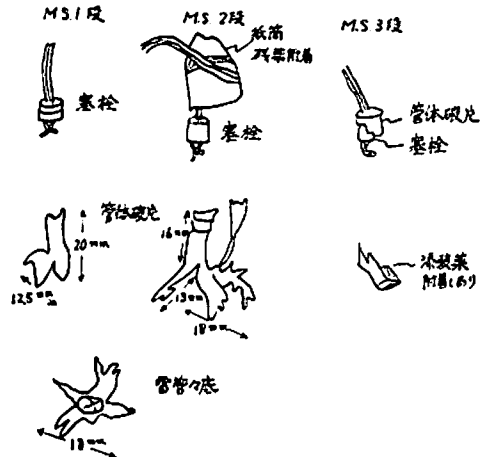


図 12

合物系)について穿孔内へ装填の上発破したが、各種硝爆共管鳴りとなり大きな雷管破片が発見された。

本実験は少数試験のためか燃焼現象は見られなかった。

VII) 炭層における硝爆の燃焼

炭層における硝爆の燃焼を実現させるため硝石—木粉系、でんぶん—塩素酸カリ系等の各種着火剤で着火実験を行ったが、何れもこれ等着火剤の燃焼ガスにより填塞物がとび出し着火させ得なかつた。その後日化岩見沢で大きな管体破片(加熱状態)の出るような特殊着火具を御製作戴き、露頭炭で穿孔機使用後炭粉(乾燥)を全く出さず各種硝爆について着火試験を行った。(図 13)

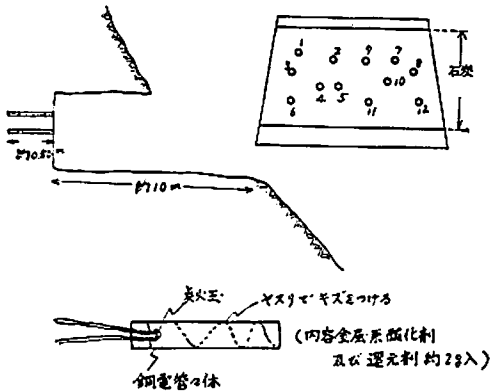


図 13

本実験により 12 孔の穿孔内へ装填した硝爆の中発煙筒の如く烈しく発煙燃焼したケースが 3 回あつた。

当協会誌 25 卷 3 号に報告した砂中埋没炭粉被覆の燃焼と比較して、炭層中での燃焼は我々が実際発破係員の方々からときたま聞いた燃焼クレームの状況と一致する点大きな収穫であつた。ただ問題点は隣接孔の衝撃により変形した電管を用いて実際炭層で着火させて見る必要があるけれどもこれは未だ実験の機会を得て

いない。

VIII) 総括

吸湿固化等により品質の低下した爆薬の使用、極端な水孔へ長時間装薬後の発破実施等の如く硝安爆薬の使用上に欠陥のある場合以外の管鳴りと燃焼事故の成因には共通点がある。これをふせぐためには炭鉱における爆薬の使用法に次の点十分の注意が必要である。

1) 薬室間隔は十分にはなすこと

このためには填塞物は穿孔の口もとまで十分に行ない適正なる標準発破をすることが必要である。このことにより爆薬使用量の原単位も減少し、爆薬使用の合理化も達成される。

2) 穿孔内の乾いた炭粉はよく出すこと。

乾いた炭粉はブローするか、その他適当な方法で出来るだけ出してから薬包を装填することが、燃焼事故をなくする上、又残留薬を防ぐ上からも望ましい。

甲炭鉱においては発破規格の変更即ち薬室間隔の近接をさせた無理のない発破規格実施により今迄よくあつた管鳴り事故がなくなった。

又その他の山に於ても薬室間隔を十分はなす(45cm 以上) 発破指導により最近私共の所へ入つて来る管鳴り、燃焼等の事故例を聞かなくなった。

本実験を実施するにあたり御協力を戴いた三井鉱山(株)砂川鉱業所第 2 坑々長村門律氏及び各種試料の御提供と実験に関し御協力を戴いた帝国火工品(株)美唄工場、日本油脂(株)美唄工場、日本化薬(株)岩見沢作業所の責任者の方々に厚く感謝の意を表します。

文 献

- 1) 工業火薬協会誌 Vol. 24, No. 6, 1963. 感度試験に関する二・三の問題
- 2) 工業火薬協会誌 Vol. 25, No. 3, 1964. 炭層用粉状爆薬の燃焼に関する実験

Failure or Success of Blasting in Coal Mines

Bunichi Kiuchi, Toshio Imade and Shigeyoshi Terui

In coal mine blasting by delay electric blasting-caps, sometimes explosives burn in a shot-hole or do not initiate to detonate.

Such phenomena have occurred in the following cases.

- (1) When the intervals of charged holes were short.

Sometimes in M. S. blasting near shot-holes, #3, #4 or #5 delay electric blasting-caps

are distorted and these caps detonate imperfectly. Consequently, these caps break into large pieces and explosives do not detonate.

(2) When there were a considerable coal dust in a shot-hole.

When considerably dry coal dust exist around the charged cartridge, the large pieces of blasting-caps make a cause of combustion of explosives.

For preventing the above, we recommend the following:

(1) Be careful always to make the intervals of charged holes at more than 45cm.

(2) Be careful always to remove the coal dust from a shot-hole before charging.

(On combustion of explosives and failure of detonation)

瞬間陰影写真法による爆薬爆轟の観察

第 1 報 クラフト紙筒中および臼砲中の爆薬の爆轟について

吉田 正・赤羽周作・田中雅夫・松本 榮*

I. まえがき

筆者等は前に導爆線を使用した爆発瞬間写真について報告¹⁾したが、この場合は導爆線の爆発光輝を使用したものでさらに改良の必要があつた。また陰影写真を得るためには光源の明るさが不足した。

その後、英国の H. C. Grimshaw 氏の考案による「アルゴンフラッシュ光源を使用する瞬間写真法」²⁾が提唱され、この方法により簡易に爆発現象を観察することは爆薬安全度試験結果と併せ考察するに有効なことを認めたのでここに報告する。

II. 実験項目

本報告においては、つぎの各項目について観察した。

- (1) 小型臼砲孔口附近における爆薬の爆轟
- (2) クラフト紙筒中の装薬の紙筒開口端付近における爆轟
- (3) クラフト紙筒側面スリット付近における装薬の爆轟
- (4) 木栓スリット付近における装薬の爆轟
- (5) 二枚の木板間における爆薬の爆轟

III. 実験方法

アルゴンフラッシュ光源を使用して瞬間写真をとる

には、その光源による反射法とスクリーンを用いた陰影写真法とがあるが、筆者等はここでは主として後者の陰影写真法を用いた。

実験配置については Fig. 1 に示すが、被写体 [A] アルゴンフラッシュ [B], 導爆線 [C, C'], スクリーン [D], カメラ [E] を配置して、まず雷管 [F] の起爆により、導爆線 [C, C'] が爆発し、ある短秒時 t_0 後に被写体 [A] が爆発し、さらにある秒時 t_1 後にアルゴンフラッシュ光源 [B] が爆発する。その閃光により被写体 [A] の爆発過程における衝撃波および爆発生成ガスの陰影をスクリーン [D] に投影したものを開放カメラ [E] によって撮影する。

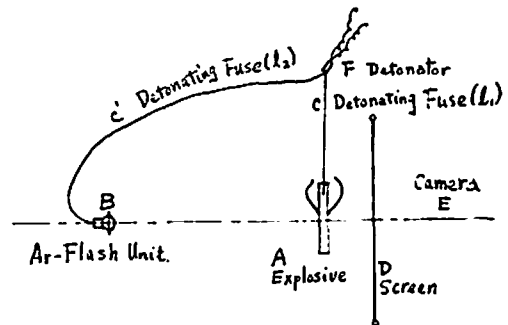


Fig. 1 Testing layout

昭和40年12月9日受理
* 資力技術試験所 東京都北区浮間町