

## 参 考 資 料

土木學會誌 第十一卷第六號 大正十四年十二月

### 爆薬カーリットを使用する爆破の成績に就て (承前)

會員理學士 野 原 彝 夫

#### 内 容 梗 概

大正十一年火兵學會誌第十六卷第一號及土木學會誌第八卷第六號に於てカーリットの性質並に之を使用する爆破の成績につき記載せしが、更に爆破の分類を行ひ爆破と密接なる關係を有するカーリットの性質に就き其説明を試み諸種爆破の成績を記載説明せんとする。

#### 目 次

##### 爆 破

爆破と密接なる關係を有するカーリットの性質

##### 第 一 爆 崩

##### 岩 石 發 破

(A) 水を込物とする發破 (B) 雷管を使用せざる小割發破

##### 土 發 破

(A) 鐵道改良工事 (B) 深耕 (C) 水中の土發破

##### 拔 根 發 破

##### 坑道式大發破

(A) 鐵道片切工事 (B) 鐵道兩切工事 (C) 水を込物とする坑道式大發破

##### 鑿井式大發破

##### 第 二 爆 碎

##### 樹木及び木材の截斷

(A) 外部裝藥法 (B) 覆土法 (C) 内部裝藥法

##### 岩盤及び玉石の爆碎

(A) 凍結土砂の爆碎 (B) 玉石の爆碎 (C) 水中の岩石爆碎

煉瓦及びコンクリートの爆碎

(A) 壁の崩潰 (B) 柱の崩潰 (C) 基礎及び煙突の崩潰

(D) 水中コンクリート塊の崩潰 (E) 蛇穴法

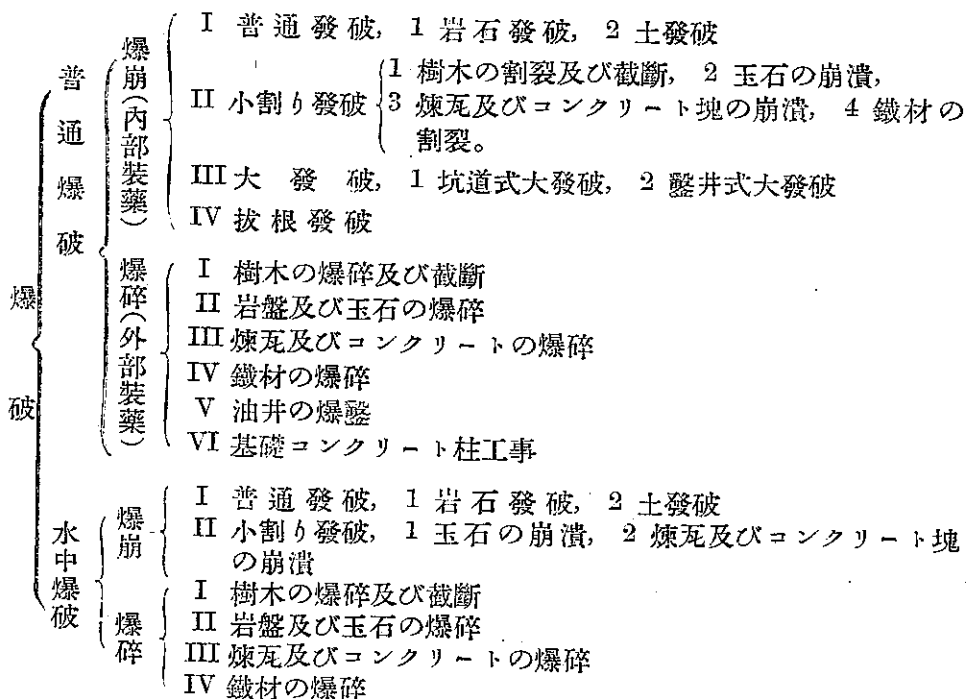
鐵材の爆碎

爆 破

火薬類を装置し之を起爆爆發せしめて物體を破碎崩潰せしむる作業を爆破と名づく。

茲に火薬類と謂へるは火薬爆薬及び火工品の總稱なり。

爆破を分類すれば次の如し。



爆碎は普通爆破と水中爆破とに 2 分せらるべし。

崩潰すべき物體の内部に装置する火薬類を内部装薬と名づけ、此装薬による爆破を爆崩と名づく。これ物體は破碎せらるゝと謂ふよりも崩潰割裂せらるゝを以てなり。

破碎すべき物體の外部に接觸装置する火薬類を外部装薬と名づけ此装薬による

爆破を爆碎と名づく。是物體は崩潰せらるゝよりも寧ろ破碎壓壊せらるゝを以てなり。

普通發破とは土木工事、採石竝に採礦作業に於て切取り、採石及び坑道掘進等に普く行はれ居る方法にして之を岩石發破及び土發破に區別す。

小割發破とは崩潰すべき物體が塊狀をなす場合の崩潰にして樹木の割裂、玉石の崩潰等之に屬す。

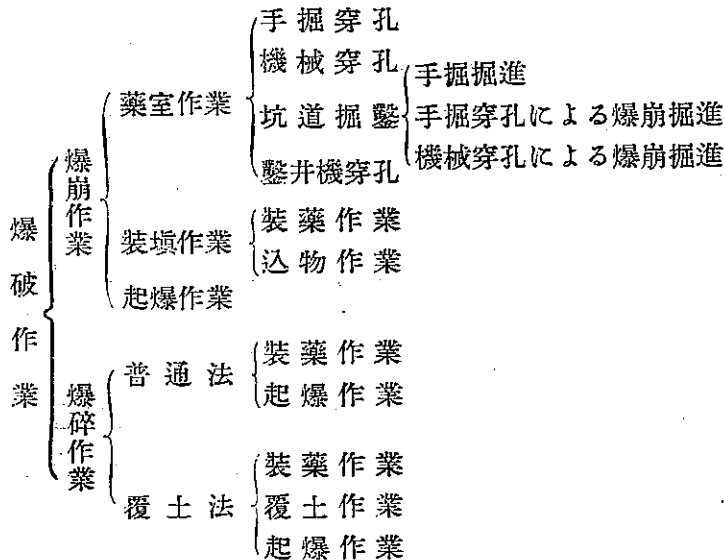
大發破とは裝藥すべき藥室を作るが爲に坑道を穿ち、若くは鑿井機を使用し直徑大なる穿孔を穿ち大仕掛に行ふ爆崩なり。

拔根發破とは樹木の伐根を掘起すべき爆崩にして時としては立木を倒拔するに施工することあり。

油井の爆鑿とは噴油中止せる石油井底に於て行ふ爆碎にして井底附近の岩盤に龜裂を生ぜしめ噴油を再起せしむるを目的とす。

基礎コンクリート柱を打つため地中に穿孔し後コンクリートを打つ場合穿孔底に於て空鳴りを行ひ柱の底面を大ならしめ好結果を擧げ居れり。

更に爆破作業を分類すれば次の如し。



爆破效力を大ならしむるがため外部裝藥を被覆したる粘土を覆土と名く。

#### 爆破と密接なる關係を有するカーリットの性質

爆薬の爆發威力は  $PV$  を以て表はし得るものにして  $P$  は爆發壓力、 $V$  は爆發

瓦斯の容積を示すものなり。

茲に所謂爆發威力とは爆薬が爆發するに要する時間とは無關係にして爆崩作業に於ける爆薬の爆破効力、即ち採石力と並行すべきものなりとす。

ビッヘル氏爆壓計を使用し爆發威力の測定を行ふとき爆發瓦斯の容積は常に均一なるを以て測定爆發壓力を直ちに爆發威力の比較となし得べし。

爆發威力はビッヘル氏爆壓計により困難なく測定され得るものなれども此爲に要する設備はかなり大仕掛なりとす。然るに此試験結果は能くトローヅル氏鉛礮試験結果と一致比例し、鉛礮試験は簡便に之を施行し得るものなり。故に實用上爆薬の爆發威力即ち爆崩作業に於ける採石力は鉛礮試験結果により之を示せり。

鉛礮試験の結果はカーリットがダイナマイトよりも爆發威力大にして爆崩の場合採石力に富める事を示し、實地使用の結果も之と一致し、黑色火薬に比する時は4.5倍の採石力ある事を知れり。

カーリットはダイナマイトよりも爆發威力大にして採石力も亦大なるに拘らずカーリットは岩石を粉碎せず、薬室の周圍は殆ど完全に採石に残留し採石に龜裂を生ずることなし。従て小破片を生ずること少なく手頃の採石のみを出すを特長とす。之に反しダイナマイトは採石力小なるにも拘らず装薬の周圍にありし岩石を粉碎し多数の小破片を生ず、且つ採石には龜裂を残すものなり。故に石材採掘場に於てダイナマイトは全然之を使用すること能はず。然るに高級爆薬たるカーリットは黑色火薬同様能く之を石材採掘に使用し得べく、土木工事竝に採鑛作業場にも石の粉末及び小破片を出さざるを以て有利に之を使用し居れり。

斯の如く石が粉碎さるゝ程度を異にするは爆發猛力（前には之を爆叩力と云へり）の大小に起因すべし。即ち爆崩の場合ダイナマイトの薬室内に於ける爆薬猛力は大にしてカーリットの猛力は小なるべし。

爆崩作業中ダイナマイトは石の小破片を多数に生ず、従て其小破片は遠距離迄飛散し危険率大なり。然れどもカーリットの破片は小ならず、遠距離迄飛散すること能はず、安全なるを特長となす。

茲に注意し置くべき事はカーリットの爆崩なりと雖も其装薬量過剰なるときは石の小破片を生じ、之が遠く飛散するは勿論大破片をも飛散するを以て、装薬量を決定するには細心の注意を拂ひ、且つ爆崩に際しては必ず安全なる場所に避難すべし。之を要するにカーリットの爆崩はカーリットと相當量のダイナマイトを使

用する場合よりも比較上安全なりと云ふに止れり。

前述せる爆発猛力は爆崩即ち内部装薬の場合に就てのみ述べしが大氣中竝に水中に於ける爆碎即ち外部装薬による爆破の場合は全く其趣を異にす、是等爆発猛力比較試験結果は次の如し。

厚さ1吋の高張力鋼板を中空なる框上に置き、山櫻ダイナマイト、トロチル及びカーリット各3 疋宛の薬包を鋼板の中央上部に立て、1.5 瓦の雷汞にて起爆し、鋼板に生じたる孔の直径を測定し、猛力の比較試験を行ひたる平均結果は次の如し。

爆薬名稱	貫通孔徑 <sup>mm</sup>	孔徑の比
山櫻ダイナマイト	32.3	100
トロチル	46.0	142
カーリット	76.0	235

爆崩の場合に於てはカーリットの猛力がダイナマイトに比し小なりしが、爆碎の場合は全然之に反しカーリットの貫通孔徑は、トロチルを凌ぎダイナマイトに倍することを知れり。

厚さ1吋の高張力鋼板を中空なる木框に取付け、水面下4.5 米に於てトロチル及びカーリット各3 疋宛を前記方法により装薬起爆し、鋼板に生じたる孔の直径を測りたる結果は次の如し。

爆薬名稱	貫通孔徑 <sup>mm</sup>	孔徑の比
トロチル	312	100
カーリット	383	123

水中に於てもカーリットの爆発猛力はトロチルを凌ぎ之に1.23 倍す、而して水中に於ける孔徑は空氣中に於ける孔徑に比し大にして、トロチルは9.7 倍しカーリットは5.3 倍す、共に水中に於ては爆発猛力著しく大なることを知れり、是水中の爆碎は水が充分込物の作用をなし已に純粹なる爆碎たる能はず、爆崩に近き爆碎なるを以て、爆破效力の著しく大となるも異とするに足らざるべし。

爆発猛力とはブリザンスの謂にして、カスト氏は鉛柱試験器の鉛柱の壓縮される長さにより之を測定し KPVUD にて之を表せり。式中 PV は前述爆発威力、U は爆発速度、D は爆薬の密度、K は恒數を示すものとす。

爆碎すべき物體の表面に装薬起爆するとき物體が壓碎さるゝ程度は物體を構成する物質により著しく變化することは明かなり。例へば岩石よりも鐵材は著しく

強靱にして壓碎し難く多量なる爆薬を使用し始めて同程度に爆碎することを得べし、然るに此難易の程度は爆碎すべき物質の抗力係數として考ふべく、爆薬の爆發猛力とは無關係に考ふべきものなるべく、上記算式中に之を含ましむる要なし。

爆薬の密度大なるものは小なる容積中に全爆發威力を蓄積するの理なれば爆碎すべき物體の單位面積上加はる其爆壓も亦大なるの理なりとす。然れども計算の結果密度は省略し得べき程度の影響を爆發猛力に及ぼすことを知りたれば算式中の密度  $D$  は之を省略せり。

外部装薬が爆發するや急劇に瓦斯を發生す。此瓦斯は物體面に衝突し壓力を加へ物體は爲に壓碎さるゝものとす。依て瓦斯の發生量大にして爆發壓力の大なるものは爆發猛力大なるの理由なりとす。

爆壓計により測定する爆發壓力は時間に關係なき最大壓力なり、然るに爆碎に必要な一種の爆壓即ち爆發猛力にありては爆壓が急劇に劇増する程其威力を呈するものなり、即ち爆發速度大なるもの程猛力大なりとす。

今 KPVU 式の  $PV$  は鉛壘試験結果を當て爆速と相乗する時はカーリットの猛力はダイナマイトよりも小となり事實と一致すること能はず。依て  $PV$  はカーリット 484, ダイナマイト 345 とし、爆速はカーリット 1 秒時に付き 3,700 米, ダイナマイト 1 秒時に付き 5,500 米なれども爆崩の場合ダイナマイトの爆速は著しく大なりと考へ得る理由あり、故に 1 秒時につき 8,000 米と假想し、猛力  $B$  は測定結果よりカーリット 465, ダイナマイト 360, 爆崩の場合は 525 として計算を行ひ次の算式を得たり。

$$K(PV)^{0.56} U^{0.32} = B \quad \text{但し } K=1$$

此算式は以上の諸材料に對し次表に示すが如く約 3% の誤差を與ふるに過ぎず。

爆薬の種類	$PV$	$U$ m/sec	$B$	$B$ calc	誤差	誤差 %
カーリット	484	3,700	465	479	-14	3.0
ダイナマイト(爆碎)	345	5,500	360	372	-12	3.3
ダイナマイト(爆崩)	345	8,000	525	542	-17	3.2

此計算に用ひたる猛力  $B$  の關係値は多くの經驗より大體に於て當を得たるものなるが故に、ダイナマイトの爆速が密閉されたる場合大氣中よりも 45.5% 丈は大きなりとの假定は能く事實を表はすものに非ざるか。

之を要するに爆崩作業に於ては爆發威力大にして爆發猛力小なる爆薬を撰定す

べく、爆碎作業に於ては爆發威力大、竝に爆發猛力大なる爆薬を撰定すべきものなり。

## 第一 爆 崩

### 岩石發破

#### (A) 水を込物とする發破

穿孔内に装薬し發破を行ふ時込物は丁寧之を施し爆薬の爆破效力を大ならしむるを利ありとす。

込物材料は粘土煉瓦の粉末等を優良なりとし、之を施すには始め装薬上に深さ5寸位投入し込棒にて搗き固め更に深さ1,2寸宛投入し毎回込棒にて堅く搗き固むべし。始め1,2寸位の僅少なる込物を投入し込棒にて搗く時は雷管に撃衝を與ふる危険あり、且つ装薬に壓迫を加へ物理的變化を起す虞あるを以て先づ深さ5寸位の込物を施すを安全なりとす。然らば縦令之を烈しく込棒にて搗くと雖も其作用を装薬に及ぼすことなし。次に1,2寸宛の込物を投入するは撃衝を其込物全體に普及せしめ之を搗き固めるが爲なり。斯の如く注意して施したる込物は氣密にして固く爆發瓦斯が逸出し難く爆破效力大となるものなり。

込物は固くして長さを勝れりとするが不注意に長き込物を施すよりも寧ろ短くとも注意して有效なる様に込物を施すを勝れりとす。是普通爆薬は爆發速度1秒に付き3,000乃至6,000米にして短少なる装薬が爆發せし一瞬時即ち $\frac{1}{20,000}$ 又は $\frac{1}{30,000}$ 秒時間丈け込物が爆發壓力に抵抗する時は爆發作用は完了し得るを以てなり、縦令爆速大なる爆薬を使用する場合なりと雖も込物を施さざるは大に不利なり。

若し水を込物に用ひ爆破を行ふ時は優良なる結果を生ずべし。是水は一瞬時能く爆壓に抵抗し込物として作用し得るのみならず、彈性を缺くを以て普通込物の如く壓縮されて薬室内に餘分の空間を生ずることなく、而も水の込物は薬室内より殆ど全部の空氣を除去し薬包と穿孔壁間にも餘分の空間を残さず装填比重大となり爆發瓦斯は充分其爆發壓力を高め得べし、且つ水は彈性なく爆發壓力を一様に薬室の周壁に傳達し得るを以てなるべし。

此爲には防水準備をなしたる装薬を必要とすべし、即ち耐水安全導火線を工業用雷管に取付くるや其取付け部分に鬢付油を塗り雷汞が濕潤せぬ様になし、此雷

管を薬包に取付くるや薬包内に水が滲入せぬ様薬包紙端を糸にて導火線に縛りつけ鬚付油を塗り込み置くべし、而して薬包も充分点検し其内部に水が滲入せぬ様準備し置くべし。

水を込物となす發破は岩石發破に利用して便なり、特に薬包1本宛を使用する石材採掘の發破竝に小割發破に利用する時は甚だ便なりとす。

尙此方法を便利なりとする點は不發の場合装薬を引出すこと容易なり、若くは他の装薬を不發装薬上に挿入し全部を直ちに完爆せしめ得ることなりとす。

### (B) 雷管を使用せざる小割發破

爆薬を空中にて点火燃焼する時は完全に燃焼することあり或は中途轟爆することあり安全に之を燃焼すること能はざるを常とす、之に反しカーリットは空中に於ては決して轟爆を伴ふことなく安全に之を燃焼することを得、然るにカーリットは或高温度竝に高壓力の下に於ては燃焼が必ず轟爆を伴ふものなりとす。

穿孔内に散薬としてカーリットを装薬し其内部に導火線端を挿入すべし、或はカーリット薬包内に直接導火線の一端を挿入して穿孔内に装薬し、黑色火薬の場合と同様特に注意して込物を施し後導火線によりカーリットに点火する時はカーリットは轟爆す。是カーリットは其燃焼により生じたる高熱竝に高壓力の爲に起爆さるゝに外ならず。故に此方法を實施するには出来る丈け少量のカーリットを燃焼消費せしめ、出来る丈け多量の残カーリットを轟爆せしむるを有利なりとす。

燃焼瓦斯が薬室内にて冷却さるゝ度を小ならしめ速かに高温ならしむるが爲に出来るだけ早くカーリットの廣き面に点火し燃焼の逸散する餘裕を小ならしむべし、此ため導火線の一端をナイフにて割き、手にて之を押し擴げカーリットに勢よく導火線が火焰を吹き付ける様にすべし、又壓縮されたるカーリットの燃焼速度は小なるを以て柔かなる装薬による様に注意し込物の爲にカーリットが壓縮さるゝ事なき様にも勉むべし、更に込物は充分堅く搗き込み置き燃焼瓦斯が逸散せず速かに高壓力に達し得ること亦肝要なり。

此轟爆は雷管を用ふる場合に比し緩和にして石は數片に割裂さるゝに止まり小破片を生せず採石には完全に穿孔壁を残すを特徴とせり。

カーリットが燃焼し或温度竝に或高壓力に達する爲には薬室の大小に應じ燃焼すべきカーリットの量を異にすべく、小割發破の如く薬量小なる場合は薬室も小にして少量カーリットの燃焼消費により轟爆す、其燃焼せるカーリットの代金は1



個の雷管よりも著しく廉價にして採算上有利なり。之に反しカーリットの多量を使用する場合は薬室も亦大にしてカーリットの多量を燃焼消費することを要し其代金は雷管よりも高價となるべく、而も轟爆は緩和なるを以て此發破は特殊なる場合を除き小割發破にのみ推奨すべきものなりとす。

### 土 發 破

土壤、粘土、土丹岩、コングロメートの如き軟質岩は一般に爆破により之を崩潰すること能はず、稀に黑色火薬を使用し爆破を行ふことあり、之を土發破と名づく。

土發破に黑色火薬を使用する時は多く崩潰作用充分ならず岩石の大塊を生ず、時としては岩盤中抵抗力小なる部分より瓦斯のみを噴出することあり、而かも火薬の性質上常に石の破片を遠距離迄飛散するを例とせり、然るに若しダイナマイトの如き高級爆薬を使用する時は岩盤内に大なる空洞のみを残し崩潰の作用をなさず、依て土發破は廣く行はれず、然るにカーリットは先の報告又は其他により公表せるが如く常に良成績を挙げ居れり。是偶然にもカーリットが爆發威力及び爆發猛力が適當なる比を有するに起因すべし。是等實施成績を示せば次の如し。

#### (A) 鐵道改良工事

東海道鐵道線路に沿ふ電車線路増設工事中鐵道工業合資株式會社は神奈川縣保土ヶ谷町附近に於て硬土丹岩の高き崖壁を切取るべき場合に遭遇せり。之を手にて取るには多額の費用並に長時日を要す。一方爆破による時は破片を常用線路内に飛散するの恐あるを以て鐵道省は爆破の施行を許可せざりき。

カーリットを使用する時は能く土丹岩を爆崩し得て破片を飛散せしめざること可能なるを以て、鐵道省の了解を得、カーリットの試發を行ひしに次に示すが如く良成績を挙げ得たり。依て引續きカーリットを使用する土發破により工事を急速に完了せり。

	第 一	第 二
穿孔の深さ(尺)	5	6
最小抵抗線の長さ(尺)	4	5
薬包の種類	1 1/4"	1 1/4"
薬量 (瓦)	150	300
崩潰量 (立坪)	0.9	1.5
1立坪當り薬量(瓦)	160	200

狀況 低爆音を發し土丹岩は割裂倒潰し全然飛散せず

此土發破に用ひし 1 穿孔當り藥量は 900 瓦に達せしものありしが破片を飛散せしことなく、同時に右改良工事に屬する土丹岩のトンネル掘進にもカーリットを使用し好成績を擧げ居れり。

### (B) 深 耕

耕地に於て鋤の届かざる耕土は次第に凝固し、地力は次第に消耕するものにして若し之を深耕する時は地力を再び恢復し得べし、又開墾地に於て耕土淺薄なる場合に於ても深耕を行ふ時は地力を大ならしめ得るものなり。此深耕を手にて行ふ代りにカーリットの土發破を推奨す、其土發破を赤色心土層に行ひ次の結果を得たり。

カーリット 使用量 瓦	比	穿孔の深 尺	深さの <sup>2</sup> 乗の比	崩壊直径 尺	崩壊の深 尺
10	1.0	1.5	1.0	4.5	2.3
17	1.7	1.7	1.3	5.0	2.8
23	2.3	2.0	1.8	6.0	3.0
30	3.0	2.3	2.4	6.5	3.2
40	4.0	2.9	3.7	6.0	3.5
50	5.0	3.5	5.3	7.5	4.0

是等の結果に於て數字が圓滑に遞昇せざる部分あるは土質均一なる能はず、且つ降雨の惡影響を受けたるものなるべし。

是等の結果よりカーリット使用量は穿孔の深さの 2 乗に略ぼ比例して變化することを知れり。

### (C) 水中の土發破

淺野造船所にて船渠の築造を行ふに當り海底にある土丹岩を切取る必要あり。プラスチック・ゼラチン及びカーリットの同量を使用し爆崩の比較試験を行へり。

水 深	干潮時14尺	満潮時18尺	
穿 孔	直 徑 3寸	深 さ 7尺	
穿 孔 の 間 隔	7尺		
カーリット藥包	藥量2,500瓦	直 徑 2 $\frac{1}{2}$ 吋	長 さ 30吋
使 用 藥 量	2,500瓦		

装薬に要せし時間はプラスチック・ゼラチン 3 時間カーリット 30 分なり、爆破は單發並に 3,4 發の齊發なり。爆崩の結果はプラスチック・ゼラチンが土丹岩 2 尺許り噴起堆積せるに對し、カーリットは 4 尺許り噴起せり、依て崩潰量は 2 と 4 の 3 乗を目安となし大過なかるべし。

千葉縣勝浦に於ける漁港内水中に土丹岩あり。風浪ある日漁船の通行危険なるを以て此除礁工事を必要とし種々施工せしがカーリットの爆崩を試み始めて好成績を挙げたり、試發結果の平均數を示せば次の如し。

水深	4尺	崖の高	9尺		
穿孔		直徑	3吋	深さ	8尺
最小抵抗線の長			6尺		
カーリット薬包		薬量	800瓦	直徑	6.4種
使用薬量			1,600瓦	長さ	24種
1發破當り崩潰立坪數			4.2立坪		
1立坪當り使用薬量			330瓦		

此計畫により漁業組合は其除礁工事を遂行せんとす。

### 拔根發破

カーリットは土發破に有效なるを以て開墾地内に在る樹木の伐根を掘起するに又優良なり。大正十年神奈川縣保土ヶ谷町帷子山林を開墾せる成績は次の如し。

土質	黒ホク輕鬆腐蝕酸性土壤
土塊の深	作土 2尺5寸
方法	伐根の側方より垂直線と 25—40 度の角度を以て徑約 2 吋大の穿孔を行ひ伐根の中心下に至らしめカーリット所要量を裝填し込物をなし點火爆發せしめて伐根を掘起すものなり。而して之が作業功程は 8—9 分行きを目的とす。

### 成績平均數

樹種	平均直徑 尺	平均薬量 瓦	平均 1 尺當り薬量 瓦	平均功程
楢	1.2	52	44	8
ク	1.6	69	43	8
ク	2.2	101	45	8
桐	1.3	53	41	9
ク	1.6	65	40	8
ク	2.4	110	48	9
栗	1.1	40	36	8

カーリットの使用量は土壤輕鬆なるがため砂礫地、緻密なる土壤に比し幾分多量を要することを知り、特に伐根下底に甚しく輕鬆なる土壤ありし處にては使用薬量多きに拘らず發破功程 5 分止りのものを生じたり、然れども平均數に於て豫期成績を得たり、此試験により薬量は伐根の直徑に正比例することを確め得たり、而して楢、桐の如き伐根を輕鬆土壤より掘起するには伐根の直徑 1 尺當りカー

リット 45 匁を使用する時は 8 分功程の作業をなし得ることを知れり。

發破を行ひたる後 3 脚に取付けたるブロックにて残留伐根を引抜く時は細根をも取り去り得て理想的耕土を得べし、爆薬により掘起せし抜根は相當小割りされ居りて其取扱運搬及び利用上利益すること尠からず。

大正十二年新潟縣岩船郡女川村に於て、東北開墾株式會社は松林 300 町歩を開墾し、直ちに水田となさんと欲し松樹を切り拂ひ抜根機を利用し伐根を抜取らむとせしが果さず、カーリットを使用し次の良結果を得たり。

土質は表土として殖土 5—8 寸あり、其下層は黄色濕潤粘土なり。松樹伐根の直徑は 7 寸—2.5 尺にして地表にて切り取られたる根株なりとす。是等松樹は凡て直根發達せるを以て先づ直徑 6 分のボート製サグリ棒を伐根の中心下目がけて相當距離の點より 40 度の角度にて突き込み直根の位置を知るべし、次に直徑 2 吋のオーガーにて直根とすれすれに穿孔す。此深さは伐根の直徑により變化するものにして 3—5 尺なりとす。

爆破により直根を地下 3 尺位の處にて切斷し、伐根全部を小割りして噴出せしめ全然地中に残らしめず、極力人工を省約するを有利となせるを以て、使用藥量を増加し伐根の直徑 1 尺當りカーリット 60 匁を使用し殖土層厚き處にては 80 匁を使用せり、カーリット藥包の寸度は 1/2 吋なり、此作業工程は 1 人 1 日に付約 60 發にして抜根は手頃の大きさに破碎され搬出に不便なく爆破箇處の土壤は能く粉碎され耕耘に便なり。

此好成績により佐渡に於ける水田畑地の開墾も爆破を利用することとなり、北海道に於て堀越氏は爆破開墾請負業を開始せり。

立木を直ちに掘起し倒拔することも同様に之を施工し得べし。

### 坑道式大發破

坑道式大發破は採鑛土木工事、並に石材採掘に利用し有利なることに就き已に記述せり。之を鐵道建設工事中片切工事、兩切工事並にトンネル坑道口の切取工事に利用すれば有利なりと信ぜしが次の實施結果は之を實地證明せり。

#### (A) 片 切 工 事

場	所	島根縣益田線	朝鮮咸鏡線中部	朝鮮京釜線金泉
狀	況	海岸線にして海拔 100 尺位のフォーム	海岸線にして海拔 150 尺位のフォーム	崖壁の高さ 25 尺に して切取箇所は交通

	ーション、切取るべき崖壁の高さは平均50尺、採石は海中に發散せしめ出来る丈け後掃除を省約せんと欲す従て裝薬最大なり。	ーション、切取るべき崖壁の高さは80—110尺、採石を海中に飛散し後掃除を省約するがため裝薬量を大とせり。	頻繁なる國道に近く落石は國道を閉塞すべからず、又電線路を切断すべからず、距り頭より5尺の距離に電線路あり之を傷くべからず丁度適量なる裝薬を要す。
岩石の種類	花崗石	白色硬コンク ロメレート	花崗石及び其風 化せるもの
坑道数	2	5	1
坑道延長(尺)	177	281	36
薬室数	4	10	2
最小抵抗線の長(尺)	18—32	15—28	18
薬包種類	角型	角型	角型
カーリット使用高(呎)	1,460	1,960	45
起爆	導爆線	導爆線	導爆線
導爆線使用高(尺)	500	840	50
採石見込坪数	1,805	5,000	200
1坪當りカーリット 使用高(瓦)	810	390	225
摘	要 採石 1,000 坪位を海中に飛散し竣工期限の後れしものを恢復し得たり。	採石の大部分は飛散し竣工期間著しく短縮せり。	豫定通りの結果を擧げたり。

## (B) 兩切工事

場	所	朝鮮咸鏡線南部	久慈線	山田線
崖壁の高さ		60尺	40尺	33尺
岩石の種類		石英斑岩	硬安山岩	安山岩
坑道数		2	1	1
坑道延長(尺)		255	25	26.5
薬室数		8	1	1
最小抵抗線の長(尺)		22—45	19	18
薬包の種類		角型	角型	角型
カーリット使用高(呎)		3,050	180	124
起爆		導爆線	導爆線	導爆線
導爆線使用高(尺)		1,500	60	70
採石見込坪数		4,000	108	90
1坪當りカーリット 使用高(瓦)		760	1,660	1,380
摘	要	トンネルの設計を兩切工事に變更し採石	使用薬量大なるは深さ15尺のフォーメー	坑道の前方は良く崩潰し後方には龜裂を

を石垣用に當てたる ショーン迄掘下げ坑道 生じ兩切箇所は貫通  
ものにして結果良好。 を掘鑿し抵抗大なり せり。  
しにより結果良好。

山口建設事務所所報第十五號下村忠治氏のカーリット爆破に関する報文を抄録すれば次の如し。

地 質 大體は相當程度の硬岩にして地表に近き部分は裂目極て多きも下層は裂目なき硬岩なり。  
結 果 豫定の成績を擧げ切取り約 3,550 立坪を崩壊せしめ築堤約 450 立坪を捲出したリ、岩石は單なる崩壊に止まり火薬の爲に岩石の飛散せしことなかりき。

#### 工 費 比 較

普通切取毀方	平均 1 立坪當り 2.78圓	3,869.00 圓
カーリット使用一式の工事費		3,033.66
爆破後毀費		1,085.00(+)
	小 計	4,118.66
爆破により築堤捲出を節約し得たる利益平均 1 立坪當り	1.75 圓	787.50(-)
	計	3,331.16

差引利益  $9,869.00 - 3,331.16 = 6,537.84$

1 立坪當り利益 1.88 圓

工事期限の影響 普通に切取る時は上記坪數に對し 160 日本爆破にありては 100 日を要すべき見込なるを以て結局 60 日間期限を短縮し得るものとす。

#### (C) 水を込物とする坑道式大發破

普通發破に於て水を込物とし優良なる成績を擧げ得ることを示せしが坑道式大發破にも之を利用し得べし、此利益とする點は多大なる勞力並に長時間を坑道内の込物、即ち埋戻し作業に消費する代りに迅速愉快に作業を終了し得るにあり。且つ水は岩盤内にある間隙にも流入し込物の作用を全ふし常に採石能率を大ならしめ不時の危害を豫防し得べきものと信ず。

此爲には坑道を先づ下方に掘鑿すべし、即ち水を注入するや空氣は水と置換され坑道内に残留せざる様注意すべし。

薬包は耐水性のものを使用すべく、起爆装置は 1 個或は 2 個の薬包に装置し、他の薬包は殉爆作用により全部起爆するものとす、其起爆には電氣雷管を使用するを便なりとすべし。

場 所	山田線銅倉片切工事	
岩石の種類	安山岩	崖壁の高さ 21 尺
坑道數	1 坑道延長 21 尺	最小抵抗線の長さ 115 尺
カーリット裝藥量	25.7 匁	

込	物	坑口に土俵を積み堰となしダルマポンプを使用し約 25 石の水を約 10 分間に て注入せり。
採石坪数	34	1 坪當りカーリット使用量 750 瓦
結果	良好	

### 鑿井式大發破

此大發破法は採石場を階段式に整理すること並に高價なる機械を購入することの不利ありと雖も、藥量の調節容易にして採石の大きさを任意に且つ一定し得ると同時に採石が飛散せぬ様計畫し得るを以て、内務技師伊藤百世氏は鹽釜停車場に極めて接近せる硬土丹岩の切取工事に此大發破法を次の如く施工し、破片を飛散することなく良成績を擧げられ居れり。

動力鑿井機を使用せず組立て取外し極めて便利にして傾斜面に於ても之を組立て得る上總掘り式人力鑿井機により垂直孔を穿ち大發破を行ふものなり。

錐は直徑 2 $\frac{1}{2}$  吋の八角鋼長さ 12 尺もの、尖端に一文字刃を立てたるものにして刃幅 3 $\frac{1}{2}$  吋なり、錐の全長を調節する爲には直徑 2 吋の瓦斯鐵管を繼ぐものにして此全重量は約 20 貫目なりとす、此錐を吊すには末口 3 寸長さ 30 尺の杉丸太 2 本を其頂部に於て麻繩にて互に緊縛し其麻繩の兩端は丸太と直角なる方向に張り丸太を立て繩の端は抗木に緊縛し丸太が動搖せざる様に注意するものとする、而して丸太の交叉點下に直徑 1 尺の 2 車付木製ブリーを吊し 2 本の繩を錐に結び付けブリーを通したる繩の端又は各 5 本の支繩を付け女人夫の引曳する部分に當つ、斯の如くして錐を上下し男人夫が音頭を取りつゝ錐を廻轉監視する時は錐は左右前後に振れず垂直に穿孔を行ひ得べし。

穿孔を行ふには水を注入しヅリを泥狀となし汲み出すものなれば、別に丸太の頂部に取付けあるブリーを通じ繩によりサンドポンプを入れ泥を汲み出すものとする。

穿孔の深さは崖壁の高さにより異なるものにして 25~45 尺なり、其孔徑は出來上り約 5 吋なり、1 個の鑿井機には男人夫 2 人女人夫 10 人を要し孔深 30 尺を超過するときは女人夫 14 人を要す、而して 1 日間の工程は約 60 尺なり。

穿孔内のヅリを掃除し湧水を噴出せしむる爲に、カーリット 3 吋藥包 2 本を縛り合せ 1 尺位の安全導火線及び工業用六號雷管を附したるものを點火投入して其目的を達するものとする、此空鳴りを繰返すこと 2 回にしてカーリット 2 吋藥包

並に導爆線を装薬することは已に鑿井式大發破にて述べたと異らず、今此大發破成績の一部を次に掲ぐべし。

場 所	宮城縣鹽釜驛雷神山		岩石の種類		硬質土丹岩	
	2吋	450瓦	起爆方法	導爆線		
摘 要	根發破の箇所は裝量を大とせり					
最小抵抗線の長さ(尺)	18	15	15	15	15	20
孔 數	15	10	13	13	11	14
孔 深	45	45	45	43	43	43
穿 孔 間 隔	15	12	15	15	15	15
カーリット使用高(貫)	78	66	54	57	48	78
導爆線使用高(尺)	820	600	750	750	600	800
採 石 坪 數	800	420	600	630	470	860
坪當りカーリット使用高(匁)	97	157	90	90	102	91

## 第 二 爆 碎

### 樹木及び木材の截斷

カーリットは爆發猛力大なるを以て樹木及木材を破碎するに使用し優良にして其使用量は次の算式により算定すべし。

$$L = C \cdot D^2$$

$L$ ; カーリットの使用量を匁にて示せる數,

$D$ ; 截斷すべき樹幹の直徑を寸にて示せる數,

$C$ ; 抗力係數,

而して結果は樹幹損傷部分の長さ一方にて5寸以内を合格とせり。

係數は樹幹の強靱度により變化するを以て成べく生立の均一なる松樹を一旦切り倒し之につき測定を行へり。

外部裝薬法覆土法及び内部裝薬法につき其係數を知り併せて是等關係を知らむと欲し次の試験結果を得たり。

#### (A) 外 部 裝 薬 法

裝薬の形狀は結果に著しき影響を及ぼすを以て成べく相似形となる様に勉めたり、其大きさは次の如し。

樹幹の 直 徑 寸	樹幹の 圓 周 寸	圓周の 2/3 寸	係 數 2.3			係 數 2.5		
			藥 量 匁	藥包徑 吋	藥包長 寸	藥 量 匁	藥包徑 吋	藥包長 寸
3.5	10.1	6.7	28.2	1	6.1	29.4	1	6.3



4.0	11.6	7.6	36.8	1	6.8	40.0	1 $\frac{1}{2}$	6.8
4.5	13.0	8.7	46.5	1 $\frac{1}{2}$	6.9	50.6	1 $\frac{1}{2}$	8.9
5.0	14.6	9.8	57.6	1 $\frac{1}{2}$	9.7	62.5	1 $\frac{1}{2}$	10.6

薬包を押し曲げ樹幹に密集せしめ繩にて緊縛すべし、而して之を安全導火線及び工業用六號雷管にて起爆す、係数は 2.3 及び 2.5 につき爆破を行へり。

樹幹番號	係 數	樹幹直徑		藥 量		損傷部分の長	
		寸	分	分	寸	寸	分
A <sub>1</sub>	2.5	3.5		29.4		3.8	
A <sub>3</sub>	〃	4.5		50.6		2.7	
B <sub>2</sub>	〃	4.0		40.0		4.3	
B <sub>4</sub>	〃	5.0		62.5		4.6	
A <sub>2</sub>	2.3	4.0		36.8		4.8	
A <sub>4</sub>	〃	5.0		57.6		4.6	
B <sub>1</sub>	〃	3.5		28.2		4.8	
B <sub>3</sub>	〃	4.5		46.0		5.3	

係数は 2.3 を用ふべし。

### (B) 覆 土 法

覆土には堅く捏ねたる粘土を用ひ之を包紙にて覆ひ繩にて緊縛したり、使用薬包の大きさは次の如し。

樹幹直徑	係 數 0.6			係 數 0.7			係 數 0.9		
	藥 量	藥包徑	藥 長	藥 量	藥包徑	藥 長	藥 量	藥包徑	藥 長
寸	分	寸	寸	分	寸	寸	分	寸	寸
3.5	7.4	$\frac{3}{4}$	2.8	8.6	$\frac{3}{4}$	3.3	11.0	$\frac{3}{4}$	4.5
4.0	9.6	$\frac{3}{4}$	3.7	11.2	$\frac{3}{4}$	4.3	14.4	$\frac{3}{4}$	5.9
4.5	12.1	$\frac{3}{4}$	4.6	14.2	$\frac{3}{4}$	5.4	18.2	$\frac{3}{4}$	7.5
5.0	15.0	$\frac{3}{4}$	5.7	17.5	$\frac{3}{4}$	6.7	22.5	$\frac{3}{4}$	6.9

係數 0.6 及び 0.7 につき爆破を行ひし結果は次の如し。

樹幹番號	係 數	樹幹直徑		藥 量		損傷部分の長	
		寸	分	分	寸	寸	分
E <sub>2</sub>	0.7	4.0		11.2		5.6	
E <sub>4</sub>	〃	5.0		17.5		3.6	
F <sub>1</sub>	〃	3.5		8.6		3.6	
F <sub>3</sub>	〃	4.5		14.2		4.3	
E <sub>1</sub>	0.6	3.5		7.4		3.3	
E <sub>3</sub>	〃	4.5		12.1		8.3	
F <sub>2</sub>	〃	4.0		9.6		5.6	
F <sub>4</sub>	〃	5.0		15.0		13.6	

係数は 0.7 を用ふべし、之を外部装薬法の係数と比較する時は 1: 3.3 の比にして約  $\frac{1}{3}$  薬量にて截断を行ひ得ることを知れり。

們は松に比し強靱なるを以て係数を 1.5 とすべく檜は更に強靱なるを以て係数を 2.0 とすべし。

### (C) 内部装薬法

直径 7 分のポート錐にて松の樹幹に穿孔し薬包は直径  $\frac{5}{8}$  吋のもの込物には乾燥粘土を用ひ安全導火線及び工業用六號雷管にて之を起爆せり、係数 0.10 及 0.13 につき爆破を行へり。

樹幹番號	係 數	樹幹直径 寸	孔 深 寸	薬 量 匁	薬 長 寸	損傷部分 の長さ
						寸
C <sub>1</sub>	0.10	3.5	1.9	1.2	0.46	8.0
C <sub>2</sub>	0.10	4.5	2.5	2.0	0.76	6.0
D <sub>1</sub>	0.13	3.5	1.9	1.4	0.61	3.6
D <sub>2</sub>	〃	4.0	2.3	2.1	0.69	4.6
D <sub>3</sub>	〃	4.5	2.6	2.6	0.97	4.1
D <sub>4</sub>	〃	5.0	3.0	3.3	1.14	3.2

係数は 0.13 を用ふべし、之を覆土法及び外部装薬法に比較すれば次の如し。

$$1: 5.4: 17.7$$

覆土法の約  $\frac{1}{3}$  外部装薬法の約  $\frac{1}{15}$  薬量にて樹幹を截断し得ることを知れり。

樹幹損傷部分の長さ大にて足る場合若くは樹幹を割裂する場合には係数を半減すべし。

是等爆破は林道の開通開墾に應用すべく、薪炭材料の採取に應用して有利なるべし、其施工方法は次の如し。

#### (a) 薬 の 配 置

截断すべき樹幹内にカーリットを配置するには各方向の抵抗線長を均一となす様而も廣く分布する様に計畫すべし、薬長大ならざる限り装薬は穿孔 1 本に納め、1 本に納むること能はざる時は穿孔数を増加すべし。

#### (b) 穿 孔

薬包の種類多き時は不便多ければ  $\frac{3}{4}$  吋及び 1 吋薬包を用ふべし、従て穿孔用ポート錐も 2 種にて足るべく錐の直径は薬包の直径よりも 1 分宛大なる 1 吋及び  $1\frac{1}{8}$  吋のものを備ふべし。

## (c) 穿孔位置

抵抗線長の関係上穿孔の位置には周到なる注意を拂ふべし、然らざれば爆力不平均となり、一方にのみ噴出し樹幹充分に截断されざるべし、穿孔の間隔とは之等垂直距離を示すものなり。

## (d) 装薬量

1 薬包未満の薬量なる時は薬包を寸度により按分し其所要量を採るべし。

## (e) 起爆

単孔なる時は安全導火線及び工業用六號雷管にて起爆すべし、若し2孔以上なる時は是等装薬を同時に齎發することを要すれば電氣雷管により起爆すべし。

## (f) 込物

込物の長さは凡て長大なる能はず、爆力は四方均一に波及することを要するを以て乾粘土等を用ひ充分注意して込物を施すべし。

## (g) 計畫例

係數 = 0.10

樹幹直徑 (寸)	10	20	30	40	30
薬量 (匁)	10	40	90	100	250
薬包種類	1"	1"	1"	1"	1"
孔徑 (寸)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
孔數	1	1	2	3	3
全薬長 (寸)	2.3	9.3	21.0	37.2	53.0
薬長 A (寸)	2.3	9.3	10.5	17.2	26.0
薬長 B (寸)				10.0	16.0
孔深 A (寸)	6.2	14.7	19.5	29.0	38.0
孔深 B (寸)				22.5	29.0
孔間隔 (寸)			18	10	12

係數 = 0.125

樹幹直徑 (寸)	10	20	30	40	50
薬量 (匁)	12.5	50.0	113.0	200	313
薬包種類	$\frac{7}{8}$ "	1"	1"	1"	1"
孔徑 (寸)	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9
孔數	1	2	2	3	4
全薬長 (寸)	3.9	11.6	26.8	46.5	72.7
薬長 A (寸)	3.9	5.8	13.4	20.5	26.4
薬長 B (寸)				13.0	10.0

孔深 A (寸)	7.0	12.0	12.0	30.5	38.0
孔深 B (寸)				25.0	25.0
孔間隔 (寸)		8	10	8	10
係數 = 0.15					
樹幹直徑 (寸)	10	20	30	40	50
藥量 (匁)	15.0	60.0	135.0	240	375
藥包種類	1"	1"	1"	1"	1"
孔徑 (寸)	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
孔數	1	2	3	3	4
全藥長 (寸)	3.5	14.0	31.4	55.8	87.2
藥長 A (寸)	3.5	7.0	14.4	23.8	29.1
藥長 B (寸)			8.5	16.0	14.5
孔深 A (寸)	7.0	12.5	22.5	32.0	40.0
孔深 B (寸)			18.0	25.5	27.5
孔間隔 (寸)		8	7	10	10

### 岩盤及び玉石の爆碎

外部装薬法により岩盤を爆碎するに當り、カーリットの爆發猛力は藥包の形狀と如何なる關係の下にありやを知らんが爲に次の試験を行へり。

豫備試験として厚さ  $\frac{8}{16}$  吋の鋼板 6 吋角ものを固く踏みしめたる路面上に横へ密接せしめ置き、其上部中央にカーリットの 45 瓦圓壘形藥包を立て、藥包の上部中央に工業用六號雷管を垂直に挿入し、爆發を行ひ次の結果を得たり。

但し試験第五及び第六は藥包の側面中央に雷管を水平に挿入し、爆發の方向により影響を知らむとす、ノイマン氏は藥包の底部に圓錐型空洞を有するものは充實せるものよりも優良とせるを以て之につきても試験せり。

試験 番號	藥包の大きさ		(耗) 圓錐形空 洞の高さ	鋼板窪部の寸法			窪部の 容積 cc	比
	直徑	高		直徑 耗	直徑 耗	深 耗		
1	33	48		85	85	12	20	
2	〃	〃		80	80	11	19	
			平均	83	83	12	20	1.0
3	37	38		85	90	12	23	
4	〃	〃		85	85	12	26	
			平均	85	88	12	25	1.25
5	37	38		90	85	10	22	
6	〃	〃		90	95	11	22	
			平均	90	90	11	22	1.10

7	43	28		105	100	15	37	
8	"	"		105	105	15	40	
				平均 105	103	15	39	1.95
9	34	51	17	65	70	13	15	
10	"	"		65	70	11	16	
				平均 65	70	12	16	0.80
11	36	52	36	65	65	14	12	
12	"	"		65	65	11	14	
				平均 65	65	13	13	0.65

鋼板に生じたる窪部の容積はピュレットより水を注入し測定せり、而して鋼板上に雷管を垂直に挿入したる場合は勝り水平に挿入したる場合は劣れることを知り、試験第七及び第八の結果最良にして薬包は長さよりも扁平にして接觸面大なる方有效なることを如れり、而して圓錐形空洞を有する薬包は鋼板の中央一局部に鋭き窪部を生ずるも其容積は甚だ少なることを知れり。

硬くして裂目なき岩盤に對する上述實地試験を内務技師伊藤百世氏は大正十年松島灣外花淵海岸にて行はれたり、カーリットは 1 回につき 7 疋宛を使用せり。

試験 番號	薬包の大きさ(耗)			岩盤窪部の大きさ(耗)		特に深き窪部の大きさ(耗)		
	直徑	高	圓錐形空 洞の高さ	直徑	直徑	直徑	直徑	深さ
1	23.7	15.8		98	98	36	36	31
2	"	"		99	77			19
				平均 99	88			25
3	20.7	20.7		48	48	22	21	15
4	"	"		87	70			15
				平均 68	59			15
5	18.0	27.0		62	64	26	15	19
6	"	"		100	82			17
				平均 81	73			18
7	19.7	29.5	1.97	120	100	29	33	20
8	"	"	"	73	66	22	46	16
				平均 97	83	26	40	18

岩質は均等ならず發破により生じたる窪部は不規則にして正しき測定數を得る能はずと雖も是等結果は鋼板試験結果に酷似し、薬包は扁平なるを勝れりとし圓錐形空洞を有する薬包は岩盤の一局部に深き窪所を生ずと雖も其深さは第一、第二のものに及ばず其破碎されたる岩石の量も著しく小なり。

外部装薬により岩盤を破碎せんと欲せば岩盤及び薬包を互に密接せしむべし。

若し猛力を大に集注することを要する場合は薬包を 2 段或は 3 段に堆積するが特殊型薬包を使用すべし。

外部装薬法の代りに覆土法を採用する時は約 1/2 薬量にて同一作業を遂行し得るを以て之によるを一般に有利なりとす。

#### (A) 凍結土砂の崩潰

撫順は寒氣烈しく一旦採掘したる土砂は凍結して之を容易に搬出すること能はず、依て外部装薬法若くは覆土法によりカーリットの 1/2 時薬包 1 本を装薬し爆發せしめ、有利に凍結したる土砂を崩解搬出し居れり。

#### (B) 玉石の爆碎

外部装薬法或は覆土法による爆破は一般に破片を飛散せず附近に在る建築物或は据付機械類を損傷せざるを特長とし、而も爆碎さるべき石材は強き爆壓力を其定置され居る物體に傳達せざるものゝ如し、此方法は爆崩に比し爆薬の使用量大なる缺點ありと雖も、穿孔する必要なきと爆破を急速に行ひ得る特長を有す。

撫順採砂場にて採掘せる砂を貨車にて其使用先に搬入するや土砂中に大なる玉石を混入し居るを常とし玉石の始末に困難を感ず、依てカーリット 25 瓦、1/2 時薬包 1 個宛を使用し貨車内にて覆土法小割發破を行ひしに故障なく有利に厚さ 1—2 尺の玉石を破碎し居れり。

#### (C) 水中の岩石爆碎

上述鋼板試験により空中よりも水中に於てカーリットは著しく其猛力を發揮することを知れり、依て外部装薬法は水中の岩盤破碎に尤も有利に施工し得らるべし、潜水夫をして水中の岩盤に穿孔を行はしめ内部装薬法により發破を行ふ場合は工事甚しく遅延し進捗すること能はず諸掛費用多く 1 立坪の採掘費 60 圓以上に達すと聞く、若し外部装薬法による時は爆薬費の比率著しく大となるべしと雖も数十倍、數百倍せる作業を廉價に極て短時間に施工し得るの利あるべし。

三重縣波切築港に於て水深 8 尺の場所にある平方坪 1 坪位の烏帽子暗礁の凹部にカーリット 210 瓦を装薬し爆碎せしに良結果を擧げ得たり。

神奈川縣三崎漁港にては大震災の結果港内に隆起せし地盤並に暗礁をカーリットの外部装薬法により爆碎せんとす。

#### 煉瓦及びコンクリート壁の爆碎

外部装薬法により煉瓦及びコンクリート壁を爆碎する薬量算式は次の如し。

$$L = C \cdot d \cdot W^3$$

$L$ ; 薬量(疋)

$W$ ; 壁の厚さ(米)

$C$ ; 抗力係数

$d$ ; 填塞係数

爆薬はカーリットなる場合コンクリート及び煉瓦の抗力係数は1.5—3, 土質なる時は0.7を用ふべし。

大正十年厚さ0.5米, 1.0米及び1.5米のコンクリート壁をカーリットの外部装薬法により爆破せり, 其結果は次の如し。

コンクリート壁の厚さ (米)	0.5	1.0	1.5
カーリット平均使用量 (疋)	1.755	13.80	40.80
D の 計 算 値	4.7	4.6	4.1

爾後カーリットの品質は改良され填塞係数の値は2.5となれり。

大正十三年覆土法により厚さ0.55米のコンクリート壁を爆破するに要せしカーリットの平均薬量は250疋にして $d$ の値は0.5となれり, 係数 $d$ の値著しく小, 従て使用薬量小なるは覆土法が外部装薬法に比し装薬量約 $\frac{1}{3}$ にて足り且つ破片を全く發散せざらしめんがため微量装薬となせしに依る。

#### (A) 壁の崩潰

大震火災に罹りし西洋家屋をカーリットを使用し爆破整理せり, 是等爆破は市内にて建築物に接近して之を行ふものなれば破片を飛散すべからず, 音響並に振動は出来るだけ小なるべし。

内部装薬法による時は使用爆薬量小にして音響並に振動は小なるも破片を飛散し易きを以て危険率大なり, 之に反し覆土法による時は, 外部装薬法に比し使用爆薬量は約 $\frac{1}{3}$ にて足るを以て振動並に音響は小, 而も外部装薬法の特長として破片を飛散することなきを以て一般に此方法により爆破を行へり, 此場合は四壁互に連絡し抵抗大にして而も完全に倒潰せしめざるべからざるを以て,  $d$ の値は1.2位に取るべし。

#### 爆 破 計 畫 例

煉瓦壁	壁の厚	薬室の深	爆砕すべき壁の厚	カーリット使用量	薬室の間隔
本	尺	尺	尺	疋	尺
1.5	34.2	11	23.2	44	46

2.0	45.5	11	34.5	153	69
2.5	57.0	15	42.0	267	84
3.0	68.0	15	53.0	585	106

同一厚さの壁にても高さ大なるものは小なるものよりも装薬量を増加することを要すべし、此増加率は高さ 1 倍を増す毎に薬量 10% 宛を増加すれば充分ならむ。

壁を爆破するには先づ鶴嘴及び鑿にて高さ約 6 糎、幅約 22 糎、深さ 11—15 糎の薬室を壁面に穿つべし、此壁面よりは破片を飛散することあるを以て比較的安全なる壁面を撰定すべし、而して薬室の位置は地面より 3—4 尺の高さにして是等間隔は爆砕すべき壁の厚さの 2 倍位となすを安全なりとす、装薬には薬包を採り薬室底に押し當て覆土を施す、装薬量大なる箇所には特殊薬包を使用したり、起爆には電気雷管を使用し齋發を行ひしことあるも多くは導爆線を豫め薬室底に押し込み薬包を挿入し互に密接せしめ置き覆土を施し導爆線による齋發を行ひ常に良結果を收めたり、又導爆線を使用する時は一部の装薬が不發に終る患なく雷管を使用する場合の如く崩潰煉死中に薬包を遺留する患全くなし、導火線及び工業用雷管を使用する装薬は起爆不齋にして隣接せる装薬の爆發振動により装薬が脱出する患あり、又相對せる面より噴出物飛散し來り装薬を毀損する患あるを以て、是等患なき場合の外之を使用する能はず。

建物を爆破するには一般に其壁面に装薬を行ひ 1 回の齋發により之を爆破すべし、若し建築物大にして隔壁數多きときは 2, 3 室宛を一方より纏めて齋發爆破すべし、然らば爆發の時間壁の脚部は一齊に外方に向ひ急劇なる壓迫を受け壁全體としては内方へ向ひ倒れんとする傾向を生ず、而も爆破間に生ずる室内の部分真空は壁を室内に吸込む傾向を有す、従て崩潰物は建設地域外に散亂すること少く整理上甚だ便なり、若し外方へ全く倒潰せしむべらかざる壁なる時は装薬量を半減し爆破により倒潰すること能はざる様になし置き残留せしむべし、然れども其壁の脚部には内方に向ひ噴出孔を生じ居り内方へ倒れ易き状況の下にあるを以て之を引倒すこと容易なりとす、故に此壁の上部に豫めロープをかけ置き爆破後直ちに機械にて内方へ引く時は安全に壁を倒潰せしめ得べし、破片の飛散を充分に豫防せんと欲せば薬室の前方約 1 尺位に潤俵を吊すべし、鐵筋或は鐵骨建物も略ぼ同様に之を倒潰し得べしと雖も、此場合に限り其角々を互に切斷の様計畫す



べし。

### (B) 柱の崩潰

柱型或は柱は室内にあるを以て多くは破片の飛散に對する危険率小なれば内部装薬法により爆破を行へり、鐵筋コンクリート建倉庫内にありし柱の如きは其數1室にて50本に達せしものあり、爆破後若し是等が1本にても残留する時は其處置に苦しむを以て地上約1尺5寸に1個、更に其上部3尺位の處に1個の孔を穿ち、而も此穿孔の方向は互に直角となる様にし、柱を爆破により屈曲倒潰せしめんとし好結果を得たり。

此爆破は小割發破に相當するものにして藥量は著しく少量なり、而して此爆破は電氣齊發を最も有利なりとす。

### (C) 基礎及び煙突の崩潰

煉瓦鐵骨煉瓦コンクリート或は鐵筋コンクリート造り器械基礎の爆破には内部装薬法を利用せり。

穿孔は手掘にて之を行ひ、裝薬量は過剰ならざる様に努め出来る丈け破片の飛散せざる様にし、起爆には電氣雷管を使用し齊發法によれり、又破片の飛散を充分に防ぐ爲に常に潤俵を以て覆ひたり。

鐵筋或は鐵骨なる場合も凡て同様に施工し、單に鐵筋或は鐵骨と煉瓦若くはコンクリートとを分離せしむるに止り、鐵筋或は鐵骨を爆破により截斷することは避けたり、是使用爆薬量を大とせず破片の飛散する危害を少からしむるがためなり。

### (D) 水中コンクリート塊の截斷及び爆碎

横濱港埠頭繫船岸壁震災のため倒潰し場所積みコンクリート塊並に方塊は水底に倒落せり、之を除去整理する爲にカーリットの爆破截斷作業を行へり、其成績は次の如し。

場所積みコンクリートの大きさは9'×11'×12'にして其2個乃至3個がセメントメジにより結合されたる儘倒落し居れり、之を長さ4尺位宛に截斷し其整理除去を容易迅速ならしめ而も之を他に流用するがため、強く爆碎せざるを此爆破の目的となす。

水深は満潮面33尺、干潮面28尺あり、爆破効率大にして、裝薬は耐水特殊型を用ひ藥量は11瓦にして能く此目的を達し居れり、藥包の形狀は其目的截斷な

るを以て正方形となさず細長き長方形となせり、其寸法は  $10 \times 12 \times 90$  種なり。

方塊上にある土砂を取除き薬包を置き 6 發乃至 8 發を齊發し居れり、 $5.5' \times 4.5' \times 7.0'$  の方塊がセメントメジにて結合されたる儘水中に倒落せるものあり、之は各方塊を結合せるメジを解き崩せば方塊の除去容易となるものなり、メジの厚さは 2 寸にして地震のため多少緩み居るものあり、依て潜水夫は此弱りたる部分を掻き去り、其凹部に楔型 2.2 瓦薬包を挿入し後起爆する時はメジは取れ、方塊は互に隔離し能く其目的を達し居れり。

是等  $d$  は 0.18 及び 0.16 にして之を空中外部装薬法の 2.5 及び覆土法の 0.8 と比較すれば次の如く水中にては爆破効率甚だ大なることを知れり。

	水中外部装薬法	覆土法	外部装薬法
$d$ の値	0.17	0.8	3.0
比	1	5	15
比		1	3

是等の  $d$  値の比は木材截斷の場合に於ける係数の比と一致し、水中に於ける  $d$  の値は内部装薬法により木材を截斷する係數に相當することを知れり。

### (E) 蛇 穴 法

玉石の一部分が地中に埋没せる場合之を爆破するには土壤を掻き去り薬室を玉石の中心下に作り装薬を行ひ土壤は之を埋め戻し爆破を行ふ、此方法を蛇穴法と名く、是薬室の位置が蛇の巢窟に彷彿するを以てなり。

厚さ 2 尺のコンクリート塊あり半ば地中に埋設せるものを爆破するにカーリット 250 瓦を使用し充分之を爆破し得たり。

此  $d$  の値は 0.4 にして覆土法の  $\frac{1}{2}$  なり、是覆土法に比すれば込物の作用充分に行はれ爆破率大なるためなるべし。

水中なる時は更に其効力大にして、コンクリート塊の下方若くは側面にて爆發を行ふ時は其半量にて充分其目的を達し得べし。

### 鐵 材 の 爆 碎

大正十年外部装薬法による鐵材の爆破を行ふ、其成績は次の如し。

鐵 材 の 種 類	溝 形	工 形	溝 形	工 形	板
大 小 (種)	$5 \times 8 \times 0.5$	$5 \times 10 \times 0.5$	$7 \times 20 \times 0.6$	$13.6 \times 18 \times 0.5$	$3.7 \times 50$
截斷面積 (平方型)	12.3	11.3	27.1	35.9	185.0
カーリット使用量 (瓦)	0.390	0.390	1.155	1.850	9.300
截斷面 1 平方型當り					

カーリット使用量(瓦)    32                    34                    43                    52                    50 平均 42

截断面 1 平方糎に使用する爆薬使用量は略均一にして其平均数は 42 瓦なり現時は此平均数約 25 瓦にして能く截断され居れり。

横濱港棧橋の水中に沈下せる部分の鐵材を現時カーリットにて解体爆碎し居れるが、使用薬量は 25 瓦の  $\frac{1}{3}$  にて充分なるものゝ如し。

スクラップの爆破には薬量小なる内部装薬法によるべし。

クローム鋼の 3 噸スクラップを割裂する爲に直徑 4.3 糎の穿孔 6 本を穿ち間隔を 20 糎としカーリット 1,400 瓦を装薬し乾粘土を込物となし齊發を行ひ之を兩断し得たり。

多種金屬を爆破せんと欲せば是等剪断抗力を考慮し割裂したる後の破片の大きさにより穿孔の大きさ及び其配置を定め一方薬量を算定する時は能く其目的を達し得べし。

(完)