

きわめて正しく鑿岩されてあつた（圖略）。

2-4 では心抜は比較的正しく、中抜の各孔はむしろ内方にだき込み加減にくられた。これは爆砕岩石をほり出すのに効果があるためか結果はよかつた（圖 13-3）。

2-5 も同様の例である。

こんなことをいうと Burn cut の邪道と非難されるかもしれないが、心抜および他の中抜は正しく平行になり、中抜の1本だけをややだかせぎみにすることが

有効ではあるまいかとの見解も生れている。しかしこれは今後の研究にまたねばならぬ。穿孔の方向を正しく掘らねばならぬことは Burn cut においても變りないことを確認した。

むすび

緒言に述べたように本報告には未だ結論的事項にまで言及することができぬのでここで一應第1報の筆をおく。（24. 10. 20）

バーンカット用爆薬

（昭和24年10月18日受理）

吉川 英吉・日野 熊雄・佐藤 淳一

（日本化薬株式会社厚狭作業所）

摘 要

バーンカット發破法の特質を爆薬の見地から考察し之に適した爆薬は低比重で殉爆性が良く威力の適當なものであることを論じた。多數の試製ダイナマイトの内基礎試験に依り適當なものを選び更に大嶺、持越、山野、田川、三池、生野等に於て種々の岩石に對し實地試験を行つた結果3種類のダイナマイト H_1 , H_2 , CH_1 が實用上適當であることが判つた。 H_1 は最硬岩用、 H_2 は普通の岩石用、 CH_1 は炭坑用の檢定爆薬である。之等は特にバーンカットに適當なものであるのでバーンカット法の代表例たるクローバーショットの名をとつてクローバーダイナマイトと名附けた。多數の實驗値を記述した。

I 序 言

バーンカット式發破法は他の發破法に比べて種々の利點を有する事は既に一般に認められてゐる處であつて、その利點の主なるものは

- (1) 穿孔は角度をつけて設ける必要がないから、機械的に容易に穿孔することが出来る。又穿孔のための装置を發破面に對し垂直方向に設ければよいか場所を取らない。
- (2) 心抜の際、岩石の飛散が少いから支柱その他を破損しない。
- (3) 一發破で一舉に2メートル~3メートルの心抜を行ひ得るから掘進速度が大となる、又掘進單位長當りの爆薬、火工品その他の經費が少くてすむ。

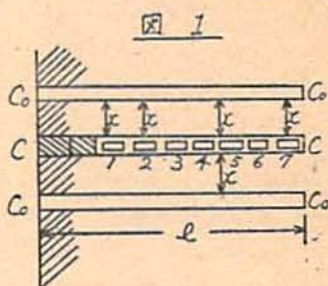
以上の利點があるためバーンカットは益々普及する傾向にあるが、従來の發破法に用いられてきた爆薬、火工品がそのままバーンカットに使用されて來た。然るに爆薬火工品の立場から考へるとバーンカット法には原理的に考へて自ら之に適した爆薬火工品が選ばねばならぬのであつて、この點に着目して種々研究を行つたが現在迄に一應有用な結果を収めたと思はれる

のでそれについて報告する。

II バーンカットの特質

バーンカットの特質の中爆破的に重要な點は爆破さるべき岩石の抵抗線が小なることで、穿孔長はこの小抵抗線長とは無關係に長いことである。他の發破法ではこの穿孔長と抵抗線長が密接な關係を持つてゐる。即ち圖1に於ける λ が抵抗線長で穿孔長が l でこの兩者は無關係である。又バーンカットに於ては抵抗線 λ の長さが明確に定義されるが他の發破法では完全な集中裝薬はあり得ないから抵抗線の定義も不確實なる。

これから裝薬孔 CC から空孔 C_0C_0 迄の岩石を發破するには裝薬孔 CC 全體にわたつて均一に爆薬が



なければならぬ事が判る。之を集中装薬にしたのではその附近の發破が効いて他は残り、所謂「目がね」になる。一方 \times を破断するにはC-Cに従来の岩石發破用爆薬を一杯装填したのでは強過ぎることになり無駄となる。そこでC-Cに例えば爆薬—填物—爆薬—填物と云う風に装填してこの力を加減することが考えられる。填物を入れたり間隔をあければ各薬包を完爆させるために特殊の工夫と手間を要する、その上この間隔が適當でなければ又「目がね」になつたり不爆になつて残留薬が出來たりする。殊に穿孔長 l を長くして一發破に依る掘進長を延ばし得るのがバーンカット法の一大利點であるのに穿孔が長くなる程上記の方法では手間と工夫を要し一發發破が不確實になつて來る。薬徑の細い爆薬の使用も考えられるが之も限度がある。そこで一番合理的で便利で確實な方法は低比重で殉爆性が確實で威力の適當な爆薬を作つて之をCC孔に殆んど全長装填し口許には1ヶ雷管を装着し若干の填塞を行つて一撃に發破する方法である。爆薬の比重を出来るだけ小とし殉爆性を大にすることは成分、製造法に依りその目的を達し得るが威力は岩石の種類に依つて變えねばならぬとも考えられるからこの點は實用的發破試験に依り決定を要するわけである。然し實際には前述の如く抵抗線 \times が従来の發破法に比べ小

であり爆薬はC-C内に一杯に装填されてある關係上爆薬の破断力は十分であつて岩石の硬度に依り殆んど差を認めない。

III バーンカット用爆薬の性能

先に述べた見地から多數の爆薬を試製しその爆發性能を基礎試験や計算に依り検討した結果次の3種類の爆薬がバーンカット用爆薬として適當なものと考えられた。この内一號クローバーダイナマイト H₁は先に新嶽ダイナマイトという名稱で中外礦業株式會社持越礦業所及び宇部興業株式會社山陽無煙炭礦業所に於て實用試験を行い良好な成績を収めたものである。この成績に基き更に經濟的に工夫したのが二號クローバーダイナマイト H₂である。又甲種指定炭山の岩層掘進に使用し得るようによつて選ばれたのが炭礦用クローバーダイナマイト CH₁で之は檢定合格品である。但し實際にメタン炭塵の發火危険のある現場でのバーンカット法の安全性は今後の研究問題で、CH₁は一括して甲種に指定された炭坑中實際にはメタン、炭塵のない場所での岩石掘進に適してゐるわけである。CH₁は法定白砲試験で600gメタンに引火しないから舊來の所謂安全度一級品に相當する。當所に於ける基礎的試験及び持越、宇部大嶽、三井田川、山野等に於ける實用

表 1 組 成

試製名稱	略號	ニトログ リセリン	ニトロセ ルローズ	木粉及び 澱粉	硝安 アンモン	食鹽	トリニトロ トルオール	記 事
(1) 一號クローバー ダイナマイト	H ₁	約12.0%	約0.5	約8.0	約74.5	—	約5.0	金屬礦山採鑛
(2) 二號クローバー ダイナマイト	H ₂	約8.0	約0.3	約10.5	約79.7	—	約1.5	炭礦岩石掘進
(3) 炭礦用クローバ ーダイナマイト	CH ₁	約12.0	約0.5	約5.0	約58.5	約21.0	約3.0	檢定合格品

表 2 爆 發 性 能 (實測)

試製名稱	略號	比 重 g/cm ³	殉爆(32mm 112.5g)	ヘツス猛度 mm	鉛塊擴大 cm ³	爆 速 m/sec	記 事
(1) 一號クローバー ダイナマイト	H ₁	約0.88	薬徑×10倍	14	370	5,500	
(2) 二號クローバー ダイナマイト	H ₂	約0.88	6	12	350	4,500	
(3) 炭礦用クローバ ーダイナマイト	CH ₁	0.98	6	13.0	260	3,600	
参 考	新嶽ダイナマイト	1.45	8	19.5	390	7,000	() 内は雷電 カタログの値
	紫カーリット	(1.15)	(4.5)		(465)	(3,400)	
	特權カーリット	(1.15)	6	13.5	(320)	(3,340)	
	綠カーリット	(1.05)	6	8.7	(272)	(2,575)	

表 3 爆 發 性 能 (計算値)

試製名稱	略號	酸素過剰量 l/kg	ガス比容積 V ₀ l/kg	爆 發 熱 Q kcal/kg	爆發溫度 K°	火 薬 力 f ton/l/kg
(1) 一號クローバー ダイナマイト	H ₁	+13.5	895	1,190	2,700	10.1
(2) 二號クローバー ダイナマイト	H ₂	+6.3	917	1,160	2,600	10.1
(3) 炭礦用クローバ ーダイナマイト	CH ₁	+20.6	710	870	2,200	6.6

試験の結果、之等の爆薬は原理的にもバーンカットに適したものであるのみならず、實用試験の結果から判断して従来の爆薬を使用するよりも少くとも総合的に3~4割は経済的である事が判つたので今般之等の爆薬を一括してクローバーダイナマイトと名付け發破の合理化經濟化の普及徹底化に寄與したいと考えている。

尙列爆試験としては特に32mm薬徑112.5g薬包を20本直列にならべ即ち全長3.4mにして一本の6號雷管で全部が完爆することを確めており、この試験は砂上及び鋼管中で行つた。

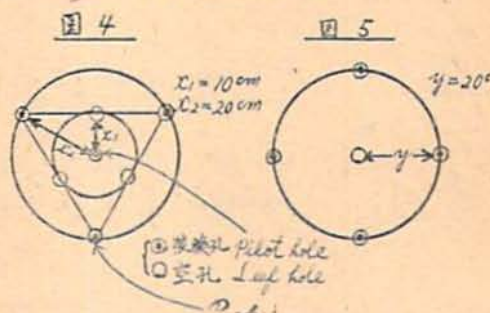
IV 發破試験の概要

(1) 研究の初期にはバーンカット心抜用としては特に高強度、高比重のダイナマイトを用い、拂には低比重の引爆良好な爆薬を用いたならば総合的には掘進能率が上つて結局經濟的になるのではないかと考えられたのでバーンカット心抜に対して現在最も強力な爆薬たる松ダイナマイトを用いて發破を行つたが新桐ダイナマイトに比し岩石の粉碎効果は大であつてもバーンカット心抜としては特に有効であるとは認められなかつた。これは先にⅡに述べた如くバーンカットの特質を考へれば當然の結果であつて抵抗線は従来の發破法に比べて小で又松ダイナマイトを穿孔内に一杯装填したのでは比重大であり、その高強度と相俟つて爆力の非常な無駄になるわけである。松ダイナマイトを使用する試験は三井礦山株式会社三池礦業所及び宇部興業株式会社山陽無煙炭礦業所で行われたが、爆薬の特性とバーンカット發破法の關連に關する理解が進むにつれ強過ぎる高比重の爆薬の使用は問題にされなくなつた。

(2) バーンカットは圖2、圖3に示す如く空孔と裝藥孔との關係位置から二型式に分類し得るものと考えられる。この中圖2は爆力が岩石に対して膨脹的に働きその働く方向に自由面たる空孔があるから爆力に依り裝藥孔と空孔の間の岩石は容易に剪断されて心抜の目的を達し得るものと考えられるので、これを膨脹型と稱することにす。これに對し圖3では爆力は中心の

る。之は一見心抜部に爆力が集中して心を破碎する効果が大きいように考えられた爲であろうが多數の發破試験の結果では膨脹型の方が有利のようである。

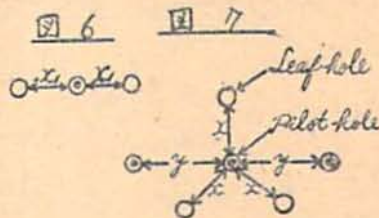
持越礦業所に於ける雙朽安山岩に於ては一例として圖4、圖5の如き方法が適當だと云う結果が得られた。爆力は新桐ダイナマイトでも紫カーリットでも一號クローバーダイナマイトでもクローバーアンモン爆薬でも同効果と考へられた。後の二者は新桐ダイナマイトに比し2~3割少い重量で同一効果を得又カーリットよりクローバーダイナマイトの方が比重が約2割小で、又塵埃ガス中毒の危険がない。



大嶺の山陽無煙炭礦業所に於ては硅質砂岩層に對し發破試験の結果一例として圖6の結果が得られた。

- $r_1=23$ cm (新桐ダイナマイト)
- $r_1=24$ cm (一號クローバーダイナマイト)
- $r_1=26$ cm (クローバーアンモン爆薬)

圖6で穿孔が水平線上に列んでいるのはドリフターのスタンドが立つているとボタさばきが出来ない爲横バーにドリフターを取付けて掘進の綜合能率を上げようとしているためクローバー型にはならぬ。

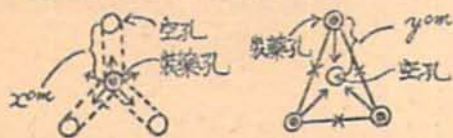


三井礦山株式会社川礦業所に於ける實用試験結果の一例を記すと圖7及び表4の如くであつてクローバーダイナマイトは良好な成績を示している。

砂岩	砂岩
一號クローバーダイナマイト	H ₂ 新桐ダイナマイト
$x=10\sim12.5$ cm	$x=10\sim15.5$ cm
$y=14\sim15$ cm	$y=15\sim17$ cm
Pilot hole 112.5g×9本	左に同じ
Raker 112.5g×8本	〃
穿孔長 161 cm	〃
發破効果 心抜掘進長 150 cm	孔徑 1.1 cm

圖2. 膨脹型

圖3. 圧縮型



空孔に向うが装藥孔と空孔間の岩石は壓縮されて逃げる處がないような傾向になるからむしろ高抵抗を呈すると考えられるので之を壓縮型と稱することにす。原理的には膨脹型の方が合理的のように思われるがバーンカット實用の初期には壓縮型が行はれた傾向があ

表 4

岩質	要目	穿孔間距離		穿孔長	装薬量	
		$x = \text{Pilot} \text{ \& Leaf}$	$y = \text{Pilot} \text{ \& Raker}$		新桐ダイナマイト	クローバーダイナマイト
石炭		$x = 20 \text{ cm}$	$y = 30 \sim 40 \text{ cm}$	1.8~2.5 m	0.803 kg/m ³	0.540~0.610 kg/m ³
頁岩		$x = 13 \sim 15 \text{ cm}$	$y = 22 \sim 32 \text{ cm}$	1.8~2.0	0.925	0.620~0.700
砂岩		$x = 8 \sim 13 \text{ cm}$	$y = 20 \sim 25 \text{ cm}$	1.8	1.242	0.837~0.945

次に三井礦山會社山野鑛業所に於ける實用試験の一例を示すと圖8及び表5の如くである。

砂岩	岩	炭鑛用
一號クローバーダイナマイト	二號クローバーダイナマイト	クローバーダイナマイト
$x = 12 \text{ cm}$	12 cm	12~15 cm
$y = 50 \text{ cm}$	52 cm	40 cm
$y' = 50 \text{ cm}$	50 cm	47 cm
穿孔長 1.7 m	1.8 m	2.2 m
Pilot 内 112.5 g × 10本	112.5 g × 8本	112.5 g × 14本
Raker 内 112.5 g × 6本	112.5 g × 6~7本	112.5 g × 10本

表 5

岩質	要目	穿孔間距離		穿孔長	装薬量	
		$x = \text{Pilot} \text{ \& Leaf}$	$y = \text{Pilot} \text{ \& Leaf}$			
砂岩		$x = 12 \text{ cm}$	$y = 45 \sim 50 \text{ cm}$	1.8 m	新桐	1,100 kg/m ³
◇		$x = 15 \sim 16$	$y = 55 \sim 60$	◇	一號クローバーダイナマイト	0.9
◇		同上	同上	◇	二號クローバーダイナマイト	0.9
◇		$x = 12$	$y = 40 \sim 45$	◇	炭鑛用クローバーダイナマイト	0.9

砂岩に對してはクローバーダイナマイト H₁, H₂ 及び CH₁ が何れも殆んど同一の成績を示しバーンカット用としては装薬法も何等クッション等を必要とせず簡單確實で又一孔に對し一本の雷管で 10 數本の薬包が完爆して居るから、雷管の使用法も簡單で經濟的な

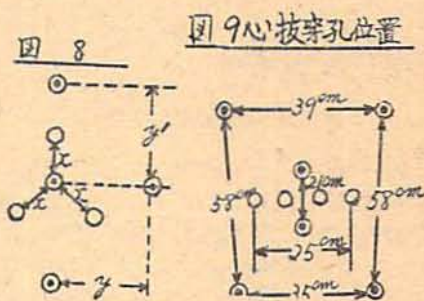
表 6

加容薬種	穿孔數		装薬量		穿孔長	掘進量	m ³ 當り火薬量	
	心抜	拂	心抜	拂				
1.8 m × 2.0 m H ₁ 紫カーリット	10 (空孔 4)	23	各孔 約 9 本	各孔 約 8 本	158 本 (1本 112.5 g 徑 32 mm)	1.8 m	1.6 m	2.9 kg/m ³ 3.5 kg/m ³

以上に於ては多くの發破試験から得られた結果中結論的の處だけを述べた。

前記の膨脹型壓縮型という考へ方から從來報告されているバーンカットの主な穿孔配置を分類すると圖10の如くなる。

バーンカット心抜に於ても装薬孔の口許は十分装填するのが適當と思われる。又雷管は一番手前の薬包に装入し孔奥に向つて起爆させるのが合理的であるが加容全體に一舉に穿孔し装填して瞬發電氣雷管で小心抜を行い大心抜、拂等を 2~5 段の段發電氣雷管で發火

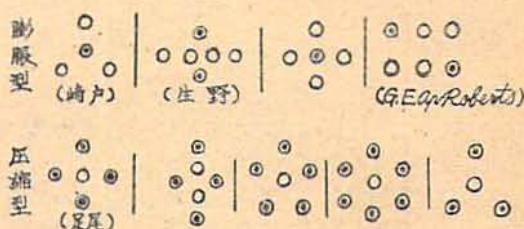


結果となつている。

次に三菱鑛業生野鑛業所の石英粗面岩に於ける一例を示すと圖9及び表6の如くであつて從來の所要薬量より約 2 割の節約になる。

することにするのが發破法としては最も機械化された

圖 10



高能率の方法であるがこの場合段發雷管の装入箇所は孔奥の方が前段の發火による岩石崩落の爲雷管が脱落することを防げるので良い方法である。

V 結 言

バーンカット發破法の進歩普及に従つて爆薬火工品が之に對照して改良され進歩して行かねばならぬが、新しい爆薬火工品を活用することに依つて發破法は益々合理的になつて行くものと考えられる。この様な総合的な効果をあげる爲には今後関係者の一層緊密な協力と努力と研究が必要である。

本研究を行ふに當り御盡力を賜つた各鑛山関係者に感謝致します。

文 献

- (1) 堀部富男：バーンカットに就いて、炭鑛技術第3巻10號
- (2) John G. Hall：Blasting a burn-cut round

in a drift; Explosives Engineer Vol. 26, No. 4 1948. p. 113.

- (3) 岩間正男：大夕張炭鑛に於けるバーンカット發破法に就て、炭鑛技術第4巻6號 p. 10.
- (4) 日本石炭協會技術部：超硬質合金使用穿孔成績及びバーンカット記録表説明書、九州炭鑛技術連盟會誌第2巻3號 p. 449.
- (5) Clifton, W. Livingstone: Mining Research Evolves. Clover-Leaf Burn cut; E. & M. J. March. 1947.
- (6) 日本鑛業協會技術部：電氣發破に依る一齊心拔法に就て、日本鑛業協會誌 1948年10月創刊號 p. 9.
- (7) G.E. Ap Rolerts: Heading Standardization Pays; World Mining 1949 April.
- (8) 元木俊雄：クローバー心拔に就て、九州鑛山學會誌第17巻第4號 p. 138.

バーンカットの機構

(昭和24年10月18日受理)

日野 熊雄・佐藤 淳一

(日本化薬株式会社厚狭作業所)

摘 要

バーンカット發破法に於ては小心拔、大心拔の際の裝薬孔と穿孔の距離が基礎的に重要な値であるが之を爆薬の力、比重、孔径、孔數等の函數として表す式を導出した。その際従来の發破理論の如くに岩石の剪斷エネルギーのみを考慮する方法によらず、岩石の粉碎、爆轟生成ガスの噴出を考慮した。かくして小心拔の裝薬孔と空孔の距離は爆薬の力及び比重が或る値以上ならば之等に殆んど支配されず主として岩石の結合破断力即ち岩石に依り定まる係數に依り支配されることを明らかにした。又此の距離と小心拔の際の空孔數とから大心拔の裝薬孔の距離が一義的に定まることを明らかにした。かくして従來發破機構に不明の點の多かつたバーンカットの特性を一應説明し得たが穿孔長が現状に於ては短いので理想的のバーンカットと言うより従來のVカット等との混合型が主として實際には行われてゐる事を論じ、バーンカット法の設計、實施、爆薬の選定等に於て従來多く見られる多少の混亂はこの點に原因することを述べた。

I 結 言

バーンカット發破法は岩石の爆薬による爆破法として最も機械化された方法であるから現在の處他の掘進法——ピラミッドカット、Vカット等に比し総合的に有利であると思はれるが之は段發雷管、多數齊發力のある發破器等の火工品の進歩により今後益々有利となり更に穿孔機、積込機の機械の發達と相伴えば今後最も有利な發破法となるものと思はれる。一方バーンカットの發破理論は従來の發破理論と根本的に異なる

べき處が多く今後の解決を要する問題である。バーンカットに對する定性的な考察及び之に基づいて現在最も合理的と思われるバーンカット用爆薬及びその實用試験の経過については先に「バーンカット用爆薬——クローバーダイナマイト」に於て報告したが以下に於ては之等の考察、實驗、經驗を基としてバーンカットの機構に於て考察した處を報告する。

II 小心拔の機構

バーンカット心板の裝薬孔と空孔の數、關係位置に