

爆破孔の込物に就て

(昭和 18 年 8 月 3 日受理)

會員 小 川 松 義*

本研究は日本鑛業株式会社登津鑛山に於て行はれた砂鐵砲による砂充填と粘土・砂混合物充填との比較試験である。爆破は實施上好参考と思惟せらるるを以て此處に輯録する次第である。文責は勿論私に在る。(朝鮮總督府發破研究所, 須藤秀治)

目 次

- | | |
|-------------|----------------------|
| I 緒 言 | IV 砂並に砂・粘土混合物の充填效果比較 |
| II 軟岩に於ける穿孔 | V 結 論 |
| III 穿孔速度 | |

I. 緒 言

近時爆薬類の消費規正が強化されると共に爆破孔の込物に對する研究が熱心に要望され遂に内地當局に於ては昨年来砂充填を行はざる鑛山には爆薬を配給せざるの強行策が斷行さるゝに及んで砂充填は該込物の籠兒として脚光を浴びるに至つたが砂充填が理論的に何故優秀であるかは未解決の儘の様であつた。従つて昨年 12 月朝鮮鑛業會主催の鑛業技術研究委員會に於て當山は次記理由により朝鮮が此の問題に就き一層慎重な態度を執られん事を希望し幸に賛同を得た。

II. 軟岩の穿孔

石炭山又は極く軟質の崩壊し易い岩石に穿孔するに當り繰り粉の排出及びダイナマイト装填の際孔崩れによる邪魔を豫防する必要から止むを得ず装填するダイナマイトの直径より遙かに大なる孔を穿つてゐるのは稀な事では無いが此の大孔径の穿孔に小径のダイナマイトを装填する時は其の間に非常な空隙が出來之が爆力を弱める大なる原因となり得る。

假に $1\frac{1}{2}$ の最終孔径に 1" のダイナマイトを装入すれば空隙率は、

$$\begin{aligned}\pi r_1^2 : \pi r_2^2 &= \pi \left(\frac{1.5}{2}\right)^2 : \pi \left(\frac{1}{2}\right)^2 \\ &= \frac{9}{16} : \frac{1}{4} \\ &= 9 : 4\end{aligned}$$

即ち空隙は $\frac{9-4}{4} = \frac{5}{4}$, 125% となり夫丈爆力は弱められて $\frac{4}{9}$ 44% に低下するので之が實際の爆破に及ぶ影響は蓋し甚大であらう。之を穿孔徑を装填ダイナマイトの徑と等しくした場合に換算すれば之丈の空隙を残して置く事は装薬長が 40 cm ならば 50 cm 丈無充填で置いたと等しくなる譯である。即ち圖 1 の甲圖と乙圖は等しい結果となる。従つて止むを得ず穿孔徑を大にする必要のある所では當然砂鐵砲等により砂を吹き込み此のダイナマイトと孔壁との空

* 日本鑛業株式会社登津鑛山所長

隙を充填する必要がある。斯くする事に依り爆破の効果は遙かに増大し爆薬は節約される。常磐炭坑は其の例であらうと想像する。

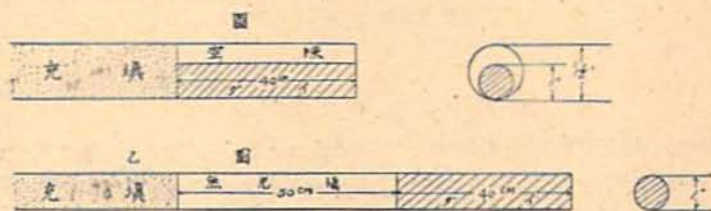


圖 1. 装薬及空隙

然るに金屬鑛山に於て軟岩ではなく必要な小徑を穿孔し得るに拘らず偶々大徑の穿孔をなしてゐた鑛山が砂鐵砲使用に依り爆薬を節約し得たのは當然の歸結であるが之を以て問題は解決したとなし大徑を其の儘に放置するとすれば更に大なる損害が胚胎してゐると思はれる。

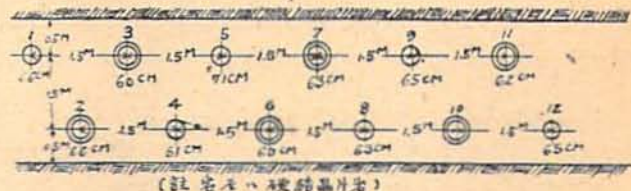
III. 孔徑と穿孔速度

穿孔速度はビットゲージの平方に逆比例するから極く軟岩は別として中極岩以上に對して不必要な大徑の穿孔は如何にも無意味な上に前記の如き大きな損失を伴つて來るのである。現在でも一番鐵に 2" を用ひる所が多いが當鑛山の一番鐵 1" $\frac{1}{2}$ は其れよりも 178% の穿孔速度を持ち得る。ビット徑の差異に依る穿孔時間を比較すれば表 1 及圖 2 の如くである。即ち穿孔速度が大なることは同一風量にて稼働鑛機臺數の増加、一臺當り使用鑛數の減少、一臺當り掘進長の増加等坑内作業改善に資する所實に大きいのである。併し夫は暫く措き孔徑が大きいても砂充填をすれば裝填ダイナマイトと孔壁との空隙が埋るから一應は良い様にも考へられるが砂は見掛比重が小で約 33% の空間率を持ちどうしても空隙のない様な充填は出來ないから寧ろ此の不必要な部分は始から穿孔せざるに如かないのである。

大型ビットゲージ	穿孔方法	下町 (m)
No. 1 1寸	○ハ大型 ○ハ瓦津鐵山	0.0
No. 2 1寸		0.1
No. 3 1寸		0.2
電鍍鐵山 (ワタゲ)		0.3
No. 1 1寸		0.4
No. 2 1寸		0.5
No. 3 1寸		0.6
No. 4 1寸		0.7
		0.8
		0.9
		1.0
		1.1
		1.2
		1.3
		1.4
		1.5
		1.6
		1.7
		1.8
		1.9
		2.0
		2.1
		2.2
		2.3
		2.4
		2.5
		2.6
		2.7
		2.8
		2.9
		3.0
		3.1
		3.2
		3.3
		3.4
		3.5
		3.6
		3.7
		3.8
		3.9
		4.0
		4.1
		4.2
		4.3
		4.4
		4.5
		4.6
		4.7
		4.8
		4.9
		5.0

圖 2. 試験穿孔の配置

其の上始の爆薬の大震動の爲に他の孔の砂は堅く詰められてゐるにも拘らず沈降に依る體積減少で上方に隙間を生じ爆破効力は低下する事が甚だ多いのである。



(註 各々の破砕品は右)

1.5m 数字 孔の深さ

- 大型鑛機使用 砂充填
- 瓦津鑛機使用 土砂充填

圖 3. 穿孔配置圖

表 1 穿 孔 速 度 比 較 表

(岩石は硬結晶片岩)

甲 掘 進 (大型ビットゲージにて)						乙 掘 進 (覚津鎮山ビットゲージにて)						空 氣 圧 力	摘 要						
穿 孔 順	一 番 鑽		二 番 鑽		三 番 鑽		計	穿 孔 順	一 番 鑽		二 番 鑽			三 番 鑽		計			
	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間			掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間	掘 進 時 間				
1	17.0	2.00	18.5	1.05	35.8	3.20	71.3	6.25	2	26.8	2.03	20.1	1.14	28.5	1.50	75.4	5.07	6.0	
4	9.7	3.12	36.8	5.29	19.7	2.42	66.2	11.23	3	19.3	1.32	7.7	1.19	50.2	6.59	77.2	9.50	6.2	
5	30.0	6.04	15.9	3.36	30.3	6.59	76.2	16.39	6	34.2	6.21	25.8	2.41	19.8	1.30	79.8	10.32	4.8	
7	19.9	2.08	24.2	3.07	33.2	3.27	77.3	8.42	8	48.7	2.28	11.2	1.58	17.5	1.26	73.4	5.52	6.0	
9	26.7	3.17	30.7	5.36	21.3	3.22	78.7	12.15	10	35.0	5.18	8.7	2.00	26.1	6.31	69.8	13.49	5.2	
11	18.5	10.24	29.0	17.58	21.0	14.29	68.5	42.51	12	42.0	5.57	22.3	5.59	9.5	4.55	73.8	16.51	4.5	
13	23.4	9.22	18.1	7.03	11.9	7.33	53.4	23.58	14	33.9	2.10	12.8	1.19	10.6	0.56	57.3	4.25	5.0	
16	20.7	6.11	17.5	2.16	15.8	1.44	54.0	10.11	15	28.2	8.58	13.6	5.16	9.5	1.45	51.3	15.54	5.0	
18	29.1	3.19	14.0	1.14	16.2	1.40	59.3	6.13	17	19.0	1.34	17.7	1.34	15.8	2.37	52.5	5.45	5.5	
20	9.9	2.05	26.7	3.50	18.7	4.15	55.3	10.10	19	21.5	3.33	23.6	3.54	17.0	1.44	62.1	9.11	5.2	
22	15.4	2.34	8.4	1.31	31.2	6.35	55.0	10.40	21	22.7	2.47	15.1	3.47	12.7	4.43	50.5	11.17	5.2	
24	14.7	2.58	23.5	3.19	20.5	2.33	58.7	85.00	23	27.0	1.46	15.7	1.47	16.6	2.12	59.3	5.45	5.2	
25	20.2	3.03	19.5	2.57	18.0	1.59	57.7	7.59	26	21.1	2.02	21.6	3.08	16.0	6.19	58.7	11.29	5.2	
27	22.2	3.02	9.5	3.01	33.5	6.57	65.6	13.00	28	22.1	1.41	21.6	1.40	22.6	2.40	66.3	6.01	5.0	
30	17.0	1.50	22.3	3.37	21.2	1.25	60.5	6.52	29	26.9	1.13	17.7	3.26	16.6	1.59	61.2	6.38	5.0	
32	21.8	2.10	5.7	0.38	30.0	2.39	57.5	5.27	31	31.9	1.14	23.1	1.04	7.7	3.08	62.7	5.26	6.0	
34	19.1	2.44	21.4	3.04	22.1	3.12	62.6	9.00	33	23.8	1.15	19.4	1.08	21.5	2.30	64.7	4.53	6.0	
36	21.8	1.02	21.5	2.31	21.0	1.08	64.3	4.41	35	15.2	1.40	22.9	2.38	20.6	3.50	58.7	8.08	6.0	
38	22.6	3.40	21.3	2.49	19.1	2.13	63.0	8.06	37	20.4	2.54	9.5	3.12	30.5	3.59	60.4	10.05	5.8	
40	20.6	1.22	18.0	4.11	22.5	6.37	61.0	12.10	39	22.1	1.09	20.9	1.47	11.8	3.40	54.8	6.36	5.5	
43	20.3	2.54	19.7	3.22	23.0	3.39	63.0	9.55	42	23.2	3.00	20.7	1.24	17.4	1.07	61.3	5.31	5.5	
45	22.1	1.35	21.0	2.11	21.5	1.12	64.6	4.58	44	20.8	1.36	21.6	1.53	21.6	1.22	64.0	4.51	5.8	
47	21.2	1.59	20.3	2.18	33.9	2.01	75.4	6.18	46	16.5	3.11	26.6	3.01	18.1	1.21	61.2	7.33	5.8	
49	22.8	1.27	21.4	1.27	20.8	0.54	65.0	3.48	48	20.9	1.16	31.8	1.40	20.3	2.10	73.0	5.06	5.8	
41	20.9	1.27	18.5	2.31	22.8	4.12	62.2	8.10	50	20.9	1.21	24.2	1.40	21.8	1.31	66.9	4.32	5.8	
計	5.076	81.12	5.034	90.41	5.854	96.47	15.964	268.41	6.401	67.54	4.759	60.29	4.803	72.44	15.963	201.07			
米當り掘進時間	16.00	18.01	16.33	16.50					10.36	12.43	15.09	12.36							
1分間當掘進	6.25	5.55	6.05	5.91	9.78	7.87	6.62	7.94											
米當掘進時間百分比				133.5%													100%		
1分間當掘進長百分比					74.4%												100%		

小川： 掘進孔の長物に就て

(1) 穿孔速度は「ゲージ」の2乗に反比例することを計算上求めると
 甲 乙
 一番鑽 $(1\frac{1}{2})^2:(1\frac{1}{4})^2=1.36:1.00$
 二番鑽 $(1\frac{1}{2})^2:(1\frac{1}{8})^2=1.40:1.00$
 三番鑽 $(1\frac{1}{2})^2:(1\frac{1}{16})^2=1.44:1.00$
 即ち甲に比して乙では36%~44%平均40%早くなる
 (2) 左表の實驗結果では
 甲 : 乙
 一番鑽 6.25:9.78=1.00:1.57
 二番鑽 64.7:4.53=6.0
 5.55:7.85=1.00:1.42
 三番鑽 60.5:6.62=1.00:1.04
 平均 1.00:1.34
 即ち一番鑽では計算値より早く
 二〃〃に略等しく
 三〃〃より遅く
 平均では計算値と略等しい
 (3) 甲の三番鑽と乙の一番鑽は共に1吋ゲージであるが實驗値は5.91:9.78=60.4:100.0となり深度により著しい變化が生ずるのは孔の内側ととの間の摩擦損失と練粉の掛出關係により

VI. 砂及砂・粘土混合物の填塞効果の比較

筆者は圖3の如き穿孔配置にて土栓と砂の填塞による爆破効果の比較試験を行つた。

1° ○印 大型ビットゲージ(一番 $1\frac{3}{4}$ 二番 $1\frac{3}{8}$ 三番 $1\frac{1}{2}$) の整で

2° ◎印 兎津用ビットゲージ(一番 $1\frac{1}{2}$ 二番 $1\frac{3}{8}$ 三番 $1\frac{1}{4}$) の整で

穿孔を行ひ之に 28mm, 75g の桐ダイナマイトを夫々 1 孔に就き 2.5 本 (187.5g) 宛裝填した。此の場合 1° に於てはダイナマイトと穿孔壁の間に圖4の如く空隙を生ずる。次で 1° には

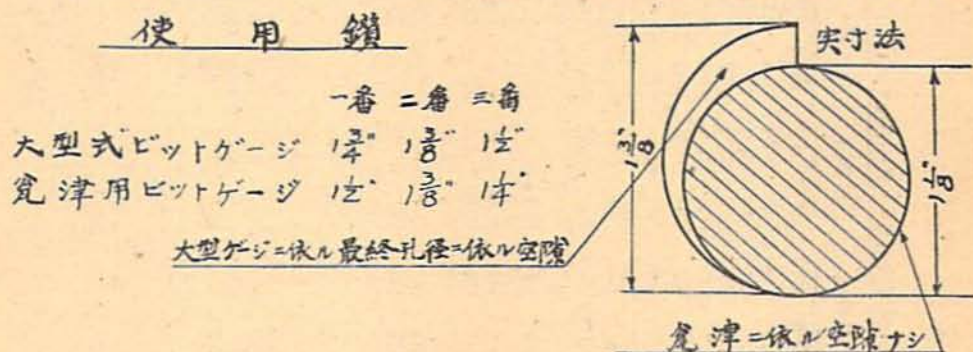


圖4. 穿孔とダイナマイトの空隙

表2 土栓と砂の填塞物比較試験

砂	砂填塞の場合						土栓填塞の場合						
	水 分 (メッシュ) %	孔 番 號	使用 ダイ	漏斗型 の底面 積 in^2	深 度 cm	體 積 in^3	殘 孔	孔 番 號	使用 ダイ	漏斗型 の底面 積 in^2	深 度 cm	體 積 in^3	殘 孔
		1	2.5	0.846	37	.104255	19	2	2.5	11.70	55	.21450	11
砂水分 4.82	(4	2.5	不發)	除外す				3	2.5	0.924	22	.06776	38
+28 20	5	2.5	0.7276	57	.138244	14	6	2.5	1.246	60	.2852	—	
+35 12	8	2.5	0.7238	37	.082269	26	7	2.5	1.652	55	.302867	7	
+48 18	9	2.5	0.9350	38	.118433	27	10	2.5	1.950	58	.3770	10	
+65 22	12	2.5	0.8970	37	.110630	28	11	2.5	1.7802	62	.367908	—	
+100 11.3	計	12.5	4.1294	206	.560331	114	計	15.0	8.7222	312	1.615235	66	
+15 7.3					.3031								
+200 0.7	平均	2.5	0.8259	41.2	.112166	22.8	平均	2.5	1.45	52		11	
+200 8.7													
100				56.8	79.2	41.7	207.3				100	100	100

水分 4.8% の川砂を 2° には砂を約 50% 混入した粘土を填塞して爆破を行つた。其の結果は表2に示す如くで採石容積に於て土栓の場合は砂の場合に比して優る事約 2.5 倍の實驗値を示した。此の事實は青山教授及下村助教授の研究*の「込物には砂質、粘土質兩者の混合物が最も適當であると考へられる。此の場合の粘土は單に砂の粘結劑として役立つのみならず孔込抵抗をも増大する役割を果してゐる」事及混合込物と砂との效力差に關し「本實驗では砂 40~50%, 粘土 60~50% の混合率に於て最大の孔込抵抗を示した。此の時の抵抗は含水率 9.5%

* 青山・下村：孔込の抵抗に關する實驗的研究，日本鑛業會誌 59 卷 606 號，18 年 4 月

に於ける温潤砂の抵抗の3倍となり尙乾燥砂に比較すれば9倍の値を示した結果と略一致してゐる。

表3 メートル當り爆薬使用量

年度/期	16/下	17/上	17/下	18/3(月)	備 考
横坑(S-49) 掘進長	0000 m	0000 m	0000 m	000 m	
加春 1.5 ^m ×2.0 ^m メートル當りダイ量	7.428 kg	6.238 kg	5.732 kg	4.461 kg	16年下期迄のビットゲージは2"1 ¹ / ₄ "1 ¹ / ₄ "なりしを17年5月以降1 ¹ / ₂ "1 ¹ / ₄ "1 ¹ / ₄ "に替めると共に直径1"ダイを1 ¹ / ₄ "ダイに変更することに依り一層穿孔徑と装入ダイとの空隙を無くし他方従来の土栓に川砂50%を混入せしめた結果が左表の如く現れたものである
メートル當りダイナマイト量	100	84	78	60	
掘上り(CA-13) 掘進長 (傾斜平均 50°)	000 m	000 m	000 m	00 m	
加春 (1.2×2.4) メートル當りダイナマイト量	8.353 kg	6.318 kg	5.118 kg	4.619 kg	
メートル當りダイナマイト量	100	76	61	55	

V. 結 論

以上の結果より考察するに

1° 穿孔徑をダイナマイトの徑と同一に爲し得る場合に於ては砂 50 粘土 50 の混合物填充は砂填充に比し 2.5 倍効果が大きい。

2° 富嶺山は昨年以來可能な最小穿孔徑の適用並に砂 50% 混入の土栓使用に依り表 3 に示す如くダイナマイト穿孔壁との間に空隙を有したる場合に比し横坑に於て 40% 掘上坑に於て 45% の爆薬の節約を行つてゐる。

簡単な報告であるが大方の御批判並に御指導を得て今後一層の努力研究を致し度い所存である。以上