KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

발파공사 기술지원규정
D-C-6-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을
이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 정 기 택

○ 개정자
- 안전보건공단 건설안전실 박주호
- 안전보건공단 건설안전실

○ 제・개정경과
- 1998년 10월 건설안전분야 제정위원회 심의
- 1998년 11월 총괄 제정위원회 심의
- 2001년 11월 건설안전분야 제정위원회 심의
- 2002년 3월 총괄 제정위원회 심의
- 2012년 7월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2016년 9월 건설안전분야 제정위원회 심의(개정)
- 2023년 7월 건설안전분야 표준제정위원회 심의(개정)
- 2024년 11월 건설안전분야 전문위원회 심의(개정)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비 연구보고서(산업안전보건연구원, 2023.12)

○ 관련 법규・규칙・고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제4장 제2절 제2관(발파작업의 위험방지)
- 고용노동부 고시 제2023-34호(발파 표준안전 작업지침)
- 총포・도검・화약류 등의 안전관리에 관한 법률

○ 기술지원규정의 적용 및 문의

- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2025년 3월 26일
제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 발파공사 관련 법적 필수사항 ····· 3

4.1 발파작업에 의한 위험방지 ····· 3

4.2 그 밖의 관련 법령 ····· 5

5. 화약류의 취급 ····· 5

5.1 발파작업 일반 ····· 5

5.2 화약류의 관리 ····· 9

6. 전기발파 ····· 23

7. 비전기발파 ····· 30

8. 전자발파 ····· 34

9. 기폭 및 발파 후 처리 ····· 38

<부록 1> 저항측정 및 소요전압 산출 ····· 41

발파공사 기술지원규정(안) 제안개요

Ⅰ. 제정이유

건설공사 현장에서 발파작업 중 발생되는 재해를 예방하기 위하여 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 작업시 주의사항에 관한 기술적 사항에 대한 규정을 제시하여 사업장에서 이를 활용토록 하여 근로자의 안전을 도모하기 위함.

Ⅱ. 제정(안)의 주요내용

1. 고용노동부 고시 제2023-34호 「발파 표준안전 작업지침」 개정에 따른 현행화
2. 비전기발파 및 전자발파에 관한 기준 신설
3. 화약류저장소, 화약류취급소 등에 관한 규정에 대한 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」준용 및 현행화

Ⅲ. 관련 법규 및 규격

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제4장 제2절 제2관(발파작업의 위험방지)
- 국토교통부 고시 제2021-1348호, 지반 설계기준(KDS 11 00 00)
- 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비 연구보고서(산업안전보건연구원, 2023.12)

Ⅳ. 산업안전·보건표준제정위원회 심의개요

○ 건설안전분야 전문위원회 심의
- 제 안 자 : 안전보건공단 건설안전실
- 심 의 일 : 2024년 11월 15일
- 심의위원 : 재적위원 18명 중 10명 참석
- 주요 수정내용 : 법령 개정에 따른 현행화 및 기타 자구 수정 등

○ 산업안전·보건표준제정위원회 본위원회 심의
- 제 안 자 : 안전보건공단 건설안전실
- 심 의 일 : 2025년 1월 10일
- 심의위원 : 재적위원 24명 중 20명 참석
- 주요 수정내용 : 법령 개정에 따른 현행화 및 기타 자구 수정 등

발파공사 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제2편 제4장 제2절 제2관(발파작업의 위험방지)의 규정에 의거 건설현장에서 발파작업 중 발생되는 재해를 예방하기 위하여 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 작업시 주의사항에 관한 기술적 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 규정은 화약류를 사용하여 발파작업을 시행하는 모든 건설공사에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “화약류”란 화약, 폭약 및 화공품으로, 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」(이하 「총포화약법」이라 한다) 제2조제3항에 따른 화약류를 말한다.

(나) “폭발”이란 맹렬한 발열반응과 충격파를 동반하는 화학반응을 말한다.

(다) “화약”이란 추진적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」 제2조제3항제1호에 따른 화약을 말한다.

(라) “폭약”이란 파괴적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」 제2조제3항제2호에 따른 폭약을 말한다.

(마) “화공품”이란 화약 및 폭약을 사용목적에 맞도록 섬유나 플라스틱으로 피복하거나, 통이나 관에 채우는 방법 등으로 가공한 공작물로 「총포화약법」 제2조제3항제3호에 따른 화공품을 말한다.

(바) “최소저항선”이란 장약(발파를 위해 천공한 구멍에 장약한 폭약을 말한다)의 중심에서 자유면(암석 등 발파 대상물이 대기나 물에 접하는 면을 말한다)에 이르는

최단거리를 말한다.

(사) “도폭선”이란 섬유, 플라스틱, 금속 등의 관 내부에 폭약을 삽입한 것을 말한다.

(아) "발파모선(lead wire)"이란 발파기(blaster)와 뇌관 또는 발파회로를 연결하는 전선을 말한다.

(자) "보조모선(connecting wire 또는 harness wire)"이란 뇌관과 뇌관을 연결하여 발파회로를 구성하거나, 발파회로와 발파모선(lead wire)을 연결하는 전선을 말한다.

(차) "뇌관"이란 화약 또는 폭약을 기폭하는 데 쓰이는 발화·발열용 금속관을 말하며, 기폭방식에 따라 전기뇌관, 비전기뇌관, 전자뇌관 등으로 구분된다.

(카) “전기뇌관”이란 전기적(electric)으로 기폭되는 뇌관으로 통상 금속제의 관체에 기폭약(priming charge)과 첨장약(base charge)을 채워 넣은 것 을 말한다.

(타) “비전기식 뇌관”이란 전기의 사용 없이(non-electric) 시그널튜브(signal tube)에 의한 불꽃 등을 이용하여 기폭되는 뇌관을 말한다.

(파) "전자뇌관"이란 집적회로(IC칩)에서 발생하는 전자적(electronic) 신호로 기폭되는 뇌관을 말한다.

(하) “시그널튜브(signal tube)”란 통상 직경 약 3mm의 플라스틱 튜브 내에 얇은 층의 폭약이 코팅되어, 비전기식발파기(blaster)로부터 충격을 받아 폭발하여 연결된 뇌관을 기폭시키는 화공품을 말한다.

(거) “표면연결뇌관(surface delay connector)”이란 비전기뇌관의 시그널튜브(signal tube) 다발(통상 5개 내외로 구성된다)을 연결하여 동시에 기폭시키기 위해 만들어진 화공품을 말한다.

(너) “번치커넥터(bunch connector)”란 비전기뇌관의 시그널튜브(signal tube) 다발(통상 20개 내외로 구성된다)로 연결하여 동시에 기폭 시키기 위해 만들어진 화공품을 말한다.

(더) "발파작업책임자"란 「총포화약법」 제27조에 따른 화약류관리보안책임자로서 「산업안전보건법」 제16조제1항에 따라 발파작업에 관한 업무와 그 소속 근로자를 직접 지휘·감독하는 관리감독자의 업무를 수행하는 자를 말한다.

(2) 그 밖의 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 발파작업 관련 법적 필수사항

다음은 산업안전보건법령에 관한 사항으로써 반드시 준수하여야 한다.

4.1 발파작업의 위험방지

안전보건규칙 제2관 발파작업의 위험방지 제348조(발파의 작업기준) 및 제349조(작업중지 및 피난)에 따라 사업주는 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지를 위하여 적절한 조치를 하여야 한다.

산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)

① 사업주는 다음 각 호의 작업을 하는 경우 근로자의 위험을 방지하기 위하여 별표 4에 따라 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대한 사전조사를 하고 그 결과를 기록·보존해야 하며, 조사결과를 고려하여 별표 4의 구분에 따른 사항을 포함한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 해야 한다.

6. 굴착면의 높이가 2미터 이상이 되는 지반의 굴착작업
7. 터널굴착작업
9. 채석작업
10. 구축물, 건축물, 그 밖의 시설물 등(이하 “구축물등”이라 한다)의 해체작업

② 사업주는 제1항에 따라 작성한 작업계획서의 내용을 해당 근로자에게 알려야 한다.

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 4] <개정 2023. 11. 14.>

사전조사 및 작업계획서 내용(제38조제1항관련)

작업명	사전조사 내용	작업계획서 내용
6. 굴착작업	가. 형상·지질 및 지층의 상태 나. 균열·함수(含水)·용수 및 동결의 유무 또는 상태 다. 매설물 등의 유무 또는 상태 라. 지반의 지하수위 상태	가. 굴착방법 및 순서, 토사등 반출 방법 나. 필요한 인원 및 장비 사용계획 다. 매설물 등에 대한 이설·보호대책 라. 사업장 내 연락방법 및 신호방법 마. 흙막이 지보공 설치방법 및 계측계획 바. 작업지휘자의 배치계획 사. 그 밖에 안전·보건에 관련된 사항
7. 터널굴착작업	보링(boring) 등 적절한 방법으로 낙반·출수(出水) 및 가스폭발 등으로 인한 근로자의 위험을 방지하기 위하여 미리 지형·지질 및 지층상태를 조사	가. 굴착의 방법 나. 터널지보공 및 복공(覆工)의 시공방법과 용수(湧水)의 처리방법 다. 환기 또는 조명시설을 설치할 때에는 그 방법

■ 산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 4] <개정 2023. 11. 14.>

사전조사 및 작업계획서 내용(제38조제1항관련)

작업명	사전조사 내용	작업계획서 내용
9. 채석작업	지반의 붕괴·굴착기계의 굴러떨어짐 등에 의한 근로자에게 발생할 위험을 방지하기 위한 해당 작업장의 지형·지질 및 지층의 상태	가. 노천굴착과 갱내굴착의 구별 및 채석방법 나. 굴착면의 높이와 기울기 다. 굴착면 소단(小段: 비탈면의 경사를 완화시키기 위해 중간에 좁은 폭으로 설치하는 평탄한 부분)의 위치와 넓이 라. 갱내에서의 낙반 및 붕괴방지 방법 마. 발파방법 바. 암석의 분할방법 사. 암석의 가공장소 아. 사용하는 굴착기계·분할기계·적재기계 또는 운반기계(이하 "굴착기계등"이라 한다)의 종류 및 성능 자. 토석 또는 암석의 적재 및 운반방법과 운반경로 차. 표토 또는 용수(湧水)의 처리방법
10. 건물 등의 해체작업	해체건물 등의 구조, 주변 상황 등	가. 해체의 방법 및 해체 순서도면 나. 가설설비·방호설비·환기설비 및 살수·방화설비 등의 방법 다. 사업장 내 연락방법 라. 해체물의 처분계획 마. 해체작업용 기계·기구 등의 작업계획서 바. 해체작업용 화약류 등의 사용계획서 사. 그 밖에 안전·보건에 관련된 사항

산업안전보건기준에 관한 규칙 제39조(작업지휘자의 지정)

① 사업주는 제38조제1항제2호·제6호·제8호·제10호 및 제11호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 해야 한다. 다만, 제38조제1항제2호의 작업에 대하여 작업장소에 다른 근로자가 접근할 수 없거나 한 대의 차량계 하역운반기계등을 운전하는 작업으로서 주위에 근로자가 없어 충돌 위험이 없는 경우에는 작업지휘자를 지정하지 않을 수 있다. <개정 2023. 11. 14.>

산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조(발파의 작업기준)

사업주는 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다.

1. 얼어붙은 다이나마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 융해되지 않도록 할 것
2. 화약이나 폭약을 장전하는 경우에는 그 부근에서 화기를 사용하거나 흡연을 하지 않도록 할 것
3. 장전구(裝塡具)는 마찰·충격·정전기 등에 의한 폭발의 위험이 없는 안전한 것을 사용할 것
4. 발파공의 충진재료는 점토·모래 등 발화성 또는 인화성의 위험이 없는 재료를 사용할 것
5. 점화 후 장전된 화약류가 폭발하지 아니한 경우 또는 장전된 화약류의 폭발 여부를 확인하기 곤란한 경우에는 다음 각 목의 사항을 따를 것
   가. 전기뇌관에 의한 경우에는 발파모선을 점화기에서 떼어 그 끝을 단락시켜 놓는 등 재점화되지 않도록 조치하고 그 때부터 5분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것
   나. 전기뇌관 외의 것에 의한 경우에는 점화한 때부터 15분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것
6. 전기뇌관에 의한 발파의 경우 점화하기 전에 화약류를 장전한 장소로부터 30미터 이상 떨어진 안전한 장소에서 전선에 대하여 저항측정 및 도통(導通)시험을 할 것

산업안전보건기준에 관한 규칙 제349조(작업중지 및 피난)

① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다.

② 사업주는 발파작업 시 근로자가 안전한 거리로 피난할 수 없는 경우에는 앞면과 상부를 견고하게 방호한 피난장소를 설치하여야 한다.

4.2 그 밖의 관련 법령

「총포・도검・화약류 등의 안전관리에 관한 법률(이하「총포화약법」)」은 총포・도검・화약류 등의 제조・판매・임대・운반・소지・사용과 그 밖에 안전관리에 관한 사항을 정하여 총포・도검・화약류 등으로 인한 위험과 재해를 미리 방지함으로써 공공의 안전을 유지하는 이바지함을 목적으로 한다.

총포・도검・화약류 등의 안전관리에 관한 법률 시행령
제9조(제조기술의 기준)
제16조(화약류의 취급)
제17조(화약류 취급소)
제18조(화약류 발파의 기술상의 기준)
제19조(전기발파의 기술상의 기준)
제20조(대발파의 기술상의 기준)
제21조(불발된 장약에 대한 조치)
제24조(화약류 폐기의 기술상의 기준)
제55조(화약류관리보안책임자의 선임기준)

5. 화약류의 취급

5.1 발파작업 일반

5.1.1 발파작업책임자 및 일반 안전기준

(1) 사업주는 화약류를 취급・사용하여 발파작업을 하는 경우 발파작업책임자가 「산업안전보건법 시행령」 제15조제1항에 따른 관리감독자의 업무를 수행하도록 하여야 한다.

(2) 사업주는 발파작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 다음 각 목의 사항을 포함한 작업계획서를 작성하여 해당 근로자에게 알리고, 작업계획서에 따라 발파작업책임자(또는 관리감독자)가 작업을 지휘하게 하여야 한다.

(가) 발파 작업장소의 지형, 지질 및 지층의 상태

(나) 발파작업 방법 및 순서(발파패턴 및 규모 등 중요사항을 포함한다)

(다) 발파 작업장소에서 건설기계 및 차량계하역기계등의 운행경로 및 작업방법

(라) 토사·구축물 등의 붕괴 및 물체가 떨어지거나 날아오는 것을 예방하기 위해 필요한 안전조치

(마) 뇌우나 모래폭풍이 접근하고 있는 경우 화약류 취급이나 사용 등 모든 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피하는 방안

(바) 발파공별로 시차를 두고 발파하는 지발식 발파를 할 때 비산, 진동 등 그 밖의 현장 여건에 따른 제어대책

(3) 발파작업으로 인해 토사·구축물 등이 붕괴하거나 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하는 등의 조치를 하여야 한다.

(4) 화약류, 발파기(blaster)재 등을 사용 및 관리, 취급, 폐기하거나, 사업장에 반입할 때에는 「총포화약법」 및 제조사의 사용지침에서 정하는 바에 따라 조치를 하여야 한다.

(5) 화약류를 사용, 취급 및 관리하는 장소 인근에서는 화기사용, 흡연 등의 행위를 금지하여야 한다.

(6) 발파기(blaster)와 발파기의 스위치 또는 비밀번호는 발파작업책임자(또는 관리감독자)만 취급할 수 있도록 조치하고, 발파기에 발파모선(lead wire)을 연결할 때는 발파작업책임자(또는 관리감독자)의 지휘에 따라야 한다.

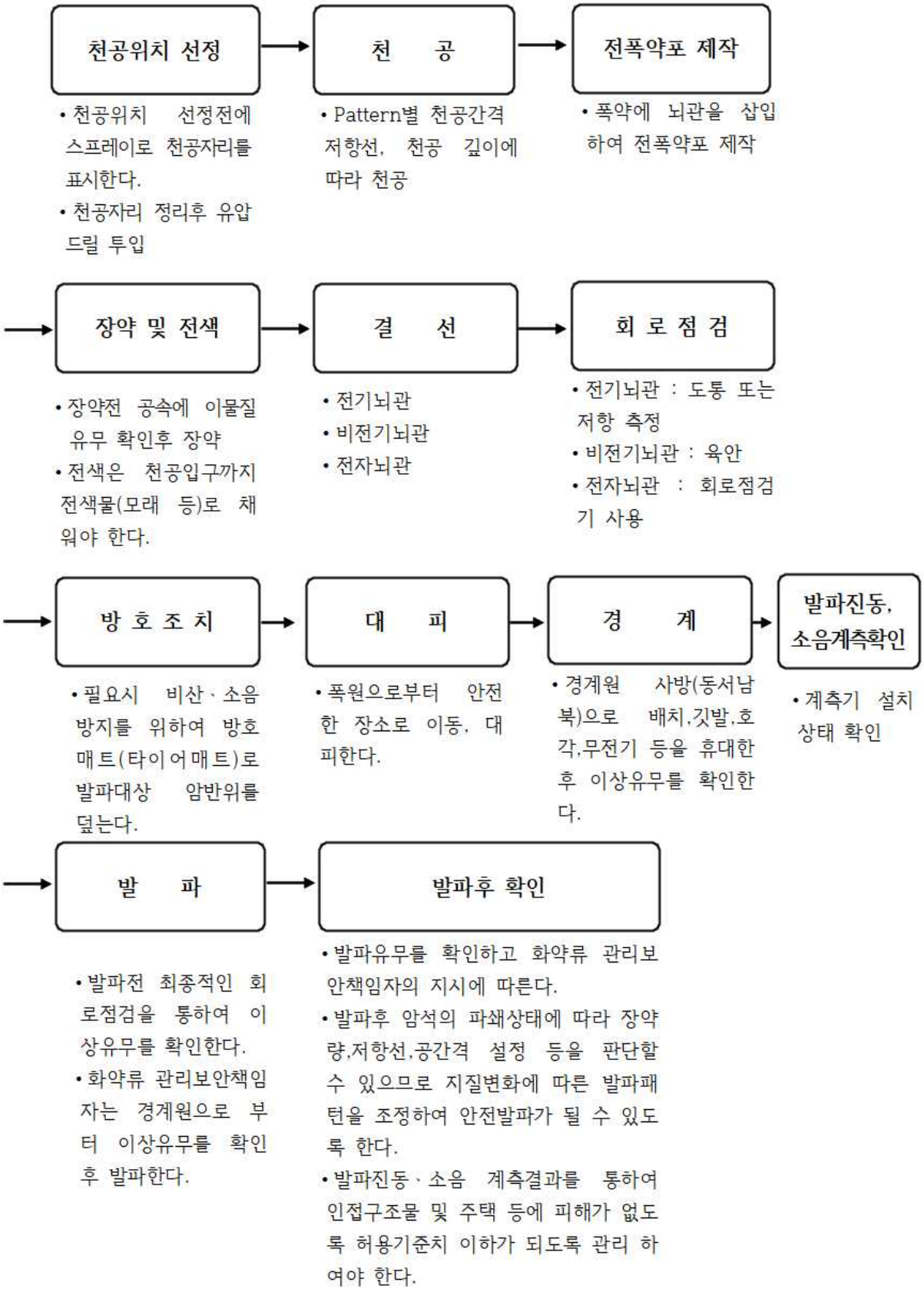
(7) 발파를 하기 전에는 발파에 사용하는 뇌관의 수량을 파악해야 하며, 발파 후에는 폭발한 뇌관의 수량을 확인해야 한다.

(8) 수중발파에 사용하는 뇌관의 각선[뇌관의 관체와 연결된 전기선 또는 시그널튜브(signal tube)를 말한다]은 수심을 고려하여 그 길이를 충분히 확보하고, 수중에서 결선(結線)하는 각선의 개소는 가능한 한 적게 하여야 한다.

(9) 도심지 등 발파에 주의를 요구하는 장소에서는 실제 발파하기 전에 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토해야 한다.

(10) 일반적인 발파 절차(예시)는 <그림 1>과 같으며, 그 밖에 구체적인 사항은 「총포화약법」에 따른다.

<그림 1> 일반 발파 절차(예시)



5.1.2 진동 및 파손

(1) 발파작업으로 인해 진동 및 파손 등의 우려가 있는 경우 다음 각 목의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 건물 등 구조물 및 동력선, 통신망 등 시설 인근에서 발파작업을 할 때는 주변 상태와 발파위력을 고려하여 소음과 진동을 최소화할 것

(나) (가)항에 해당하는 경우에는 그 구조물 또는 시설의 소유자, 점유자, 사용자에게 발파계획의 내용과 시기 및 통제 조치를 알리고, 필요한 조치를 할 때까지 발파작업을 금지할 것

(다) 「건설기술진흥법」 제44조에 따라 정한 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등 관계 법령에서 정하는 진동 허용기준을 준수할 것

(라) 관계 전문가로부터 발파에 따른 진동을 측정하고 분석한 기록지를 받아 확인하고 보관할 것

(2) (1)호 (가)목에 따라 소음과 진동을 최소화할 때는 다음 각 목의 사항을 고려하여야 한다.

(가) 관계 전문가에게 자문을 하여 소음과 진동의 영향을 최소화할 수 있는 화약류로 결정할 것

(나) 자유면을 가능한 한 많이 활용하여 적정한 최소저항선과 장약량을 결정할 것

(다) 폭발음을 경감시키기 위해 토제(earth dike) 등을 쌓거나, 풍향, 풍속을 고려하고 지발 뇌관을 사용할 것

(라) 공발현상(고압가스 분출 등 이상 현상을 말한다)을 최소화하기 위해 충분한 전색작업을 하고, 필요한 경우 보호매트 등을 사용할 것

(마) 비전기발파의 경우 표면연결뇌관(surface delay connector) 및 번치커넥터(bunch connector)의 기폭에 의한 소음을 최소화할 수 있는 조치를 할 것

5.1.3 발파방법의 선정

사업주는 작업의 내용, 작업장소의 특성, 진동, 붕괴 또는 낙하 및 파손의 영향 등과 다음 각 호의 사항을 고려하여 안전한 방법으로 발파방법을 선정해야 한다.

(가) 발파방법을 변경하는 경우 또는 연약암질, 토사층 및 암질의 변화구간에서 발파하는 경우 사전에 발파에 의한 영향력 등을 조사하기 위한 시험발파를 실시하여 가장 안전한 발파방법을 고려할 것

(나) 관계 전문가에게 자문을 하여 안전성을 확보할 수 있는 화약류 사용 및 발파방법을 적용할 것

(다) 레이다, 무선 송수신 시설이 있거나, 측정 결과 누설전류의 위험이 있는 경우에는 비전기뇌관을 우선 사용할 것

(라) 물이 고여 있거나 지하수 용출이 있는 장소 또는 수공에 장약해야 하는 경우에는 비전기뇌관을 우선 사용할 것

(마) 온천지역 등의 고온공에서 장약해야 하는 경우 제조사에서 정한 기준에 따라 화약류를 선정할 것

(바) 눈보라, 모래바람 등으로 인한 정전기 발생의 우려가 있는 장소 또는 우천, 낙뢰에 의한 누설전류로 인해 폭발의 위험성이 높은 장소에서 발파작업을 하는 경우에는 전기적 위험성이 낮은 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용할 것

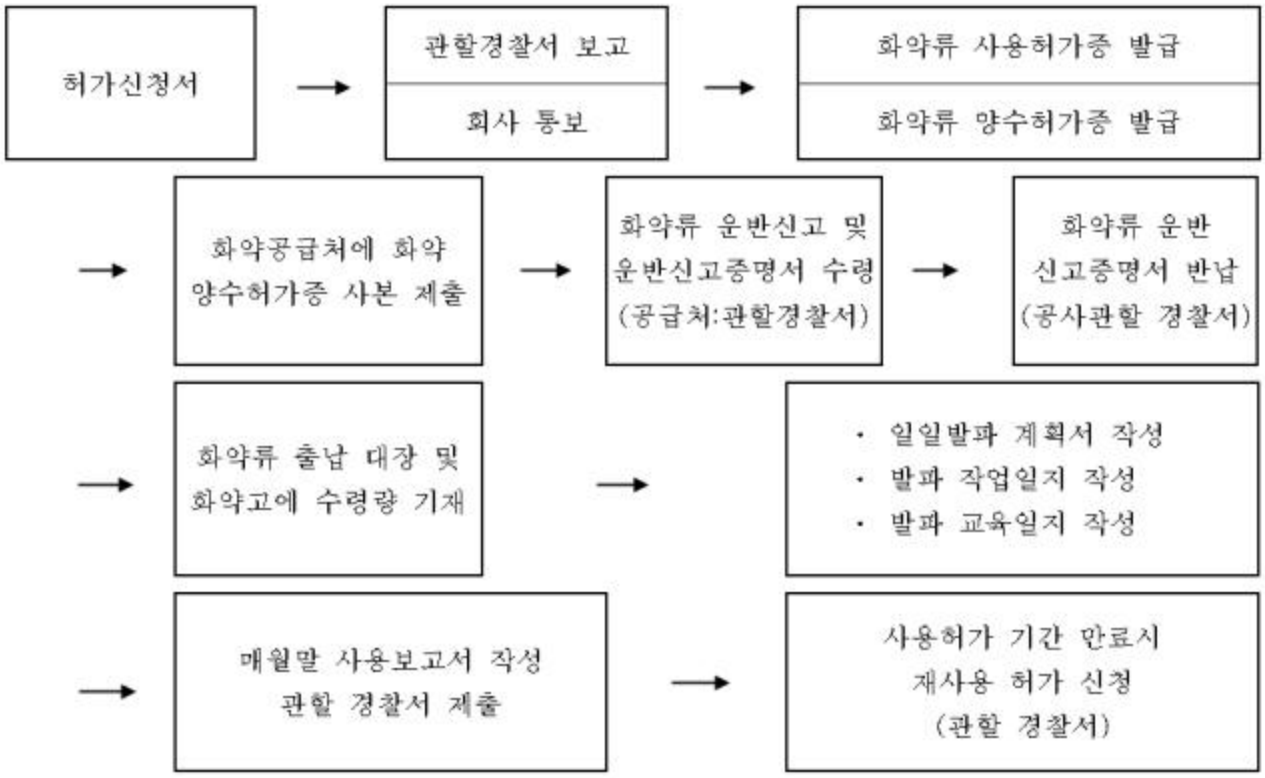
5.2 화약류의 관리

5.2.1 화약류의 저장 및 운반

(1) 건설공사, 채석장 등 발파작업 현장에서 화약류를 사용할 때는 「총포화약법」 제25조에 따른 화약류저장소로부터 매일 발파에 필요한 최소량을 화약류취급소(또는 화약류취급장소)로 운반하도록 하여야 한다.

(2) 일반적인 화약류 사용 절차는 <그림 2>와 같으며, 그 밖에 화약류의 저장 및 운반에 관한 구체적인 사항은 「총포화약법」에 따른다.

<그림 2> 화약류 사용 절차(예시)



※ 관할 경찰서 및 현장별로 차이가 있을 수 있음

5.2.2 화약류 취급소

(1) 화약류를 사용할 때는 화약류의 사용장소 부근에 화약류의 관리 및 발파의 준비에 전용되는 건물(이하 "화약류취급소"라 한다)을 「총포화약법 시행령」 제17조에서 정하는 기준에 맞게 설치하여야 한다.

(2) 화약류취급소의 운용 및 화약류 보관 등에 관해서는 다음 각 목의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 화약류취급소 이외의 장소에는 화약류를 방치 또는 보관하지 않도록 할 것

(나) 화약류취급소 및 인근에서는 약포에 뇌관류를 삽입하거나, 삽입된 약포를 취급하지 말 것

(다) 화약류취급소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것

(라) 화약류취급소에 보관한 화약류의 피탈, 도난 방지 등을 방지하기 위한 조치를 할 것

(마) 화약류취급소 인근에서는 흡연, 화기사용 등 화재의 위험을 초래하는 행위를 금지하고, 방화수, 방화사 및 소화기 등을 비치할 것

(바) 화약류취급소에는 화약류 취급 대장을 비치하여 발파작업책임자(또는 관리감독자)가 화약류의 보관, 사용 및 잔류수량 등을 기록하게 할 것

(사) 화약류취급소에는 화약류 취급상 필요한 안전수칙을 근로자가 보기 쉬운 곳에 게시할 것

(3) 화약류를 갱내 또는 지하로 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 권양기 또는 크레인으로 운송할 경우에 권양기 또는 크레인 운전자에게 화약류가 운송되기 전에 미리 알릴 것

(나) 지하에서 화약류 운송에 사용되는 트럭은 매주 전기 시스템을 점검하여 전기 위험을 구성할 수 있는 고장을 점검할 것

(다) 화약류를 지하로 올리거나 내릴 때에는 화약운반차를 장비운송용 리프터를 이용하는 것을 원칙으로 하지만 리프터가 없어 불가한 경우에는 별도의 견고한 적재용기에 담아 권양기 또는 크레인으로 운반할 것

(라) 화약류를 적재한 운반차나 적재용기에는 화약류 이외의 기계, 공구, 유류 등을 같이 적재하지 말 것

(마) 발파책임자, 운전자, 경비원을 제외한 누구도 화약류를 운반하는 운반차에 탑승을 금지할 것

(바) 뇌관과 화약류를 같은 차량이나 운송 수단으로 운송하기 위한 구획은 물리적으로 분리되어야 하고 화약류가 적재용기, 와이어 등 철재류와 직접 접촉하지 않도록 조치할 것

(3) 그 밖에 화약류취급소의 운영, 화약류 보관량 등에 관한 사항은 「총포화약법」에 따른다.

<그림 3> 화약류 취급소 및 저장소 예시



화약류 취급소(예시)



화약류 저장소(예시)

5.2.3 사업장 내 운반

(1) 화약류를 갱내 또는 발파장소로 운반할 때에는 정해진 포장 및 상자 등을 사용하여야 한다.

(2) 폭약과 뇌관은 1인이 동시에 운반하지 않도록 할 것. 다만, 부득이하게 1인이 운반하는 경우 별개의 용기에 넣어 운반하여야 한다.

(3) 화약류는 운반하는 자의 체력에 적당하도록 소량을 운반하도록 하여야 한다.

(4) 화약류를 운반할 때에는 화기나 전선의 부근을 피하고, 던지거나, 넘어지거나, 떨어뜨리거나, 부딪히는 등 충격을 주지 않도록 주의하여야 한다.

(5) 빈 화약류 용기 및 포장재료는 제조사에서 정한 기준에 따라 처분하여야 한다.

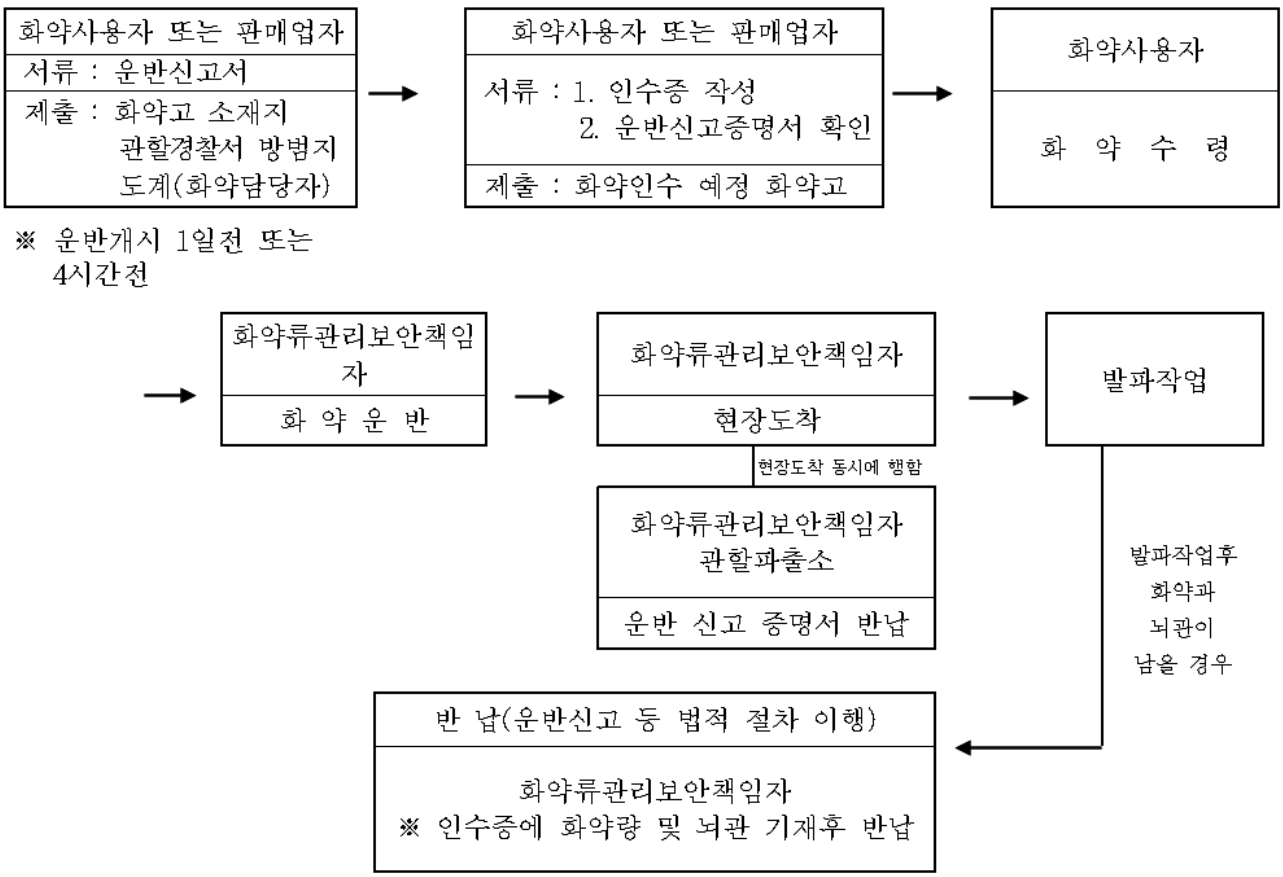
(6) 전기뇌관을 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 각선의 피복 등이 벗겨지거나 손상되지 않도록 용기에 넣을 것

(나) 건전지 또는 전선의 피복이 벗겨진 전기기구를 휴대하지 말 것

(다) 전등선, 동력선 기타 누전의 우려가 있는 것에 접근시키지 말 것

<그림 4> 화약류 운반 절차(예시[주1])



※ 관할 경찰서 및 현장별로 차이가 있을 수 있음

주1) 일반적인 화약류의 운반 절차로 참고할 수 있으며 관할 경찰서 허가조건을 우선 따른다.

5.2.4 화약류의 취급

화약류의 사용장소에서 화약류를 취급할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(1) 「총포화약법」 제5조(같은 조 제4호 제외), 제13조제1항제2호부터 제7호까지, 제19조에 해당하는 자의 화약류의 취급을 금지하여야 한다.

(2) 화약류는 두드리거나, 던지거나, 떨어뜨리는 등 충격을 주지 않도록 항상 주의하여야 한다.

(3) 화기의 사용 또는 불꽃을 발생시키는 작업을 하는 장소의 부근이나 누전의 위험이 있는 장소에서는 화약류를 취급하지 말아야 한다.

(4) 화약류가 들어있는 상자를 열 때는 철제기구 등으로 두드리거나 충격을 주어 억지로 열지 말아야 한다.

(5) 화약류를 수납하는 용기는 나무 등 부도체로 만든 견고한 구조로 하고 내부에는 철재류가 드러나지 않도록 하여야 한다.

(6) 방수 처리를 하지 않은 화약류는 습기가 있는 곳에 두지 말아야 한다.

(7) 폭약과 뇌관은 각각 다른 용기에 수납하여야 한다.

(8) 굳어진 폭약은 부드럽게 하여 사용하여야 한다.

(9) 발파작업 현장에는 여분의 화약류를 들고 들어가지 말아야 한다.

(10) 사용하고 남은 화약류는 신속하게 화약류취급소로 운반하여 보관하여야 한다.

(11) 화약류 취급 중에는 항시 도난 및 피탈에 주의하고 과부족이 발생하지 않도록 유의하여야 한다.

(12) 전기뇌관은 전지, 전선, 기타 전기설비, 레일, 철재류, 전등선, 동력선 또는 휴대전화 등 누전의 우려가 있는 물체에 닿지 않도록 하여야 한다.

(13) 비전기뇌관을 취급하는 경우 시그널튜브(signal tube)가 장기간 햇볕에 노출되어 변형이 일어나지 않도록 화약류취급소에 보관하거나 열을 차단할 수 있는 재료로 덮는 등의 조치를 하여야 한다.

(14) 화재가 발생하여 화약류와 접촉할 위험이 있는 곳에서는 화재를 진압하지 않고 주변의 모든 인원을 안전한 구역으로 대피하도록 하여야 한다.

(15) 화약류 취급 중에 뇌우가 접근하거나 낙뢰가 발생할 위험이 있는 동안 모든 작업을 중단하고 안전한 구역으로 대피할 것

(16) 노천에서 발파 작업은 가능한 일출과 일몰 사이에 수행하며, 구체적인 사항은 관할 경찰서의 허가조건에 따른다.

5.2.5 화약류의 검사

화약류를 사용하기 전에는 다음 각 호의 사항에 따라 불량품을 점검 또는 검사하여야 한다.

(1) 굳어지기 쉽고, 굳어지면 불발과 잔류를 발생하거나 폭력이 약해질 우려가 있는 질산암모늄(NH4NO3)을 많이 포함한 폭약 중 딱딱해진 것은 부드럽게 풀어 관리하여야 한다.

(2) 흡습 또는 이상 경화로 인해 성능의 변화가 우려되는 화약류(이하 "불량 화약류"라 한다)는 사용하지 말아야 한다.

(3) 폭약의 양 끝이 유연하게 되어 있는지, 액체가 흘러내리지 않았는지 등을 확인하여 흡습으로 인한 불량 화약류 여부를 확인하여야 한다.

(4) 불량 화약류는 쉽게 알아볼 수 있도록 표시하고, 제조사에서 정한 안전한 방법으로 처리하여야 한다.

<표 1> 화약류의 종류와 특징

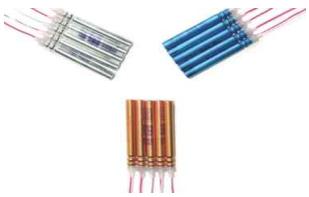
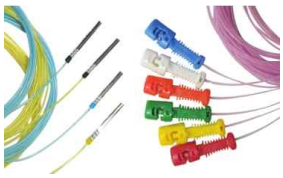
구 분	카트리지형(cartridge type)			벌크형(bulk type)	
	에멀젼	고성능에멀젼	정밀폭약	에멀젼	초유폭약
개요도					
폭발속도	5,700m/s	6,000m/s	4,400m/s	5,500~5900m/s	3,300m/s
적용암질	연암~경암	경암~극경암	조절발파용	보통암~극경암	연암~보통암
탄동구포	120~135%	160%	90%	-	145%
가비중	1.1~1.3g/cc	1.2~1.3g/cc	1.0g/cc	1.15~1.3g/cc	0.75~0.85g/cc
폭발열	800~1,100kcal/kg	1,300kcal/kg	800kcal/kg	850~990kcal/kg	1,100kcal/kg
가스량	880~950ℓ/kg	865ℓ/kg	880ℓ/kg	988~996ℓ/kg	970ℓ/kg
낙추감도	100cm	100cm	100cm	100cm	100cm
내한성	-20℃	-20℃	-20℃	-20℃	-30℃
내수성	최우수	매우우수	최우수	최우수	취약
특 징	• 범용적 사용 • 내수성 우수 • 후가스 양호	• 효율 우수 • 내수성 우수 • 후가스 양호	• 디커플링 효과 • 암반손상 최소화	• 높은 장전밀도 • 취급안정성 • 후가스 양호	• 연암용 • 수공 불가 • 후가스 불리

(5) 전기뇌관을 사용하는 경우에는 각선의 상처, 도통의 유무 또는 전기저항을 확인하여야 한다.

(6) 전기뇌관을 사용하는 경우 0.01A 이하의 전류를 가진 도통시험기로 도통 유무를 측정하고 검사를 마친 전기뇌관의 양단은 반드시 단락(短絡)하여 두어야 한다.

(7) 비전기뇌관을 사용하는 경우에는 시그널튜브(signal tube)의 상처, 뇌관 관체의 손상 등의 이상 여부를 육안으로 확인하여야 한다.

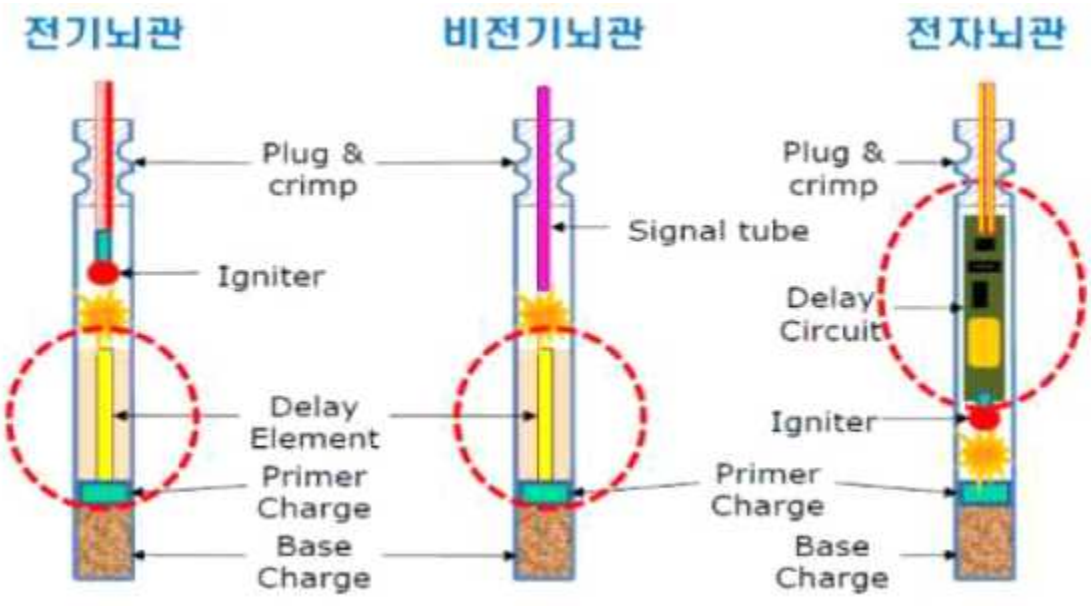
<표 2> 뇌관의 종류와 특징

구분	전기뇌관	비전기뇌관	전자뇌관
제품외형			
점화방식	전기전류	충격파	기폭명령 (암호화 디지털 Signal)
시차정밀도	±10%		0.02%이내
시차 결정요소	지연 화약의 길이		전자 집적회로
안정성	미주전류, 정전기, 낙뢰 등 전기 요인 사고 위험 상존	외부 전기 요인에 안전 충격에 민감	외부 전기 요인에 안전 (전용 발파기 사용)
지연시차	0~7,000ms	0~7,000ms	0~50,000ms (1ms단차 조절 가능)
사용단수	42단 (MS, LP 조합시)		2,500단 (20ms 적용시)
장점	사용 숙련도가 높음	전기적 안정성	정밀초시, 전기적 안정성, 파쇄효과 탁월, 진동제어 및 시공성 우수
단점	뇌관오차에 의한 진동 증가 및 전기적 위험	뇌관오차에 의한 진동 증가	사용 교육 필수

(8) 도폭선을 사용하는 경우에는 흡습, 피복의 상처, 헐거움 등의 이상 여부를 확인하여야 한다.

(9) 전자뇌관을 사용하는 경우에는 회로점검기(테스터기)로 뇌관 ID 및 통신 상태를 점검하여 이상 여부를 확인하여야 한다.

<그림 5> 뇌관별 구조도



5.2.6 천공

천공작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(1) 발파공의 크기는 사용할 화약류의 직경보다 크게 하여야 한다.

(2) 1차 발파된 지역에서 천공 작업을 하는 경우 다음 각 목의 사항을 따라야 한다.

(가) 전 지역에 폭파되지 않은 화약의 유무를 세밀히 조사하여 확인될 때까지 천공하지 말 것

(나) 가목에 따른 확인 결과 화약류를 발견하지 못하였다 하더라도 천공 구멍에 천공기, 곡괭이 또는 금속재 봉 등을 삽입하지 말 것

(다) 불발된 발파공에서부터 15m 이내에서는 동력 기계를 이용한 천공작업을 금지할 것

(3) 천공 작업과 장약 작업은 같은 작업 장소에서 병행하지 않아야 하고, 작업 장소 간에 충분한 안전거리를 확보하여야 한다.

(4) 천공 작업으로 인해 발생하는 먼지는 가능한 한 물을 뿌리는 등 습식으로 제거하여야 한다.

(5) 천공 작업 중 근로자가 추락할 우려가 있는 때에는 작업 발판을 설치하고 안전대를 착용토록 하는 등의 방법으로 추락 방지 조치를 하여야 한다.

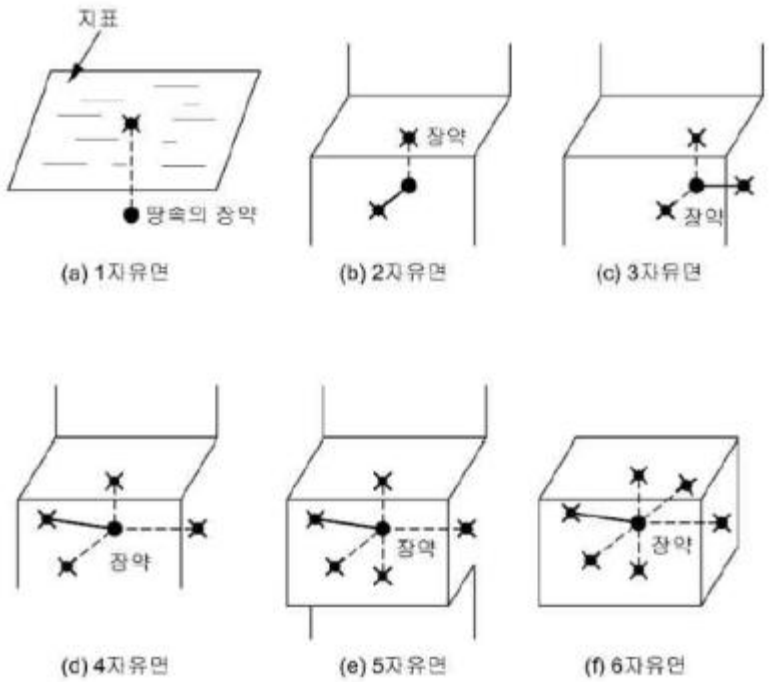
(6) 오거 및 천공기가 작동할 때는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지하여야 한다.

(7) 천공기를 이동할 때는 드릴 등 작업공구류는 안전한 위치에 두어야 하며, 송전선 아래나 그 주위로 이동할 때는 특히 주의하여야 한다.

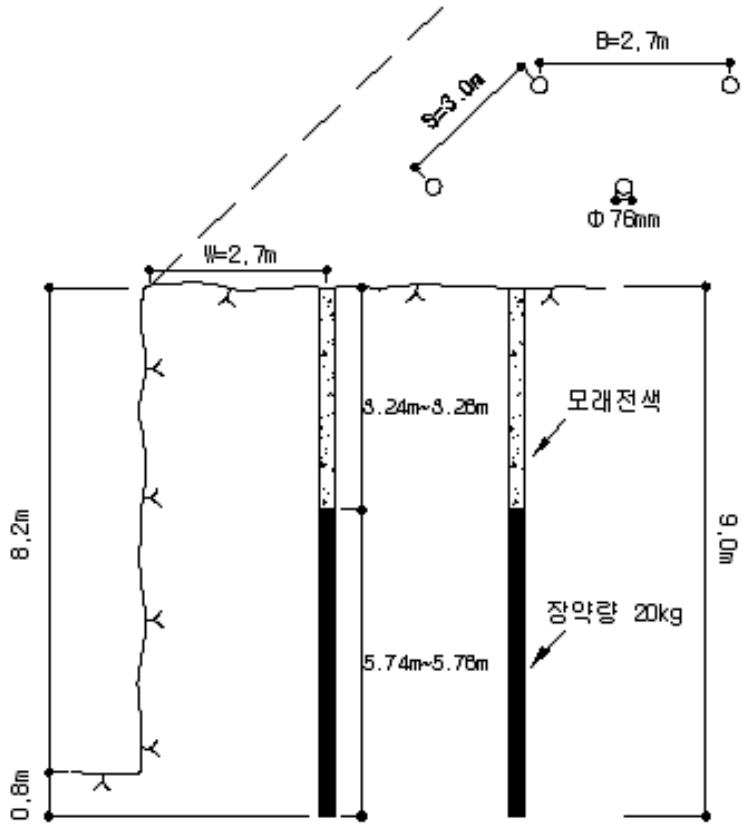
(8) 천공 작업을 하는 때에는 회전체에 끼이지 않도록 주의하여야 한다.

(9) 그 밖에 천공 작업 중에 발생할 우려가 있는 낙반 및 추락 등에 의한 위험을 방지하기 위한 조치를 하여야 한다.

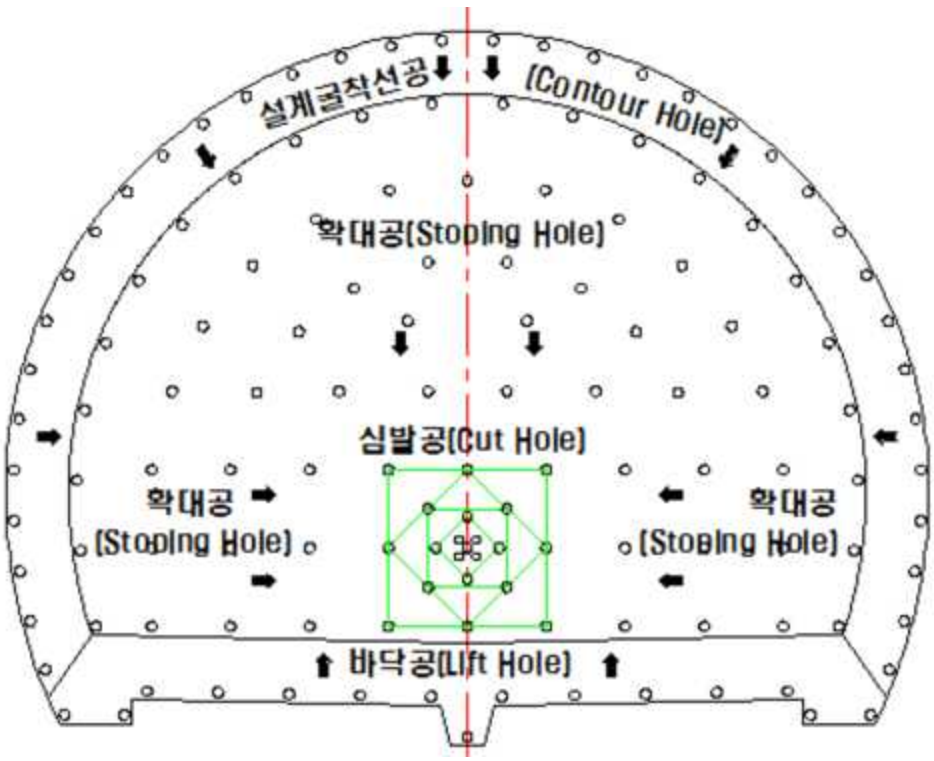
<그림 6> 자유면 모식도(예시)



<그림 7> 노천발파 모식도(예시)



<그림 8> 터널발파 모식도(예시)



5.2.7 장약

(1) 장약을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 장약 작업 장소 인근에서는 화기사용 및 흡연을 하지 않도록 할 것

(나) 장약 작업 장소 인근에서는 전기용접 작업이나 동력을 사용하는 기계를 사용하지 않을 것

(다) 장약 작업을 하는 근로자가 안전모 등 적절한 보호구를 착용하도록 할 것

(라) 기존의 발파에 사용된 발파공에는 장약하지 않도록 할 것

(마) 약포는 1개씩 손을 사용하여 신중하게 장약봉으로 넣고, 약포 간에 간격이 없도록 그때마다 구멍길이의 차를 측정하면서 장약을 수행하도록 할 것

(바) 장약봉은 곧바르고 견고하며, 마찰・충격・정전기 등에 대하여 안전한 부도체(플라스틱, 나무 등)를 사용하여 약포 지름보다 약간 굵고, 적당한 길이로 하고, 개수는 충분히 준비하게 할 것

(사) 장약은 뇌관의 관체, 각선, 연결장치 등이 충격 또는 손상되지 않도록 주의하며, 각선의 길이는 결선작업을 고려하여 충분한 길이의 것을 사용하게 할 것

(아) 초유폭약을 장약하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것

① 장약 중에 흡습 또는 이물의 혼입을 방지하기 위한 조치를 강구할 것

② 갱내에서는 가스 등의 환기에 유의하고, 통기가 나쁜 장소에서는 사용하지 말 것

③ 폭약을 장약한 후에는 신속하게 기폭할 것

(자) 낙석 또는 붕락의 위험이 있는 뜬돌(부석) 등의 유무를 확인하고, 이를 제거하는 등 안전조치 후 작업하도록 할 것

(차) 장약작업 중에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것

(2) 발파공을 청소하고 점검할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 발파공의 위치, 상태 및 깊이를 확인할 것

(나) 발파공에는 이물질이 들어가지 않게 하고, 이물질이 들어간 발파공은 공저(孔底)까지 청소하도록 할 것

(다) 초유폭약을 사용할 때에는 흡습 또는 이물의 혼입을 방지하기 위한 조치를 할 것

(3) 폭약을 발파공에 장약한 후 틈을 메우기 위한 전색작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 전색물은 적정한 수분을 함유한 모래나 점토 등 불연성 재료를 사용할 것

(나) 불완전한 발파 및 발파 후 가스 유출 등을 방지하기 위해 충분한 양의 전색물을 사용할 것

(다) 공발(空發, blown out)이 발생하지 않도록 다짐 작업을 충분히 할 것

(4) 전기발파를 하는 경우 장약작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 궤도, 철재류 또는 상설 전기접지계통을 접지극에 뇌관의 각선을 연결하지 말 것

(나) 수공에 장약할 때 부득이하게 비전기뇌관 또는 전자뇌관이 아닌 전기뇌관을 사용하는 경우에는 결선부에 방수제를 도포하거나 내수 테이프를 감는 등 방수 처리하여 누설전류로 인한 위험방지 조치를 할 것

(5) 온천지역, 섭씨 65도 이상의 고온공에 장약하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 화약제조업자 또는 판매업자 등 전문가의 지도를 받아 고온공에 적합한 화공품을 선정할 것

(나) 천공을 충분히 밀폐시키고 천공 내의 온도를 측정할 것

(다) 암반에 물을 뿌리거나, 천공 또는 보조공에 물을 직접 주입하는 등의 방법으로 암반의 온도를 섭씨 40도 이하로 낮출 것

(라) 장약부터 발파까지의 시간을 가능한 한 짧게 하여, 암반의 온도가 섭씨 60도 이상으로 오르기 전에 발파할 것

5.2.8 장전기의 사용

(1) 장전기를 사용할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 내부 청소가 용이한 구조의 장전기를 사용할 것

(나) 뇌관을 삽입한 기폭약포는 장전기 호스로 장약하지 말 것

(다) 초유폭약을 사용하는 경우에는 본체가 스테인리스강 또는 알루미늄으로 만들어진 장전기를 사용하고, 구리(Cu), 철(Fe) 등 부식되기 쉬운 물질이나 주석(Sn), 아연(Zn) 등과 같이 초유폭약의 분해를 조장하는 물질을 이용하지 않을 것

(2) 전기발파를 하는 경우 장전기를 사용할 때는 다음 각 호의 사항에 유의하여야 한다.

(가) 장전기 호스는 정전기를 쉽게 제거할 수 있고, 또한 누설전류의 유입을 방지할 수 있는 것(강선입 고무, 비닐호스 또는 반도전성 호스)을 사용하고, 발파공의 길이보다 60cm 이상 긴 것을 사용할 것

(나) 장약작업 중에 발생하는 정전기를 제거하기 위해 접지가 가능한 구조의 장전기를 사용할 것

(다) 장전기를 사용하여 장약할 때에는 정전기가 소산(疏散)될 수 있도록 할 것

(라) 장전기를 사용하여 화약 또는 폭약을 장약하는 때에는 정전기에 의해 전기뇌관이 기폭되는 것을 방지할 것

6. 전기발파

6.1 발파의 준비

6.1.1 작업순서

전기발파 작업은 천공, 장약, 결선, 도통시험・저항측정 등 회로점검, 근로자 대피, 발파기(blaster)와 모선의 연결, 기폭, 발파결과 확인의 순서로 시행한다.

<표 3> 전기 발파 작업 순서 및 준수사항

작업 순서	준수사항
천공	5.2.6 천공
↓	
장약	5.2.5 화약류의 검사 5.2.7 장약
↓	
결선	5.2.8 장전기의 사용 6.2.6 전기발파의 안전기준
↓	
도통시험・저항측정 등 회로점검	6.1.2 발파기재의 검사
↓	
근로자 대피	6.2.6 전기발파의 안전기준
↓	
발파기(blaster)와 모선의 연결	6.2 발파
↓	
기폭	6.2.6 전기발파의 안전기준 9.1 기폭
↓	
발파결과 확인	6.2.7 불발시 원인 및 대책 9.2 발파 후 처리

6.1.2 발파기재의 검사

(1) 전기발파를 할 때는 전기뇌관, 발파기(blaster), 도통시험기, 저항측정기, 발파모선(lead wire), 보조모선(connecting wire), 누설전류검지기 등 발파기재를 준비하여 건조한 곳에 보관하여야 한다.

<그림 9> 도통시험기



<그림 10> 누설전류 측정기



(2) 전기발파 작업을 시작하기 전에는 주요 발파기재에 대하여 다음 각 호의 사항을 확인하여야 한다.

(가) 사용하고자 하는 전기식 발파기(blaster)의 능력을 측정하고 이상 유무를 확인할 것

(나) 발파모선(lead wire)의 저항이 크면 뇌관에 전달되는 전류가 작아짐을 고려하여 발파모선의 규격을 신중히 선택하고, 절연저항과 피복의 파손 여부를 확인할 것

(다) 모든 결선 부위는 전류의 누설이나 전선의 단선(斷線)을 방지하기 위하여 절연테이프로 감아주거나 나무상자 등 절연물에 고정하여 지면으로부터 이격시킬 것

(라) 발파모선(lead wire)을 뇌관에 연결하기 전에 단선 또는 단락 여부를 확인할 것

<그림 11> 전기뇌관 발파기(blaster)



6.2 발파

6.2.1 천공

천공 작업은 '5.2.6 천공' 에 따른다.

6.2.2 뇌관의 삽입

(1) 전기뇌관은 저항을 측정하고, 소정의 저항치(오차 ±0.1옴)를 확인한 후 약포에 삽입하여야 하며 발파모선(lead wire)에 연결하기 전까지 각선의 양단을 단락하여 두어야 한다.

(2) 뇌관의 삽입작업은 발파작업 현장에서 하고, 화약류취급소 등에서 미리 수행해서는 아니 된다.

6.2.3 발파모선(lead wire)의 배선

발파모선(lead wire)을 배선하는 경우 기폭장소에서 발파장소까지의 주 통로에는 철제기재 등 장해물을 두지 않도록 하고 갱내의 측벽에 달아매는 등 통행에 방해가 되지 않도록 배선하여야 한다.

6.2.4 저항의 측정

저항측정 및 소요전압 산출은 <부록 1>에 따라 하며, 저항을 측정할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 도통시험 및 저항측정은 화약류를 장약하는 장소에서 30m 이상 떨어진 장소에서 실시할 것

(나) 저항측정기에 발파모선(lead wire)의 양단을 연결하여 저항을 측정하고 분리하였을 때 무한대 저항이 나타나지 않는 경우에는 발파모선의 손상, 절연 불량, 파손 등 불량원인을 조사하여 보수한 후 사용할 것

(다) 소정의 저항값을 나타내지 않는 경우 다음 작업을 진행하지 않을 것

(라) 불량개소가 발견되지 않으면 소정의 도통시험기로 각 전기뇌관에 대한 도통시험을 개별적으로 실시할 것

(바) 발파모선의 저항은 기록하여 보관할 것

6.2.5 정전기 대책

전기 발파를 할 때는 <표 4>을 고려하여 정전기 대책을 수립하여 시행하여야 한다.

<표 4> 전기 발파 시 정전기에 의한 재해예방 대책

작업의 종류	대 책
일반기준	· 도전성의 의류(면 등의 소재로 제작된 의류를 말한다)를 착용한다. · 도전성의 정전기용 안전화를 착용한다. · 내정전성 전기뇌관을 사용한다.
천공작업	· 천공 장소에서 전기뇌관이나 폭약을 충분히 이격시켜 둔다.
기폭약포 만드는 작업	· 천공 장소, 초유폭약 장약 장소, 고무호스 등의 대전하기 쉬운 장소, 철관이나 레일 등의 전류가 흐르기 쉬운 장소의 인접 거리에서 작업을 하지 않는다. · 작업 전, 작업 중에는 맨손을 가끔 지면에 대어서 신체의 정전기를 제거한다. · 각선이나 보조모선(connecting wire)을 훑지 않는다.
초유폭약 (ANFO) 장약작업	· 장전기는 사용 전후에 잘 청소하고 접지장치의 접속을 확실히 한다. · 장전기 호스는 충분한 도전성을 갖는 것을 사용한다. · 장전기 호스는 발파공의 길이보다 60cm 이상 긴 것을 사용한다. · 장전기 호스는 계속 연결한 호스를 사용하지 않는다. · 장약할 때는 장전기를 충분히 접지한다. · 장전기의 접지선은 철관, 레일 등의 누설전류가 유입되기 쉬운 곳에 가까이하지 않는다. · 갱내 등의 장약 장소에서는 통기를 충분히 하여 ANFO 분진을 부유시키지 않도록 한다. · 컨트롤 밸브는 가능한 한 급격한 개폐를 하지 않는다. · 장약 중에는 발파공에서 ANFO의 분출이 없도록 한다. · 장약 종료 후는 장전기 호스의 끝을 장약 면에 꾹 눌러서 장약 면의 제전을 한다. · 발파공에 방수 플라스틱 튜브를 사용하는 때에는 장약 후 적어도 5분이 지난 후가 아니면 전기뇌관 및 기폭약포를 가까이하지 말아야 한다. · 거친 구멍이나 수공 등에서 플라스틱 튜브를 사용하여 장약할 때는 역기폭 또는 중간기폭을 피한다.

<표 4> 전기 발파 시 정전기에 의한 재해예방 대책 (계속)

작업의 종류	대 책
기폭약포 장약 및 결선방법	· 갱내에서는 초유폭약의 부유분진이 제거된 후 기폭약포 장약작업을 한다. · 기폭약포 장약 및 결선작업을 행할 때는 작업 전, 작업 중에는 맨손을 가끔 지면에 대어서 신체의 정전기를 제거한다. · 각선, 보조모선(connecting wire), 발파모선(lead wire)을 설치하거나 간추릴 때 훑지 않도록 하고 맨손으로 한다. · 각선이나 보조모선(connecting wire) 등의 결선장소의 나선 부분은 절연테이프를 사용하고 발파공 속에 삽입한 부분은 특히 주의한다.
낙뢰의 대책	· 기상 상황을 철저히 파악한다. · 낙뢰가 예상되는 경우 작업을 중지하고, 신속히 대피한다. · 불가피하게 발파를 실시하는 경우 전기적 위험성이 낮은 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용한다.
강풍 시 등의 대책	· 강풍으로 인해 정전기의 발생이 예상되는 경우 전기발파는 하지 않는다.

6.2.6 전기 발파의 안전기준

전기 발파를 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 전원은 전용 발파기(blaster)만을 사용하여야 하고, 발파작업책임자(또는 관리감독자) 외에는 개폐할 수 없도록 할 것

(나) 다수의 전기뇌관을 일제히 발파하는 때에는 발파기(blaster)의 용량, 발파모선(lead wire), 전기뇌관의 모든 저항을 고려하여 필요한 수준의 전류가 흐르게 할 것

(다) 발파기(blaster) 및 건전지는 건조한 곳에 보관하고 사용 전에 전압, 전류 등을 확인할 것

(라) 낙뢰경보기, 누설전류측정기 등을 사용하여 뇌전 가능성과 정전기 배출 가능성을 확인할 것

(마) 발파기(blaster)의 스위치는 기폭하는 때를 제외하고는 잠금장치를 하거나(고정식), 발파작업책임자(또는 관리감독자)가 휴대하게(이탈식) 할 것

(바) 발파모선(lead wire)은 절연 효력이 있고, 기계적으로 안전한 것으로서, 그 길이가 30m 이상의 것을 사용하여야 하며 사용 전에는 단선의 유무를 확인할 것

(사) 발파모선(lead wire)은 기폭이 될 때까지 항상 단락하여 둘 것

(아) 보조모선(connecting wire)은 피복이 안전하고 절연성능이 높은 것을 사용하고, 여러 개의 선을 이었거나 길이가 지나치게 길어 저항이 크게 된 것은 사용하지 말 것

(자) 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시킬 것

(차) 발파작업 시 근로자를 안전한 장소로 대피시킬 것

(카) 근로자가 안전한 거리로 피난할 수 없는 경우에는 앞면과 상부를 견고하게 방호한 피난장소를 설치할 것

6.2.7 불발시 원인 및 대책

전기발파작업 시 불발의 원인에 대한 대책은 <표 5>에 따라 처리하여야 한다.

<표 5> 전기발파 시 불발의 원인 및 대책

원 인	대 책
발파회로의 뇌관이 1발도 기폭 되지 않음(도통 불량) · 모선과의 결선 누락 · 기폭약포 장약 시 각선의 단선 · 발파모선(lead wire) 또는 보조모선(connecting wire)의 단선 · 각선의 단선	· 기폭약포 장약 중 각선이 손상되지 않도록 해야 한다. · 발파모선(lead wire)과 뇌관회로를 연결하기 전에 모선의 단선이나 손상 여부를 확인하여야 한다. · 발파모선(lead wire)의 양쪽 끝을 저항측정기로 측정하여 규정 저항이 나타나는지 확인하여 모선을 분리하였을 때 무한대 저항이 나타나지 않으면 모선의 손상, 절연불량, 파손 등 불량원인을 조사하고 보수한 후 사용하여야 한다.
발파회로 전체 뇌관 중 1발밖에 기폭 되지 않음 · 결선부의 벗김 또는 단선 · 불발된 뇌관의 결선 탈락 · 기폭 약포 장약 시 각선이 손상되어 단선	
발파회로의 산발적 불발 · 발파기(blaster)의 출력 부족 · 발파기의 규격용량 이상으로 발파하였을 때 · 결선부가 녹슬어 있을 때 · 타사 제품의 뇌관과 혼용하였을 때	· 사용하고자 하는 발파기(blaster)의 능력을 측정하여 이상 유무를 확인하여야 한다. · 결선부에 비닐테이프를 감아야 한다. · 타사 제품과 혼용해서 사용하지 않아야 한다.
발파회로 내 발파모선(lead wire)에 가까운 것은 기폭 되고 회로의 가운데에서 뇌관 불발 · 결선부가 물에 잠기거나 특히 발파모선(lead wire)과 발파회로의 결선부가 침수되었을 때	· 결선부에 비닐 테이프를 감아서 방수 조치를 하여야 한다. · 결선이 잘못된 부분이 없는지 확인 후 필요한 조치를 해야 한다.
발파모선(lead wire)의 결선 위치와 관계없이 특정 부분의 뇌관 불발 · 발파회로의 특정 부분이 침수되었을 때 · 결선 불량	
근접공 발파의 영향에 의해서 뇌관 불발 · 천공 간격이 비교적 가까울 때 · 발파공 부근 암석에 균열, 절리, 단층이 있을 때 · 수중발파를 할 때	· 사전에 천공 간격 및 암반 조건을 고려하여 작업계획을 수립하여야 한다. · 수중발파 시 결선부에 비닐테이프를 감아서 방수 조치를 하여야 한다.

7. 비전기발파

7.1 발파의 준비

7.1.1 작업순서

비전기발파 작업은 천공, 장약, 결선[비전기뇌관에 표면연결뇌관(surface delay connector) 또는 번치커넥터(bunch connector) 연결], 연결상태 등 회로점검, 근로자 대피, 발파기(blaster)와 스타터뇌관의 연결, 기폭, 발파결과 확인의 순서로 시행한다.

<표 6> 비전기 발파 작업 순서 및 준수사항

작업 순서	준수사항
천공	5.2.6 천공
↓	
장약	5.2.5 화약류의 검사 5.2.7 장약
↓	
결선	7.2.4 비전기 발파의 안전기준
↓	
연결상태 등 회로점검	7.1.2 발파기재의 검사
↓	
근로자 대피	7.2.4 비전기 발파의 안전기준
↓	
발파기(blaster)와 스타터뇌관 연결	7.2 발파
↓	
기폭	7.2.4 비전기 발파의 안전기준 9.1 기폭
↓	
발파결과 확인	7.2.5 불발시 원인 및 대책 9.2 발파 후 처리

7.1.2 발파기재의 검사

(1) 비전기발파를 할 때는 비전기뇌관, 스타터뇌관, 발파기(blaster), 번치커넥터(bunch connector) 등 발파기재를 준비하여 건조한 곳에 보관하여야 한다.

<그림 12> 비전기뇌관 발파기(blaster)



(2) 비전기발파 작업을 시작하기 전에는 주요 발파기재에 대하여 다음 각 호의 사항을 확인하여야 한다.

(가) 사용하고자 하는 비전기식 발파기(blaster)의 능력을 측정하고 이상 유무를 확인할 것

(나) 육안으로 시그널튜브(signal tube) 손상여부 및 비전기뇌관의 결합상태 등 발파회로의 이상 유무를 점검할 것

7.2 발파

7.2.1 천공

천공작업은 '5.2.6 천공' 에 따른다.

7.2.2 뇌관의 삽입

(1) 비전기뇌관은 뇌관의 상태 및 시그널튜브(signal tube)의 손상 여부를 확인한 후 약포에 삽입하여야 한다.

(2) 뇌관의 삽입 작업은 발파작업 현장에서 하고, 화약류 취급소 등에서 미리 수행해서는 아니 된다.

7.2.3 시그널튜브(signal tube)의 배선

(1) 시그널튜브(signal tube)를 배선할 때는 심하게 잡아당기지 말아야 하고, 꼬임, 매듭 등이 없도록 주의하여야 한다.

(2) 시그널튜브(signal tube)를 밟거나 차량 등이 지나지 않도록 하여야 한다. 다만, 시그널튜브의 손상을 방지하기 위하여 적절한 방호조치를 한 경우에는 그러하지 아니하다.

7.2.4 비전기 발파의 안전기준

비전기 발파를 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 기폭하기 직전까지 스타터뇌관을 발파기(blaster)로부터 분리하여 둘 것

(나) 장약 또는 결선작업을 할 때는 시그널튜브(signal tube)에 손상이 가지 않도록 취급할 것

(다) 흡습에 의한 불발을 방지하기 위해 스타터를 사용할 때를 제외하고는 시그널튜브(signal tube)의 밀봉된 끝 부위를 잘라내지 않도록 할 것

(라) 습한 장소에서는 결선 후 장기간 방치하지 말고 신속하게 발파할 것

(마) 결선 여부를 육안으로 철저히 확인할 것

(바) 지발식 발파작업을 할 때는 표면연결뇌관(surface delay connector) 또는 번치커넥터(bunch connector)의 비산 파편에 의해서 인접한 시그널튜브(signal tube)가 손상되지 않도록 헝겊이나 비닐 등으로 감싸는 등 필요한 조치를 할 것

(사) 시그널튜브(signal tube)는 제조사에서 정하는 온도 이상의 환경에서는 사용하지 않을 것

(아) 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시킬 것

(자) 발파작업 시 근로자를 안전한 장소로 대피시킬 것

(차) 근로자가 안전한 거리로 피난할 수 없는 경우에는 앞면과 상부를 견고하게 방호한 피난장소를 설치할 것

7.2.5 불발시 원인 및 대책

비전기발파 작업 시 불발의 원인에 대한 대책은 <표 7>에 따라 처리하여야 한다.

<표 7> 비전기발파 시 불발의 원인 및 대책

원 인	대 책
비전기발파 기재의 화약류 취급소 등에서의 보관 불량으로 인한 불발	・장시간 햇볕에 노출되지 않도록 하고 불가피한 경우 열을 차단할 수 있는 것을 덮어두어야 한다.
시그널튜브(signal tube)의 길이가 60cm 이하로 짧아 수분 흡수 등의 원인으로 불발	・시그널튜브(signal tube) 연결부위의 길이를 충분히 유지하여야 한다.
시그널튜브(signal tube) 파손으로 인한 불발 ・수평 발파에서 지발 발파 시 먼저 기폭된 번치커넥터(bunch connector) 파편에 의해 시그널튜브(signal tube)가 파손 ・벤치발파에서 비전기뇌관의 시그널튜브(signal tube)가 파편에 맞아 절단 또는 손상	・번치커넥터(bunch connector) 또는 표면연결뇌관(surface delay connector)과 시그널튜브(signal tube)의 간격을 평행거리로 충분히 유지하면 파편으로 인한 시그널튜브 파손을 어느 정도 방지할 수 있으나, 근본적으로 헝겊이나 비닐 등으로 덮어 파편이 비산 되지 않도록 조치하는 것이 좋다.
표면연결뇌관(surface delay connector) 또는 번치커넥터(bunch connector)의 연결상태 및 설치상태 불량으로 인한 불발 ・시그널튜브(signal tube)가 커넥터에서 빠지거나 뇌관에 연결된 시그널튜브가 빠짐	・시그널튜브(signal tube)가 빠지지 않도록 묶어주거나, 기폭된 뇌관이 공중으로 날아가지 못하도록 복토해야 한다.

8. 전자발파

8.1 발파의 준비

8.1.1 작업순서

전자 발파 작업은 천공, 장약, 결선, 초시 입력, 회로점검 테스트, 근로자 대피, 발파기(blaster)와 발파모선(lead wire) 연결, 통신상태 점검, 기폭, 발파결과 확인의 순서로 시행한다.

<표 8> 전자 발파 작업 순서 및 준수사항

작업 순서	준수사항
천공	5.2.6 천공
↓	
장약	5.2.5 화약류의 검사 5.2.7 장약
↓	
결선	8.2.4 전자 발파의 안전기준
↓	
초시 입력 및 회로점검 테스트	8.1.2 발파기재의 검사
↓	
근로자 대피	8.2.4 전자 발파의 안전기준
↓	
발파기(blaster)와 발파모선 연결 및 통신상태 점검	8.2 발파
↓	
기폭	8.2.4 전자 발파의 안전기준 9.1 기폭
↓	
발파결과 확인	8.2.5 불발시 원인 및 대책 9.2 발파 후 처리

8.1.2 발파기재의 검사

(1) 전자 발파를 할 때는 전자뇌관, 발파기(blaster), 초시입력장치, 발파모선(lead wire), 보조모선(connecting wire), 회로점검기 등 발파기재를 준비하여 건조한 곳에 보관하여야 한다.

<그림 13> 전자뇌관 발파기(blaster) 구성



(2) 전자 발파 작업을 시작하기 전에는 주요 발파기재에 대하여 다음 각 호의 사항을 확인하여야 한다.

(가) 발파기(blaster)와 전자뇌관, 초시입력장치, 회로점검기 등 발파기재 간의 통신상태 및 발파기(blaster)의 충전상태를 확인할 것

(나) 원활한 통신상태를 유지하기 위해 제조사에서 정한 보조모선(connecting wire)을 사용할 것

(다) 결선작업 중에는 회로점검기를 연결하여 뇌관의 이상 유무, 연결상태 등을 수시로 확인할 것

8.2 발파

8.2.1 천공

천공 작업은 '5.2.6 천공' 에 따른다.

8.2.2 뇌관의 삽입

(1) 전자뇌관은 각 뇌관의 상태와 통신 여부 등을 확인한 후 약포에 삽입하고, 작업계획에 따른 초시를 정확히 입력하고 확인하여야 한다.

(2) 뇌관의 삽입작업은 발파작업 현장에서 하고, 화약류취급소 등에서 미리 수행해서는 아니 된다.

8.2.3 발파모선(lead wire)의 배선

전자 발파를 할 때는 발파모선(lead wire)의 배선에 관해서는 '6.2.3 발파모선(lead wire)의 배선'에 따른다.

8.2.4 전자 발파의 안전기준

전자 발파를 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 발파기(blaster)의 스위치는 기폭하는 때를 제외하고는 잠금장치를 하거나(고정식), 발파작업책임자(또는 관리감독자)가 휴대하게(이탈식) 할 것

(나) 발파모선(lead wire)은 절연 효력이 있고, 기계적으로 안전한 것으로서, 그 길이가 30m 이상의 것을 사용하여야 하며 사용 전에는 단선의 유무를 확인할 것

(다) 발파모선(lead wire)은 기폭이 될 때까지 항상 단락하여 둘 것

(라) 보조모선(connecting wire)은 피복이 안전하고 절연성능이 높은 것을 사용하고, 여러 개의 선을 이었거나 길이가 지나치게 길어 저항이 크게 된 것은 사용하지 말 것

(마) 뇌관의 연결장치와 연결용 보조모선(connecting wire)을 연결하는 결선작업을 할 때는 반드시 병렬 결선회로를 가지도록 정확히 연결할 것

(바) 각 뇌관의 시차를 부여하여 발파 순서를 결정하는 초시입력 작업은 발파작업책임자(또는 관리감독자)의 지휘에 따라 수행하고, 초시입력을 완료한 후에는 초시 입력된 뇌관의 수량과 실제 사용된 뇌관의 총 수량의 일치 여부를 확인할 것

(사) 회로점검기를 통해 결선회로의 단선, 단락, 누설 여부 및 불량뇌관, 통신이 되지 않는 뇌관, 초시 미입력 뇌관의 유무를 확인하여 필요한 조치를 할 것

(아) 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시킬 것

(자) 발파작업 시 근로자를 안전한 장소로 대피시킬 것

(차) 근로자가 안전한 거리로 피난할 수 없는 경우에는 앞면과 상부를 견고하게 방호한 피난장소를 설치할 것

8.2.5 불발시 원인 및 대책

전자발파 작업 시 불발의 원인에 대한 대책은 <표 9>에 따라 처리하여야 한다.

<표 9> 전자발파 시 불발의 원인 및 대책

원 인	대 책
발파회로의 뇌관이 1발도 기폭 되지 않음 · 연결용 보조모선(connecting wire)과 발파기(blaster)의 결선 누락 · 발파모선(lead wire) 또는 보조모선(connecting wire)의 단선 · 전용 발파기(blaster) 불량 · 통신 불량	· 뇌관을 연결하기 전에 연결용 보조모선(connecting wire)의 단선이나 단락 여부를 확인하여야 한다. · 연결용 보조모선(connecting wire)의 한쪽 끝을 회로점검기로 측정하여 통신 상태를 확인하여야 한다. · 발파기재는 최상의 상태로 관리하여야 한다. · 발파 전에 회로점검기로 뇌관과 상호 통신을 통해 뇌관 및 결선 상태를 확인하여야 한다.
발파회로의 산발적 불발 · 발파기(blaster)의 규격용량 이상으로 발파하였을 때 · 타사 제품의 뇌관과 혼용하였을 때 · 결선부의 벗김 또는 단선 · 기폭약포 장약 시 각선이 손상되어 단선	· 사용하고자 하는 발파기재는 제조사의 사용지침에 따라야 한다. · 타사 제품과 혼용해서 사용하지 않아야 한다. · 기폭약포 장약 중 각선이 손상되지 않아야 한다. · 발파 전에 회로점검기로 뇌관과 상호 통신을 통해 뇌관 및 결선 상태를 확인하여야 한다.

9. 기폭 및 발파 후 처리

9.1 기폭

9.1.1 기폭장소

기폭장소는 다음 각 호의 사항을 준수하여 선정하여야 한다.

(가) 발파장소에서 충분히 떨어져 있고, 발파에 의한 비석 또는 낙석 등의 위험이 없는 장소로 할 것

(나) 발파장소가 잘 보이는 장소로 할 것

(다) 물기나 철관, 궤도 등이 없는 장소로 할 것

9.1.2 기폭작업시 준수사항

(1) 기폭작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 발파작업책임자(또는 관리감독자)의 지휘에 따라 기폭을 실시할 것

(나) 발파예고, 기폭, 발파완료 등 주요 상황에 대한 신호를 정하고, 해당 근로자에게 주지시킬 것

(다) 위험구역을 정하여 출입을 금지하고 감시자를 배치할 것

(라) 비상상황에 대비하여 대피경로를 정하고 관계자에게 알릴 것

(마) 기폭에 앞서 사업장 및 그 주변에 있는 사람이 들을 수 있도록 사이렌을 울려야 하며, 필요한 경우 주민 대피, 교통통제 등의 조치를 할 것

(사) 위험구역 내 모든 근로자의 대피상태를 확인한 후 기폭을 실시할 것

(2) 발파기(blaster)에 뇌관 및 발파회로를 연결하는 등 발파 준비를 완료한 후 기폭하지 않게 된 경우에는 충분한 시간이 지난 후 안전이 확보된 상태에서 접근하도록 하고, 재기폭을 실시하기 전에 발파기재를 재점검하도록 한다.

9.2 발파 후 처리

9.2.1 발파 후 처리

(1) 발파 후에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 즉시 발파모선(lead wire)을 발파기(blaster)에서 분리하여 단락시키는 등 재기폭되지 않도록 조치할 것

(나) 발파기재는 발파작업책임자(또는 관리감독자)의 지휘에 따라 지정된 장소에 보관할 것

(다) 폭발하지 않은 뇌관의 수량을 확인하여 불발한 화약을 확인할 것

(2) 발파 후 다음 각 호의 경우에는 사람의 접근을 금지하여야 한다.

(가) 불발된 화약이 폭발하거나 추가적인 낙석 등의 우려가 있는 때

(나) 불발된 화약의 확인이 곤란한 때에는 기폭 후 15분 이상

9.2.2 불발에 따른 조치

(1) 발파 후 불발된 화약이 있는 경우에는 <표 6>을 고려하여 객관적으로 그 원인을 조사하고 대책을 수립하여야 한다.

(2) 불발된 장약을 처리할 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

(가) 불발된 천공 구멍으로부터 60cm 이상(손으로 뚫은 구멍인 경우에는 30cm 이상)의 간격을 두고 평행으로 천공하여 다시 발파하고 불발한 화약류를 회수할 것

(나) 불발된 천공 구멍에 물을 주입하고 그 물의 힘으로 전색물과 화약류를 흘러나오게 하여 불발된 화약류를 회수할 것

(다) 제1호 및 제2호의 방법으로 불발된 화약류를 회수할 수 없는 때에는 그 장소에 표시를 하고, 인근 장소에 출입을 금지할 것

(라) 불발된 발파공에 압축공기를 넣어 전색물을 뽑아내거나 뇌관에 영향을 미치지 아니

하게 하면서 조금씩 장약하고 다시 기폭할 것

(마) 전기뇌관을 사용한 경우에는 저항측정기를 사용하여 불발공의 회로를 점검하고 이상이 없으면 발파회로에 다시 연결하여 재발파하고, 불발공이 단락되어 있으면 압축공기나 물로 장약된 화약류 및 전색물을 제거한 후 기폭약포를 재장약하여 발파할 것

(바) 비전기뇌관을 사용한 경우에는 육안으로 불발공의 회로를 점검하고 이상이 없으면 발파회로에 다시 연결하여 재발파하고, 시그널튜브(signal tube)가 손상되어 있으면 압축공기나 물로 장약된 화약류 및 전색물을 제거한 다음 기폭약포를 재장약하여 발파할 것

(사) 전자뇌관을 사용한 경우에는 회로점검기를 사용하여 불발공의 회로를 점검하고 이상이 없으면 발파회로에 다시 연결하여 재발파하고, 뇌관의 통신이 되지 않으면 압축공기나 물로 장약된 화약류 및 전색물을 제거한 다음 기폭약포를 재장약하여 발파할 것

(3) 불발공으로부터 회수한 뇌관이나 폭약은 모두 제조사의 시방에 따라 처리하여야 하며, 임의로 매립하거나 폐기하여서는 아니 된다.

(4) 불발의 원인 및 안전한 후속 조치계획을 수립하기 어려운 경우에는 관계 전문가의 도움을 받아서 처리하여야 한다.

(5) 불발된 장약을 확인할 수 없거나, 적절하게 처리되지 않은 경우에는 해당 발파장소에 근로자의 출입을 금지하여야 한다.

< 부록 1 > 저항측정 및 소요전압 산출

저항측정 및 소요전압 산출(고용노동부 고시 제19조관련)

1. 저항측정 및 소요전압 산출 시 회로의 전저항(R)은 다음 각 목의 식을 기준으로 하며, 저항측정기의 오차는 ±2% 이내를 기준으로 한다.

가. 전저항(R) 산정기준 : $R = nR_1 + \ell R_2 + LR_3 + r$

・R_1 : 전기뇌관의 저항값(Ω) ・R_2 : 보조모선(connecting wire)의 1m 저항 측정당 저항값(Ω) ・R_3 : 발파모선(lead wire)의 1m당 저항값(Ω) ・ r : 결선에 의한 접속 저항(실제 때에는 r은 생략하여도 무관) ・ n : 직렬로 결선된 저항 R_1의 전기뇌관 수 ・ ℓ : 보조모선(connecting wire)에 사용된 1m당 R_2의 단선 길이(m) ・ L : 발파모선(lead wire)에 사용된 1m당 R_3의 단선 길이(m)

나. 소정의 저항값(R_0) 산정기준 : $R_0 = (1 \pm 0.02) R$

2. 위 사항의 산정기준에 의한 계산치와 실측치를 비교하고, 허용오차의 ±10% 이내를 확인한 다음 모선을 발파기(blaster) 단자에 접속하여야 한다.

3. 실제 발파에 필요한 소요전압은 다음 각 목의 식에 의해 산출한다.

가. 직렬 결선의 경우 소요전압 $V = I(R_1 + nR_2 + R_3)$

나. 병렬 결선의 경우 소요전압 $V = nI(R_1 + R_2/n + R_3)$

다. 직·병렬 결선의 경우 소요전압 $V = bI(R_1 + a/b\,R_2 + R_3)$

・ V = 소요전압	・I = 소요전류
・R_1 = 모선의 저항	・n = 뇌관 수
・R_2 = 뇌관의 저항	・a = 직렬 뇌관 수
・R_3 = 발파기(blaster) 내부저항	・b = 병렬 뇌관 수

기술지원규정 제·개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 안전보건공단 건설안전실

○ 개정사유 : 관련규격 및 자료, 법규·규칙·고시 등 현행화, 용어의 최신화

- 고용노동부 고시 제2023-34호, 「발파 표준안전 작업지침」 개정 내용 반영

○ 주요 개정내용

- “4. 발파작업 관련 법적 필수사항” 항목 추가
- 비전기발파 및 전자발파에 관한 기준 신설
- 화약류저장소, 화약류취급소 등에 관한 규정에 대한 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」준용 및 현행화
- <부록1> 저항측정 및 소요전압 산출 항목 추가 및 현행화

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : D-C-6-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.