

## 암발파 설계 및 시험발파 지침 개정안

양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표<sup>1)</sup>

### I. 제정 목적 및 적용 기준

#### 1. 목적

이 지침은 도로건설공사의 암발파로 인하여 발생하는 진동·발파소음으로 인한 민원발생을 사전에 예방하고, 현장 여건에 적합한 경제적인 발파공법을 적용함으로써 예산을 절감하기 위하여 암발파 설계 및 시험발파, 시공 등에 관한 사항을 정함을 목적으로 한다.

#### 2. 적용 기준

1) 이 지침은 지방국토관리청에서 시행하는 일반국도 건설공사구간중 노천에서 시행하는 암발파 설계 및 시공에 적용한다.

2) 이 지침은 발파진동에 의하여 발파공법을 제시한 것으로, 발파영향권내에 발파소음에 민감한 인체나 가축 또는 이와 관련된 시설이 포함된 경우에는 별도의 발파공법을 적용할 수 있다.

3) 이 지침은 2003년도의 잠정치침 발표 이후 현재까지의 발파자료를 이용하여 발파진동 추정식을 구하고 불분명한 분류에 대해 재정의하는 등 현장적용상의 미비점을 보완하여 확정한 지침이다.

#### 3. 경과 조치

이 지침은 2007년 설계중인 사업부터 적용하는 것을 원칙으로 하고, 기존의 잠정치침을 적용한 구간은 발주청장이 현장여건 등을 고려하여 새 지침으로 적용할 수 있다.

---

1) 대한화약발파공학회

## II. 암발파 설계

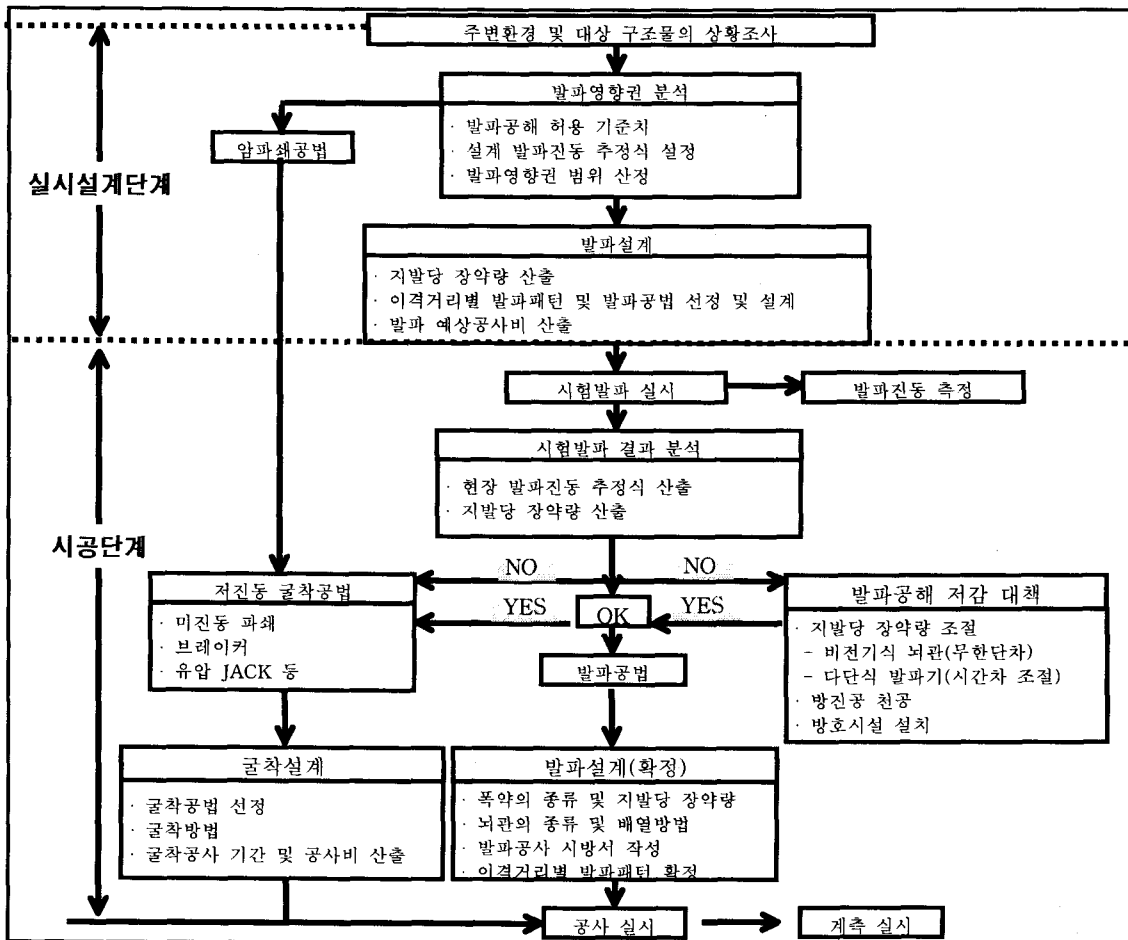
### 1. 개요

현행 발파설계 시 발파원과 보안물건 간의 이격거리로만 구분하여 적용하던 암발파공법을 지발당 장약량 등을 기준으로 하여 6가지 Type으로 표준화하고, 보안물건의 허용진동기준과 이격거리에 따라 『거리~지발당장약량 조건표』에 의거 설계자가 쉽게 현지에 맞는 적정 발파공법을 선정할 수 있도록 한다.

도로공사에서 불가피하게 수행되는 발파의 영향으로 진동, 발파소음 등 민원이 발생하고 있는 점을 감안하여, 환경파해를 저감시키고 효율적인 설계 및 공사추진을 도모함으로써 민원을 예방하고 예산을 절감할 수 있다.

발파공사 시행 전에는 반드시 시험발파를 통하여 발파진동추정식을 구하고, 시공성과 경제성 및 인근 보안물건의 안전성 등을 종합적으로 검토하여 적정발파공법을 적용해야 한다.

### 2. 암발파 업무 흐름도



### 3. 발파공법 설계

- 현장조사를 거쳐 보안물건(가옥, 상가, 축사, APT 등)에 대한 허용 발파소음·진동 규제기준을 정한다.
- 이격거리는 발파원으로부터 보안물건까지의 사거리를 기준으로 측정하여 적용한다.
- 설계 발파진동추정식  $V = 200\left(\frac{D}{W^{1/2}}\right)^{-1.6}$ 을 이용한 「거리~지발당 장약량 조건표」를 참고하여 보안물건에 대한 발파진동 허용기준 및 이격거리에 맞는 지발당 장약량을 구하고, 이에 적합한 발파공법을 선정한다.
- 설계도에는 설계에 반영한 TYPE별 표준발파패턴을 첨부하고, 발파공법별 수량산출은 IV.수량산출기준을 참고하여 공법별로 각각 발파수량을 산출하고, 단가적용은 표준폼셈에 따라 계상한다.
- 발파공사 시행 전에는 반드시 설계에 적용된 표준발파패턴 및 공법을 기준으로 하여 시험발파를 시행하여야 하며, 그 결과에 따라 현지 암반별 발파진동추정식(K, n)을 구하여 발파설계를 수정·보완하여 변경한다.
- 시험발파 적용대상은 보안물건에 발파의 영향이 미친다고 판단되는 모든 경우에 대하여 시험발파를 실시한다.
- 시험발파 횟수는 실시설계 단계와 시공단계 공히 도로공사연장 4 km마다 1회 정도를 설계에 반영하되 현장조건과 암반 특성이 다른 경우 횟수를 늘릴 수 있다.

### 4. 설계 발파진동추정식(설계단계)

- 발파진동식은 시험발파 등을 통하여 결정되는 것이나 설계단계에서 이러한 절차수행에는 현실적으로 적용하기에 무리가 있으므로, 효율적인 설계추진을 위하여 진동예측을 위한 설계단계에서의 진동추정식 결정이 필요하다.
- 설계단계에서 예비검토를 위한 추정식은 아래와 같다.

$$v = 200\left(\frac{D}{\sqrt{W}}\right)^{-1.6} \dots\dots\dots \text{설계 발파진동추정식(설계단계)}$$

여기서,  $v$  : 진동속도 (cm/s cm/sec)

$D$  : 폭원으로부터 이격거리 (m)

$W$  : 지발당 최대장약량 (kg)

- 본 지침에서 제시한 상수는 국내 도로공사 현장의 실제측 자료로부터 구한  $K=200$ ,  $n=-1.6$  을 사용한다.

※ 상기 추정식은 일반적인 환경에서 예비검토를 위한 추정식으로 사용한다.

- 발파규모는 「발파소음·진동·비석 영향권」 분석에 의해 설정한다.


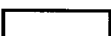




양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표

【거리~지발당 장약량 조건표】

단 위 : kg

적용공법	진동속도 이격거리(m)	0.1 cm/s	0.2 cm/s	0.3 cm/s	0.5 cm/s	1.0 cm/s	5.0 cm/s	적용공법
TYPE I 저진동 굴착공법	10						0.99	진동제어(소규모)
	20				0.22	0.53	3.98	진동제어(중규모)
	30			0.27	0.50	1.20	8.95	일반발파
	40		0.28	0.47	0.89	2.13	15.9	
	50		0.44	0.74	1.40	3.32	24.9	
TYPE II 정밀진동 제어발파	60	0.27	0.64	1.06	2.01	4.79	35.8	
	70	0.37	0.87	1.45	2.74	6.51	48.7	
	80	0.48	1.14	1.89	3.58	8.51	63.6	
TYPE III 진동제어 (소규모)	90	0.61	1.44	2.39	4.53	10.8	80.5	
	100	0.75	1.78	2.95	5.59	13.3	99.4	
	110	0.90	2.15	3.57	6.76	16.1	120	
	120	1.08	2.56	4.25	8.05	19.1	143	
	130	1.26	3.01	4.99	9.45	22.5	168	
	140	1.47	3.49	5.79	11.0	26.1	195	
	150	1.68	4.00	6.64	12.6	29.9	224	
TYPE IV 진동제어 (중규모)	160	1.91	4.55	7.56	14.3	34.0	254	
	170	2.16	5.14	8.53	16.2	38.4	287	
	180	2.42	5.76	9.56	18.1	43.1	322	
	190	2.70	6.42	10.7	20.2	48.0	359	
	200	2.99	7.11	11.8	22.4	53.2	398	
	210	3.30	7.84	13.0	24.7	58.6	438	
	220	3.62	8.61	14.3	27.1	64.4	481	
	230	3.96	9.41	15.6	29.6	70.3	526	
	240	4.31	10.2	17.0	32.2	76.6	573	
	250	4.67	11.1	18.4	34.9	83.1	621	
TYPE V 일반발파	260	5.05	12.0	20.0	37.8	89.9	672	
	270	5.45	13.0	21.5	40.8	96.9	725	
	280	5.86	13.9	23.1	43.8	104	779	
	290	6.29	15.0	24.8	47.0	112	836	
	300	6.73	16.0	26.6	50.3	120	895	

TYPE VI  
대규모발파

-  : 저진동굴착공법     
  : 정밀진동제어발파     
  : 진동제어발파(소규모)  
 : 진동제어발파(중규모)     
  : 일반발파     
  : 대규모발파

【주】

1. 위 발파공법별 적용거리 기준 및 지발당 장약량은 설계발파진동추정식  $v = 200(D/\sqrt{W})^{-1.6}$ 에 의하여 설정한 것으로, 발파 대상 현장의 암반특성 및 관리 대상 보안물건의 특성에 따라 증·감될 수 있다.
2. 발파소음의 제어는 지반진동보다 훨씬 어려우므로 만약, 발파소음에 민감한 가축 사육시설 또는 요양원, 종교시설 등이 근접한 경우에는 별도 적용할 수 있다.
3. TYPE별 공법 설계는 상기기준에 맞게 하되 현장여건에 따라 조정할 수 있다.
4. 발파진동은 보안물건의 노후도나 상태, 암반상태, 진동주파수 등에 따라 달라지므로, 설계자 및 발파자는 보안물건상태, 현장조건과 관련법규 등을 검토하여 발파진동 허용기준치를 설정하고 이에 대한 이격거리별 지발당장약량을 산정하여야 한다.

5. 발파공법 분류 기준

(1) 표준발파공법별 분류 기준

※ 천공 깊이, 최소저항선, 천공간격 치수 등은 평균적으로 제시한 수치이며, 공사시행 전에는 시험발파에 따라 현장별로 검토·적용할 것.

(2) 표준발파공법 패턴별 특성

Type	명 칭	설계 지발당 장약량 (kg/delay)	발파제원 (m)	천공경 (m/m)	공당파쇄량 (m <sup>3</sup> /공)	사용폭약
I	저진동 굴착공법	0.18	0.7×0.7×1.5	φ51이내	0.637 이내	미진동파쇄기 등
II	정밀진동제어발파공법	0.32	0.8×0.8×2.0	φ51이내	1.28	에멀전 폭약 등 (φ25~32mm)
III	진동제어(소규모) 발파공법	1.0	1.0×1.2×2.7	φ51이내	2.88	" (φ32mm)
IV	진동제어(중규모) 발파공법	2.0	1.4×1.6×3.2	φ76	5.824	" (φ50mm)
V	일반발파	5.0	1.7×1.9×5.7	φ76	15.5	" (φ50mm)
VI	대규모발파	20.0	2.2×2.5×11.5	φ76 이상	55.0	주폭약 : ANFO, 기폭약 : 에멀전 폭약

※ 공당파쇄량은 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 강도나 지형특성 등에 따라 설계지발당 장약량과 발파제원이 변동될 수 있음
3. 미진동파쇄기와 유압재 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 발파공법을 적용할 수 있음.

양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표

구 분	특수발파 또는 대체공법	제 한 발 파			무제한 발파	
	TYPE I 저진동굴착공법	TYPE II 정밀진동제어발파	TYPE III·IV 진동제어발파	TYPE V 일반발파	TYPE VI 대규모 발파	
공법개요	보안물건 주변에서 제2type 공법이내로 진동을 저감시킬 수 있는 공법. 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	소량의 폭약으로 암반에 균열을 발생시킨 후, 대형 브레이커에 의한 2차 파쇄를 실시하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 존재하는 경우 "시험발파" 결과에 의해 발파설계를 실시하여 규제기준을 준수할 수 있는 공법	1공당 최대 장약량이 발파규제기준을 충족시킬 수 있을 만큼 보안물건과 이격된 영역에 대해 적용하는 공법	발파영향권 내에 보안물건이 전혀 존재하지 않는 산간 오지에서 발파효율만을 고려하는 공법	
주 사용폭약 또는 화공품	미진동파쇄기 등	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약	주폭약 : 초유폭약 기폭약 : 에멀전	
천공직경	-	φ 51mm 이내	소규모 φ 51mm 이내	중규모 φ 76mm m	φ 76mm	φ 76mm 이상
천공장비	공기압축기식 크로울러 드릴 또는 유압식 크로울러 드릴 선택 사용					
◆발파패턴◆	저진동 굴착공법	정밀진동제어발파	진동제어발파		일반발파	대규모 발파
천공깊이(m)		2.0	2.7	3.2	5.7	11.5
최소저항선(m)		0.8	1.0	1.4	1.7	2.2
천공간격(m)		0.8	1.20	1.6	1.9	2.5
파쇄 정도	균열만 발생 (보통압 이하)	파쇄 + 균열	파쇄 + 균열		파쇄 + 대피	파쇄 + 대피
계측관리	필수	필수	필수		선택	불필요
발파 보호공	필수	필수	필수		불필요	불필요
2차 파쇄	대형브레이커 적용.	대형브레이커 적용.	-		-	-

(3) 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	

III 시험발파 및 시공

시공회사는 설계도서를 검토하고 발파영향권내 보안물건 등을 조사하여 시험발파, 본 발파, 계측관리계획을 수립하여 시행한다.

1. 발파 전 사전 조사

발파영향권 검토를 위하여 발파현장에 대한 현황 조사와는 별도로 시공사에서는 민원방지를 위해 다음과 같이 조치한다.

일반적으로 건축물이나 기타 시설물에 발생하는 균열은 지반침하, 습도의 변화 및 온도변화 등 여러 가지 요인에 의해 자연적으로 발생되고 있다. 그러나 발파작업이 인근에서 진행될 때 추가로 발생하는 균열이 진동으로 인한 피해인지의 여부를 판정하기에는 어려움이 있고, 많은 시간이 소요되며 민원 발생 시 공사 지연 등 막대한 피해가 예상된다.

따라서, 설명회 개최 등 주민들에 대한 홍보를 실시하고, 발파진동에 따른 피해여부를 파악하기 위해 주민들과 충분한 대화를 바탕으로 주민, 시설물소유자, 감독관 입회하에 사전조사를 실시한다.

발파 착수 전 주변 보안물건에 대해 건물현황과 균열상황을 파악하여 발파진동이 미칠 수 있는 현황을 조사하고, 발파영향권 내에 있는 주요 시설물의 균열 상태를 사진과 비디오로 촬영하여 추후 민원 발생 시 피해여부를 판단할 수 있는 근거자료로 확보하는 것이 바람직하다.

양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표

1) 조사 내용

- (1) 건물의 구조형태, 노후정도, 균열발달 상태
- (2) 대표적 균열상태의 정량적 측정
- (3) 건물의 지반상태
- (4) 건물의 시설물 현황 등
- (5) 가축의 현황 및 축종 파악

2) 조사 방법

- (1) 발파영향권 내에 있는 주변 보안물건에 대해 건물현황과 균열 발달 상태 및 측정 결과치를 비디오와 카메라로 촬영하여 차후 민원 발생 시 피해여부를 판단할 수 있는 증거자료로 활용한다
- (2) 조사 시 날짜 등을 명시하기 위해 날짜가 기록된 간행물과 조사지역 현장에 시계와 달력 및 TV, 라디오를 켜서 비디오에 삽입시킨다.

2. 시험발파

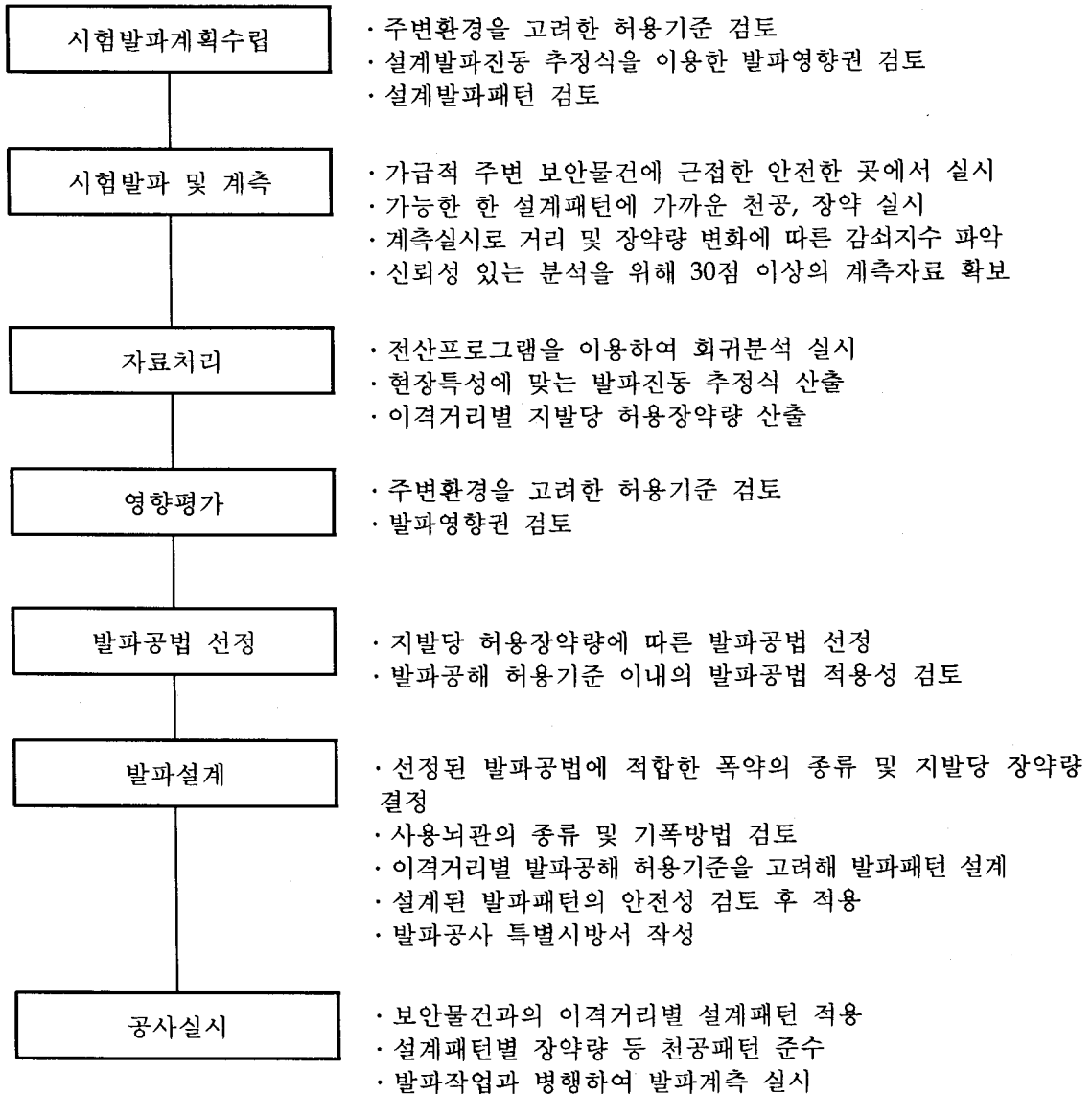
시험발파는 현장조건 및 암반특성에 따라 발파횟수와 시험발파 장소를 정하여 시행한다.

1) 시험발파의 목적

실시 설계한 발파공법을 적용하여 현장의 지반조건 및 지형적 특성에 맞는 현장 발파 진동 추정식을 산출하는데 목적이 있으며, 이를 근거로 이격거리별 지발당 허용장약량을 산출하여 발파공법 적용구간 설정 및 발파패턴을 설계하는 자료로 활용한다.



2) 시험발파 세부 절차



### 3) 시험발파 방법

시험발파는 발파공사에 대한 중요도 및 위험요인을 감안하여 엔지니어링기술진흥법에 의한 용역업체(화약류관리) 또는 기술사법에 의한 화약류관리 기술사사무소 등 발파전문 기관에 의뢰하여 실시하고, 발파진동과 발파소음에 대한 예측결과는 화약류관리 전문기술자에 의해 검토와 검증절차를 거쳐 객관적인 자료를 유지한다.

시험발파 설계패턴이 자료와 경험에 의한 추정으로 설계되기 때문에 시험발파 위치는 위험을 피하기 위하여 가급적 보안물건과 근접된 지점을 선택하되 각종 시설물에 피해가 미치지 않는 범위 내에서 가능한 한 실시설계에 가까운 규모로 한다.

또한, 시험발파시 신뢰성을 확보하기 위해 공사관계자(발주청, 시공회사, 감리단), 관할 경찰관과 발파영향권내 시설물소유자 또는 주민 입회하에 합동으로 실시함을 원칙으로 한다.

발파진동의 크기는 궁극적으로 발파조건에 좌우되며, 발파조건은 주요 요소로는 다음과 같다.

- ① 사용 화약류의 종류 및 특성
- ② 지발당 장약량
- ③ 기폭 방법 및 너관의 종류
- ④ 폭원과 보안물건(측점)과의 거리
- ⑤ 전색상태와 장전밀도
- ⑥ 자유면의 수
- ⑦ 전파경로와 지반상태(지형, 암질, 지하수상태)

발파진동을 예측할 수 있는 일반적인 발파진동공식은 다음과 같이 사용된다.

$$v = K \left( \frac{D}{W^b} \right)^n \quad \text{--- (식 1)}$$

여기서, V : 진동속도(cm/s)

D : 폭원으로부터의 거리 (m)

W : 지발당 장약량 (kg)

K : 발파진동 상수

b : 장약지수

n : 감쇠지수

이 식에서 K, n 은 정량적으로 평가할 수 없는 인자에 의한 영향을 대표하는 값으로서 지질조건, 발파방법, 화약류의 종류에 따라 변화되므로, 시험발파에 의한 예측결과를 분석하여 그 현장에 적합한 발파진동 추정식을 구하는 것이다.

지발당 장약량을 고정시키고 예측점을 달리하여 측정함으로써 거리에 따른 감쇠지수를

파악한다. 즉, 계측기 5 대 이상을 일정한 건축물이나 시설물에 대해 일직선상으로 거리를 달리하여 설치하고, 30측점 이상의 계측 결과치를 얻어 분석을 실시한다.

또한, 거리를 고정시키고 지발당 장약량을 달리하여 측정함으로써 장약량 변화에 따른 발파진동상수와 장약지수 등을 파악하도록 한다.

암발파의 경우는 발파진동 지속시간과 발파 소음의 전파성향을 파악하기 위하여, 동시발파 공수(보통 5~20공 정도)를 달리하고 뇌관의 기폭단차도 달리하여 실시한다.

이는 지속시간에 따른 인체의 반응이 현저하게 다르게 나타나므로, 이에 따른 분석으로 각종 민원을 예방하기 위함이다.

#### 4) 시험발파 결과분석

##### ① 분석방법

측정된 결과치를 거리별, 장약량별로 정리한 후 식(1)에서 변수 b를 1/2과 1/3로 취하고,  $D/W^b$ 를 SD(Scaled distance)라 하면 식(2)와 같이 표현된다.

$$v = K(SD)^n \quad \text{-----} \quad \text{식(2)}$$

측정된 진동값에 대한 회귀분석(Regression analysis)을 실시하기 위해 대수눈금 그래프에 나타내면, 직선관계가 성립되어 K값과 n값이 최종적으로 결정되며, 당 현장에 적합한 진동 추정식을 얻게 된다.

이에 대한 결과치가 많으면 수계산이 복잡해지므로 정확도를 높이기 위해 회귀분석 전산 프로그램을 이용한다.

진동의 경우 벡터합 성분자료의 95%를 포함하는 진동추정식을 평가식으로 사용하며, 소음의 경우에도 측정자료의 95%를 포함하는 소음추정식을 평가식으로 사용한다.

##### ② 시험발파에 대한 결과 분석내용

- 발파진동 및 발파소음에 대한 회귀분석
- 발파진동 및 발파소음 전파 추정식 산출
- 발파진동 및 발파소음 허용기준치 적합성 여부
- 거리별 지발당 허용장약량 제시
- 공당장약량 및 시험발파 패턴의 적합성 여부
- 발파공해(발파소음, 진동, 비석 등)에 대한 저감대책

③ 발파진동 추정식의 설정을 위해서는 통계적 의미가 있는 수의 측정자료가 필요하며, 적어도 30점 이상의 자료를 측정하여 신뢰도를 높인다.

#### 5) 분석결과 검토 및 적용

① 시험발파 결과분석에 의해 발파진동 추정식을 얻게 되면 시험발파에 따른 발파설계

양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표

패턴의 적합성을 판단하고, 주변 건축물이나 시설물에 미치는 피해 영향 등을 검토하여 현장에 맞는 지발당 허용장약량을 구한다.

② 지발당 허용장약량을 기준으로 장비 및 작업효율 등을 감안하여 천공장, 천공경, 천공 간격, 저항선 등 발파패턴을 설계한다.

③ 발파이론과 경험에 입각해 발파공해 저감대책 및 발파작업시 제기된 문제점을 검토하여 현장에 가장 적합한 발파계획을 수립한다.

#### 6) 시험발파 보고서 수록내용

- 개요
- 시험발파의 목적
- 시험발파 위치도 및 주변현황
- 발파원 지역의 지질현황
- 발파진동·소음 허용기준치 검토·설정
- 시험발파 조건 및 방법
- 발파진동·소음 측정방법 및 결과
- 발파진동 추정식 도출
- 지발당 허용장약량 결정
- 발파패턴 설계
- 발파공해 저감대책 등

7) 시험발파 단계별 업무 분장

① 시공회사에서는 2개 이상 시험발파업체로부터 시험발파비에 대한 견적서와 시험발파 수행계획서 등을 받아 시험발파 업체를 선정된 후 감리단의 검토를 거쳐 발주청의 승인을 득하여야 한다.

② 감리단은 시공사에서 선정한 시험발파업체에 대하여 업무수행능력 등을 검토하여 적

단계별	발주청	시공회사	감리단	시험발파자	비 고
시험발파비용 반영(공사비)	○				<설계단계>
시험발파업체 선정		○			
시험발파업체 승인 요청 (시공회사→감리단, 발주청)		○	△	○	<시공단계> · 시험발파업체 선정자료 · 시험발파 계획서 · 비상주감리원 및 책임감리원 의견서
시험발파업체 승인 (발주청→감리단, 시공회사)	○		△		
시험발파 계약·시행		○		○	
시험발파 감리			○		· 발주청 입회
시험발파 결과분석 및 보고서작성		○	△	○	
시험발파 결과 승인요청 (시공회사→감리단, 발주청)		○	△		· 비상주감리원 및 책임감리원 의견서
시험발파결과 승인 (발주청, 감리단→시공회사)	○		△		

※○전담자, △보조자, 비상주감리원은 토질 및 기초기술사 또는 화약류관리 기술사

※시험발파업체 선정자료 :

- 업체조서(책임기술자경력, 사업수행실적, 계측장비 등 보유현황)
- 시험발파 수행계획서

※발주청이 시험발파비용을 설계서에 반영할 경우, 표준품셈 제정 전까지는 2개 이상 발파업체로부터 시험발파비용 견적서를 받아 최저가격을 설계서에 반영한다.  
합여부를 판단한다.

### 3. 시공 및 계측 관리

시공 및 계측관리는 시공회사의 책임 하에 시행하며 매 발파 시 계측을 실시하여 발파에 따른 주변 보안물건에 대한 피해 영향을 파악하고, 계측치를 분석하여 안전한 발파 작업을 시행하여야 한다.

실제 발파작업이 진행됨에 따라 암반의 지질적 특성 및 발파조건이 현장상황에 따라 변할 수 있으므로, 시험발파에 의해 설정된 발파진동 추정식을 계측 및 분석을 실시하여 필요한 경우 현지에 맞도록 발파방법을 변경시행하고, 공사비의 증감이 발생할 경우에는 사전에 발주청의 승인을 받도록 한다. 발주청은 발파 결과를 추후 정산처리하고 계측관리에 필요한 분석비용 등을 설계서에 반영한다.

### 4. 자료 수집

발주청은 시험발파 및 발파설계자료, 시공 시 계측 및 분석자료, 발파에 영향을 미치는 제 요인 계측자료 등을 보관(CD-ROM, 보고서 등)하여 추후 발파진동식 정립이나 동 지침(안) 등 개정작업에 활용토록 한다.

## IV 수량 산출기준

### 1. 일반 기준

1) 암발파 깎기부 비탈면 경사는 비탈면 안정검토 결과에 따라 적용하며(소규모인 경우는 리핑암 및 발파암별로 표준경사를 적용할 수 있음), 공사의 효율성과 민원발생 방지를 위하여 발파원에서부터 보안물건까지의 사거리 기준으로 산출한다.

2) 발파 진동 허용기준치와 각 보안물건과의 이격거리를 고려하여 발파공법을 선정하고, 공사 시행시 시험발파를 실시하여 발파진동상수 및 지발당 허용장약량을 결정한 후 지발당 허용장약량을 감안하여 발파공법의 적용구간을 조정·적용할 수 있다.

- 천공 제원
- 진동허용 기준치
- 지발당 허용 장약량
- 발파원에서 보안물건까지의 사거리
- 적용 발파공법 등

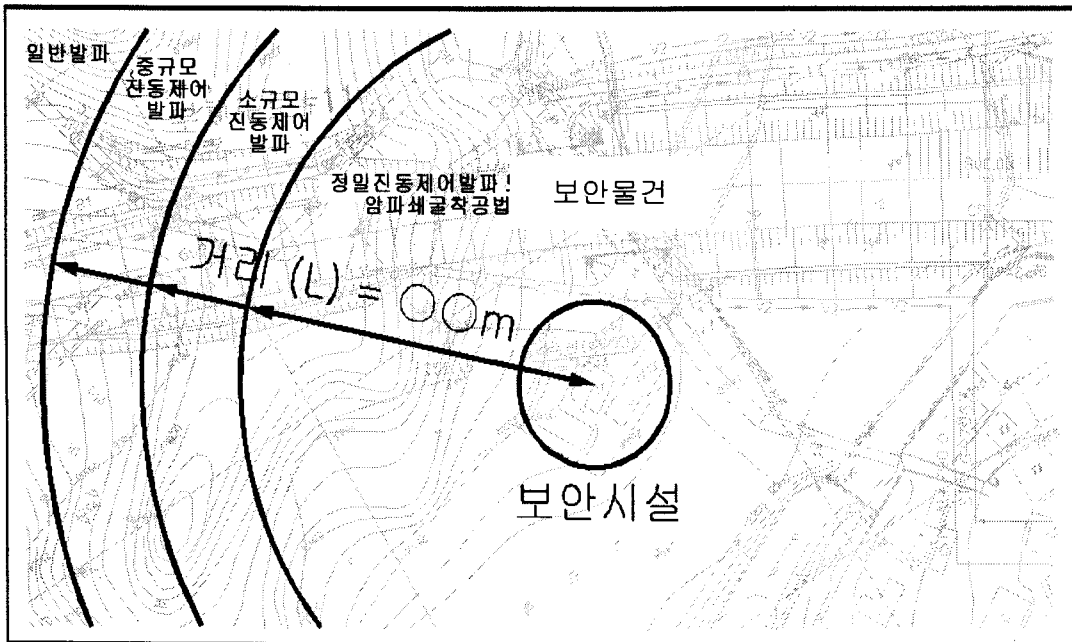
### 3) 표준발파 TYPE별 공법

- 저진동 굴착공법

- 정밀진동제어 발파공법
- 진동제어(소규모) 발파공법
- 진동제어(중규모) 발파공법
- 일반 발파공법
- 대규모 발파공법

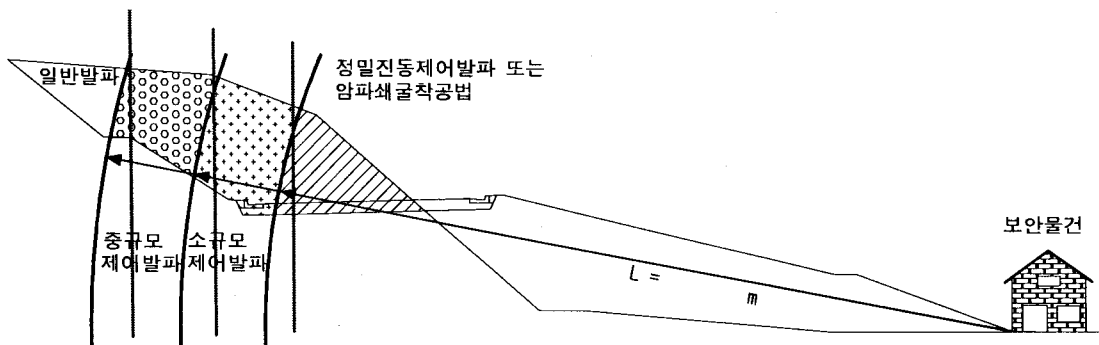
2. 평면도 및 횡단면도상 수량산출 방법("예")

1) 평면도상(○○~○○ 도로건설공사 STA.6+700지점 우측)



2) 횡단면도상

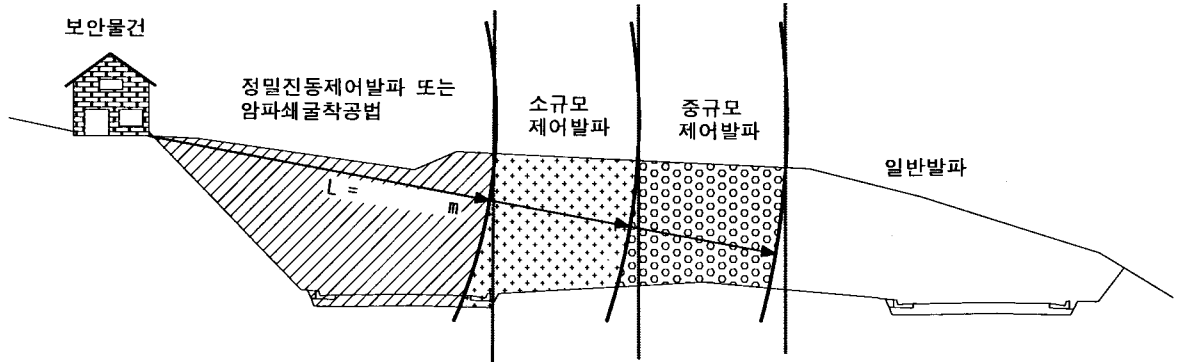
(1) 보안물건이 발파지역보다 낮은 경우



양형식, 강추원, 김남수, 두준기, 류창하, 안명석, 최병희, 홍기표

- ① 평면도상 발파공법별 기준에 따른 이격거리를 산출하여 횡단면도에 원호를 그린다.
- ② 원호와 굴착예정선의 교차점에서 세운 수선에 의하여 발파공법별 암발파량을 구분하여 수량을 산출한다.

(2) 보안물건이 발파지역보다 높은 경우



- ① 평면도상 발파공법별 기준에 따른 이격거리를 산출하여 횡단면도에 원호를 그린다.
- ② 원호와 지표선의 교차점으로부터 내린 수선에 의하여 발파공법별 암발파량을 구분하여 수량을 산출한다.

### 3. 유의 사항

1) 도로 건설공사의 발파공법은 보안물건으로부터 발파소음, 진동, 비석 등의 환경피해 및 민원발생의 원인이 되므로, 환경피해를 저감시킬 수 있도록 현지여건을 고려한 시공성, 경제성, 안전성 등을 감안하여 적절한 발파공법을 선정한다.

2) 공사시에는 시험발파에서 제시된 천공간격, 지발당 허용장약량, 발파패턴 등에 따라 발파공사를 시행하되, 계측관리를 철저히 시행하여 안전하게 발파하여야 한다. (단, 설계 발파공법이 변경될 경우 발주청과 협의하여 설계변경을 하여야 한다)