

(d) 不對稱尖頭柱

図-6 は $n = \frac{1}{2}$, $m = 1$ なるときの k の値を表すものである。 $k_2 = 0.7$ のとき k は最大なることが解る。

大糸線真那板山隧道直轄工事に就て

(昭和 13 年 7 月 16 日土木学会第 2 回年次学術講演會に於て)

准 員 小 田 仁*

1. 導坑専進の實績

本隧道は延長 3 km 125 m, 1/40 の片勾配で, 昭和 11 年 12 月 20 日に着手し, 導坑専進法により同 13 年 5 月 23 日糸魚川方坑口より 2 km 917 m の地點に於て貫通した。

大町口からは電気鑿岩機を使用し, 唧筒で排水しながら 2.08 m ほど掘進したが, 以下主として糸魚川口(北口)に於ける實績に就き簡単に記す。

導坑進行の記録は別表の如く, 1 日平均 5.6 m, 1 ヶ月最大は 228.7 m で, 之は直接工事に起因する死者が 1 名も出なかつたことと共に, 我々の最も誇としてゐるところである。進行の新記録は次の原因によるものと思ふ。

- | | |
|-------------------|----------------------------|
| (1) 導坑専進であつたこと | (4) マイナスホーレー掘積機が能率良好であつたこと |
| (2) 地質がよかつたこと | (5) 従事員一同熱心に働らいたこと |
| (3) 逆發電気雷管を使用したこと | |

1. 導坑専進掘鑿に就て

8 時間宛の 3 交代とし, 一方の組成人員は, 鑿岩工及助手各 3 人, 鑿替 2 人, 斧指 2 人, 火藥掛 1 人, トロ廻 11 人, 端掻 2 人, マイナスホーレー運転手及助手各 1 人合計 27 人を標準とした。鑿岩機はインガーツル N-75 を 3 臺使用し, 孔数は地質に応じて 26~40 本, 心抜は楔型とした。實績を考慮して各作業の標準時間を表-1. の如く定め, 之に近づくやう努力した。この標準通り作業して, 1 爆破に 2 m 宛進行すれば 1 ヶ月には 240~250 m 進行することになる。

1 爆破所要時間の實績は, 最少 255 分で平均 411 分であつた。

導坑専進法の利點は, 下記の如くである。

- (イ) 複線の運搬線路を獨占使用して, 他の作業に妨害されることがない。
- (ロ) 工場設備及人員收容設備が小規模ですみ, 従つて總工費が節約される。約 1 割 2 分程安くなる豫定である。
- (ハ) 導坑貫通すれば, 地質が全く判明するから, 適當な切掘及疊築計畫が建てられる。
- (ニ) 切掘及疊築作業を空間的に分離できる。

唯一の缺點は工事期間が長くかかることである。

貫通點に於ける中心差 38.0 cm, 高低差は 2.1 cm であつた。

* 鉄道技師 工学士 鉄道省長岡建設事務所勤務

表-1. 各作業標準時間

作 業	無普請の場合		普請ある場合	
	標準時間	標準時間	標準時間	標準時間
穿孔準備	15分		30分	
穿孔	120		90	
爆破準備	25		30	
爆破	42		20	
礮 掻	10			
礮 積	50		40	
線路延し	8		10	
押木上げ			35	
礮 積	50		50	
礮 掻	10			
柱 立			25	
合 計	330分		330分	

表-2. 北口に於ける坑導進行実績

年 月	造 行			加 齊	発破回数 10分間	外ハ 10分間	平均 使用量	平均 孔深	坑口から 付水距離	記 事	
	当 日	10分間	1日最大								
11.12.	5.1	0.5	1.0	3.0x4.0	1.3	2	0.08	0.7	個	12月30日着工	
17.1.	13.4	2.2	6.0	2.8x4.0	4.0	4	2.06	1.6		掛板	
2.	8.5	3.2	6.0	"	2.3	3	0.42	1.4		縫地	
3.	16.5	5.4	9.0	"	3.4	5	0.43	1.6	0.3	縫地掛板	
4.	17.0	5.9	9.0	2.8x3.8	3.7	5	0.90	1.6	0.4	掛板	
5.	19.0	6.3	8.5	"	4.0	5	1.17	1.8	0.6		
6.	21.0	7.3	9.0	"	4.2	5	0.94	1.8	0.7		
7.	22.0	7.1	10.0	2.8x3.6	4.0	5	1.16	2.0	0.7		
8.	20.5	6.5	8.5	"	3.6	5	2.29	2.2	1.1	概無普請	
9.	17.0	5.7	8.0	"	3.1	5	1.78	2.0	0.7		
10.	19.5	6.2	8.0	2.8x3.8	3.2	4	2.55	2.1	0.7	無普請	
11.	23.7	7.6	9.7	"	3.7	5	2.07	2.1	1.0		
12.	18.1	6.1	8.0	"	3.4	4	1.68	2.0	2.0		
13.1.	17.7	5.6	8.5	"	3.1	4	2.25	2.1	3.0		
2.	12.5	4.5	8.0	2.8x3.6	2.8	5	2.14	1.8	2.7		
3.	20.5	6.6	8.0	2.8x3.8	3.5	4	2.38	2.1	2.3		
4.	18.0	6.1	8.0	"	3.3	4	2.77	2.3	3.8		
5.	10.3	5.1	7.8	"	2.9	4	2.48	1.9	4.0	5月23日貫通	
総平均		5.6				3.5					

2. 地質及湧水

大部分は中世層の珪岩で、岩質は硬く、圧変作用を受けて石墨化してゐるところもあり、節理が発達してゐる。無普請区間 50%，縫地による個所 7% で、残りは掛板普請である。湧水は 1 個所から 2 個出たところが一番多かつたが、そこも今は 1 個位に減じ、全体で約 4 個である。

3. 遅発電気雷管に就て

島印遅発電気雷管の 0 番以下 4 番迄を用ひ、5 段の階段爆破を行つた。各番の發火間隙は約 1.6 秒である。之を使用する利點は

- (イ) 齊發ができるから爆破効力が大きい。
實際は 3 段目位迄各階段毎に齊發するが、之以下は不同であつた。
- (ロ) 導火線燃焼による煙がない。
- (ハ) 爆破の時期が確實で、且所要時間が少ない。
孔數 38 本位のと看、人夫 7 人で裝填結線及點檢終了迄 20 分であつた。
- (ニ) 湧水ある時も發火確實である。

使用當初は結線に慣れぬ爲と、漏洩電流に對する恐怖との 2 つの障害があつたが、前者は熟練により解決し、後者は裝填する際切端より 50m 間の電燈電力線を撤去して解決した。電気雷管の發火電流は 650~750 ミリアンペアであるに對し、坑内の漏洩電流は實際測定の結果、最大 200 ミリアンペアであつた。切端では漏洩電流は殆どなく、親ダイ持込に際して脚線の末端を結合しておけば、普通の雷管に對する注意を要するだけであつて、電気雷管による事故は 1 回もなかつた。

結線は直列にしたので、導通試験により不良雷管が発見し易く不發は 1 萬發に對して 1 發位の割合であつた。價格は脚線 8 呎付のもので、普通の雷管に導火線 2m 付けたものと大差ないが、脚線及管体が銅製であるから、今後は豊富に供給され得るかどうか疑問である。

4. マイヤスホーレー礮積機に就て

2 臺所有して、2~3 ヶ月で交換し修理並に手入を行つた。短時間の故障はあつたが、手積を餘儀なくされた程

のことはなく、極めて良好な成績であつた。能率は 1.7 m^3 入のダンプカー 1 臺につき平均 2 分内外であつた。之は取扱方法に熟練した點にもよるが、礮の大きさがこの機械に適當してゐたことに負ふ所も大きい。

5. 鑿岩車に就て

之は極めて短期間使用しただけであるから、不熟練の爲に成績がわるかつたのかもしれないが、参考の爲にその缺點と思はれるものを記す。

- (イ) 横坑又は専用待避線の如きものがなくては、操車上一つの邪魔物となる。
- (ロ) 縮めるべき螺旋の個所が多い。

複線のまゝで(イ)の缺點を克服する名案がなかつたので、その長所を發揮させる機會がなかつた。鑿岩車による穿孔準備は 80~100 分を要し、従來の方法による 25~30 分にまで短縮するには、進行を犠牲にしないとできない。

2. 切 擴 計 畫

通常行はれる上部開鑿式又は新填式以外に逆ベンチ式を試みたいと計畫してゐる。

逆ベンチ式とは地質のよい個所を選び、土平を掘鑿した後導坑より上向孔を穿ち、残りの上部全断面を一度に爆破して礮棚を設けずマイヤスホーレーで積まうといふ方法である。これにより 1 日最大 20 m の切擴進行を目標としてゐるが、その爲には平均孔深 2.5 m の上向孔を 1 本 20 分以内で終了する必要がある。この他にも色々の問題があるが、まづ上向穿孔試験を行つた。

各種鑿岩機により硬質珪岩に孔深 2.5 m の上向孔 1 本を穿つに要した時間は、穿孔準備を除き

インガースル N-75 ハンドル付	18 分	ジャックハンマー S-49	35 分
インガースル N-75 オートフイード付	20 分	ストーパー MAU-50	90 分

であつた。いづれも乾式で行つたが、剝粉はストーパーを除く三者に於ては排氣の爲に吹き飛ばされ、直接鑿岩工に振りかゝるものは比較的大粒で、著しく作業困難又は健康を害する程度ではない。オートフイード付のものを使用すれば、鑿岩機から稍離れてゐることができるから、粉の被害は尙軽減される。

この方法は爆破時間を除いては礮積と穿孔が連続的に作業できるから、相當よい進行が出来ることと思はれる。

今日のような社會状態では限られた單價で所要の人員を集めることが困難で、目下その點で一番困つてゐる。この状態は今後尙相當続くものと思はなければならぬから、隧道技術をより以上に機械化することは、今までよりも一層大きな問題であると思ふ。