

# Lecture in Bench, Drilling & Blasting

Dr. Nicolas Hill

(Sweden Atlas Cop. Co., 技術訓練所)

林 光 圭 譯

〈雙龍洋灰寧越工場 採鑛課〉

本稿는 階段式 採掘 方法 및 이에 關聯된 作業에 사용되는 장비에 대한 기초적 知識을 이 系統의 중사자에게 주지시키는 데 목적을 두고 있다.

本稿의 叙述順序는 먼저 穿孔 및 發破에 대한 理論的 考察을 기술한 다음 여기에 사용되는 장비에 대하여 記述코자 한다.

먼저 本稿를 記述하는데 사용될 用語의 定義에 대하여 叙述코자 한다.

**階段法**(benching)이란 鑛床을 水平面化하는 方法——水平面이 된 것은 階段(bench)이라 부른다——을 말하며

1) 보통 穿孔方向은 垂直이나 어느 정도 傾斜를 주어 穿孔한다.

2) 부채꼴 모양(fan shape)의 方向을 한 孔은 물론 水平孔도 階段法에서 적용될 수 있지만

3) 여기서는 1)項의 범주에 關係된 것만을 叙述코자 한다.

**階段高**(bench height)란 上部面과 路面(底部)과의 垂直 距離를 말한다.

**抵抗線**(burden)이란 孔의 첫번째 列과 自由面(free surface) 사이의 距離 또는 孔의 첫번째 列과 다음 孔列間의 距離를 말하는데 이 距離는 孔의 延長 方向에서 直角 方向으로 測定되어야 하며 穿孔方向이 傾斜져 있을 때에도 같은 方法으로 測定되어야 한다.

**孔間距離**(spacing)란 같은 孔列에서의 2個의 인접공 사이의 距離를 말하고

**孔長**(hole depth)이란 물론 穿孔長을 말하나 孔의 傾斜 및 under drilling 혹은 over drilling

에 따라서 bench 高보다 깊어질 수도 있다.

**底部裝藥**(bottom charge)이란 孔의 底部에 있는 集中的 혹은 보다 강한 裝藥을 말하며 이 集中裝藥은 階段의 底部에 다른 곳에 비해 많은 凝集抵抗力을 가지고 있는 岩石을 파괴시키기 위하여 적용된다.

**棒狀裝藥**(column charge)이란 底部裝藥 上部에 裝藥하는 것이며 이것은 보통 底部裝藥量의 50%만을 장약한다. 이것은 棒狀裝藥에 해당되는 부분은 底部岩石에 비해 凝集抵抗力(cohesive-resistance force)이 적어 파괴되기 쉽기 때문이다.

**填塞**(stemming or tampir.g)는 裝藥을 하고 남은 上部 殘餘部를 채워 주는 것으로서 充填物로는 모래나 穿孔으로 생긴 岩粉 등이 널리 사용된다.

填塞 目的은 火藥의 爆發로 生成된 氣가 孔의 上部를 통하여 流出되는 것을 방지하는 데 있다. 여기서 다시 抵抗線(burden)을 再記述하면 階段式 採鑛法에서의 抵抗線은 주로 孔徑에 의하여 결정되나 階段高, 使用되는 爆藥의 종류, 發破後 요구되는 破碎物의 크기에 의해서도 결정된다. 어느 일정한 容量의 孔은 여기에 裝藥될 일정한 火藥量을 결정하기 때문에 孔徑은 抵抗線을 결정하는 要素가 된다. 抵抗線에 영향을 미치는 裝藥量을 階段底部의 凝集力이 강한 岩石을 破碎하기 위해서 충분한 양을 裝藥하여 강한 爆力이 있도록 하여야 한다.

일반적으로 階段式 採掘法에서는 다음 式을 公式으로 하여 抵抗線을 구할 수 있다.

$$w=40 \times d$$

은 階段에는 抵抗線을 작게 두고 穿孔하여야 한다.

### 공간격 (spacing)

一般的으로 階段式 採鑛法에서는 1m<sup>3</sup>의 岩石을 爆破하기 위해서는 一定量의 火藥을 필요로 하고 있다. 만일 抵抗線이 위에서 記述한 公式에 의하여 算出되었으면 空間격은 이 算出된 抵抗線과 關聯되어 算出할 수 있으며 보통 抵抗線의 1.3倍로 한다. 이것을 式으로 표시하면

$$s = 1.3w$$

$s$  = 空間격 (m)

$w$  = 저항선 (m)

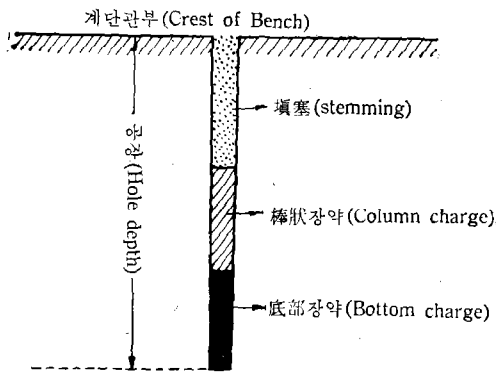
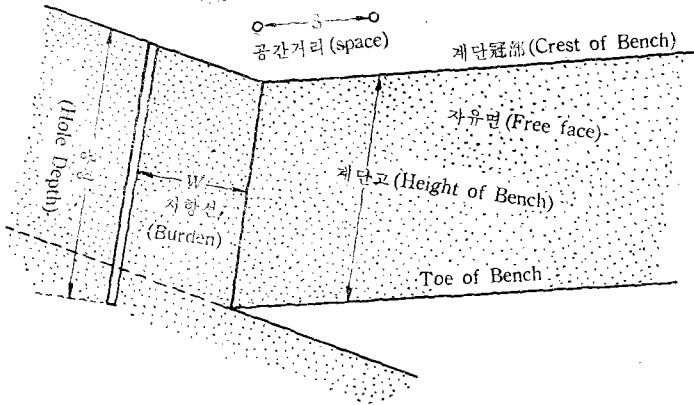
穿孔方法을 어떻게 할 것인가 하고 계획할 때에는 몇가지 條件들을 고려하여야 하는데 이 때에는 岩石의 硬軟을 꼭 참작하여야 한다.

階段이 높을 경우에는 孔의 偏差가 커질 수 있으며 孔의 偏差가 커지면 어느 곳에 裝藥의 集中을 가져 오게 되고 이 경우 抵抗線과 空間격이 10~30% 變경된다. 이러한  $s$ 와  $w$ 의 變化는 장약량 25~100%의 變化에 해당된다.

### 階段高 (bench height)

階段의 높이는 대개의 경우 이미 주어진 條件에 依하여 결정되어 있는 경우가 多아 變更할 수 없는 性질의 것이다. 예를 들면 道路建設에서와 같이 階段의 높이는 아주 얇은 곳도 있고 대단히 높은 곳도 있어 階段高의 變化에 따라 穿孔方法 (drilling pattern)도 自然 變化를 주어야 한다. 採石場이나 기타 露天採鑛에서는 대개 階段高를 自由롭게 採擇할 수 있는데 이때 ① 階段의 높이는 얼마로 할 것인가 ② 착암기는 最大 어느 깊이까지 穿孔할 수 있는가 ③ 몇 개의 階段으로 할 것인가를 결정하여야 한다.

階段高를 높게하면 穿孔 및 發破作業의 頻度를 줄여 作業의 번잡성을 없애 주고 階段造成作業을 적게하여 주어 좋으나 rod의 連結이 많아 이들 連結點에서 착암기 打擊力의 損失을 가져



<그림-1>

$w$  = 저항선 (mm)

$d$  = 공 경 (mm)

예를 들면 3" 크기의 孔徑은 76×40=3,040 (mm)에서 3.040 m의 抵抗線이 적절하며 다시 말해 1" 公경당 1m의 저항線을 策定할 수 있다. 또한 抵抗線을 어느 정도로 할 것이나 하는 문제에서 階段高도 역시 참작하여야 할 要素이다. 예를 들면 階段高가 策定된 抵抗線의 2倍보다 작을 경우에는 抵抗線을 작게 줄여야 좋은 결과를 얻게 된다.

앞에서 예를 든 3" 公경의 경우 一般的 公式을 적용하면 抵抗線은 3.040 m가 策定되나 이때 階段高가 6m 라고 하면 策定된 抵抗線의 2倍 (3.040 m×2=6.080 m)보다 階段高가 작으므로 이때에는 策定된 抵抗線 3.040 m보다 작은 저항線으로 發破해야 좋은 結果를 얻을 수 있다. 착암기는 같으나 얇고 높은 階段이 있을 경우에 얇

와 穿孔能率을 低下시키고 각 部品の 損傷을 많게 하는 결점이 있다.

連結 rod의 壽命은 rod meter에 의해 算出되는데 下記 rod meter 算出式에서 長孔이 rod의 壽命에 미치는 영향을 볼 수 있다.

$$L \times \frac{N+1}{2} = \text{rod meter 수}$$

L=孔長

N=孔當 rod 수

지금 공장이 12m 이고 1개 rod의 길이가 3m 라면 孔當 rod 수(N)는 4이므로

上記式에서

$$12 \times \frac{4+1}{2} = 30$$

rod meter는 30이며

孔長 24m 에서는

$$24 \times \frac{8+1}{2} = 108$$

rod meter는 108이다.

長孔穿孔時 또하나의 結점은 穿孔偏差(deviation)이다. 穿孔方法 및 抵抗線과 孔 間격을 결정할 때에는 이 偏差를 고려하여 결정하여야 한다.

만족한 결과를 얻기 위해서는 階段底部에서 인접되어 있는 孔은 어느 限定 범위 內에 들어 있어야 한다.

偏差가 穿孔長과 비례할 때에는 낮은 階段보다 높은 階段에서는 孔의 인접 거리를 적게하여 穿孔하여야 한다.

安全도 考慮하여야 할 또하나의 要素로서 일반적으로 孔徑이 3"에서 12"일 때의 採石場이나 露天採掘場에서의 階段의 높이는 12~15m로 함이 보통이다. 물론 例外도 있어 階段高가 30m일 때도 있으나 이것은 일반적으로 볼 때 권장할 만한 것은 못된다.

### 傾斜(inclination)

階段에서의 穿孔은 보통 70°나 수직으로 穿孔함이 일반적이다. 垂直穿孔보다는 傾斜穿孔이 岩石破碎面에서 볼때 利點이 많다. 다시 말해 傾斜穿孔은 階段의 底部에서 岩石에 더 많은 파괴력을 줄 수 있기 때문이다. 또한 理論적으로 볼때

垂直穿孔에 비해 5%의 저항선을 增加시킬 수 있는 가능성이 있으며 背面 균열(back breaking)도 垂直穿孔에 비해 적다.

發破後 階段底部의 岩石이 完破되지 않고 殘餘分이 있을 경우에는 다음 發破時 다시 發破하여 路面을 일정하게 하여야 한다. 垂直穿孔에서는 傾斜穿孔時보다 階段底部에서의 殘餘分이 더 많이 남게 되어 路面을 整理키 위하여 토홀(toe hole)을 穿孔하여야 한다.

傾斜穿孔은 穿孔의 面에서 볼때 孔座 잡기가 더 어려우므로 이들 穿孔에는 傾斜 및 공간격, 저항선을 規定대로 정확히 되도록 노력하여야 한다.

大規模의 採石場이나 露天採掘場 같은 데에서 8~12" 크기의 bit를 사용할 때에는 보통 垂直穿孔을 하며 石灰石과 같이 堆積岩에 穿孔할 때에는 일반적으로 垂直穿孔을 하는데 이것은 岩石 自體가 垂直層으로 되어 있어 階段底部의 岩石이라도 凝集抵抗力이 적기 때문이다.

### 裝藥의 分散(charge distribution)

階段式 採鑛法에서 穿孔作業이 完了된 孔에 장약을 할때 사용될 폭약의 爆破效果를 좋게 하기 위해서 分散 장약을 하는 것은 대단히 중요한 것이다.

under drilling이란 路面보다 下部에 있는 部分의 穿孔을 의미하며 이것은 적어도 저항선의 0.3배는 되어야 한다.

底部 장약은 가능한 한 集中 장약을 하여야 하며 장약장은 저항선의 1.3배는 되어야 한다. 底部 장약의 kg 수는 孔徑(單位는 mm)을 2배한 것과 대략 일치하도록 장약하여야 한다.

棒狀 장약은 底部 장약의 40~50%를 장약하는데 보통 An-Fo를 사용한다.

棒狀裝藥長은 저항선의 길이와 같게 한다. 底部 및 棒狀裝藥이 끝나고 남은 孔의 上部殘餘部(보통 저항선의 길이와 같다)는 모래나 穿孔으로 생긴 岩粉으로 充填한다.

### 火藥量(explosive consumption)

火藥量은 岩石 m<sup>3</sup> 당 0.25~0.5 kg 이 보통이며 일반적으로 孔徑과 岩石의 성질에 의해 결정

된다.

等質結晶의 花崗岩은 bit의 소모를 적게 가져온다. 階段高가 낮은 階段에서는(이런 경우 장약은 보통 底部 장약으로 충당된다) 岩石 m<sup>3</sup>當 所要되는 火藥量이 增加된다.

### 穿孔方法(drilling pattern)

階段式 採鑛法에서 孔은 보통 水平으로 配列되나 때때로 發破後 破砕量의 크기를 더욱 적절히 하고 底部發破效果를 더 좋게 하기 위해서는 변경된 穿孔法을 적용하기로 한다.

### Smooth Blasting

最大의 抵抗線을 유지하고, 일반적으로 孔을 配列한 發破는 發破後 새로 生成된 自由面이 일정하게 고르지 못하고 均열이 생기게 된다. 이런 경우 smooth blasting이란 發破法을 적용하면 均열이 없고 平坦한 面을 얻을 수 있는데 이것은 道路建設 發破 및 建物 등의 基礎發破에 대단히 有效한 發破法이다. smooth blasting이란 發破코자 하는 부분의 外廓을 따라 孔의 配列을 일반적 發破보다 더욱 인접시켜 穿孔하는 방법으로서 일반 저항선보다 적은 저항선을 유지하는 방법이며 發破時의 發破孔에는 一般的으로 裝藥하는 장약량보다 적은 量을 장약하게 된다.

裝藥時 爆藥의 密集을 防止하기 위하여 특별히 준비된 packed pipe를 많이 사용하여 裝藥하며 이 pipe는 long plastic tube로 되어 있고 각각을 서로 연결하여 사용할 수 있게 되어 있다.

smooth blasting에서의 공간격은 보통 發破規格時의 공간격보다 약 50%의 공간격을 유지하고 孔徑의 大小에 따라 변경하기도 한다.

<表-1>은 smooth blasting時의 孔徑에 대한 孔間隔을 표시한 것이다.

<表-1>

孔 徑	孔 間 隔
32 mm	0.5~0.7 m
76 mm	1.2~1.6 m

原則적으로 外廓의 孔(前列, 後列時는 後列)은 發破順으로 보아 제일 늦게 發破되어야 하나 實際作業에서는 보통 他孔과 同時發破를 하는 경

우가 많다.

### Pre-splitting

pre-splitting은 smooth blasting보다 더 均열이 없고 평탄한 面을 얻고자할 때 적용되는 방법으로서 外廓의 孔配列을 smooth blasting보다 더 인접시켜 穿孔하여 준다.

<表-2>는 pre-splitting時 보통 적용되는 規格이다.

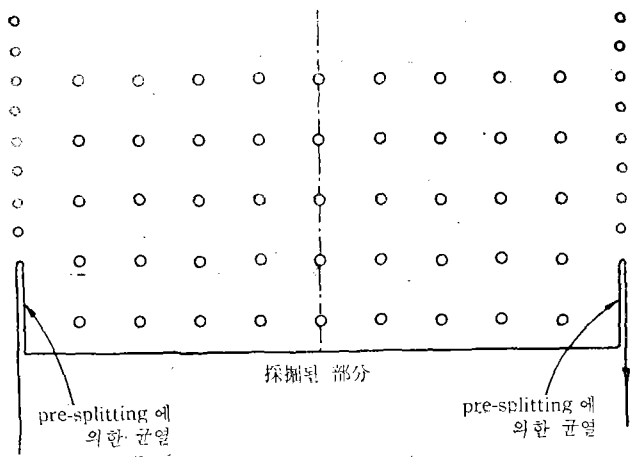
<表-2>

공 간 격	공 경
0.3~0.4 m	32 mm
0.6~0.9 m	76 mm

pre-splitting을 적용시 一般的인 결과보다도 더욱 더 좋은 결과를 얻기 위해서는 裝藥하는 孔과 孔 사이에 無裝藥孔을 穿孔하면 된다. pre-splitting은 發破時 切斷豫定面에 配列된 孔은 다른 孔의 原爆破 이전에 일정한 時差를 두어 發破하는 것이 특징이다. 그 결과 爆破孔列에 따라 切斷豫定面上에 均열(crack)이 발생하고 이것이 다른 孔의 原爆破에 대한 人工의인 약한 面을 提供하게 된다. 그리하여 이 pre-split 孔의 爆破에 잇따라 原爆破를 실시하면 切斷豫定面을 따라 미리 均열이 발생하였으므로 原爆破의 爆破效果는 切斷豫定面을 넘어서 그 뒷쪽 다른 岩石까지 波及되지 않고 切斷豫定面을 平活(smooth)한 壁面으로 남길 수 있게 된다(<그림-2> 參照).

smooth blasting과 pre-splitting 방법은 최근 基礎工事 發破에 대단히 많이 적용되고 있다. 특히 pre-splitting의 利點은 다른 방법보다 깨끗하게 마무리되므로 끝맺이 일손이 들지 않는 點이며 結果적으로는 原爆破를 pre-splitting 다음에 해야 하므로 pre-splitting에 의한 均열 發生의 정도가 不分明할 뿐만 아니라 岩盤의 상태도 pre-splitting 때에는 알려져 있지 않는 點 등이다.

pre-splitting時에 특히 주의하여야 할 點은 pre-split 孔의 穿孔時 편차 등을 고려하여 정확한 穿孔을 해야 하는 점이다.



<그림-2> Pre-splitting method(plane view)

**點火(ignition)**

發破에 있어서 穿孔 이외의 또하나 중요한 要素는 穿孔된 孔의 點火順位이다. 각 孔 사이에 時差를 두어 爆破하면 개개의 孔은 最大의 發破效果를 얻을 수 있게 된다. 더우기 時差의 順位를 잘 調節하면 發破된 岩石의 破碎方向을 결정할 수도 있는 것이다. 道路建設 發破時에 發破設計者가 주의하여야 할 것은 角隅(corner)에 位置한 孔들은 다른 位置에 穿孔된 孔과 同一한 自由面을 가지고 있지 않음을 미리 생각하여야 한다. corner hole을 다른 孔의 爆破後에 爆破시키면 좋은 결과를 얻을 수 있는데 이것은 다른 孔이 爆破된 후에는 corner hole에 걸리는 岩石의 抵抗力이 적어지기 때문이다.

**破碎의 크기(fragmentation)**

우리가 요구하는 岩石의 크기를 얻기 위해서는 어떻게 穿孔을 하고 發破法은 어떻게 할 것인가? 이것은 때때로 생각해 보는 문제이나 이 질문에 대한 정확한 解答을 얻기란 試驗發破를 해 보지 않고는 不可能한 것이다. 많은 試驗發破를 실시하고 결과를 분석한 다음에야 破碎 크기를 더 적절히 할 수 있는 要素가 무엇인가를 얻게 될 수 있다. 良好한 破碎 크기(일반적으로 작은 크기의 破碎岩石을 의미한다)를 얻기 위해서는 몇가지 留意하여야 할 점이 있는데 그 중 무엇보다도 제일 중요한 것은 雷管 사이의 時差가 극

히 적은 것을 사용하는 것이며 이런 雷管을 사용하면 작은 크기의 破碎岩石을 얻을 수 있다. 또한 岩石의 飛散도 防止할 수 있으며 發破로 인한 震動도 적어진다.

둘째로는 1列 이상의 發破孔을 동시에 爆破시켜 주는 것이 중요하다. 이것은 대부분의 玉石은 첫번째 列의 上部에서 발생되기 때문이다. 抵抗線 및 공간격을 변경시키고 특별한 裝藥方法을 적용시키는 것도 2次 發破量을 줄이는 좋은 방법이다. 孔徑도 역시 爆破後의 岩石의 크기에 영향을 주나 결정적인 要素는 되지 못한다.

**玉石(boulder)**

玉石이란 發破 후의 處理工程에서 취급키 困難한 비교적 큰 岩石 덩어리를 말하며 積載裝備(rock shovel 등)나 粗碎機 등의 開口에 잘 통과되지 않을 정도의 크기를 말한다. 玉石은 發破를 施行할 때마다 어느 정도 일정한 率로 발생키 마련이며 玉石 發生率이 많아지면 積載能率 및 粗碎能率을 저하시키게 되고 잦은 2次 發破로 生産을 위한 稼動時間을 저하시킨다.

現在 실시하고 있는 發破에서 많은 量의 玉石이 발생될 경우에는 2次 發破로 玉石問題를 해결하는 방법 이외의 다른 방법을 적용시켜 감소시킬 방법은 없는가를 잘 檢討해 보아야 한다. 바꾸어 말하면 穿孔 및 發破法을 변경한다든지 火藥量을 다시 調節한다든지 하는 방법 등이다.

玉石을 破碎하는 데는 다음과 같이 여러 가지 방법이 적용되는데

- 1) 파쇄할 玉石 위에 少量의 火藥을 올려 놓고 粘土 등으로 覆土해서 發破하는 方法
- 2) 穿孔發破法: 破碎할 玉石에 穿孔을 하여 일반 自由岩 發破時와 같은 조치를 취하는 方法으로서 이 방법은 前者의 覆土發破法에 비해 적은 火藥量으로 할 수 있는 方法이다. 覆土發破法은 玉石 m<sup>3</sup>當 0.6~0.9kg 정도의 비교적 많은 量의 覆土物(일반적으로 진흙을 많이 사용)

을 필요로 하고 있으며 發破時 이따금 飛散하여 위험을 초래하는 경우가 있다.

3) 또 다른 방법은 hydraulic boom 上部에 설치된 大型破碎機(breaker)를 사용하는 방법이 있으며

4) 玉石에 짧은 孔을 穿孔하여 이 孔에 油壓으로 作動되는 썬기(wedge)를 삽입시켜 玉石을 쪼개는 油壓式 破碎機인 darda 를 사용하는 방법이 있다.

### 點火物(ignition material)

爆藥은 보통 雷管(blasting cab)에 의해 點火되며 雷管은 安全導火線(safety fuse)이나 電氣的 點火裝置에 의해 폭발된다. 安全導火線을 사용하는 방법은 비교적 規模가 적은 發破時에 많이 採擇되고 있으며 電氣的 點火裝置를 사용하는 방법은 發破作業에 最近 普遍的으로 쓰이는 방법이다. 電氣雷管은 雷管 안에 延時裝置를 設置하여 일정한 時差를 주기도 하여 많은 孔을 發破時 일정한 간격을 두고 폭발시킬 수 있게 되어 있다.

時差는 1/2 秒에서 10~25 millisecond 까지 적용되고 있다. 安全導火線을 사용시에는 導火線의 길이를 다르게 하여 時差를 줄 수 있으며 燃燒速度는 1/2 m/min 이다. 爆藥에 點火하는 방법으로서 導爆線(dettonating cord)을 사용하는 방법이 있으며 이것의 燃燒速度는 6,000 m/sec 이다. 이 導爆線은 雷管 없이도 爆藥을 起爆시킬 수 있는 충분한 위력이 있다. 導爆線에 延時기구를 붙여 時差를 주는 方法이 있다.

電氣的 點火 및 導爆線을 사용하면 많은 孔을 發破할 때에도 孔과 孔 사이에 정확한 時差를 두고 發破를 할 수 있으며 導火線을 사용하는 것보다 安全度도 높고 發破效果도 더 良好하게 된다. 電氣的 點火를 실시할 때의 缺點은 無線電波, 動力線 및 落雷에 의하여 發破時 電源과 雷管 사이에 連結되는 母線 및 脚線에 電流를 일으킬 수 있는 가능성이 있다는 것이며 이러한 危險이 存在할 때에는 특별히 製作된 「VA 型」 雷管을 사용하여야 한다. 導爆線은 유도 電流에 의한 영향을 받지 않으므로 落雷이 있을 때에도 安全하게

사용할 수 있다.

### 火藥(explosives)

주로 사용되는 火藥은 다음 3 가지로 분류된다.

- 1) 제라진(Gelatinous: nitroglycerin fased explosives)
- 2) An-Fo(Ammonium Nitrate Fuel Oil)
- 3) slurry

제라진계의 火藥은 보통 紙袋藥包로 되어 供給되며 藥包의 徑은 보통 孔徑보다 10 mm 정도 작게 하여 孔內에 삽입이 容易하도록 만들어진다. Nitro-Glycerin의 含量에 따라 爆力의 強弱에 변화를 가져 오는데 含量이 많으면 많을수록 爆力이 강한 火藥이 된다. 또한 Nitro-Glycerin의 比率를 증가시키면 시킬수록 耐火性이 많아지게 되므로 물 속에서의 發破나 습한 條件에서의 發破時에는 Nitro-Glycerin의 含量 比率이 많은 것을 사용하여야 한다.

耐水性이 강한 Gelatine 은 하나의 弱點을 가지고 있는데 만일 어떠한 이유로 인하여 發破工이 爆破하지 않을 경우 그 不發 孔內에 裝藥되어 있는 火藥의 耐水性이 강하면 물에 의하여 분해되지 않고 原狀態로 계속 남아 있어 인접공 穿孔時에 危險을 招來케 되는 결과를 가져 오는 경우가 있다는 점이다.

이러한 危險을 방지하기 위하여 일반적으로 最大 Nitro-Glycerin의 含量을 35%로 하고 있으며 이러한 火藥은 물 속에서 24 시간을 경과하면 分解되어 爆力을 상실케 되어 다른 인접공 穿孔時에 危險이 없게 된다. 少量의 Nitro-Glycerin을 含有하고 있는 火藥은 爆力이 약하고 價格도 또한 廉價이며 이러한 火藥은 Nitro-Glycerin 대신 Nitrate 나 이와 유사한 다른 成分으로 代置한 것이므로 제라진계의 火藥보다 運搬 및 取扱에 安全性이 높다.

重量比로 Diesel oil 5%와 Ammonium Nitrate 95%의 比率로 混合한 An-Fo는 보통 Dynamite의 85%에 해당되는 偉力을 가지고 있으며 價格도 30~50% 염가이다.

Ammonium Nitrate는 보통 肥料로 사용되기 때문에 일반 시장에서 購入하기가 容易하며 運

搬 및 저장에 어떠한 制限 없이 容易하게 사용 할 수 있다.

Fuel oil 역시 購入이 容易하므로 An-Fo는 現場에서 직접 混合하여 사용하는 경우가 많다. An-Fo의 現場混合 使用問題는 關係官廳의 許可를 얻어야 한다. 몇몇 國家에서는 許可 없이 現場에서 製作 사용할 수 있는 國家들도 있다.

An-Fo는 primer 라고 불리는 dynamite 에 의 하여 起爆되며 이 primer 를 사용하여야 좋은 결과를 얻을 수 있다. An-Fo는 주로 3" 나 그 이상의 孔徑을 사용하는 採石場이나 露天採掘場에서 많이 사용되고 있으며 最近에는 坑內採掘에서도 많이 사용하고 있다. 製作會社와 契約을 하여 自己鑛山에 알맞은 크기의 藥包를 製作하여 사용할 수도 있으며 이 경우에는 특별히 裝藥機構를 준비할 필요가 없다.

slurry 는 An-Fo 爆劑를 改良하여 만든 것으로서 硝安에다 金屬粉末(Al, Mg, Cu, Pb, Zn 등)과 물을 포함한 것으로 완두 수프(pea-soup)와 같은 모양이다. slurry 의 長點으로서는 水孔使用可能, 孔底密裝藥可能, 感도가 둔하여 使用上安全, An-Fo에 비하면 高價이나 爆藥에 비해서 廉價, An-Fo와 같이 現場操業이 可能하다는 점이고 問題點으로는 上向 및 水平孔에는 使用不可能하고 下向孔에 한하여 사용되며 booster 를 사용하여야 하고 有龜列 穿孔時에는 특별한 配慮가 필요하다는 점 등이다.

### 爆力(strength)

일반적으로 火藥의 威力는 Nitro-Glycerin 을

主劑로 한 가장 爆力이 강한 火藥인 Gelatine 과 關聯되어 측정된다. 또한 孔의 容量은 孔內에 얼마의 火藥을 장약할 수 있는지를 결정하며 裝藥密度 역시 發破效果 計算時 대단히 중요한 要素가 된다.

### 發破計劃(planning of the blast)

採石場에서 發破計劃을 樹立時에는 주어진 條件에서 最大의 좋은 결과를 얻는데 目的을 두어야 한다.

제일 먼저 결정하여야 할 일은 孔徑이다. 孔徑이 결정되면 抵抗線(burden)과 공간격(space)을 算出할 수 있고 burden 과 space가 算出되면 穿孔長을 얼마로 할 것인가도 결정된다.

穿孔裝備의 容量을 알면 裝備의 所要臺數를 算出할 수 있다. 또한 計劃樹立時에 1次 粗粹機(primary crusher)의 크기 및 發破時의 震動도 고려하여야 할 要素이다.

階段式 採鑛作業에 사용될 裝備를 선택하는 데는 穿孔裝備(drilling equipment), 積載裝備(loading equipment), 運搬裝備(transport equipment), 1次 粗粹機(primary crusher) 및 發破技術 등 全般에 걸쳐 신중히 配慮하여야 하며 이들 중 한 裝備에 한하여 미치는 要素만을 생각해서는 아니된다.

일반적으로 말하여 孔徑이 큰 穿孔機를 사용하면 全裝備를 大型化할 수 있어 原價를 節減할 수 있다.

---

높이자 품질, 낮추자 原價

—産業合理化運動本部—