

4. 발파공사

4.1 발파공사 개요서

발파공사 개요서					
적용공법	미진동암파쇄, 정밀진동제어발파 공법				
발파작업량					
암의종류	풍화암, 보통암, 경암				
주요재료 및 장비	종류	명칭	규격	수량	비고
	화약	Dynamite Emulsion Finex-1			
	뇌관	전기식 비전기 뇌관 전자뇌관			
	파쇄제	Calmmite Blister S-mite 스플리터			
	천공기계	브레이카 소형브레이카 유압드릴			
	기타	백호			
분야별 책임자	성명		소속	교육이수현황	

4.2 붕괴재해 위험분석

1 공사단계별 붕괴위험요인 분석

(1) 붕괴위험 장소, 형태, 수량

구 분	내 용			
	형 태	수 량	참고사항	비 고
발파붕괴	시험발파계획서 미작성, 시험발파 미실시	발파구간 전체	설계도서 참조	해당사항
	발파사면 붕괴	발파구간 전체	설계도서 참조	해당사항
	발파작업후 백호우로 부석 제거 작업 중 사면 붕괴	발파구간 전체	설계도서 참조	해당사항
	암반을 이완 시킬 수 있는 연약대의 붕괴	발파구간 전체	설계도서 참조	해당사항
	발파면 균열부 물 침투 시 동결유해 현상으로 팽창되 어 붕괴	발파구간 전체	설계도서 참조	해당사항

(2) 붕괴위험 요인별 안전대책

구 분	내 용	
시험발파계획서 미작성, 시험발파 미실시	원인	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 사전조사 미흡 ◦ 시험발파 후 발파시공계획서 작성 ◦ 발파공법의 부적절
	대책	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 공사현장 및 주변사전조사 철저 ◦ 시험발파실시 ◦ 현장 및 주변여건에 적합한 발파공법 선정, 발파패턴도 작성
발파사면 붕괴	원인	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파사면의 균열, 절리면 붕괴 ◦ 발파경사부 부석의 붕괴 ◦ 암반 토사가 집중호우시 Sliding되어 붕괴
	대책	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파작업 후 균열, 부석, 용수, 함수상태 사전점검실시 ◦ 발파 후 사면부석 신속 제거 ◦ 발파 작업시 발파면 Face Mapping 실시 ◦ 발파 작업전 토사부 사전에 굴착하여 제거, 미제거 토사부는 시트로 보양 실시
발파작업후 백호우로 부석 제거 작업 중 사면 붕괴	원인	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파작업 후 작업장소 및 균열유무, 함수상태, 용수상태 사전 점검 미실시 ◦ 수직균열, 경사균열부 전도 또는 Sliding
	대책	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파작업 후 작업장소 및 균열유무, 함수상태, 용수상태 사전 점검하고 이상시 조치실시 ◦ 수직균열, 경사균열부 발견시 출입금지, 접근금지 조치
암반을 이완 시킬 수 있는 연약대의 붕괴	원인	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파구간에 연약대 존재 ◦ Face Mapping 미실시
	대책	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 지반조사 실시 ◦ Face Mapping 실시 후 발파패턴, 발파방법 결정
발파면 균열부 물 침투 시 동결유해 현상으로 팽창되 어 붕괴	원인	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 동경응해 작용으로 팽창되어 붕괴
	대책	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 발파 중단 후 발파 재개시 발파사면 안전점검 실시 ◦ 접근통제 조치, 표시판 설치

4.3 발파공사 계획도 및 발파시험계획서

[발파공사 계획도면 및 발파시험계획서 첨부]

광안 지역주택조합 공동주택 신축공사

발 파 계 획 서

2024 . 04 .

목 차

I. 암발파 설계	2
1. 개요	2
2. 암발파 업무 흐름도	3
3. 발파공법 설계	4
4. 설계 발파진동 추정식	6
5. 발파공법 분류 기준	8
II. 시험발파 및 시공	10
1. 발파 전 사전 조사	10
2. 시험발파	12
3. 시공 및 계측 관리	21

I. 암발파 설계

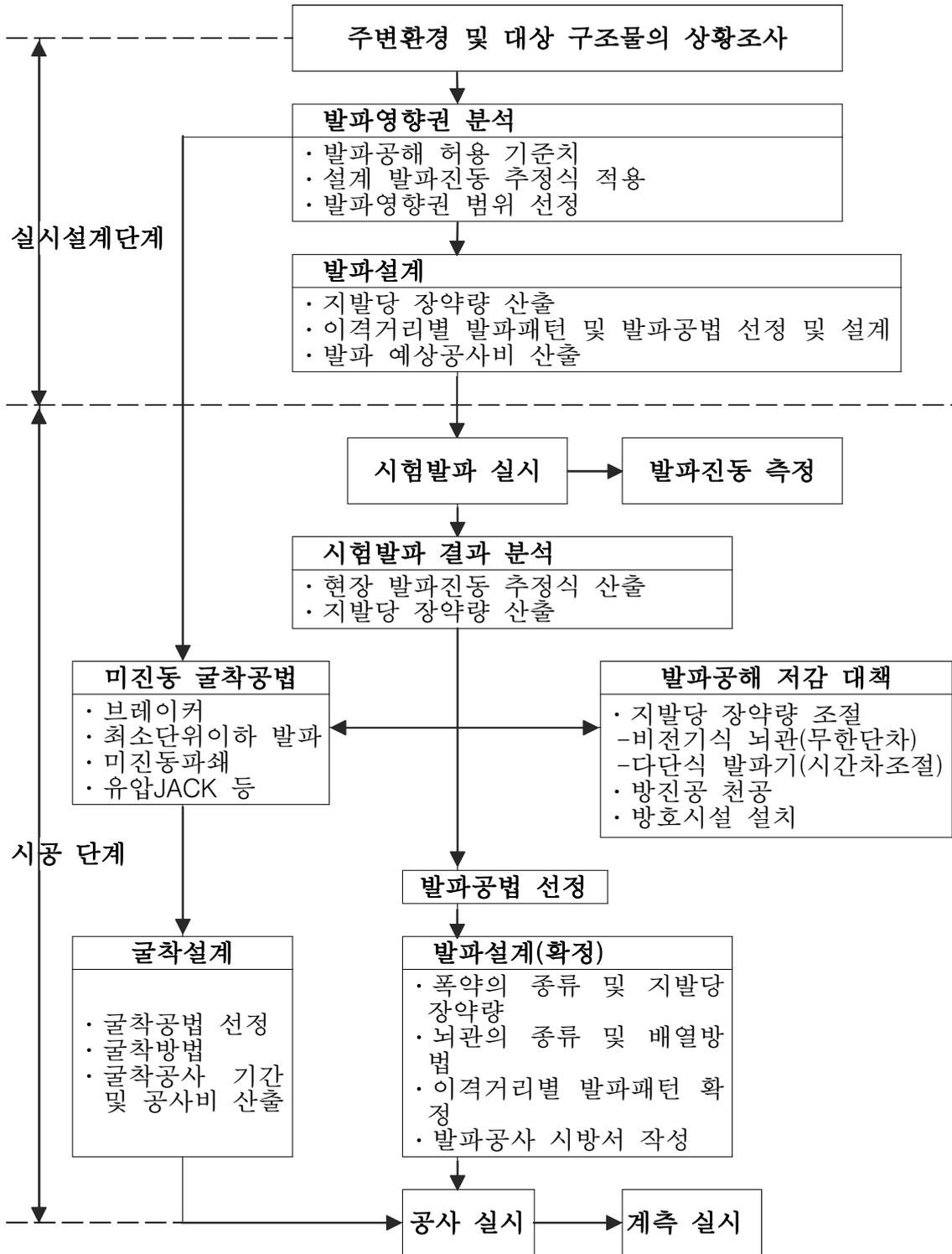
1. 개요

암발파공법을 지발당 장약량 등을 기준으로 하여 6가지 Type으로 표준화하고, 보안물건의 허용진동기준과 이격거리에 따라 『거리~지발당장약량 조건표』에 의거 설계자가 쉽게 적정 발파공법을 선정할 수 있도록 한다.

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

당 현장의 경우 지하철 1호선에 미치는 영향을 최소화할 수 있도록 발파공법의 선정시에는 허용진동기준인 0.3cm/sec를 넘지 않도록 공법을 선정 하여야 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 발파진동 추정식 $v = 200 \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1.60}$ 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 산출한다.
- 발파공사 시행 전에는 설계에 적용된 표준발파패턴 및 공법을 기준으로 하되 현장 상황이 허락하는 한 실제 시공과 비슷한 조건으로 시험발파를 시행하여야 하며, 그 결과에 따라 현지 암반별 발파진동 추정식 (K, n)을 구하여 발파설계를 수정·보완하여 변경한다.
- 시험발파 적용대상은 일반발파, 대발파를 제외한 미진동 굴착공법, 정밀진동제어, 소규모·중규모 진동

제어발파를 적용하며, 일반발파, 대발파인 경우에도 보안물건에 발파영향을 미치는 경우에는 시험발파를 실시할 수 있다.

- 시험발파는 발파영향권내에 보안물건이 있는 경우에 실시하며, 현장조건과 암반 특성 등에 따라 시험발파 횟수를 결정한다.

4. 설계 발파진동 추정식

• 발파진동 추정식은 시험발파 등을 통하여 결정되는 것이나 설계단계에서 이러한 절차수행에는 현실적으로 적용하기에 무리가 있으므로, 효율적인 설계추진을 위하여 진동예측을 위한 설계단계에서의 발파진동 추정식 결정이 필요하다.

• 설계단계에서 예비검토를 위한 설계 발파진동 추정식은 아래와 같다.

$$v = 200 \left(\frac{D}{\sqrt{W}} \right)^{-1.60}$$

여기서, v : 진동속도(cm/s)

D : 폭원으로부터 이격거리(m)

W : 지발당 최대장약량(kg)

• 본 지침에서 제시한 상수는 국내 도로공사 현장의 실제측 자료로부터 구한 $K=200$, $n=-1.60$ 을 사용한다.

※ 상기 추정식은 일반적인 환경에서 예비검토를 위한 추정식으로 사용한다.

• 발파규모는 「발파소음·진동·비석영향권」 분석에 의해 설정한다.

【거리~지발당 장약량 조건표】

단위 : 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 미진동 굴착공법	5	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03	0.25	TYPE II
	10	0.01	0.02	0.03	0.06	0.13	0.99	TYPE III
	15	0.02	0.04	0.07	0.13	0.30	2.24	TYPE IV
	20	0.03	0.07	0.12	0.22	0.53	3.98	
	25	0.05	0.11	0.18	0.35	0.83	6.21	TYPE V 일반발파
	30	0.07	0.16	0.27	0.50	1.20	8.95	
	40	0.12	0.28	0.47	0.89	2.13	15.9	
TYPE II 정밀진동 제어발파	50	0.19	0.44	0.74	1.40	3.32	24.9	TYPE VI 대규모발파
	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 소규모 진동제어	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	
TYPE IV 중규모 진동제어	150	1.68	4.00	6.64	12.6	29.9	224	
	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	
TYPE V 일반발파	250	4.67	11.1	18.4	34.9	83.1	621	
	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	
TYPE VI	300	6.73	16.0	26.6	50.3	120	895	
TYPE VI	450	15.1	36.0	59.8	113	269	2013	

0.06 미진동 굴착공법 0.25 정밀진동제어발파 1.00 소규모 진동제어발파
3.00 중규모진동제어발파 7.50 일반발파 20.0 대규모발파

- 【주】 1. 위 발파공법별 적용거리 기준 및 지발당 장약량은 설계 발파진동 추정식 $v = 200(D/\sqrt{W})^{-1.6}$ 에 의하여 설정한 것으로, 발파 대상 현장의 암반특성 및 관리 대상 보안 물건의 특성에 따라 증·감될 수 있다.
2. 발파소음의 제어는 지반진동보다 훨씬 어려우므로 만약, 발파소음에 민감한 가축 사육시설 또는 요양원, 종교시설 등이 근접한 경우에는 별도 공법을 적용할 수 있다.
3. TYPE별 공법 설계는 상시기준에 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

구 분	TYPE I 미진동 굴착공법	TYPE II 정밀진동 제어발파	TYPE III·IV 진동제어발파		TYPE V 일반발파	TYPE VI 대규모 발파
			소규모	중규모		
공법개요	보안물건 주변에서 TYPE II 공법 이내 수준으로 진동을 저감시킬 수 있는 공법으로서 대형 브레이커로 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	최소단위미만폭약 미진동파쇄기 미진동파쇄약 등	에멀전 계열 폭약	에멀전 계열 폭약		에멀전 계열 폭약	주폭약:초유폭약 기폭약:에멀전
지발당장약량 범위(kg)	폭약기준 0.125 미만	0.125 이상 0.5 미만	0.5 이상 1.6 미만	1.6 이상 5.0 미만	5.0 이상 15.0 미만	15.0 이상
천공직경	φ51mm 이내	φ51mm 이내	φ51mm 이내	φ76mm	φ76mm	φ76mm 이상
천공장비	공기압축기식 크롤러 드릴 또는 유압식 크롤러 드릴 선택 사용					
표준패턴	미진동 굴착공법	정밀진동 제어발파	진동제어발파 소규모 중규모		일반발파	대규모 발파
천공깊이 (m) [*]	1.5	2.0	2.7	3.4	5.7	8.7
최소저항선 (m) [*]	0.7	0.7	1.0	1.6	2.0	2.8
천공간격 (m) [*]	0.7	0.8	1.2	1.9	2.5	3.2
표준 지발당 장약량(kg)	-	0.25	1.0	3.0	7.5	20.0
파쇄 정도	균열만 발생 (보통암 이하)	파쇄 + 균열	파쇄 + 균열		파쇄 + 대괴	파쇄 + 대괴
계측관리	필수	필수	필수		선택	선택
발파보호공	필수	필수	필수		불필요	불필요
2차 파쇄	대형브레이커 적용	대형브레이커 적용	-		-	-

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

2) 표준발파공법 패턴별 특성

Type	명칭	설계 지발당 장약량 (kg)	발파제원* W×E×H(m)	천공경 (mm)	공당 파쇄량‡ (m³/공)	사용폭약
I	미진동 굴착공법	폭약기준 0.125 미만	0.7×0.7×1.3	φ 51 이내	0.637	
II	정밀 진동제어발파	0.25	0.7×0.8×1.8	φ 51 이내	1.01	에멀전 폭약 등 (φ25~32mm)
III	소규모 진동제어발파	1.0	1.0×1.2×2.4	φ 51 이내	2.88	" (φ32mm)
IV	중규모 진동제어발파	3.0	1.6×1.9×3.0	φ 76	9.12	" (φ50mm)
V	일반발파	7.5	2.0×2.5×4.8	φ 76	24.0	" (φ50mm)
VI	대규모발파	20.0	2.8×3.2×7.3	φ 76 이상	65.4	주폭약:초유폭약 기폭약:에멀전

【주】 * W:최소저항선 E:공간간격 H:벤치고 ‡ 공당파쇄량은 평균값임.

1. 설계 지발당 장약량 기준은 설계 발파진동 추정식 $v = K(D/W^b)^n$ 에 의한 "거리~지발당 장약량" 조건표 기준임. (진동상수 K = 200, n = -1.6, b = 1/2)
2. 발파대상 암반의 강도나 지형특성 등에 따라 설계 지발당 장약량과 발파제원이 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 현장 여건상 크롤러 드릴의 사용이 곤란한 장소에서는 착암기를 사용한 발파공법을 적용할 수 있음.

3) 표준발파공법 및 진동규제기준별 적용 이격거리(m)

단위 : cm/s

TYPE	발파공법	v=0.1	0.2	0.3	0.5	1.0	5.0
I	미진동 굴착공법	40m까지	25m까지	20m까지	15m까지	5m까지	3m까지
II	정밀 진동제어발파	40~80	25~50	20~40	15~30	5~20	3~7
III	소규모 진동제어발파	80~140	50~90	40~70	30~50	20~30	7~10
IV	중규모 진동제어발파	140~260	90~170	70~130	50~90	30~60	10~25
V	일반발파	260~450	170~290	130~220	90~160	60~110	25~40
VI	대규모발파	450m이상	290m이상	220m이상	160m이상	110m이상	40m이상

II. 시험발파 및 시공

설계도서를 검토하고 발파영향권내 보안물건 등을 조사하여 시험발파, 본 발파, 계측관리 계획을 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 피해 여부를 파악하기 위해 주민들과 충분한 대화를 바탕으로 주민, 시설물소유자, 감독관 입회하에 사전조사를 실시한다.

발파 착수 전 주변 보안물건에 대해 건물현황과 균열상

황을 파악하여 발파진동이 미칠 수 있는 현황을 조사하고, 발파영향권 내에 있는 모든 시설물의 균열 상태를 카메라와 비디오로 촬영하여 추후 민원 발생 시 피해여부를 판단할 수 있는 근거자료로 확보하는 것이 바람직하다.

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.

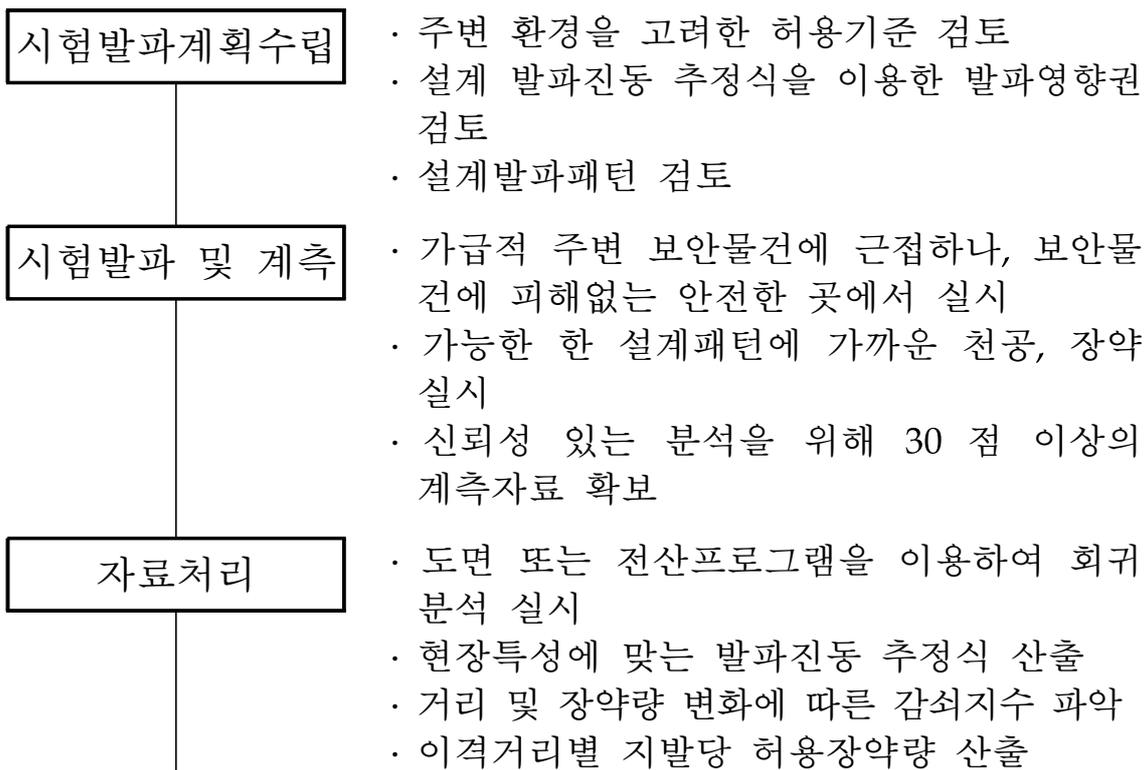
2. 시험발파

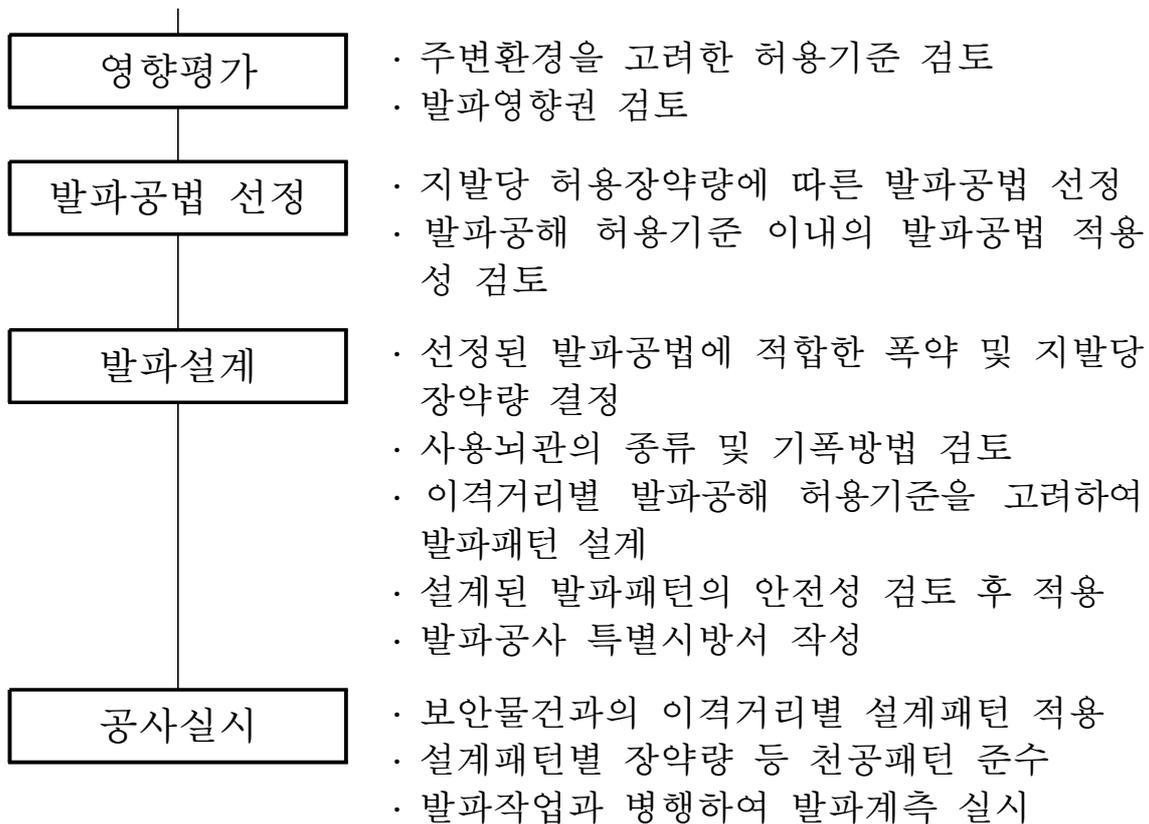
시험발파는 현장조건 및 암반특성에 따라 발파횟수와 시험발파 장소를 정하여 시행한다.

1) 시험발파의 목적

실시설계한 발파공법을 적용하여 현장의 지반조건 및 지형적 특성에 맞는 현장 발파진동 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 발파전문기관에 의뢰하여 실시하고, 발파진동과 발파소음에 대한 계측결과는 화약류관리 전문기술자에 의해 검토와 검증절차를 거쳐 객관적인 자료를 유지한다.

시험발파 설계패턴이 자료와 경험에 의한 추정으로 설계되기 때문에 시험발파 위치는 가급적 보안물건과 근접된 지점을 선택하되 위험을 피하기 위하여 각종 시설물에

피해가 미치지 않는 범위 내에서 가능한 한 실시설계에 가까운 규모로 한다.

또한, 시험발파 시 신뢰성을 확보하기 위해 공사관계자(발주청, 시공회사, 감리단), 관할 경찰관과 발파영향권 내 시설물 소유자 또는 주민 입회하에 합동으로 실시함을 원칙으로 한다.

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

- ① 사용 화약류의 종류 및 특성
- ② 지발당 장약량
- ③ 기폭 방법 및 뇌관의 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 계측결과를 분석하여 그 현장에 적합한 발파진동 추정식을 구하는 것이다.

지발당 장약량을 고정시키고 계측점을 달리하여 측정함으로써 거리에 따른 감쇠지수를 파악한다. 즉, 계측기 5대 이상을 일정한 건축물이나 시설물에 대해 일직선상으로 거리를 달리하여 설치하고, 30 측정 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 5~20 공 정도)를 달리하고 뇌관의 기폭단차도 달리하여 실시한다.

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

4) 진동측정 방법

① 측정방법

측정은 원칙적으로 수직방향(V, vertical)과 상호간 직교하는 수평의 2방향 즉 진행방향(L, longitudinal)과 접선방향(T, transverse)에 대한 3성분을 동시에 측정한다.

거리에 따른 진동감쇠를 측정하고 싶은 경우에는 넓은 범위의 환산거리를 고려하여 최상의 감쇠 관계를 구하기 위해 적어도 5개 이상의 측정점에 대해 동시계측을 실시한다. 거리에 따른 감쇠 곡선은 대수 그래프에 작성하는 일이 많기 때문에 대수 그래프 상에서 등 간격이 되는 위치에 측정점을 선택하면 편리하지만, 때로는 측정지형에 따라 적절하게 운용한다.

또한 최상의 감쇠 관계를 구하기 위해서는 지질상황이 일정한 지역에 측선을 설정하여 장비를 배치한다. 이상적으로는 토층의 두께가 일정한 지역에 측선을 설정하는 것이 바람직하며, 단층과 같은 큰 구조의 지질적 불연속면을 가로지르는 것을 피한다.

구조물의 진동을 측정할 경우에는 구조물과 동시에 지반 위의 진동을 측정해두고, 지반에 대한 진동배율을 구할 수 있도록 하는 것이 바람직하다.

② 센서의 설치

센서와 지반운동이 같이 거동할 수 있도록 지반 위나 구조물상에 센서를 견고하게 고정시킨다. 단단한 지반에서는 센서에 부착된 스파이크(spike)를 이용하여 지반에 견고하게 설치한다.

또한 진동수준이 높지 않은 곳에서 센서의 스파이크가 지반에 삽입되지 않을 경우에는 모래주머니를 이용하여 센서를 완전히 고르게 덮어주어 하중을 가해 줌으로써 지반과 같이 움직이도록 해준다.

센서의 설치 방향은 센서에 표시된 방향표시와 발파원의 방향이 항상 일치하도록 설치하고, 발파원의 장소가 다른 여러 발파의 경우는 센서의 방향과 일치하지 않기 때문에 그 상황을 기록해둔다.

5) 시험발파 결과분석

① 분석방법

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

$$v = K (SD)^n \quad \text{식 (2)}$$

측정된 진동값에 대한 회귀분석(regression analysis)을 실시하기 위해 대수눈금 그래프에 나타내면, 직선관계가 성립되어 K 값과 n 값이 최종적으로 결정되며, 당 현장에 적합한 발파진동 추정식을 얻게 된다.

이에 대한 결과치가 많으면 수계산이 복잡해지므로 도표를 작성하거나, 정확도를 높이기 위해 회귀분석 전산 프로그램을 이용한다. 발파진동 추정식은 최대치(PPV) 자료의 95%를 추세선 아래에 위치하게 하는 95 % 수준의 발파진동 추정식을 구한다.

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 등)에 대한 저감대책

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

④ 계측결과 추정식의 상관계수가 0.70에 미치지 못하는 경우에는 시험발파를 다시 실시하여야 한다.

6) 분석결과 검토 및 적용

① 시험발파 결과분석에 의해 발파진동 추정식을 얻게 되면 시험발파에 따른 발파설계 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, 천공간격, 저항선 등 발파 패턴을 설계한다.

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

7) 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

3. 시공 및 계측 관리

1) 시공 및 계측관리는 시공회사의 책임 하에 시행하며 때 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 변경 시행하고, 공사비의 증감이 발생할 경우에는 사전에 발주청의 승인을 받도록 한다. 발주청은 발파 결과를 추후 정산 처리하고 계측관리에 필요한 분석비용 등을 설계에 반영한다.

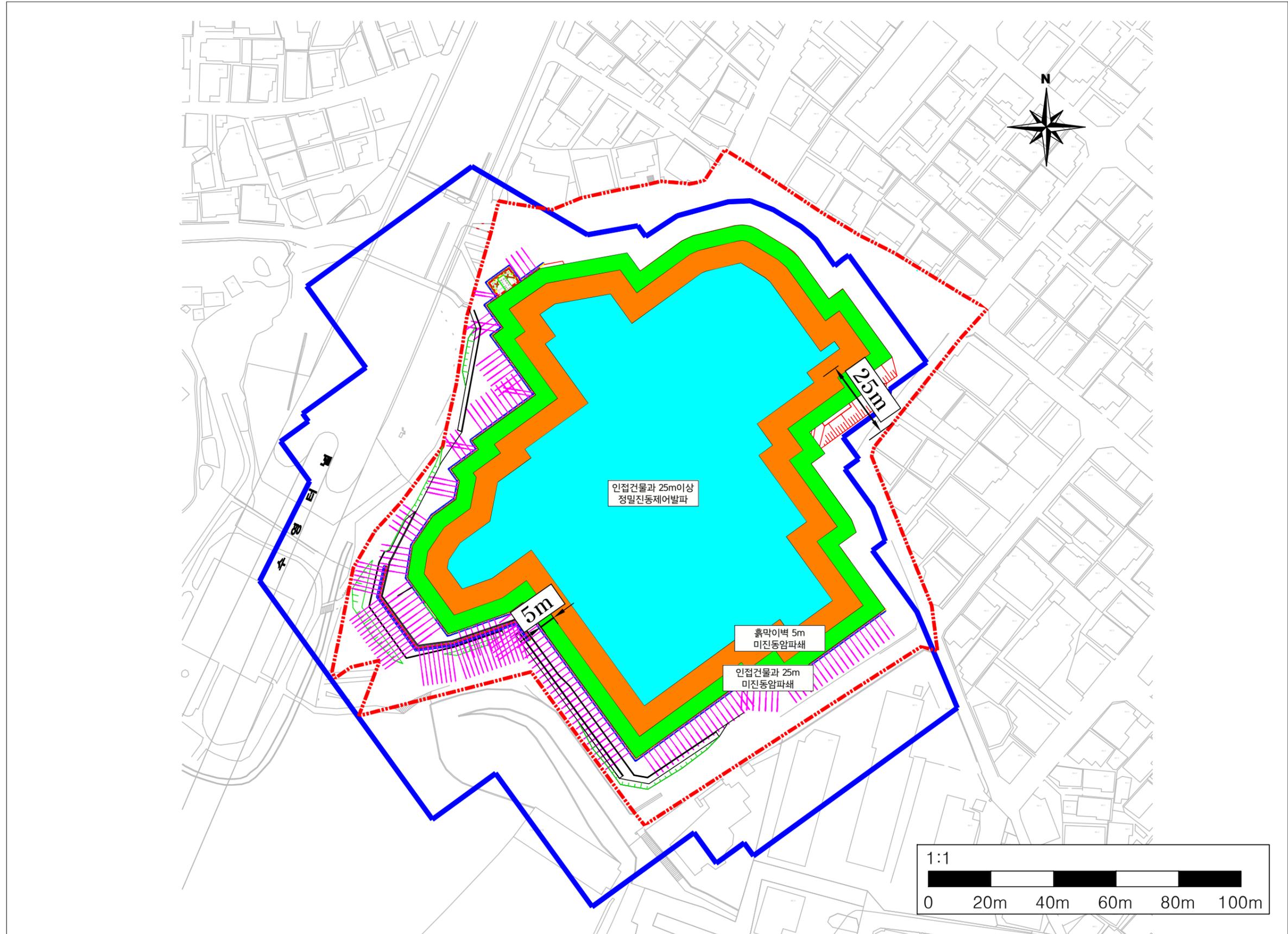
2) 발주기관의 장은 공사감독 또는 감리원이 이 지침에 따라 발파업무의 감독·감리 등 필요한 조치를 취하게 할 수 있다.

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 등 개정작업에 활용토록 한다.

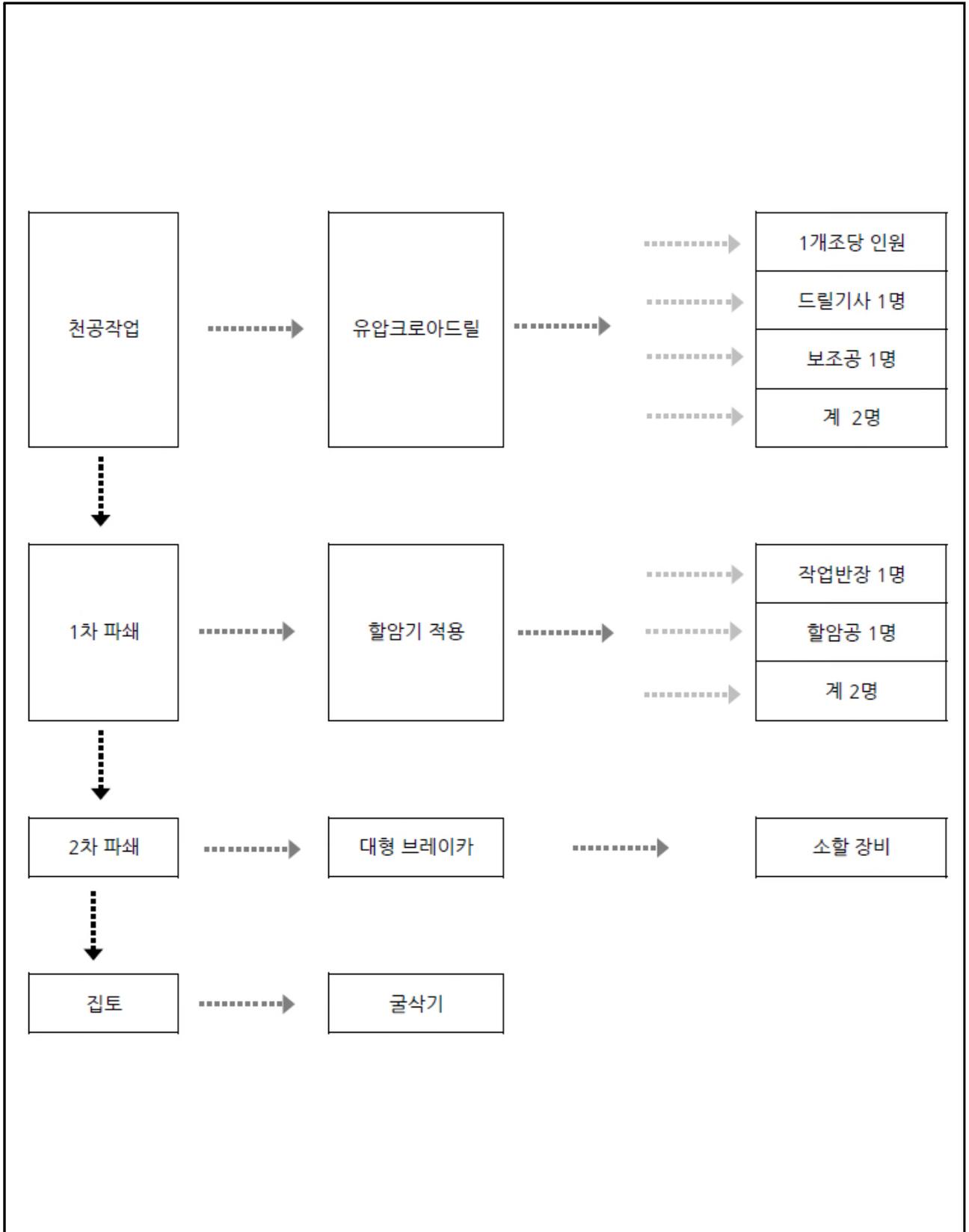
암발파영향범위

S=1:1200



4.4 발파공사 안전시공절차 및 주의사항

1 미진동암파쇄 작업절차



① 천공 (유압크로아드릴) - 암질에 따른 공간격 설정으로 천공



② 1차파쇄 (할암기 적용) - 220V 전기로 작동하는 2,000Kgf/cm² 유압 펌프로 암반을 균열



③ 2차파쇄 (대형 브레이카) - 균열된 암반을 브레이카 또는 리퍼로 모양으로부터 분리



④ 집토 (굴삭기) - 분리된 암반을 굴삭기로 집토 후 지반 정리



2 미진동 암파쇄공법 안전관리

일일 안전점검
1) 안전 장구는 확실하게 착용하였는가를 지속적으로 관리 감독 2) 작업자의 건강 및 음주, 투약(마약, 각성제 등) 상태 점검 3) 사용장비의 정상적인 가동과 매연, 소음 등 환경적인 상태 확인 4) 기타 현장에서의 안전교육을 철저히 참석 시킴 5) 장비는 장비 기사 이외에 절대 탑승 금지 교육 시킴
천공 작업시 주의사항
1) 천공 작업시 많은 분진이 발생하므로 집진기의 이상 유무를 확인 후 작업 2) 장비 이동시에는 주의르 확인하고 주변의 작업자는 장비 기사에게 수신호로 안전을 확인 3) 장비 후진 신호음 경보기를 부착 4) 천공 작업 도중 드릴 자재가 부러져 장비에 피해를 줄 수 있으므로 드릴 기사는 천공 작업 중에는 운전석을 떠나면 안됨
할암 작업시 주의사항
1) 할암 작업시에는 특히 주변의 장비 움직임과 작업자의 위치를 확인하며 작업을 하고 만약의 사태에는 주위의 동료에게 위험을 알림 2) 할암 작업시 할암봉의 무게가 약 15kg~37kg 정도이므로 할암봉을 인력으로 들어서 이동시에는 안전한 자세로 허리에 무리가 안가도록 작업
소할 작업시 주의사항
1) 소할 작업은 대형 브레카로 암반을 타격하여 소할 하므로 타격시에는 비석이 발생하여 신체 및 장비에 손상을 줄 수 있으니 항상 조심하고 주위의 작업자를 철저히 관찰하며 작업
안전보건교육
1) 개인보호구를 철저히 착용하고 특히 신발은 미끄럼방지가 되어야 함 2) 차량 진출입로 입구에는 신호수를 세워 차량 교행 및 노면상태를 점검 보수하고 모든 장비에는 후진 경보음 설치 3) 장비작업 시 신호체계를 확립하여 신호수에 의한 장비를 사용 4) 공사착수 전 지하매설물 조사를 하여 이상 유무를 확인 후 매설물에 손상이 없도록 사전에 조치 후 공사를 수행 5) 야간작업 시 위험요소에는 식별이 용이하도록 보안등 및 위험표지 등을 설치
작업 후 안전관리
1) 작업 종료 시 기계 및 기구는 지정된 장소에 비치하고 작업 중 주변 환경을 깨끗이 함 2) 작업 교대 시 작업에 관한 일반적인 사항을 확실히 인수인계함

3 미진동 암파쇄공법 환경관리

비산먼지 저감대책

- 1) 공사용 차량은 작업장 내에서의 규정속도를 20km/hr 이하로 운행
- 2) 토사, 골재 운반차량은 덮개를 씌워 운행
- 3) 토사 유출방지를 위해 공사장 출입구에 비산먼지 발생 억제시설을 대기 환경 보전법을 만족하는 세륜 시설을 설치
- 4) 공사장 주변도로는 주기적으로 살수를 하여 적절한 수분을 유지시키며 주변 환경에 저해요인이 발생하는 장소는 방진막을 설치

세륜시설



소음 진동 방지대책

- 1) 공사장 주변의 여건을 감안하여 장비의 적절한 배치를 통해 주변에 미치는 영향을 최소화 시킴
- 2) 굴삭기 - 저소음 장비사용, 충격에 의한 굴삭을 금지하고 무리한 부하나 공회전 금지
- 3) 운반차량 - 운행속도를 20km/hr 이하로 제한하며, 불필요한 경적을 금지
과적금지 진입로는 급경사 및 급커브 지역을 최소화 시킴
- 4) 발전기 - 저소음 장비사용, 발전기 위치는 피해 최소 지역, 발전기 내부에 흡음 처리된 장비사용, 무리한 공회전 금지 및 사용시간을 최소화 시킴

소음측정

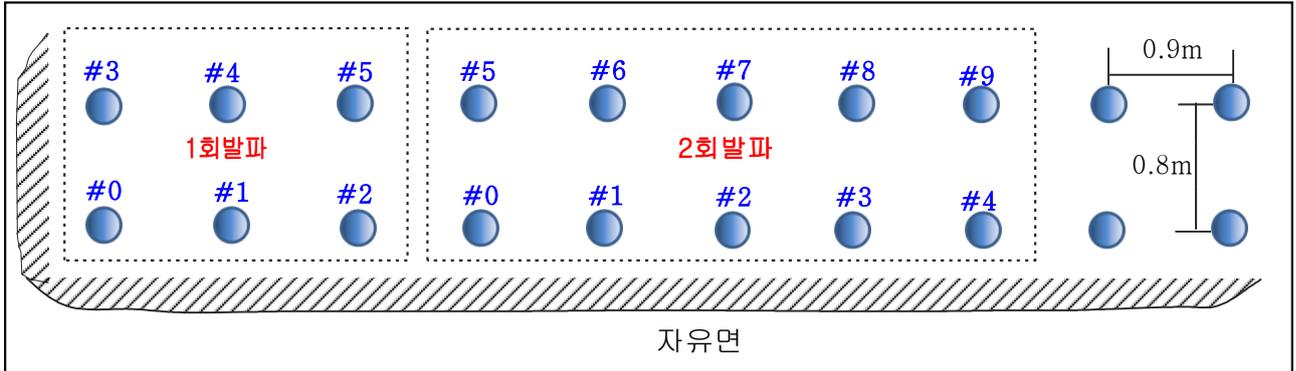
아침, 저녁	주간	심야
65dB(V)	70dB(V)	55dB(V)

※ 소음을 상시측정하여 주변에 영향을 최소화 시킴

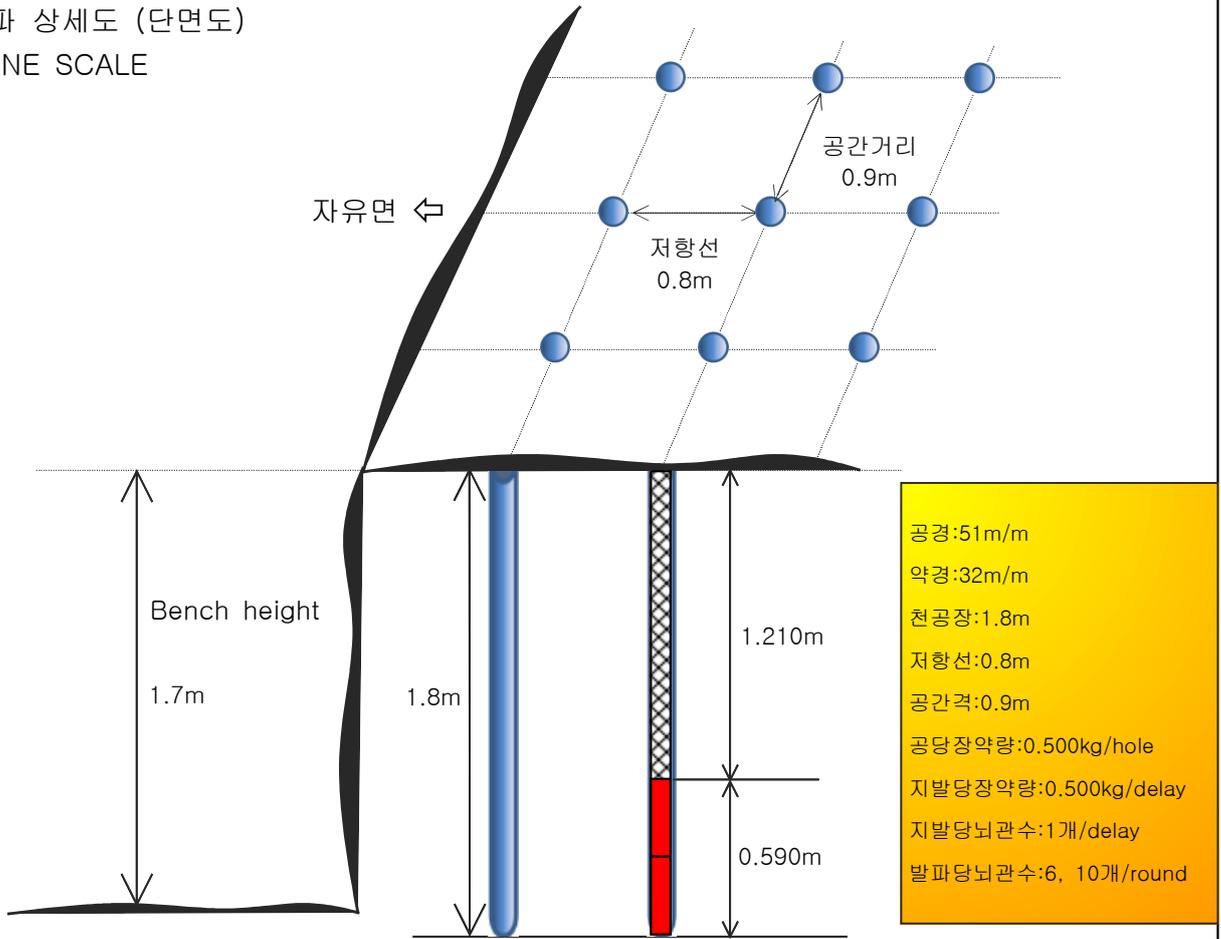
비산석 방지 대책

- 1) 발파 시 중량물로 발파매트(타이어매트)를 사용하여 비산석을 방지
- 2) 천공의 거칠음에 의해 소정 위치에 장약을 못하는 것이 없도록 충분히 공청소를 한 후 장약

4 정밀진동제어발파 시험발파 패턴도 [각 1지발 6, 10공씩 발파]



발파 상세도 (단면도)
NONE SCALE



※ 특기사항

- ① 본 발파패턴의 천공배치와 발파순서는 당일 현장여건에 따라 변경될 수도 있다.
- ② 본 발파패턴은 “정밀진동제어발파” 공법으로 매 발파 시 계측을 병행하여 실시하여야 한다.
- ③ 적용폭약은 에멀전폭약 사용을 기준으로 하였다.
(단, 화약류 수급상황에 따라 동종의 타사제품을 사용 할 수도 있다.)
- ④ MS전기식 뇌관을 사용하며, 각선의 길이는 천공깊이 + 1.5m 를 기준으로 한다.
- ⑤ 6, 10공을 기준으로 하여 발파를 설정하였으나 시험발파 결과에 의하여 증감할 수 있다.
- ⑥ 본 발파방법은 분할발파를 실시하므로 전회발파에 의해 “Back Break”가 발생할 경우 비산 석 발생의 위험성이 있으므로 비산석 방호를 위한 적절한 ”방호매트“를 사용하여 발파보호 공을 설치할 것.

5 발파작업 지휘감독자 선임

(1) 유자격자의 선임

- ① 당 현장의 발파공사전 유자격자인 화약류관리기사 1급을 선임하여 발파작업을 책임감독하도록 한다.
- ② 발파작업원은 완장과 안전모에 표시를 하여 다른 작업원과 식별할 수 있도록 한다.
- ③ 당 현장에서 사용하는 모든 화약류는 발파지휘감독자로 선임된 사람만이 할 수 있도록 관리한다.
- ④ 당 현장에서 일어나는 모든 발파작업은 발파지휘감독자의 지휘아래 진행하여야 한다.
- ⑤ 발파작업원에게는 발파작업의 위험, 보안에 대하여 교육한다.

6 화약류 운반시의 안전대책

(1) 운반 책임자의 준수 사항

- ① 당 현장의 운반 책임자는 발파책임자로 선임된 유자격자만이 운반할 수 있다.
- ② 화약류를 운송하는 운송인은 화약류의 종류에 따라 적재, 운반 기타 화약류의 취급에 있어서 특히 유의할 제반 규정을 운반책임자에게 미리 알려 주어야 한다.
- ③ 운반전 점검계획서를 작성하고 이를 허가관청에 제출해야 한다.

(2) 운반차량의 표시

- ① 주간에는 가로 50cm 세로 35cm 이상의 붉은색 바탕에 "폭발물"이라고 희게 쓴 표지를 차량의 앞뒤와 양옆의 보기 쉬운 곳에 부착하여야 한다. 그러나 부득이한 때에는 허가관청의 승인을 얻어 위장표지를 할 수 있다.
- ② 야간에도 위에서 설명한 표지를 부착하여야 하며 그 표지를 반사체로하여 쉽게 식별할 수 있도록 하고 150cm 이상의 거리에서 명확히 확인할 수 있는 광도의 붉은 색 경광등을 차량의 앞뒤의 보기 쉬운 곳에 달아야 한다.
- ③ 다음 각 목에 열거하는 수량 이하의 화약류를 운반할 때에는 위에서 설명한 표지를 하지 않아도 무방하다.
 - 10kg 이하의 화약
 - 5kg 이하의 폭약
 - 100개 이하의 공업용뇌관 또는 전기뇌관
 - 미진동 파쇄기
 - 100m 이하의 도폭선

(3) 운반 통로의 통과

- ① 차량으로 운반할 때에는 그 차량의 폭에 3.5m를 더한 넓이 이하의 도로를 통행할 수 있다.
- ② 화기를 취급하는 장소 또는 발화성이나 인화성이 있는 물질을 쌓아둔 장소에 근접하지 않는 통로이어야 한다.

- ③ 사람의 왕래가 빈번하거나 사람이 많이 모이는 곳을 피하여 통행하여야 한다.
- ④ 화약류 2톤 이상을 싣고 시가지를 통행할 때에는 운반표지를 한 선도차로 하여금 필요한 경계를 하게 하여야 한다.
- ⑤ 상기 기준에 맞추어 운반하여야 하며 지나치게 멀리 우회하거나 기타 이 기준에 맞는 통로에 의할 수 없는 부득이한 사정이 있을 때에는 예외로 한다.

(4) 화약류의 적재

- ① 운반중에 마찰 또는 흔들리거나 굴러 떨어지지 아니하도록 주의하여 운반하여야 한다.
- ② 화약류는 방수 또는 내화성이 있는 덮개로 덮어야 한다.
- ③ 화약류(초유폭약, 실포, 공포 및 포탄을 제외한다)는 적재 차량의 적재정량의 80%에 상당하는 중량(외장의 중량을 포함)을 초과하여 적재하여서는 아니된다.
- ④ 화약류를 다음 각목에 규정한 물건과 동일한 차량에 함께 적재하지 말아야 한다.
 - 발화성 또는 인화성 물질
 - 외장이 불안전하여 화약류에 마찰 또는 충격을 줄 염려가 있는 물건
 - 철강재, 기계류, 광석류 기타 이에 준하는 물건
 - 독극물, 방사성 물질 기타 유해성 물질
- ⑤ 종류가 다른 화약류는 관계법령으로 규정한 것 이외에는 원칙적으로 동일한 차량에 적재할수 없다.

(5) 화약류의 운반

- ① 자동차(2륜자동차를 제외한다.)에 의하여 200km 이상의 거리를 운반할 때에는 도중에 운전자를 교체할 수 있도록 하기 위하여 운송인은 자동차1대당 운전자 2인을 탑승시켜야 한다.
- ② 자동차 또는 우마차로 운반할 때에는 운송인은 당해 차량에 경계요원을 탑승시켜야 한다.
- ③ 주차는 위험하지 않은 장소를 선정하여 주차하여야 한다.
- ④ 야간이나 앞을 분간하기 힘든 상태에서 주차하고자 할 때에는 차량의 전방과 후방 각 15m 지점에 적색의 경고등을 설치하여야 한다.
- ⑤ 화약류를 실은 차량이 서로 같은 방향으로 진행할 때(앞지를 때에는 제외한다.)에는 100m 이상 차간거리를 두어야 하며 주차할 때에는 500m 이상의 거리를 두어야 한다.
- ⑥ 화약류 부근에서는 흡연을 하거나 화기사용을 하여서는 안된다.
- ⑦ 화약류를 취급할 때에는 갈고리 등을 사용하여서는 안된다.
- ⑧ 화약류를 차량에 적재 및 하역할 때에는 원동기의 작동을 정지시키는 등 제동장치를 완전하게 하여야 한다.
- ⑨ 화약류의 적재 전후에는 그 장소를 깨끗하게 청소하여야 한다.
- ⑩ 화약류를 적재하거나 취급할 때에는 철물류로 된 신발을 신지 말아야 한다.
- ⑪ 화약류는 특별한 사정이 없는 한 야간에 적재, 운반하지 말아야 한다.
- ⑫ 뇌홍을 주로하는 기폭약은 수분 또는 알코올 분을 25%정도 함유한 상태에서 운반하여야 한다.

- ⑬ 트리니트로톨루엔, 테트라센, 디아조디니트로페놀 및 이들을 주요하는 기폭약은 수분 또는 알코올 분을 20%정도 함유한 상태에서 운반하여야 한다.
- ⑭ 니트로셀룰로즈는 수분 또는 알코올분을 23%정도 함유한 상태에서 운반하여야 한다.
- ⑮ 펜타에리스리트 및 테트라나이트레이트는 수분 또는 알코올분을 15%정도 함유한 상태에서 운반하여야 한다.

7 화약류 관리 및 취급시의 안전대책

(1) 화약류의 수불관리

- 화약류는 매일 작업 시작전 당일 발파량을 계획하여 적당량의 화약을 화약류 저장소에서 당현장의 발파 책임자(화약취급자)가 수취하여 당현장의 화약류 취급소에 보관한 다음 화약수불대장에 기입하여야 하며, 발파 시작 전 화약류 취급소에서 발파분의 화약을 운반하여 발파장소에서 장약한다. 작업후 남은 화약은 작업 후 발파 책임자(화약 취급자)가 화약류 저장소에 반납하여야 한다.

(2) 취급소의 설치

- 화약류 취급소는 하나의 사용장소에 대해서 1개소로 한다. 단, 당현장에서는 뇌관취급소와 화약취급소를 100m 이상 떨어진 곳에 각각 설치한다.
- 통로 및 통로로 이용되는 갱도, 동력선, 다른 화약취급소, 저장소, 화기 취급장소 및 사람이 출입하는 건물 등에 대하여 안전한 곳에 설치하여야 한다.
- 건물의 마루에는 철물류가 노출되지 아니하도록 하여야 하며 도난을 방지할 수 있는 장치와 일광의 직사 및 비와 이슬에 대하여 이를 방지하는 조치를 취하는 등 안전하게 작업 할 수 있도록 하여야 한다.
- 경계선 내에서는 흡연 기타의 화기사용을 금하고, 폭발 또는 발화하거나 연소하기 쉬운 것을 적치하지 말아야 한다.
- 화약류취급소 및 부근에서는 약포에 공업뇌관 또는 전기뇌관을 장치하거나 이를 장치한 약포를 취급하지 말아야 한다.
- 화약류취급소에서는 필요한 자 이외는 출입하거나 또는 정원을 넘어서 동시에 출입하지 말아야 한다.
- 화약류취급소에 둘 수 있는 화약류의 수량은 1일 사용예상량 이하로 하고, 다음양을 넘지 말아야 한다.

① 화약 또는 폭약	250kg
② 공업뇌관 또는 전기뇌관	2,500개
③ 도폭선	5km

- 화약류취급소에는 화약류 수불대장을 비치하고 선임된 발파책임자가 화약류의 수불 및 사용, 잔류수량을 그 때마다 명확하게 기록하게 하여야 한다.

- 화약류취급소의 내부는 청결하게 정리정돈하고, 내부작업에 필요한 기구 이외의 물건을 두지 말아야 한다.
- 내부 또는 외부의 보기 쉬운 곳에 취급상 필요한 규칙 및 주위규정을 게시하여야 한다.
- 화약류취급소의 건물내 조명설비를 설치할 때에는 화약류취급소의 벽체내부와 완전하게 격리하여야 한다. 안전한 장치를 설치한 전등을 사용하고, 배선은 절연금속관 또는 외장 케이블 등을 사용하여야 한다.
- 난방설비를 설치할 때에는 온수, 증기 이외의 것을 사용하지 말아야 한다.
- 기타 화약류취급소에 대한 재해예방규정을 준수하고, 취급보안책임자의 지시에 따라야 한다.

(3) 화공 작업소의 설치

- 화공작업소는 작업현장 부근에 설치하여야 하며 보기 쉬운 곳에 취급에 필요한 규칙 및 주의사항을 게시하여야 한다.
- 화공작업소내에는 폭발, 연소하기 쉬운 물건을 쌓아두지 말아야 한다.
- 화공작업소 내부는 정리정돈하고, 화공작업소내에 작업에 필요한 기구 이외의 물건을 두지 말아야 한다.
- 화공작업소에 화약류를 두는 때에는 감시인을 항시 배치하여야 한다.
- 화공작업소를 조명하는 설비를 설치할 때에는 화공작업소 내벽과 완전하게 격리된 상태의 전등을 설치하여야 한다.
- 화공작업소의 주위에는 적당한 경계선을 설치하고 또한 “화약” “출입금지” “화기엄금”등 경계표시판을 설치하여야 한다.

구 분	내 용	
화약고 보관	화약류 저장소	뇌관의 분리 보관
		

8 화약류의 취급

(1) 사용 장소에서의 취급

- 화약류는 충격을 주어서는 아니되며 두드리거나, 던지거나, 떨어뜨리거나 하지 않도록 항상 주의하여야 한다.
- 화약류는 화기부근, 그라인더를 사용하고 있는 부근에서는 취급하지 말아야 한다.
- 화약류 주변에는 흡연을 삼가야 한다.
- 화약류가 들어 있는 상자를 열 때는 철제기구 등으로 두드리거나 충격을 주어 억지로 열려고 하지 말아야 한다.
- 전기뇌관은 전지, 전선, 모타 기타 전기설비, 레일, 철제류 등에 닿지 않도록 하여야 한다.
- 방수처리를 하지 않은 화약류는 습기가 있는 곳에 두지 말아야 한다.
- 화약류를 수납하는 용기는 나무 기타 전기의 부도체로 만든 견고한 구조로 하고 내면에는 철류가 노출되지 않도록 하여야 한다.
- 화약, 폭약 또는 도폭선과 화공품은 각각 다른 용기에 수납하여야 한다.
- 굳어진 폭약은 반드시 딱딱한 것을 부드럽게 풀고 나서 사용하여야 한다.
- 발파현장에는 여분의 화약류를 들고 들어가지 말아야 한다.
- 사용하고 남은 화약류는 발파현장에 남겨두지 말고 신속하게 화약류 취급소에 운반하여 보관하여야 한다.

(2) 현장내에서의 운반

- 화약류를 갱내 또는 떨어진 발파현장에 운반할 때에는 정해진 포장 및 상자 등을 사용하여 운반하여야 한다.
- 화약, 폭약 및 도폭선과 공업뇌관 또는 전기뇌관은 동일인이 동시에 운반하여서는 안된다. 동일인에게 운반시킬 때에는 별개 용기에 넣어 운반하여야 한다.
- 전기뇌관을 운반할 때에는 각선이 벗겨지지 않도록 용기에 넣고 건전지 및 타전로의 벗겨진 전기기구를 휴대하지 말아야 하며 전등선, 동력선 기타 누전의 우려가 있는 것에 접근시키지 말아야 한다.
- 화약류는 운반하는 자의 체력에 적당하도록 소량을 운반케 하여야 한다.
- 화약류를 운반할 때에는 화기나 전선의 부근을 피하고, 넘어지거나, 떨어뜨리거나, 부딪치거나 하지 않도록 하여야 한다.
- 빈 화약류 용기 및 포장재료는 제조자의 지시에 따라 처분하여야 한다.

(3) 사용전의 검사

- 초산암모늄을 많이 포함한 폭약은 굳어지기 쉽고, 굳어지면 불발과 잔류를 발생하거나 폭력도 약하게 될 우려가 있으므로 딱딱한 것을 부드럽게 풀어 주어야 한다.
- 폭약이 흡습하면 성질이 변하는 경우가 있으므로 양끝이 유연하게 되어 있지 않은가, 액으로 되어 흘러나와 있지 않은가를 확인하여야 한다.
- 공업뇌관은 관체에 흠이 없는가, 뇌관 속에 기폭약분과 이물이 들어 있지 않은가, 흡습되어 있지 않은가를 점검하여야 한다.

- 전기뇌관에 대해서는 각선의 상처, 도통의 유무 또는 전기저항을 확인하여야 한다. 이때에는 전지식 도통시험기에 대해서는 미리 전류를 측정하고 0.1미리암페어를 넘지 않는 것을 사용하고 그 측정에서는 위해예방 조치를 강구하여야 한다. 또 검사필한 전기뇌관의 양단은 반드시 단락하여야 한다.
- 도화선 및 도폭선에 대해서는 물에 젖거나, 흡습되어 있는 것은 없는가, 피복의 상처, 헐거움은 없는가 등을 조사한다.

(4) 불량 화약류의 처리

- 흡습되거나, 단단하게 되거나 한 화약류로 성능의 변화가 우려되는 것은 무리하게 사용하지 말아야 한다.
- 불량화약류는 표시를 하여 구별하고, 화약류 취급 보안책임자에게 보고하여 지시에 따라 처리하여야 한다.

9 발파작업의 순서 및 방법

(1) 발파계획

- ① 굴착에 앞서 암질, 예상되는 발파결과 등에 의한 천공장, 천공배치, 화약의 종류, 지발당 장약량, 등의 발파계획을 세워 시공관리가 되도록 한다.
- ② 발파작업에 있어서는 지질, 암의 경연정도 등에 따라 화약량을 조정 검토하여야 한다.
- ③ 발파계획에 있어서는 주변의 환경에 주는 영향을 고려하고 필요한 경우에는 대책을 강구하여야 한다.
- ④ 발파로 인해 노상면의 재료가 이완되었을 때는 승인된 재료로 치환한후 기준에 맞는 다짐을 실시해야 하며, 허용치를 벗어난 비탈면의 요철은 발주청과 협의하여 조정·적용한다.

(2) 천 공

- ① 천공은 미리 정해진 천공배치에 의해서 위치, 방향, 깊이 등에 맞추어 정확하게 시공 하여야한다.
- ② 천공시에는 폭발된 폭약유무에 주의하여야 하며, 기존잔여공에 천공하는 일이 없어야 한다.

(3) 장 약

- ① 장약은 미리 정해진 발파패턴에 따라 안전하게 시행되도록 한다.
- ② 전기뇌관을 사용하는 경우에는 미주전류, 누설전류 등에 충분히 주의하여야 한다.
- ③ 화약류의 운반은 소정의 용기, 방법에 의하여 이루어져야 한다.

(4) 발 파

- ① 발파 작업은 발파책임자의 지휘하에 시행되어야 하며, 그 책임자는 작업원의 대피를 확인한 후에 시행하여야 하며, 또한 방호대책을 강구하여야 한다.
- ② 발파후는 적당한 시간이 경과한 후가 아니면 발파장소에 접근하여서는 안된다.
- ③ 불발된 잔류폭약의 유무는 필히 점검하여 필요한 조치를 강구하여야 한다.
- ④ 매 발파시에는 발파진동속도에 대한 계측이 자동기록 가능한 측정계기를 설치하여야 한다.

- ⑤ 발파장소가 밀집지역, 기존구조물, 공공시설물, 도로 등과의 거리가 가까울 경우 비산에 대한 방호는 물론, 기존 구조물 등에 대한 사전조사를 하여 방호 조치를 세우고 발파작업을 시행하여야 한다.
- ⑥ 발파로 인하여 인근의 기존 시설물 또는 주민들에게 진동 또는 소음으로 인한 피해와 이로 인한 민원발생이 예상되는 경우에는 적절한 진동감소공법을 적용하도록 검토하여 발주청의 승인을 얻은후 시험발파를 통해 설계변경하여야 한다.
- ⑦ 발파기의 최대전류는 발파 뇌관수에 충분토록 하고 사전 점검을 하여야 한다.
- ⑧ 용수발생 구간의 발파시 누전으로 인한 잔약에 주의하여 시공하여야 한다.
- ⑨ 강우, 낙뢰시에는 기존 장약을 즉시 발파하며 작업을 중단하고 화약등을 화약취급소에 안전하게 입고시킨다.

10 화약장약시 안전작업계획

(1) 도화선과 뇌관 결합작업시 안전작업계획

① 도화선의 절단

- 도화선과 공업뇌관의 불량결합은 불발의 원인이 되므로 도화선은 도화선 절단기 또는 예리한 칼을 사용하여 절구가 원형이 되도록 도화선측에 직각으로 절단하여야 한다.
- 절단을 용이하게 하고 불발을 미연에 방지하기 위하여 도화선의 단말을 2~3cm씩 절단해버리고 신 절단구를 내어 사용한다.

② 도화선과 뇌관의 결합작업시 안전대책

- 도화선에 뇌관을 삽입하여 도화선에 도화선 부착뇌관을 만들때 뇌관내부를 점검하되 수분이나 기타 잡물이 들어있을 때에는 입으로 불거나 타격을 가하는 일이 없도록 하며, 뇌관을 거꾸로 들고 나무조각에다 가볍게 두드려 제거한다.
- 도화선을 뇌관에 삽입할 때에는 도화선의 심약과 기폭약의 접촉이 완전하도록 밀착시키고 뇌관 집게로 집어야 한다.
- 용수가 우려되는 장소에서는 내수성 crease, compound, vynil tape등을 사용하여 방수하여야 한다.

③ 도화선의 길이

- 1인의 연속점화는 도화선이 1.5m 이상일 때에는 10발 이하, 1.5m 미만일 때에는 5발 이하로 하되 0.5m 미만일 때에는 연속점화를 할 수 없으므로 점화인수와 대피시간을 고려하여 충분한 도화선의 길이를 결정하여야 한다.

④ 도화선의 설치시 안전대책

- 도화선의 길이는 천공길이, 한사람의 점화갯수, 안전한 대피장소까지의 충분한 소요시간등을 고려하여 결정한다.
- 도화선을 직각으로 도화선 구체기로 전달하고, 뇌관을 설치하는데는 도화선의 피복재료의 풀

림, 도화선심약의 상황등에 주의하면서 뇌관의 내관부까지 밀착하여 삽입한다.

- 뇌관집게를 사용하여 뇌관의 입구를 잘 체결한다. 이때 뇌관의 장약부를 체결하지 않도록 주의하여야한다.
- 도화선 설치작업은 화공작업소에서 행하고, 그 때 작업대 및 그 근처에는 필요 최소한의 뇌관 및 도화선 이외의 화약류는 두지말아야 한다.
- 도화선의 절단은 도화선용 가위로 직각되게 절단한다.
- 뇌관내부에 도화선을 삽입하고 뇌관을 조여놓을 때는 반드시 뇌관조이개를 사용한다.
- 도화선으로 약포를 묶지 않는다.
- 점화 및 발파의 순서, 대피장소, 대피방법, 시간 등은 사전에 계획되고 알려져 있어야 한다.
- 신호방법은 모두 숙지하고 준수해야 한다.
- 발파후 발파음의 수를 확인한다.

(2) 폭약의 장전 및 전색작업시 안전작업계획

① 장전시의 안전대책

- 약포형 폭약을 장약할 경우 약포간에 이물(물, 석분, 석편)이 혼입되지 않게 하고, 약포간격이 생기지 않도록 Tamping등으로 서서히 압착시켜야 하며, 1본씩 장진한다.
- 장약은 전 발파공이 완전 천공후가 아니면 장약을 시작할 수 없으며 불발공의 처리가 아니면 이미 장약된 발파공에 근접해서 천공작업을 할 수가 없다.
- 전폭약포를 장진할 때 도화선 발파의 경우에는 약포와 도화선에 부착된 뇌관이 떨어지지 않도록 주의하여 장약하고 전기발파의 경우에는 각선이 풀리지 않도록 하고, 또한 피복이 상하지 않도록 다짐봉을 서서히 눌러야 한다.
- 일반적으로 뇌관은 민감한 폭약이 내장되어 있으므로 전폭약포를 장진시 세심한 주의를 필요로 한다.
- 용수가 있는 발파공에 장약할 경우는 별도의 용수처리를 실시한 후에 장약하거나 Slurry(함수)폭약을 사용하여야 한다.
- 발파장소에 휴대하는 화약류의 수량은 해당발파에 사용하고자 하는 예정량을 초과하지 않아야한다.
- 장진 완료 후 화약류의 잔품이 있을 때는 지체없이 저장고 및 보관소에 반납해야 한다.
- 이미 시행했던 발파공에는 장진하지 않도록 한다.
- 온천공 기타 100℃ 이상의 고온공에 장진할 경우 이상 분해를 방지하기 위한 조치를 해야한다.
- 장진 작업 중에는 화기의 사용 및 깃연을 금한다.

② 화약류의 선정

- 화약류 선정은 반드시 전문가에 의하여 결정되어야 한다.
- 화약류 선정요소는 발파현장 상황, 암석의 단단함 등 여러 가지 조건과 더불어 화약류의 성능 및 경제성 등을 참작하여 선정한다.

③ 전색작업시의 안전대책

- 장약이 끝난 후 전색은 폭약에 대하여 충분히 저항을 주어 완전히 폭발하도록 하여야 하며, 될 수 있는 한 발파 연기 발생이 적도록 한다.
- Stemming Material은 반응성이 적고 분상질이나 가소성 재료이어야 하며, 점토 60% 모래 40% 비율의 혼합물을 사용하고 혼합물의 비율은 14%를 표준으로 한다.
- 전색깊이는 발파공의 장약량과 공정에 따라서 자연히 결정되지만 발파효과 등을 고려하여 최소 저항선 깊이보다 적게 해서는 안된다.
- 용수가 있는 장소에서는 나무마개 등을 사용하여 폭약 및 전세물이 수압에 의하여 빠져나오지 않도록 한다.
- 삽입물은 약간 수분이 있는 모래를 사용하며 기타 점도가 성형된 비교적 수분이 적은 것을 사용하여야 한다. 삽입물이 불충분할 때에는 그 발파효과에도 영향을 미치고 발파 후 가스불량의 원인이 되므로 주의하여야 한다.
- 삽입물에는 종이, 마른풀 등 가연물을 사용하면 발파 후 가스의 농도를 나쁘게 하고, 또한 발파 효과도 나쁘게 되므로 사용하지 말아야 한다.
- 삽입물의 전색은 일반적으로 벤치컷과 같은 하향구멍 일때에는 그대로 유입하고, 횡공 등 경사천공일 때에는 성형된 것 또는 사철포를 이용하여야 한다.

(3) 발파 보호공

① 비산석 방지용 Protector설치

소발파의 경우 발파표면에 물에 적신 가마니를 덮어서 비산석이 없도록 하더라도 작은 파쇄암이 비산하는 수가 있으므로 가옥이나 시설물 주위에는 발파방법에 따라 비산거리를 산정하여 비산석 방지용 Protector를 설치하여야 한다. Protector는 조립식 강관 비계를 가옥이나 시설물 높이보다 높게 설치하고 가마니 등으로 입혀 비산석이 통과하지 못하도록 한다.

② 가마니 덮기

가옥 기타 시설물이 발파장소에 인접했을 경우 장약이 완료되고 전색작업이 끝나면 물에 적신 가마니를 덮거나 Wire Blasting Mat, Rubber Blasting Mat등으로 덮어 파쇄암이 비산하지 않도록 조치를 취한 후 발파작업에 임한다.

(4) 발 파

① 점화준비 및 점화 작업시 안전

- 발파시계, 측정용 안전도화선 등의 시간 표시기구를 준비하여야 한다.
- 점화를 시작하기 전에 모든 도화선의 끝이 더럽혀지거나 젖어있지 않은가 점검하여야 한다.
- 점화기에 지장이 없는가를 점검하여야 한다.
- 예비 점화기를 준비하여야 한다.
- 2인 이상이 점화할 때에는 점화순서, 점화갯수 외, 각자의 책임점화구분을 명확하게 하여 두어야

한다.

- 인접공 발파의 경우 단락을 방지하기 위하여 여분의 도화선은 구멍에 말아 넣어야 한다.
- 대피할 통로에 장애물이 없는 것을 확인하여야 한다.
- 근처 작업원 및 주위에 점화하는 것을 예보하고 그 대피를 확인해야 한다.
- 발파작업 지휘자의 지휘에 따라서 점화작업을 하여야 한다.
- 발파시계를 작동시키거나 측정용 안전도화선에 점화하여야 한다.
- 1인 점화갯수는 다음과 같이 한다.
 - 도화선 길이가 1.5m 이상일 때는 10발 이내
 - 도화선 길이가 0.5m 이상 1.5m 미만일 때는 5발 이내
 - 도화선 길이가 0.5m 미만일 때는 1발
- 점화가 전부 끝난 것을 확인하고 나서 대피하는데 시간 표시기가 시간을 알리면 전부에 점화하지 않을 때라도 반드시 대피하여야 한다.

(5) 전기발파 작업시 안전대책

① 발파준비

- 발파 전원을 동력선 또는 전등선에서 취할 때에는 오조작의 우려가 있으므로 발파기 사용을 원칙으로 한다.
- 부득이 전원을 동력선 또는 전등선에서 취할 때에는 전로의 개폐를 확실하게 하고, 전기 발파작업자 외는 개폐할 수 없도록 하고, 또한 전로에는 1암페어 이상의 적당한 전류가 흐르도록 하여야 한다.
- 다량의 발파시에는 전압 및 전원, 발파모선, 전기뇌간의 전저항을 고려하여 전기 뇌관에 소요전류를 통하게 하여야 한다.
- 전기 발파의 핸들은 점화하는 때를 제외하고는 고정식은 시건장치를 하여야 하고, 이탈식은 발파작업책임자가 휴대하여야 한다.
- 발파기 및 건전지는 건조한곳에 두고 사용전에 기동력을 확인하여야 한다.
- 발파모선은 600볼트 고무 절연전선 이상의 절연효력이 있는 것이어야 하고, 기계적으로 강력한 것으로서 30m이상의 것을 사용하여야 하며 사용전에 반드시 단선의 유무를 검사하여야 한다.
- 발파모선은 점화할 때까지 발파기(점화기)에 속하는 축의 끝을 단락시켜 두고, 반대의 끝은 단락을 막도록 하여야 한다.
- 발파 보조모선은 가능한한 굵고, 피복이 안전하고 절연도가 높은 것을 사용하고, 몇 개의 선을 이은 것 또는 지나치게 긴 때에는 저항이 크게 되므로 사용하지 말아야 한다.
- 수중 및 수공발파에 사용하는 전기뇌관의 각선은 미리 그 필요한 길이를 예정하고, 수중 또는 수공에서 결선하는 개소를 가능한한 적게하도록 하여야 한다.

② 발파

- 뇌관 설치

전기뇌관은 1개씩 저항을 측정하고, 소정의 저항치(오차 ± 0.1 오옴)를 확인한 다음 약포에 설치하여야 하며 작업중은 항상 각선의 양단은 단락하여 두어야 한다. 이들의 작업은 화공작업소에서 행하고 화약류취급소에서 수행하여서는 아니된다.

- 발파모선의 배선

- 점화장소(발파기조작장소)는 발파현장에서 충분한 안전거리를 유지하고 동시에 물기가 있는 장소와 철관, 레일 등이 있는 장소를 피하며 상부로부터 낙석등 위험이 없는 장소를 선정하여야한다.
- 점화장소에서 발파현장까지의 주 통로에는 철제기재등 장애물을 두지 않도록 하고 통행에 방해가 되지 않도록 배선하여야 하며 갱내의 측벽에 달아메는 등 안전조치를 하여야 한다.
- 발파모선의 저항은 사전에 계획하여 기록해 두어야 한다.

11 발파신호방법

- 당 현장의 발파신호는 두 가지로 정하며 일괄된 신호체계를 발파책임자는 발파작업원에게 교육하여야 한다. 첫 번째로 수신호 방법이 있는데 다음과 같다.

손을 펴는 것 - 발파준비(근로자 대피), 손가락 하나 돌리는 것 - 불발 시, 주먹을 쥐는 것

- 발파중지 등이며 발파책임자가 필요하다고 여겨지는 신호체계를 신호수 및 전 근로자에게 주지시켜야 한다.

- 당 현장에 방송시설을 설치하여 발파 15분전에 1분에 길게 3회 정도 끊어 방송하여 현장내 근로자에게 신호한다. 발파신호수는 휴대용 확성기를 구비하여 현장 내에서 같이 신호한다.

발파 5분전 신호는 1분에 짧게 15회 끊어서 방송하며, 발파 신호수도 현장 내에서 같이 신호한다. 그리고, 이 같은 신호체계를 모든 근로자에게 주지시켜야 한다.

12 발파작업장 주변 신호수 및 안전표지 설치

(1) 발파작업장 주변 신호수 배치

- 당 현장에서는 당일 해당 발파 작업장주변에 신호수를 2명 배치하여 발파전 근로자들의 대피를 원활히 한다. 발파 직전 신호수 또한, 대피하여야 하며 전원대피여부 감시는 발파책임자가 반드시 하여야 한다. 전원대피확인이 안되었을 경우에는 발파를 실시하여서는 아니된다.

- 당 현장내 신호수들은 일괄된 신호체계를 갖추어야 하며 발파책임자는 이를 교육하여야 한다.

손을 펴는 것 - 발파준비(근로자 대피), 손가락 하나 돌리는 것 - 불발 시, 주먹을 쥐는 것

- 발파중지 등을 발파 작업자 전원에게 교육하여야 한다.

(2) 안전표지 설치

- 당 현장에서는 발파작업장 및 화약저장소, 화약취급소에 모두 안전작업 수칙판을 설치하며 관리 책임자를 지정하여 안전표지에 부착하여야 하며, 발파작업장 주변에는 근로자 통제 이동식 안전

표지를 상시 설치하여 발파작업자 외 출입을 금하여야 한다.

13 근로자 대피장소 및 대피경로

(1) 근로자 대피

- 당 현장에서 발파 15분전이라는 신호가 방송되면 현장 내 모든 근로자들은 안전교육장내 마련된 대피장소로 이동하여야 한다. 발파책임자는 당일 출역현황과 맞추어 모두 대피하였는지 확인하여야 한다. 대피경로는 대피경로도에 나와 있는대로 상시 발파책임자가 교육하여야하며 근로자는 이를 주지하여 발파신호시 신속하게 대피하여야 한다. 신호수는 발파 신호음이 울리면 근로자들의 대피를 도와야하며 발파구역내에 접근하는 사람이 없도록 감시하여야 한다.

14 발파 후 불발장약 및 부석의 점검

(1) 발파 후 처리

- 처리 및 발파 효과 확인
 - 폭발음수가 점화수와 같은가를 확인하여야 한다.
 - 발파 후 대기시간(15분 이상)을 경과한 후가 아니면 화약류의 장전개소에 접근하지 말아야 하며, 다른 작업자도 접근시키지 말아야 한다.
 - 작업장 내에서는 발파 후 가스에 의한 위험을 배제한 후, 또는 부석의 점검을 한 후 발파개소에 접근하여야 한다.
 - 발파 후 점검은 대기시간 경과 후 지휘자의 지시에 따라서 도화선의 잔재, 구멍끝의 확인, 잔유물의 유무등을 점거하여야 한다.
 - 유수가 있는 장소는 불발과 잔류약이 많으므로 특히 주의하여 점검하여야 한다.
 - 삼입봉, 삼입물은 일정장소에 정돈해 두어야 한다.
 - 최후 발파상황을 공사책임자에게 보고하여야 한다.
- 불발의 원인 및 대책
 - 도화선 발파시 다음 각호 좌변에 의한 불발의 원인에 대해 우변의 대책을 기준하여 처리하여야 한다.
 - 도화선 단락에 의한 뇌간 불발의 경우 처리기준

불 발 원 인	대 책
도화선의 절단면 불량 또는 오염 흡습	- 도화선을 예리한 칼로 직각으로 절단하고 피복이 약면을 덮지 않도록 한다. - 도화선은 결합하기 전에 끝을 1cm 정도 절단하여 결합한다.
도화선 끝과 뇌관과의 접촉이 불량	- 도화선을 가볍게 뇌관의 내관에 접촉시켜 규정된 구체기로 결합하고 빠지지 않도록 한다.
뇌관의 흡습 (기폭약 흡습)	- 뇌관을 온도 및 습도가 높은 장소에서 방치하지 않아야 하며 결합전 물방울이 뇌관내에 들어가지 않도록 한다.
고온에 의해 기폭약, 첨장약의 변질 (섭씨 65도 이하로 취급)	- 섭씨 65도 이상의 장소에서 사용할 때는 제조회사와 상담하고 전기뇌관을 사용하여야 한다.
도화선을 결합하는 시점에서의 흡습	- 발파전 도화선 1m를 연소시험하고 촉강으로 흡습 유무를 조사한다.
구체불량에 의한 흡습	- 규정된 구체기로 정확히 구체하고 물이 나는 천공에는 방수대이프로 결합부위를 방수한다.
도화선 손상에 의해 흡습 또는 부분파손	- 도화선 피복이 상하지 않도록 조심해서 취급한다.
인접공발파에 의해서 도화선이 절단	- 도화선 끝을 잘 말아서 밑으로 처지지 않게 공내에 넣는다.
뇌관과 도화선 결합시 구체를 너무 세게하여 흑색화약이 연소중단	- 규정된 구체기를 사용한다.

· 도화선 불발의 경우 처리기준

불 발 원 인	대 책
점화가 곤란한 상태	- 도화선이 끝이 젖었을 때는 끝을 5cm정도 절단 하고 점화한다. - 물방울 떨어지는 곳에서는 방수점화구를 사용한다.
점화 미확인	- 2명이상이 점화할 때는 책임분야를 명확히 하고 어두운 곳에서는 점화구를 특히 주의해야 한다.

6) 불발공의 처리

- (1) 기존 법규나 규정을 준수하고, 적어도 한시간 이상 대기한 다음 처리한다.
- (2) 저항측정기를 사용하여 불발공의 회로를 점검하고 이상이 없으면 발파회로에 다시 연결하여 재발파한다. 불발공이 단락되어 있으면 압축공기나 물로 제거한 다음 기폭약포를 재장전하여 발파한다.
- (3) 불발공으로부터 회수한 뇌관이나 폭약은 시방에 따라 처리하여야 한다.
- (4) 불발원인을 조사할 때에는 공정하고 객관적인 입장에서 조사하여야 하며 원인을 규명한 다음에는 이를 기록하여 불발방지 대책을 수립해 두어야 한다.
- (5) 정전기 대책

작업의 종류	대 책 기 준
일반규정	<ul style="list-style-type: none"> - 도전성의 의류를 착용한다. - 도전성의 정전기용 안전화를 착용한다. - 내정전기용 전기뇌관을 사용한다.
천공작업	<ul style="list-style-type: none"> - 천공장소에서 전기뇌관이나 기폭약포를 충분히 분리하여 둔다.
기폭약포 만드는 작업	<ul style="list-style-type: none"> - 천공장소, AN-FO 장전장소, 고무호스나 비닐 파이프 등의 대전하기 쉬운곳, 철관이나 레일 등의 전류가 흐르기 쉬운곳의 인접거리에서 작업을 하지 않는다. - 작업전,중 맨손을 가끔 지면에 대어서 신체의 정전기를 제거한다. - 각선이나 보조모선은 훑지 않는다.
AN-FO 장전작업	<ul style="list-style-type: none"> - 장전기는 사용전후에 잘 청소하고 접지장치의 접속을 확실히 한다. - 장전호스는 필히 정규의 도전성을 갖는 것을 사용한다 - 장전호스는 발파공의 길이보다 60센티미터 이상 긴 것을 사용한다. - 장전호스는 계속 연결한 호스를 사용하지 않는다. - 장전할 때는 장전기를 충분히 접지한다. - 장전기의 접지선은 철관, 레일 등의 누설전류가 유입되기 쉬운 곳에 가까이 하지 않는다. - 갱내 등의 장전장소에서는 통기를 충분히하여 AN-FO 분진을 부유시키지 않는다.

15 정밀진동제어발파 단계별 작업순서

① 천공	② 장약/전기뇌관	③ 전삭
 	 	 
④ 발파 Mat	⑤ 발파	⑥ 발파계측
 	 	 

4.5 안전점검계획표 및 안전점검표

1 발파공사 안전점검계획표

구 분	세부 내용									
자체안전점검	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 점검시기 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 매일 작업전 실시(공사기간 중) ▪ 점검주체 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 건설업자, 분야별 안전관리책임자 ▪ 점검방법 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 자체 안전점검 시 주요 공종별 안전점검 항목은 자체 안전점검표 이용(당해 공종의 공법 또는 작업방법에 따른 위험요소의 종류에 따라 내용을 조정할 수 있다.) ▪ 점검내용 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 자체안전점검표를 기본으로 함 - 안전 Check List 참조 ▷ 유해방지에 관한 사항 ▷ 공종별 표준 안전작업 실시 여부 ▷ 주요 가설물의 불안전요소 이상 유무 확인 - 안전 Check List 참조 ▷ 안전사고 예방조치 상태 ▷ 기타 건설공사 전반 ▪ 안전점검 결과의 기록 및 확인 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 안전점검일지에 기록 ▷ 지적사항에 대한 조치결과 익일 자체안전 점검 시 반드시 확인 									
정기안전점검	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 점검시기 <table border="1" style="width: 100%; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="text-align: center;">정기점검시기</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; width: 30%;">폭발물을 사용하는 건설공사</td> <td style="text-align: center; width: 40%;">총공정의 초·중기 단계 시공시</td> <td style="text-align: center; width: 30%;">2024년 06월경</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">총공정의 말기단계 시공시</td> <td style="text-align: center;">2025년 02월경</td> </tr> </tbody> </table> 	정기점검시기			폭발물을 사용하는 건설공사	총공정의 초·중기 단계 시공시	2024년 06월경		총공정의 말기단계 시공시	2025년 02월경
정기점검시기										
폭발물을 사용하는 건설공사	총공정의 초·중기 단계 시공시	2024년 06월경								
	총공정의 말기단계 시공시	2025년 02월경								
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 점검자 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 건설안전점검기관 (발주자의 승인을 얻어 당사가 건설안전점검기관 선정후 실시) ▪ 주요 점검 내용 <ol style="list-style-type: none"> 1. 공사 목적물의 안전시공을 위한 임시시설 및 가설공법의 안전성 2. 공사목적물의 품질, 시공상태 등의 적정성 3. 인접건축물 또는 구조물 등 공사장주변 안전조치의 적정성 4. 이전 점검에서 지적된 사항에 대한 조치사항 ▪ 점검항목 <ul style="list-style-type: none"> ▷ 주요점검항목은 공종별 안전점검표 참조 									

2 발파공사 안전점검표

점검대상 : _____

NO.1 점검일자 : _____

결 재				

구 분	점검항목	점검기준	점검결과		조치사항
			합격	불합격	
화약운반 및 현장반입	• 화약운반시 정해진 차량으로 운반하였는가?	▶ 화약류 운반신고 필증 확인			
	• 화약류 운반 차량에는 소화기를 비치하고 있는가?	▶ 운반전 실시			
	• 화약운반시 폭약과 뇌관을 분리하여 운반하였는가?	▶ 화약과 뇌관을 분리하여야함.			
	• 화약류 현장반입시 신고량과 반입량은 일치하는가?	▶ 화약류 운반신고 필증 확인			
	• 화약류 출납부를 작성 하였는가?	▶ 화약류 출납부			
	• 화약류 현장 반입시 담당지구대에 검수를 받았는가?	▶ 현장반입전 실시			
천공, 장약 및 전색	• 천공간격, 천공각도, 천공장 등 규정에 맞게 시공하였는가?	▶ 현장검측			
	• 천공시 천공장비 이격거리를 준수 하였는가?				
	• 우기, 뇌성, 벼락, 천둥이 칠 때 화약류 사용을 중지하였는가?	▶ 현장 작업시 통제			
	• 장약시 장약량은 정해진 패턴에 따라 장약하였는가?	▶ 본 발파 패턴도			
	• 장약작업장 부근에서 화기사용, 흡연 등 화기를 다루지 않는가?	▶ 발파 작업전 안전검검 실시			
	• 전색작업시 공이 막이지 않게 적절히 조치하였는가?	▶ 전색 작업 전 확인			
	• 전색작업시 정해진 골재로 전색을 실시 하였는가?	▶ 쇄석 13mm사용			

점검대상 : _____

NO.2 점검일자 : _____

결 재				

구 분	점검항목	점검기준	점검결과		조치사항
			합격	불합격	
발파통제 및 발파	• 뇌관 결선시, 발파기와 모선과의 연결 전에는 모든 각선을 필히 합선시켜 놓는가? (전기뇌관)	▶ 발파 전 실시			
	• 현장에 운반된 뇌관류는 사용전에 1개씩 통상태 등 불량관계를 점검하는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발판 전에 발파기, 발파선로, 대피상황 등을 최종적으로 점검하는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발파 전 통제요원을 설정하고 배치하였는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발파 전 통제구역 내 발파알림 및 대피로 간판을 설치하였는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발파 작업전 사전에 발파 안내방송을 실시하였는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발파 작업전 타이어매트 방호작업은 적절히 하였는가?	▶ 발파 전 실시			
	• 발파구역과 발파통제실 사이 이격거리는 충분히 두었는가?	▶ 최소 30m이상			
발파 후 검측	• 발파 후 발파장소에 대한 접근은 작업장이 안정된 후에 접근하여 위험요소를 점검, 표시 하는가?	▶ 발파 후 확인			
	• 발파 후 발파장소의 형태, 잔류공, 불발 화약류 등을 점검하여 후속작업자에게 알려주는가?	▶ 발파 후 확인			
	• 사용 후 남은 잔량은 현장에서 남기지 않고 판매상의 저장소로 당일 반납하고 있는가?	▶ 보관증 확인			
	• 천공 작업전에 발파작업장의 잔류공, 불발화약류의 여부를 확인하여 그 공을 필히 표시하고 재차 천공하는 일이 없도록 하는가?	▶ 발파 후 확인			