

## 神秘의 섬 울릉도 一周 道路 安全 診斷

On The future of Ulnung Do,

Island of fantasy

智 山\*

Chi san

울릉군 건설과정으로부터 일주도로개설 안전 진단을 위해 와달라는 요청을 받고 이곳의 日氣 不順으로 1주일을 기다리다 지난 2월 13일 연락 을 받고 드디어 보조기사와 함께 현지로 떠났다.

포항에서 하루를 묵고, 다음날 12시에 출항하는 배를 타기위하여 埠頭매표소에 들렀다. 맑게 개인 날씨에 바람한점 없어 속으로 기쁜 마음으로 가니 서성대고 있는 약 40명 정도의 선객과 함께 떠나기만을 기다리고 있었다. 11시가 되니 스피커를 통해서 “오늘은 울릉도 선착장의 파도가 높아서 출항하지 못하고 내일 떠나게 되어 여러 손님께 알려 드립니다.”라는 전갈에 하는 수 없이 또 하루밤을 보내고 이튿날 15일야 300ton급의 여객선에 몸을 싣고 茫茫東海 바다를 가로질러 장장 7시간을 요하는 지루한 항해가 시작되었다.

때마침 이슬비가 내리고 2~3m가 되는 파도가 치는 바람에 요동되는 선체와 요란한 엔진소리로 30분이 채 못되어 속이 메스꺼리기 시작하였다. 하는 수 없이 침대안에 들어가 잠을 청하여 별탈없이 목적지인 道洞港에 닻을 내렸다. 어두운 밤인데도 일부러 우리를 위해 마중나온 鎭建設과장의 영접을 받고 숙소에 들어 여장을 풀고 이튿날 16일, 군에서 이미 정해진 스케줄에 따라 현지답사에 나섰다.

### 通九味터널 掘進계획

通九味山을 西東으로 가로지르는 142m 길이의 터널 (6.4m×5.8m) 계획을 정밀탐사하기 위하여 標高 120m인 산정에 올라가 보는 길밖에 없었다. 70°勾配의 급경사이다 巖盤은 제4기에 속하는 현무암 (Basalt)과 凝灰岩 (Tuff) 이 海蝕 風土로 인하여 노출되어 기암절벽을 이루고 유일한 손잡이는 군데군데 서있는 향나무가지에 依持하게 되었다. 1m<sup>3</sup>정도 크기의 금이가 있는 岩塊는 이미 鋼索 (wire rope)으로 고목나무나 돌출암에다 부뜨러매어 놓은 상태에서 아직까지 사고가 없었다는 것은 정말 天佑神助라 아니할 수 없다. 이에 대해 주인들은 발파를 해도 좋으니 아예 떼 없애는 것이 어떻냐는 의견도 나왔다. 조사자는 말하기를 齒가 약간 흔들린다고 하나 들쭉 빼기 시작하면 뺨만큼 이가 약해지는 이치와 같으므로 암반의 기반에 Anchor를 박고 鋼索으로 매어놓는것이 안전한 방안이라고 이해를 시켰다. 설령 浮石을 뚫다하더라도 주객가가 있는 東側으로는 내릴길이 없고 어차피 능선 넘어 西側으로 하산시켜야 하는 어려운 여건이다. 따라서 차선택으로는 터널掘鑿시공을 工法 및 火藥類使用에 있어서 振動節減의 가장 효과적 방안을 강구해야 할 것으로 예컨대 全斷面發破를 半斷面分割發破로 角型 심빼기를 평행형 穿孔으로 대체하여 사용목약은 含水爆藥으로 點火

\* 本會會長, 工博, 技術士

는 高價이지만 MS雷管으로하여 진동영향여부를 확인하는 計測을 통하여 주민들에게 신뢰감을 주도록 계획하므로써 완전시공토록하고 주민들도 안심할 수 있도록 하는 방안을 찾아야 한다.

#### 東海岸海邊 半터널 (幅 6.5m) 계획안

신비의 섬 울릉도 관광지에 無味한 우회도로를 개설하는 것보다 값싸고 안전하며 아름다운 해변도로를 개설하므로써 새로운 관광요소의 드라이브 코스로 만드는 것은 어찌 필자만의 생각이겠는가. 기존 계획안을 보고 현지 답사중 우연히 생각난 구상이다.

가까이는 춘천가는 소양강변도로에서도 볼 수있고, 台灣花蓮의 東西橫斷 半터널 도로가 있으며 멀리는 瑞西의 Jeneva에서 奧地利의 Salsburg간의 계곡 半터널 등으로 그 모두가 관광명소이다.

#### 北面海邊道路改修

조사자가 탐사한 해변도로의 法面은 현시점에서 위험한 상태로 解冬期에는 도로사용을 개수공사전까지 일단 중지해야 할 것으로 思料된다. 先龜裂工法 (Presplitting method) 을 계단식으로 적용하여 필자가 이미 시도한 바 있는 중부고속도로처럼 아름다운 造景風致를 갖출 수 있다고 본다. 그의 남부해변도로변의 현무암, 돌출암 龜裂補修는 Rock bolt 및 shotcrete 로 崩落에방안전책을 세워야 할 것으로 생각된다.

#### T.T.P代用石材開發活用

해변가에 산재되어 있는 T.T.P를 보고 우연히 생각난 것이 과연 이고장의 百年宿題는 지금까지 기술한 길을 뚫고 파도를 막는 일이라 생각되었다. 필자는 물어보았다. 이 T.T.P값은 개당 얼마나 됩니까. 무려 1.5백만원이 소요된

다는 것이다.

섬 북부에 死藏되어 있는 현무암 석재개발의 1m<sup>3</sup>이상 크기의 석재는 T.T.P에 비하면 비중 높고 파도에 대한 저항력도 크므로 값싸게 자원을 활용할 수 있는 一石二鳥가 될 것이라고 믿어 의심치 않으며 70년대 울산의 현대조선 방파제 축조당시 필자가 諮問한 것이 생각났다.

#### 地表溫泉水 妥當性調査

온천개발시 吐出하한온도가 25°C이상임을 감안할 때 地表水가 20°C정도라면 아주 흥미있는 것으로, 비용이래야 電氣北抵抗탐사에 1개월소요로 보고 10백만원, 시추깊이 200m의 2孔 2개월소요에 40백만원, 포함 50백만원이니 시도해보는 것도 무모한 일은 아니라 확신하는 것이다.

조사자가 이곳을 처음찾아 滯留한 것은 불과 2일간의 짧은 기간이었지만 육지에서는 흔하게 볼 수 없는 희귀한 동식물이 넓게 분포되어 있고 조류는 흑비둘기 외의 61종과 식물로는 너도밤나무, 향나무 등 650종 그리고 가는 곳마다 湧出水가 나오므로 무공해 약수로는 국내에서 손꼽히는 바 장차 약수공장안도 검토해 볼만하다. 그의 약초와 산채 등의 특용작물재배로 중소기업으로 육성하는 방안도 생각되고 맛좋은 오징어와 돌미역도 중소기업으로 가공제품화하는 방안도 생각해봄직하다. 이와 같은 일주도로의 조기관공과 관광개발사업의 기초조성은 어려운 군 재정으로 해소하기에는 역부족으로 중앙 및 道행정기관에서 특정지역으로 지정, 보다 더 종합적인 개발사업이 이루어져야 할 것으로 思料된다.

이번 조사자가 초청된 이유의 하나는 뒤늦게 알게된 사실이지만 군건설과의 주민들간에 그간 연차적으로 진행되고 있는 일주도로개발공사에 관한 주민들과의 대화광장에 전문가로서 참석하여 상호간의 이해를 증진시키는데 있었다. 東九味마을의 주민 약 40명과 이장, 면장을 비롯하여 군수, 경찰서장, 교육감 그리고 民自黨위원

장등이 한데모인 모처럼의 뜻있는 행사였다. 주제는 東九味터널 계획안에 대한 주민들의 건의는 위치선정에 대한 변경요청과 안전보장에 관한 토론으로 약 3시간에 걸친 眞摯한 의견들이 개진되어 이미 전술한 내용과 같이 대체적인 주민들의 양해가 이루어졌다. 이번 대회를 통하여 조사자가 느낀 바로는 수준높은 주민들의 의식과 취임한지 2개월밖에 안되는 金斗東郡守의 미주화행정에 대한 열의 그리고 조사자의 溫蓄된 技術解説이 一助가 되어 삼위일체를 이루고 모처럼의 官民和合의 場이 되었다는 것이다.

끝으로 천혜의 관광자원을 개발하므로써 「봄의 동백」, 「여름의 바다 낚시」, 「가을단풍」, 「겨울의 雲景」을 즐기는 4계절 관광지로써의 2,000년대 청사진을 그려보면서 「국토의 막내」인 울릉도가 「푸른산 맑은 물 살기좋은 울릉」이 될날을 기대해본다.

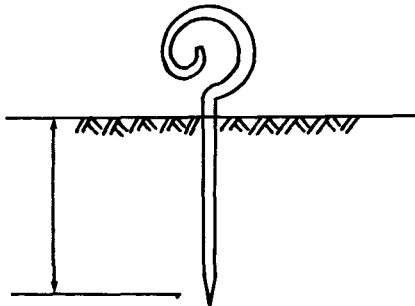
울릉郡으로부터 울릉一周道路에대한 安全診斷 斷依賴를 받고 現地踏査를 하고 다음과 같은 建議한바있다.

### 1. 터널 頂上部 浮石安全對策

#### 1-1 作業指針

1-1-1 浮石安全對策은 岩盤에 Hook anchor를 박고, 이를 支柱로하여 浮石을 Wire rope로 2重, 3重으로 매는 것을 原則으로 한다.

1-1-2 Hook anchor는 手掘孔에다 固定시키고 Hook anchor는 Wire rope로 相互 連結固定시킨다.



(그림 1) Hook anchor

1-1-3 浮石도 可能한 限 Wire rope로 相互連結한다.

#### 1-2 孔當 工事費

手掘費 16,700원×1.15×1.5=28,807원  
(1組2人-4孔 15%島嶼, 50%山岳)

$$28,807원 \times \frac{2}{4} = 14,403원 / 孔$$

Wire 매기

11,050원×1.15×1.5=19,061원  
(1組2人-2孔)

$$19,061원 \times \frac{2}{2} = 19,061원 / 孔$$

運搬費 (人件費의 50%)

(14,403원+19,061원)×0.5  
=16,732원 / 孔

材料費 Wire rope 4,640원 / 孔

$\phi 8^m / m \times 3^m$ : 810원  
 Turn block 1個: 2,570원  
 Clip 2個 : 1,260원  
 小計 4,640원

• mortar 27원 / 孔

$\phi 40^m / m 0.0006283m^3 / 孔 \times$   
 $43,918원 / m^3 = 27.59원 / 孔$

• anchor 3,000원 / 孔

小計 7,667원 / 孔

Hook Anchor 總工事費

區分	金額	備考
人件費	33,464원	anchor 2孔이 浮石 1個를 매게되므로 浮石數量을 15個로 假定하면
運搬費	16,732	
材料費	7,667	
經費(10%)	5,786	
計	63,649원 / 孔	總工事費 (63,649원×2孔)×15개 =1,009,470원

2. 鐵棚設置 및 作業指針

2.1 作業指針

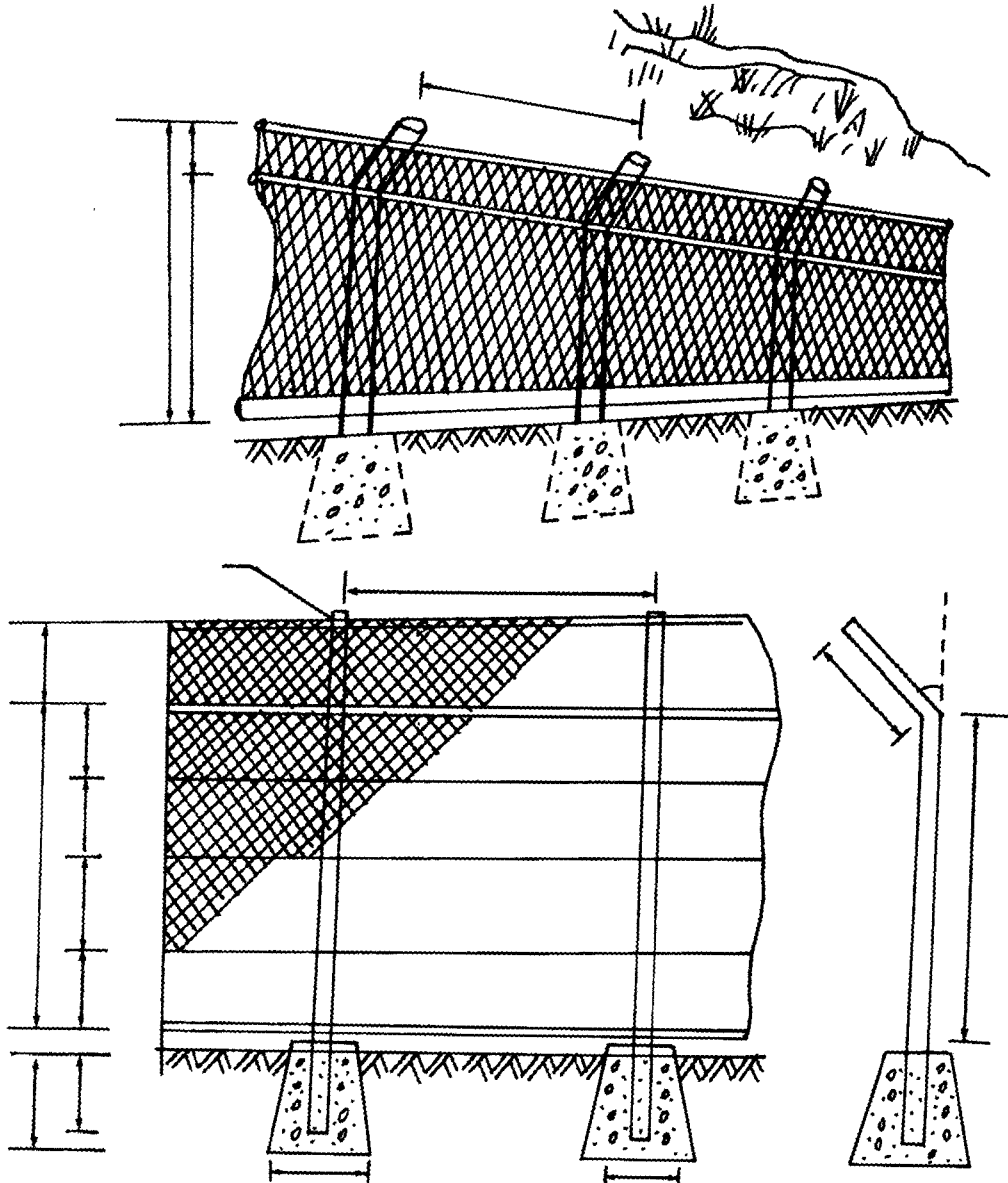
2-1-1 터널 上部와 民家사이에, 山에서 落下하는 落石에 對備하여 鐵棚을 設置한다.

2-1-2 落石防止 Fence이므로 主柱 높이는 2.5m, 主柱간격은 2.0m로 한

다. 特히 基礎는 concrete 基礎로 하여 堅固히 設置한다.

2-1-3 海風의 特殊性을 勸案하여 PVC coating 鐵網으로 한다.

2-1-4 鐵棚과 民家와의 距離는 最少限 10m 以上 떨어져야 한다.



(그림 2) 鐵棚設置圖

2-2. 공사비 내역

品名	規格	數量	單位	單價	金額						備考	
낙석방지책 설치공사 H 2+0.5×2에대한 경간당 내역												페인트
주 주	∅ 4"×3.2 <sup>T</sup>	3	미터	7,800			2	3	4	0	0	
특수 D 후 램	55×40×2 <sup>T</sup>	4	"	3,200			1	2	8	0	0	
횡 파 이 프	∅ 32M /M	2	"	2,040				4	0	8	0	
연 결 관	44×150×2 <sup>T</sup>	2	개	390					3	9	0	
고 정 판	50×30×70×2 <sup>T</sup>	2	"	200					4	0	0	
PVC 코팅 망	#8×58×58	5	M <sup>2</sup>	2,530			1	2	6	5	0	
" 코팅 선	#8	10	미터	106				1	0	6	0	
근가볼트넛트	∅ 9×150	2	개	350					7	0	0	
후 램 고정크립	∅ 10×70×2 <sup>T</sup>	2	"	450					9	0	0	
망 고정크립	ST 27×1.0 <sup>T</sup>	12	"	110				1	3	2	0	
L형볼트넛트	∅ 6×130	3	"	180					5	4	0	
주 주 캡	∅ 4"	1	"	700					7	0	0	
소 계							5	9	4	1	0	
콘크리트 타설	1 : 3 : 6	0.112	M <sup>3</sup>	34,451				3	9	7	0	
거푸집	6회	1.112	M <sup>2</sup>	4,417				4	9	4	7	
터파기	보통토사	0.175	M <sup>3</sup>	1,630					2	8	5	
현장 설치	특별인부	1.2	인	15,060			1	8	0	6	0	
	보통인부	0.6	"	11,050				5	6	3	0	
합 계							9	3	3	0	2	

摘 要 : 부가가치세 별도. 미터당단가 ₩93,302 ÷ 2 = ₩46,651

잡비 (10%) 4,665원

소계 (m당) 51,316원 ≒ 50,000원

鐵棚의 延長을 100m로 假定하면

철책 공사비 계 5,000,000원

### 3. 通九味터널 掘進工事 發破作業에 대한 安全珍斷

#### 3-1 緒 論

本 調査는 一周道路의 一部分으로서 通九味山을 東西로 가로 지르는 터널길이 142m의 斷面 (6.4m×5.8m) 의 道路計劃이다.

立地의 周邊環境으로서는 東쪽坑口隣近에 單獨住宅이 連立되어 있으며 터널의 山頂上部는 龜裂이 가 있는 岩塊가 Wire rope로 매달아 있는 狀態等 危險性이 內包되어 있는 與件으로 本 調査計劃은 發破作業으로 因한 振動影響이 隣近住宅構造物에 미치지 않도록 함은 勿論 터널 周邊 巖盤構造에 미치는 變位도 極少化하므로써 山頂上部의 岩塊에도 安全保存을 期하는데 있다.

#### 3-2 現場踏査

孟陸島는 濟州道와 함께 第4紀 火山活動으로 形成된 熔岩地層으로 通九味一帶는 玄武岩 (Basalt) 과 凝灰岩 (Tuff) 이 海蝕風化로 露出되어 奇岩絶壁을 이루고 있으며 山頂上의 120m 높이에 70°程度의 急傾斜로 因하여 頂上에 1m<sup>3</sup> 정도 크기의 岩塊가 나무가지 乃至 突出岩에 Wine nope로 매달아 있는 狀態이다. 따라서 山頂上이 보다더 安全한 北側으로 터널計劃을 檢討하여 보았으나 東西間의 高低差로 터널길이는 2702m (S=4.9%) 로 豫定되나 西側坑口는 水深 5m라 더하기 8m 높이로 올려야하고 反對側인 東側坑口側은 回轉道路로 내려야하는 問題가 提起될 뿐 아니라 地域이 狹小한 탓으로 隣近住宅을 一部 撤去까지 考慮해야 한다. 또한 南側은 地下의 自然동굴로 交叉되는 등 不得已 當初計劃터널을 掘進施工하되 隣近住宅街와 山頂上의 安全保存을 위한 掘進公法을 다음과 같이 計劃하였다.

#### 3-3 補完設計基準

3-1 住宅構造物 및 岩盤構造物의 振動影響을 極少化하기 위하여 發破作業으로 因한 振動許容値를 0.4cm/sec로 設定한다.

3-2 터널 斷面 (6.4m×5.8m) 를 上下兩端으로 兩分하여 先上端, 后下端으로 掘

進하되 振動이 가장많이 發生하는 上端은 이를 다시 2회로 分割하여 點火 托록 한다.

3-3 上端의 심빼기 (cut) 는 現在의 V型을 가장 效果的인 平行 (para cut) 으로 代替하여 初期振動上昇을 抑制하고 最少抵抗線과 孔間距離間의 距離를 正確히하고

3-4 使用 爆藥은 Dynamite를 含水爆藥으로 代替하고 點火는 相互 減衰效果로 振動節減의 效果的인 M/S 審管으로 代替하며

3-5 斷面周邊孔의 制御公法 (Controlled Blasting) 을 適用, 余掘 (15cm以上) 을 防止托록한다.

3-4 掘進補完設計 (參照 : Tunnel Blasting pattern)

發破當掘進長 : 1.2m (1.5m)

穿孔數 : 120孔 實孔 117孔, 空孔 3孔  
上端部 80孔, 下端部 40孔

爆藥量 : 52.6<sup>25</sup>kg (1.37<sup>1</sup>kg/m<sup>3</sup>)

審管 : 117個 (3.05個/m<sup>3</sup>)

穿孔長 : 192<sup>m</sup> (4.69m/m<sup>3</sup>)

3-5 遲發當製藥量, 振動値 및 爆源과의 距離間의 函數關係

1) 서울地下鐵公社 實驗公式 (近距離)

$$V = KW^{0.5}D^{-1.5}$$

$$0.4 = 47 \times 0.579^{0.5} \times 20^{-1.5}$$

$$0.4 = 23 \times 2.419^{0.5} \times 20^{-1.5}$$

$$2.0 = 47 \times 1.810^{0.5} \times 10^{-1.5}$$

$$2.0 = 23 \times 7.561^{0.5} \times 10^{-1.5}$$

K : 片麻岩 (軟岩) cut : 47 spread : 23

V : 振動値 ; 0.4cm/sec

W : 遲發當 製藥量 (kg)

D : 爆源과의 距離 (m)

住宅 : 20m

巖盤 : 10m

2) 大韓火藥技術學會 實驗公式 (遠距離)

$$V=41\left(\frac{D}{W^{1/3}}\right)^{-1.41}$$

$$0.4=41\left(\frac{100}{52.706^{1/3}}\right)^{-1.41}$$

V.D.W; 上同

D; 爆源과 山頂間의 距離(100m)

### 3-6 터널 發破作業指針

- 1) 터널全斷面을 上下로 兩分하여 上端을 먼저 掘進한 다음 下端을 이어서 掘進하므로서 全斷面의 掘進을 完了한다.
- 2) 上下端 共히 小型鑿岩機 (bit徑  $\phi$  36m/m) 를 使用하여 平行心拔 (paracut) 公法에 따라 穿孔하되 最少抵抗線 (Burden) 과 孔間距離 (spacing) 및 穿孔長 (drilled) 되어있도록 正確을 期해야 한다.
- 3) 裝藥前에 Blow pipe로 穿孔內의 雜物을 除去하여 爆音發生을 豫防해야한다.

- 4) 裝藥時 逆起爆으로 製塡하고 다짐과 塡塞 (Tamping) 을 完全히하여 完爆토록 万全을 期해야 한다.
- 5) 發破로 因한 振動許容値는 0.4cm/sec 을 基準으로하고 試驗發破時 試驗測定은 DS-477 Blastmate 發破專用測定器 또는 이와 同等한 判讀이 가능한 機器를 使用한다.
- 6) 서울지하철공사 건축구조물에 미치는 진동허용치 적용

인체에 느끼기 시작하는 진동치 (문화재)	0.2cm/sec
주택, 아파트(실금이 나 있는 정도)	0.5cm/sec
상가(금이 나타나 있는 블럭 건조물)	0.1cm/sec
철근콘크리트빌딩 및 공장	1.0-4.0cm/sec

### Summary

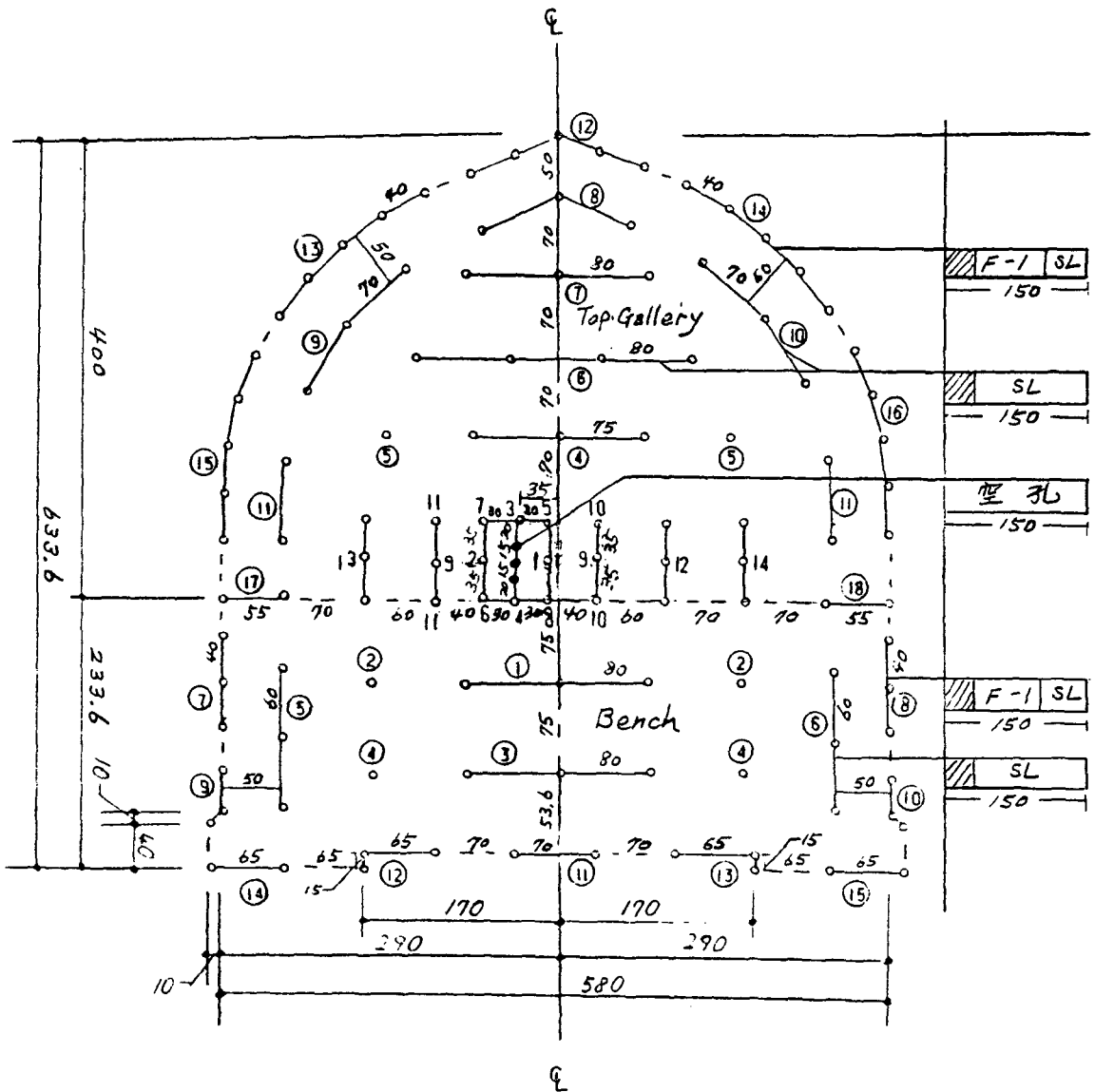
#### 通九味 tunnel

區分		1回發破當斷面積 m <sup>2</sup>	1回發破當掘進長 m	掘鑿量 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> 當製藥量 kg	製藥量 kg/m <sup>3</sup>	備考
製藥	Top Gallery	18. <sup>8707</sup>	1.2	22. <sup>644</sup>	34. <sup>675</sup>	1. <sup>532</sup>	
	Bench	13. <sup>1288</sup>	1.2	15. <sup>755</sup>	17. <sup>94</sup>	1. <sup>139</sup>	
	Total	31. <sup>9995</sup>	1.2	38. <sup>399</sup>	52. <sup>615</sup>	1. <sup>371</sup>	

區分	全斷面掘鑿量	總量			m <sup>3</sup> 當	備考
審管	38. <sup>399</sup> m <sup>3</sup>	117個			3. <sup>05</sup> 個/m <sup>3</sup>	
穿孔長	38. <sup>399</sup>	180m			4. <sup>69</sup> m/m <sup>3</sup>	120孔×1.5m=180m

### 通九味 Tunnel Drilling & Ignition Pattern

S=1:50  
 Drilled depth=150cm  
 Advance=120cm  
 Number:MSD  
 ○:DED  
 普通岩, 軟岩





## CHARGE CALCULATION

\*\*\*\*\*

Top Gallery-1

Cap No.	Number of Hole	Amount of Charge						Total	Remarks
		Slurry(kovex) K-100		F-1		F-2			
		per hole	sub-total	per hole	sub-total	per hole	sub-total		
MS	hole	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	g	Kovex K-100 =φ28mm
1	1	3.5	3.5					525	
2	1	3.5	3.5					525	
3	1	3.5	3.5					525	
4	1	3.5	3.5					525	
5	1	3.5	3.5					525	
6	1	3.5	3.5					525	
7	1	3.5	3.5					525	
8	1	3.5	3.5					525	
9	2	3.5	7					1050	
10	2	3.5	7					1050	
11	2	3.5	7					1575	
12	3	3.5	10.5					1575	
13	3	3.5	10.5					1575	
14	3	3.5	10.5					1575	
DS									
4	3	3	9					1350	
5	2	3	6					900	
6	4	3	12					1800	
7	3	3	9					1350	
8	3	3	9					1350	
9	3	3	9					1350	
10	3	3	9					1350	
11	4	3	12					1800	
12	5	1	5	2	10			1850	
13	5	1	5	2	10			1850	
14	5	1	5	2	10			1850	
15	5	1	5	2	10			1850	

## CHARGE CALCULATION

\*\*\*\*\*

Top Gallery-2

Cap No.	Number of Hole	Amount of Charge						Total	Remarks
		Slurry(kovex) K-100		F-1		F-2			
		per hole	sub-total	per hole	sub-total	per hole	sub-total		
DS	hole	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	g	Kovex K-100 =φ28mm
16	5	1	5	2	10			1850	
17	2	3.5	7					1050	
18	2	3.5	7					1050	
空孔 (Empty hole)	3	-	-	-	-			-	
Total	holes 77+3		pcs 194.5		pcs 50		-	g 34.675	Specific charge 34.675kg ÷ (18.8707m <sup>2</sup> ×1.2m) =1.532kg /m <sup>3</sup>
Unit Weight	-	φ28mm× 220mm	g /pc 150	φ17mm ×455mm	g /pc 110		-	-	
Total charge	holes 80		kg 29.175		kg 5.5		-	kg 34.675	

## CHARGE CALCULATION

\*\*\*\*\*

Bench

Cap No.	Number of Hole	Amount of Charge						Total	Remarks
		Slurry(kovex) K-100		F-1		F-2			
		per hole	sub-total	per hole	sub-total	per hole	sub-total		
DS	hole	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	pcs	g	Kovex K-100 =φ28mm
1	3	3	9					1350	
2	2	3	6					900	
3	3	3	9					1350	
4	2	3	6					900	
5	3	3	9					1350	
6	3	3	9					1350	
7	3	1	3	2	6			1110	
8	3	1	3	2	6			1110	
9	3	1	3	2	6			1110	
10	3	1	3	2	6			1110	
11	2	3.5	7					1050	
12	3	3.5	10.5					1575	
13	3	3.5	10.5					1575	
14	2	3.5	7					1050	
15	2	3.5	7					1050	
Total	holes		pcs		pcs		-	g	Specific charge 17.94kg ÷ (13.1288m <sup>2</sup> ×1.2m) =1.139kg /m <sup>3</sup>
	40		102		24			17.940	
Unit Weight	-	φ28mm× 220mm	g / pc 150	φ17mm ×455mm	g / pc 110		-	-	
Total charge	holes		kg		kg		-	kg	
	40		15.3		2.64			17.94	