

노천발파 표준공법의 설계 예시

두준기¹⁾

1. 서 언

암발파 설계 및 시험발파 지침의 표준발파공법에 대한 패턴별 특성은 발파규모와 거리별 지발당장약량에 의해 Type I, II, III, IV, V, VI으로 구분하여 발파하도록 설계 지침이 만들어 졌다. 표준발파공법에 대한 패턴이 각각의 발파패턴 영역에 대하여 1개의 Type으로 규정되어 있어서 적용거리가 넓은 경우에는 단일 발파패턴으로 모든 영역을 발파해야 하는 문제점을 안고 있다. 새로운 암발파 설계 및 시험발파지침에서는 적용영역이 넓은 발파구간에 대하여는 발파패턴을 차별화하여 1~3개의 발파패턴을 제시하였다.

2. 본 론

표준발파공법에 대한 발파패턴은 표준발파공법 및 진동규제기준에 의하여 적용되는 이격거리를 산출하여 영역을 아래의 [표 1]과 같이 구분하고 각각의 발파패턴에 대하여 [표 2]와 같이 Type별 표준발파패턴의 설계기준을 발파진동의 허용기준 이내에서 능률적이고 안전한 발파작업이 이루어지도록 지발당장약량에 대한 기준을 상한과 하한을 구분하여 차별화된 발파패턴을 설계하도록 제시하였다.

기존의 암발파 설계지침(안)에서 Type I(저진동 굴착공법)의 지발당장약량이 0.18 kg, Type II(정밀진동제어발파공법)은 지발당장약량이 0.32 kg, Type III(소규모진동제어발파공법)은 지발당장약량이 1.0 kg, Type IV(중규모진동제어발파공법)은 지발당장약량이 2.0 kg, Type V(일반발파공법)은 지발당장약량이 5.0 kg, Type VI(대규모발파공법)은 지발당장약량이 20.0 kg으로 규정하고 각각의 Type에 대하여 단일 발파패턴을 제시하여 작업현장에서 발파진동의 허용기준 이내로 낮게 발생되어도 설계도에 제시된 발파패턴이 단일패턴으로 작성되어 비능률적인 작업이 이루어졌던 문제점이 있다.

1) 휴먼테크 기술사사무소 대표

두준기

[표 1] 표준발파공법 및 진동규제기준별 적용되는 이격거리(m)

단위 : cm/s								
TYPE	발파공법	V=0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	5.0	비고
I	저진동굴착공법	50m까지	30m까지	25m까지	15m까지		-	
II	정밀진동제어발파	51~80	31~50	26~40	16~30	20m까지	-	
III	진동제어(소규모)	81~150	51~90	41~70	31~50	21~30	10m까지	
IV	진동제어(중규모)	151~250	91~160	71~130	51~90	31~60	11~20	
V	일반발파	251~300	161~290	131~220	91~160	61~100	21~30	
VI	대규모발파	-	291m이상	221m이상	161m이상	101m이상	31m이상	

[표 2] 표준발파공법 패턴별 특성

Type	명칭	설계 지발당 장약량 (kg/delay)	발파제원 (m)	천공경 (m/m)	공당 파쇄량 (m ³ /공)	사용폭약
I	저진동 굴착공법	0.18(0.24 미만)	0.7×0.7×1.5	φ51이내	0.637 이내	미진동파쇄기 등
II	정밀진동제어 발파공법	0.32(0.25~0.66)	0.8×0.8×2.0	φ51이내	1.28	에멜전 폭약 등 (φ25 ~ 32mm)
III	진동제어(소규모) 발파공법	1.0(0.67~1.59)	1.0×1.2×2.7	φ51이내	2.88	" (φ32mm)
IV	진동제어(중규모) 발파공법	2.0(1.60~3.59)	1.4×1.6×3.2	φ76	5.824	" (φ50mm)
V	일반발파	5.0(3.60~12.59)	1.7×1.9×5.7	φ76	15.5	" (φ50mm)
VI	대규모발파	20.0(12.60 이상)	2.2×2.5×11.5	φ76 이상	55.0	주폭약 : ANFO, 기폭약 : 에멜전 폭약

※ 공당 파쇄량은 평균값임.

【주】

1. 설계 지발당 장약량 기준은 설계 발파진동추정식 $V=K(D/W^b)^n$ 에 의한 “거리~지발당 장약량” 조건 표 기준임. (진동상수 $K = 200$, $n = -1.6$, $b = 1/2$)
2. 발파대상 암반의 강도 및 지형특성 등에 따라 설계지발당 장약량과 발파제원 등은 변동될 수 있음
3. 미진동파쇄기와 유압잭 및 브레이커 파쇄공법 등은 진동전파 특성에 따라 일반폭약과는 상이하므로 시험시공에 의해 지발당장약량과 천공패턴 등의 굴착방법을 설정할 것
4. 장소가 협소하거나 현장여건상 크롤러드릴의 사용이 곤란한 장소에서는 착암기를 사용한 발파 공법을 적용할 수 있음.

새로운 암발파 설계지침에서 제시하는 표준발파공법의 적용 설계 기준은 이러한 문제점을 해결하기 위하여 적용 가능한 이격거리별로 각각의 Type별 표준발파패턴에 대하여 지발당 장약량의 범위 이내에서 발파패턴을 1~3개의 패턴으로 세분화하여 설계도를 작성하여 안전하면서도 작업능률을 향상시킬 수 있는 발파패턴을 제시하였다.

Type I(저진동굴착공법)은 Type II(정밀진동제어발파공법)과 경계를 이루는 선 이하에서 적용이 가능한 지발당장약량으로 암굴착 작업이 이루어지도록 암굴착 패턴을 정리하였고 Type II(정밀진동제어발파공법)은 Type I(저진동굴착공법)과 Type III(소규모진동제어발파공법)의 경계를 이루는 선 이내에서 안전하고 능률적인 발파작업이 이루어지도록 0.3125 kg/지발과 0.625 kg/지발의 2개의 발파패턴을 설계하였고 Type III(소규모진동제어발파공법)은 Type II(정밀진동제어발파공법)와 Type VI(대규모발파공법)의 경계를 이루는 선 이내에서 안전하고 능률적인 발파작업이 이루어지도록 1.0 kg/지발과 2.0 kg/지발의 2개의 발파패턴을 설계하였으며 Type VI(대규모발파공법)은 Type III(소규모진동제어발파공법)과 Type V(일반발파공법)의 경계를 이루는 선 이내에서 안전하고 능률적인 발파작업이 이루어지도록 2.0 kg/지발과 3.5 kg/지발의 2개의 발파패턴을 설계하였고 Type V(일반발파공법)은 Type VI(대규모발파공법)과 Type VI(대규모발파공법)의 경계를 이루는 선 이내에서 안전하고 능률적인 발파작업이 이루어지도록 6.5 kg/지발과 9.5 kg/지발과 9.5 kg/지발의 3개의 발파패턴으로 설계하도록 제시하였고 Type VI(대규모발파공법)은 비교적 발파진동의 허용기준과 무관한 발파작업이 대부분이므로 발파진동허용기준이내에서 작업현장의 여건에 맞추어 발파작업을 할 수 있도록 별도의 발파패턴을 제시하지 않았다.

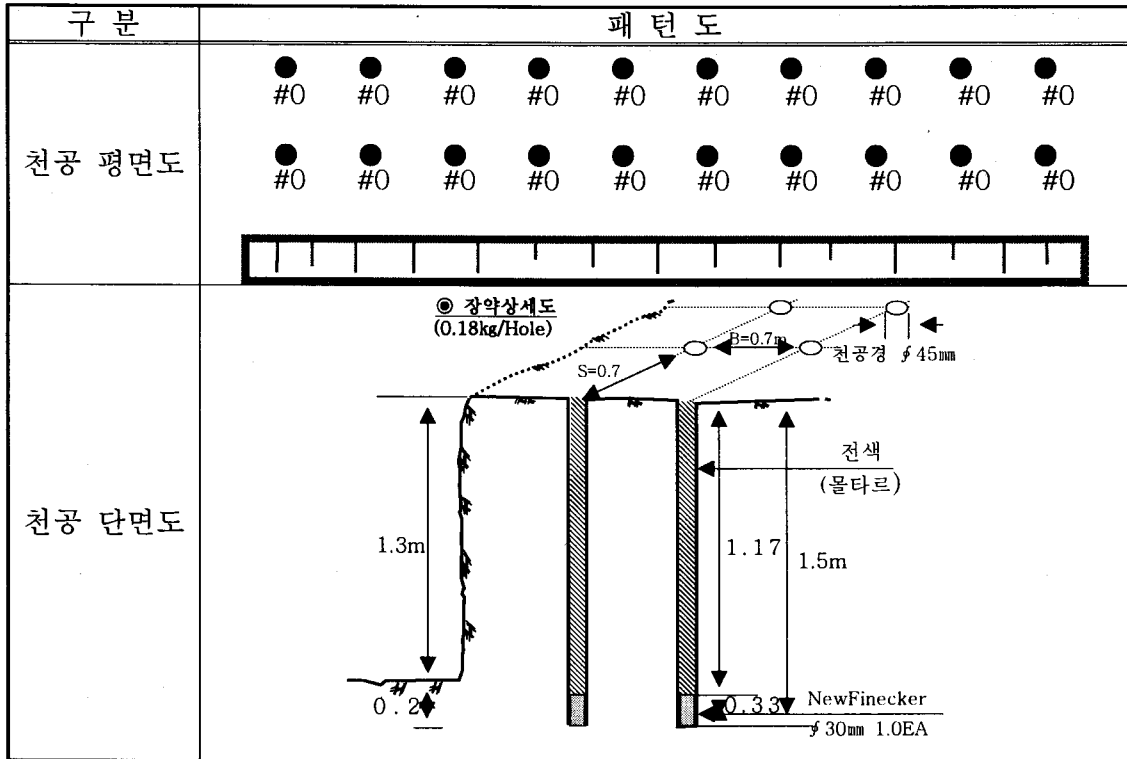
각각의 발파공법에 대한 공사비는 현행 암발파 설계 및 시험발파 잠정지침(안)의 품셈을 적용하여 산출한다.

각각의 발파공법에 대한 발파패턴은 [그림 1]과 같다.

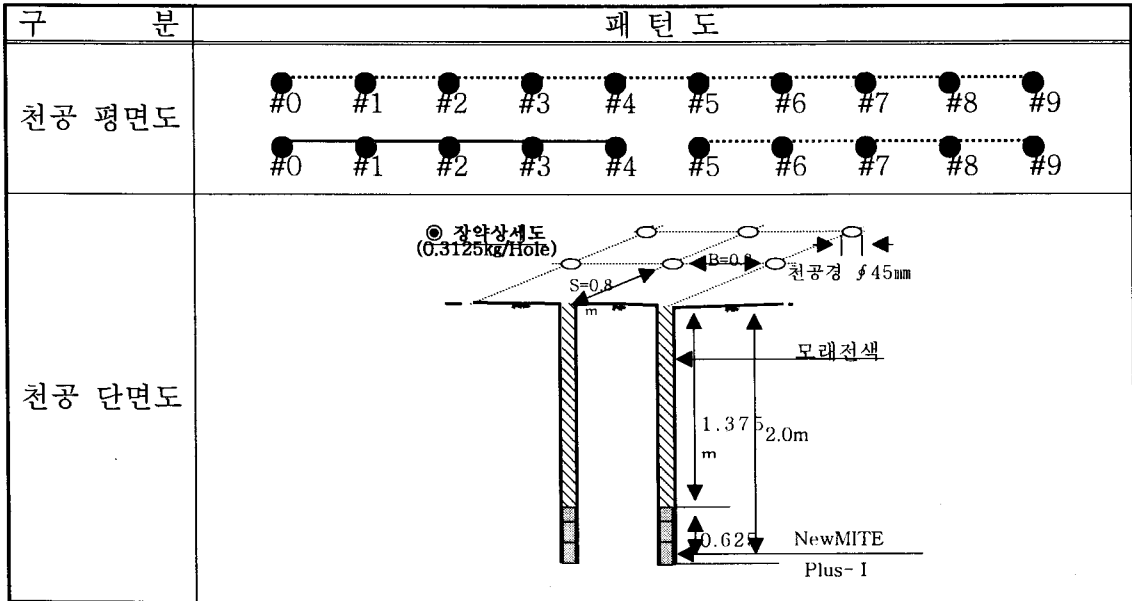
두준기

[그림 1] 표준발파공법 설계 패턴도

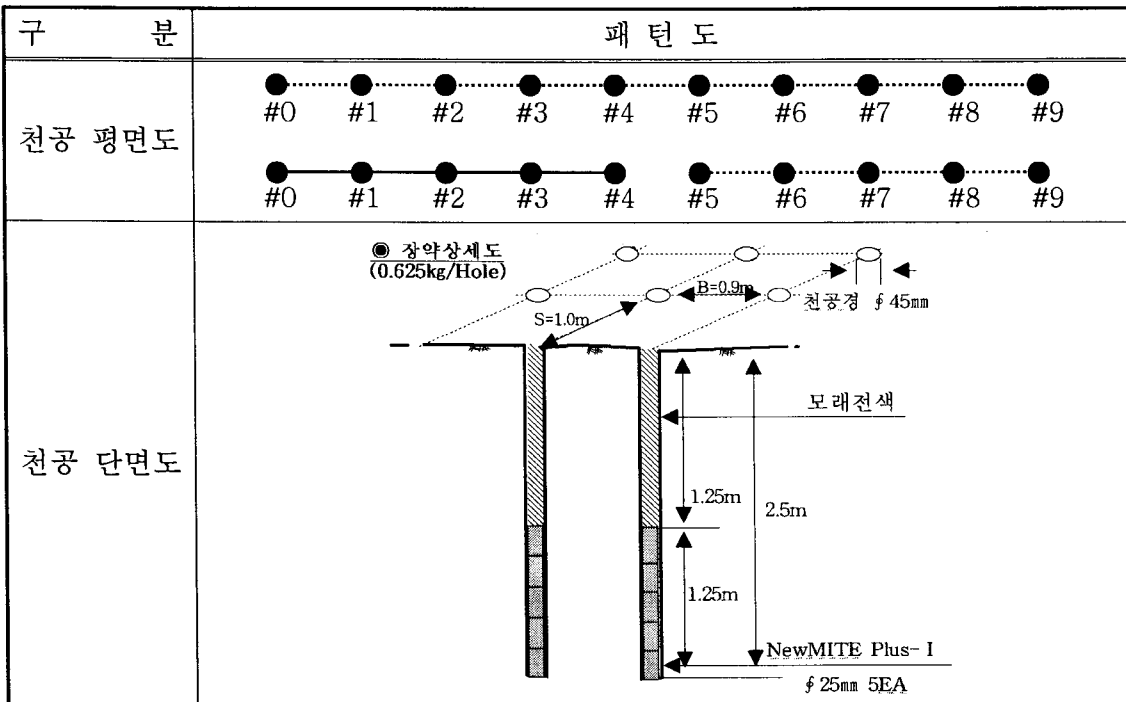
가. TYPE I : 저진동굴착공법 패턴도



나. TYPE II-1 정밀진동제어발파공법 패턴도(1)

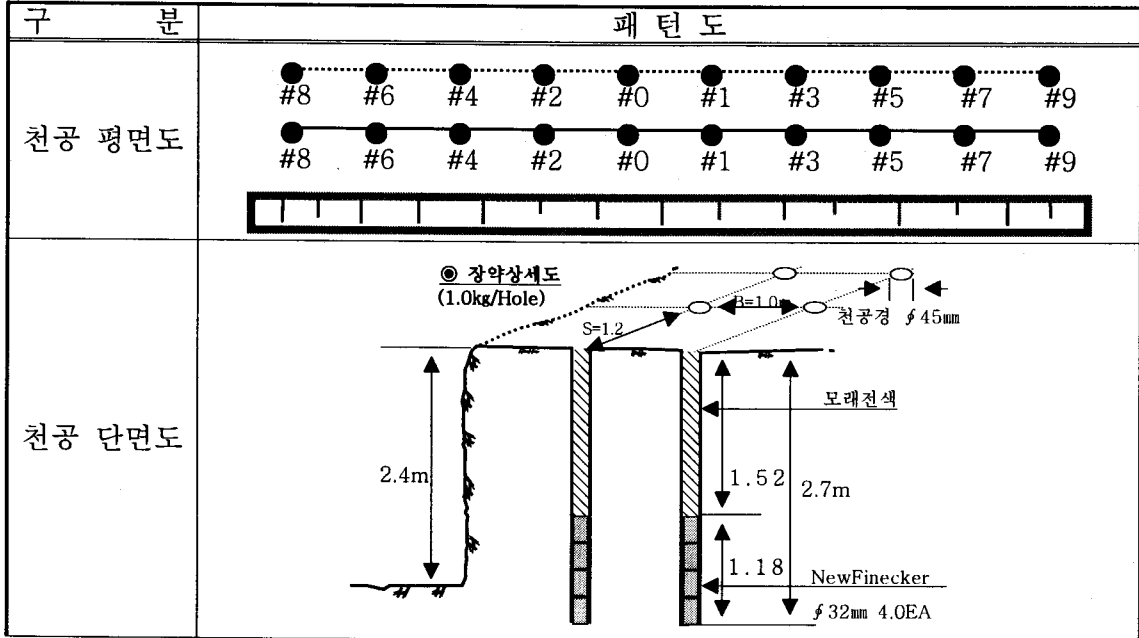


다. TYPE II-2 : 정밀진동제어 발파공법 패턴도(2)

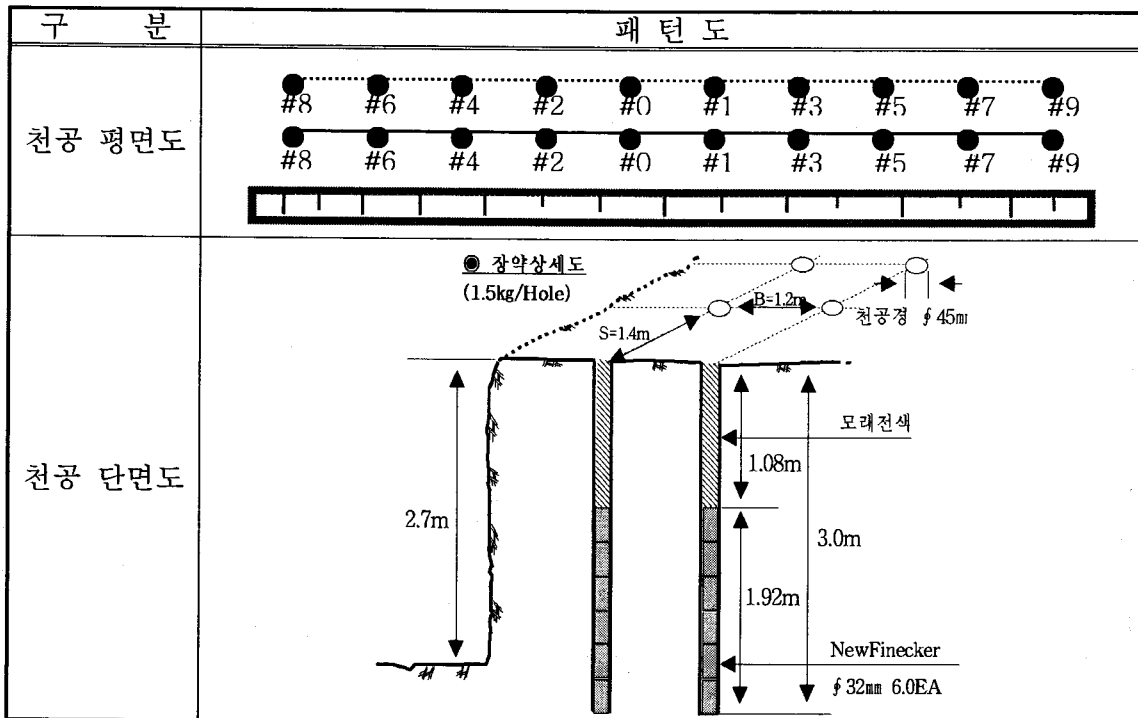


두준기

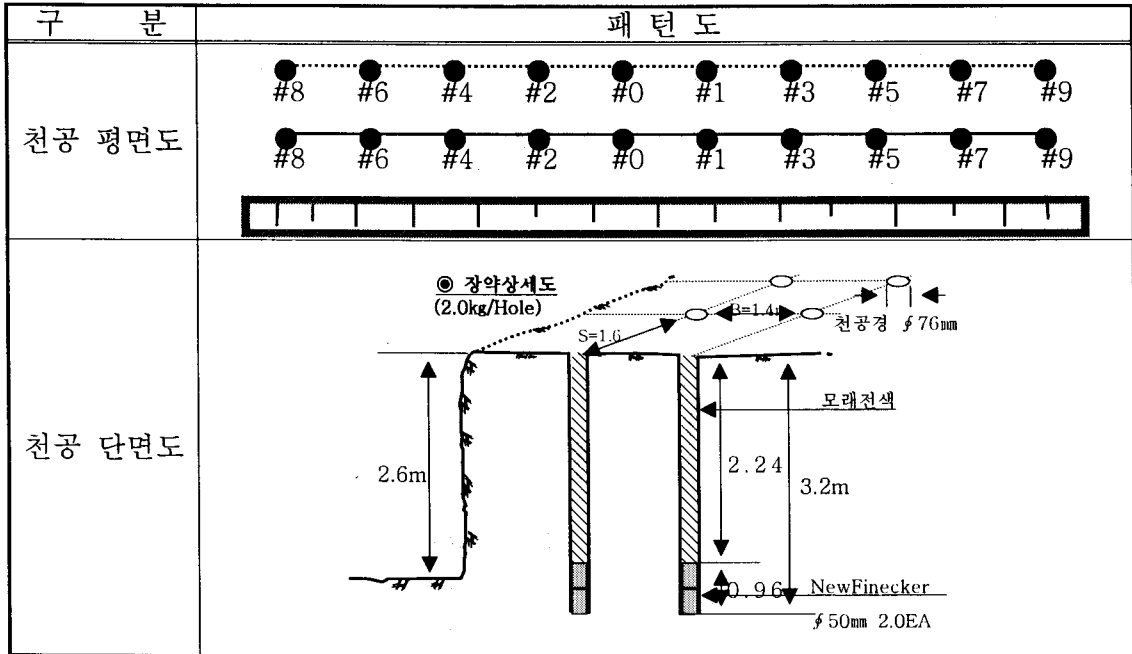
라. TYPE III-1 : 진동제어(소규모) 발파공법 패턴도(1)



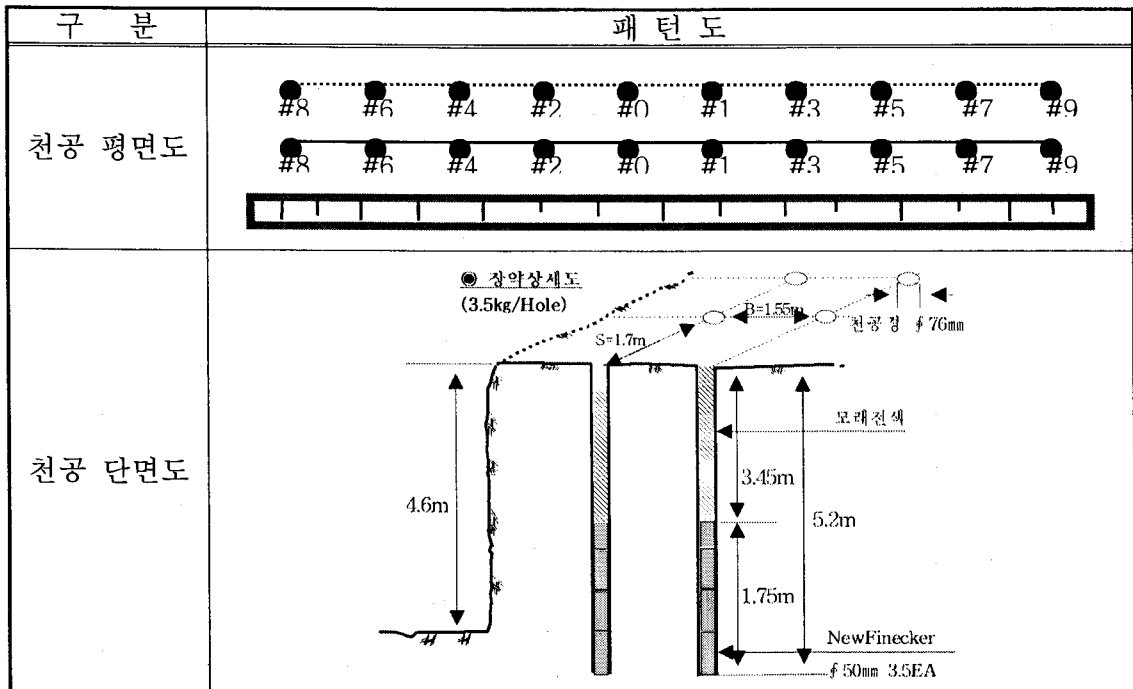
마. TYPE III-2 : 진동제어(소규모) 발파공법 패턴도(2)



바. TYPE IV-1 : 진동제어(중규모) 발파공법 패턴도(1)

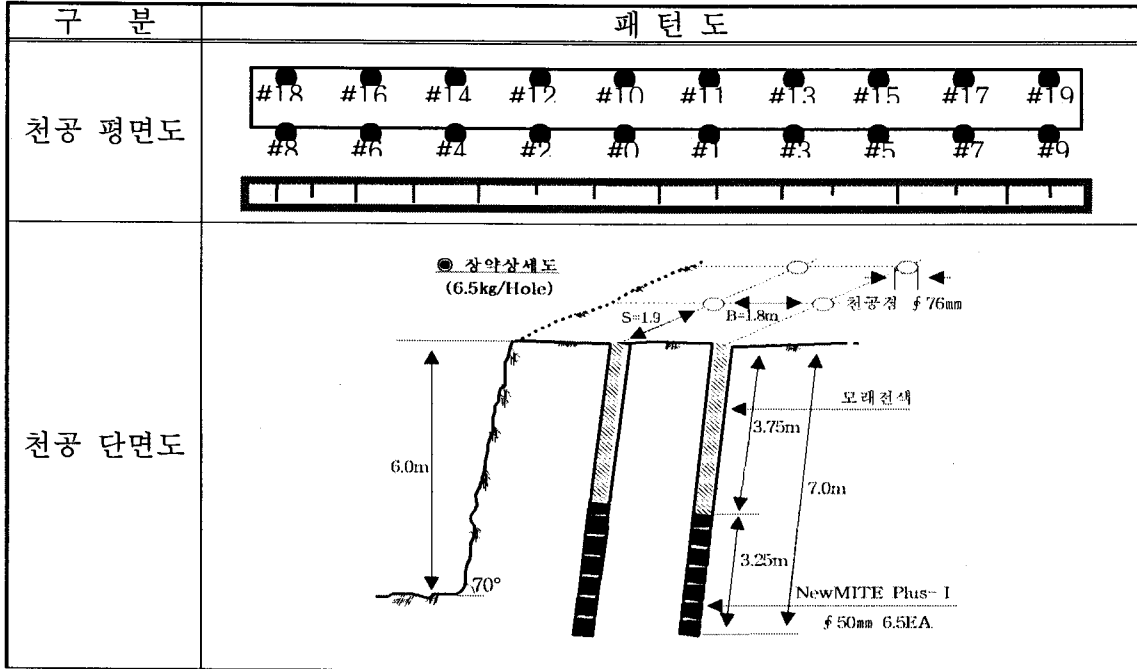


사. TYPE IV-2 : 진동제어(중규모) 발파공법 패턴도(2)

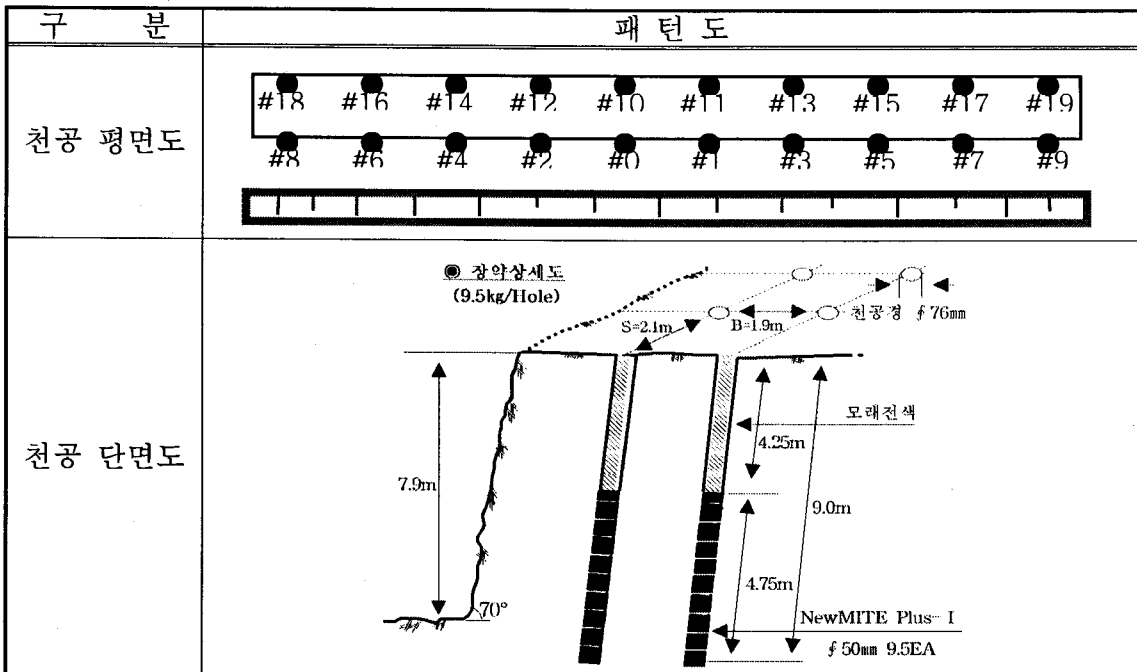


두준기

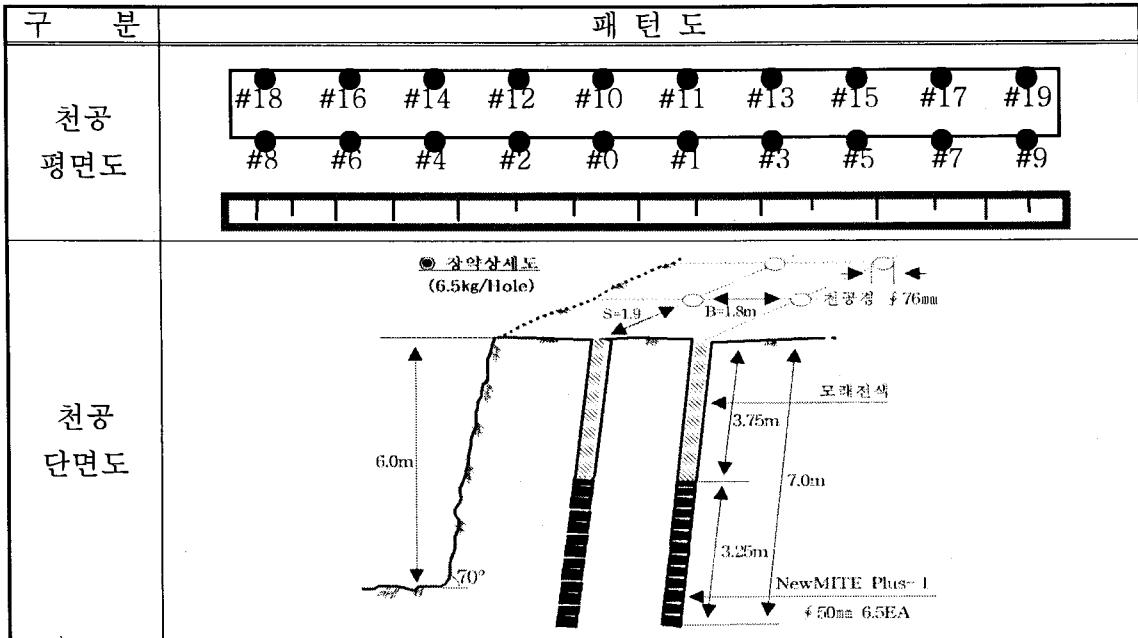
아. TYPE V-1 : 일반발파 공법 패턴도(1)



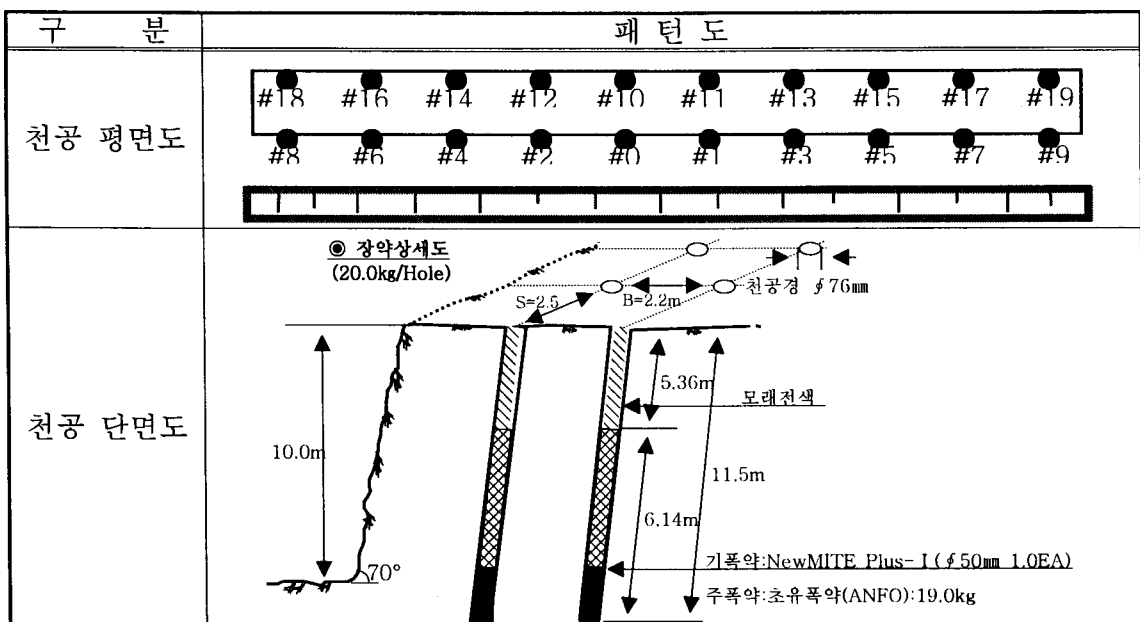
자. TYPE V-2 : 일반발파 공법 패턴도(2)



차. TYPE V-3 : 일반발파 공법 패턴도(3)



카. TYPE VI : 대규모 발파공법 패턴도



두준기

3. 결론

암발파 설계 및 시험발파 지침의 표준발파공법에서 발파진동허용기준 0.3 cm/s를 기준할 때 각각의 발파공법에 대한 적용영역은 Type II는 15 m, Type III는 30 m, Type IV는 60 m, Type V는 90 m로 서로 상이하므로 각각의 영역특성에 맞는 발파패턴을 설계하여 암발파 작업을 시행하면 안전하면서도 경제적인 발파작업이 가능하게 된다.