연구보고서

# 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비

김광염·조상호·정호영·진연호·배용철·김식·홍성화

산업재해예방
안전보건공단
산업안전보건연구원

# 제 출 문

산업안전보건연구원장 귀하

본 보고서를 “발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비”의 최종 보고서로 제출합니다.

2023년 10월


**연 구 진**

연 구 기 관 : **사단법인 대한화약발파공학회**
연구책임자 : 김광염 (부교수, 한국해양대학교)
연 구 원 : 조상호 (교수, 전북대학교)
연 구 원 : 정호영 (조교수, 국립부경대학교)
연 구 원 : 진연호 (차장, ㈜한화)
연 구 원 : 배용철 (이사, 에스에이치엠앤씨(주))
연 구 원 : 김식 (대표, 엔케이기술사사무소)
연 구 원 : 홍성화 (교수, 한국해양대학교)

# 요 약 문

- 연구기간 2023년 4월 ~ 2023년 10월
- 핵심단어 발파, 터널, 안전보건규칙, 발파작업표준안전작업지침
- 연구과제명 발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비

## 1. 연구배경

각종 토목 및 자원개발 공사에서 주요 굴착공법으로 활용되고 있는 발파공법은 화약을 이용하여 폭발압에 의해 암반 및 토사를 굴착하는 방법으로 국내 화약류에 대한 전반적인 관리와 발파작업에 대한 규정은 총포·도검·화약류 등 단속법에 의하여 관리되고 있으나, 세부적인 취급과 사용법에 대한 지침은 산업안전보건법에 의거하여 발파작업 표준안전작업지침에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업자에게 지도·권고하고 있다.

본 연구는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정안을 마련하기 위한 것이다. 산업안전보건기준에 대한 규칙(이하 안전보건규칙 이라 함) 제348~349조, 제350조~368조 등에는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준이 규정되어 있으나, 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 파악되고 있다.

또한 발파 및 터널작업과 관련된 안전기준들은 안전보건규칙 뿐만 아니라 공사작업과 관련된 여러 기관(정부부처, 발주처, 관리기관 등)에서 별도로 제





정하고 있는 기준들을 만족시켜야 하며, 각각의 법과 기준들은 각기 개정과 보완을 거쳐 서로 다른 내용들을 명시하고 있는 경우가 많아 사업장에서 안전관리기준을 이행하는데 애로사항이 되고 있다.

이에 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국내 작업현장 여건에 맞도록 수정·보완하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 국내외에서 제정되어있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행하였으며, 이를 통해 국내 안전보건규칙에 보완이 필요한 부분을 도출하고자 하였다.

발파 및 터널 작업(본 연구에서는 '터널 발파굴착' 작업에 한정함)에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 최근 10년간 건설업 산업재해 통계와 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 사회적 이슈 사고 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세히 분석하였으며, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출하고자 하였다. 안전보건규칙이 실제 현장에서 제대로 작동할 수 있도록 현장 관계자의 의견을 적극적으로 반영하고자 하였으며, 이를 위하여 건설공사 이해당사자의 의견수렴을 위한 심층면접을 수행하였다.

마지막으로 안전보건규칙 개정안의 규제영향을 분석하기 위해 법적차원에서의 다각도의 분석을 수행하였다. 규제영향분석 근거와 기본가정, 비용편인 분석 등을 포함하여 개정안의 법·기술적 분석을 통해 국내 여건에 적합한 안전보건규칙을 제안하였다.

본 과제를 통해 도출되는 안전보건규칙 개정안의 적용으로 국내외 발파 및 터널작업 관련 최신 법제도의 도입으로 세계 수준의 안전보건규칙을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 국내 작업여건에 적합한 실효성 있는 안전보건규칙의 마련으로 발파를 적용한 각종 터널 및 공사현장에서의 안전사고 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 국내 환경변화 및 작업여건이 반영된 안전보건 규칙의 개정으로 발파 및 터널현장에서의 발주, 설계, 시공 단계별 효

율적인 안전사고 예방대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 주요 연구내용

### 1) 발파 및 터널작업의 안전기준 관련 국내·외 법령 및 제도 분석

국내 및 해외(미국, 일본 등) 발파, 사면안정화 및 터널 작업 관련 안전기준 비교분석을 통한 국내 법령 및 제도의 개선방안 도출

### 2) 발파 및 터널작업 관련 중대재해 및 사회적 이슈 사고 분석

최근 10년간 국내 발파 및 터널작업 중 발생한 주요 중대재해 및 사회적으로 이슈가 되는 사고들을 분석하여 국내 환경변화를 반영한 국내 관련 법령 및 제도의 개선방안 도출

### 3) 발파 및 터널작업 실태조사

국내 발파 및 터널공사에서의 발주, 설계, 시공 단계별 위험요인과 예방대책에 대하여 조사하고 현재 안전보건기준에서의 미비점 및 개선사항 도출

### 4) 발파 및 터널작업 관련 안전보건규칙 개정(안) 제시

안전보건규칙 제38조(별표 4 포함), 제348조-349조의 개정(안) 제시, 350조-제368조 개정(안) 검토, 개정(안)에 대한 규제영향 분석(규제영향 분석 근거와 기본가정, 비용편인 분석 내용 등 포함)

### 5) 발파 및 터널작업 관련 표준안전작업지침 개정 내용 제시

발파작업표준안전작업지침, 터널공사표준안전작업지침-NATM공법 개정 필요성 및 방향 제언





## 3. 연구 활용방안

본 연구를 통해 도출되는 주요 성과들은 법·제도 반영을 적극 추진하여, 산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조-349조 개정 및 발파작업표준안전작업지침, 터널공사표준안전작업지침의 개정(안) 마련에 활용하고자 함.

## 4. 연락처

- 연구책임자 : 한국해양대학교 부교수 김광염
- 연구상대역 : 산업안전보건연구원 산업안전연구실 과장 강성윤
  - ☎ 052) 703-0852
  - E-mail sungyun81@kosha.or.kr

# 목 차


Ⅰ. 서 론 ····· 3

1. 연구 배경 ····· 3
2. 연구 목표 ····· 4
3. 연구 내용 및 방법 ····· 5

Ⅱ. 발파 및 터널작업 관련 법령 및 제도 분석 ····· 9

1. 국내 법령 및 제도 분석 및 개선방안 도출 ····· 9
2. 국내외 법령 및 제도 비교 ····· 35

Ⅲ. 국내 발파 및 터널작업관련 현황 조사 ····· 76

1. 국내 중대재해 및 사회적 이슈사고 분석 ····· 76
2. 국내 발파 및 터널 현장 실태조사 ····· 85




목 차


Ⅳ. 산업안전보건규칙 개정(안) ····· 92

1. 발파 및 터널작업 관련 산업안전보건규칙 개정(안) 제시 ····· 92
2. 산업안전보건규칙 개정(안)에 대한 규제영향 분석 ····· 105
3. 발파표준안전작업지침 개정(안) 제언 ····· 110

Ⅴ. 결론 ····· 125

참고문헌 ····· 127

부록 ····· 130

Ⅰ. 규제영향평가서 ····· 130
Ⅱ. 발파표준안전작업지침 해설서 ····· 194
Ⅲ. 중대재해 보고서 요약 ····· 239

연구제목(Kopub돋움체, 9pt) 상단의 바탕쪽 아이콘을 클릭하여 수정가능

Ⅳ. 실태조사 결과 ····· 310



# 표 목차

〈표 Ⅱ-1〉 산업안전보건법 13조에 따른 발파관련 지침 개정 내용(23.7.1) ·· 10
〈표 Ⅱ-2〉 발파 표준안전 작업지침 해설 내용 ····· 11
〈표 Ⅱ-3〉 발파표준안전작업지침 해설 그림 및 표 ····· 26
〈표 Ⅱ-4〉 일본 발파 표준안전지침과의 비교표 ····· 35
〈표 Ⅱ-5〉 미국 발파 표준안전지침과의 비교표 ····· 48

〈표 Ⅲ-1〉 중대재해 사고 유형에 따른 예방대책 개선방향 ····· 80
〈표 Ⅲ-2〉 중대재해보고서 외 국내 발파안전사고 현황 ····· 81
〈표 Ⅲ-3〉 국내 발파안전사고 원인 및 방지대책 ····· 84
〈표 Ⅲ-4〉 국내 안전보건규칙 개정에 관한 설문조사 결과 ····· 87

〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 ····· 94
〈표 Ⅳ-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안) ····· 99
〈표 Ⅳ-3〉 산업안전보건규칙 개정(안) 중 규제영향 분석이 필요한 조항 ····· 105
〈표 Ⅳ-4〉 발파 표준안전 작업지침 개정(안) ····· 113

# 그림목차

[그림 Ⅲ-1] 국내 발파 및 터널현장 중대재해 발생 현황 정리 예시 ····· 76
[그림 Ⅲ-2] 국내 발파 및 터널현장 중대재해 발생 현황 문서화 예시 ····· 77
[그림 Ⅲ-3] 발파현장에서의 중대재해 발생 통계 현황 ····· 78
[그림 Ⅲ-4] 터널현장에서의 중대재해 발생 통계 현황 ····· 79
[그림 Ⅲ-5] 국내 안전보건규칙 개정 관련 설문조사 통계 ····· 86

[그림 Ⅳ-1] 국내 안전보건규칙 개정(안)의 규제영향분석서 예시 ····· 106

# Ⅰ. 서 론

# Ⅰ. 서 론

## 1. 연구 배경

각종 토목 및 자원개발 공사에서 주요 굴착공법으로 활용되고 있는 발파공법은 화약을 이용하여 폭발압에 의해 암반 및 토사를 굴착하는 방법으로 국내 화약류에 대한 전반적인 관리와 발파작업에 대한 규정은 총포·도검·화약류 등 단속법에 의하여 관리되고 있으나, 세부적인 취급과 사용법에 대한 지침은 산업안전보건법에 의거하여 발파작업 표준안전작업지침에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업자에게 지도·권고하고 있다.

본 연구는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정안을 마련하기 위한 것이다. 산업안전보건기준에 대한 규칙(이하 안전보건규칙 이라 함) 제348~349조, 제350조~368조에는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 구체적인 안전기준이 규정되어 있으나, 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 파악되고 있다.

이에 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국내 작업현장 여건에 맞도록 수정·보완하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 국내외에서 제정되어있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행하였으며, 이를 통해 국내 안전보건규칙에 보완이 필요한 부분을 도출하고자 하였다.

또한 발파 및 터널 작업에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 최근 10년간 건설업 산업재해 통계와 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 사회적 이슈 사고 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세히 분석하였으며, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출하고자 하였다. 현행 발파 및 터널작업에서의 안전보건 규칙은 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있는 것으로 파악되고 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 판단되고 있다. 본 과제를 통해 개선하고자하는 안전보건규칙이 실제 현장에서 제대로 작동할 수 있도록 현장 관계자의 의견을 적극적으로 반영하고자 하며, 개정된 안을 바탕으로 이를 위한 건설공사 이해당사자의 의견수렴을 위한 심층면접을 수행하여 현장에서 안전보건규칙을 이행하는데 필요한 사항들을 반영하고자 하였다.

본 과제를 통해 도출되는 안전보건규칙 개정안의 적용으로 국내외 발파 및 터널작업 관련 최신 법제도의 도입으로 세계 수준의 안전보건규칙을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 국내 작업여건에 적합한 실효성 있는 안전보건규칙의 마련으로 발파를 적용한 각종 터널 및 공사현장에서의 안전사고 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 국내 환경변화 및 작업여건이 반영된 안전보건 규칙의 개정으로 발파 및 터널현장에서의 발주, 설계, 시공 단계별 효율적인 안전사고 예방대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 판단된다.

## 2. 연구 목표

본 용역과제의 연구목표는『발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비』이며, 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정(안)을 마련하는 것이다. 다만, 본 연구에서는 터널작업 중 '터널 발파굴착' 작업에 한정하고 그 외의 작업과 관련한 안전기준은 향후 추가연구를 통해 개정하고자 한다. 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국

내 작업현장 여건에 맞게 수정·보완하는 것을 목표로 하고 있다.

## 3. 연구 내용 및 방법

### 1) 발파 및 터널작업의 안전기준 관련 국내·외 법령 및 제도 분석

국내 법령 및 제도의 개선방안을 도출하고 현실화시키기 위하여 현행 국내·외에서 제정되어 있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행함. 또한 국내 안전보건기준의 개선과 관련한 국내 선행연구의 현황에 대하여 조사하여 해당연구의 주요 내용에 대한 분석을 수행함.

- 국내 및 해외(선진국 중심: 영국, 일본, 미국, EU 등) 발파, 사면안정화 및 터널작업 관련 안전기준 비교 분석을 통한 국내 법령 및 제도의 개선방안 도출

- 국내·외 발파 및 터널작업 중 사망사고 사례별 판례 분석 등을 통해 국내 관련 법령 및 제도의 현실화 방안 도출

### 2) 발파 및 터널작업 관련 중대재해 및 사회적 이슈 사고 분석

발파 및 터널 작업에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 최근 10년간 건설업 산업재해 통계와 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 사회적 이슈 사고 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세히 분석하고자 하며, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출하고자 함.

- 국내·외 발파 및 터널작업 중 발생한 주요 중대재해 및 사회적으로 이슈가 되는 사고들을 분석하여 국내 환경변화를 반영한 국내 관련 법령·제도의 개선방안 도출

### 3) 발파 및 터널작업 실태조사

현행 발파 및 터널작업에서의 안전보건 규칙은 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있는 것으로 파악되며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 판단됨. 개선하고자 하는 안전보건규칙이 실제 현장에서 제대로 작동할 수 있도록 현장 관계자의 의견을 적극적으로 반영하고자 하였음.

- 국내 발파 및 터널현장에서의 안전조치 의무 이행실태와 안전지침에 대한 실효성에 대하여 조사하고 이를 통해 현행 안전보건기준의 문제점과 개선방안 등을 도출

- 발파 및 터널공사에서의 발주, 설계, 시공 단계별 위험요인과 예방대책에 대하여 조사하고 현재 안전보건기준에서의 미비점 및 개선사항 체크

### 4) 발파 및 터널작업 관련 안전보건규칙의 개정(안) 검토 및 제시

- 안전보건규칙 제38조(별표4 포함), 제348조~제349조의 개정(안) 제시 및 제350조~제368조의 개정(안) 검토

- 개정(안)에 대한 규제영향 분석(규제영향 분석 근거와 기본가정, 비용편익 분석 내용 등 포함)

### 5) 발파 및 터널작업 관련 표준안전작업지침의 개정방향 제언

- 발파작업표준안전작업지침의 용어, 기준 등에 대한 해설서 작성

# Ⅱ. 발파 및 터널작업 관련 법령 및 제도 분석

# Ⅱ. 발파 및 터널작업 관련 법령 및 제도 분석

## 1. 국내 법령 및 제도 분석 및 개선방안 도출

발파작업의 표준 안전작업지침과 관련하여 수행된 선행연구들을 살펴보면 화약류, 천공작업, 발파작업, 발파 후 처리, 발파공해 등의 각각의 공정별 전문적이고 표준화된 용어 정립이 필요하다고 하였으며, 특히 화약류에 대한 지침 중 국내외에서 일반적으로 사용되고 있는 특정 화약류/뇌관을 추가해야 한다고 언급한 바 있다. 작업지침 또한 화약류의 제조사별 특성을 반영하도록 보다 상세화될 필요가 있다고 제안한 바 있고, 이러한 내용들은 본 연구에서 목표하는 바와 같이 국내 기술 및 환경 변화, 국내 작업현장의 여건 등을 고려하여 법령 및 제도를 현실화하는 것을 의미한다.

과업기간 중 주요 환경변화에 대한 이슈는 관련 법령 및 제도의 개선이 이루어졌다는 점이다. 2023년 7월 “발파작업 표준안전 작업지침”이 전부 개정되었으며, “터널공사표준안전작업지침-NATM공법”과 “굴착공사표준안전작업지침”가 일부 개정되었다. 주요 개정 방향에 대해 살펴보면, 발파작업 표준안전 작업지침의 경우에는 각종 조항의 현행화에 중점을 맞추었으며, 관련 법령·규칙간의 정합성을 제고하기 위한 개정이 이루어진 것으로 판단된다. 일부 개정된 터널공사 및 굴착공사 표준안전작업지침의 경우에도 관련 법령·규칙의 정합성을 제고하고자 하였으며, 체계를 정비하는데 초점을 맞춘 것으로 분석된다. 자세한 내용은 〈표 Ⅱ-1〉에 요약된 바와 같다.

〈표 Ⅱ-1〉 산업안전보건법 13조에 따른 발파관련 지침 개정 내용(23.7.1)

| 구분 | 주요 개정 내용 |
|---|---|
| 발파 표준안전 작업 지침 | ▪ 현행화<br>- ‘도화선발파’는 2000년대 이후 생산 및 취급이 중단되어 현장에서 더 이상 쓰이지 않으므로, 관련 내용 삭제<br>- ‘비전기발파’는 해당 작업 시 필요한 산업재해 예방 기술 등에 관한 표준안전 작업지침을 신설<br>- ‘전자발파’는 해당 작업 시 필요한 산업재해 예방 기술 등에 관한 표준안전 작업지침을 신설<br>▪ 관계 법령·규칙 등 정합성 제고<br>- 진동 허용기준 관련, 현실과 맞지 않는 수치화된 현행 규정은 삭제하고, 「건설기술진흥법」에 따른 국토교통부 고시(건설공사 설계기준 및 표준시방서 등)를 준용<br>- 관계 법령·규칙에서는 규정하고 있지 않은 ‘화공작업소’를 삭제하고, ‘화약류저장소’, ‘화약류취급소’ 등에 관한 규정은 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」 준용 및 현행화 |
| 터널공사표준안전 작업지침-NATM 공법 | ▪ 관계 법령·규칙 간 정합성 제고(안 제6조 및 제36조)<br>- 암질판별 및 발파허용진동치 기준, 막장구간의 조도기준을 「건설기술진흥법」 제44조에 따라 제정된 터널 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등의 규정 인용 및 기준 일치<br>- 「굴착공사표준안전작업지침」(고용노동부 고시)에 규정되어 있는 터널공사 관련 내용 신설(해당 지침에서 삭제 후 본 지침으로 이동)<br>▪ 「발파작업 표준안전 작업지침 전부개정 고시안」을 인용하고, 중복 규정은 삭제하여 간소화 |
| 굴착공사표준안전 작업지침 | ▪ 체계 정비<br>- 작업순서 및 내용 등을 고려하여 본 조 제목을 “발파 준비”로 하고, “발파작업”에 관한 세부 규정 등 불필요한 규정 삭제<br>- 「터널공사표준안전작업지침-NATM공법」과의 정합성을 고려하여 일부 내용을 수정 및 삭제<br>▪ 관계 법령·규칙 등 정합성 제고<br>- 진동 허용기준 관련, 현실과 다르게 수치화된 현행 규정은 삭제하고, 「건설기술진흥법」에 따른 국토교통부 고시(건설공사 설계기준 및 표준시방서 등)를 준용<br>- “발파작업”에 관한 세부 규정을 모두 삭제하고, 「발파작업 표준안전 작업지침 전부개정 고시안」의 내용을 준용토록 개정 |

이러한 환경변화에 따라 본 연구에서 새롭게 개정된 지침의 조항을 신설하거나 수정하는 것보다는 개정된 지침을 보완·개선할 수 있는 방향으로 연구를 수행하고자 하였으며, 이러한 사항을 충분히 반영하여 안전보건규칙의 개정(안)을 제시하고자 하였다.

국내 발파작업 표준안전 작업지침의 개선사항으로는 작업지침의 개정(안)과는 별개로 각 세부조항을 검토하여 추가해설이 필요한 조항에 대한 해설서를 추가하였다. 이를 통해 해당분야의 전문가가 아닐지라도 현장 작업자들이 안전규칙을 정확히 이해하고 해당 조항을 따를 수 있을 정도의 해설을 추가하는 것을 목표로 하였다. 본 연구에서 검토된 세부조항 별 해설 내용은 〈표 Ⅱ-2〉와 같다. 또한 세부조항의 해설과 더불어 안전작업지침을 쉽게 이해할 수 있도록 관련 그림과 표를 추가하였으며, 관련된 작업내용은 〈표 Ⅱ-3〉와 같다.

**〈표 Ⅱ-2〉 발파 표준안전 작업지침 해설 내용**

| 조항 | 세부 운용 지침 해설 |
|---|---|
| 제1조(목적) 이 고시는 「산업안전보건법」 제13조에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업주에게 지도 · 권고할 기술상의 지침을 규정함을 목적으로 한다. | 본 고시는 발파작업 기술 또는 작업환경에 관한 표준으로, 산업재해 예방을 위해 사업주에게 지도·권고하기 위한 목적으로 제정되었음 |
| 제2조(용어의 정의) 이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 이 고시에 특별한 규정이 없으면 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령 및 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다. | 본 지침에 명기된 용어외에 일반적으로 사용되는 발파작업 용어에 대해서는 총포화약법을 준용한다. |
| 제3조(발파작업책임자) 사업주는 화약류를 취급·사용하여 발파작업을 하는 경우 발파작업책임자가 「산업안전보건법 시행령」 제15조제1항에 따른 관리감독자의 업무를 수행하도록 하여야 한다. | 본 조에서 규정하는 산업안전보건법 시행령 15조 1항에 따른 관리감독자의 업무는 다음과 같다.<br>1. 발파작업과 관련된 기계 · 기구 또는 설비의 안전 · 보건 점검 및 이상 유무의 확인<br>2. 관리감독자에게 소속된 근로자의 작업복 · 보호구 및 방호장치의 점검과 그 착용 · 사용에 관한 교육 · 지도<br>3. 발파작업에서 발생한 산업재해에 관한 보고 및 이에 대한 응급조치<br>4. 발파작업의 작업장 정리 · 정돈 및 통로 확보에 대한 확인 · 감독<br>5. 안전관리자, 보건관리자, 안전보건관리담당자, 산업보건의 등의 지도 · 조언에 대한 협조<br>6. 위험성평가에 관한 유해 · 위험요인의 파악 및 개선조치의 시행에 대한 참여<br>7. 그 밖에 해당작업의 안전 및 보건에 관한 사항으로서 고용노동부령으로 정하는 사항<br>그리고, 발파작업책임자는 총포화약법 31조에 의거한 화약류의 취급 전반에 관한 사항을 주관하며 안전상의 감독업무를 성실히 수행하여야 하며 화약류를 취급하는 사람은 반드시 발파작업 책임자의 안전상의 지시 감독에 따라야 한다. 또한, 총포화약법 시행령 제58조에 따라 누구든지 발파작업책임자의 감독업무의 수행을 방해하여서는 아니된다. |
| 제4조(일반 안전기준) 발파작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 발파작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 다음 각 목의 사항을 포함한 작업계획서를 작성하여 해당 근로자에게 알리고, 작업계획서에 따라 발파작업책임자가 작업을 지휘하도록 할 것<br>가. 발파 작업장소의 지형, 지질 및 지층의 상태<br>나. 발파작업 방법 및 순서(발파패턴 및 규모 등 중요사항을 포함한다) | 본 조 1호의 작업계획서에 필수적으로 반영되어야 할 사항은 산업안전보건규칙 제38조 별표4를 따른다. |

| | |
|---|---|
| 다. 발파 작업장소에서 굴착기계 등의 운행경로 및 작업방법<br>라. 토사 · 구축물 등의 붕괴 및 물체가 떨어지거나 날아오는 것을 예방하기 위해 필요한 안전조치<br>마. 뇌우나 모래폭풍이 접근하고 있는 경우 화약류 취급이나 사용 등 모든 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피하는 방안<br>바. 발파공별로 시차를 두고 발파하는 지발식 발파를 할 때 비산, 진동 등의 제어대책<br>2. 발파작업으로 인해 토사 · 구축물 등이 붕괴하거나 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>3. 화약류, 발파기재 등을 사용 및 관리, 취급, 폐기하거나, 사업장에 반입할 때에는 「총포화약법」 및 제조사의 사용지침에서 정하는 바에 따를 것<br>4. 화약류를 사용, 취급 및 관리하는 장소 인근에서는 화기사용, 흡연 등의 행위를 금지할 것<br>5. 발파기와 발파기의 스위치 또는 비밀번호는 발파작업책임자만 취급할 수 있도록 조치하고, 발파기에 발파모선을 연결할 때는 발파작업책임자의 지휘에 따를 것<br>6. 발파를 하기 전에는 발파에 사용하는 뇌관의 수량을 파악해야 하며, 발파 후에는 폭발한 뇌관의 수량을 확인할 것<br>7. 수중발파에 사용하는 뇌관의 각선(뇌관의 관체와 연결된 전기선 또는 시그널튜브를 말한다)은 수심을 고려하여 그 길이를 충분히 확보하고, 수중에서 결선(結線)하는 각선의 개소는 가능한 한 적게 할 것<br>8. 도심지 발파 등 발파에 주의를 요구하는 장소에서는 실제 발파하기 전에 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토할 것 | 본 조 8호의 공인기관 또는 이에 상응하는 자는 기술사법(과학기술정보통신부)에 의한 화약류관리 기술사사무소 또는 엔지니어링산업 진흥법 의한 엔지니어링 사업자 등 발파 전문기관을 말한다.<br><br>본 조 8호에 의거하여 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토하여 도출된 발파 방법 및 설계에 따라 발파 작업을 시행하여여 한다. |



| | |
|---|---|
| 제5조(진동 및 파손 등) ① 발파작업으로 인해 진동 및 파손 등의 우려가 있는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 건물 등 구조물 및 동력선, 통신망 등 시설 인근에서 발파작업을 할 때는 주변 상태와 발파위력을 고려하여 소음과 진동을 최소화할 것<br>2. 제1호에 해당하는 경우에는 그 구조물 또는 시설의 소유자, 점유자, 사용자에게 발파계획의 내용과 시기 및 통제조치를 알리고, 필요한 조치를 할 때까지 발파작업을 금지할 것<br>3.「건설기술진흥법」 제44조에 따라 정한 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등 관계 법령에서 정하는 진동 허용기준을 준수할 것<br>4. 관계 전문가로부터 발파에 따른 진동을 측정하고 분석한 기록지를 받아 확인하고 보관할 것<br>② 제1항제1호에 따라 소음과 진동을 최소화할 때는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.<br>1. 관계 전문가에게 자문을 하여 소음과 진동의 영향을 최소화할 수 있는 화약류로 결정할 것<br>2. 자유면을 가능한 한 많이 활용하여 적정한 최소저항선과 장약량을 결정할 것<br>3. 폭발음을 경감시키기 위해 토제(earth dike) 등을 쌓거나, 풍향, 풍속을 고려하고 지발 뇌관을 사용할 것<br>4. 공발현상(고압가스 분출 등 이상 현상을 말한다)을 최소화하기 위해 충분한 전색작업을 하고, 필요한 경우 보호매트 등을 사용할 것<br>5. 비전기발파의 경우 표면연결뇌관 및 번치커넥터의 기폭에 의한 소음을 최소화할 수 있는 조치를 할 것 | 본 조 2호의 필요한 조치라 함은 사전에 연도조사 등 구조물의 상태, 균열 등을 조사하는 등의 조치, 주민설명회 등을 말하며, 만약 지속적인 진동 및 파손이 우려될 경우 발파 작업중에 구조물에 대한 진동의 측정 및 파손 또는 균열의 성장 등에 대한 계측을 실시하고 이를 기록해둬야 한다.<br>본 조 3호의 진동 허용기준은 설계도서가 있을 경우의 설계 기준이며 설계가 없는 경우에는 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 도출한 진동 허용기준을 말한다.<br><br>본 조 4호의 관계전문가는 공인기관 또는 이에 상응하는 자를 말한다.<br>반드시 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 진동 및 소음 제어에 효과적인 발파 설계하여 발파 작업을 진행하여야 한다.<br>폭발음을 경감시기키 위한 토제외에 고정식 또는 이동식 방음벽 등을 사용하여 발파시 발생되는 소음을 최소화하며, 진동제어를 위해서는 최신 진동제어 발파기술 및 방진공 등 저감 방안 등을 발파 작업에 적용하여야 한다. |

| | |
|---|---|
| 제6조(발파방법의 선정) 작업의 내용, 작업장소의 특성, 진동, 붕괴 또는 낙하 및 파손의 영향 등과 다음 각 호의 사항을 고려하여 안전한 방법으로 발파방법을 선정해야 한다.<br>1. 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<br>2. 관계 전문가에게 자문을 하여 안전성을 확보할 수 있는 화약류 사용 및 발파방법을 적용할 것<br>3. 레이다, 무선 송수신 시설이 있거나, 측정 결과 누설전류의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것<br>4. 물이 고여 있거나 지하수 용출이 있는 장소 또는 수공에 장약해야 하는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것<br>5. 온천지역 등의 고온공에서 장약해야 하는 경우 제조사에서 정한 기준에 따라 화약류를 선정할 것<br>6. 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 | 본 조 3호의 전기뇌관이 발화하는 최소점화전류는 0.3~0.4A이므로 안전율을 감안하여 0.1A 이상의 전류가 발견 되면은 전기발파를 하지 말아야 한다.<br>송전탑 인근에서 발생되는 미주전류에 대한 연구 논문을 근거로 제시하면, 미국 화약제조협회(IME)에서 제시한 0.05A를 기준으로 4 m이내에서 약 12%인 0.006A 수준을 보였으며, 40 m 이격거리에서는 1%이하로 거의 발생되지 않았다. 따라서, 이를 근거로 안전거리를 제시한다면 최소 40m 이격이 되면 전기 발파 시 안전하다고 할 수 있다. 하지만 송전탑 아래에서 결선으로 루프(전기회로)를 형성할 경우 유도전류가 발생하여 일부 불폭된 사례가 있음으로 안전을 최우선으로 해야하는 발파 작업에서는 송전탑에 매우 근접할 경우 비전기뇌관을 사용하는 것이 최선일 것으로 판단된다. (강추원 등, 2005) |
| 제7조(화약류의 저장 및 운반) ① 건설공사, 채석장 등 발파작업 현장에서 화약류를 사용할 때는 「총포화약법」 제25조에 따른 화약류저장소로부터 매일 발파에 필요한 최소량을 화약류취급소로 운반하도록 하여야 한다.<br>② 그 밖에 화약류의 저장 및 운반에 관한 구체적인 사항은 「총포화약법」에 따른다. | |



| | |
|---|---|
| 제8조(화약류취급소) 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.<br>② 화약류취급소의 운용 및 화약류 보관 등에 관해서는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 화약류취급소 이외의 장소에는 화약류를 방치 또는 보관하지 않도록 할 것<br>2. 화약류취급소 및 인근에서는 약포에 뇌관류를 삽입하거나, 삽입된 약포를 취급하지 말 것<br>3. 화약류취급소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>4. 화약류취급소에 보관한 화약류의 피탈, 도난 방지 등을 방지하기 위한 조치를 할 것<br>5. 화약류취급소 인근에서는 흡연, 화기사용 등 화재의 위험을 초래하는 행위를 금지하고, 방화수, 방화사 및 소화기 등을 비치하여 둘 것<br>6. 화약류취급소에는 화약류 취급 대장을 비치하여 발파작업책임자가 화약류의 보관, 사용 및 잔류수량 등을 기록하게 할 것<br>7. 화약류취급소에는 화약류 취급상 필요한 안전수칙을 근로자가 보기 쉬운 곳에 게시할 것<br>③ 그 밖에 화약류취급소의 운영, 화약류 보관량 등에 관한 사항은 「총포화약법」에 따른다. | 본 조의 화약류 취급소 설치 규정은 다음과 같다.<br>1. 설치 위치 : 통로, 다른 화약류 취급소 또는 저장소, 화기취급장소 및 사람이 출입하는 건축물 등에 대하여 안전하고 습기가 적은 장소에 설치할 것<br>2. 구조 : 단층 건물로서 철근 콘크리트조, 콘크리트블럭조 또는 이와 동등이상의 견고한 재료를 사용하여 도난이나 화재를 방지할 수 있는 구조로 설치할 것<br>인허가기관 협의시 컨테이너 구조물 사용 가능함.<br>3. 지붕 : 스레트 · 기와 그밖의 불에 타지 아니하는 재료를 사용할 것<br>4. 건물 내부 : 방습 · 방수제인 페인트나 나무판자로 하고, 철물류가 건물내부 표면에 나타나지 아니하도록 할 것<br>5. 보안 : 문짝 외면에 두께 2 mm이상의 철판을 씌우고, 2중 자물쇠 장치를 할 것, 울타리를 설치하고 경계판을 게시할 것<br>6. 난방장치 : 온수 · 증기 또는 열기를 이용하는 것만을 사용할 것<br>7. 화재방지 시설 : 소화기, 소화전, 방화사 등 비치할 것<br><br>본 조의 3호에서 총포화약법에 의한 화약류취급소의 보관량은 총포화약법상 정체량이라 하며, 화약류 취급소의 정체량은 1일 사용예정량이하로 하되, 화약 또는 폭약(초유폭약을 제외한다)에 있어서는 300킬로그램, 뇌관은 3,000개, 도폭선은 6킬로미터를 초과하지 않도록 한다. |
| 제9조(사업장 내 운반) 발파작업을 하는 사업장 내에서 화약류를 운반할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 화약류를 갱내 또는 발파장소로 운반할 때에는 정해진 포장 및 상자 등을 사용할 것<br>2. 폭약과 뇌관은 1인이 동시에 운반하지 | 본 조의 사업장 내 운반의 경우 화약류의 유출 및 도난, 폭발 등의 위험성 외에 산업안전상 근골격계질환의 발생 가능성에 대한 방지 및 지도 감독이 필요하다.<br><br>본 조의 3호를 적용하는 데 있어 화약 박스는 |

| | |
|---|---|
| 않도록 할 것. 다만, 부득이하게 1인이 운반하는 경우 별개의 용기에 넣어 운반할 것<br>3. 화약류는 운반하는 자의 체력에 적당하도록 소량을 운반하도록 할 것<br>4. 화약류를 운반할 때에는 화기나 전선의 부근을 피하고, 던지거나, 넘어지거나, 떨어뜨리거나, 부딪히는 등 충격을 주지 않도록 주의할 것<br>5. 빈 화약류 용기 및 포장재료는 제조사에서 정한 기준에 따라 처분할 것<br>6. 전기뇌관을 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수할 것<br>가. 각선의 피복 등이 벗겨지거나 손상되지 않도록 용기에 넣을 것<br>나. 건전지 또는 전선의 피복이 벗겨진 전기기구를 휴대하지 말 것<br>다. 전등선, 동력선 기타 누전의 우려가 있는 것에 접근시키지 말 것 | 보통 20kg의 중량을 가지는데 이를 1박스를 초과하여 1인이 운반할 경우 신체에 무리가 올 수 있으니 적정한 무게 배분이 될 수 있도록하여 운반하여야 한다.<br><br>본 조의 6호의 경우 전기뇌관의 최소발화전류(뇌관 1발이 기폭되는데 필요한 제일 낮은 전류치를 말함)는 KS 규정 시험법 KS M4803(전기뇌관)의 점화전류시험에 의하면 0.25A의 직류 전류에서는 발화하지 않고, 1.0A이상에서는 일정한 직류 전류에서는 기폭되어야 하며, 국내 생산 전기뇌관의 경우 최소점화전류는 0.3~0.4A이며, 1.0A이상에서는 완전 기폭된다.<br><br>결선회로(EA) / 최소발화전류(A): 기준치 / 추천범위<br>1발: 1.0 / 1.0<br>50발: 3.0 / 2~4<br>100발: 4.5 / 4~5<br>200발: 6.5 / 5~8<br>직·병렬(회로당): 3.0 / 2~4 |
| 제10조(화약류의 취급) 화약류의 사용장소에서 화약류를 취급할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1.「총포화약법」제5조(같은 조 제4호 제외), 제13조제1항제2호부터 제7호까지, 제19조에 해당하는 자의 화약류의 취급을 금지할 것<br>2. 화약류는 두드리거나, 던지거나, 떨어뜨리는 등 충격을 주지 않도록 항상 주의할 것<br>3. 화기의 사용 또는 불꽃을 발생시키는 작업을 하는 장소의 부근이나 누전의 위험이 있는 장소에서는 화약류를 취급하지 말 것 | 본 조항 1호는 화약류 취급자의 결격사유를 규정한 것으로 이에 해당하는 자는 화약류를 취급하지 못하게 하여야 한다. 이를 위반할 경우 총포화약법에 의해 법적 제재(벌금, 행정처분 등)가 발생할 수 있다. 아래는 총포화약법에 근거한 주요 취급자의 결격사유이며, 세부사항은 총포화약법을 참조 바람.<br>1. 18세 미만인 자<br>2. 금고 이상의 실형을 선고 받고 그 집행이 끝나거나 집행을 받지 아니하기로 확정된 후 3년이 지나지 아니한 자<br>3. 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 |



| | |
|---|---|
| 4. 화약류가 들어있는 상자를 열 때는 철제기구 등으로 두드리거나 충격을 주어 억지로 열지 말 것<br>5. 화약류를 수납하는 용기는 나무 기타 전기의 부도체로 만든 견고한 구조로 하고 내부에는 철재류가 드러나지 않도록 할 것<br>6. 방수 처리를 하지 않은 화약류는 습기가 있는 곳에 두지 말 것<br>7. 폭약과 뇌관은 각각 다른 용기에 수납할 것<br>8. 굳어진 폭약은 부드럽게 하여 사용할 것<br>9. 발파작업 현장에는 여분의 화약류를 들고 들어가지 말 것<br>10. 사용하고 남은 화약류는 신속하게 화약류취급소로 운반하여 보관할 것<br>11. 화약류 취급 중에는 항시 도난 및 피탈에 주의하고 과부족이 발생하지 않도록 유의할 것<br>12. 전기뇌관은 전지, 전선, 기타 전기설비, 레일, 철재류, 전등선, 동력선 또는 휴대전화 등 누전의 우려가 있는 물체에 닿지 않도록 할 것<br>13. 비전기뇌관을 취급하는 경우 시그널튜브가 장기간 햇볕에 노출되어 변형이 일어나지 않도록 화약류취급소에 보관하거나 열을 차단할 수 있는 재료로 덮는 등의 조치를 할 것 | 유예기간이 끝난 날부터 1년이 지나지 아니한 자<br>4. 심신상실자, 마약 · 대마 · 향정신성의약품 또는 알코올 중독자, 정신질환자 또는 뇌전증 환자로서 대통령령으로 정하는 사람<br>5. 총포화약법 법을 위반하여 벌금형을 선고받고 5년이 지나지 아니한 자 또는 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 3년이 지나지 아니한 자<br>6.「특정강력범죄의 처벌에 관한 특례법」 제2조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 특정강력범죄를 범하여 벌금형의 선고 또는 징역 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 5년이 지나지 아니한 자<br>7. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 죄를 범하여 벌금형을 선고받고 5년이 지나지 아니하거나 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 5년이 지나지 아니한 사람<br>가.「형법」 제114조의 죄<br>나.「형법」 제257조제1항 · 제2항, 제260조 및 제261조의 죄<br>다.「아동 · 청소년의 성보호에 관한 법률」 제7조 및 제8조의 죄<br>8.「도로교통법」 제148조의2의 죄(이하 "음주운전 등"이라 한다)로 벌금 이상의 형을 선고받은 날부터 5년 이내에 다시 음주운전 등으로 벌금 이상의 형을 선고받고 그 집행이 종료(집행이 종료된 것으로 보는 경우를 포함한다)되거나 집행이 면제된 날부터 5년이 지나지 아니한 사람 |
| 제11조(화약류의 검사) 화약류를 사용하기 전에는 다음 각 호의 사항에 따라 불량품을 점검 또는 검사하여야 한다.<br>1. 굳어지기 쉽고, 굳어지면 불발과 잔류를 발생하거나 폭력이 약해질 우려가 있는 | 본조 1호의 딱딱하게 굳어진 폭약은 불발 및 잔류 발생 방지를 위해 손으로 주물러서 부드럽게 하여 사용하여야 한다. |

| | |
|---|---|
| 질산암모늄(NH4NO3)을 많이 포함한 폭약 중 딱딱해진 것은 부드럽게 풀어 관리할 것<br>2. 흡습 또는 이상 경화로 인해 성능의 변화가 우려되는 화약류(이하 “불량 화약류”라 한다)는 사용하지 말 것<br>3. 폭약의 양 끝이 유연하게 되어 있는지, 액체가 흘러내리지 않았는지 등을 확인하여 흡습으로 인한 불량 화약류 여부를 확인할 것<br>4. 불량 화약류는 쉽게 알아볼 수 있도록 표시하고, 제조사에서 정한 안전한 방법으로 처리할 것<br>5. 전기뇌관을 사용하는 경우에는 각선의 상처, 도통의 유무 또는 전기저항을 확인할 것<br>6. 전기뇌관을 사용하는 경우 0.01A 이하의 전류를 가진 도통시험기로 도통 유무를 측정하고 검사를 마친 전기뇌관의 양단은 반드시 단락(短絡)하여 둘 것<br>7. 비전기뇌관을 사용하는 경우에는 시그널 튜브의 상처, 뇌관 관체의 손상 등의 이상 여부를 육안으로 확인할 것<br>8. 도폭선을 사용하는 경우에는 흡습, 피복의 상처, 헐거움 등의 이상 여부를 확인할 것<br>9. 전자뇌관을 사용하는 경우에는 회로점검기(테스터기)로 뇌관 ID 및 통신 상태를 점검하여 이상 여부를 확인할 것 | |
| 제12조(천공) 천공작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 발파공의 크기는 사용할 화약류의 직경보다 클 것<br>2. 1차 발파된 지역에서 천공작업을 하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것<br>가. 전 지역에 폭파되지 않은 화약의 유무를 세밀히 조사하여 확인될 때까지 천공하지 말 것<br>나. 가목에 따른 확인 결과 화약류를 발견하지 못하였다 하더라도 천공 구멍에 천공기, 곡괭이 또는 금속재 봉 등을 삽입하지 말 것<br>다. 불발된 발파공에서부터 15m 이내에서는 동력 기계를 이용한 천공작업을 금지할 것<br>3. 천공작업과 장약작업은 같은 작업장소에서 병행하지 않아야 하고, 작업장소 간에 충분한 안전거리를 확보할 것<br>4. 천공작업으로 인해 발생하는 먼지는 가능한 한 물을 뿌리는 등 습식으로 제거할 것<br>5. 천공작업 중 근로자가 추락할 우려가 있는 때에는 작업발판을 설치하고 안전대를 착용토록 하는 등의 방법으로 추락 방지 조치를 할 것<br>6. 오거 및 천공기가 작동할 때는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>7. 천공기를 이동할 때는 드릴 등 작업공구류는 안전한 위치에 두어야 하며, 송전선 아래나 그 주위로 이동할 때는 특히 주의할 것<br>8. 천공작업을 하는 때에는 회전체에 끼이지 않도록 주의할 것 | 본 조 2호의 다목은 불발된 발파공에 대한 안전조치가 없는 상태에서는 그 인근에서 동력기계를 이용한 천공 작업을 금지하여 위험성 요인을 제거하기 위한 목적이며, 본 지침 제34조에 의해 대피 및 불발공 확인등의 안전조치를 취한 후 불발된 장약을 처리할 때에는 해당하지 않는다.<br><br>본 조 3호의 경우 장약작업과 천공작업의 각각의 작업장소가 일정 안전거리를 확보하고 신호수 배치 등의 안전조치를 취한 경우 각각의 작업이 가능하다.<br><br>본 조 4호 습식이 어려울 경우 집진기로 모아 두어 날리지 않도록 할 것 |
| 제13조(장약) ① 장약을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 장약작업 장소 인근에서는 화기사용 및 흡연을 하지 않도록 할 것<br>2. 장약작업 장소 인근에서는 전기용접 작업이나 동력을 사용하는 기계를 사용하지 않을 것<br>3. 장약작업을 하는 근로자가 안전모 등 적절한 보호구를 착용하도록 할 것<br>4. 기존의 발파에 사용된 발파공에는 장약하지 않도록 할 것<br>5. 약포는 1개씩 손을 사용하여 신중하게 장약봉으로 넣고, 약포 간에 간격이 없도록 그때마다 구멍길이의 차를 측정하면서 장약을 수행하도록 할 것<br>6. 장약봉은 곧바르고 견고하며, | 본 조 각 호의 “장약작업 장소 인근에서는“ 이란 장약작업 장소를 포함하며, 신호수 배치 및 소화장치, 충분한 거리 이격 등의 안전조치를 취할 경우에는 별개의 작업이 가능하다. 이때의 이격거리는 사전에 작업계획서에 반영하여 안전보건총괄책임자 등의 승인을 받은 경우에 한하여 적용할 수 있다. |

| | |
|---|---|
| 마찰·충격·정전기 등에 대하여 안전한 부도체(플라스틱, 나무 등)를 사용하여 약포 지름보다 약간 굵고, 적당한 길이로 하고, 개수는 충분히 준비하게 할 것<br>7. 장약은 뇌관의 관체, 각선, 연결장치 등이 충격 또는 손상되지 않도록 주의하며, 각선의 길이는 결선작업을 고려하여 충분한 길이의 것을 사용하게 할 것<br>8. 초유폭약을 장약하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것<br>가. 장약 중에 흡습 또는 이물의 혼입을 방지하기 위한 조치를 강구할 것<br>나. 갱내에서는 가스 등의 환기에 유의하고, 통기가 나쁜 장소에서는 사용하지 말 것<br>다. 폭약을 장약한 후에는 신속하게 기폭할 것<br>9. 낙석 또는 붕락의 위험이 있는 뜬돌(부석) 등의 유무를 확인하고, 이를 제거하는 등 안전조치 후 작업하도록 할 것<br>10. 장약작업 중에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>② 발파공을 청소하고 점검할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 발파공의 위치, 상태 및 깊이를 확인할 것<br>2. 발파공에는 이물질이 들어가지 않게 하고, 이물질이 들어간 발파공은 공저(孔底)까지 청소하도록 할 것<br>3. 초유폭약을 사용할 때에는 흡습 또는 이물의 혼입을 방지하기 위한 조치를 할 것<br>③ 폭약을 발파공에 장약한 후 틈을 메우기 위한 전색작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 전색물은 적정한 수분을 함유한 모래나 점토 등 불연성 재료를 사용할 것<br>2. 불완전한 발파 및 발파 후 가스 유출 등을 방지하기 위해 충분한 양의 전색물을 사용할 | |



| | |
|---|---|
| 것<br>3. 공발(空發, blown out)이 발생하지 않도록 다짐 작업을 충분히 할 것<br>④ 전기발파를 하는 경우 장약작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 궤도, 철재류 또는 상설 전기접지계통을 접지극에 뇌관의 각선을 연결하지 말 것<br>2. 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<br>⑤ 온천지역, 섭씨 65도 이상의 고온공에 장약하는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 화약제조업자 또는 판매업자 등 전문가의 지도를 받아 고온공에 적합한 화공품을 선정할 것<br>2. 천공을 충분히 밀폐시키고 천공 내의 온도를 측정할 것<br>3. 암반에 물을 뿌리거나, 천공 또는 보조공에 물을 직접 주입하는 등의 방법으로 암반의 온도를 섭씨 40도 이하로 낮출 것<br>4. 장약부터 발파까지의 시간을 가능한 한 짧게 하여, 암반의 온도가 섭씨 60도 이상으로 오르기 전에 발파할 것 | |
| 제14조(장전기의 사용) ① 장전기를 사용할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 내부 청소가 용이한 구조의 장전기를 사용할 것<br>2. 뇌관을 삽입한 기폭약포는 장전기 호스로 장약하지 말 것<br>3. 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 | 본 조의 공기압축기 또는 외부 전력을 사용하여 운용되는 장전기의 경우 누설전류 및 정전기 발생 가능성이 높아 전기적인 위험 요인으로 전기뇌관의 비이상적인 폭발이나 감전 등의 위험이 있으므로 작업 전 절연상태 점검 및 누전 여부를 반드시 측정하여 사전에 위험성을 제거하여야 한다.<br><br>본 조 2호의 장전기 호스는 절연 재질이면서 내정전성 기능을 가진 제품을 사용하여야 하며, 장전기호스로 전기뇌관이 연결된 폭약을 |

| | |
|---|---|
| 이용하지 않을 것<br>② 전기발파를 하는 경우 장전기를 사용할 때는 다음 각 호의 사항에 유의하여야 한다.<br>1. 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<br>2. 장약작업 중에 발생하는 정전기를 제거하기 위해 접지가 가능한 구조의 장전기를 사용할 것<br>3. 장전기를 사용하여 장약할 때에는 정전기가 소산(疏散)될 수 있도록 할 것<br>4. 장전기를 사용하여 화약 또는 폭약을 장약하는 때에는 정전기에 의해 전기뇌관이 기폭되는 것을 방지할 것 | 직접적으로 장약하는 경우 전기뇌관의 폭발 위험성이 있으므로 작업 시 유의하여야 한다. 본 조 2호 3항의 정전기 방지를 위해서는 발생, 축적, 방전의 세 가지 조건 중 하나만 제거해도 발파 시 문제가 되지 않으며 아래의 사항을 따르도록 한다.<br>① 발파 현장에 있는 금속체는 접지할 것<br>② ANFO폭약 장전기는 단독 접지할 것<br>③ 장전호스는 도전성의 것을 사용하고 그 외의 접속은 하지 않는다.<br>④ ANFO 장전속도를 필요 이상으로 빨리 하지 않는다.<br>⑤ 정전기에 대한 보안 교육을 실시하고, 장전기 대전 방지용 가죽제 작업화, 작업복을 착용한다. |
| 제32조(기폭) ① 기폭장소는 다음 각 호의 사항을 준수하여 선정하여야 한다.<br>1. 발파장소에서 충분히 떨어져 있고, 발파에 의한 비석 또는 낙석 등의 위험이 없는 장소로 할 것<br>2. 발파장소가 잘 보이는 장소로 할 것<br>3. 물기나 철관, 궤도 등이 없는 장소로 할 것<br>② 기폭작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 발파작업책임자의 지휘에 따라 기폭을 실시할 것<br>2. 발파예고, 기폭, 발파완료 등 주요 상황에 대한 신호를 정하고, 해당 근로자에게 주지시킬 것<br>3. 위험구역을 정하여 출입을 금지하고 감시자를 배치할 것<br>4. 비상상황에 대비하여 대피경로를 정하고 관계자에게 알릴 것<br>5. 기폭에 앞서 사업장 및 그 주변에 있는 사람이 들을 수 있도록 사이렌을 울려야 하며, 필요한 경우 주민 대피, 교통통제 등의 조치를 | 본 조의 기폭장소와 발파장소 간의 안전 이격거리를 선정할 필요가 있으며, 총포화약법상 전기발파의 경우 30 m이상의 거리에서 도통시험 또는 저항 측정을 하게되어 있는바 이를 준용하면 최소한의 이격거리는 30 m로 볼 수 있음 |

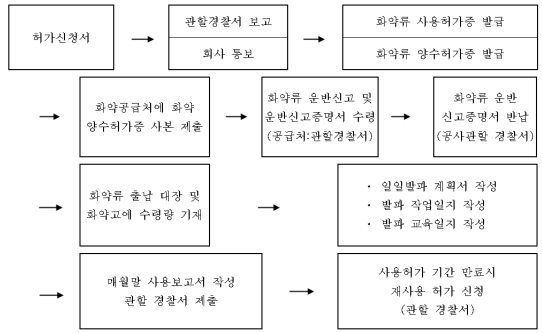


| | |
|---|---|
| 할 것<br>6. 위험구역 내 모든 근로자의 대피상태를 확인한 후 기폭을 실시할 것<br>③ 발파기에 뇌관 및 발파회로를 연결하는 등 발파 준비를 완료한 후 기폭하지 않게 된 경우에는 충분한 시간이 지난 후 안전이 확보된 상태에서 접근하도록 하고, 재기폭을 실시하기 전에 발파기재를 재점검하도록 한다. | |
| 제33조(발파 후 조치) ① 발파 후에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 즉시 발파모선을 발파기에서 분리하여 단락시키는 등 재기폭되지 않도록 조치할 것<br>2. 발파기재는 발파작업책임자의 지휘에 따라 지정된 장소에 보관할 것<br>3. 폭발하지 않은 뇌관의 수량을 확인하여 불발한 화약을 확인할 것<br>② 발파 후 다음 각 호의 경우에는 사람의 접근을 금지하여야 한다.<br>1. 불발된 화약이 폭발하거나 추가적인 낙석 등의 우려가 있는 때<br>2. 불발된 화약의 확인이 곤란한 때에는 기폭 후 15분 이상 | |
| 제34조(불발에 따른 조치) ① 발파 후 불발된 화약이 있는 경우에는 별표 3을 고려하여 객관적으로 그 원인을 조사하고 대책을 수립하여야 한다.<br>② 불발된 장약을 처리할 때에는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 불발된 천공 구멍으로부터 60cm 이상(손으로 뚫은 구멍인 경우에는 30cm 이상)의 간격을 두고 평행으로 천공하여 다시 발파하고 불발한 화약류를 회수할 것<br>2. 불발된 천공 구멍에 물을 주입하고 그 물의 힘으로 전색물과 화약류를 흘러나오게 하여 불발된 화약류를 회수할 것<br>3. 제1호 및 제2호의 방법으로 불발된 화약류를 회수할 수 없는 때에는 그 장소에 표시를 하고, 인근 장소에 출입을 금지할 것<br>4. 불발된 발파공에 압축공기를 넣어 | |

| | |
|---|---|
| 전색물을 뽑아내거나 뇌관에 영향을 미치지 아니하게 하면서 조금씩 장약하고 다시 기폭할 것<br>5. 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<br>6. 비전기뇌관을 사용한 경우에는 육안으로 불발공의 회로를 점검하고 이상이 없으면 발파회로에 다시 연결하여 재발파하고, 시그널튜브가 손상되어 있으면 압축공기나 물로 장약된 화약류 및 전색물을 제거한 다음 기폭약포를 재장약하여 발파할 것<br>7. 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<br>③ 불발공으로부터 회수한 뇌관이나 폭약은 모두 제조사의 시방에 따라 처리하여야 하며, 임의로 매립하거나 폐기하여서는 아니 된다.<br>④ 불발의 원인 및 안전한 후속 조치계획을 수립하기 어려운 경우에는 관계 전문가의 도움을 받아서 처리하여야 한다.<br>⑤ 불발된 장약을 확인할 수 없거나, 적절하게 처리되지 않은 경우에는 해당 발파장소에 근로자의 출입을 금지하여야 한다. | |
| 제35조(재검토기한) 이 고시에 대하여 2023년 7월 1일 기준으로 매 3년이 되는 시점(매 3년째의 6월 30일까지를 말한다)마다 그 타당성을 검토하여 개선 등의 조치를 하여야 한다. | 사전 검토 기간의 지정 필요 즉, 매 3년이 되는 기점의 6개월전과 같이 특정 기간을 지정할 필요가 있다고 사료됨 |



## 〈표 Ⅱ-3〉 발파표준안전작업지침 해설 그림 및 표

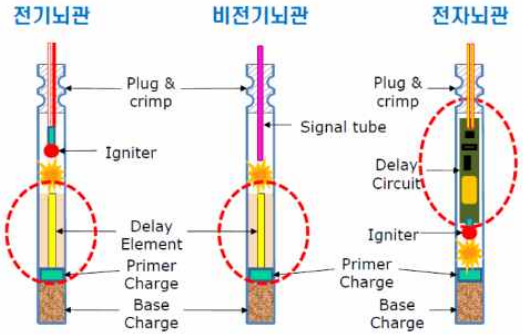
| 구분 | 해설 내용 |
|---|---|
| 화약류 사용절차 |  <br>※ 관할 경찰서 및 현장별로 차이가 있을 수 있음 |
| 화약류 설명 | |

| 구 분 | 카트리지형 | | | 벌크형 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 에멀젼 | 고성능에멀젼 | 경밀폭약 | 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 | · 진동제어 유리<br>· 내수성 최우수<br>· 발파 후가스 양호 | · 발파효율 최우수<br>· 내수성 우수<br>· 발파 후가스 불량 | · 디커플링 효과<br>· 암반손상 최소화<br>· 미려한 굴착면 형성 | · 높은 장전밀도<br>· 취급안정성 우수<br>· 발파 후가스 양호 | · 현압용, 가격저렴<br>· 용수부 사용불가<br>· 후가스 매우 불리 |

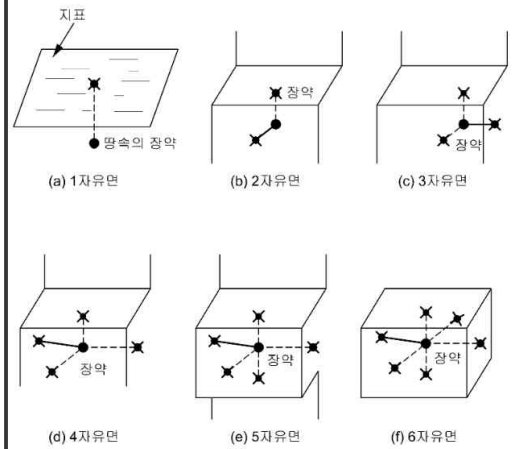
**뇌관 설명**

| 구분 | 전기뇌관 | 비전기뇌관 | 전자뇌관 |
|---|---|---|---|
| 제품 외형 | | | |
| 점화방식 | 전기전류 | 충격파 | 기폭명령(암호화 디지털 Signal) |
| 시차 정밀도 | ±10% | | 0.02%이내 |
| 시차 결정 요소 | 지연 화약의 길이 | | 전자 집적회로 |
| 안정성 | 미주전류, 정전기, 낙뢰 등 전기 요인 사고 위험 상존 | 외부 전기 요인에 안전 충격에 민감 | 외부전기 요인 및 충격에 안전 (전용 발파기 신호체계에서만 작동) |
| 사용 단수 | 0~7,000ms | 0~7,000ms | 0~50,000ms (1ms단차 조절 가능) |
| 사용 단수 | 42단 (MS 20단, LP 25단 중 LP뇌관 3단 초시중복) | | 2,500단 (20ms 적용시) |
| 장점 | 사용 숙련도가 높음 | 전기적 안정성 | 정밀초시, 전기적 안정성, 파쇄효과 탁월, 진동제어 및 시공성우수 |
| 단점 | 뇌관오차에 의한 진동 증가 및 전기적 위험 | 뇌관오차에 의한 진동 증가 | 사용 교육 필수 |

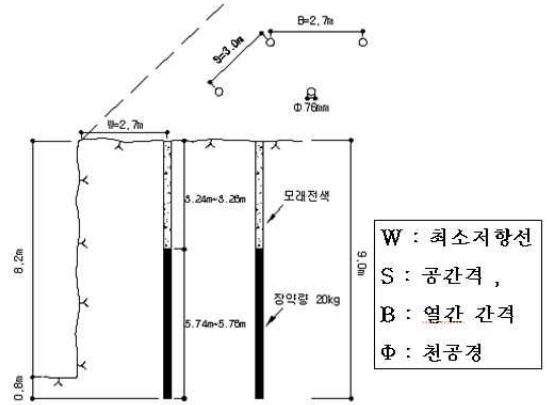
**뇌관별 구조도**

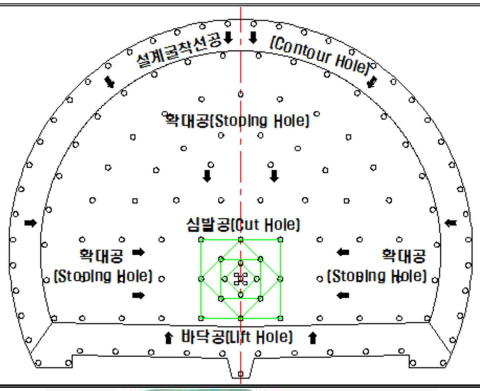



**자유면 모식도**




**벤치발파 모식도**

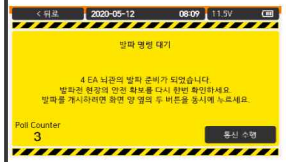


| | |
|---|---|
| 터널발파 모식도 |  |
| 도폭선 사진 | |
| 누설전류 측정기 | |

| | |
|---|---|
| 도통 시험기 | |
| 전기뇌관 발파기 | |
| 비전기뇌관 발파기 | |

| | |
|---|---|
| 전기뇌관 발파기 구성 | |
| 전자뇌관 기폭 프로세스 | 발파기의 발파 시작 버튼을 누른 후 초시입력기(플래너)에서 데이터를 다운받는다.<br>[발파기]<br> <br>데이터 다운이 완료된 후 발파 모드를 선택한다.<br> <br>각 뇌관에 기폭 에너지를 충전하고 뇌관이 상태를 확인하는 통신 수행을 하고 기폭 신호(signal)를 진행하기 전에 RFID 카드를 접촉하거나 비밀번호(책임자만 알고 있어야 함) 입력한 후 대기한다. 예정된 점화시간에 발파기의 양쪽의 버튼을 두 손을 사용하여 눌러 점화한다. |



| | |
|---|---|
| |  <br>왼쪽과 오른쪽 버튼 동시 누름 |
| ANFO 장전기 | |

## 화약류 취급소

## 화약류 저장소

## 화약류 운반절차

화약사용자 또는 판매업자
서류 : 운반신고서
제출 : 화약고 소재지 관할경찰서 방범지도계(화약담당자)

※ 운반개시 1일전 또는 4시간전

→ 화약사용자 또는 판매업자
서류 : 1. 인수증 작성
2. 운반신고증명서 확인
제출 : 화약인수 예정 화약고

→ 화약사용자
화 약 수 령

→ 화약류관리보안책임자
화 약 운 반

→ 화약류관리보안책임자
현장도착

현장도착 동시에 행함

화약류관리보안책임자
관할파출소
운반 신고 증명서 반납

→ 발파작업

발파작업후 화약과 뇌관이 남을 경우

반 납(운반신고 등 법적 절차 이행)
화약류관리보안책임자
※ 인수증에 화약량 및 뇌관 기재후 반납

※ 관할 경찰서 및 현장별로 차이가 있을 수 있음

## 일반 발파 절차

**천공위치 선정** → **천 공** → **전폭약포 제작**

- 천공위치 선정전에 스프레이로 천공자리를 표시한다.
- 천공자리 정리후 유압 드릴 투입

- Pattern별 천공간격 저항선, 천공 깊이에 따라 천공

- 폭약에 뇌관을 삽입하여 전폭약포 제작

→ **장약 및 전색** → **결 선** → **회 로 점 검**

- 장약전 공속에 이물질 유무 확인후 장약
- 전색은 천공입구까지 전색물(모래 등)로 채워야 한다.

- 전기뇌관
- 비전기뇌관
- 전자뇌관

- 전기뇌관 : 도통 또는 저항 측정
- 비전기뇌관 : 육안
- 전자뇌관 : 회로점검기 사용

→ **방 호 조 치** → **대 피** → **경 계** → **발파진동, 소음계측확인**

- 필요시 비산·소음 방지를 위하여 방호매트(타이어매트)로 발파대상 암반위를 덮는다.

- 폭원으로부터 안전한 장소로 이동, 대피한다.

- 경계원 사방(동서남북)으로 배치,깃발,호각,무전기 등을 휴대한 후 이상유무를 확인한다.

- 계측기 설치 상태 확인

→ **발 파** → **발파후 확인**

- 발파전 최종적인 회로점검을 통하여 이상유무를 확인한다.
- 화약류 관리보안책임자는 경계원으로 부터 이상유무를 확인 후 발파한다.

- 발파유무를 확인하고 화약류 관리보안책임자의 지시에 따른다.
- 발파후 암석의 파쇄상태에 따라 장약량,저항선,공간격 설정 등을 판단할 수 있으므로 지질변화에 따른 발파패턴을 조정하여 안전발파가 될 수 있도록 한다.
- 발파진동·소음 계측결과를 통하여 인접구조물 및 주택 등에 피해가 없도록 허용기준치 이하가 되도록 관리 하여야 한다.

## 2. 국내외 법령 및 제도 비교

국내의 발파 및 터널작업 법령·제도의 개선점을 도출하기 위하여 해외의 법령과 제도를 심층적으로 분석하여 국내 법령과 제도에 마련되어 있지 못한 조항을 검토하고자 하였다. 미국, 영국, 일본, 싱가포르 등 해외 선진국가를 중심으로 자료를 조사하였으며, 현재에는 미국(OSHA-Standard 29CFR), 일본(노동안전보건규칙, JICA표준안전사양)에 대한 법령 및 제도와의 비교·분석이 수행되었다. 〈표 Ⅱ-4〉는 한국, 미국, 일본의 발파작업 표준안전지침의 비교 내용을 정리한 것이다. 〈표 Ⅱ-4〉의 밑줄 표시된 조항들은 일본과 미국의 발파표준안전지침에서는 규정하고 있으나, 한국의 발파표준안전지침에서는 관련 규정이 없거나 미흡한 부분들을 의미한다.

**〈표 Ⅱ-4〉 일본 발파 표준안전지침과의 비교표**

| 일본(노동안전보건규칙, JICA표준안전사양) | 국내지침과의 비교 검토 내용 |
|---|---|
| **노동안전보건규칙**<br><br>**제7절 발파의 작업**<br>(발파 작업의 기준)<br>제318조 사업자는 영 제20조 제1호의 업무에 종사하는 근로자에게 다음 사항을 시행해야 한다.<br>1. 동결된 다이너마이트는 화기에 접근하고 증기관 및 기타 고열물에 직접 접촉 만지는 등 위험한 방법으로 녹이지 않는다.<br>2. 화약 또는 폭약을 착용할 때는 그 부근에서 불의 사용 또는 흡연을 하지 않는다. 것.<br>3. 전구는 마찰, 충격, 정전기 등에 의한 폭발을 일으킬 우려가 없는 안전한 물건을 사용하여야 한다.<br>4. 전색재는 점토, 모래 기타 발화 또는 인화의 위험이 없는 것을 사용하여야 한다.<br>5. 점화 후, 장전된 화약류가 폭발하지 않을 때, 또는 장전된 화약류가 폭발한 것의 | |
| 확인이 곤란할 때는 다음에 정하는 바에 따라야 한다.<br>가. 전기 뇌관에 닿았을 때는 발파 모선을 점화기에서 분리하고 그 끝을 단락하고 그런 다음 다시 점화 할 수 없도록 조치를 취한 후 5 분 이상 경과 그 후가 아니면, 화약류의 장전 개소에 접근하지 않는 것.<br>나. 전기 뇌관 이외의 것에 의하면, 점화 후 15분 이상 경과한 후에도 발파가 되지 않으면 접근하지 말 것.<br>2 전항의 업무에 종사하는 근로자는 동항 각호에서 열거한 사항을 수행해야 한다.<br><br>(도화선 발파 작업의 지휘자)<br><br>제319조 사업자는 도화선 발파 작업을 할 때 발파 업무를 할 수 있는 사람 중에서 작업의 지휘자를 결정하고 그 사람에게 다음 사항을 하도록 한다.<br>① 점화 전에 점화작업에 종사하는 근로자 이외의 근로자를 대피시킬 것.<br>② 점화작업에 종사하는 근로자에게 퇴피의 장소 및 경로를 지시할 것.<br>③ 1명의 점화수가 동시에 5이상일 때는 발파시간, 도화선 길이 등의 대피시간를 알리는 것.<br>④ 점화의 순서 및 구분에 대해 지시할 것.<br>⑤ 점화의 신호를 하는 것.<br>⑥ 점화작업에 종사한 근로자에 대하여 대피의 신호를 할 것.<br>⑦ 불발의 장약 또는 잔약의 유무를 점검할 것.<br><br>2. 도화선 발파의 작업의 지휘자는, 전항 각호에서 열거한 사항을 수행하여야 한다.<br><br>3. 도화선 발파의 작업에 종사하는 근로자는 전항의 규정에 의해 지휘자가 행하는 지시 및 신호를 따라야 한다.<br><br>(전기 발파 작업의 지휘자)<br><br>제320조 사업자는 전기 발파 작업을 수행할 때 발파 업무를 수행히여야 한다.<br>가능한 사람 중에서 작업의 지휘자를 정하고, 그 사람에게 전조 제1항 제5호 및 제7호 및 다음 사항을 행하여야 한다.<br>① 당해 작업에 종사하는 근로자에게 대피의 장소 및 경로를 지시할 것. | ▪ 일본의 규정에서는 발파작업 지휘자의 업무범위에 대하여 비교적 상세히 명시하고 있으므로 국내 규정에서도 이에 대한 검토가 필요할 것으로 판단됨. |

② 점화 전에 위험 구역 내에서 근로자가 대피했는지 확인할 것.
③ 점화자를 정할 것.
④ 점화 장소에 대해 지시할 것.

2 전기 발파 작업의 지휘자는 전항 각호에서 열거한 사항을 수행하여야 한다.
3. 전기 발파의 작업에 종사하는 근로자는 전항의 규정에 의해 지휘자가 수행하는 지시신호를 따라야 한다.
(피난)
제321조 사업자는 발파작업을 하는 경우에 근로자가 안전한 거리 멀리 대피 할 수 없을 때는 전면과 상부를 견고하게 보호한 대피소를 설치하여야 한다.

제7절의 2 콘크리트 파쇄기 작업
(콘크리트 파쇄기 작업의 기준)
제321조의2 사업자는 콘크리트 파쇄기를 사용하여 파쇄 작업을 할 때 다음에서 정하는 바에 따라야 한다.
1 콘크리트 파쇄기를 착용할 때는, 그 부근에서의 불의 사용 또는 흡연 금지.
2 전구는 마찰, 충격, 정전기 등에 의해 콘크리트 파쇄기가 발화하기 때문에 이러한 것이 없는 안전한 것을 사용하는 것.
3. 전색재은 시멘트 모르타르, 모래 및 기타 발화 또는 인화의 위험이 없는 것을 사용할 것.
4. 파쇄된 물체 등의 비산을 방지하기 위한 조치를 취할 것.
5 점화 후, 장전된 콘크리트 파쇄기가 발화하지 않을 때, 또는 장전 콘크리트 파쇄기가 발화되었는지 확인하기 어려울 때 콘크리트 분쇄기의 모선을 점화기로부터 분리하고, 그 단부를 단락시켜 두고, 다시 점화 할 수 없도록 조치를 취한 후 5분 이상 경과 한 후가 아니면 해당 작업에 종사하는 근로자를 콘크리트 파쇄기 장소에 접근시키지 말 것.

(콘크리트 파쇄기 작업 주임자의 선임)

제321조의3 사업자는 영 제6조 제8호의2의 작업에 대해서는
- 파쇄기 작업 주임자 기능 강습을 수료한 자 중에서 콘크리트 파쇄기작업주임자를 선임해야 한다.

(콘크리트 파쇄기 작업 주임자의 직무)

- 화약류에는 속하지 않으나 유사한 메커니즘을 통해 암반을 파쇄하는 콘크리트 파쇄기 등에 대한 규정을 포함시킬 필요가 있음. 특히 국내에서도 플라즈마, 증기압 파암제, 미진동패쇄제 등 급격한 반응을 이용하여 암석을 파괴하는 제품이 굴착공사 시 사용되고 있으나 이에 대한 규정이 전무한 상황임.

- 화약류에 속하지 않는 발파제에 대한 규칙과 더불어 해당 작업 시 작업책임자의 역할과 책임범위를 규정하는 것이 필요할 것으로 판단됨.



제321조의4 사업자는 콘크리트 파쇄기 작업 주임자에게 다음 사항을 실시해야 한다.
1. 작업의 방법을 결정하고 작업을 직접 지휘할 것.
2. 작업에 종사하는 근로자에게 퇴피의 장소 및 경로를 지시할 것.
3. 점화 전에 위험 구역 내에서 근로자가 퇴피했는지 확인할 것.
4. 점화자를 정할 것.
5. 점화의 신호를 하는 것.
6. 불발의 장약 또는 잔약의 유무를 점검할 것.

JICA 표준 안전 사양
JICA STANDARD SAFETY SPECIFICATION
(JSSS)

JICA(Japan International Cooperation Agency)
* 일본이 해외원조 건설사업을 위해 마련한 안전지침

7.6 발파 작업
7.6.1 범위
(1) 이 섹션은 일반적으로 기존 굴착 기술을 사용하여 수행할 수 없는 암석 제거를 위한 발파 작업에 대한 안전조치를 정한다.
(2) 굴착을 위한 발파공사는 이 장의 범위에 포함되지 아니한다.

7.6.2 일반 요건
(1) 발파는 계약자에 의해서만 수행되도록 허용되어야 한다.
(a) 그렇게 하는 것이 안전하고 다음과 같은 경우에 사이트 내부 또는 외부에서 사람이나 재산에 발생하는 부상 또는 손해의 위험이 현저하게 나타나지 않음;
(b) 특별안전규격에서 특별히 금지하지 아니하는 경우 그리고
(c) 계약자가 엔지니어의 승인 또는 지시를 받은 경우.
(2) 승인된 발파는 미리 결정되고 엔지니어 및 관련 당국과 합의된 시간에만 허용되어야 한다.
(3) 발파공사계획은 해당 시방서에 기재하여야 한다.
(4) 이 섹션은 특히 사이트 내부 또는 외

| | |
|---|---|
| 부에서 날리는 파편으로 인해 사람과 재산에 부상이나 손해의 위험이 있을 수 있는 경우에 적용된다. | |
| 7.6.3 소음<br>현장 발파로 인한 소음은 JSSS 2.1.4 [소음]에 따라 통제되어야 합니다. | ▪ 국내에서는 발파 소음에 대한 규칙 부재 |
| 7.6.4 준수 표준<br>(1) JSSS 1.4 [JSSS 및 기타 규정 준수]를 참조하여 이 섹션의 항목 또는 이 섹션의 주제와 관련되고 JSSS에서 완전히 다루지 않는 항목에 대해 계약자는 BS 5607을 준수하는 발파 작업에 필요한 조치를 취해야 한다. [건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 강령].<br>(2) 계약자는 발파 작업 및 이와 관련된 화약류의 취급 및 보관에 필요한 허가, 면허 또는 승인을 받아야 한다. 발주자는 계약자의 요청에 따라 계약자가 그러한 허가, 면허 또는 승인을 적절하게 획득할 수 있도록 합당한 지원을 제공해야 한다. | |
| 7.6.5 인원<br>(1) JSSS 1.18 [계약자 인력의 적절한 배치] 의 요구 사항에 따라 계약자는 발파 작업에 다음 인력을 할당해야 한다.<br>(a) 화약기술자(Explosives engineer) 그리고<br>(b) 발파자(Shotfirer)<br>(2) 발파 작업에 대한 직원의 책임 및 요구 사항.<br>(a) 화약기술자는 발파작업을 기획하고 현장에서 발파작업을 지휘하며 발파작업의 안전관리를 수행한다. 그리고<br>(b) 발파자는 화약류의 안전한 취급, 운송 및 보관을 수행하고 발파 작업 및 현장 안전 관리를 수행한다.<br>(3) 안전교육 및 지도<br>JSSS 1.18 [계약자 인력의 적절한 배치]의 요구 사항에 추가하여 계약자는 화약기술자와 발파자가 다음 사항에 대한 충분한 지식을 갖추고 이를 준수할 수 있는지 확인해야 한다.<br>(a) 발파와 관련된 위험의 특성;<br>(b) 발파 작업 수행 시 불안전한 조건 및 행위;<br>(c) 발파 작업 절차; | ▪ 일본해외협력기구의 표준안전사양(JSSS) 용어에서 "엔지니어(Engineer)"는 우리나라의 책임감리의 업무를 수행하는 것으로 판단됨. "발파자(Shotfirer)"는 화약류관리보안책임자 + 화약취급원의 업무를 수행하는 것으로 판단됨. "화약류 기술자(Explosives Engineer)"는 화약류관리기술사 + 화약류관리기사의 업무를 수행하는 것으로 분석됨. 필요시 이에 상응하는 정의를 국내 규칙에 반영할 필요 있음. |



| | |
|---|---|
| (d) 대피한 근로자 및 직원의 대피 및 복귀 절차<br>(e) 화약류 오발파 시 안전조치 그리고<br>(f) 비상 대응 조치 | |
| 7.6.6 안전 계획<br>계약자는 JSSS 1.7 [계약자의 안전 계획]에 규정된 항목 외에 발파 작업에 필요한 모든 안전조치를 설명하고 다음의 사항을 포함하는 발파 안전 계획을 준비해야 한다.<br>(1) 위험 분석 및 대책<br>(2) 화약류의 운송, 보관, 사용 및 폐기에 대한 안전조치<br>(3) 발파공사의 영향을 받을 수 있는 발파 인원, 발주인원, 그 밖의 사람, 일반대중, 인근주민 및 대지 내 또는 인접 건물주(이하 통칭하여 "피해자"라 한다)에 대한 안전조치<br>(4) 발파 금지 구역의 결정<br>(5) 영향을 받는 지역, 건물, 구조물 및 자산의 식별<br>(6) 진동, 소음, 화재 같은(추가적인 기술이 필요한 부분임)<br>(7) 영향을 받는 건물, 구조물 및 재산에 대한 발파의 영향을 기록하기 위한 환경 모니터링 계획 및 방법<br>(8) 시험 발파<br>(9) 다른 작업자와 구별하기 위해 화약기술자 및 발파자의 식별<br>(10) 경계원 배치<br>(11) 발파 작업의 시작 일자 및 시간을 통지하고 발파 작업의 영향을 받는 다른 사람에게 발파 작업 시작 직전에 통지하는 방법<br>(12) 발파 전에 발파 금지 구역에서 모든 인원을 대피시키는 방법<br>(13) 발파 시 경고 시스템<br>(14) 불발된 화약류 처리 절차 및 방법(불발된 화약류 처리 절차 계획은 BS 5607 [건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 10.5절 [불발]을 참조하여 작성되어야 한다.<br>(15) 법률 및 행정 기록 목록 | ▪ 작업계획서와 관련한 해당 규정들은 국내에서 규정하고 있는 발파작업계획서 작성 지침에서는 명시되어 있지 않는 사항들이므로 미비한 부분들을 국내 규정에 반영할 검토할 필요 있음. |
| 7.6.7 위험 방지<br>(1) 발파 예고<br>계약자는 발파 작업의 영향을 받는 모든 사람에게 통지해야 한다. 계획의 발파작업 일정 및 시작 일자 및 시간. 이러한 정보는 필요에 따라 발파 작업이 시작되기 직 | ▪ 국내의 규정에서는 발파의 계획을 사전에 알리고 안전조치를 취하기 위한 사항들이 명시되어 있지 않으므로, 해당 내용을 반영할 필요가 있음. |

| | |
|---|---|
| 전에 업데이트되어야 한다.<br>(2) 위험 예방 조치<br>계약자는 다음의 사항을 포함하여 발파 작업으로 인해 영향을 받는 모든 사람의 부상이나 손해를 방지하기 위해 필요한 모든 조치를 취해야 한다.<br>(a) 화약류의 과장약 금지<br>시험 발파에 기초하여 작성된 방법 명세;<br>(b) 비산 암석 및 기타 파편의 비산 방지;<br>(c) 주변 암석 또는 지반의 붕괴 방지<br>(d) 발파 작업을 위한 발파 금지 구역을 구분하고 BS 5607 [Code of practice for the safe use Exploss in the construction industry]: 7.4.2항 [폭발 경고 절차]에는 다음의 사항이 포함된다.<br>(i) 임박한 현재 및 완료된 발파 작업을 경고하기 위해 가청 경고 사이렌을 제공한다. 그리고<br>(ii) 발파금지구역 경계에 발파시간, 사이렌코드 등 주의사항을 알리는 게시판을 설치한다.<br>(e) 대피 요건, 경로 및 집결 장소를 설정하고 발파작업의 영향을 받는 모두에게 알린다.<br>(f) 발파 작업의 영향을 받은 모든 사람이 대피했음을 경계원이 확인한 후에만 발파를 수행한다.<br>(g) 발파자와 경계원 사이에 통신 장비를 제공하고 장비를 유지 및 테스트한다.<br>(h) 전기 기폭 장치에 악영향을 미칠 수 있는 모든 휴대폰을 발파 구역으로 가져오는 것을 금지한다. 그리고<br>(i) 특별안전규격에서 달리 명시하지 않는 한 발파작업은 주간에만 실시한다.<br><br>**7.6.8 화약류의 취급 및 보관**<br>(1) 화약류 보관<br>(a) 현장에 건설되는 화약류 저장고는 안전하고 튼튼하며 내화성이 있는 건물이어야 하며 항상 국가 법률에 따라 환경적으로 통제되고 엄격하게 보호되어야 한다.<br>(b) 저장된 화약류 및 기타 물질의 보관 및 보안을 위해 계약자는 적절한 수와 유형의 직원을 지정해야 한다.<br>(c) 계약자는 매장에서 수령 및 발급된 | ▪ 작업지휘자는 발파계획을 사전에 작업자에게 알리는 내용, 안전계획을 수립하도록 할 것, 관계자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것, 발파 전 근로자의 대피를 확인할 수 있는 조치를 취할 것 등에 대해서 안전보건규칙 내 반영이 필요할 것으로 판단됨. |



| | |
|---|---|
| 모든 화약류의 유형 및 수량에 대한 기록을 보관해야 하며 수령 및 발급 일자와 시간 및 모든 관련 직원의 이름을 나열해야 한다. 계약자는 엔지니어가 요청할 때 기록을 엔지니어에게 제출해야 한다.<br>기타 저장 요건에 대해 계약자는 BS 5607[ 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 조항 9.3 [저장]에 따라 필요한 조치를 취해야 한다.<br>(2) 화약류 운송<br>운송 요구 사항에 대해 계약자는 BS 5607 [건설 업계에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 9.4절 [현장에서 화약류의 운송] 에 따라 필요한 조치를 취해야 한다.<br>(3) 발파현장의 화약류 수량<br>(a) 발파 현장에 화약류를 보관해서는 아니 된다.<br>(b) 저장소에서 발파 현장으로 운송되는 화약류의 양은 발파를 위한 예상 소모량으로 제한되어야 한다. 그리고<br>(c) 당일 사용하지 않은 화약은 저장소에 반납해야 한다.<br>(4) 화약류 취급<br>(a) 화약류는 부딪히거나, 던지거나, 떨어지지 않도록 극도의 주의를 기울여 취급해야 한다.<br>(b) 화약류용 용기는 목재 또는 비전도성 재료로 견고하게 제작되어야 하며 내부 표면에 철 또는 호일과 같은 금속을 사용해서는 아니 된다.<br>(c) 화약류와 뇌관은 잠글 수 있는 용기에 별도로 보관해야 한다.<br>(d) 화약류용 용기는 물 침투, 충격 손상으로부터 보호되어야 한다. 그리고<br>(e) 화약류의 운송, 보관, 취급 장소에서는 흡연, 성냥, 라이터, 화염, 스파크 등의 사용을 금지하고 게시판 및 경고 표지를 적절한 위치에 설치해야 한다.<br>(5) 발파 및 화약류에 관한 기록<br>(a) 발파자는 각 일자와 시간을 보여주는 일일 작업 기록을 작성해야 한다. 발파 작업, 수용, 소비, 실발 및 잔존하는 화약의 양, 발파 구멍의 수, 발파 장전 방법 및 불발 화약의 처리;<br>(b) 엔지니어는 발파 작업 기록을 확인하고 서명해야 한다. 그리고<br>(c) 계약자는 엔지니어가 요청할 때 기 | |

록을 엔지니어에게 제출해야 한다.
(6) 엔지니어에 대한 통지
계약자는 엔지니어에게 다음과 같이 서면으로 통지해야 한다.
(a) 매장으로의 화약류 배송 및 매장에서 현장으로의 화약류 배송 통지는 화약류가 매장에 도착하고 현장으로 배송 예정일 전날 정오까지 각각 엔지니어에게 전달되어야 한다.
(b) 계획된 발파 작업에 대한 통지는 발파 작업 예정일 전날 정오까지 엔지니어에게 전달되어야 한다. 그리고
(c) 다음 주 발파 일정에 대한 통지는 늦어도 전주 금요일 아침까지 엔지니어에게 전달되어야 한다.

**7.6.9 시험 발파**
계약자는 다음 목적을 위해 JSSS 7.6.6 [안전 계획] 에 제공된 발파 안전 계획에 따라 시험 발파를 수행하고 시험 발파 결과에 따라 해당 안전계획을 수정해야 한다.
(1) 발파지에서 발파에 영향을 미칠 암석 및 지형의 특성을 확인한다.
(2) 계획된 발파방법, 화약량, 비산 방지 및 기타 보호 조치를 한다.
(3) 발파 작업으로 영향을 받는 모든 사람의 안전을 확인한다.
(4) 계약자의 기준이 JSSS 7.6.10의 목적에 적합한지 확인(모니터링)한다.
(5) 계약자는 발파 작업을 진행하기 전에 발파 안전 계획에 대한 결과적인 변경 사항과 함께 시험 발파 보고서를 엔지니어에게 제출해야 한다.

**7.6.10 모니터링**
계약자는 JSSS 7.1.2 [모니터링]의 요구사항을 준수해야 한다.

**7.6.11 특정 안전조치**
(1) 발파 작업자 식별
발파 작업에 종사하는 화약류기술자와 발파자를 다른 작업자와 구별할 수 있도록 명확하게 볼 수 있는 식별 표시, 유니폼 또는 표시가 있는 안전 헬멧을 제공해야 한다.
(2) 드릴링 작업
(a) 이전 발파를 위해 형성된 구멍에는 드릴링이 허용되지 않는다. 시추 작업 중 오발 화약이
(b) 발견되면 시추를 중지하고 JSSS 7.6.6 [안전 계획] 및 JSSS 7.6.12 [발파 후 조치] 에 계획된 절차에 따라 실화 화약을 처리한다.
(3) 화약류 장전
(a) 화약류를 장전하는 동안 드릴링 작업은 허용되지 않는다.
(b) 충전하기 전에 구멍을 철저히 청소하고 먼지나 이물질을 남기지 않는다. 그리고
(c) 우발적인 전하 개시를 유발할 수 있는 다음과 같은 충격 및 마찰은 피해야 한다.
(i) 화약류를 강제로 장전하기 위해 다짐봉을 과도하게 사용
(ii) 이미 장전된 구멍에 드릴 막대 또는 기타 금속 도구를 사용하는 행위
(iii) 화약류 및 기타 충돌 위험 요소 위를 달리는 차량 또는 진동; 그리고
충전 작업에 대한 기타 안전조치에 대해 계약자는 BS 5607[ 건설 업계에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 10절 [화약류 사용 시 안전]을 준수해야 한다.
(4) 뇌관 취급
(a) 전기 기폭 장치를 사용한 발파 대책:
(i) 전기 뇌관의 다리 전선이 발파를 위해 회로에 연결될 때까지 단락 상태를 유지해야 한다.
(ii) 각선이나 모선이 잘리거나 손상되지 않았는지 확인해야 한다.
(iii) 전기 기폭 장치는 누전을 일으킬 수 있는 전기 조명 공급 장치, 전원 공급 장치 및 기타 전기 공급원에서 멀리 떨어져 있어야 한다.
(iv) 배선 연결이 누락되거나 잘못되었거나 오작동이 없는지 확인해야 한다.
이전 폭발 전선과의 연결;
(v) 누설 전류가 없는지 확인해야 한다.
(vi) 무선 통신 시설 또는 레이더 근처에서 무선 주파수 방사로 인한 전기적 간섭의 위험이 있는 경우 전기 뇌관을 사용해서는 아니 된다. 그리고
(vii) 발파지역 부근에 낙뢰감지기를 설치하고, 낙뢰의 위험이 있는 경우 발파작업을 중지하고 작업자를 안전한 장소로 대피시켜야 한다.

전기 뇌관을 사용한 발파에 대한 기타 안전 문제에 대해 계약자는 BS 5607[ 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 10.4.3절 [전기 뇌관]을 준수해야 한다.

(b) 비전기 뇌관을 사용한 발파 대책
(i) 충격 튜브를 자르거나 손상시켜서는 아니 된다.
(ii) 소성하기 전에 육안으로 연결부를 확인하고 누락되거나 이전의 배선 연결 또는 잘못된 배선 연결이 없는지 확인해야 한다.

(5) 발파시의 조치
(a) 발파 장치와 발파 케이블 사이의 연결은 점화 직전에 이루어져야 한다.
(b) 발파는 폭발의 정도에 따라 격리되고 보호된 안전한 장소에서 해야 한다. 그리고
(c) 손잡이는 발화할 때를 제외하고 발파기에서 제거해야 한다.

**7.6.12 발파 후 조치**

(1) 발파 후 발파구의 안전성 확인 :
(a) 발파자 이외의 사람은 발파자가 해당 지역을 조사하고 다시 들어가도 안전하다는 것을 확인할 때까지 발파 현장 또는 그 주변에 들어갈 수 없다. 그리고
(b) 발파원은 발파장소 주변을 점검하여 지면과 암석이 떨어지거나 무너지거나 화약이 잘못 발파될 위험이 없는지 확인하여야 한다.

(2) 불발 화약류의 처리
발화 후 장전된 화약이 폭발하지 않거나 폭발을 확인하기 어려운 경우에는 발파안전계획 및 BS 5607[Codeof practice for 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용], 다음의 사항을 포함하는 10.5절 [불발] :
(a) 잘못 발파된 화약류의 처리 절차;
잘못 발파된 화약류의 처리 절차는 다음과 같다.
(i) 즉각적인 개선 조치
(ii) 지연된 개선 조치;
(iii) 추가 폭발 시도; 그리고
(iv) 완전한 폭발을 확인하기 위한 검사.

위의 조치에 대한 세부 사항은 (b)에서 (d)까지의 후속 항목에 명시되어 있다.
(b) 즉각적인 개선 조치;



발파자는 다음과 같은 초기 조치를 취해야 한다.
(i) 기타 권한이 있는 직원 이외의 사람이 발파 현장에 들어가는 것을 금지한다.
(ii) 발파 현장 출입은 발파 안전 계획에 명시된 불발공 발생 후 경과 시간 이후에만 허용된다.
(iii) 발파 장치에서 탈착식 손잡이나 키, 발파 케이블을 분리하고 노출된 전선을 함께 단락시키거나 접지한다.
(iv) 안전할 때 케이블과 연결에 결함이 있는지 검사하고 발견된 결함을 수정한다.
(v) 발파을 위해 추가 시도를 한다.
(vi) 추가 지침을 위해 화약류 엔지니어에게 보고한다.
(vii) 추가 조치를 취하기 전에 노출된 화약류를 수집해서는 아니 된다.
(viii) 실화 처리와 직접 관련된 경우가 아닌 한, 실화가 해결될 때까지 실화 근처에서 시추 또는 기타 작업을 수행하지 않도록 한다. 그리고
(ix) BS 5607[ 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]에 명시된 기타 조치 : 조항 10.5.4.1 [초기 조치].

초기 조치 후 발파자는 다음과 같은 초기 개선 조치를 취해야 한다.
(i) 안전할 때 케이블과 연결에 결함이 있는지 검사하고 발견된 결함을 수정한다. 그리고
발파자는 다음과 같은 초기 조치를 취해야 한다.
(ii) 다시 발파를 시도한다.
(ii) 지연된 개선 조치 및 추가 폭발 시도는 재기동을 허용하기 위해 줄기를 안전하게 제거하거나, 줄기를 둘러싸고 있는 암석을 제거하고 구멍을 장전할 수 있도록 구멍을 뚫고 발파하는 것이어야 한다.

(c) 지연된 개선 조치 및 추가 폭발 시도:
(i) 즉각적인 복구 조치 후 필요 시 지연된 복구 조치 및 추가 폭파 시도를 수행해야 한다.
(iii) 조치 및 시도는 발파 안전 계획 및 BS 5607[ 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행규범]:

| | |
|---|---|
| 10.5.4.2 [서면 지침], 10.5.4.3 절에 따라 수행되어야 한다. [재발파 시도], 10.5.4.4 [제거 구멍 뚫기] 및 10.5.5 [제거 구멍 뚫기].<br>(d) 완전폭발 확인검사<br>폭발을 다시 시도한 후 완전한 폭발을 확인하기 위해 검사를 수행해야 한다. 비폭발 또는 부분폭발이 발견되면 BS 5607[ 건설 산업에서 화약류의 안전한 사용을 위한 실행 규범]: 10.5.1절 [일반] 의 실화를 해결하기 위한 그림-1 절차에 따라 교정 조치를 취해야 한다.<br>(e) 화약류 및 기폭 장치의 절도 또는 권한이 없는 사람에 의한 개시를 방지하기 위해 적절한 조치를 취해야 한다. 그리고<br>(f) 계약자는 모든 불발공 발생 및 수정 조치를 엔지니어에게 즉시 알려야 한다. | |



〈표 Ⅱ-5〉 미국 발파표준안전지침과의 비교표

| 미국<br>(산업안전보건청 29-CFR) | 비교 검토 내용 |
|---|---|
| 산업안전보건청(OSHA)<br>OSHA 규정(표준 - 29 CFR)<br>제목:발파 및 화약류 사용<br><br>1926.900(a)<br>고용주는 자격을 갖춘 사람만 화약류를 취급하고 사용하도록 허용해야 한다.<br><br>1926.900(b)<br>흡연, 화기, 성냥, 화염 램프 및 기타 화재, 화염 또는 열 발생 장치 및 스파크는 화약류 취급소 내부 또는 근처에서 또는 화약류를 취급, 운송 또는 사용하는 동안 금지된다.<br><br>1926.900(c)<br>누구든지 술, 마약 또는 기타 위험한 약물에 취한 상태에서 화약류를 취급하거나 사용해서는 아니 된다.<br><br>1926.900(d)<br>모든 화약류는 항상 설명되어야 한다. 사용하지 않는 화약류는 취급 권한이 없는 사람이 사용할 수 없도록 잠긴 취급소에 보관해야 한다. 고용주는 모든 화약류의 재고 및 사용 기록을 유지해야 한다. 분실, 도난 또는 화약류취급소에 대한 무단 침입에 대해 적절한 당국에 통보해야 한다.<br><br>1926.900(e)<br>화약류나 발파제는 버려서는 아니 된다.<br><br>1926.900(f)<br>화재가 화약류와 접촉할 위험이 있는 곳에서는 화재를 진압해서는 아니 된다. 모든 직원은 보호되는 안전한 구역과 화재 구역으로 이동해야 한다.<br><br>1926.900(g)<br>뇌관 및 기타 화약류를 저장 취급소에서 발파 구역으로 운반하는 데 원래 컨테이너 또는 클래스 II 취급소를 사용해야 한다.<br><br>1926.900(h)<br>발파가 혼잡한 지역이나 구조물, 철도, 고 | ▪ 국내 규정에 비해 잘 명시되어 있는 조항으로 필요 시 국내 규정의 개정을 검토할 필요가 있으나, 총포화약법에서 규정하는 것이 적합한지에 대해서는 논의가 필요할 것으로 보임.<br><br>▪ 발파장소 인근 및 화약류 취급장소 주변에서는 화재가 발생하는 경우 추가 폭발 등을 감안하여 진화작업을 하기보다는 즉시 대피할 수 있도록 국내 규정에 반영하여야 할 것으로 판단됨. |

| | |
|---|---|
| 속도로 또는 손상될 수 있는 기타 시설 근처에서 수행될 때 책임자는 매트 또는 기타 방법으로 각 폭발의 적재, 지연, 개시 및 감금에 특별한 주의를 기울여야 한다.<br><br>1926.900(i)<br>화약류를 준비하거나 발파 작업을 수행할 권한이 있는 직원은 직원의 안전을 보장하기 위해 시각 및 청각 경고 신호, 깃발 또는 바리케이드를 포함하여 모든 합당한 예방 조치를 취해야 한다.<br><br>1926.900(j)<br>가능한 한 지상에서의 발파 작업은 일출과 일몰 사이에 수행되어야 한다.<br><br>1926.900(k)<br>레이더, 무선 송신기, 번개, 인접 전력선, 먼지 폭풍 또는 기타 외부 전기 소스에 의해 유도된 전류로 인해 전기 발파 뇌관이 우발적으로 방전되지 않도록 적절한 예방 조치를 취해야 한다. 이러한 예방 조치에는 다음의 사항이 포함되어야 한다.<br>1926.900(k)(1)<br>뇌관은 발파 회로에 배선될 때까지 단락되어야 한다.<br>1926.900(k)(2)<br>뇌우가 접근하고 진행하는 동안 모든 발파 작업을 중단하고 발파 지역에서 사람을 대피시켜야 한다.<br>1926.900(k)(3)<br>1926.900(k)(3)(i)<br>발파 작업 1,000피트(300m) 이내의 모든 도로에 이동식 무선 송신기 사용에 대한 경고를 나타내는 적절한 표지판의 눈에 띄는 표시. 1,000 피트 거리를 준수하여 운영상의 장애가 생기면 전문가와 상의하여 특정 상황을 평가해야 하며 전기뇌관의 조기 발화를 방지하기 위해 적절하게 설계된 대체 조항을 만들 수 있다. 그러한 대안에 대한 설명은 서면으로 해야 하며 협의된 권한자가 이러한 목적을 충족시키는 것임을 증명해야 한다. 설명서는 공사기간 중 공사현장에서 비치하고, 노동부장관의 대표자가 열람할 수 있도록 하여야 한다.<br>1926.900(k)(3)(ii)<br>이 섹션의 단락 (k)(3)의 요구 사항을 충족하는 표지 견본은 다음과 같다.<br>발파 구역 1000피트 - 약 48" x 48" | ▪ 국내 규정에 추가하는 것을 검토할 필요 있음<br><br>▪ 송전탑, 레이다 무선 송수신 시설 등 누설 전류의 위험이 있는 장소에서는 전기뇌관의 사용을 지양하고 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용하도록 국내규정의 개정을 검토하여야 함. |



| | |
|---|---|
| -- 양방향 라디오 끄기 - 약 42" x 36"<br>1926.900(k)(4)<br>이동식 무선 송신기가 100피트 미만 거리에 있는 경우에 전기뇌관은 원래 용기 이외의 용기에 넣어 전원을 차단하고 효과적으로 잠겼는지 확인해야 한다.<br>1926.900(k)(5)<br>1971년 3월 IME 간행물 번호 20, 무선 주파수 에너지 - 전기 발파 뇌관 사용 시 잠재적 위험에 규정된 무선 송신기 부근에서의 발파와 관련하여 The Institute of the Makers of Explosives의 권장 사항을 준수한다.<br><br>1926.900(l)<br>고폭약을 담았던 빈 상자와 종이 및 섬유 포장재는 어떠한 용도로도 다시 사용해서는 아니 되며 승인된 장소에서 소각하여 폐기해야 한다.<br><br>1926.900(m)<br>명백하게 열화되거나 손상된 화약류, 발파제 및 발파 용품을 사용해서는 아니 된다.<br><br>1926.900(n)<br>화약류의 양도와 양수는 권한이 있는 사람에 의해서 승인된 화약고 임시 저장 또는 취급 구역에서만 이루어져야 한다.<br><br>1926.900(o)<br>가공 송전선, 통신선, 공익 설비 또는 기타 서비스 및 구조물 부근에서의 발파 작업은 운영자 및/또는 소유자에게 통지하고 안전 통제 조치를 취할 때까지 수행해서는 아니 된다.<br><br>1926.900(p)<br>흑색 화약의 사용을 금지한다.<br><br>1926.900(q)<br>모든 장전 및 발파는 이 분야에서 충분히 경험이 있고 자격이 있는 사람이 지시하고 감독해야 한다.<br><br>1926.900(r)<br>모든 발파는 1926.906(a) 및 (r)의 경우를 제외하고 전기발파기 또는 적절하게 설계된 전원을 사용하여 전기적으로 발파되어야 한다. | ▪ 화약류의 관리와 관련된 조항들로 국내 조항과 비교검토하여 미비한 부분에 대한 개정이 필요한 것을 판단됨. |

| | |
|---|---|
| 1926.900(s)<br>발파제 혼합에 사용되는 건물은 이 섹션의 요구 사항을 준수해야 한다.<br>1926.900(s)(1)<br>건물은 불연성 구조이거나 목재 스터드 위에 판금으로 되어 있어야 한다.<br>1926.900(s)(2)<br>혼합 플랜트의 바닥은 콘크리트 또는 기타 비흡수성 재료여야 한다.<br>1926.900(s)(3)<br>모든 연료유 저장 시설은 혼합 플랜트에서 분리되어야 하며 탱크가 파열될 경우 오일이 혼합 플랜트 건물에서 배출되는 방식으로 배치되어야 한다.<br>1926.900(s)(4)<br>건물은 통풍이 잘 되어야 한다.<br>1926.900(s)(5)<br>연소 과정에 의존하지 않는 난방 장치는 적절하게 설계되고 배치된 경우 건물에서 사용할 수 있다. 모든 직접적인 열원은 혼합 건물 외부에 위치한 장치에서만 제공되어야 한다.<br>1926.900(s)(6)<br>발전에 사용되는 모든 내연 기관은 혼합 플랜트 건물 외부에 위치하거나 적절하게 환기되고 방화벽으로 격리되어야 한다. 이러한 모든 엔진의 배기 시스템은 스파크 방출이 플랜트 내부 또는 인접 물질에 위험을 주지 않도록 위치해야 한다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.900(t)<br>함수폭약의 혼합에 사용되는 건물은 이 하위 항목의 요구 사항을 준수해야 한다.<br>1926.900(t)(1)<br>건물은 불연성 구조이거나 목재 스터드 위에 판금으로 되어 있어야 한다.<br>1926.900(t)(2)<br>혼합 플랜트의 바닥은 콘크리트 또는 기타 비흡수성 재료여야 한다.<br>1926.900(t)(3)<br>연료유가 사용되는 경우 모든 연료유 저장 시설은 혼합 플랜트에서 분리되어야 하며 탱크가 파열될 경우 오일이 혼합 플랜트 건물에서 배출되는 방식으로 배치되어야 한다.<br>1926.900(t)(4)<br>건물은 통풍이 잘 되어야 한다.<br>1926.900(t)(5) | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 연소 과정에 의존하지 않는 난방 장치는 적절하게 설계되고 배치된 경우 건물에서 사용할 수 있다. 모든 직접적인 열원은 혼합 건물 외부에 위치한 장치에서만 제공되어야 한다.<br>1926.900(t)(6)<br>발전에 사용되는 모든 내연 기관은 혼합 플랜트 건물 외부에 위치하거나 적절하게 환기되고 방화벽으로 격리되어야 한다. 이러한 모든 엔진의 배기 시스템은 스파크 방출이 플랜트 내부 또는 인접 물질에 위험을 주지 않도록 위치해야 한다. | |
| **제목: 발파 책임자 자격** | |
| 1926.901(a)<br>발파 책임자는 서면 및 구두 명령을 이해하고 내릴 수 있어야 한다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.901(b)<br>발파 책임자는 신체 상태가 양호해야 하며 마약, 중독성 물질 또는 이와 유사한 유형의 약물에 중독되지 않아야 한다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.901(c)<br>발파 책임자는 화약류의 운송, 보관, 취급 및 사용 분야에서 훈련, 지식 또는 경험을 이유로 자격을 갖추어야 하며 화약류와 관련된 주 및 지역 법률 및 규정에 대한 실무 지식이 있어야 한다. | |
| 1926.901(d)<br>발파공은 화약류를 취급하고 필요한 발파 유형을 안전한 방식으로 수행할 수 있는 능력에 대한 충분한 증거를 제공해야 한다. | |
| 1926.901(e)<br>발파 책임자는 사용되는 각 유형의 블라스팅 방법을 잘 알고 능숙하게 사용해야 한다. | |
| **제목: 화약류의 운송** | |
| 1926.902(a)<br>화약류의 운송은 46 CFR 파트 146-149, 물 운반선에 포함된 교통부 규정의 조항을 충족해야 한다. 49 CFR 파트 171-179, 고속도로 및 철도; 49 CFR 파트 195, 파이프라인; 및 49 CFR 부품 390-397, 모터 캐리어. | |

1926.902(b)
화약류를 운반하는 자동차 또는 운송 수단은 신체적으로 적합한 면허가 있는 운전자만 운전하고 담당해야 한다. 운전자는 화약류 운송에 관한 지역, 주 및 연방 규정을 잘 알고 있어야 한다.
1926.902(c)
누구든지 담배를 피우거나 성냥 또는 기타 화염 발생 장치를 휴대할 수 없으며 화약류를 운반하는 자동차 또는 운송 수단 내부 또는 근처에서 화기 또는 장전된 탄약통을 휴대할 수 없다.

1926.902(d)
화약류, 발파제 및 발파 용품은 다른 자재나 화물과 함께 운송해서는 아니 된다. 블라스팅 뇌관(전기 포함)은 다른 화약류와 함께 동일한 차량으로 운송해서는 아니 된다.

1926.902(e)
화약류 운송에 사용되는 차량은 하중을 쉽게 운반할 수 있을 만큼 튼튼해야 하며 기계적 상태가 양호해야 한다.

1926.902(f)
화약류가 개방된 차량으로 운송되는 경우 클래스 II 취급소 또는 원래 제조업체의 컨테이너가 화물을 담을 고정대에 단단히 장착되어야 한다.

1926.902(g)
화약류 운송에 사용되는 모든 차량은 바닥이 단단해야 하며 차체 내부의 노출된 불꽃 발생 금속은 나무 또는 기타 비점화 물질로 덮어 화약류 용기와 접촉하지 않도록 해야 한다.

1926.902(h)
화약류를 운반하는 데 사용되는 모든 자동차 또는 운송 수단은 흰색 배경에 높이 4인치 이상의 빨간색 글자로 "Explosives"라는 단어를 양쪽, 전면 및 후면에 표시하거나 게시해야 한다. 이러한 표시 또는 플래카드에 추가하여 자동차 또는 운송 수단은 모든 방향에서 쉽게 볼 수 있는 방식으로 18인치 x 30인치 크기의 "화약류"라는 단어가 페인트, 스탬프 또는 찍힌 빨간색 깃발을 표시할 수 있다. 그 위에 최소 6인치 높이의 흰색 글자로 꿰매어 놓는다.

1926.902(i)
화약류 운송에 사용되는 각 차량에는 완전히 충전된 소화기가 양호한 상태로 장착되어 있어야 한다. Underwriters Laboratory에서 승인한 10-ABC 등급 이상의 소화기는 최소 요구 사항을 충족한다. 운전자는 자신의 차량에서 소화기 사용에 대한 교육을 받아야 한다.

1926.902(j)
화약류, 발파제 또는 발파 용품을 운반하는 자동차 또는 운송 수단은 수리 또는 정비를 위해 차고나 작업장 안으로 가져갈 수 없다.

1926.902(k)
화약류를 운반하는 차량을 방치해서는 아니 된다.

제목: 화약류의 지하 운송.

1926.903(a)
지하 이동 중인 모든 화약류 또는 발파제는 지체 없이 사용 또는 보관 장소로 이동해야 한다.

1926.903(b)
지하 적재 구역으로 가져가는 화약류 또는 발파제의 양은 폭발에 필요한 것으로 추정되는 양을 초과해서는 아니 된다.

1926.903(c)
운송 중인 화약류를 방치해서는 아니 된다.

1926.903(d)
호이스트 작업자는 화약류 또는 발파제가 샤프트 컨베이어로 운송되기 전에 알려야 한다.

1926.903(e)
지하 화약류 운송에 사용되는 트럭은 매주 전기 시스템을 점검하여 전기 위험을 구성할 수 있는 고장을 감지해야 한다. 검사일자가 기재된 인증기록부 다. 검사를 수행한 사람의 서명; 그리고 검사된 트럭의 일련번호 또는 기타 식별자를 준비하고 가장 최근의 인증 기록을 파일로 유지해야 한다.

- 국내 규정에서는 화약류의 지하 운송과 관련된 조항들이 전무하여 미국의 규정을 참고하여 국내 규정 개정이 필요한 부분으로 판단됨.

1926.903(f)
트럭의 전기 시스템에 의해 구동되는 트럭 화물칸에 보조등을 설치하는 것은 금지된다.

1926.903(g)
화약류 및 발파제는 화약차에 들어 올리거나 내리거나 운반해야 한다. 다른 재료, 공급품 또는 장비는 동시에 동일한 운송 수단으로 운송되어서는 아니 된다.

1926.903(h)
작업자, 조력자를 제외한 누구도 화약류 및 발파제를 운반하는 운송 수단에 탑승해서는 아니 된다.

1926.903(i)
어떤 사람도 화약류와 발파제를 운반하는 샤프트 운송 수단에 탑승해서는 아니 된다.

1926.903(j)
화약류나 발파제는 기관차로 운반할 수 없다. 기관차와 화약차는 최소한 두 대의 화차 길이로 분리되어야 한다.

1926.903(k)
화약류나 발파제는 인력 견인으로 운반해서는 아니 된다.

1926.903(l)
화약류나 발파제가 들어 있는 차량이나 운송 수단은 가능한 한 밀지 말고 당겨야 한다.

1926.903(m)
화약류 또는 발파제를 운반할 목적으로 특별히 제작된 화약차 또는 운송 수단은 높이가 4인치 이상인 문자로 "화약류"라는 단어가 있는 반사 표지를 각 측면에 부착해야 한다.(극명하게 대비되는 색상으로)

1926.903(n)
뇌관과 화약류를 같은 차량이나 운송 수단으로 운송하기 위한 구획은 물리적으로 24인치의 거리 또는 최소 6인치 두께의 단단한 칸막이로 분리되어야 한다.

1926.903(o)
뇌관 및 기타 화약류는 어떠한 경우에도 동시에 운송해서는 아니 된다.

1926.903(p)
화약류, 발파제 또는 발파 용품은 다른 물질과 함께 운송해서는 아니 된다.

1926.903(q)
원래 용기에 들어 있지 않은 화약류 또는 발파제는 수동으로 운반할 때 적절한 용기에 넣어야 한다.

1926.903(r)
뇌관 및 기타 화약류는 수동으로 운송할 때 별도의 용기에 담아야 한다.

**제목: 화약류 및 발파제 보관.**

1926.904(a)
화약류 및 관련 물질은 27 CFR 파트 55, 화약류 상업에 포함된 주류, 담배 및 총기 규제국의 해당 조항에 따라 요구되는 승인된 시설에 보관해야 한다.

1926.904(b)
블라스팅 뇌관, 전기 블라스팅 뇌관, 뇌관 기폭제 및 프라이밍 카트리지는 다른 화약류 또는 블라스팅 제재와 함께 같은 취급소에 보관해서는 아니 된다.

1926.904(c)
화약류 및 뇌관 보관 취급소의 50피트 내에서는 흡연 및 화염이 허용되지 않는다.

1926.904(d)
적어도 두 가지 탈출 방법이 제공되는 지점까지 작업이 개발될 때까지 화약류 또는 발파제는 지하 작업에 영구적으로 저장되어서는 아니 된다.

1926.904(e)
영구 지하 저장 취급소는 모든 샤프트, 통동(通洞)adit) 또는 활성 지하 작업 영역에서 최소 300피트 떨어져 있어야 한다.

1926.904(f)
뇌관이 포함된 영구 지하 취급소는 다른 화약류나 발파 물질이 포함된 취급소에서 50피트 이내에 위치해서는 아니 된다.

**제목: 화약류 또는 발파제 적재.**

- 국내 규정에서는 화약류 저장소에 대한 명확한 정의가 되어 있지 않고 관련 조항들이 없으므로 반영이 필요한 항목으로 판단됨.

| | |
|---|---|
| 1926.905(a)<br>안전하고 효율적인 적재를 허용하는 절차는 적재가 시작되기 전에 수립되어야 한다.<br><br>1926.905(b)<br>모든 장약공은 화약류 카트리지를 자유롭게 삽입할 수 있도록 충분한 크기이어야 한다.<br><br>1926.905(c)<br>전색은 금속 부분이 노출되지 않은 나무 막대 또는 플라스틱 전색 폴로만 수행해야 하지만 접합 폴에는 스파크 방지 금속 커넥터를 사용할 수 있다. 과도한 충격을 주는 전색물 다짐은 피해야 합니다. 전폭약포는 절대 밟지 않아야 한다.<br><br>1926.905(d)<br>다음 발파 라운드에서 발파할 구멍을 제외하고는 구멍을 장전해서는 아니 된다. 장전 후 남아 있는 모든 화약류와 뇌관은 즉시 승인된 취급소로 되돌려 보내야 한다.<br><br>1926.905(e)<br>천공은 기존의 발파 잔류공에서 잔류약 또는 불발공이 있는지 검사할 때까지 시작해서는 아니 되며, 발견되면 작업 진행 전에 다시 발파해야 한다.<br><br>1926.905(f)<br>어떤 사람도 화약류나 발파제가 들어 있는 장약공을 더 깊게 파는 것은 허용되지 아니한다.<br><br>1926.905(g)<br>폭발 현장에 화약류나 발파제를 방치해서는 아니 된다.<br><br>1926.905(h)<br>시추공에 화약류를 장전하는 데 사용되지 않는 기계 및 모든 도구는 화약류가 장약되기 전에 구멍이 있는 위치에서 즉시 제거해야 한다. 장전된 구멍의 50피트 내에서 장비를 작동해서는 아니 된다.<br><br>1926.905(i)<br>화약류가 있는 구멍을 장전하는 데 필요한 것 이외의 모든 성격의 활동은 발파지역에서 허용되지 아니한다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 1926.905(j)<br>사용 중인 장비의 전력선 및 휴대용 전기 케이블은 장약될 화약류 또는 발파제로부터 안전한 거리를 유지해야 한다. 폭발 영역 근처에 있는 케이블은 전원을 차단하고 발파 책임자에 의해 잠겨져야 한다.<br><br>1926.905(k)<br>장약을 하기 전에 설계된 천공심도와 조건을 확인하기 위해서 장약공을 점검해야 한다. 화약류를 장약했지만 화약류가 폭발하지 않는 경우 공에서 50피트 이내에서는 드릴 작업을 해서는 아니 된다. | |
| 1926.905(l)<br>1명 이상의 장약공이 긴 홀 라인을 장약할 때 장약공의 효율적인 운영과 관리 감독에 부합하는 거리로 장약공을 분리하여야 한다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.905(m)<br>가연성 가스 또는 가연성 먼지가 있는 지하에서 화약류를 장약하거나 지하에서 사용해서는 아니 된다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.905(n)<br>화약류제조협회에서 정한 연기 등급 1 이외의 화약류를 사용해서는 아니 된다. 그러나 적절한 환기가 제공되는 경우 연기 등급 2 및 연기 등급 3의 요구 사항을 준수하는 화약류를 사용할 수 있다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.905(o)<br>노천 작업에서 모든 발파공은 공구에서 장약된 부분까지 전색작업 되어야 한다.<br><br>1926.905(p)<br>발파 지역을 나타내는 경고 표지판은 발파 지역에 접근하는 모든 장소에 설치되어야 합니다. 경고 표지 문자는 대비되는 배경에서 높이가 4인치 이상이어야 합니다. | |
| 1926.905(q)<br>장약된 공에 인접하거나 근처에서 확저발파를 하면 아니 된다. 손전등 배터리가 확저발파 공을 위해 사용되면 아니 된다. | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |
| 1926.905(r)<br>확저된 적이 있거나 챔버가 있고 물이 채워지지 않은 공은 화약류를 장전하기 전에 | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 식혀야 한다.<br><br>1926.905(s)<br>장약된 구멍을 방치하거나 보호하지 않은 상태로 두어서는 아니 된다.<br><br>1926.905(t)<br>발파 책임자는 발파에 사용되는 화약류, 발파제 및 발파 공급품에 대한 정확한 최신 기록을 유지해야 하며 작업에 저장된 모든 화약류 및 발파제의 정확한 재고 목록을 유지해야 한다.<br><br>1926.905(u)<br>전기뇌관 위에 공기압식으로 초유폭약을 장전할 때 반도전성 호스를 사용해야 하며 장비를 접착하고 접지해야 한다.<br><br>**제목: 폭약의 시작 – 전기 발파.**<br><br>1926.906(a)<br>전기뇌관은 외부 전기 공급원으로 인해 전기뇌관의 사용이 위험한 경우에는 사용하지 않아야 한다. 전기뇌관 각선은 발파를 위해 회로에 연결될 때까지 단락(분로) 상태를 유지해야 한다.<br><br>1926.906(b)<br>전기 발파 시스템을 채택하기 전에 발파 책임자는 외부 전류에 대한 철저한 조사를 수행해야 하며 모든 구멍을 장전하기 전에 모든 위험한 전류를 제거해야 한다.<br><br>1926.906(c)<br>전기뇌관을 사용하는 발파에서 모든 뇌관은 동일한 스타일 또는 기능 및 동일한 제조여야 한다.<br><br>1926.906(d)<br>전기발파는 전기발파뇌관 제조자 또는 승인된 계약자 또는 그가 지정한 대리인의 권고에 따라 발파회로 또는 전원회로를 사용하여 수행되어야 한다.<br><br>1926.906(e)<br>전기뇌관 회로를 발파할 때 제조업체의 권장 사항에 따라 적절한 양의 전달 전류를 사용할 수 있도록 주의를 기울여야 한다.<br><br>1926.906(f) | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 연결선과 리드선은 충분한 통전 용량을 가진 절연된 단선이어야 한다.<br><br>1926.906(g)<br>모선은 충분한 전류 전달 용량을 가진 단선 단일 전선이어야 한다.<br><br>1926.906(h)<br>전기적으로 점화할 때 모든 점화 라인의 절연은 적절하고 양호한 상태여야 한다.<br><br>1926.906(i)<br>전기뇌관의 발파에 사용되는 전원회로는 접지되어서는 아니 된다.<br><br>1926.906(j)<br>지하 작업에서 동력선으로 발파할 때 안전 스위치는 영구적인 발파모선에 일정간격을 두고 배치해야 한다. 이 스위치는 "꺼짐" 위치에서만 잠글 수 있도록 만들어져야 하며 회로에 대한 발파선을 단락시키는 장치가 제공되어야 한다.<br><br>1926.906(k)<br>지하 작업에서는 주 발파 스위치 이전의 발파시 스템에 최소 5피트의 "번개" 간극이 있어야 한다. 즉, 발파 스위치와 전원 사이에 있습니다. 이 간격은 발파하기 직전에 유연한 점퍼 코드로 연결해야 한다.<br><br>1926.906(l)<br>동력선으로 발파할 때 발파 스위치는 발파할 때를 제외하고 항상 열림 또는 "꺼짐" 위치에 잠겨 있어야 한다. 스위치가 "꺼짐" 위치에 있을 때 뇌관 회로의 점화 라인이 자동으로 단락되도록 설계되어야 한다. 이 스위치의 키는 발파 책임자에게만 맡겨야 한다.<br><br>1926.906(m)<br>발파기는 양호한 상태여야 하며 기계의 효율을 주기적으로 테스트하여 정격 용량으로 전력을 공급할 수 있는지 확인해야 한다.<br><br>1926.906(n)<br>발파기로 발파할 때 사용되는 전기뇌관 제조업체가 권장하는 대로 연결해야 한다.<br><br>1926.906(o) | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 발파기에 연결되는 전기발파뇌관의 개수는 정격용량을 초과하여서는 아니 된다. 또한 직렬 회로에서 사용 중인 전기 발파 뇌관 제조업체가 권장하는 제한보다 더 많은 뇌관을 포함해서는 아니 된다.<br><br>1926.906(p)<br>발파 책임자는 발파 기계를 담당하고 다른 사람이 기계에 리드선을 연결하게 해서는 아니 된다.<br><br>1926.906(q)<br>발파 책임자는 충전된 구멍에 대한 회로를 테스트할 때 블래스팅 검류계 또는 이 목적을 위해 특별히 설계된 기타 도구만 사용해야 한다.<br><br>1926.906(r)<br>보조모선이나 발파선이 폭발력에 의해 가동 전력선 위로 던져질 가능성이 있을 때마다 전선의 전체 길이가 전선에 닿기에는 너무 짧게 유지되거나 전선이 끊어지지 않도록 주의해야 하며, 지면에 단단히 고정되어 있어야 한다. 이러한 요구 사항 중 어느 것도 만족할 수 없는 경우 비전기 시스템을 사용해야 한다.<br><br>1926.906(s)<br>전기발파에서는 리드선을 연결하는 사람만 발파해야 한다. 모든 연결은 발파공에서 발파 전류원으로 이어지며 리드선은 단락된 상태로 유지되어야 하며 장약이 발파될 때까지 발파 기계 또는 기타 전류원에 연결되지 않아야 한다.<br><br>1926.906(t)<br>발파기에서 발파한 후에는 즉시 유도선을 발파기에서 분리하고 단락시켜야 한다.<br><br>제목: 안전 도화선 사용<br><br>1926.907(a)<br>안전 도화선은 외부 전기 공급원으로 인해 전기 폭발 뇌관을 사용하는 것이 위험한 경우에만 사용해야 한다. 어떤 식으로든 망치로 두드리거나 손상된 도화선의 사용은 금지된다.<br><br>1926.907(b)<br>도화선이 심하게 구부러지는 못이나 기타 | ▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목<br><br>▪ (안전 도화선 사용) 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |



| | |
|---|---|
| 돌출부에 도화선을 걸어두는 것은 금지된다.<br><br>1926.907(c)<br>안전 도화선을 덮기 전에 공급 릴의 끝에서 짧은 길이를 절단하여 각 블라스팅 뇌관의 끝을 새로 절단해야 한다.<br><br>1926.907(d)<br>폭발 뇌관을 안전 도화선에 부착할 때는 승인된 디자인의 뇌관 크림퍼만 사용해야 한다. 크림퍼는 양호한 수리 상태로 유지되어야 하며 사용이 용이해야 한다.<br><br>1926.907(e)<br>사용하지 않은 뇌관이나 뇌관이 짧은 도화선을 발파공에 넣어서는 아니 된다. 사용하지 않는 뇌관은 작업장에서 제거하여 폐기해야 한다.<br><br>1926.907(f)<br>화약고나 발화원 근처에 도화선을 덮거나 전폭약포를 만들어서는 아니 된다.<br><br>1926.907(g)<br>누구든지 어떤 종류의 뇌관이나 뇌관도 소지할 수 없다.<br><br>1926.907(h)<br>발파에 사용되는 안전 도화선의 최소 길이는 주법에 따라야 하지만 30인치 이상이어야 한다.<br><br>1926.907(i)<br>다중 뇌관 및 도화선 발파가 수동 조명 방법으로 수행되는 경우 최소 2명의 사람이 있어야 한다.<br><br>1926.907(j)<br>수동 조명 장치를 사용할 때 각 발파 책임자에 의해 12개 이하의 도화선에 불이 들어와야 한다. 다만, 2개 이상의 안전도화선이 점화코드 또는 이와 유사한 도화선 점등장치에 의하여 하나의 그룹으로 점등되는 경우에는 하나의 도화선으로 간주할 수 있다.<br><br>1926.907(k)<br>불이 켜진 도화선이 부착된 뇌관 또는 화약류를 떨어뜨리거나 누르는 소위 "드롭 도 | |

| | |
|---|---|
| 화선" 방법은 금지된다.<br><br>1926.907(l)<br>하나의 장약이 폭발에서 다른 샷을 제거하지 못하도록 장약이 충분히 분리되지 않는 한 복토법 소할발파 하는 데 뇌관과 도화선을 사용해서는 아니 된다.<br><br>1926.907(m)<br>안전 도화선으로 발파할 때 도화선의 길이와 연소 속도를 고려해야 한다. 발파 책임자가 안전한 장소에 도달할 수 있도록 안전 여유가 있는 충분한 시간이 항상 제공되어야 한다.<br><br>제목: 도폭선 사용.<br><br>1926.908(a)<br>시추공의 유형 및 물리적 조건과 사용된 화약류의 유형과 일치하는 도폭선을 선택하는 데 주의를 기울여야 한다.<br><br>1926.908(b)<br>도폭선은 다른 화약류와 동일한 주의와 주의를 기울여 취급하고 사용해야 한다.<br><br>1926.908(c)<br>발파공 또는 폭약에서 연장되는 도폭선 라인은 발파공의 나머지 부분을 장전하거나 추가 폭약을 배치하기 전에 공급 스풀에서 절단해야 한다.<br><br>1926.908(d)<br>도폭선은 적재 및 연결 도중 및 이후에 코드가 손상되거나 절단되지 않도록 주의하며 취급하여 사용해야 한다.<br><br>1926.908(e)<br>도폭선 연결은 승인되고 권장되는 방법에 따라 적절하고 확실해야 한다. 매듭형 또는 기타 코드 간 연결은 폭발 코어가 건조한 도폭선로만 이루어져야 한다.<br><br>1926.908(f)<br>모든 도폭선 간선 및 분기선에는 루프, 날카로운 꼬임 또는 다가오는 도폭선 쪽으로 코드를 되돌리는 각도가 없어야 한다.<br><br>1926.908(g)<br>폭발을 일으키기 전에 모든 폭발 코드 연 | ▪ (도폭선 사용) 국내 조항에서는 도폭선 발파에 대한 규정이 없으므로 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |



| | |
|---|---|
| 결을 검사해야 한다.<br><br>1926.908(h)<br>도폭선 밀리초 지연 커넥터 또는 단간격 지연 전기 발파 뇌관이 도폭선과 함께 사용되는 경우 그 실행은 제조업체의 권장사항을 엄격히 준수해야 한다.<br><br>1926.908(i)<br>뇌관 또는 전기뇌관을 도폭선에 연결할 때에는 폭발성 장약이 들어 있는 뇌관의 끝이 도폭선의 방향을 향하게 하여 도폭선의 측면이나 끝을 따라 테이프로 고정하거나 다른 방법으로 견고하게 부착하여야 폭발이 진행된다.<br><br>1926.908(j)<br>트렁크 라인을 발파하기 위한 뇌관은 다른 모든 것이 폭발 준비가 될 때까지 적재 구역으로 가져오거나 도폭선에 부착해서는 아니 된다.<br><br>제목: 점화작업<br><br>1926.909(a)<br>표 U-1과 동등한 발파 표지판을 작업 중 눈에 잘 띄는 한 곳 이상의 장소에 게시해야 하며 모든 직원은 코드를 숙지하고 준수해야 한다. 위험 표지판은 적절한 위치에 배치해야 한다.<br><br>1926.909(b)<br>폭발이 일어나기 전에, 모든 남은 화약류가 안전한 장소에 있고 모든 직원, 차량 및 장비가 안전한 거리에 있거나 충분한 엄폐물 아래에 있는지 확인하는 책임자가 큰 경고 신호를 보내야 한다.<br><br>1926.909(c)<br>신호수는 발파 작업 중 교통을 멈출 수 있도록 위험 구역을 통과하는 고속도로에 안전하게 배치해야 한다.<br><br>1926.909(d)<br>발파 시간을 정하는 것은 발파책임자의 의무이다.<br><br>1926.909(e)<br>지하 발파를 시작하기 전에 경고를 주고 발파 구역으로의 가능한 모든 진입과 드리 | ▪ (점화작업) 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

| | |
|---|---|
| 프트, 상승 또는 기타 구멍이 뚫리려는 작업 장소의 모든 입구를 조심스럽게 보호해야 한다. 발파 책임자는 점화하기 전에 모든 직원이 발파영역 밖에 있는지 확인해야 한다.<br><br>**제목: 발파 후 검사.**<br><br>1926.910(a)<br>발파 직후 발파선은 발파기에서 분리되거나 전원 스위치가 사용되는 경우 열린 상태로 잠겨 있거나 꺼짐 위치에 있어야 한다.<br><br>1926.910(b)<br>터널에서 연기와 연무가 발파된 지역을 떠날 수 있도록 충분한 시간이 허용되어야 한다(터널에서 15분 이상). 해당 지역에 대한 검사는 작업자들이 복귀하기 전에 그리고 터널에서 버력에 살수 후 모든 폭약이 발파되었는지 결정하기 위해 발파 책임자에 의해 수행되어야 한다.<br><br>**제목: 불발공.**<br><br>1926.911(a)<br>불발공이 발견되면 발파 책임자는 모든 직원을 위험 구역에서 제외하기 위한 적절한 안전 장치를 제공해야 한다.<br><br>1926.911(b)<br>불발공의 위험을 제거하는 데 필요한 작업을 제외하고 다른 작업을 수행해서는 아니 되며 작업에 필요한 직원만 위험 구역에 남아 있어야 한다.<br><br>1926.911(c)<br>장약되거나 잘못 발파된 구멍에서 화약류를 추출하려는 시도를 해서는 아니 된다. 새 프라이머를 넣고 구멍을 다시 블라스팅해야 한다. 잘못 발파된 구멍을 다시 발파하는 것이 위험할 경우 화약류를 물로 씻어내거나 물속에서 불발공이 발생한 경우 공기불어넣어 제거할 수 있다.<br><br>1926.911(d)<br>뇌관과 도화선을 사용하는 동안 불발공이 발생하면 모든 직원은 최소 1시간 동안 나머지 발파공에서 떨어져 있어야 한다. 불발공은 발파 책임자의 지시에 따라 처리해야 | ▪ (발파후 검사) 불발된 장약공 관리 등과 연관하여서 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |



| | |
|---|---|
| 한다. 모든 전선을 주의 깊게 추적하고 점화하지 않은 뇌관을 찾아야 한다.<br><br>1926.911(e)<br>불발공이 모두 발파되거나 권한을 위임받은 대리인이 작업 진행을 승인할 때까지 천공, 굴착 또는 깨기가 허용되지 아니 한다.<br><br>**제목: 수중 발파.**<br><br>1926.912(a)<br>발파 책임자는 모든 발파 작업을 수행해야 하며 그의 승인 없이 발파해서는 아니 된다.<br><br>1926.912(b)<br>금속과 물의 전지 작용으로 인한 과도 전류가 발생할 수 있기 때문에 이종 금속으로 된 로딩 튜브 및 케이싱을 사용해서는 아니 된다.<br><br>1926.912(c)<br>모든 해상 발파에는 내수성 뇌관과 도폭선만 사용해야 한다. 로드는 튜브가 필요한 경우 스파크 방지 금속 로드 튜브를 통해 수행되어야 한다.<br><br>1926.912(d)<br>항행 중인 선박이 발파 지역에서 1,500피트 이내에 있는 동안에는 발파할 수 없다. 1,500피트 이내에 계류 또는 고정된 선박 또는 선박에 탑승한 사람들은 폭발이 일어나기 전에 통보를 받아야 한다.<br><br>1926.912(e)<br>발파 지역 근처에서 수영 또는 잠수 작업이 진행 중인 동안에는 발파를 해서는 아니 된다. 이러한 작업이 진행 중인 경우 사람이 수중에 있는 동안 폭발이 발생하지 않도록 신호 및 배치에 합의해야 한다.<br><br>1926.912(f)<br>발파 깃발을 표시해야 한다.<br><br>1926.912(g)<br>수중 발파 작업에 사용되는 선박에서의 화약류 보관 및 취급은 화약류 취급 및 보관에 대한 본 문서의 규정에 따라야 한다. | ▪ (수중발파) 국내 조항에서는 수중발파에 대한 규정이 없으므로 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목 |

1926.912(h)
하나 이상의 장약이 물 속에 있을 때, 부유 장치는 발파에 의해 해제되는 방식으로 각 장약의 요소에 부착되어야 한다. 불발공은 § 1926.911의 요구 사항에 따라 처리되어야 한다.

**제목: 압축 공기 하에서 굴착 작업 중 발파.**

1926.913(a)
뇌관 및 화약류는 터널, 샤프트 또는 케이슨에 보관하거나 보관해서는 아니 된다. 각 라운드의 뇌관과 화약류는 취급소에서 발파 구역으로 직접 가져와 즉시 장전해야 한다. 탄약을 장전하고 남은 뇌관과 화약류는 연결 와이어를 연결하기 전에 작업실에서 제거해야 한다.

1926.913(b)
뇌관 또는 화약류를 에어 록에 반입하는 경우 화약 제조자, 발파 책임자, 록 텐더 및 운반에 필요한 직원을 제외한 모든 직원은 에어 록에 들어갈 수 없다. 다른 재료, 공급품 또는 장비는 화약류로 완전히 잠겨서는 아니 된다.

1926.913(c)
뇌관과 화약류는 별도로 압력 작업실로 옮겨야 한다.

1926.913(d)
발파 책임자 또는 장약공은 화약류 및 뇌관의 수령, 하역, 보관 및 현장 운송을 담당한다.

1926.913(e)
모든 금속 파이프, 레일, 에어 록 및 강철 터널 라이닝은 함께 전기적으로 결합되고 포털 또는 샤프트에서 또는 근처에서 접지되어야 하며 이러한 파이프 및 레일은 전체 길이에 걸쳐 1,000피트 이상의 간격으로 함께 교차 결합되어야 한다. 터널의 또한 각 저공기 공급관은 전달단에서 접지되어야 한다.

926.913(f)
젖은 구멍에서 사용하기에 적합한 화약류는 내수성이 있어야 하며 Fume Class 1이어야 한다.

- (압축 공기 하에서 굴착작업 중 발파) 국내 조항 검토 후 필요시 반영이 필요한 항목

1926.913(g)
암면의 터널 굴착이 혼합면에 접근하는 경우와 터널 굴착이 혼합면에 접근하는 경우 각 구멍에 가벼운 장약과 가벼운 하중으로 발파한다. 선행 굴착은 굴착이 진행됨에 따라 암면의 일반적인 특성과 범위 및 연약 지반까지의 남은 거리를 결정하기 위해 암면이 혼합면에 접근함에 따라 터널 굴착을 수행해야 한다.

**제목: 이 서브파트에 적용되는 정의.**

1926.914(a)
미국 거리표(수량 거리표라고도 함)는 1964년 6월 5일 화약류 제조업체 협회에서 개정 및 승인한 화약류 보관을 위한 미국 거리표를 의미합니다.

1926.914(b)
승인된 저장 시설 - 이 파트의 요구 사항을 준수하고 주류, 담배 및 화기국의 권한에 따라 발급된 면허 또는 허가가 적용되는 폭발성 물질을 저장하는 시설입니다. (27 CFR 파트 55 참조)

1926.914(c)
발파 지역 - 화약류 장전 및 발파 작업이 수행되는 지역.

1926.914(d)
발파 책임자 - 1926.901에 포함된 자격을 충족하고 발파 목적으로 화약류를 사용하도록 승인된 사람 또는 사람들.

1926.914(e)
발파제 - 발파제는 발파에 사용되는 연료와 산화제로 구성된 물질 또는 혼합물이지만 화약류로 분류되지 않으며 제공된(혼합) 제품이 8회 뇌관으로 구속상태에서 기폭되지 않음. 현재 사용 중인 일반적인 발파제는 질산암모늄(NH4 NO3)과 연료유 또는 석탄과 같은 탄소질 가연성 물질의 혼합물이며 화약류 회사에서 조달, 사전 혼합 및 포장되거나 현장에서 혼합될 수 있다.

1926.914(f)
뇌관(Blasting cap) - 한쪽 끝이 막힌 금속 튜브로, 하나 이상의 기폭 화합물이 포함되어 있으며 열린 끝 부분에 삽입 및 압착된 안전 도화선의 스파크나 불꽃에서 폭

발할 수 있도록 설계되어 있다.

1926.914(g)
블록 홀링(Block holing) - 드릴 구멍에 장전된 화약류를 발파하여 소할하는 것.

1926.914(h)
운송 - 트럭, 트레일러, 철도 차량, 바지선 및 선박을 포함하되 이에 국한되지 않는 화약류 또는 발파제를 운송하는 모든 장치.

1926.914(i)
도폭선 - 폭발 시 접촉하고 있는 다른 뇌관에 민감한 화약류를 폭발시킬 수 있는 충분한 강도를 갖는 고성능 화약류의 중앙 코어를 포함하는 유연한 코드이다.

1926.914(j)
뇌관 - 발파 뇌관, 전기 발파 뇌관, 지연 전기 발파 뇌관 및 비전기 지연 발파 뇌관.

1926.914(k)
전기뇌관 - 전류를 통해 폭발할 수 있도록 설계된 발파 뇌관.

1926.914(l)
전기 발파 회로 -
1926.914(l)(1)
버스 전선. 전기발파뇌관의 레그와이어를 연결하여 병렬 또는 직렬로 병렬회로에 사용하는 소모성 와이어.
1926.914(l)(2)
연결 와이어. 전기발파뇌관과 인입선 사이 또는 모선과 인입선 사이에 사용되는 절연 소모성 전선.
1926.914(l)(3)
도선. 전원과 전기 블라스팅 뇌관 회로 사이에 사용되는 절연 전선.
1926.914(l)(4)
영구 발파 와이어. 전원과 전기 블라스팅 뇌관 회로 사이에 사용되는 영구적으로 장착된 절연 전선.

1926.914(m)
지발전기뇌관 - 점화 시스템에 에너지가 적용된 후 미리 정해진 시간에 폭발하도록 설계된 뇌관.

1926.914(n)



화약류 -
1926.914(n)(1)
주 목적 또는 공통 목적이 폭발에 의해 기능하는 모든 화합물, 혼합물 또는 장치 즉, 그러한 화합물, 혼합물 또는 장치가 미국 교통부에 의해 달리 구체적으로 분류되지 않는 한 실질적으로 가스와 열을 즉시 방출한다.
1926.914(n)(2)
미국 교통부에서 A급, B급, C급 화약류로 분류하는 모든 물질.
1926.914(n)(3)
미국 교통부의 화약류 분류는 다음과 같다.
A급 화약류. 다이너마이트, 니트로글리세린, 피크르산, 아지드화납, 수은 화약류, 흑색 화약, 발파 모자 및 폭발 뇌관과 같은 폭발 위험이 있는 물건.
B급 화약류. 일부 무연 추진제를 포함하여 추진제 화약류와 같은 가연성 위험 요소가 있는 경우.
C급 화약류. A급이나 B급 화약류 또는 둘 다를 구성 요소로 포함하지만 제한된 수량이 포함된 특정 유형의 제조 품목을 포함한다.

1926.914(o)
도화선 라이터 - 안전 도화선을 점화하기 위한 특수 장치이다.

1926.914(p)
화약고 - 화약류 저장에 사용되는 화약류 제조 건물 이외의 모든 건물 또는 구조물.

1926.914(q)
Misfire — 폭발에 실패한 화약류(불발공)

1926.914(r)
복토법 소할발파 - 드릴 구멍에 화약류를 가두지 않고 바위 또는 기타 물체에 다량의 화약류를 배치하여 바위를 발파하는 것이다.

1926.914(s)
비전기 지연 발파 뇌관(Nonelectric delay blasting cap) - 소형 도폭선의 기폭 임펄스 또는 신호에 의해 기폭될 수 있는 일체형 지연 요소가 있는 발파 뇌관.

1926.914(t)

| | |
|---|---|
| 1차 발파 - 원래 암석이 자연 위치에서 벗어나는 발파 작업.<br><br>1926.914(u)<br>뇌관 - 뇌관 또는 도폭선이 삽입되거나 부착되는 화약류의 카트리지 또는 용기.<br><br>1926.914(v)<br>안전 도화선 - 폭발 뇌관을 발파할 목적으로 불이 지속적이고 균일한 속도로 전달되는 내부 연소 매체를 포함하는 유연한 코드이다.<br><br>1926.914(w)<br>2차 발파 - 화약류를 사용하여 크기가 큰 재료를 복토법 소할발파 및 확저발파을 포함하여 발파암의 크기를 취급에 필요한 치수로 줄이는 것이다.<br><br>1926.914(x)<br>스테밍(Stemming) - 드릴 구멍에 화약류를 가두거나 분리하거나 머드 뇌관핑으로 화약류를 덮는 데 사용되는 적절한 불활성 불연성 재료 또는 장치이다.<br><br>1926.914(y)<br>스프링잉(Springing) - 더 많은 양의 화약류를 삽입할 수 있도록 적당한 양의 화약류를 사용하여 드릴 구멍 바닥에 주머니를 만드는 것이다.(확저발파)<br><br>1926.914(z)<br>워터 젤 또는 슬러리 화약류 - 발파에 사용되는 다양한 재료. 이러한 것들은 모두 상당한 비율의 물과 높은 비율의 질산암모늄을 함유하고 있으며, 그 중 일부는 물에 용해되어 있다. 두 종류의 워터 젤은 다음과 같다.<br><br>1926.914(z)(1)<br>TNT, 무연화약 등 화약류로 분류되는 물질에 의해 감작되는 것,<br>1926.914(z)(2)<br>화약류로 분류되는 성분을 포함하지 않는 것; 이러한 것들은 알루미늄과 같은 금속이나 다른 연료로 민감하다. 워터 젤은 화약류 공장에서 사전 혼합되거나 시추공으로 전달되기 직전에 현장에서 혼합될 수 있다. | |



| | |
|---|---|
| 1926.914(aa)<br>반도체 호스. 반도전성 호스 - 표유 전류의 흐름을 안전한 수준으로 제한할 만큼 충분히 높은 전기 저항을 갖지만 정전기 전하가 지면으로 배수되는 것을 방지할 만큼 높지 않은 호스. 전체 길이에 걸쳐 저항이 2메가오옴 이하이고 피트당 저항이 5,000옴 이상인 호스가 요구 사항을 충족한다. | |

이상의 미국/일본의 관련 규정과 국내 규정을 비교·분석하여 얻은 주요 내용은 아래와 같다.

● 화약류에 속하지 않는 발파제에 대한 규칙 부재

국내 규칙과 일본, 미국의 규칙은 화약류 사용에 대한 부분에서 대부분 유사한 내용이다. 가장 큰 차이점은 화약류가 속하지 않지만 급격한 연소반응, 화학반응 등에 동반하여 팽창압으로 암반을 파괴하는데 사용되는 물질(일본의 콘크리트파쇄기, 미국의 발파제)에 대한 작업규칙이 국내에는 없다. 국내에도 플라즈마, 증기압파암제, 미진동파쇄제 등 급격한 반응을 이용하여 암석을 파괴하는 제품이 화약류로 분류되지 않고 도심지 굴착현장에서 유통되고 사용되고 있지만 이에 대한 안전규칙이 전혀 마련되지 않고 있다. 화학반응 현상을 이용하여 취성체인 암반을 파괴하게 되면 밀폐된 상태의 천공 내부의 압력이 암반을 파괴하는데 필요한 상태까지 급격하게 상승하게 되고 이후에 암반을 파괴하면서 압력이 분출되며 소음, 비산, 진동, 후가스 등 화약류를 이용한 발파과정에서 발생하는 위해요인이 동일하게 발생한다. 진동은 화약류와 비교하여 작을 수 있으나 공발(Blown out)현상이나 비산, 소음의 위험은 화약류를 사용하는 경우보다 안전하다고 할 수 없고 금속산화물이 주로 포함된 제품의 경우에 후가스가 인체에 미치는 영향 또한 조사된 바 없다.

● 전기발파 시 레이다, 무선송신소, 고압선 주변에 대한 국내 규칙 부재

● 지하에서 운송에 대한 규칙 부재

● 수중발파, 도폭선발파에 대한 내용 부재

● 일본해외협력기구의 표준안전사양(JSSS) 용어에서 “엔지니어(Engineer)”는 우리나라의 책임감리의 업무를 수행하는 것으로 판단됨. “발파자(Shotfirer)”는 화약류관리보안책임자 + 화약취급원의 업무를 수행하는 것으로 판단됨. “화약류 기술자(Explosives Engineer)”는 화약류관리기술사 + 화약류관리기사의 업무를 수행하는 것으로 분석됨.

● 일본해외협력기구(JICA)의 표준안전규칙(JSSS)은 주로 영국과 미국의 규칙을 인용 또는 준용함. (영국 : Construction (Design and Management) Regulations, published by the UK Health and Safety Executive, 미국 : Occupational Safety and Health Administration (OSHA) Regulations (Standards - 29 CFR), UNITED STATES DEPARTMENT OF LABOR

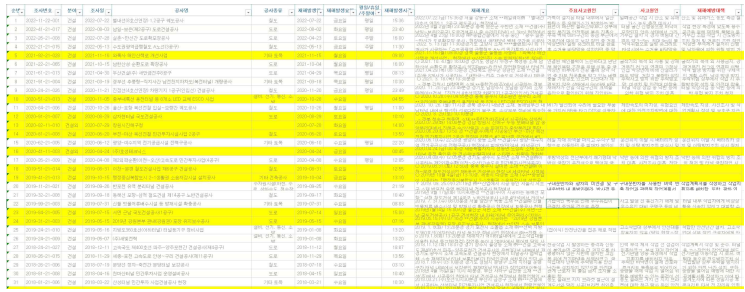


# Ⅲ. 국내 발파 및 터널작업관련 현황 조사

# Ⅲ. 국내 발파 및 터널작업관련 현황 조사

## 1. 국내 중대재해 및 사회적 이슈사고 분석

본 연구에서 안전보건규칙의 개정(안)을 마련하는데 있어, 가장 중점을 두는 사항 중 하나는 안전보건규칙이 현장에서 실효적으로 작동하여 안전사고를 저감하는데 기여하는 것이다. 따라서 본 연구에서는 국내에서 발생한 발파 및 터널 현장에서의 중대재해사고(중대재해보고서)를 수집하여 분석하였다. 수집된 중대재해보고서는 발파분야 18건, 터널분야 51건, TBM터널 2건으로 총 71건이며, 각각의 중대재해 사고의 발생유형과 사고원인, 예방대책 등을 정리하여 문서화 하였다. 또한 정리된 내용을 취합하여 동일한 유형별로 정리하고 발파 및 터널 작업 중 발생한 사고의 발생원인, 사고유형, 분석된 예방대책 등의 통계치를 분석하고 이를 안전보건규칙 개정(안)에 반영하였다. 〈그림 Ⅲ-1〉은 국내에서 발생한 중대재해 발생현황을 정리한 예시를 나타내며, 〈그림 Ⅲ-2〉는 중대재해보고서를 요약한 문서의 예시이다.



| 순번 | 조사연도 | 분야 | 조사명 | 공사명 | 공사종류 | 재해발생기 | 재해당사자 | 발주자로 사망여부 | 재해발생사 | 재해개요 | 주요사고원인 | 사고원인 | 재해예방대책 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2020-11-23~30 | 건설 | 2020-07-30 | 울산2단지도로공사 1구간구 재포장공사 | 도로 | 2020-07-30 | 중소업체 | 발주 | 16.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 2 | 2022-01-21~27 | 건설 | 2022-08-03 | 남동-보건복지공기 도로건설공사 | 도로 | 2022-08-02 | 하청업체 | 발주 | 23.40 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 3 | 2022-01-21~28 | 건설 | 2022-01-28 | 남동-주안간 도로확장공사 | 도로 | 2022-04-22 | 하청업체 | 수급 | 18.60 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 4 | 2022-01-21~28 | 건설 | 2022-05-13 | 소호동부리모델링도시조성공사 | 철도 | 2022-05-13 | 중소업체 | 수급 | 11.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 5 | 2021-02-21~28 | 건설 | 2021-11-15 | 화물차 해외도개보 개선사업 | 기타 토목 | 2021-11-15 | 원청업체 | | 08.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 6 | 2021-02-21~28 | 건설 | 2021-10-15 | 남한산성 순환도로 확장공사 | 도로 | 2021-10-04 | 원청업체 | 발주 | 18.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 7 | 2021-01-21~03 | 건설 | 2021-04-30 | 부산진교외나 대구로드아웃구 | 도로 | 2021-04-29 | 하청업체 | 발주 | 08.13 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 8 | 2021-01-21~03 | 건설 | 2021-09-19 | 경부선 수원탑~직지사간 남한산성지하차도(북한방향) 개량공사 | 기타 토목 | 2021-09-19 | 하청업체 | 발주 | 19.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 9 | 2020-04-21~28 | 건설 | 2020-11-21 | 인천대교 선진단 개량기사 공유인접시 개설공사 | 철도 | 2020-11-08 | 중소업체 | 발주 | 20.40 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 10 | 2020-02-21~27 | 건설 | 2020-11-05 | 광주시 북구 용봉동 아시아동 LED 교체 리모델 사업 | 철도 | 2020-10-28 | 하청업체 | | 08.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 11 | 2020-08-21~28 | 건설 | 2020-10-28 | 울산 중앙 복선전철 입상~경주간 개신공사 | 철도 | 2020-10-28 | 철도업체 | 발주 | 11.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 12 | 2020-01-21~30 | 건설 | 2020-06-15 | 남한산성 국가공원 | 도로 | 2020-06-15 | 하청업체 | | 16.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 13 | 2020-02-11~30 | 건설업 | 2020-07-28 | 한탄강 다리재구성 | | 2020-07-28 | 하청업체 | | 14.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 14 | 2020-01-21~28 | 건설 | 2020-06-28 | 서한-의성 개선개량 도로확장공사(상 고운리 | 철도 | 2020-06-28 | 중소업체 | | 15.50 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 15 | 2020-02-21~28 | 건설 | 2020-06-12 | 평양-대성리역 전기동공사(상 전력구공사 | 기타 토목 | 2020-06-18 | 수급업체 | 발주 | 22.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 16 | 2020-01-21~28 | 건설업 | 2020-06-04 | 여수갑천하수도 | | 2020-06-04 | 감리업체 | | 08.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 17 | 2020-05-21~28 | 건설 | 2020-04-08 | 해외현장사례연구-중국고속도로 연결하는 대교공사 | 도로 | 2020-04-08 | 수급업체 | 발주 | 18.80 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 18 | 2019-01-21~04 | 건설 | 2019-06-11 | 지진-공연 일정간섭공사 개방후 주 공공장사 | 철도 | 2019-06-11 | 철도업체 | | 12.50 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 19 | 2019-02-21~31 | 건설 | 2019-01-31 | 해양동서횡단도로 사동교 소음차단시설 설치공사 | 기타 건축물 | 2019-01-30 | 중소업체 | | 14.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 20 | 2019-11-21~28 | 건설 | 2019-08-28 | 전남한 유명 관광지대 건설공사 | 주거용건물(단독 아파트,연립주택, 호텔등) | 2019-08-25 | 수급업체 | | 21.10 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 21 | 2019-02-21~28 | 건설 | 2019-06-18 | 동해선 삼랑~상리 철도건설 제1공구 노반건설공사 | 철도 | 2019-06-17 | 철도업체 | | 18.40 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 22 | 2019-08-21~28 | 건설 | 2019-07-31 | 고양 일대 주택재개발사업 및 정비사업 확충공사 | 기타 토목 | 2019-07-31 | 수급업체 | | 08.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 23 | 2019-05-21~28 | 건설 | 2019-07-15 | 서인 간남 국도건설공사 일부가 | 도로 | 2019-07-12 | 철도업체 | | 18.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 24 | 2019-01-21~28 | 건설 | 2019-05-31 | 2019년 아파트 관리공사(1차) 도로 공사(1차공사) | 도로 | 2019-05-31 | 하청업체 | | 23.00 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 25 | 2019-04-21~28 | 건설 | 2019-05-16 | 전북도 전라도 고속도로 건설 공사 | 철도 | 2019-05-08 | 하청업체 | | 19.30 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 26 | 2019-04-21~28 | 건설 | 2019-05-07 | 대구 달서구 월성 도로 | 철도 | 2019-05-08 | 하청업체 | | 19.20 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 27 | 2019-04-21~28 | 건설 | 2019-10-11 | 고속도로 제8개정선 대전~공주 분단간 건설공사(제1공구) | 도로 | 2019-10-12 | 철도업체 | | 18.81 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 28 | 2019-05-21~28 | 건설 | 2019-11-28 | 세종~공주 고속도로 건설~3개 건설공사(제1공구) | 도로 | 2019-11-28 | 하청업체 | | 13.55 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 29 | 2019-02-21~28 | 건설 | 2019-07-19 | 경부선 정자~하단간 복선전철 보강공사 | 철도 | 2019-07-19 | 수급업체 | | 07.10 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 30 | 2019-01-21~28 | 건설 | 2019-04-15 | 인천대교 인천측 사업관리공사 | 철도 | 2019-04-15 | 철도업체 | | 15.40 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |
| 31 | 2019-01-21~28 | 건설 | 2019-03-20 | 인천대교 인천측 사업관리공사 변경 | 기타 토목 | 2019-03-21 | 수급업체 | | 16.50 | [illegible] | [illegible] | [illegible] | [illegible] |

**[그림 Ⅲ-1] 국내 발파 및 터널현장 중대재해 발생 현황 정리 예시**

| 분류 | 터널-1 | 조사번호 | 2022-11-22-001 |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 별내선(8호선연장) 1,2공구 궤도공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2022-07-22, 15:36 |
| 재해개요 | ▪ 2022.07.22.(금) 15:36경 서울 강동구 소재 **제일웨이㈜ 「별내선(8호선 연장) 1, 2공구 궤도공사」현장에서 지하 20m의 터널 내부에서 지하철 궤도 부설을 위한 도상콘크리트 타설 작업 중, 피해자 3명이 발전기 등에서 배출된 일산화탄소 등의 배기가스에 의해 호흡곤란과 어지러움 등이 발생하여 전원 대하여 병원으로 후송 치료 받은 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 가벽이 설치된 터널 내부에서 일산화탄소 등 유해가스가 발생하는 발전기와 에어컴프레서를 사용해 도상 콘크리트 작업을 함<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램을 수립하지 않은 상태에서 작업 전과 작업 중 공기 상태 및 유해가스 농도를 측정하지 않음<br>▪ 환기장치 설치 시 작업 구간에 시간당 환기량에 부족한 용량의 송풍기를 설치<br>▪ 타설 작업 중이던 근로자들이 발전기와 에어컴프레서 등 공사 중 사용한 장비들에서 발생한 일산화탄소에 급성 중독된 재해 | | |
| 사고원인(조사) | ▪ 밀폐공간 작업 시 산소 및 유해가스 농도 측정 미실시<br>▪ 적정 공시상태 유지를 위한 환기 미실시<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램 미수립<br>▪ 관리감독자의 유해/위험 방지 의무 소홀 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 산소 및 유해가스 농도 측정 철저<br>▪ 적정공기상태 유지를 위한 환기설비 설치<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램 수립/이행 철저<br>▪ 관리감독자의 유해/위험 방지 업무 철저 | | |

(a) 터널분야

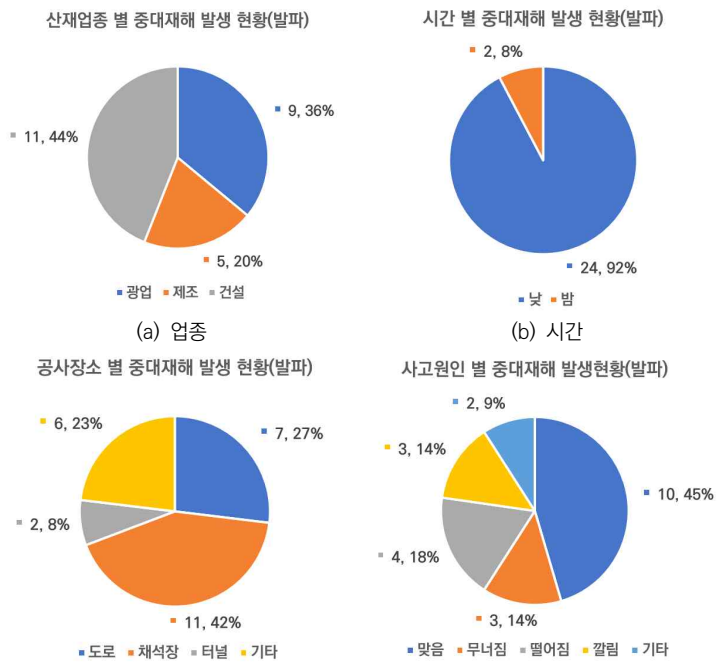
| 분류 | 발파-1 | 조사번호 | 2022-81-11-052 |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 진성개발(주) | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2022-11-03, 12:10 |
| 재해개요 | ▪ 2022.11.3.(목) 12:10경 경남 함안군 **면 소재 **개발(주) 채석장에서 피재자 김*조(굴착기운전원,보,51세)이 발파로 인해 떼내진 가설도로를 굴착기로 정비하던 중 낙석에 맞아 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 현장관계자 진술 및 현장조사를 통하여 도출된 재해발생과정, 조사 및 확인 내용을 토대로 사고발생 원인을 다음과 같이 추정할 수 있음<br>▪ 피해자가 발파지점으로 이동하기 위하여 발파 시 하부 가설도로에 흘러내린 토석을 굴착기로 정리하던 중, - 부석이 낙하하며 토석과 함께 하부가설도로로 굴러떨어져 피재자가 탑승한 굴착기를 덮쳐 사망한 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인(조사) | ▪ 채석작업장의 위험 방지 조치 미실시<br>▪ 채석장의 점검자를 지명하여 당일 작업 시작 전 작업장소 및 그 주변 지반의 상태를 점검하여야 하며, 발파 후 그 발파 장소와 그 주변의 부석 및 균열의 유무와 상태를 점검하여야 하나, 미점검 함.<br>▪ 붕괴 또는 낙하 위험이 있는 토석을 미리 제거하거나 방호망을 설치 하는 등 위험을 방지하기 위한 조치를 하여야 하나 미실시함.<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획서 미작성(안전보건규칙 제38조)<br>▪ 채석장의 지형 · 지질 및 지층 상태 등에 대한 사전조사 결과를 기록 보존하여야 하며, 조사결과를 고려하여 발파방법, 굴착기 등 차량계 건설기계의 이동경로 등 작업방법이 포함된 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하여야하나 미작성 함 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 채석작업장의 위험 방지 조치 미시<br>▪ 채석장의 점검자를 지명하여 당일 작업 시작 전 작업장소 및 그 주변 지반의 상태를 점검하여야 하며, 발파 후 그 발파 장소와 그 주변의 부석 및 균열의 유무와 상태를 점검하여야 함.<br>▪ 붕괴 또는 낙하 위험이 있는 토석을 미리 제거하거나 방호망을 설치 하는 등 위험을 방지하기 위한 조치를 실시함.<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획서 미작성(안전보건규칙 제38조)<br>▪ 채석장의 지형 · 지질 및 지층 상태 등에 대한 사전조사 결과를 기록 보존하여야 하며, 조사결과를 고려하여 발파방법, 굴착기 등 차량계 건설기계의 이동경로 등 작업방법이 포함된 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 해야함.<br>▪ 채석작업에 대한 위험성평가 실시<br>▪ 하여 발파, 굴착, 소할 운반 등의 과정에서 잠재된 유해, 위험요인을 파악하고 , 위험성 감소대책을 수립 실시하는 등 위험성 평가를 실시함. | | |

(b) 발파분야

**[그림 Ⅲ-2] 국내 발파 및 터널현장 중대재해 발생 현황 문서화 예시**

〈그림 Ⅲ-3〉는 발파현장에서 수집된 중대재해사고를 공종별, 사건유형별, 발생시간(낮/밤, 평일/휴일) 등으로 구분하여 사건발생 통계를 분석한 것이다. 중대재해가 발생한 주된 업종은 건설 및 광업분야였으며, 이에 따라 주로 도로공사현장 및 채석장에서의 사고가 다수 발생한 것으로 조사되었다. 중대재해는 주로 작업시간의 비율이 높은 낮과 평일에 많이 발생하여 시간에 따른 영향은 없는 것으로 판단되었다. 중대재해가 발생한 사고원인을 분석한 결과, 주로 비석 등에 의해 발생하는 "맞음" 유형이 45%를 차지하여 이에 대한 추가적인 대책이 필요한 것으로 보인다.

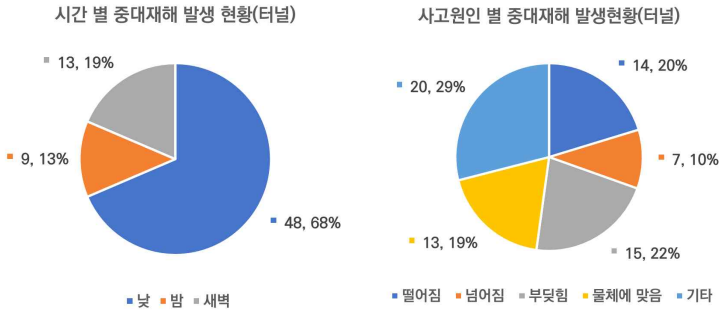





**[그림 Ⅲ-3] 발파현장에서의 중대재해 발생 통계 현황**

〈그림 Ⅲ-4〉는 터널현장에서 수집된 중대재해사고를 사건유형별, 발생시간(낮/밤)으로 구분하여 사건발생 통계를 분석한 것이다. 발파현장과 마찬가지로 중대재해는 주로 작업시간의 비율이 높은 낮에 많이 발생하였으며, 터널현장의 특성상 밤과 새벽에도 사고가 발생하고 있으나, 절대적인 작업시간에 따른 사고 발생빈도를 고려하면 시간에 따른 영향은 없는 것으로 판단되었다. 중대재해가 발생한 사고원인을 분석한 결과, 주로 "떨어짐", "넘어짐", "부

딪힘"과 같은 건설기계와 혹은 작업 구조체 등과 관련된 사고 유형이 70%를 차지하여 이에 대한 추가적인 대책이 필요한 것으로 보인다.




(a) 시간 (b) 사고원인

**[그림 Ⅲ-4] 터널현장에서의 중대재해 발생 통계 현황**

또한 본 연구에서 중대재해보고서를 분석한 결과 보고서에 기술된 예방대책들은 현장의 작업여건과 맞지 않거나 보완이 필요한 부분들이 있는 것으로 검토되었다. 〈표 Ⅲ-1〉은 각각의 사고유형에 따라 개선이 필요한 예방대책을 정리한 것이며, 안전보건규칙의 개정(안) 작성 시 해당 내용이 충분히 반영되도록 하였다.



**〈표 Ⅲ-1〉 중대재해 사고 유형에 따른 예방대책 개선방향**

| 사고 유형 | 예방대책 개선 필요사항 |
|---|---|
| 낙석 및 붕괴 | ▪ 낙석 및 붕괴가 원인이 되는 사고는 자연재해와 유사하나 인위적인 굴착이 이루어진 사면에서 주로 발생함<br>▪ 전문가가 아닌 일반인이 판단하여 결정할 수 있는 간략한 안전작업 매뉴얼이 필요함<br>▪ 석산에도 지질관련 전담인력의 배치 또는 외부 안전용역업체의 관리가 필요함 (일본 노동안전규칙 제3절 채석작업 참조) |
| 굴삭기 관련 사고 | ▪ 사면부에서 발파 후 버력을 제거하거나 집토작업, 보호매트 설치작업은 충분한 경험이 있는 굴삭기운전사가 실시하도록 하여야 함<br>▪ 굴삭기가 위험한 작업을 실시하여야 할 경우 투입 전에 반드시 전담인력이 안전교육을 실시하고 장비유도원을 배치<br>▪ 장비유도원은 안전한 장소에서 운전원과 어떠한 방식으로든 즉시 소통할 수 있도록 함 |
| 안전시설 및 개인보호구 | ▪ 위험구역에는 접근금지를 위한 안전시설물 설치<br>▪ 개인 보호구 필수 착용<br>▪ 대피거리에 따른 대피소 설치 기준 마련 필요 |
| 발파석비산방지 조치 | ▪ 발파보호용 매트설치 기준이 필요함<br>▪ 기준에는 발파매트가 반드시 필요한 경우를 제시할 필요 있음 |
| 부적절한 작업지시 | ▪ 발파현장에서 발파방법, 굴삭기 버력제거방법, 대피방법, 위험구역 설정 등 안전에 대한 고려는 작업의 시공성과 상충되는 부분이 존재<br>▪ 따라서 안전에 우선해야할 안전담당자가 장비관리 및 현장관리를 할 경우 작업의 효율성을 우선하여 판단하는 경향이 있음 |

한편 〈표 Ⅲ-2〉는 중대재해보고서에 보고되어 있는 발파관련 사고 외 연구진이 별도로 수집한 발파안전사고 현황을 정리한 것이다. 1990년부터 2022년까지의 사고사례를 수집하여 분석하였으며, 중대재해보고서에서 보고되어 있는 사건사고 외 27건의 사고사례를 추가로 수집하였다.

**〈표 Ⅲ-2〉 중대재해보고서 외 국내 발파안전사고 현황**

| 발생년월 | 발생장소 | 사고내용 | 사고원인 |
|---|---|---|---|
| ‘90.7월 | 강원 영월군 서면 | 터널 천공 및 장약 작업 후 전기 발파 준비 도중 낙뢰에 의한 폭발 | 낙뢰 |
| ‘93.3월 | 서울 지하철 공사현장 | 터널 장약작업 중 누전에 의한 전기뇌관 및 폭약 폭발 | 누설전류 |
| ‘93.3월 | 서울 지하철 공사현장 | 수직구 개착을 위한 폭약 장전 중 누설전류에 의한 폭발 | 누설전류 |
| ‘93.5월 | 전북 적상면 | 터널 굴착 중 암반제거를 위한 장약(전기발파) 작업 후 발파지역으로 이동 중 낙뢰에 의한 폭발 | 낙뢰 |
| ‘93.6월 | 서울 지하철 공사현장 | 장약 작업 후 작업대 제거 순간 폭발 | 누설전류 |
| ‘93.9월 | 경남 창원군 채석장 | 장약 중 천공이 막히자 드릴로 폭약을 밀어넣는순간 폭발 | 정전기 |
| ‘94.6월 | 전남 남원 | 폭약 장전과 동시에 이동식 투광등전선을 철거하는 과정에서 누설전류 발생하여 폭발 | 누설전류 |
| ‘94.12월 | 서울 강남구 빌딩 공사장 | 장약수가 들고 있던 전기뇌관이 갑자기 폭발 | 정전기 |
| ‘95.8월 | 충북 괴산군 석회석 광산 | 우천 장약작업 후 폭약에 뇌관 장착하던 중 낙뢰로 폭발 | 낙뢰 |
| ‘00.6월 | 천안~논산 고속도 현장 | 고속도로 터널공사 중 낙뢰로 인한 전류가 Water Pipe를 통해 터널로 유입되어 전기뇌관 기폭 | 낙뢰 |
| ‘00.6월 | 서해안 고속도로 현장 | 낙뢰에 의한 전류가 수맥을 따라 유입되어 부분발파 발생 | 낙뢰 |
| ‘01.1월 | 전북 순창 | 전북 순창 월정저수지용수터널 현장에서 천공 작업과 장약 작업 병행 중에 화약 폭발 사고 발생 | 정전기 (추정) |
| ’01.6월 | 강원 영월 광산 | 강원 영월 북면 가차리 영월광업소 갱도 입구에서 석탄채굴을 위해 발파작업 중 전기뇌관 폭발사고 발생 | 누설전류 |
| ‘08.5월 | 신분당선 지하철 현장 | 결선작업 후 발파 카운트를 실시하는 도중 낙뢰로 인한 전류 유입되어 폭발 | 낙뢰 |
| ‘09.6월 | 강원도 배후령공사 현장 | 우천 상황에서 전기뇌관 사용 중 낙뢰 발생하여 부분발파 | 낙뢰 |
| ‘11.7월 | 서울 관악구 터널 현장 | 낙뢰로 인한 전기유입으로 전기뇌관 발파, 터널 붕괴 | 낙뢰 |
| ‘13.5월 | 강원 평창 터널 현장 | 차징카작업대 위에 있던 전기뇌관에 외부전류 유입되어 기폭 | 누설전류 |
| ‘13.7월 | 충남 천안 | 고속도로 현장에서 전기뇌관 결선 후 작업자 철수 중 낙뢰로 기폭 | 낙뢰 |
| ‘13.11월 | 강원 평창 | 터널공사 현장에서 원인미상의 사유로 전기뇌관이 저절로 기폭 | 정전기 |
| ’16.12월 | 경북 군위 | 도담-영천 중앙선 복선전철11공구 터널공사 현장에서 발파 작업 중 근로자 부상사고 | 안전거리 미확보 |
| ‘18.4월 | 강원 정선 | 강원 정선군 신동읍의 한덕철광에서 상부갱도에서 발파를 진행하던 중 하부 갱도의 근로자 매몰사고 발생 | 안전거리 미확보 |
| ‘18.8월 | 충북 제천 | 충북 제천 석회석 채굴업체의 지하갱도안에서 작업하던 근로자가 머리 등에 암석 파편을 맞는 사고 | 안전거리 미확보 |
| ’19.11월 | 강원 춘천 석산 | 춘천 채석장에서 발파 작업 중 암석 파편에 근로자 상해 | 안전거리 미확보 |
| ‘20.4월 | 경기 광주 | 수도권 제2순환도로 이천-오산간고속도로4공구 현장에서 터널 발파 공 | 발파 후 접근금지 미조치 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | | 사 후 굴삭기를 이용해 부석 정리 작업 중 낙반에 의한 사고 | |
| ‘21.4월 | 경남 함양 석산 | 석산 진입로 개설 현장에서 발파 작업을 하던 작업자가 발파 작업 중 40m 날아온 돌에 맞은 사고 | 안전거리 미확보 |
| ‘21.4월 | 전북 전주 | 새만금고속도로 터널공사 현장에서 장약작업 완료 후 터널 상부의 낙반에 의한 사고 | 낙반제거 미실시 |
| ‘22.1월 | 경기 양주 | 삼표산업골재채취현장에서 작업(천공/발파공정) 도중 상부 토사 붕괴로 인한 근로자 매몰 | 토사·구축물 등의 붕괴 예방 조치 미실시 |
| ’22.2월 | 경남 창원 | 석산에서 발파작업 전 화약류 임의 소각에 의한 폭발 사고 발생 | 화기사용금지 미조치 |
| ‘22.4월 | 충북 제천 | 석회석 지하광산에서 발파 중 타 갱도에서 작업 중이던 근로자 질식 | 밀폐공간 출입 시 조치, 환기 등 보건 조치 미실시 |
| ‘22.9월 | 서울 | 봉천동 재개발 부지 터파기 중 불발된 화약류를 굴삭기가 충격하여 폭발 사고 발생, 비산석에 의해 인근 아파트 파손 및 주민 경상 발생 | 발파 후 불발 확인 및 제거 등 조치 미실시 |

추가로 조사된 국내 발파안전사고의 원인은 낙뢰(36%), 누설전류(24%), 안전거리미확보(15%), 정전기(12%), 기타(12%)순으로 나타났으며, 이에 대한 방지대책을 사고원인별로 정리하면 〈표 Ⅲ-3〉과 같이 요약할 수 있다.



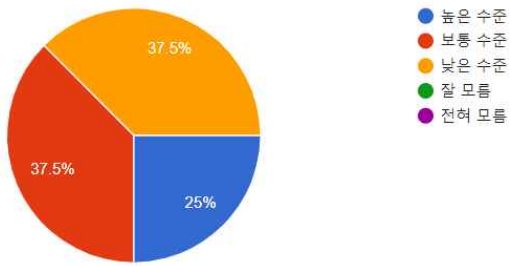
**〈표 Ⅲ-3〉 국내 발파안전사고 원인 및 방지대책**

| 구분 | 사고원인 | 방지대책 |
|---|---|---|
| 통제가능 사고원인 | 미주전류(누설전류): 전색작업 시 각선 피복의 손상으로 누설전류 발생 가능 | 누설전류 측정 (0.1A)초과 시 원인 제거 후 작업 |
| | 정전기: 천공장비 작동 중에 전기뇌관관체혹은 단락부로 유입 가능, 전폭약포 제작 시인체의 정전기로 발생 가능 | 뇌관 취급 시 면으로 된 옷과 도전화 착용, 정전기 제거 장치 |
| | 무선전파에너지(RF에너지): 발파회로가 무선전파에 노출되면 전류가 유도되어 뇌관 발화 가능 | 전기적 위험성 없는 뇌관 사용 (비전기뇌관/전자뇌관) |
| | 고전압 송전선: 고압선에 의한 손상 | 고압송전선에 평행하게 발파모선 설치 지면에 가깝고 Loop가 적게 유지 |
| | 유도전류 | 전기적 위험성 없는 뇌관 사용 (비전기뇌관/전자뇌관) |
| | 불발 등 발파 후 처리 미흡 | 발파 후 불발된 화약류가 있는 경우에는 그 원인을 조사하고 대책을 수립 |
| | 발파 후 접근금지 미조치 | 발파 전후 진동 및 파손의 위험이 있거나 작업장소가 붕괴, 낙석 등의 위험이 있는 경우에 관련 전문가의 검토를 받아 발파계획을 수립하고 작업을 진행 |
| | 낙석제거, 비산방지 등의 조치 미실시 | 발파보호용 매트설치 |
| | 토사·구축물 등의 붕괴 예방 조치 미실시 | 발파 전후 진동 및 파손의 위험이 있거나 작업장소가 붕괴, 낙석 등의 위험이 있는 경우에 관련 전문가의 검토를 받아 발파계획을 수립하고 작업을 진행 |
| 통제불가능 사고원인 | 낙뢰, 분진, 눈보라 등 | 낙뢰 발생 시 일체 발파작업 중지, 대피<br>피뢰침 및 Surge 설치<br>낙뢰경보기 설치, 운용<br>터널 내 전력원에대한 누전차단기 설치<br>누설전류 측정기에 의한 일상 점검 실시<br>각종 배관 파이프의 비전도체화 |

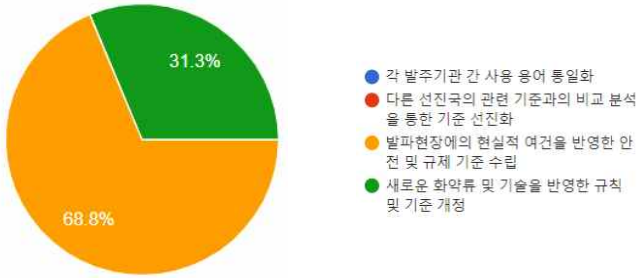
## 2. 국내 발파 및 터널 현장 실태조사

본 연구를 통해 제안되는 안전보건규칙 개정(안)이 현장에서 실효적으로 작동하기 위해서는 발파 및 터널 분야의 다양한 이해당사자의 의견을 수렴하는 것이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 발주자, 건설시공사, 발파공사 관계자, 화약제조사 등에서 종사하고 있는 전문가를 대상으로 안전보건규칙의 개정(안)의 문제점, 개선방안 등의 의견을 수렴하기 위한 실태조사를 수행하였다. 대면조사 및 온라인 설문조사 관리 소프트웨어인 Google Forms 이용하여 현행 안전보건규칙 및 안전지침에 대한 이해도, 개정 시 반영사항의 우선순위, 단계(발주, 설계, 시공)별 안전관련 고려사항, 현장에서 중점적으로 고려되는 위험요인 및 사고사례 등에 대한 설문조사를 실시하였고, 설문조사에 참여한 전문가별 설문 답안은 부록에 첨부하였다. 〈그림 Ⅲ-5(a)〉는 설문조사에 참여한 발파 및 터널분야 전문가들의 현행 안전보건규칙 및 안전지침에 대한 이해정도를 나타내고 있으며, 〈그림 Ⅲ-5(b)〉는 현행 안전보건규칙의 개정 시 우선순위로 반영되어야 할 항목의 설문조사 결과를 보여준다. 〈그림 Ⅲ-5(c)〉에는 실제 설문조사에 응답한 응답자들의 직업군을 나타내었다. 한편 〈표 Ⅲ-4〉는 설문조사를 통해 수집된 안전보건규칙의 개선방향을 항목별로 요약한 것이다. 국내의 발파 및 터널관련 종사자들을 대상으로 한 설문조사임에도 불구하고 참여자의 37.5%는 안전보건규칙에 대하여 낮은 수준의 이해도를 갖고 있는 것으로 조사되어 현행 안전보건규칙이 잘 이행되고 있지 않을 가능성이 높은 것으로 판단되었다. 한편 안전보건규칙 개정항목의 중요도 우선순위를 평가한 결과 설문참여자의 68.8%가 발파현장에서의 현실적 여건을 반영한 안전 및 규제 기준 수립으로 답하여 본 연구의 연구목표와 잘 부합한다는 것을 알 수 있었으며, 이를 잘 반영한 안전보건규칙의 개정(안)이 도출되는 경우 현장에서의 작동성이 개선될 수 있을 것으로 보여진다.

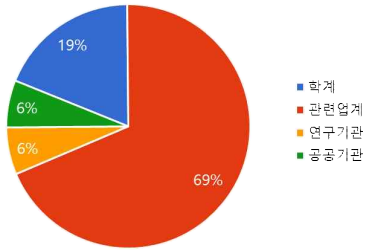





(a) 설문조사 참여자의 안전보건규칙 이해정도




(b) 안전보건규칙 개정 항목의 중요도 우선순위 평가




(c) 안전보건규칙 개정 관련 설문조사 응답자 직업군

**[그림 Ⅲ-5] 국내 안전보건규칙 개정 관련 설문조사 통계**

〈표 Ⅲ-4〉 국내 안전보건규칙 개정에 관한 설문조사 결과

| 설문조사 항목 | 주요 의견 |
|---|---|
| 현행 규칙 및 지침의 문제점과 개선방안 | • 발파현장에서의 현실적 여건을 반영한 안전 및 규제 기준 수립<br>• 각 발주기관 간 사용 용어 통일화<br>• 다른 선진국의 관련 기준과의 비교 분석을 통한 기준 선진화<br>• 새로운 화약류 및 기술을 반영한 규칙 및 기준 개정<br>• 진동뿐 아니라 비산석, 전석, 부석제거 등에 대한 안전기준 수립 |
| 발주단계 안전기준 문제점 | • 안전관리를 위한 외부 전문가 참여방안 및 비용 반영<br>• 현실에 맞는 건설품셈 정비<br>• 발파 및 터널작업에서의 안전을 확보하기 위한 대책에 소요되는 비용이 발주단계에 반영될 필요가 있다.<br>• 입찰가격 위주 경쟁에 의한 작업 품질, 안전성 저하<br>• 천반 발파 효율성 제고<br>• 용어 통일<br>• 발파진동기준 재검토<br>• 현장 상황에 맞는 정확한 예측<br>• 시공업체의 위험성평가 및 안전관리계획서<br>• 일몰 이후 발파작업 금지 및 작업자가 서두르지 않고 안전규정을 준수하여 작업할 수 있도록 관리가 필요함<br>• 발주 시 설계업체, 시공업체 및 감리단의 적합성 확인 |
| 설계단계 안전기준 문제점 | • 발파에 대한 설계는 관련분야 전문가인 화약류관리기술사가 하도록 하고 사전조사, 시험발파, 상시계측을 설계에 반영함<br>• 최신 발파기술 적용 시 가점 적용 등 안전사항에 기술 도입이 유연하게 적용될 수 있는 제도 마련<br>• 보안물건 인접 시 최적의 제어공법 반영<br>• 충분한 설계 검토 과정, 시간 확보를 통한 무분별한 설계 변경 최소화<br>• 천반 부석 감소<br>• 화약절감<br>• 우사에 대한 발파진동 소음 기준 재검토<br>• 시험발파 등을 통한 여러 자료를 활용한 실질적 설계<br>• 천공작업 설계 전 암질 상태를 고려한 천공패턴 재검토<br>• 발파 지식 및 숙련된 작업자가 필요함(소정의 교육 이수 및 자격 보유).<br>• 현장의 상황에 맞게 설계를 만들어야 하며, 발주기관 및 시공업체 간의 상호협력이 필요함<br>• 도심지에서의 진동저감과 더불어 소음문제 해결을 위한 공법 선정 |
| 시공단계 안전기준 문제점 | • 갱내 화약류취급소 설치가 필요함. 장대터널에서 화약류를 입출입이 빈번하여 안전사고에 많이 노출됨<br>• 발파책임자의 명확한 권한을 부여하여야 함 |
| | • 시험발파시 안전관련 조치사항 명시<br>• 터널작업 현장을 다니다보면 모든 현장에서 부석 제거작업을 진행하지만, 발파 후 막장에서 낙석을 흔하게 볼 수 있습니다. 육안으로 확인하기 어려울 수 도있고, 발파 사이클 중 타작업이 늦어졌을 경우 부석 작업시간을 소홀히 한 경우도 있을 것입니다. 부석제거 방법이나 위험방지조치를 조금 더 강화한 명확한 지침이 필요하다고 생각합니다.<br>• 시공 단계에서 작업자의 안전을 위해 규정되어 있는 각종 대책/규정들이 현장 상황을 반영하지 못하고 있어 실제로 이루어지지 않은 것들이 많은 것으로 파악되고 있습니다. 현장에서의 현실적인 부분들을 고려하여 실제로 안전 대책이나 규정들이 충분히 수행될 수 있도록 개정이 이루어지면 좋겠습니다.<br>• 개별 작업자들에 대한 눈높이식 안전 교육 필요. 기존 안전교육 자료 및 제도는 매우 형식적, 고전적이며 현장 작업자들의 이해성 제고의 측면에서 재정비될 필요 있음.<br>• 록볼팅의 기계화<br>• 안전취급 시 안전매뉴얼을 세부적으로 작성해야함<br>• 환경부 우사기준 재검토<br>• 정확한 정보 공개를 통한 시공 변수를 반영<br>• 발파작업 차량의 화약과 화공품의 분리 보관 및 운반에 대한 세부 규정<br>• 시공 단계에서 공정에 쫓기어 무리한 작업이 발생되지 않도록 계획 수립이 필요함<br>• 현장의 암질에 따른 발파 공법을 적용하며, 낙석, 낙반 등의 사고 대비 출수 등으로 상부 지반의 침하 방지 예방 |
| 위험요인 및 사고사례 | • 화약류 관리보안책임자의 권한이 없어 공사관계자의 위험한 작업지시를 수용해야함. 발파지역에 인접하여 굴삭기, 브레이커 작업으로 낙석, 비산위험에 노출됨<br>• 발파 후 불발 화약류의 점검이 현실적으로 불가능한 사고사례가 있음(현대건설 봉천동 재개발 현장에서 불발된 화약류를 건설장비가 타격하여 폭발한 사례)<br>• 외부요인(정전기, 누설전류 등)에 따른 예기치 못한 사고, 2011.7월, 서울 강남순환도로 터널 굴착 시 낙뢰로 인한 전기뇌관이 기폭되어 사망사고 발생<br>• 터널공사시 발파 후 가스농도 측정에 대한 기준을 강화해야한다고 생각합니다. 환기시스템 및 가스농도측정은 대부분 현장에서 하고 있지만, 특정 지점에서 가스농도가 측정되고 특정 구간까지 환기시스템을 구축하기 때문에 막장면에서는 환경이 다를 수 있습니다. 따라서 발파 후 작업전 휴대용 측정기를 이용해 막장면에서의 가스농도 측정후 작업인력을 투입하면 더 안전한 작업이 이루어 질것이라 생각합니다. 실제 터널막장에서 어지럼증을 자주 느꼈고, 휴대용 산소캔을 가지고 다니는 화약류관리책임자도 본적이 있습니다.<br>• 과업 수행을 위한 질적요소의 경쟁보다 가격 위주의 입찰 경쟁이 과열됨. 이는 단가 절감 등 작업의 품질 및 안전 |

| | |
|---|---|
| | 성 문제로 귀결되므로, 안전관리 계획 등 질적요소 위주의 평가제도 확립이 필요함.<br>• 천반 상태. 즉 지질 상태에 따른 천반 보강 강화<br>• 환경부 기준 중 발파소음 기준 재검토<br>• 안전이 확보되지 않을 경우 작업중단이 가능한 관리 감독<br>• 누설전류 또는 낙뢰로 인한 기폭사고<br>• 낙뢰 및 누설 전류에 취약한 전기뇌관, 결선 확인이 어려운 비전기뇌관을 사용을 금지하고 안전한 전자뇌관 사용 |
| 안전제도 개선을 위한 기타 의견 | • 안전관리자, 공사관리자, 화약류관리보안책임자, 취급자 등 관련자의 명칭과 업무를 명확하게 해주세요<br>• 사고 후에 조사하는 방식이 아닌 사전 예방 기술지도의 확대<br>• 안전에 대한 기술적인 사항은 권고가 아닌 의무사항으로 규정해야 됨<br>• 전기뇌관 이외의 뇌관 사용 시 이에 대한 안전기준 조항을 신설해주셨으면 좋겠습니다. 특히 발파 후 미기폭되는 뇌관은 확인하기 어렵고 위험요소가 많기 때문에 이에 대한 내용도 고려되었으면 합니다.<br>• 최근 현장 작업자들은 고령이거나 외국인 노동자들이 대거 유입되고 있는 바, 안전교육에 있어 이들이 실질적으로 이해하고 받아들일 수 있는 방식의 적용이 타당함.<br>• 락볼팅 머신 도입<br>• 현실적인 규칙이 필요함.<br>• 개인사업자 안전보건규칙 반영여부<br>• 시간에 쫓기지 않는 안전을 담보로 한 공사 기간<br>• 발파 위험지역 및 대피 지역에 대한 세부적인 안전기술 규정이 필요함<br>• 장약공을 위한 자격 제도를 도입하여 일반 노무자에서 전문직종으로 전환하고, 숙력된 작업자가 발파작업을 할 수 있도록 제도 도입이 필요함.<br>• 안전보건규칙의 개정 및 현장에서의 안전제도 개선 시 보다 효과적이고 효율적인 개선안을 찾기 위해 터널 및 발파 관련 정부기관, 연구원, 학교, 관련 업체 등의 소통이 필요하다고 생각함. |



# Ⅳ. 산업안전보건규칙 개정(안)

# Ⅳ. 산업안전보건규칙 개정(안)

## 1. 발파 및 터널작업 관련 산업안전보건규칙 개정(안) 제시

상술한 바와 같이 발파 및 터널작업과 관련한 현행의 산업안전보건규칙은 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있는 것으로 파악된다. 이에 본 연구에서는 국내외 법령 및 제도의 비교·검토 내용, 국내 중대재해사고 시사점, 발파 및 터널작업 실태조사 결과, 개정된 발파 표준안전작업지침과의 정합성 등을 고려하여 산업안전보건규칙의 개정(안)을 제시하고자 하였다. 발파와 터널작업과 관련된 안전지침인 "발파표준안전작업지침", "터널공사 표준안전 작업지침-NATM"은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하여 강제성이 없기 때문에 해당 지침의 현장에서의 실효적인 작동을 위해서 상위법령인 "산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 안전보건규칙)"의 개정을 추진하고자 하였다. 본 연구에서 당초 계획하였던 개정(안)의 대상 범위는 안전보건규칙 제38조(별표 4 포함), 제348조~제349조, 제350조~제368조이다. 하지만 안전보건규칙의 개정(안)은 2023년 개정된 하위지침인 발파표전안전작업지침과의 정합성을 검토할 필요가 있으며, 안전보건규칙 내 발파작업 및 화약과 관련된 기타 조항들에 대해서도 검토가 요구될 것으로 판단하였다. 이에 따라 본래 과업범위를 포함하여 안전보건규칙 제38조, 제39조, 제325조, 제348조~제349조, 제350조~제368조, 제370조~제375조에 대해서 개정이 필요한 부분들에 대한 검토를 수행하였다. 상기 조항들에 대한 검토결과, 개정이 필요할 것으로 판단되는 제39조와 제325조를 개정(안)에 추가하였으며, 반면 제350조~제368조는 발파작업 이외의 터널 공사의 전반적인 작업을 대상으로 작업지침을 규정하고 있어 본 연구의 과업 범위에서는 제외하였으며, 제370조~제375조의

경우에는 발파작업과 관련하여 개정이 필요하지 않은 것으로 검토되어 본 연구의 개정(안) 대상에서는 제외하였다. 이에 따라 본 연구에서 중점적으로 개정을 검토한 조항은 안전보건규칙 제38조(별표4 포함), 제39조, 제325조, 제348조-349조이다. 〈표 Ⅳ-1〉은 본 연구에서 제안한 안전보건규칙 개정(안)에서의 개정사항을 조항별로 개정근거와 함께 정리한 것이다.



**〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역**

**1) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조**

| 현행 | 개정(안) |
|---|---|
| (14항 신설) | ▪ (신설) 14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업<br>▪ (수정) [별표 4] 작업명 "14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업" 및 대응되는 작업계획서 내용 추가<br><table><tr><th>작업명</th><th>작업계획서 내용</th></tr><tr><td>14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파 작업</td><td>가. 발파 작업장소<br>나. 발파방법 및 순서<br>다. 적절한 인력 및 장비 투입계획<br>라. 비산, 진동 등의 제어대책<br>마. 비산, 낙석, 붕괴에 대한 대피 및 통제 계획</td></tr></table> |
| 개정 근거 | ▪ 기존 조항에서는 화약류와 동일한 위해요소를 갖는 파쇄제에 대한 규정이 없어 이에 대한 안전규칙이 부재 (미국, 일본의 안전보건규칙에서는 파쇄재를 화약류와 동등한 수준의 위험물로 취급)<br>▪ 화약류 또는 파쇄제를 사용하여 발파작업을 수행함에도 기존 조항에 해당되지 않아 현장에서 안전대책을 이행하지 않아도 되는 작업이 다수 존재함. 많은 안전사고들이 발생하고 있어 조항을 추가 |
| 기타 | ▪ 파쇄재(破碎材)란 암반이나 콘크리트 등 단단한 고체의 파쇄를 위하여 만들어진 재료로서 제품에 다른 물질을 물리적 화학적으로 첨가하여 조작할 필요가 없으며 기폭장치를 통하여 연소 또는 폭연 반응이 발생하여 가스 또는 증기, 열팽창을 동반 |

〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 2) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제39조 | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (수정) 제38조 신설 및 변경에 따른 ①항 수정<br>▪ ① 사업주는 제38조제1항제2호 · 제6호 · 제8호 및 제11호, 제14호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 한다. 다만, 제38조제1항제2호의 작업에 대하여 작업장소에 다른 근로자가 접근할 수 없거나 한 대의 차량계 하역운반기계 등을 운전하는 작업으로서 주위에 근로자가 없어 충돌 위험이 없는 경우에는 작업지휘자를 지정하지 아니할 수 있다. |
| 개정 근거 | ▪ 제38조에 신설(14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파 작업)된 작업 항목을 포함하도록 제39조 1항 수정 |

〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조(발파의 작업기준) | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (변경) 제348조(발파의 작업기준) 사업주는 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다. |
| 개정 근거 | ▪ 사업주가 발파 작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시함 (작업지휘자 명시) |
| 개정 내용 | ▪ (삭제) 1. 얼어붙은 다이너마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 융해되지 않도록 할 것 → 삭제<br>▪ (변경) 3. 장전구(裝塡具)는 마찰 · 충격 · 정전기등에 의한 폭발의 위험이 없는 안전한 것을 사용할 것 → 5. 장약봉은 마찰, 충격, 정전기에 안전한 재료를 사용하고 장약과정에서 화약류에 충격을 가하지 않도록 할 것 |
| 개정 근거 | ▪ (1항) 다이너마이트는 최근 사용빈도가 극히 적어 실효성이 낮으므로 삭제<br>▪ (3항) 중대재해사고외 사고사례 중 의도치 않은 폭발 사례가 다수 있어 조항을 유지하여야 함, 용어와 내용을 이해하기 쉽도록 개정 |



〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조(발파의 작업기준) | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (변경) 5. 점화 후 장전된 화약류가 폭발하지 아니한 경우 또는 장전된 화약류의 폭발 여부를 확인하기 곤란한 경우에는 다음 각 목의 사항을 따를 것 → 10. 발파 후 불발된 화약류, 파쇄재가 있는 경우에는 그 원인을 조사하여 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 한 후가 아니면 해당 장소에 사람의 접근을 금지할 것 |
| 개정 근거 | ▪ (5항) 불발된 화약류에 대한 조치사항은 상세한 서술이 필요하므로 산업안전보건기준에 관한 규칙에서는 10항과 같이 포괄적으로 규정하고 발파 표준안전 작업지침에서 상세하게 다루도록 함<br>▪ 중대재해사고 중 불발 폭약에 의한 폭발사고가 있으므로 조항의 유지는 필요함. |
| 개정 내용 | ▪ (신설) 1. 작업장소에 화약류, 파쇄재취급자 또는 관계자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>▪ (신설) 2. 발파 전후 진동 및 파손의 위험이 있거나 작업장소가 붕괴, 낙석 등의 위험이 있는 경우에 관련 전문가의 검토를 받아 발파계획을 수립하고 작업을 진행할 것<br>▪ (신설) 3. 송전탑, 레이다 무선 송수신 시설, 누설전류의 위험이 있는 장소에서 전기뇌관의 사용을 지양하고 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용할 것 |
| 개정 근거 | ▪ (1항) 안전을 위한 출입통제 필요: 발파분야 중대재해사고 원인 1순위 “비산석”에 의한 사고를 예방하기 위한 대책<br>▪ (2항) 사업주는 전문가의 검토를 받아 위험요인을 파악해야 함: “발파분야 중대재해사고 원인 2순위 “낙석 및 붕괴”에 의한 사고를 예방하기 위한 대책<br>▪ (3항) 뇌관의 선택은 경제성과 연관되므로 전문가 또는 발파작업 책임자의 의견을 검토하여 발주자 또는 상부자 결정하는 사항: 중대재해사고외 사고사례의 원인 1순위 “의도치 않은 폭발”을 예방하기 위한 대책 |

〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조(발파의 작업기준) | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (신설) 7. 수중발파 또는 고온공에서 발파하는 경우 화약류 및 파쇄기 제조업자의 자문을 받아 적합한 화약류를 선정하고 사용 방법을 준수할 것<br>▪ (신설) 8. 기폭장소는 발파장소로부터 충분히 떨어져 있어야 하며, 비석이나 낙석 등에 대한 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 할 것<br>▪ (신설) 9. 위험구역 내 모든 근로자의 대피상태를 확인한 후 기폭을 실시할 것 |
| 개정 근거 | ▪ (7항) 사업주는 화약류 제조사 및 종류를 결정할 권한이 있으므로 필요한 경우에 제조사에 지도를 요청하여 안전하게 사용되도록 함 : 미국 및 일본의 규정에서는 수중발파 및 고온공에 대한 사항이 명시되어 있음, 중대재해사고외 사고사례의 원인 1순위 "의도치 않은 폭발"을 예방하기 위한 대책<br>▪ (8항) 사업주는 발파작업책임자 또는 취급자의 안전을 위해 위험이 없는 장소를 마련해야 함: 발파분야 중대재해사고 원인 1순위 "비산석"에 의한 사고를 예방하기 위한 대책<br>▪ (9항) 안전을 위한 통제 대책: 발파분야 중대재해사고 원인 1순위 "비산석"에 의한 사고를 예방하기 위한 대책 |

〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제349조(작업중지 및 피난) | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (변경) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우 또는 화약류 인근에서 화재가 발생한 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다. |
| 개정 근거 | ▪ 화재가 발생하는 경우 진화조치를 취하려하지 말고 즉각적으로 대피하여 더 큰 피해를 방지하도록 함: 중대재해사고외 사고사례의 원인 1순위 "의도치 않은 폭발"을 예방하기 위한 대책 |



〈표 Ⅳ-1〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 주요 개정 내역 (계속)

| 3) 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) | |
|---|---|
| 개정 내용 | ▪ (변경) 9. 화약류 제조설비 → 화약류 제조·저장 설비<br>▪ (삭제) 10. 발파공에 장전된 화약류를 점화시키는 경우에 사용하는 발파기(발파공을 막는 재료로 물을 사용하거나 갱도 발파를 하는 경우는 제외한다) → 삭제 |
| 개정 근거 | ▪ (9항) 발파현장에서 화약류의 저장과 관련한 안전조치 이행이 잘 이루어지지 않고 있다는 의견을 반영하여 화약류 저장설비에 대한 문구를 추가<br>▪ (10항) 발파기는 설비에 해당하지 않는 단순 발파기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮아 본 조항의 실효성이 매우 낮음 |

〈표 Ⅳ-2〉은 〈표 Ⅳ-1〉에 서술된 개정내역을 반영한 안전보건규칙 개정(안)을 현행조항과 비교하여 정리한 것이다.

**〈표 Ⅳ-2〉 산업안전보건기준에 관한 규칙 개정(안)**

| 현행조항 | 개정(안) |
|---|---|
| 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성 등)<br>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·보존하여야 하며, 조사결과를 고려하여 별표 4의 구분에 따른 사항을 포함한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 하도록 하여야 한다.<br><br>1. 타워크레인을 설치·조립·해체하는 작업<br>2. 차량계 하역운반기계 등을 사용하는 작업(화물자동차를 사용하는 도로상의 주행작업은 제외한다. 이하 같다)<br>3. 차량계 건설기계를 사용하는 작업<br>4. 화학설비와 그 부속설비를 사용하는 작업<br>5. 제318조에 따른 전기작업(해당 전압이 50볼트를 넘거나 전기에너지가 250볼트암페어를 넘는 경우로 한정한다)<br>6. 굴착면의 높이가 2미터 이상이 되는 지반의 굴착작업(이하 "굴착작업"이라 한다)<br>7. 터널굴착작업<br>8. 교량(상부구조가 금속 또는 콘크리트로 구성되는 교량으로서 그 높이가 5미터 이상이거나 교량의 최대 지간 길이가 30미터 이상인 교량으로 한정한다)의 설치·해체 또는 변경 작업<br>9. 채석작업<br>10. 건물 등의 해체작업<br>11. 중량물의 취급작업<br>12. 궤도나 그 밖의 관련 설비의 보수·점검작업<br>13. 열차의 교환·연결 또는 분리 작업(이하 "입환작업"이라 한다)<br>② 사업주는 제1항에 따라 작성한 작업계획서의 내용을 해당 근로자에게 알려야 한다.<br>③ 사업주는 항타기나 항발기를 조립·해체·변경 또는 이동하는 작업을 하는 경우 그 작업방법과 절차를 정하여 근로자에게 주지시켜야 한다.<br>④ 사업주는 제1항제12호의 작업에 모터카(motor car), 멀티플타이탬퍼(multiple tie tamper), 밸러스트 콤팩터(ballast compactor, 철도자갈다짐기), 궤도안정기 등의 작업차량(이하 "궤도작업차량"이라 한다)을 사용하는 경우 미리 그 구간을 운행하는 열차의 운행관계자와 협의하여야 한다. 〈개정 2019. 10. 15.〉 | (신설) 14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄제를 이용한 발파작업<br><br>별표 4. 사전조사 및 작업계획서 내용<br><br>작업명: 14. 그 외 분류되지 않는 화약류 또는 파쇄제를 이용한 발파 작업<br>작업계획서 내용: 가. 발파 작업장소<br>나. 발파방법 및 순서<br>다. 화약류 및 파쇄재 취급 위해방지계획<br>라. 비산, 진동 등의 제어대책<br>마. 비산, 낙석, 붕괴에 대한 대피 및 통제 계획<br><br>〈개정 근거〉<br><br>- 기존 조항에서는 화약류와 동일한 위해요소를 갖는 파쇄제에 대한 규정이 없어 이에 대한 안전규칙이 부재<br>- 화약류 또는 파쇄제를 사용하여 발파작업을 수행함에도 기존 조항에 해당되지 않아 현장에서 안전대책을 이행하지 않아도 되는 작업이 다수 존재함. 많은 안전사고들이 발생하고 있어 조항을 추가 |

| | |
|---|---|
| 제39조(작업지휘자의 지정) ① 사업주는 제38조제1항제2호 · 제6호 · 제8호 및 제11호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 한다. 다만, 제38조제1항제2호의 작업에 대하여 작업장소에 다른 근로자가 접근할 수 없거나 한 대의 차량계 하역운반기계 등을 운전하는 작업으로서 주위에 근로자가 없어 충돌 위험이 없는 경우에는 작업지휘자를 지정하지 아니할 수 있다.<br>② 사업주는 항타기나 항발기를 조립 · 해체 · 변경 또는 이동하여 작업을 하는 경우 작업지휘자를 지정하여 지휘 · 감독하도록하여야 한다. | (변경) ① 사업주는 제38조제1항제2호 · 제6호 · 제8호 · 제11호 및 제14호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 한다. 다만, 제38조제1항제2호의 작업에 대하여 작업장소에 다른 근로자가 접근할 수 없거나 한 대의 차량계 하역운반기계 등을 운전하는 작업으로서 주위에 근로자가 없어 충돌 위험이 없는 경우에는 작업지휘자를 지정하지 아니할 수 있다. |
| 제348조(발파의 작업기준) 사업주는 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다.<br>1. 얼어붙은 다이너마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 융해되지않도록 할 것<br>2. 화약이나 폭약을 장전하는 경우에는 그 부근에서 화기를 사용하거나 흡연을 하지 않도록 할 것<br>3. 장전구(裝塡具)는 마찰 · 충격 · 정전기 등에 의한 폭발의 위험이 없는 안전한 것을 사용할 것<br>4. 발파공의 충진재료는 점토 · 모래 등 발화성 또는 인화성의 위험이 없는 재료를 사용할 것<br>5. 점화 후 장전된 화약류가 폭발하지 아니한 경우 또는 장전된 화약류의 폭발 여부를 확인하기 곤란한 경우에는 다음 각 목의 사항을 따를 것<br>가. 전기뇌관에 의한 경우에는 발파모선을 점화기에서 떼어 그 끝을 단락시켜놓는 등 재점화되지 않도록 조치하고 그 때부터 5분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것<br>나. 전기뇌관외의 것에 의한 경우에는 점화한 때부터 15분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것<br>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 | (변경 및 신설) 제348조(발파의 작업기준) 사업주는 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다.<br><br>1. 작업장소에 화약류, 파쇄재취급자 또는 관계자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>2. 발파 시 진동 등으로 인한 토사·구축물 등의 붕괴, 낙석, 등에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에는 이에 대한 대책을 수립할 것<br>3. 송전탑, 레이다 무선 송수신 시설, 누설전류의 위험이 있는 장소에서 전기뇌관의 사용을 지양하고 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용할 것<br>4. 화약이나 폭약, 파쇄재를 장약하는 경우에는 그 부근에서 화기를 사용하거나 흡연을 하지 않도록 할 것<br>5. 장약봉은 마찰, 충격, 정전기에 안전한 재료를 사용하고 장약과정에서 화약류에 충격을 가하지 않도록 할 것<br>6. 발파공의 충진재료는 점토·모래 등 발화성 또는 인화성의 위험이 없는 재료를 사용할 것<br>7. 수중발파 또는 고온공에서 발파하는 경우 화약류 및 파쇄기 제조업자의 자문을 받아 적합한 화약류를 선정하고 사용 방법을 준수할 것<br>8. 기폭장소는 발파장소로부터 충분히 떨어져 있어야 하며, 비석이나 낙석 등에 대한 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 할 것<br>9. 위험구역 내 모든 근로자의 대피상태를 확인한 후 기폭을 실시할 것<br>10. 발파 후 불발된 화약류, 파쇄재가 있는 경우에는 그 원인을 조사하여 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 한 후가 아니면 해당 장소에 사람의 접근을 금지할 것<br>11. 전기뇌관에 의한 발파의 경우 점화하기 전에 화약류를 장전한 장소로부터 30미터 이상 떨어진 안전한 장소에서 전선에 대하여 저항측정 및 도통(導通)시험을 할 것<br><br>〈주요 개정 근거〉<br>1. 얼어붙은 다이너마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 융해되지 않도록 할 것 (삭제): 다이너마 |

| | |
|---|---|
| | 이트는 최근 사용빈도가 극히 적음<br>3. 장전구(裝塡具)는 마찰 · 충격 · 정전기 등에 의한 폭발의 위험이 없는 안전한 것을 사용할 것 (삭제 및 개정): 용어와 내용을 이해하기 쉽게 변경<br>5. 점화 후 장전된 화약류가 폭발하지 아니한 경우 또는 장전된 화약류의 폭발 여부를 확인하기 곤란한 경우에는 다음 각 목의 사항을 따를 것<br>가. 전기뇌관에 의한 경우에는 발파모선을 점화기에서 떼어 그 끝을 단락시켜놓는 등 재점화되지않도록 조치하고 그 때부터 5분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것<br>나. 전기뇌관 외의 것에 의한 경우에는 점화한 때부터 15분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것 (삭제): 불발된 화약류에 대한 조치 사항은 상세한 서술이 필요하므로 본 규칙에서는 포괄적으로 규정하고 발파표준안전작업지침에서 상세하게 다루도록 함 |
| 제349조(작업중지 및 피난) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다.<br><br>② 사업주는 발파작업 시 근로자가 안전한 거리로 피난할 수 없는 경우에는 앞면과 상부를 견고하게 방호한 피난장소를 설치하여야 한다. 〈개정 2019. 1. 31.〉 | (변경) 제349조(작업중지 및 피난) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우 또는 화약류 인근에서 화재가 발생한 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다. |



| | |
|---|---|
| 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지)<br>① 사업주는 다음 각 호의 설비를 사용할 때에 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우에는 해당 설비에 대하여 확실한 방법으로 접지를 하거나, 도전성 재료를 사용하거나 가습 및 점화원이 될 우려가 없는 제전(除電)장치를 사용하는 등 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 하여야 한다.<br>9. 화약류 제조설비<br>10. 발파공에 장전된 화약류를 점화시키는 경우에 사용하는 발파기(발파공을 막는 재료로 물을 사용하거나 갱도발파를 하는 경우는 제외한다)<br>② 사업주는 인체에 대전된 정전기에 의한 화재 또는 폭발 위험이 있는 경우에는 정전기 대전방지용 안전화 착용, 제전복(除電服) 착용, 정전기 제전용구 사용 등의 조치를 하거나 작업장 바닥 등에 도전성을 갖추도록 하는 등 필요한 조치를 하여야 한다.<br>③ 생산공정상 정전기에 의한 감전 위험이 발생할 우려가 있는 경우의 조치에 관하여는 제1항과 제2항을 준용한다. | (변경) 9. 화약류 제조·저장 설비<br><br>(삭제) 10. 삭제 (발파기는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮으므로 본 조항의 실효성이 매우 낮음) |

## 2. 산업안전보건규칙 개정(안)에 대한 규제영향 분석

본 연구를 통해 제안된 산업안전보건규칙 개정(안)의 규제영향을 분석하기 위한 법적인 차원에서의 검토를 수행하였다. 규제영향 분석에는 규제영향분석근거, 기본가정, 비용편익분석을 포함하였으며, 이를 통해 국내 여건에 적합한 안전보건규칙을 제안하고자 하였다. 〈표 Ⅳ-3〉은 산업안전보건규칙 개정(안)의 개정 조항 중 규제영향분석이 필요한 조항을 정리한 것이다. 〈그림 Ⅳ-1〉은 안전보건규칙 제38조의 개정에 따른 규제영향분석서의 예시를 나타내며, 개정(안)에 따라 변경 및 신설된 모든 조항의 규제영향분석서는 부록에 첨부하였다.

**〈표 Ⅳ-3〉 산업안전보건규칙 개정(안) 중 규제영향 분석이 필요한 조항**

| 규제사무명 | 규제조문 | 유형 |
|---|---|---|
| 사전조사 및 작업계획서의 작성이 필요한 작업 추가 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 제38조 제1항 제14호 (14. 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업) | 강화 |
| 화약류 및 파쇄재 작업 시 작업지휘자 지정 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 제39조 제1항 | 강화 |
| 발파의 작업기준 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 제348조 | 강화 |
| 작업중지 및 피난 사유 추가 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 제349조 제1항 | 강화 |
| 정전기로 인한 화재 폭발 등 방지조차 설비추가 및 삭제 | 산업안전보건기준에 관한 규칙 제325조 제1항 | 강화 |



< 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 사전조사 및 작업계획서의 작성이 필요한 작업 추가 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제38조 제1항 제14호 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | ○ 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>○「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 "발파작업 기준"에 대한 개정안 마련이 필요함. | | |
| | 7.규제내용 | ○ 사업주가 근로자의 위험을 방지하기 위하여 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대해 사전조사를 하고 그 결과를 기록·보존하고, 조사결과를 고려한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 해야 하는 작업으로 "화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업"을 추가하도록 개정함 | | |
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형: 피규제자 / 건설기업<br>인원수 또는 규모: - | | |
| | 9.규제목표 | ○ 화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업에 대한 안전성을 확보함. | | |
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | 기술영향평가: 해당없음 | 경쟁영향평가: 해당없음 | 중기영향평가: 해당없음 |
| | 11. 비용편익 분석 – 정성분석 | 이번 개정은 "화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업"의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 해당 작업 등을 하기 전에 사전조사하고, 작업계획서를 작성하고, 이러한 작업계획서에 따라 작업을 하도록 하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. | | |
| | 11. 비용편익 분석 – 정량 | [별첨 자료 참조] | | |

**[그림 Ⅳ-1] 국내 안전보건규칙 개정(안)의 규제영향분석서 예시**

| | | |
|---|---|---|
| 기타 | 12. 일몰설정 여부 | 대분류 / 소분류 / 해당 여부<br>일몰설정 예외기준: 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야 하는 규제 — 미해당<br>2. 국가의 질서 유지 및 국민생명· 안전과 직접 관련된 규제 — 해당<br>3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 — 미해당<br>경제규제 여부기준: 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 — 미해당<br>5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 — 미해당<br>일몰설정 세부기준: 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 — 미해당<br>7. 한시적 목적을 위한 규제이거나 주기적인 검토가 필요한 규제 — 미해당<br>일몰설정여부: 미설정<br>일몰조문:<br>연장여부:<br>일몰유형:<br>일몰설정기간:<br>일몰주기: |
| | 13. 우선허용· 사후 규제 적용여부 | 해당 없음 |

<조문 대비표>

| 현 행 | 개 정 안 |
|---|---|
| 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성) ① <생 략><br>1. ~ 13. <생 략><br><신 설> | 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성) ① (현행과 같음)<br>1. ~ 13. (현행과 같음)<br>14. 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 |

**[그림 Ⅳ-1] 국내 안전보건규칙 개정(안)의 규제영향분석서 예시(계속)**



## Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

### 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

○ 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

○ 「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 "발파작업 기준"에 대한 개정안 마련이 필요함.

### 2. 규제 대안 검토 및 선택

#### ① 대안의 내용 및 선택 근거

○ (현행 유지안) 현행 유지로는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우, 근로자의 위험방지와 작업의 안전성 확보가 어려움.

○ (대안의 내용) 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 등의 근거 규정을 정비함.

○ (선택 근거) 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 규정을 정비함.

#### ② 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한 의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

### 3. 규제목표

○ 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보함.

## Ⅱ. 규제의 적정성

**[그림 Ⅳ-1] 국내 안전보건규칙 개정(안)의 규제영향분석서 예시**

### 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

○ "화약류 및 과채재를 이용한 발파작업"의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 해당 작업 등을 하기 전에 사전조사하고, 작업계획서를 작성하고, 이러한 작업계획서에 따라 작업을 하도록 함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

### 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

o 영향평가

- 기술규제영향평가

○ 해당 없음

- 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

**[그림 Ⅳ-1] 국내 안전보건규칙 개정(안)의 규제영향분석서 예시(계속)**



## 3. 발파표준안전작업지침 개정(안) 제언

산업안전보건법 제 13조에 의거하여 관련된 기술 및 작업환경에 대한 표준('안전작업지침')을 정하여 사업주에게 지도 권고하는 지침(위임 행정규칙)에는 다음과 같이 20가지가 있으며 9호인 산업안전·보건표준제정위원회 규정을 제외하면 직접적인 안전 환경을 위한 기술적인 지침은 19가지가 해당된다.

1. 가설공사 표준안전 작업지침
2. 가스누출감지경보기 설치에 관한 기술상의 지침
3. 감전재해 예방을 위한 기술상의 지침
4. 공작기계 안전기준 일반에 관한 기술상의 지침
5. 굴착공사 표준안전 작업지침
6. 발파 표준안전 작업지침
7. 벌목 표준안전 작업지침
8. 사무실 공기관리 지침
9. 산업안전·보건표준제정위원회 규정
10. 영상표시단말기(VDT) 취급근로자 작업관리지침
11. 운반하역 표준안전 작업지침
12. 저압산업용기계기구의 부속전기설비의 전기재해 예방을 위한 기술상의 지침
13. 정전기재해 예방을 위한 기술상의 지침
14. 제1차 금속산업 안전작업지침

15. 철강업에 있어서 수증기 폭발 및 고열물 접촉위험 방지를 위한 기술상의 지침

16. 철골공사 표준안전 작업지침

17. 추락재해방지 표준안전 작업지침

18. 콘크리트공사 표준안전 작업지침

19. 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법

20. 해체공사 표준안전 작업지침

이러한 지침은 산업안전보건법에 의해 고용노동부 장관 고시로 위임된 행정규칙이며 위 지침 중에 발파작업과 유관한 규칙에는 '굴착공사 표준안전 작업지침', '발파 표준안전 작업지침', '터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법', '해체공사 표준안전 작업지침'이 해당된다. 발파에 해당하는 지침 중 '굴착공사 표준안전 작업지침', '발파 표준안전 작업지침', '터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법'은 2023년 7월 1일자로 전부 또는 일부개정이 되었으며 이의 주요 골자를 보면 '발파 표준안전 작업지침'의 경우 '94년 제정 후 약 30년간 단 한번도 제대로 개정된 적이 없어 전부 개정을 실시하였고 주요 내용으로는 ① 2000년대 이후 생산 · 취급이 중단되어 현실성이 없는 '도화선발파' 등 낡은 규정을 삭제, ② 정전기 등에 취약한 전기발파에 비해 안전한 '비전기발파', '전자발파' 안전기준은 신설, ③ 법적 근거가 없고 그 역할도 모호한 '화공작업소' 기준은 삭제하고, 실제 공장에서 운영하는 '화약류저장소' 기준은 「총포화약법」을 준용하도록 하였다.

특히 현재 발파 기술과 정합성을 맞출 수 있는 현행화 측면에서, '도화선발파'는 불을 붙인 심지에 불꽃이 타들어 가면서 폭약이 폭발하게 하는 발파방법으로, 2000년대 이후 생산 및 취급이 중단되어 현장에서 현재는 사용되지 않으므로, 관련 내용 삭제하고, '비전기발파'는 전선(·전류) 대신 플라스틱 튜브를 사용하여 정전기나 낙뢰에 의한 폭발 위험 등의 전기적 위험성이 낮은 발파방법으로, 해당 작업 시 필요한 산업재해 예방 기술 등에 관한 표준안전 작업지침을 신설하였으며, '전자발파'는 전자적 신호를 통해 발파작업을 원격으로 제어함으로써 사고 발생위험이 가장 낮은 안전한 발파방법으로, 해당 작업 시 필요한 산업재해 예방 기술 등에 관한 표준안전 작업지침을 신설하였다.

또한, 관계 법령·규칙 등 정합성 제고하기 위해 진동 허용기준 관련, 현실과 맞지 않는 수치화된 현행 규정은 삭제하고, 「건설기술진흥법」에 따른 국토교통부 고시(건설공사 설계기준 및 표준시방서 등)를 준용(안 제5조제1항제3호)하도록 하며, 관계 법령·규칙에서는 규정하고 있지 않은 '화공작업소'를 삭제하고, '화약류저장소', '화약류취급소' 등에 관한 규정은 「총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관한 법률」 준용 및 현행화(안 제7조부터 제9조까지)하였다.

이러한 '발파 표준안전 작업지침'을 전부개정하면서 발파 관련 기술 또는 작업환경에 표준이 필요한 '터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법'을 일부개정하였고 주요 내용으로는 암질판별 및 발파허용진동치 기준, 막장구간의 조도기준을 「건설기술 진흥법」 제44조에 따라 제정된 터널 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등의 규정 인용 및 기준 일치화하고 '발파작업 표준안전 작업지침 전부개정 고시'를 인용하고, 중복 규정은 삭제하여 간소화(안 제7조부터 제12조까지)하였다. 이와 더불어 '굴착공사 표준안전 작업지침' 또한 일부개정을 고시하였고 주요 내용으로는 진동 허용기준 관련, 현실과 다르게 수치화된 현행 규정은 삭제하고, 「건설기술진흥법」에 따른 국토교통부 고시(건설공사 설계기준 및 표준시방서 등)를 준용(안 제12조 제4호 및 제5호)하고 "발파작업"에 관한 세부 규정을 모두 삭제하고, 「발파작업 표준안전 작업지침 전부개정 고시」의 내용을 준용토록 개정(안 제13조), 터널공사 관련 내용을 해당 지침에서 삭제 후 '터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법'으로 이관하였다. 아직 개정되지 않는 '해체공사 표준안전 작업지침'의 발파 작업에 대한 부분은 제6조(화약류)와 제21조(화약발파 공법), 두 개의 조항이 해당하며 본 조항에 대해서도 '발파 표준안전 작업지침'에 해당하는 부분으로 일치화가 필

요한 상황으로 보여진다. 이러한 내용들을 근거로 본 연구에서는 발파 표준안전 작업지침의 개정(안)을 〈표 Ⅳ-4〉와 같이 제언하고자 한다.

**〈표 Ⅳ-4〉 발파 표준안전 작업지침 개정(안)**

| 현행 발파 표준안전 작업지침 | 개정(안) |
|---|---|
| **제1장 총 칙**<br>**제1조(목적)** 이 고시는 「산업안전보건법」 제13조에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업주에게 지도 · 권고할 기술상의 지침을 규정함을 목적으로 한다.<br>제2조(용어의 정의) 이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 이 고시에 특별한 규정이 없으면 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령 및 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.<br>1. "화약류"란 화약, 폭약 및 화공품으로, 「총포 · 도검 · 화약류 등의 안전관리에 관한 법률」(이하 「총포화약법」이라 한다) 제2조제3항에 따른 화약류를 말한다.<br>2. "폭발"이란 맹렬한 발열반응과 충격파를 동반하는 화학반응을 말한다.<br>3. "화약"이란 추진적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」제2조제3항제1호에 따른 화약을 말한다.<br>4. "폭약"이란 파괴적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」제2조제3항제2호에 따른 폭약을 말한다.<br>5. "화공품"이란 화약 및 폭약을 사용 목적에 맞도록 섬유나 플라스틱으로 피복하거나, 통이나 관에 채우는 방법 등으로 가공한 공작물로 「총포화약법」제2조제3항제3호에 따른 화공품을 말한다.<br>6. "도폭선"이란 섬유, 플라스틱, 금속 등의 관 내부에 폭약을 삽입한 것을 말한다.<br>7. "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.<br>8. "발파모선(lead wire)"이란 발파기(blaster)와 뇌관 또는 발파회로를 연결하는 전선을 말한다. | |
| 9. "보조모선(connecting wire 또는 harness wire)"이란 뇌관과 뇌관을 연결하여 발파회로를 구성하거나, 발파회로와 발파모선을 연결하는 데 사용하는 전선을 말한다.<br>10. "뇌관"이란 화약 또는 폭약을 기폭하는 데 쓰이는 발화·발열용 금속관을 말하며, 기폭방식에 따라 전기뇌관, 비전기뇌관, 전자뇌관 등으로 구분된다.<br>11. "전기뇌관"이란 전기적(electric)으로 기폭되는 뇌관으로 통상 금속제의 관체에 기폭약(priming charge)과 첨장약(base charge)을 채워 넣은 것을 말한다.<br>12. "비전기뇌관"이란 전기의 사용 없이(non-electric) 시그널튜브에 의한 불꽃 등을 이용하여 기폭되는 뇌관을 말한다.<br>13. "전자뇌관"이란 집적회로(IC칩)에서 발생하는 전자적(electronic) 신호로 기폭되는 뇌관을 말한다.<br>14. "시그널튜브(signal tube)"란 통상 직경 약 3mm의 플라스틱 튜브 내에 얇은 층의 폭약이 코팅되어, 비전기식발파기로부터 충격을 받아 폭발하여 연결된 뇌관을 기폭시키는 화공품을 말한다.<br>15. "표면연결뇌관(surface delay connector)"이란 비전기뇌관의 시그널튜브 다발(통상 5개 내외로 구성된다)로 연결하여 동시에 기폭시키기 위해 만들어진 화공품을 말한다.<br>16. "번치커넥터(bunch connector)"란 비전기뇌관의 시그널튜브 다발(통상 20개 내외로 구성된다)로 연결하여 동시에 기폭시키기 위해 만들어진 화공품을 말한다.<br>~~17. "발파작업책임자"란 「총포화약법」 제27조에 따른 화약류관리보안책임자로서 「산업안전보건법」 제16조제1항에 따라 발파작업에 관한 업무와 그 소속 근로자를 직접 지휘·감독하는 관리감독자의 업무를 수행하는 자를 말한다.~~<br>(화약류관리보안책임자는 [총포화약법] 상 화약류의 운반, 취급 등 화약류의 안전한 사용을 위한 한정된 업무를 한정된 기간동안에 수행하는 계약직 근로자이기 때문에 일반적인 안전기준 또는 인력과 장비의 투입과 배치와 같은 주요 업무를 수행하지 않고 있고 권한도 없음)<br>제2장 화약류의 취급 등<br>제1절 발파작업 일반<br>제3조(발파작업책임자) 사업주는 화약류를 | 17"공인기관 또는 이에 상응하는 자"란 기술사법(과학기술정보통신부)에 의한 화약류관리 기술사사무소 또는 엔지니어링산업 진흥법 의한 엔지니어링 사업자 등 발파 전문기관를 말한다.<br><br>18"발파작업책임자"란 「총포화약법」 제27조에 따른 화약류관리보안책임자로서 사업장 내에서 화약류의 운반, 취급, 장약, 불발공에 대한 조치 등 화약류의 사용과 관련된 전반적인 업무에 대한 지시와 감독업무를 수행한다.<br><br>19"화약류취급자"란 화약류를 취급하는 작업자로 발파작업책임자의 지시에 따라야 한다.<br><br>20. 파쇄제"란 「총포화약법」에 따른 화약류에 속하지 않지만 수 초 이내의 급격한 화학반응으로 암반에 압력을 가하여 파괴하는 제품을 말한다.<br>제2장 화약류의 취급 등<br>제1절 발파작업 일반<br>제3조(발파작업책임자) 사업주는 화약류를 |

| | |
|---|---|
| 취급·사용하여 발파작업을 하는 경우 발파작업책임자가 「산업안전보건법 시행령」 제15조제1항에 따른 ~~관리감독자의 업무를 수행하도록 하여야 한다.~~ | 취급·사용하여 발파작업을 하는 경우 발파작업책임자가 「산업안전보건보건기준에 관한 규칙」제39조제3항에 따른 작업지휘자의 업무를 수행하도록 하여야 한다. |
| (화약류관리보안책임자는 [총포화약법] 상 화약류의 운반, 취급 등 화약류의 안전한 사용을 위한 한정된 업무를 한정된 기간 동안에 수행하는 계약직 근로자이기 때문에 일반적인 안전기준 또는 인력과 장비의 투입과 배치와 같은 주요 업무를 수행하지 않고 있고 권한도 없음) | |
| 제4조(일반 안전기준) ~~발파작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.~~ | 제4조(일반 안전기준) 사업주는 발파작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하도록 한다. |
| (주체가 발파작업책임자인지 사업주인지 불확실함) | (일반 안전기준은 사업주가 결정할 내용이므로 주체를 명확하게 해야 함) |
| 1. 발파작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 다음 각 목의 사항을 포함한 작업계획서를 작성하여 해당 근로자에게 알리고, 작업계획서에 따라 발파작업책임자가 작업을 지휘하도록 할 것<br>가. 발파 작업장소의 지형, 지질 및 지층의 상태<br>나. 발파작업 방법 및 순서(발파패턴 및 규모 등 중요사항을 포함한다)<br>다. 발파 작업장소에서 굴착기계 등의 운행경로 및 작업방법<br>라. 토사 · 구축물 등의 붕괴 및 물체가 떨어지거나 날아오는 것을 예방하기 위해 필요한 안전조치<br>마. 뇌우나 모래폭풍이 접근하고 있는 경우 화약류 취급이나 사용 등 모든 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피하는 방안<br>바. 발파공별로 시차를 두고 발파하는 지발식 발파를 할 때 비산, 진동 등의 제어대책 | |
| ~~2. 발파작업으로 인해 비산 및 토사 · 구축물 등이 붕괴하거나 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것~~ | 2. 발파작업으로 인해 토사 · 구축물 등이 붕괴하거나 비산, 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것 |
| (비산과 붕괴를 명확하게 구별함) | |
| ~~3. 화약류, 발파기재 등을 사용 및 관리, 취급, 폐기하거나, 사업장에 반입할 때에는 「총포화약법」 및 제조서의 사용지침에서 정하는 바에 따를 것~~ | 3. 발파준비 작업을 하는 장소에는 필요한 건설기계와 근로자, 관계자 이외에 출입을 금지 할 것 |
| ~~4. 화약류를 사용, 취급 및 관리하는 장소 인근에서는 화기사용, 흡연 등의 행위를 금지할 것~~ | 4. 발파작업에 필요한 천공기, 건설기계, 화약류취급자, 경계원 등을 적절하게 배치하여 작업이 체계적으로 안전하게 이루어지도록 할 것 |
| ~~5. 발파기와 발파기의 스위치 또는 비밀번호는 발파작업책임자만 취급할 수 있도록 조치하고, 발파기에 발파모선을 연결할 때는 발파작업책임자의 지휘에 따를 것~~ | 5. 파쇄제를 사용할 경우에는 파쇄제작업책임자를 지정하여 파쇄제 제조회사에서 사용방법에 대한 교육을 이수하고 작업지휘자의 임무를 수행하도록 할 것 |
| | (파쇄제는 암반을 파괴함에 있어 파괴의 메카니즘이 화약류와 큰 차이가 없어 소음, 진동, 비산의 위험이 있음에도 총포화약법상 화약류에 속하지 아니하여 유통과 사용과정에 어떠한 규제가 없어 안전의 사각지대에 있음.<br>일본과 미국는 화약류에 속하지 않는 유사한 제품이라도 산업안전 관련 규범으로 관리하고 있음) |
| ~~6. 발파를 하기 전에는 발파에 사용하는 뇌관의 수량을 파악해야 하며, 발파 후에는 폭발한 뇌관의 수량을 확인할 것~~ | |
| ~~7. 수중발파에 사용하는 뇌관의 각선(뇌관의 관체와 연결된 전기선 또는 시그널튜브를 말한다)은 수심을 고려하여 그 길이를 충분히 확보하고, 수중에서 결선(結線)하는 각선의 개소는 가능한 한 적게 할 것~~ | |
| (3,4,5,6,7호는 총포화약법에 명시되어 있고 그 상세한 기술적 내용이 이하의 조항에 기기재되어 있으므로 일반적인 안전기준으로 관한 내용으로 바꿈) | |
| 8. 도심지 발파 등 발파에 주의를 요구하는 장소에서는 실제 발파하기 전에 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토할 것 | |
| 제5조(진동 및 파손 등) ① 발파작업으로 인해 진동 및 파손 등의 우려가 있는 경우 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다. | |
| ~~1. 건물 등 구조물 및 동력선, 통신망 등 시설 인근에서 발파작업을 할 때는 주변 상태와 발파위력을 고려하여 소음과 진동을 최소화할 것~~ | 1. 동력선 및 통신망, 상수도관, 가스관과 같은 공공 서비스 시설 인근에서 발파작업을 할 때는 주변 상태와 발파위력을 고려하여 소음과 진동을 최소화할 것 |
| ~~2. 제1호에 해당하는 경우에는 그 구조물 또는 시설의 소유자, 점유자, 사용자에게 발파계획의 내용과 시기 및 통제조치를 알리고, 필요한 조치를 할 때까지 발파작업을 금지할 것~~ | 2. 제1호에 해당하는 경우에 대하여는 점유자, 사용자, 운영자 또는 소유자에게 발파계획의 내용과 시기 및 통제조치를 알리고, 필요한 조치를 할 때까지 발파작업을 금지할 것 |
| (일반인의 상식으로 인근의 주민이 발파작업에 동의할 사람은 없기 때문에 이러한 항목이 존재할 경우에 대부분 발파작업이 불가능한 지역이 될 수 있고 주민이 이 조항을 악용할 소지도 있으므로 정정이 필요함.) | (미국, 일본에서는 공공 서비스 시설물이나 구조물에 대하여는 운영자 또는 소유자에게 통지하고 안전조치를 취할 때까지 금지하고 있을 뿐 주민 또는 민간 소유의 건축물이나 구조물 등에 대하여는 피해를 방지할 수 있는 조치 (전문가에 의한 기술 검토, 시험발파)를 하고 발파를 실시할 수 있음.)<br>(공공시설물로 인한 피해가 매우 광범위 하므로 이러한 시설물에 대하여 사전조치를 강화함) |
| 3. 「건설기술진흥법」 제44조에 따라 정한 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등 관계 법령에서 정하는 진동 허용기준을 준수할 것 | |
| 4. 관계 전문가로부터 발파에 따른 진동을 | |

| | |
|---|---|
| 측정하고 분석한 기록지를 받아 확인하고 보관할 것<br>② 제1항제1호에 따라 소음과 진동을 최소화할 때는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.<br>1. 관계 전문가에게 자문을 하여 소음과 진동의 영향을 최소화할 수 있는 화약류로 결정할 것<br>2. 자유면을 가능한 한 많이 활용하여 적정한 최소저항선과 장약량을 결정할 것<br>3. 폭발음을 경감시키기 위해 토제(earth dike) 등을 쌓거나, 풍향, 풍속을 고려하고 지발 뇌관을 사용할 것<br>4. 공발현상(고압가스 분출 등 이상 현상을 말한다)을 최소화하기 위해 충분한 전색작업을 하고, 필요한 경우 보호매트 등을 사용할 것<br>5. 비전기발파의 경우 표면연결뇌관 및 번치커넥터의 기폭에 의한 소음을 최소화할 수 있는 조치를 할 것 | (모든 건축물에 대하여 사전조치를 강화하면 소수의 민원에 의하여 공공사업이 추진이 어려워지고 그로 인한 피해는 소수 민원인을 포함한 모든 거주자에 영향을 줌) |
| 제6조(발파방법의 선정) ~~작업의 내용, 작업장소의 특성, 진동, 붕괴 또는 낙하 및 파손의 영향 등과 다음 각 호의 사항을 고려하여 안전한 방법으로 발파방법을 선정해야 한다.~~<br>(발파 방법(공법)의 선정은 별도의 설계지침 또는 전문가의 의견, 발주자, 사업주 등의 선택에 의하여 결정되는 것으로 발파작업책임자의 권한이 아니기 때문에 주체를 사업주로 명확하게 할 필요가 있음)<br>1. 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<br>2. 관계 전문가에게 자문을 하여 안전성을 확보할 수 있는 화약류 사용 및 발파방법을 적용할 것<br>3. 레이다, 무선 송수신 시설이 있거나, 측정 결과 누설전류의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것<br>4. 물이 고여 있거나 지하수 용출이 있는 장소 또는 수공에 장약해야 하는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것<br>5. 온천지역 등의 고온공에서 장약해야 하는 경우 제조사에서 정한 기준에 따라 화약류를 선정할 것<br>6. 눈보라, 모래바람 등으로 인한 정전기 발생의 우려가 있는 장소 또는 우천, | 제6조(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. |



| | |
|---|---|
| 낙뢰에 의한 누설전류로 인해 폭발의 위험성이 높은 장소에서 발파작업을 하는 경우에는 전기적 위험성이 낮은 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용할 것 | |
| 제2절 화약류의 관리<br>제7조(화약류의 저장 및 운반) ~~① 건설공사, 채석장 등 발파작업 현장에서 화약류를 사용할 때는 「총포화약법」 제25조에 따른 화약류저장소로부터 매일 발파에 필요한 최소량을 화약류취급소로 운반하도록 하여야 한다.~~<br>(화약류취급소는 화약류를 저장하는 장소가 아닌 화약류를 관리(우천시 또는 즉시 작업이 안될 경우에 일시 저치)하거나 발파의 준비(공업용뇌관에 도화선 연결, 또는 흑색화약을 공내 투입하기 용이하도록 소분하는 작업, 전폭약포 제작은 안됨)에 전용되는 건물로서 현재 에먼젼계폭약과 초유폭약은 노천발파의 경우에 운반된 화약류는 별도의 준비작업없이 이미 천공된 발파장소에서 즉시 작업이 가능하므로 특별한 사정이 없는 한 화약류취급소로 운반되지 않고 바로 현장의 작업장소로 운반됨.)<br>(화약류취급소의 1일 정체량은 300kg : 대부분의 발파현장은 1일 수백~수톤의 폭약을 사용하고 있는데 화약류취급소로 운반하도록 하는 지침을 적용하면 대부분의 발파현장에서 총포화약법상 화약류취급소 정체량을 위반하도록 하는 내용으로 해석됨)<br>② 그 밖에 화약류의 저장 및 운반에 관한 구체적인 사항은 「총포화약법」에 따른다.<br>제8조(화약류취급소) 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.<br>② 화약류취급소의 운용 및 화약류 보관 등에 관해서는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 화약류취급소 이외의 장소에는 화약류를 방치 또는 보관하지 않도록 할 것<br>2. 화약류취급소 및 인근에서는 약포에 뇌관류를 삽입하거나, 삽입된 약포를 취급하지 말 것<br>3. 화약류취급소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>4. 화약류취급소에 보관한 화약류의 피탈, 도난 방지 등을 방지하기 위한 조치를 | 제7조(화약류의 저장 및 운반) ① 건설공사, 채석장 등 발파작업 현장에서 화약류를 사용할 때는 「총포화약법」 제25조에 따른 화약류저장소로부터 매일 발파에 필요한 최소량을 운반하도록 하여야 한다.<br>(현실적으로 화약류 취급소가 아닌 사용장소로 운반하도록 해야 함) |

| | |
|---|---|
| 할 것<br>5. 화약류취급소 인근에서는 흡연, 화기사용 등 화재의 위험을 초래하는 행위를 금지하고, 방화수, 방화사 및 소화기 등을 비치하여 둘 것<br>~~6. 화약류취급소에는 화약류 취급 대장을 비치하여 발파작업책임자가 화약류의 보관, 사용 및 잔류수량 등을 기록하게 할 것~~<br>7. 화약류취급소에는 화약류 취급상 필요한 안전수칙을 근로자가 보기 쉬운 곳에 게시할 것<br>③ 그 밖에 화약류취급소의 운영, 화약류 보관량 등에 관한 사항은 「총포화약법」에 따른다. | |
| 제9조(사업장 내 운반) 발파작업을 하는 사업장 내에서 화약류를 운반할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 화약류를 갱내 또는 발파장소로 운반할 때에는 정해진 포장 및 상자 등을 사용할 것<br>2. 폭약과 뇌관은 1인이 동시에 운반하지 않도록 할 것. 다만, 부득이하게 1인이 운반하는 경우 별개의 용기에 넣어 운반할 것<br>3. 화약류는 운반하는 자의 체력에 적당하도록 소량을 운반하도록 할 것<br>4. 화약류를 운반할 때에는 화기나 전선의 부근을 피하고, 던지거나, 넘어지거나, 떨어뜨리거나, 부딪히는 등 충격을 주지 않도록 주의할 것<br>5. 빈 화약류 용기 및 포장재료는 제조사에서 정한 기준에 따라 처분할 것<br>6. 전기뇌관을 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수할 것<br>가. 각선의 피복 등이 벗겨지거나 손상되지 않도록 용기에 넣을 것<br>나. 건전지 또는 전선의 피복이 벗겨진 전기기구를 휴대하지 말 것<br>다. 전등선, 동력선 기타 누전의 우려가 있는 것에 접근시키지 말 것 | 7. 화약류를 갱내 또는 지하로 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수할 것<br>가. 권양기 또는 크레인으로 운송할 경우에 권양기 또는 크레인 운전자에게 화약류가 운송되기 전에 미리 알릴 것<br><br>나. 지하에서 화약류 운송에 사용되는 트럭은 매주 전기 시스템을 점검하여 전기 위험을 구성할 수 있는 고장을 점검할 것<br><br>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<br><br>라. 화약류를 적재한 운반차나 적재용기에는 화약류 이외의 기계, 공구, 유류 등과 같이 적재하지 말 것<br><br>마. 발파책임자, 운전자, 경비원을 제외한 누구도 화약류를 운반하는 운반차에 탑승을 금지할 것<br><br>바. 뇌관과 화약류를 같은 차량이나 운송수단으로 운송하기 위한 구획은 물리적으로 분리되어야 하고 화약류가 적재용기, 와이어 등 철재류와 직접 접촉하지 않도록 조치할 것<br>(도심지 건축물 터파기 공사 또는 대심도 터널, 광산 등에서는 수십~수백m 지하로 화약을 운송하고 있으나 현재까지 안전운반에 대한 지침이 부재하여 현장에서 위험한 방법으로 운송되고 있어 지침 마련이 필요함)<br>(미국에서 적용하는 관련지침에 준하여 작성함) |
| 제3절 화약류의 취급 및 검사<br>제10조(화약류의 취급) 화약류의 사용장소에서 화약류를 취급할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 「총포화약법」 제5조(같은 조 제4호 제외), 제13조제1항제2호부터 제7호까지, 제19조에 해당하는 자의 화약류의 취급을 금지할 것<br>2. 화약류는 두드리거나, 던지거나, 떨어뜨리는 등 충격을 주지 않도록 항상 주의할 것<br>3. 화기의 사용 또는 불꽃을 발생시키는 작업을 하는 장소의 부근이나 누전의 위험이 있는 장소에서는 화약류를 취급하지 말 것<br>4. 화약류가 들어있는 상자를 열 때는 철제기구 등으로 두드리거나 충격을 주어 억지로 열지 말 것<br>5. 화약류를 수납하는 용기는 나무 기타 전기의 부도체로 만든 견고한 구조로 하고 내부에는 철재류가 드러나지 않도록 할 것<br>6. 방수 처리를 하지 않은 화약류는 습기가 있는 곳에 두지 말 것<br>7. 폭약과 뇌관은 각각 다른 용기에 수납할 것<br>8. 굳어진 폭약은 부드럽게 하여 사용할 것<br>9. 발파작업 현장에는 여분의 화약류를 들고 들어가지 말 것<br>10. 사용하고 남은 화약류는 신속하게 화약류취급소로 운반하여 보관할 것<br>11. 화약류 취급 중에는 항시 도난 및 피탈에 주의하고 과부족이 발생하지 않도록 유의할 것<br>12. 전기뇌관은 전지, 전선, 기타 전기설비, 레일, 철재류, 전등선, 동력선 또는 휴대전화 등 누전의 우려가 있는 물체에 닿지 않도록 할 것<br>13. 비전기뇌관을 취급하는 경우 시그널튜브가 장기간 햇볕에 노출되어 변형이 일어나지 않도록 화약류취급소에 보관하거나 열을 차단할 수 있는 재료로 덮는 등의 조치를 할 것<br>제11조(화약류의 검사) 화약류를 사용하기 전에는 다음 각 호의 사항에 따라 불량품을 점검 또는 검사하여야 한다.<br>1. 굳어지기 쉽고, 굳어지면 불발과 잔류를 발생하거나 폭력이 약해질 우려가 있는 질산암모늄(NH4NO3)을 많이 포함한 폭약 중 딱딱해진 것은 부드럽게 풀어 관리할 것<br>2. 흡습 또는 이상 경화로 인해 성능의 변 | 14. 화재가 발생하여 화약류와 접촉할 위험이 있는 곳에서는 화재를 진압하지 않고 주변의 모든 인원을 안전한 구역으로 대피하도록 할 것<br>(응급상황에 대한 조치 사항 부재)<br><br>15. 화약류 취급 중에 뇌우가 접근하거나 낙뢰가 발생할 위험이 있는 동안 모든 작업을 중단하고 안전한 구역으로 대피할 것<br>(응급상황에 대한 조치 사항 부재)<br><br>16. 노천에서 발파 작업은 가능한 일출과 일몰 사이에 수행할 것<br>(어두운 장소에서 발파하면 통제상황을 인지하기 어렵고 발파 비산이 있는 경우 위험을 감지하기 어려우므로 일출과 일몰사이에 수행함을 원칙으로 하되 발파 준비작업이 여건과 상항에 따라서 예상보다 늦어질 수 있는데 무리하게 서둘러 작업하다 오류에 의해 사고 위험이 더 커질 수 있으므로 탄력적으로 적용할 필요도 있다.) |

| | |
|---|---|
| 화가 우려되는 화약류(이하 “불량 화약류”라 한다)는 사용하지 말 것<br>3. 폭약의 양 끝이 유연하게 되어 있는지, 액체가 흘러내리지 않았는지 등을 확인하여 흡습으로 인한 불량 화약류 여부를 확인할 것<br>4. 불량 화약류는 쉽게 알아볼 수 있도록 표시하고, 제조사에서 정한 안전한 방법으로 처리할 것<br>5. 전기뇌관을 사용하는 경우에는 각선의 상처, 도통의 유무 또는 전기저항을 확인할 것<br>6. 전기뇌관을 사용하는 경우 0.01A 이하의 전류를 가진 도통시험기로 도통 유무를 측정하고 검사를 마친 전기뇌관의 양단은 반드시 단락(短絡)하여 둘 것<br>7. 비전기뇌관을 사용하는 경우에는 시그널 튜브의 상처, 뇌관 관체의 손상 등의 이상 여부를 육안으로 확인할 것<br>8. 도폭선을 사용하는 경우에는 흡습, 피복의 상처, 헐거움 등의 이상 여부를 확인할 것<br>9. 전자뇌관을 사용하는 경우에는 회로점검기(테스터기)로 뇌관 ID 및 통신 상태를 점검하여 이상 여부를 확인할 것<br><br>제3장 천공 및 장약<br>제12조(천공) 천공작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.<br>1. 발파공의 크기는 사용할 화약류의 직경보다 클 것<br>2. 1차 발파된 지역에서 천공작업을 하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것<br>가. 전 지역에 폭파되지 않은 화약의 유무를 세밀히 조사하여 확인될 때까지 천공하지 말 것<br>나. 가목에 따른 확인 결과 화약류를 발견하지 못하였다 하더라도 천공구멍에 천공기, 곡괭이 또는 금속재 봉 등을 삽입하지 말 것<br>다. 불발된 발파공에서부터 15m 이내에서는 동력 기계를 이용한 천공작업을 금지할 것<br>3. 천공작업과 장약작업은 같은 작업장소에서 병행하지 않아야 하고, 작업장소 간에 충분한 안전거리를 확보할 것<br>4. 천공작업으로 인해 발생하는 먼지는 가능한 한 물을 뿌리는 등 습식으로 제거할 것 | 5. 천공작업 중 단부에서 근로자가 추락할 우려가 있을 때에는 위험구역에 진입하지 |



| | |
|---|---|
| 5. ~~천공작업 중 근로자가 추락할 우려가 있는 때에는 작업발판을 설치하고 안전대를 착용토록 하는 등의 방법으로 추락 방지 조치를 할 것~~<br>(암반위에서 천공하는 작업장은 요철이 매우 심하여 작업발판의 설치가 오히려 위험하고 안전대를 착용하여도 천공기가 계속해서 불규칙적으로 이동해야 하므로 고리를 연결할 수 없음)<br>6. 오거 및 천공기가 작동할 때는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것<br>7. 천공기를 이동할 때는 드릴 등 작업공구류는 안전한 위치에 두어야 하며, 송전선 아래나 그 주위로 이동할 때는 특히 주의할 것<br>8. 천공작업을 하는 때에는 회전체에 끼이지 않도록 주의할 것<br><br>(이하 변경 사항 없음) | 않도록 임시로 펜스 등을 설치하여 추락 방지 조치를 할 것<br>(사고 사례에 경사면 단부에서 추락사고 있음) |

# V. 결론

# V. 결론

각종 토목 및 자원개발 공사에서 주요 굴착공법으로 활용되고 있는 발파공법은 화약을 이용하여 폭발압에 의해 암반 및 토사를 굴착하는 방법으로 국내 화약류에 대한 전반적인 관리와 발파작업에 대한 규정은 총포·도검·화약류 등 단속법에 의하여 관리되고 있으나, 세부적인 취급과 사용법에 대한 지침은 산업안전보건법에 의거하여 발파작업 표준안전작업지침에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 저장, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업자에게 지도·권고하고 있다.

또한 발파 및 터널작업과 관련된 안전기준들은 안전보건규칙 뿐만 아니라 공사작업과 관련된 여러 기관(정부부처, 발주처, 관리기관 등)에서 별도로 제정하고 있는 기준들을 만족시켜야 하며, 각각의 법과 기준들은 각기 개정과 보완을 거쳐 서로 다른 내용들을 명시하고 있는 경우가 많아 사업장에서 안전관리기준을 이행하는데 애로사항이 되고 있다

본 연구는 발파 및 터널작업(본 연구에서는 '터널 발파굴착' 작업에 한정함)의 산재예방에 관한 안전기준을 규정하고 있는 안전보건규칙의 실효적 작동을 위한 개정안을 마련하기 위하여 수행되었다. 산업안전보건기준에 대한 규칙(이하 안전보건규칙 이라 함) 제348~349조, 제350조~368조에는 발파 및 터널작업의 산재예방에 관한 구체적인 안전기준이 규정되어 있으나, 오랫동안 개정이 이루어지지 않아 현실을 반영하지 못하는 규정이 일부 있으며, 필요한 안전기준이 미비하여 사업장에서 해당 규정을 이행하는데 어려움이 있었다.

이에 그동안 기술·환경의 변화로 현실에 맞지 않는 불합리한 규정은 폐지·개선하거나, 작동성이 낮은 규정들을 국내 작업현장 여건에 맞도록 수정·보완하는 것을 목표로 한다. 이를 위하여 국내외에서 제정되어있는 법령, 정책, 제도의 통합적인 비교·검토를 수행하였으며, 이를 통해 국내 안전보건규칙에 보완이 필요한 부분을 도출하여 안전보건규칙 개정(안)에 반영하였다.

발파 및 터널 작업에서의 안전과 관련한 국내 환경변화를 적극 반영하기 위하여 최근 10년간 건설업 산업재해 통계와 발파 및 터널작업 관련 중대재해 조사의견서, 사회적 이슈 사고 국토부 사고조사위 조사 결과보고서 등을 상세히 분석하였으며, 이를 통해 안전보건규칙을 현실화하기 위한 개선방안을 도출하고자 하였다. 안전보건규칙이 실제 현장에서 제대로 작동할 수 있도록 현장 관계자의 의견을 반영할 필요가 있다고 판단하였으며, 이를 위하여 건설공사 이해당사자의 의견수렴을 위한 심층면접을 수행하여 안전보건규칙 개정(안)에 반영하고자 하였다.

안전보건규칙 개정안의 규제영향을 분석하기 위한 법적차원에서의 다각도의 분석을 수행하였다. 규제영향분석 근거와 기본가정, 비용편인 분석 등을 포함하여 개정안의 법·기술적 분석을 통해 국내 여건에 적합한 안전보건규칙을 제안하였다.

본 과제를 통해 도출된 안전보건규칙 개정안의 적용으로 국내외 발파 및 터널작업 관련 최신 법제도의 도입으로 세계 수준의 안전보건규칙을 마련할 수 있을 것으로 기대되며, 국내 작업여건에 적합한 실효성 있는 안전보건규칙의 마련으로 발파를 적용한 각종 터널 및 공사현장에서의 안전사고 저감에 기여할 수 있을 것으로 판단된다. 또한 국내 환경변화 및 작업여건이 반영된 안전보건 규칙의 개정으로 발파 및 터널현장에서의 발주, 설계, 시공 단계별 효율적인 안전사고 예방대책 마련에 기여할 수 있을 것으로 기대한다. 다만, 본 연구에서는 터널 작업 중 '터널 발파굴착' 작업으로만 한정하여 안전기준 정비를 수행한 만큼, 향후 발파작업 이외의 터널 작업과 관련된 안전기준 정비는 후속연구가 필요할 것으로 판단된다.

# 참고문헌


고용노동부. 산업안전보건기준에 관한 규칙. 2023.

고용노동부. 발파 표준안전 작업지침 고시(고용노동부 고시 제2023-34호). 2023.

고용노동부. 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법 고시(고용노동부 고시 제2023-36호). 2023.

고용노동부. 굴착공사 표준안전 작업지침 고시(고용노동부 고시 제2023-35호). 2023.

강추원, 박현식, 김영석, 국내 송전계통별 미주전류에 의한 전기뇌관의 안전성 분석, 터널과 지하공간, 2023, 15(4), pp. 296-304,

Occupational Safety and Health Administration (United states). Occupational safety and health standards: Safety and Health Regulations for Construction (1926 Subpart U – Blasting and the Use of Explosives). 2023.

Health and Safety Executive (UK). The construction (design and management) regulations. 2015.

Japan International Cooperation Agency. The guidance for the management of safety for construction works in Japanese ODA projects. 2014.

Subsidiary Legislation Supplement (Singapore). Workplace safety and health act: Workplace safety and health (abrasive blasting) regulations. 2008.

# Abstract

## Improvement of Safety Standards for Blasting and Tunneling operations


### Objectives

The purpose of this study is to suggest amendments for the effective operation of safety and health regulations that stipulate safety standards for the prevention of industrial accidents in blasting and tunneling works. Because the regulations on Occupational Safety and Health Standards have not been revised for a long time, the regulations do not meet the requirements in site, and it is reported that it is difficult to implement the regulations at workplaces due to various deficiencies. Therefore, this study aims to abolish or improve unreasonable regulations that do not fit reality due to changes in the technology environment, or to modify low-operability regulations considering domestic conditions in blasting and tunneling workplaces.

### Method

In this study, domestic and foreign laws and regulations related to safety standards for blasting and tunneling works were analyzed. Based on the analysis, we tried to derive improvements in safety standards. In addition, the major accidents that occurred in domestic blasting and tunneling sites over the past decade were collected and analyzed.

Based on the survey for the accidents, we derived the step-by-step risk factors, prevention methods for blasting and tunneling sites.

## Results

By comparing domestic laws and standards related to blasting and tunneling works with foreign ones, the improvement measures were prepared. The results indicated that additional standards for other blasting materials which is not classified into explosives, electric blasting, underwater blasting, storage facilities for explosives. These contents have been added in the revised safety standards draft. Also, the results of investigating the major accidents indicated that the flyrocks, rockfalls, unpredictable explosions were analyzed as major causes of accidents in blasting and tunneling sites. The revised safety standard draft was prepared to include the prevention methods for each risk factors. Finally, the supplements such as specific explanations, figures, tables for blasting standard work guidelines were prepared to enhance the understading of the guidelines, and to improve the accessibility of them to field workers.

## Conclusion

This study attempted to derive the direction of improvement of the standards related to domestic blasting and tunnel work. Improvements were derived through comparison of domestic and foreign laws, analysis of cases of major domestic accidents, and field surveys. Based on the results, the revision (draft) of the Occupational Safety and Health Regulations No. 38, 348-349 and 325 and the standard blasting safety work guidelines were proposed. In the case of safety work guidelines related to blasting and tunnel work in Korea, it has been reported that its operability is very low because it has not been revised for a long time. It is expected that the results of this study can contribute to the reduction of various industrial accidents and casualties that occur during domestic blasting and tunnel works.

## Key words

Safety standards, Blasting, Tunneling

# 부록 Ⅰ. 규제영향평가서

# 산업안전보건기준에 대한 규칙

<목 차>

1. 사전조사 및 작업계획서의 작성이 필요한 작업 추가
2. 화약류 및 파쇄재 작업시 작업지휘자 지정
3. 발파의 작업기준 삭제 및 추가
4. 작업중지 및 피난 사유 추가
5. 정전기로 인한 화재 폭발 등 방지조치 설비추가 및 삭제

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 소관부처 및 작성자 인적사항 | 소관부처 | | 작성자 | 이름 | |
| | 담당부서(과) | | | 직급 | |
| | 국장 | | | 연락처 | |
| | 과장 | | | 이메일 | |

2023. 09. 00. 작성

정 책 책 임 자 직 위　　성 명 (서 명)

< 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 사전조사 및 작업계획서의 작성이 필요한 작업 추가 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제38조 제1항 제14호 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고「발파 표준안전 작업지침」,『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 "발파작업 기준"에 대한 개정안 마련이 필요함. | | |
| | 7.규제내용 | 사업주가 근로자의 위험을 방지하기 위하여 해당 작업, 작업장의 지형 · 지반 및 지층 상태 등에 대해 사전조사를 하고 그 결과를 기록 · 보존하고, 조사결과를 고려한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 해야 하는 작업으로 "화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업"을 추가하도록 개정함 | | |
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형: 피규제자 — 건설기업<br>인원수 또는 규모: - | | |
| | 9.규제목표 | 화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업에 대한 안전성을 확보함. | | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | | 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| | | | 해당없음 | 해당없음 | 해당없음 |
| | 11. 비용 편익 분석 | 정성 분석 | 이번 개정은 “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 해당 작업 등을 하기 전에 사전조사하고, 작업계획서를 작성하고, 이러한 작업계획서에 따라 작업을 하도록 하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. | | |
| | | 정량 분석 | [별첨 자료 참조] | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기타 | 12.일몰설정 여부 | 대분류 | 소분류 | |
| | | 일몰설정 예외기준 | 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야하는 규제 | 미해당 |
| | | | 2. 국가의 질서 유지 및 국민생명·안전과 직접 관련된 규제 | 해당 |
| | | | 3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 | 미해당 |
| | | 경제규제 여부기준 | 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 | 미해당 |
| | | | 5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 | 미해당 |
| | | 일몰설정 세부기준 | 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 | 미해당 |
| | | | 7. 한시적 목적을 위한 규제이거나 주기적인 검토가 필요한 규제 | 미해당 |

| 일몰설정여부 | 일몰조문 | 연장여부 |
|---|---|---|
| 미설정 | | |
| 일몰유형 | 일몰설정기간 | 일몰주기 |
| | | |

| | | |
|---|---|---|
| 기타 | 13.우선허용 사후 규제 적용여부 | 해당 없음 |



## 〈조문 대비표〉

| 현 행 | 개 정 안 |
|---|---|
| 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성) ① 〈생 략〉<br>1. ~ 13. 〈생 략〉<br>〈신 설〉 | 제38조(사전조사 및 작업계획서의 작성) ① (현행과 같음)<br>1. ~ 13. (현행과 같음)<br>14. 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 |

# Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

## 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 "발파작업 기준"에 대한 개정안 마련이 필요함.

## 2. 규제 대안 검토 및 선택

### 1) 대안의 내용 및 선택 근거

(현행 유지안) 현행 유지로는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우, 근로자의 위험방지와 작업의 안전성 확보가 어려움.

(대안의 내용) 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 등의 근거 규정을 정비함.

(선택 근거) 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 규정을 정비함.



### 2) 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한 의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

## 3. 규제목표

화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보함.

# Ⅱ. 규제의 적정성

## 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

"화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업"의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 해당 작업 등을 하기 전에 사전조사하고, 작업계획서를 작성하고, 이러한 작업계획서에 따라 작업을 하도록 함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

## 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

1) 영향평가

① 기술규제영향평가

- 해당 없음

② 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

③ 중기영향평가

- 해당 없음

2) 기타 고려사항

① 시장유인적 규제설계

- 해당 없음

② 일몰설정 여부

- 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위해 일몰설정은 불필요함.

## 3. 해외 및 유사입법사례

1) 해외사례



- 일본노동안전보건규칙에서는 발파작업에 필요한 모든 안전조치를 설명하고, 위험분석 및 대책, 화약류의 운송, 보관, 사용 및 폐기에 대한 안전조치, 경계원 배치 등을 포함하는 발파안전계획을 준비하도록 규정하고 있음.

2) 타법사례

- 해양환경관리법에서는 선박소유자로 하여금 기름 또는 유해액체물질이 해양에 배출되는 경우에 취하여야 하는 조치사항에 대한 내용을 포함하는 기름 및 유해액체물질의 해양오염비상계획서(선박해양오염비상계획서)를 사전에 작성하여 해양경찰청장의 검인을 받은 후 이를 선박에 비치하고, 선박해양오염비상계획서에 따라 조치하도록 의무화하고 있음.

# Ⅲ. 규제의 실효성

## 1. 규제의 순응도

① 피규제자 준수 가능성

- 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보할 수 있기 때문에 피규제자 입장에서는 규제준수가 수월할 것으로 판단됨.

- 이에 따라 건설기업은 이에 대하여 자발적으로 기준을 준수할 것으로 예상됨.

## 2. 규제의 집행가능성

① 행정적 집행가능성

- 건설기업에서 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 하는 사항으로 추가인력 소요 없이 행정적 집행이 가능함.

② 재정적 집행가능성

- 건설기업에서 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업 등에 대한 사전조사와 작업계획서의 작성 및 그 계획에 따라 작업하도록 하는 사항으로 추가적인 정부재정이 반영되는 사업이 아니므로 예산 소요 없이 재정적 집행이 가능함.

# Ⅳ. 추진계획 및 종합결론

## 1. 추진 경과

- **신규 규제 관련 건설기업 의견조사**

## 2. 향후 평가계획

- 재검토기한 설정하여 3년마다 타당성 검토

## 3. 종합결론

- 사업주가 근로자의 위험을 방지하기 위하여 해당 작업, 작업장의 지형·지반 및 지층 상태 등에 대해 사전조사를 하고 그 결과를 기록·보존하고, 조사결과를 고려한 작업계획서를 작성하고 그 계획에 따라 작업을 해야 하는 작업으로 “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”을 추가하도록 개정이 필요함.

# 별 첨 비용편익분석 상세내역

## 1. 화약류관련 비용

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 행정부담 | 인건비 | | | | | | |
| | 기타 | | | | | | |
| 노동 | | 연간인원 | 연간투입시간 | 시간당급료 | 피규제자수 | | 연간투입시간 : 계획서작성 시간 |
| | | 1 | 1 | 23,230 | 145 | 3,368,316 | 피규제자수 광업현장수 |
| 교육훈련 | 교육훈련 | | | | | 0 | |
| | 교육훈련참여기회비용 | 교육대상수 | 연간횟수 | 수강료+비용 | 피규제자수 | | |
| | | | | | | | |
| 외부서비스 | 자문서비스 | 외부전문가 활동비 | 전문가수 | 연간자문횟수 | 피규제자수 | | |
| | | 1,000,000 | 3 | 1 | 145 | 435,000,000 | 발파, 토질, 구조관련 전문가 (관련법상 화약류허가기간 1년) |
| | 자문외 서비스 | | | | | | |
| 설비 | | | | | | | |
| 원재료 | 원재료 구매 | | | | | | |
| | 원재료 폐기 | | | | | | |
| 운영 | 임차료 | | | | | | |
| | 설계유지보수 | | | | | | |
| | 사무용품 구입 | 단가 | 피규제자수 | 연간구입개수 | | | |
| | | 100,000 | 145 | 1 | | 14,500,000 | |
| | 전기요금 | | | | | | |
| | 교통비 | | | | | | |
| | 보험료 | | | | | | |
| 합계 | | | | | | 452,868,316 | |

행정안전부 공공데이터포털
(고용노동부-사업체노동력조사)

평균시간당임금 23,230

## 2. 화약류관련 편익

| 재해 1인당 손실비용 | |
|---|---|
| 총비용 | 사망 산업재해 605,000,000 원<br>사망 외 산업재해 80,000,000 원 |

◆ 신영철 외, 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식, 산업안전보건연구원, P95, 2022

화약류 관련 법령개정으로 인한 편익계산

◆건설현장은 개정법령사항을 타 법령에 따라서 이미 이행 중임

◆광업현장이 개정법령사항을 이행 할 경우에 현재의 건설현장 수준으로 감소할 것으로 추정하여 계산함

| | 현재 재해율 | 미래 재해율 | 사업장의 수 | 현재 재해자 | 미래 재해자 | 감소한 재해자 | 재해자 감소로 인한 편익 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 건설 사망 | 0.12% | 0.12% | 1,035 | 1.22 | 1.22 | - | - |
| 건설 부상 | 0.07% | 0.07% | 1,035 | 0.71 | 0.71 | - | - |
| 광업 사망 | 0.97% | 0.12% | 145 | 1.40 | 0.17 | 1.23 | 743,489,676 |
| 광업 부상 | 0.76% | 0.07% | 145 | 1.10 | 0.10 | 1.00 | 80,015,733 |
| 합계 | | | | | | | 823,505,408 |

## 3. 파쇄재관련 비용

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 행정부담 | 인건비 | 해당없음 | | | | | |
| | 기타 | | | | | | |
| 노동 | | 연간인원 | 연간투입시간 | 시간당급료 | 피규제자수 | | 연간투입시간 : 계획서작성 시간 |
| | | 1 | 1 | 23,230 | 18 | 418,136 | 피규제자수= 파쇄재사용현장수 |
| 교육훈련 | 교육훈련 | | | | | 0 | |
| | 교육훈련참여기회비용 | 교육대상수 | 연간횟수 | 수강료+비용 | 피규제자수 | | 파쇄재 사용관련 교육(1일 8시간 기준) |
| | | 1 | 1 | 185,838 | 18 | 3,345,086 | 수강료0원+ 비용(8시간인건비) |
| 외부서비스 | 자문서비스 | 외부전문가 활용비 | 전문가수 | 연간자문횟수 | 피규제자수 | | |
| | | 1,000,000 | 3 | 1 | 18 | 54,000,000 | 발파, 토질, 구조관련 전문가 |
| | 자문외 서비스 | | | | | | |
| 설비 | | 해당없음 | | | | | |
| 원재료 | 원재료 구매 | 해당없음 | | | | | |
| | 원재료 폐기 | | | | | | |
| 유영 | 임차료 | 해당없음 | | | | | |
| | 설계유지보수 | 해당없음 | | | | | |
| | 사무용품 구입 | 단가 | 피규제자수 | 연간구입개수 | | | |
| | | 100,000 | 18 | 1 | | 1,800,000 | |
| | 전기요금 | 해당없음 | | | | | |
| | 교통비 | 해당없음 | | | | | |
| | 보험료 | 해당없음 | | | | | |
| 합계 | | | | | | 59,563,222 | |

| | |
|---|---|
| 행정안전부 공공데이터포털 (고용노동부-사업체노동력조사) | |
| 평균시간당임금 | 23,230 |

## 4. 파쇄재관련 편익

| | |
|---|---|
| 재해 1인당 손실비용 | |
| 총비용 | 사망 산업재해 605,000,000 원<br>사망 외 산업재해 80,000,000 원 |

◆ 신영철 외, 산업안전보건법의 화학물질 규제에 따른 사회경제성 분석 방식, 산업안전보건연구원, P95, 2022

화약류 관련 법령개정으로 인한 편익계산

◆건설현장에서 파쇄재가 사용중이지만 관련법령이 없어 사고율이 현재의 광업현장의 재해율 수준으로 예측됨

◆파쇄재에 대한 법령을 이행 할 경우에 현재의 건설현장 수준으로 감소할 것으로 추정하여 계산함

| | 현재 재해율 (파쇄재 법령부재, 광업 재해율 적용) | 미래 재해율 | 사업장의 수 | 현재 재해자 | 미래 재해자 | 감소한 재해자 | 재해자 감소로 인한 편익 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 건설 사망 | 0.97% | 0.12% | 18 | 0.17 | 0.02 | 0.15 | 92,295,270 |
| 건설 부상 | 0.76% | 0.07% | 18 | 0.14 | 0.01 | 0.12 | 9,932,987 |
| 합계 | | | | | | | 102,228,258 |

## 5. 발파관련 사고집계표(2013~2022)

발파관련 사고집계표(2013~2022)

| | 사망자 | 부상자 | 비고 |
|---|---|---|---|
| 광업사업장 (중대재해) | 6 | 1 | |
| 건설업사업자 (중대재해) | 10 | 1 | |
| 광업사업장(일반재해+22년도) | 8 | 10 | |
| 건설사업장(일반재해+22년도) | 2 | 6 | |
| 합계 사고재해자(건설) | 12 | 7 | |
| 합계 사고재해자(광업) | 14 | 11 | |
| 연평균 사고재해자(건설) | 1.2 | 0.7 | |
| 연평균 사고재해자(광업) | 1.4 | 1.1 | |

화약류 발파작업 관련 재해사망율(중대재해기준)

| 구분 | 연간사용장소 | 연평균 사망자 | 연평균 부상자 | 연간 사망발생률 | 연간 부상자발생률 |
|---|---|---|---|---|---|
| 건설발파 | 1,017 | 1.2 | 0.7 | 0.118% | 0.069% |
| 광업발파 | 145 | 1.4 | 1.1 | 0.966% | 0.759% |

건설현장은 건설관련법령과 설계지침에 이미 개정안과 유사한 기준으로 관리하도록 하고 있어 사고율이 광업 현장보다 낮음

광업 현장은 업체가 주로 영세하여 사고사례를 분석한 결과 기존의 산업안전관련 규범조차 이행하지 않고 있어 재해발생율이 높음

따라서 사업주의 책임사항을 구체화 하도록 법령을 개정하여 안전과 관련된 규칙이 실제 이행되도록 하여 사고율을 줄여 비용을 감소하도록 함

파쇄재 발파작업 관련 재해사망 예측(중대재해기준)

| 구분 | 연간사용장소 | 연간 사망자발생 | 연간 부상자발생 예상 | 비고 |
|---|---|---|---|---|
| 건설현장 기준으로 계산 | 18 | 0.02 | 0.01 | 파쇄재에 대한 규범을 제정하고 이행하면 사고율이 광업현장 수준에서 건설현장 수준으로 낮아질 것으로 예측됨 |
| 광업현장 기준으로 계산 | 18 | 0.17 | 0.14 | |

파쇄재 사용량은 인구집중과 도시화, 노후된 도시 재생사업 등으로 도심지 공사가 증가하여 발파 민원발생이 증가하고 있어 미진동발파 지역에서 사용량이 증가하는 추세에 있지만 아직은 사용장소가 극히 작기 때문에 사고 집계를 할 수 없으나 파쇄재 작업에 대한 법령이나 규칙이 현재는 부재하다는 점을 고려하면 법령과 규칙의 이행율이 현저히 낮은 광업현장과 재해발생비율이 비슷할 것으로 예상된다. 따라서 앞으로 파쇄재 사용장소가 증가하면 사고가 증가할 가능성이 높기 때문에 화약류 발파기준에 준하는 규제를 적용하여 재해발생율을 화약류 수준으로 관리해야 한다.



## 6. 행정안전부 공공데이터포털 경찰청 화약류 관리 현황

행정안전부 공공데이터포털
경찰청-화약류 관리 현황

| 연도 | 건설(개소) | 광업(개소) | 비고 |
|---|---|---|---|
| 2021 | 916 | 148 | |
| 2020 | 916 | 148 | |
| 2019 | 916 | 148 | |
| 2018 | 1,004 | 148 | |
| 2017 | 1,019 | 148 | |
| 2016 | 1,124 | 140 | |
| 2015 | 1,198 | 140 | |
| 2014 | 1,010 | 141 | |
| 2013 | 1,046 | 142 | |
| 평균 | 1,017 | 145 | |
| 전체평균 | 1161 | | |

연간 산업용화약류 매출 (업체제공 및 추정)

| 구분 | 매출액 | | 비고 |
|---|---|---|---|
| A사 | 61,800,000,000 | 원 | 터널+노천 (5:5추정) |
| B사 | 144,100,000,000 | 원 | 터널+노천 (5:5추정) |
| 합계 | 205,900,000,000 | 원 | 건설+광업 |
| 건설현장추정 | 102,950,000,000 | 원 | 건설 |

연간 비화약 파쇄재 매출 (업체제공 및 추정)

| 구분 | 매출액 | | 비고 |
|---|---|---|---|
| C사 | 925,100,000 | 원 | 국내제조(매출액) |
| D사 | 925,100,000 | 원 | 해외수입(추정) |
| 합계 | 1,850,200,000 | 원 | 건설현장발파 |

파쇄재 사용비중의 추정

파쇄재 사용비중 = 연간 파쇄재 매출 ÷ 연간 건설현장 화약류 매출

= 1.797%

파쇄제 사용현장 = 파쇄재 사용비중 × 건설현장화약사용장소(평균)

= 18 개소 (건설현장)

## < 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 화약류 및 파쇄재 작업시 작업지휘자 지정 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제39조 제1항 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고「발파 표준안전 작업지침」,『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 "발파작업 기준"에 대한 개정안 마련이 필요함. | | |
| | 7.규제내용 | 사업주가 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 및 파쇄재를 사용하는 발파작업 전반에 대하여 "작업지휘자의 지정"을 추가하도록 개정함 | | |
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형: 피규제자 / 건설기업 | 인원수 또는 규모: - | |
| | 9.규제목표 | 화약류 및 파쇄재를 사용한 발파작업에 대한 안전성을 확보함. | | |
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | 기술영향평가: 해당없음 | 경쟁영향평가: 해당없음 | 중기영향평가: 해당없음 |
| | 11. 비용편익 분석 (정성분석) | 이번 개정은 "화약류 및 파쇄재를 사용한 발파작업"의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 작업지휘자를 지정하여 화약류와 파쇄제의 운반, 취급, 장약, 기폭, 불발공의 처리 등 작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. | | |
| 기타 | 12.일몰설정 여부 | | | |

| 대분류 | 소분류 | |
|---|---|---|
| 일몰설정 예외기준 | 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야하는 규제 | 미해당 |
| | 2. 국가의 질서 유지 및 국민생명·안전과 직접 관련된 규제 | 해당 |
| | 3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 | 미해당 |
| 경제규제 여부기준 | 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 | 미해당 |
| | 5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 | 미해당 |
| 일몰설정 세부기준 | 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 | 미해당 |
| | 7. 한시적 목적을 위한 규제이거나 주기적인 검토가 필요한 규제 | 미해당 |

| 일몰설정여부 | 일몰조문 | 연장여부 |
|---|---|---|
| 미설정 | | |
| 일몰유형 | 일몰설정기간 | 일몰주기 |
| | | |

| | |
|---|---|
| 13.우선허용·사후 규제 적용여부 | 해당 없음 |

〈조문 대비표〉

| 현 행 | 개 정 안 |
|---|---|
| 제39조(작업지휘자의 지정) ① 사업주는 제38조제1항제2호 · 제6호 · 제8호 및 제11호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 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. | 제39조(작업지휘자의 지정) ① 사업주는 제38조제1항제2호 · 제6호 · 제8호·제11호 및 제14호의 작업계획서를 작성한 경우 작업지휘자를 지정하여 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 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. 〈개 정〉 |
| ② 〈생 략〉 | ② (현행과 같음) |



# Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

## 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.

## 2. 규제 대안 검토 및 선택

### 1) 대안의 내용 및 선택 근거

(현행 유지안) 현행 유지로는 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우, 근로자의 위험방지와 작업의 안전성 확보가 어려움.

(대안의 내용) 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정함으로써 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 하는 근거 규정을 정비함.

(선택 근거) 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정

함으로써 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 규정을 정비함.

2) 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한 의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

### 3. 규제목표

화약류 또는 파쇄재를 이용한 발파작업의 경우 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정함으로써 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보함.

## Ⅱ. 규제의 적정성

### 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

“화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정함으로써 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

### 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

1) 영향평가

① 기술규제영향평가

- 해당 없음

② 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

③ 중기영향평가

- 해당 없음

2) 기타 고려사항

① 시장유인적 규제설계

- 해당 없음

② 일몰설정 여부

- “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정하여 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위해 일몰설

정은 불필요함.

### 3. 해외 및 유사입법사례

#### 1) 해외사례

- 일본노동안전보건규칙에서는 도화선 발파작업 지휘자의 지정 및 직무, 전기 발파작업 지휘자의 지정 및 직무, 콘크리트 파쇄기 작업 주임자의 지정 및 직무에 관하여 규정하고 있음.

- 미국산업안전보건청(OSHA)규정에서는 발파책임자의 지정 및 직무에 관하여 규정하고 있음.

#### 2) 타법사례

- 해양환경관리법은 선박소유자로 하여금 선박에 승무하는 선원 중에서 선장을 보좌하여 선박으로부터의 오염물질 배출방지에 관한 업무를 관리하게 하기 위하여 대통령령으로 정하는 자격을 갖춘 사람을 해양오염방지관리인으로 임명하도록 의무화 하고 있음.

# Ⅲ. 규제의 실효성

## 1. 규제의 순응도

① 피규제자 준수 가능성

- “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 사전에 사업주가 작업지휘자를 지정하여 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 함으로써 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보할 수 있기 때문에 피규제자 입장에서는 규제준수가 수월할 것으로 판단됨.

- 이에 따라 건설기업은 이에 대하여 자발적으로 기준을 준수할 것으로 예상됨.

## 2. 규제의 집행가능성

① 행정적 집행가능성

- 건설기업에서 “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 사전에 사업주가 근로자 중에서 작업지휘자를 지정하여 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 하는 사항으로 추가인력 소요 없이 행정적 집행이 가능함.

② 재정적 집행가능성

- 건설기업에서 “화약류 및 파쇄재를 이용한 발파작업”의 경우 사전에 사업주가 근로자 중에서 작업지휘자를 지정하여 발파작업 전반에 대해 지휘·감독하도록 하는 사항으로 추가적인 정부재정이 반영되는 사업이 아니므로 예산 소요 없이 재정적 집행이 가능함.

# Ⅳ. 추진계획 및 종합결론

## 1. 추진 경과

- 신규 규제 관련 건설기업 의견조사

## 2. 향후 평가계획

- 재검토기한 설정하여 3년마다 타당성 검토

## 3. 종합결론

- 사업주가 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 및 파쇄재를 사용하는 발파작업 전반에 대하여 “작업지휘자의 지정”을 추가하도록 개정이 필요함.

< 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 발파의 작업기준 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제348조 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고「발파 표준안전 작업지침」,『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.<br>발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있음. 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 개정함. | | |
| | 7.규제내용 | 발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있음. 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 개정함. | | |

| | | |
|---|---|---|
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형: 피규제자 / 건설기업<br>인원수 또는 규모: - |
| | 9.규제목표 | 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 발파작업에 대한 안전성을 확보함. |
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | 기술영향평가: 해당없음<br>경쟁영향평가: 해당없음<br>중기영향평가: 해당없음 |
| | 11. 비용편익 분석 (정성분석) | 이번 개정은 "발파의 작업기준"의 경우 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. |
| 기타 | 12.일몰설정 여부 | |

| 대분류 | 소분류 | |
|---|---|---|
| 일몰설정 예외기준 | 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야하는 규제 | 미해당 |
| | 2. 국가의 질서 유지 및 국민생명·안전과 직접 관련된 규제 | 해당 |
| | 3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 | 미해당 |
| 경제규제 여부기준 | 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 | 미해당 |
| | 5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 | 미해당 |
| 일몰설정 세부기준 | 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 | 미해당 |
| | 7. 한시적 목적을 위한 | 미해당 |



| | | |
|---|---|---|
| | | 규제이거나 주기적인 검토가 필요한 규제 |
| | | 일몰설정여부: 미설정<br>일몰조문:<br>연장여부:<br>일몰유형:<br>일몰설정기간:<br>일몰주기: |
| | 13. 우선허용·사후 규제 적용여부 | 해당 없음 |

<조문 대비표>

| 조항 | 세부 운용 지침 해설 |
|---|---|
| 제348조(작업지휘자의 지정) 사업주는 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다. | 제348조(작업지휘자의 지정) 사업주는 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자에게 다음 각 호의 사항을 준수하도록 하여야 한다. 〈개 정〉 |
| 1. 얼어붙은 다이나마이트는 화기에 접근시키거나 그 밖의 고열물에 직접 접촉시키는 등 위험한 방법으로 융해되지 않도록 할 것 | 〈삭 제〉 |
| 2. 화약이나 폭약을 장전하는 경우에는 그 부근에서 화기를 사용하거나 흡연을 하지 않도록 할 것 | 〈삭 제〉 |
| 3. 장전구(裝塡具)는 마찰 · 충격 · 정전기 등에 의한 폭발의 위험이 없는 안전한 것을 사용할 것 | 〈삭 제〉 |
| 5. 점화 후 장전된 화약류가 폭발하지 아니한 경우 또는 장전된 화약류의 폭발 여부를 확인하기 곤란한 경우에는 다음 각 목의 사항을 따를 것 | 〈삭 제〉 |
| 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 | 〈삭 제〉 |
| 나. 전기뇌관 외의 것에 의한 경우에는 점화한 때부터 15분 이상 경과한 후가 아니면 화약류의 장전장소에 접근시키지 않도록 할 것 | 〈삭 제〉 |
| 〈신 설〉 | 1. 작업장소에 화약류, 파쇄재취급자 또는 관계자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것 |
| 〈신 설〉 | 2. 발파 시 진동 등으로 인한 토사·구축물 등의 붕괴, 낙석, 등에 의하여 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 경우에는 이에 대한 대책을 수립할 것 |
| 〈신 설〉 | 3. 송전탑, 레이다 무선 송수신 시설, 누설전류의 위험이 있는 장소에서 전기뇌관의 사용을 지양하고 비전기뇌관 또는 전자뇌관을 사용할 것 |
| 〈신 설〉 | 4. 화약이나 폭약, 파쇄재를 장약하는 경우에는 그 부근에서 화기를 사용하거나 흡연을 하지 않도록 할 것 |
| 〈신 설〉 | 7. 수중발파 또는 고온공에서 발파하는 경우 화약류 및 파쇄기 제조업자의 자문을 받아 적합한 화약류를 선정하고 사용 방법을 준수할 것 |
| 〈신 설〉 | 8. 기폭장소는 발파장소로부터 충분히 떨어져 있어야 하며, 비석이나 낙석 등에 대한 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 할 것 |
| 〈신 설〉 | 9. 위험구역 내 모든 근로자의 대피상태를 확인한 후 기폭을 실시할 것 |
| 〈신 설〉 | 10. 발파 후 불발된 화약류, 파쇄재가 있는 경우에는 그 원인을 조사하여 안전대책을 수립하고 필요한 조치를 한 후가 아니면 해당 장소에 사람의 접근을 금지할 것 |

# Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

## 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.

발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 개정함.

## 2. 규제 대안 검토 및 선택

### 1) 대안의 내용 및 선택 근거

(현행 유지안) 현행 유지로는 발파의 작업기준이 작업현장의 현실에 맞지 않기 때문에 발파작업의 경우, 근로자의 위험방지와 작업의 안전성 확보가 어려움.

(대안의 내용) 발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 규정을 정비함.

(선택 근거) 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위하여 발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 규정을 정비함.

### 2) 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한 의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

## 3. 규제목표

발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가함으로

써 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보함.

# Ⅱ. 규제의 적정성

## 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

"발파의 작업기준"에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

## 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

### 1) 영향평가

① 기술규제영향평가

- 해당 없음

② 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

③ 중기영향평가

- 해당 없음

### 2) 기타 고려사항

① 시장유인적 규제설계

- 해당 없음

② 일몰설정 여부

- "발파의 작업기준"에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가함으로써 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보하기 위해 일몰설정은 불필요함.

## 3. 해외 및 유사입법사례

### 1) 해외사례

- 일본노동안전보건규칙에서는 발파작업의 기준, 도화선 발파작업 지휘자의 지정 및 직무, 전기 발파작업 지휘자의 지정 및 직무, 콘크리트 파쇄기 작업 주임자의 지정 및 직무에 관하여 구체적으로 규정하고 있음.

- 미국산업안전보건청(OSHA)규정에서는 발파작업의 기준과 발파책임자의 지정 및 직무에 관하여 구체적으로 규정하고 있음.

### 2) 타법사례

- 선내 안전보건 및 사고예방기준은 선박소유자로 하여금 선내에서 수행하는 각종 작업으로 인한 안전사고를 예방하기 위하여 사고예방조치, 선원보호조치, 사후관리 등의 내용을 포함한 선내안전작업관리기준을 마련하고 시행하도록 규정하는 한편, 선내안전작업관리기준에 포함되어야 할 사항을 구체적으로 다음과 같이 규정하고 있음.

선내안전작업관리기준은 다음 각 호에서 규정하는 항목 중 해당 선박과 관련 있는 작업을 포함해야 한다.

1. 화약류를 취급하는 작업
2. 도장(塗裝)작업 및 도장박리(剝離)작업
3. 용접작업, 절단작업 및 가열작업
4. 위험물 등의 검지(檢知)작업
5. 유해한 기체 등이 발생할 우려가 있는 장소 등에서의 작업
6. 인화성액체류 등과 관련한 작업
7. 높은 곳에서 하는 작업 또는 뱃전 밖에서의 작업
8. 고열물체 근처에서 하는 작업
9. 고온상태에서 열이나 태양열을 받으면서 하는 작업
10. 저온상태에서 하는 작업
11. 착빙(着氷)제거작업
12. 물 또는 습윤한 공기에 노출위험이 있는 작업
13. 중량물 이동작업
14. 양화(揚貨)장치를 사용하는 작업 또는 양묘(揚錨)·투묘(投錨) 작업 및 계류(繫留)작업
15. 창구 개폐작업 또는 선창(船倉) 내 작업
16. 감전의 우려가 있는 작업
17. 소음 또는 진동이 심한 작업
18. 녹 털기 작업 및 공작기계를 사용하는 작업
19. 분진을 발산하는 장소에서 하는 작업
20. 석면가루 또는 석면이 들어 있는 먼지가 발생할 위험이 있는 작업
21. 기계류의 수리작업
22. 화학제품에 노출위험이 있는 작업
23. 생물학제품에 노출위험이 있는 작업

# Ⅲ. 규제의 실효성

## 1. 규제의 순응도

① 피규제자 준수 가능성

- “발파의 작업기준”에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가함으로써 작업지휘자 및 발파작업에 종사하는 근로자의 위험방지와 작업의 안전성을 확보할 수 있기 때문에 피규제자 입장에서는 규제준수가 수월할 것으로 판단됨.

- 이에 따라 건설기업은 이에 대하여 자발적으로 기준을 준수할 것으로 예상됨.

## 2. 규제의 집행가능성

② 행정적 집행가능성

- 건설기업에서 “발파의 작업기준”에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 하는 사항으로 추가인력 소요 없이 행정적 집행이 가능함.

③ 재정적 집행가능성

- 건설기업에서 “발파의 작업기준”에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 하는 사항으로 추가적인 정부재정이 반영되는 사업이 아니므로 예산 소요 없이 재정적 집행이 가능함.

# Ⅳ. 추진계획 및 종합결론

## 1. 추진 경과

- 신규 규제 관련 건설기업 의견조사

## 2. 향후 평가계획

- 재검토기한 설정하여 3년마다 타당성 검토

## 3. 종합결론

- 발파의 작업기준에 사업주가 발파작업을 위해 필수적으로 이행해야 할 사항을 명시하는 한편, 안전관리를 위한 지휘체계를 명확하게 정의할 필요가 있으며, 또한 발파의 작업기준 중 작업현장에서의 불필요한 사항은 삭제하고, 작업현장에서 실제 필요한 작업기준을 구체적으로 추가하도록 재정이 필요함.

## < 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 작업중지 및 피난 사유 추가 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제349조 제1항 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고「발파 표준안전 작업지침」,『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.<br>특히 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지에 관한 개정안 마련이 필요함. | | |
| | 7.규제내용 | 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가하도록 개정함. | | |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형 | | 인원수 또는 규모 |
| | | 피규제자 | 건설기업 | - |
| | 9.규제목표 | 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보함. | | |
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| | | 해당없음 | 해당없음 | 해당없음 |
| | 11. 비용편익 분석 (정성분석) | 이번 개정은 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. | | |
| 기타 | 12.일몰설정 여부 | 대분류 | 소분류 | |
| | | 일몰설정 예외기준 | 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야하는 규제 | 미해당 |
| | | | 2. 국가의 질서 유지 및 국민생명·안전과 직접 관련된 규제 | 해당 |
| | | | 3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 | 미해당 |
| | | 경제규제 여부기준 | 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 | 미해당 |
| | | | 5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 | 미해당 |
| | | 일몰설정 세부기준 | 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 | 미해당 |
| | | | 7. 한시적 목적을 위한 규제이거나 | 미해당 |



| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 주기적인 검토가 필요한 규제 | | |
| | | 일몰설정여부 | 일몰조문 | 연장여부 |
| | | 미설정 | | |
| | | 일몰유형 | 일몰설정기간 | 일몰주기 |
| | | | | |
| | 13. 우선허용·사후 규제 적용여부 | 해당 없음 | | |

<조문 대비표>

| 현 행 | 개 정 안 |
|---|---|
| 제349조(작업중지 및 피난) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다.<br><br>② 〈생 략〉 | 제349조(작업중지 및 피난) ① 사업주는 벼락이 떨어질 우려가 있는 경우 또는 화약류 인근에서 화재가 발생한 경우에는 화약 또는 폭약의 장전 작업을 중지하고 근로자들을 안전한 장소로 대피시켜야 한다. 〈개 정〉<br>② (현행과 같음) |



# Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

## 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정 되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.

특히 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지에 관한 개정안 마련이 필요함.

## 2. 규제 대안 검토 및 선택

### 1) 대안의 내용 및 선택 근거

(현행 유지안) 현행 유지로는 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우, 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전

성 확보가 어려움.

(대안의 내용) 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유의 근거 규정을 정비함.

(선택 근거) 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 "화약류 인근에서 화재가 발생한 경우"를 추가하도록 규정을 정비함.

### 2) 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한<br>의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

## 3. 규제목표

화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성 확보함.



# Ⅱ. 규제의 적정성

## 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 "화약류 인근에서 화재가 발생한 경우"를 추가함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

## 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

### 1) 영향평가

① 기술규제영향평가

- 해당 없음

② 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

③ 중기영향평가

- 해당 없음

### 2) 기타 고려사항

① 시장유인적 규제설계

- 해당 없음

② 일몰설정 여부

- 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 일몰설정은 불필요함.

## 3. 해외 및 유사입법사례

### 1) 해외사례

- 일본노동안전보건규칙에서는 발파작업안전계획을 준비할 때 화재와 같은 위험발생에 대비하도록 규정하고 있음.

- 미국산업안전보건청(OSHA)규정에서는 화재가 화약류와 접촉할 위험이 있는 곳에서는 화재를 진압해서는 아니 되며, 모든 직원은 보호되는 안전한 구역과 화재 구역으로 이동시키도록 규정하고 있음.

### 2) 타법사례

- 본 규정은 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성 확보에 관한 사항으로 이 규정과 유사하여 비교할 만한 유사 입법 사례는 없음.

# Ⅲ. 규제의 실효성

## 1. 규제의 순응도

① 피규제자 준수 가능성

- 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가함으로써 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보할 수 있기 때문에 피규제자 입장에서는 규제준수가 수월할 것으로 판단됨.

- 이에 따라 건설기업은 이에 대하여 자발적으로 기준을 준수할 것으로 예상됨.

## 2. 규제의 집행가능성

② 행정적 집행가능성

- 건설기업에서 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가하도록 하는 사항으로 추가인력 소요 없이 행정적 집행이 가능함.



③ 재정적 집행가능성

- 건설기업에서 화약류 인근에서 화재가 발생하였을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가하도록 하는 사항으로 추가적인 정부재정이 반영되는 사업이 아니므로 예산 소요 없이 재정적 집행이 가능함.

# Ⅳ. 추진계획 및 종합결론

## 1. 추진 경과

- 신규 규제 관련 건설기업 의견조사

## 2. 향후 평가계획

- 재검토기한 설정하여 3년마다 타당성 검토

## 3. 종합결론

- 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위하여 화약류 인근에서 화재가 발생하였

을 경우에는 화재를 진압하려고 하지 말고 즉시 사업주가 화약 또는 폭약의 장전작업 근로자를 대피시킴으로써 더 큰 피해를 방지하기 위한 작업중지 사유 중에 “화약류 인근에서 화재가 발생한 경우”를 추가하도록 개정이 필요함.

## < 규제 개요 >

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 기본 정보 | 1.규제사무명 | 정전기로 인한 화재 폭발 등 방지조치 설비추가 및 삭제 | | |
| | 2.규제조문 | 산업안전보건기준에 관한 규칙(안) 제325조 제1항 | | |
| | 3.위임법령 | 산업안전보건법 | | |
| | 4.유형 | 강화 | 5.입법예고 | - |
| 규제의 필요성 | 6.추진배경 및 정부개입 필요성 | 산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고「발파 표준안전 작업지침」,『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.<br>「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.<br>특히 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 화약류 저장설비를 추가하는 한편, 발파기는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하는 개정안 마련이 필요함. | | |
| | 7.규제내용 | 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하는 한편, “발파기”는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하도록 | | |

| | | |
|---|---|---|
| | | 개정함. |
| | 8.피규제집단 및 이해관계자 | 유 형: 피규제자 / 건설기업<br>인원수 또는 규모: - |
| | 9.규제목표 | 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 해당 규정의 실효성을 확보함으로써 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보할 수 있도록 개정이 필요함. |
| 규제의 적정성 | 10.영향평가 여부 | 기술영향평가: 해당없음<br>경쟁영향평가: 해당없음<br>중기영향평가: 해당없음 |
| | 11. 비용편익 분석 (정성분석) | 이번 개정은 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장 설비”를 추가하는 한편, “발파기”는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하는 것은 건설기업의 입장에서는 비용의 상승이 없을 뿐만 아니라 근로자의 위험방지와 안전성을 확보함으로써 사회적, 경제적 이익이 클 것으로 기대함. |
| 기타 | 12.일몰설정 여부 | 대분류 / 소분류 / |
| | | 일몰설정 예외기준: 1. 국제조약 등에 따라 동일하게 적용 되어야하는 규제 — 미해당 |
| | | 일몰설정 예외기준: 2. 국가의 질서 유지 및 국민생명·안전과 직접 관련된 규제 — 해당 |
| | | 일몰설정 예외기준: 3. 사회통념상 보편적으로 통용되는 규범적성격의 규제 — 미해당 |
| | | 경제규제 여부기준: 4. 국민과 기업의 경제활동에 대한 규제 — 미해당 |
| | | 일몰설정 세부기준: 5. 경제활동에 직접영향을 주는 규제 — 미해당 |
| | | 일몰설정 세부기준: 6. 피규제자의 규제부담이 매우 큰 규제 — 미해당 |
| | | 일몰설정 세부기준: 7. 한시적 목적을 위한 규제이거나 주기적인 검토가 필요한 규제 — 미해당 |
| | | 일몰설정여부: 미설정<br>일몰조문:<br>연장여부: |
| | | 일몰유형:<br>일몰설정기간:<br>일몰주기: |
| | 13. 우선허용·사후 규제 적용여부 | 해당 없음 |

〈조문 대비표〉

| 현 행 | 개 정 안 |
|---|---|
| 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) ① <생 략><br>1.~8. <생 략><br>9. 화약류 제조설비<br>10. 발파공에 장전된 화약류를 점화시키는 경우에 사용하는 발파기(발파공을 막는 재료로 물을 사용하거나 갱도발파를 하는 경우는 제외한다) | 제325조(정전기로 인한 화재 폭발 등 방지) ① <생 략><br>1.~8. <생 략><br>9. 화약류 제조·저장설비<br>10. <삭 제> |



# Ⅰ. 규제의 필요성 및 대안선택

## 1. 추진배경 및 정부개입 필요성

산업안전보건법, 산업안전보건법 시행령, 산업안보건법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙은 법령(법률, 대통령령, 부령)에 해당하고 「발파 표준안전 작업지침」, 『 터널공사 표준안전 작업지침-NATM공법』은 행정규칙(고용노동부고시)에 해당하므로 강제성이 없기 때문에 강제력을 갖기 위해 상위의 법령인 산업안전보건기준에 관한 규칙의 개정이 필요함.

「발파 표준안전 작업지침」이 현재의 발파기술의 발전과 작업환경을 고려하여 고용노동부고시로 전부개정 되었는데 상위 법령인 산업안전보건기준은 아직도 개정되지 않아 현실에 맞게 개정의 필요성이 있으므로 “발파작업 기준”에 대한 개정안 마련이 필요함.

특히 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 화약류 저장설비를 추가하는 한편, 발파기는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하는 개정안 마련이 필요함.

## 2. 규제 대안 검토 및 선택

### 1) 대안의 내용 및 선택 근거

(현행 유지안) 현행 유지로는 화약류 저장설비에 대해서는 정전기에

의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취할 필요가 없어 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성 확보가 어려움.

(대안의 내용) 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 화약류 저장설비를 추가하는 한편, 발파기는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하는 규정을 정비함.

(선택 근거) 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하는 한편, “발파기”는 설비에 해당하지 않는 단순 발파 기자재이며, 정전기에 대한 위험성이 매우 낮기 때문에 해당 조항의 실효성이 낮아 삭제하도록 규정을 정비함.

### 2) 이해관계자 의견수렴

| 이해관계자명 | 주요 내용 | 조치결과 |
|---|---|---|
| 건설기업 | 행정예고를 통한 의견수렴 추진 예정 | 해당없음 |

## 3. 규제목표

정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 해당 규정의 실효성을 확보함.



# Ⅱ. 규제의 적정성

## 1. 목적·수단 간 비례적 타당성

정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 국민의 생명과 재산을 보호할 수 있기 때문에 목적·수단 간 비례적 타당성이 있음.

## 2. 영향평가 필요성 등 고려사항

| 영향평가 | | |
|---|---|---|
| 기술영향평가 | 경쟁영향평가 | 중기영향평가 |
| 해당 없음 | 해당 없음 | 해당 없음 |

### 1) 영향평가

① 기술규제영향평가

- 해당 없음

② 경쟁영향평가

| 경쟁영향평가 점검항목 | 해당 여부 |
|---|---|
| (A) 사업자의 수 또는 범위 제한 | 없음 |
| (B) 사업자의 경쟁능력 제한 | 없음 |
| (C) 사업자의 경쟁유인 감소 | 없음 |
| (D) 소비자에게 제공되는 선택과 정보의 제한 | 없음 |

③ 중기영향평가

- 해당 없음

### 2) 기타 고려사항

① 시장유인적 규제설계

- 해당 없음

② 일몰설정 여부

- 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보하기 위해 일몰설정은 불필요함.

## 3. 해외 및 유사입법사례

### 1) 해외사례

- 일본노동안전보건규칙에서는 화약류 저장고는 안전하고 튼튼하며 내화성이 있는 건물이어야 하며 항상 국가 법률에 따라 환경적으로 통제되고 엄격하게 보호되도록 규정하고 있음.

- 미국산업안전보건청(OSHA)규정에서는 화약류 보관에 관하여 구체적으로 규정하고 있음.

### 2) 타법사례

- 본 규정은 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보에 관한 사항으로 이 규정과 유사하여 비교할 만한 유사 입법 사례는 없음.

# Ⅲ. 규제의 실효성

## 1. 규제의 순응도

① 피규제자 준수 가능성

- 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보할 수 있기 때문에 피규제자 입장에서는 규제 준수가 수월할 것으로 판단됨.

- 이에 따라 건설기업은 이에 대하여 자발적으로 기준을 준수할 것으로 예상됨.

## 2. 규제의 집행가능성

② 행정적 집행가능성

- 건설기업에서 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제하도록 하는 사항으로 추가인력 소요 없이 행정적 집행이 가능함.



③ 재정적 집행가능성

- 건설기업에서 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제하도록 하는 사항으로 추가적인 정부재정이 반영되는 사업이 아니므로 예산 소요 없이 재정적 집행이 가능함.

# Ⅳ. 추진계획 및 종합결론

## 1. 추진 경과

- 신규 규제 관련 건설기업 의견조사

## 2. 향후 평가계획

- 재검토기한 설정하여 3년마다 타당성 검토

## 3. 종합결론

- 정전기에 의한 화재 또는 폭발 등의 위험이 발생할 우려가 있는 경우 정전기의 발생을 억제하거나 제거하기 위하여 필요한 조치를 취해야 하는 설비 중 “화약류 저장설비”를 추가하고 설비가 아닌 “발파기”는 해당 설비에서 삭제함으로써 해당 규정의 실효성을 확보함으로써 근로자의 위험을 방지하고, 작업의 안전성을 확보할 수 있도록 개정이 필요함.



# 부록 Ⅱ. 발파표준안전작업지침 해설서

# 제1장 총칙

## 제1조(목적)

이 고시는 「산업안전보건법」 제13조에 따라 발파작업에서의 재해예방을 위한 화약류의 취급, 운반, 사용 및 관리와 작업상의 안전에 관하여 사업주에게 지도·권고할 기술상의 지침을 규정함을 목적으로 한다.

### ✍ 해 설

❍ 본 해설서는 고용노동부 고시 제2023-34호(2023.07.01.)인 발파 표준안전 작업지침의 내용중 제1장 총칙에서 제3장 천공 및 장약에 해당하는 부분 중에서 쉽게 이해가 될 수 있도록 하기위해 작성되었다.

❍ 본 고시는 발파작업 기술 또는 작업환경에 관한 표준으로, 산업재해 예방을 위해 사업주에게 지도·권고하기 위한 목적으로 제정되었다. 즉, 본 고시를 사업주가 발파작업을 이해하고 작업자의 안전확보를 위한 행위가 실무적으로 작동되기 위함이 본 고시 제정의 목적이라 할 수 있겠다.



## 제2조(용어의 정의)

이 고시에서 사용하는 용어의 뜻은 이 고시에 특별한 규정이 없으면 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령 및 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 따른다.

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

2. "폭발"이란 맹렬한 발열반응과 충격파를 동반하는 화학반응을 말한다.

3. "화약"이란 추진적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」제2조제3항제1호에 따른 화약을 말한다.

4. "폭약"이란 파괴적 폭발의 용도로 사용하는 것으로 「총포화약법」제2조제3항제2호에 따른 폭약을 말한다.

5. "화공품"이란 화약 및 폭약을 사용 목적에 맞도록 섬유나 플라스틱으로 피복하거나, 통이나 관에 채우는 방법 등으로 가공한 공작물로 「총포화약법」제2조제3항제3호에 따른 화공품을 말한다.

6. "도폭선"이란 섬유, 플라스틱, 금속 등의 관 내부에 폭약을 삽입한 것을 말한다.

7. "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.

8. "발파모선(lead wire)"이란 발파기(blaster)와 뇌관 또는

발파회로를 연결하는 전선을 말한다.

9. “보조모선(connecting wire 또는 harness wire)”이란 뇌관과 뇌관을 연결하여 발파회로를 구성하거나, 발파회로와 발파모선을 연결하는 데 사용하는 전선을 말한다.

10. “뇌관”이란 화약 또는 폭약을 기폭하는 데 쓰이는 발화·발열용 금속관을 말하며, 기폭방식에 따라 전기뇌관, 비전기뇌관, 전자뇌관 등으로 구분된다.

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

12. “비전기뇌관”이란 전기의 사용 없이(non-electric) 시그널튜브에 의한 불꽃 등을 이용하여 기폭되는 뇌관을 말한다.

13. “전자뇌관”이란 집적회로(IC칩)에서 발생하는 전자적(electronic) 신호로 기폭되는 뇌관을 말한다.

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

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

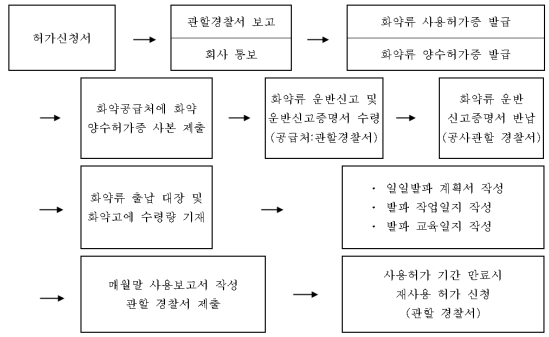
16. “번치커넥터(bunch connector)”란 비전기뇌관의 시그널튜브 다발(통상 20개 내외로 구성된다)로 연결하여 동시에 기폭시키기 위해 만들어진 화공품을 말한다.

17. “발파작업책임자”란 「총포화약법」 제27조에 따른 화약류관리보안책임자로서 「산업안전보건법」 제16조제1항에 따라 발파작업에 관한 업무와 그 소속 근로자를 직접 지휘·감독하는 관리감독자의 업무를 수행하는 자를 말한다.

## ✍ 해 설

○ 본 지침에 명기된 용어외에 일반적으로 사용되는 발파작업 용어에 대해서는 총포화약법을 준용한다.

○ 본 조에서 설명하는 일반적인 화약류의 사용절차는 다음과 같다.




※ 관할 경찰서 및 현장별로 차이가 있을 수 있음

○ 그 외 발파작업에 사용되는 용어에 대한 정의는 다음과 같다.

1. “기폭(Initiation)”이란 어떤 화약류의 폭발(폭굉 또는 폭연)을 일으키는 행위로 그 방법을 불문으로 하는 광의의 기폭을 말하며, 어떤 폭약을 사용하여 다른 폭약을 기폭(Initiation)시키는 전폭(Priming)과는 구별된다. 또한 “기폭약(Primer)”은 다른 폭약을 기폭(Priming)시킬 목적으로 사용하는 폭약을 말하며, “연소를 일으킨다”는 뜻의 점화(Ignition)에 비유하여 “폭굉을 일으킨다”는 의미에서 점폭약이라고도 한다. 이러한 기폭약이 악포의 형태로 있으면 “기폭약포” 또는 “점폭약포”라고 한다. 즉, 뇌관이 연결되어 사용되는 폭약을 기폭약포로 본다.

2. “후굴(Back break)”이란 다열 발파시 발파공의 최후열 또는 발파 예정선의 뒤쪽에서 발생된 파괴 현상으로 주로 노천발파에서 사용되는 용어이며 후방파쇄라고도 한다. 또한, 터널발파에서 사용되는 용어로는 발파예정선 또는 설계굴착선을 넘어 지나치게 발생된 파괴의 의미로 사용되는 “과굴(또는 여굴, Overbreak)”이 있으며, 반대로 발파예정선 또는 설계굴착선에 미달하여 파괴가 발생할 경우 “미굴”이라는 용어를 사용한다.

3. “최대 저항선(Max burden)”은 최소 저항선의 반대가 아닌 발파 설계상이 용어로 주어진 발파 조건하에서 파괴할 수 있는 저항선의 최대치로 주어진 장약량으로 발파가 가능한 영역의 개념이다. 만약 저항선이 길어지면 약장약이 되는 단순 거리 개념이 아닌 장약량과의 상관성 함수로 사용하는 발파설계상이 용어이다.

4. “비장약량(Specific charge)”은 발파하고자는 암반에 사용된 총화약량을 암반의 부피로 나눈 값으로 단위체적당 장약량인 “kg/㎥”으로 표기되며, 뇌관의 지연초시가 같아 동시에 기폭되는 화약량을 의미하는 “지발당 장약량(kg/delay)"과는 구분된다. 또한, 발파공에 장약된 폭약의 길이인 장약장에 대한 단위 길이당 폭약의 질량의 차원인 “장약(장전)밀도(kg/m)”와도 구분된다.

5. “지연 초시(Delay time)”란 뇌관이 기폭 신호를 받고 폭발에 걸리는 시간을 의미하며, 뇌관 자체에 주어진 초시를 말한다. 일반적으로 전기뇌관 및 비전기뇌관에 주어진 번호인 ”지발 단수“로 지연 초시를 표시한다.(ex. MS 1단, 2단, 3단.,,, 등). 단 전자뇌관의 경우 별도의 지발 단수가 없고 초시 입력기를 통해 사용자(설계자)가 계획한 지연 초시를 입력할 수 있다. 이러한 지연 초시는 천분의 1초단위인 ms로 단위로 표기하며, 전기뇌관과 비전기뇌관은 일반적으로 25ms, 50ms, 100ms 등의 지연 초시를 가지며 전자뇌관은 1ms 단위로 초시 입력이 가능하다.

6. “순폭(Sympathetic propagation)”이란 공기, 물 또는 땅속을 통해 전파된 다른 폭약의 폭굉 충격으로 인한 인접한 폭약의 폭발로 정의되며, 접촉 또는 근접한 폭약으로부터 받은 충격으로 인한 폭약이 폭발인 “전폭현상”과 구분되며, 유사용어로는 유폭(Flashover), 감응 폭발(Acceptor detonation)이 있다.

7. “장약장(Charge length)”이란 발파공에서 장약된 폭약의 길이를 말하며, 장약이 완료된 폭약에서 공구(孔口)까지 빈공간을 전색으로 채운 거리를 “전색장”이라고 한다.

8. “2차 파쇄”란 발파공의 장약장이 천공장에 비하여 지나치게 짧을 겨우 폭력이 미치지 못하는 발파공의 상부 부분의 암반이 파쇄되지 않고 균열만 발생되거나, 큰 덩어리로 파괴되는 경우 브레이커 등을 이용하여 표준 규격을 잘게 파쇄하는 작업을 말한다.

9. “발파 패턴(Blasting Pattern)”이란 사용되는 폭약의 종류 및 사용량, 뇌관의 종류 및 수량, 천공장, 천공간격, 저항선의 길이, 천공경, 천공경사, 장약장과 전색장 등 발파를 위한 일련의 제원을 말한다.

10. “발파진동 추정식”이란, 발파로 발생된 탄성파의 진동 크기를 장약량과 거리에 따라 감쇠하는 정도를 예측하는 식으로 발파 조건과 지반의 특성 등에 의해 결정되며 발파진동 예상식이라고도 한다.

11. “발파 매트”란 발파 보호공 덮개라고도 하며, 발파공에 폭약을 장약하고 나머지 구멍 부위에 모래 등으로 전색하여도 폭약이 폭발할 때 공구(孔口) 방향으로 폭력이 분출되는 현상이 발생될 수 있기 때문에 이를 방지하고자 발파 지역을 덮어서 보호하는 덮개를 말한다.

12. “공발현상(Blown out, 철포현상)”이란 발파공의 최소저항선 거리에 비하여 폭력이 약하거나 발파공의 깊이에 비하여 전색장이 짧을 경우에 폭약이 폭발할 때 발파생되는 가스압이 공구방향으로 분출하는 현상을 말하며, 공발현상이 발생되면 공구(孔口) 부분의 암반이 파쇄되어 비산되므로 비산석에 의한 위해가 발생할 수 있다.

13. “발파 영향권”이란 발파 작업을 시행할 때 발생되는 진동과 소음이 주변의 보호 대상물에 영향을 미칠 수 있는 거리로 “발파진동 추정식”에 의해 사용되는 지발당 화약량에 따라 영향권의 거리는 가변적으로 변하게 되며, 허용 진동 및 소음 기준에 맞에 지발당 화약량의 조정하여야 한다.

14. “표준 발파패턴””이란 발파로 인해 피해를 입을 수 있는 가옥 또는 시설 구조물인 “보안물건”과 이격된 거리에 따라 결정된 발파공법의 허용 장약량 범위 내에서 대표적으로 적용할 수 있는 공법이며, 주로 공사비를 산출하는 기준으로 제시된 발파 패턴을 말한다.

15. “허용 장약량”이란, 목표로 정한 진동수준 이내로 진동을 발생시키기 위해 사용할 수 있는 지발당 장약량을 말하며 발파진동 추정식으로부터 계산한 허용 환산거리에 의해 산출한다.

16. “환산거리(Scaled distance)”는 장약량과 보안물건과 이격된 거리가 다른 발파를 비교할 때 1kg의 장약으로 환산한 거리를 말하며 환산거리가 같을 때는 같은 정도의 진동이 예상되는 것으로 간주하나, 실제로는 발파 규모 등에 따라 차이가 발생할 수 있다. 또한, 환산거리가 작을수록 더 많은 폭약을 사용할 수 있다.

17. “회귀 분석식”이란, 발파에 의하여 발생되는 진동을 전파되는 거리에 따라서 진동이 대수함수로 감소되는데 이와 같은 현상을 통계 처리하는 수식을 말하며 발파진동 추정식을 구하는데 사용된다.

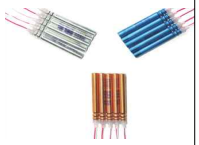
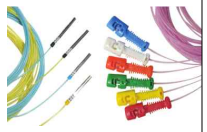
## ✍ 해 설

○ 국내 유통되는 폭약으로는 에멀젼 카트리지(약포형) 및 벌크형태인 기계화장약방식의 에멀젼 및 초유폭약(안포, ANFO) 등이 있으며 그 종류는 아래 표와 같다.

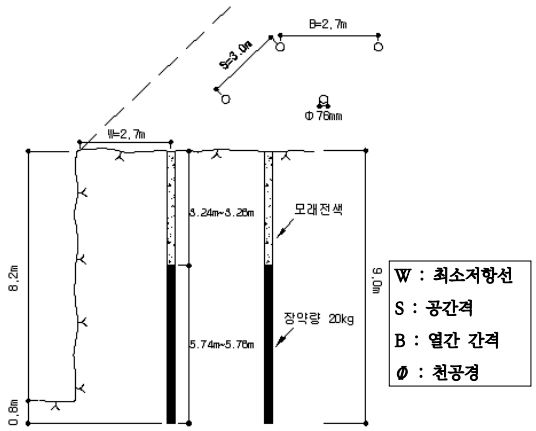
| 구 분 | 카트리지형 | | | 벌크형 | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 에멀젼 | 고성능에멀젼 | 정밀폭약 | 에멀젼 | 초유폭약 |
| 개요도 | | | | | |
| 폭발속도 | 5,700m/s | 6,000m/s | 4,400m/s | 5,500~5900m/s | 3,300m/s |
| 적용암질 | 연암~경암 | 경암~극경암 | 조절발파용 | 보통암~극경암 | 연암~보통암 |
| 탄동구포 | 120~135% | 160% | 90% | - | 145% |
| 가비중 | 1.1~1.3g/cc | 1.2~1.3g/cc | 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<br>• 내수성 우수<br>• 후가스 양호 | • 효율 우수<br>• 내수성 우수<br>• 후가스 양호 | • 디커플링 효과<br>• 암반손상 최소화 | • 높은 장전밀도<br>• 취급안정성<br>• 후가스 양호 | • 연암용<br>• 수공 불가<br>• 후가스 불리 |



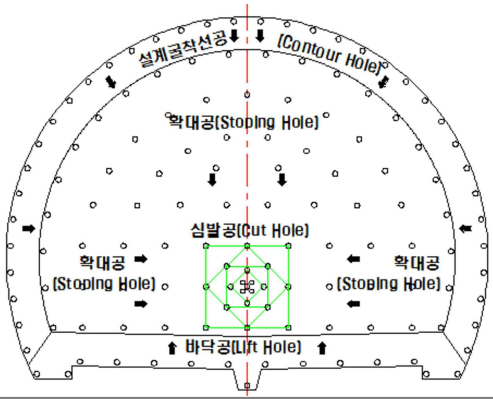
○ 뇌관별 각각의 특징은 다음 표와 같다.

| 구분 | 전기뇌관 | 비전기뇌관 | 전자뇌관 |
|---|---|---|---|
| 제품 외형 |  |  | |
| 점화 방식 | 전기전류 | 충격파 | 기폭명령 (암호화 디지털 Signal) |
| 시차 정밀도 | ±10% | | 0.02%이내 |
| 시차 결정 요소 | 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) |
| 지연 시차 | 0~7,000ms | 0~7,000ms | 0~50,000ms (1ms단차 조절 가능) |
| 사용 단수 | 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 |

○ 다음 그림은 노천 발파에서 사용되는 벤치발파 모식도 이다.




○ 다음 그림은 터널 발파에서 사용되는 발파 모식도이다.




# 제2장 화약류의 취급 등

## 제3조(발파작업책임자)

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

### ✍ 해 설

○ 산업안전보건법 시행령 15조 1항에 따른 관리감독자의 업무는 다음과 같다.

- 관련된 기계·기구 또는 설비의 안전·보건 점검 및 이상 유무의 확인
- 관리감독자에게 소속된 근로자의 작업복·보호구 및 방호장치의 점검과 그 착용·사용에 관한 교육·지도
- 발파작업에서 발생한 산업재해에 관한 보고 및 이에 대한 응급조치
- 발파작업의 작업장 정리·정돈 및 통로 확보에 대한 확인·감독
- 안전관리자, 보건관리자, 안전보건관리담당자, 산업보건의 등의 지도·조언에 대한 협조
- 위험성평가에 관한 유해·위험요인의 파악 및 개선조치의 시행에 대한 참여
- 그 밖에 해당작업의 안전 및 보건에 관한 사항으로서 고용노동부령으로 정하는 사항

○ 그리고, 발파작업책임자는 "총포·도검·화약류 등의 안전관리에 관란 법률(이하 총포화약법이라 한다.)" 제31조에 의거한 화약류의 취급 전반에 관한 사항을 주관하며 안전상의 감독업무를 성실히 수행하여야 하며, 화약류를 취급하는 사람은 반드시 발파작업책임자의 안전상의 지시 감독에 따라야 한다. 또한, 총포화약법 시행령 제58조에 따라 누구든지 발파작업책임자의 감독업무의 수행을 방해하여서는 않된다. 이를 위반할 경우에는 총포화약법에 의거하여 법적 처벌이 가능함으로 매우 유의하여야 한다.



**제4조(일반 안전기준)**

발파작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 발파작업을 할 때 발생할 수 있는 산업재해를 예방하기 위하여 다음 각 목의 사항을 포함한 작업계획서를 작성하여 해당 근로자에게 알리고, 작업계획서에 따라 발파작업책임자가 작업을 지휘하도록 할 것

가. 발파 작업장소의 지형, 지질 및 지층의 상태

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

다. 발파 작업장소에서 굴착기계등의 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 등의 제어대책

2. 발파작업으로 인해 토사·구축물 등이 붕괴하거나 물체가 떨어지거나 날아올 위험이 있는 장소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것

3. 화약류, 발파기재 등을 사용 및 관리, 취급, 폐기하거나, 사업장에 반입할 때에는「총포화약법」및 제조사의 사용지침에서 정하는 바에

따를 것

4. 화약류를 사용, 취급 및 관리하는 장소 인근에서는 화기사용, 흡연 등의 행위를 금지할 것

5. 발파기와 발파기의 스위치 또는 비밀번호는 발파작업책임자만 취급할 수 있도록 조치하고, 발파기에 발파모선을 연결할 때는 발파작업책임자의 지휘에 따를 것

6. 발파를 하기 전에는 발파에 사용하는 뇌관의 수량을 파악해야 하며, 발파 후에는 폭발한 뇌관의 수량을 확인할 것

7. 수중발파에 사용하는 뇌관의 각선(뇌관의 관체와 연결된 전기선 또는 시그널튜브를 말한다)은 수심을 고려하여 그 길이를 충분히 확보하고, 수중에서 결선(結線)하는 각선의 개소는 가능한 한 적게 할 것

8. 도심지 발파 등 발파에 주의를 요구하는 장소에서는 실제 발파하기 전에 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토할 것



## ✍ 해 설

○ 1호의 작업계획서는 사전조사와 시험발파 후 본 발파작업에 착수하기 전에 작성되어야 하며, 다음과 같은 내용을 포함한다.

- 발파위치 및 보안물건의 위치, 발파작업 방법 및 순서 (시험발파보고서 첨부)
- 발파공사의 영향을 받을 수 있는 발파인원, 발주인원, 그 밖의 사람, 일반대중, 인근주민 및 대지 내 또는 인접 건물에 대한 사전조사결과(사전조사보고서 첨부)
- 지형, 지질상태에 따른 낙석, 붕괴위험에 대한 대책
- 비산, 진동에 의한 사고예방 대책
- 진동의 영향을 받는 건물, 구조물 및 재산에 대한 발파의 영향을 기록하기 위한 환경 모니터링 계획 및 방법.
- 발파작업에 대한 인력 및 장비투입의 계획과 지휘계통
- 불발된 화약류 처리 절차 및 방법
- 발파 작업의 영향을 받는 다른 사람에게 발파 작업 시작 직전에 통지하는 방법.
- 발파 전에 발파 금지 구역에서 모든 인원을 대피시키는 방법.
- 발파 시 경고 시스템 등 안전에 관한 사항

○ 8호의 공인기관 또는 이에 상응하는 자는 기술사법(과학기술정보통신부)에 의한 화약류관리 기술사사무소 또는 엔지니어링산업 진흥법에 의한 엔지니어링 사업자 등 발파 전문기관을 뜻한다.

○ 8호에 의거하여 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 안전성을 검토하여 도출된 발파 방법 및 설계에 따라 발파 작업을 시행하여야 한다.



**제5조(진동 및 파손 등)**

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

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

2. 제1호에 해당하는 경우에는 그 구조물 또는 시설의 소유자, 점유자, 사용자에게 발파계획의 내용과 시기 및 통제조치를 알리고, 필요한 조치를 할 때까지 발파작업을 금지할 것

3. 「건설기술진흥법」 제44조에 따라 정한 건설공사 설계기준 및 표준시방서 등 관계 법령에서 정하는 진동 허용기준을 준수할 것

4. 관계 전문가로부터 발파에 따른 진동을 측정하고 분석한 기록지를 받아 확인하고 보관할 것

② 제1항제1호에 따라 소음과 진동을 최소화할 때는 다음 각 호의 사항을 고려하여야 한다.

1. 관계 전문가에게 자문을 하여 소음과 진동의 영향을 최소화할 수 있는 화약류로 결정할 것

2. 자유면을 가능한 한 많이 활용하여 적정한 최소저항선과 장약량을 결정할 것

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

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

5. 비전기발파의 경우 표면연결뇌관 및 번치커넥터의 기폭에 의한 소음을 최소화할 수 있는 조치를 할 것

## ✍ 해 설

- 본 조 2호의 필요한 조치라 함은 사전에 연도조사 등 구조물의 상태, 균열 등을 조사하는 등의 조치, 주민설명회 등을 말하며, 만약 지속적인 진동 및 파손이 우려될 경우 발파 작업 중에 구조물에 대한 진동의 측정 및 파손 또는 균열의 성장 등에 대한 계측을 실시하고 이를 기록하여야 한다.
- 본 조 3호의 진동 허용기준은 설계도서가 있을 경우 설계기준이며 설계가 없는 경우에는 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 도출한 진동 허용기준을 말한다.
- 본 조 4호의 관계전문가는 공인기관 또는 이에 상응하는 자를 말한다.
- 반드시 공인기관 또는 이에 상응하는 자의 입회하에 시험발파를 실시하여 진동 및 소음 제어에 효과적인 발파 설계하여 발파 작업을 진행하여야 한다.
- 폭발음을 경감시기키 위한 토제 외에 고정식 또는 이동식 방음벽 등을 사용하여 발파시 발생되는 소음을 최소화하며, 진동제어를 위해서는 최신 진동제어 발파기술 및 방진공 등 저감 방안등을 발파 작업에 적용하여야 한다.

## 제6조(발파방법의 선정)

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

1. 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

2. 관계 전문가에게 자문을 하여 안전성을 확보할 수 있는 화약류 사용 및 발파방법을 적용할 것

3. 레이다, 무선 송수신 시설이 있거나, 측정 결과 누설전류의 위험이 있는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것

4. 물이 고여 있거나 지하수 용출이 있는 장소 또는 수공에 장약해야 하는 경우에는 전기뇌관의 사용을 지양할 것

5. 온천지역 등의 고온공에서 장약해야 하는 경우 제조사에서 정한 기준에 따라 화약류를 선정할 것

6. 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



### ✍ 해 설

○ 본 조항 3호의 전기뇌관이 발화하는 최소점화전류는 0.3~0.4A이므로 안전율을 감안하여 0.1A 이상의 전류가 검출되는 경우 전기발파를 하지 말아야 한다.

○ 전기발파시 안전사고의 발생 주요 원인은 아래와 같다.

<table>
<tr><th>원인</th><th colspan="5">내 용</th></tr>
<tr><td>정 전 기</td><td colspan="5">▪ 나일론 작업복 착용등의 원인으로 인체 정전기<br>(뇌관폭발 에너지 3~4 mJ < 인체정전기에너지 5mJ )</td></tr>
<tr><td>누설전류<br>(미주전류)</td><td colspan="5">▪ 누설전류 측정기의 측정값이 0.1A 이상 발생시 뇌관취급 중지 및 누설 부위 확인 조치 후 작업 재개<br>(원인불명시 전자식 또는 비전기식뇌관 사용)</td></tr>
<tr><td rowspan="6">낙뢰,분진,눈보라</td><td colspan="5">▪ 여러 환경적인 원인으로 인한 다량의 정전기 발생<br>(전기회로가 차단된 경우에도 최소 64mJ로 폭발 가능함)</td></tr>
<tr><td>원 인</td><td>전압(kV)</td><td>정전용량(pF)</td><td>정전에너지<br>(mJ)</td><td>비 고</td></tr>
<tr><td>눈 보 라</td><td>10 ~ 15</td><td>40</td><td>2 ~ 4.5</td><td rowspan="4"></td></tr>
<tr><td>분 진</td><td>60</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>ANFO장전시</td><td>10 ~ 14</td><td>269</td><td>13 ~ 26</td></tr>
<tr><td>낙 뢰</td><td>수백만</td><td>-</td><td>-</td></tr>
<tr><td>무선전파</td><td colspan="5">▪ 무선전파에 노출되면 전류가 유도되어 뇌관 폭발 가능</td></tr>
</table>

○ 주변 시설물의 유형에 따른 전기뇌관의 안전 사용제한 범위는 다음과 같다.

- 고정식 무선기지국: 80 m
- 이동식 무선기지국: 80 m
- 휴대용 무전기: 6 m
- 고압송전탑 및 송전선: 40 m
- 전신주 및 전선: 누설전류 확인 필요

## ✍ 해 설

○ 발파 작업에서의 외부 전류는 다음과 같다.

1. 미주전류(누설 전류) : 절연된 도전시스템의 외부에 흐르는 전류를 말한다. 전력시스템이나 전기의 누설 방지, 절연상태가 불완전할 때 발행하며 다른 전력시스템의 전자장, 접지부, 지하 배관 등도 미주전류의 발생 원인이 된다. 전도경로는 지중, 습지, 금속관, 기계류, 철로, 도전성 암층, 기타 절연이 불량한 전기장치가 있다. 이러한 미주전류가 발파현장의 지면에 잠재하는 전류를 누설전류라고 한다.

2. 정전기 : 전기가 축전기에 저장되는 것과 같이 인체나 다른 물질에 정지 상태로 저장된 전기에너지를 말하며 정전기는 발생, 축적, 방전의 세 단계가 적절히 반복되면 전기뇌관의 잠재적인 위험요인이 된다. 발생원인은 두 물질이 접촉, 마찰할 때 발생한다. 마찰전기라고도 불리며 물질이 서로 마찰하거나 한 물질의 도전성이 약할 때 가장 효과적으로 발생한다. 현장에서는 강풍의 암분, 눈보라에 의한 비산과 합성수지를 입은 작업자의 마찰, 뇌운 형성시, 비닐통풍관 배기, 장비의 매연 배기 등이 발생의 원인이 된다. 이렇게 발생된 정전기는 인체나 축전기 역할을 할 수 있는 물체에 저장된다. 축적된 정전기는 에너지 방전시 나오는 최대 운동에너지와 같은 양이 된다. 이렇게 축적된 정전기가 발파회로내로 방전되어 충분한 운동에너지로 부하되면 뇌관은 폭발한다. 정전기는 자연 발생적이므로 제거하는 방법이 없으며 위험을 미리 방지하는 것이 최선책인데 발생된 정전기를 중화시켜서 전하가 국부적으로 축적되지 않도록 해야 한다.



## ✍ 해 설

3. 낙뢰 : 지면의 더운 공기와 상공의 찬 공기가 만나 공기가 냉각되어 응집되고 더욱 상승하다가 뇌운이 되는데 지표면의 뇌운 전하와 역극성의 전하가 유발되어 그 사이에서 전압이 높게 되어 방전이 일어나면 이것이 낙뢰이다. 낙뢰현상은 100만분의 1초의 극히 짧은 시간에 이루어지고 관측된 값은 50만 암페어가 최대이고 평균 10만 암페어이다.

4. 무선전파에너지(RF에너지) : 라디오, 텔레비전, 무전기, 레이더의 방송국, 무선국, 중계소 등에서 방사시키는 전기 에너지는 공중으로 전파되어 이동한다. 이러한 전기에너지를 RF에너지라 한다. 이 에너지가 발파회로와 수신역할로 동조를 하면 큰 전류가 흐르게 되며 전기뇌관을 발화시킬 수 있는 에너지가 발생하게 된다. 외국에서는 RF에너지에 의한 전기뇌관의 폭발사고가 종종 있었으며 우리나라는 아직 보고된 바 없다.

5. 고압선 : 고압선 근처에서 발파는 발파회로가 고압선에 의한 손상과 전자장에 의한 유도되는 전기에너지, 중립도체 전선을 흐르는 전류가 불균형으로 접지된 철탑이나 전신주 등을 통해서 지표로 흐르는 미주전류와 폭발시 회로의 분리로 공중으로 튀어올라 고압선에 접착되는 경우 등의 위험이 있다.

## 제7조(화약류의 저장 및 운반)

① 건설공사, 채석장 등 발파작업 현장에서 화약류를 사용할 때는 「총포화약법」 제25조에 따른 화약류저장소로부터 매일 발파에 필요한 최소량을 화약류취급소로 운반하도록 하여야 한다.

② 그 밖에 화약류의 저장 및 운반에 관한 구체적인 사항은 「총포화약법」에 따른다.

### ✍ 해 설

○ 화약류취급소는 총포화약법상 화약류를 저장하는 장소가 아닌 화약류를 관리(우천시 또는 즉시 작업이 안될 경우에 일시 저치)하거나 발파의 준비(공업용뇌관에 도화선 연결, 또는 흑색화약을 공내 투입하기 용이하도록 소분하는 작업, 전폭약포 제작은 안됨)에 전용되는 건물로서 현재 노천발파의 경우에 에멀젼계폭약과 초유폭약은 별도의 준비작업 없이 이미 천공된 발파장소에서 운반된 즉시 작업이 가능하므로 특별한 사유가 없는 한 화약류취급소로 운반되지 않고 바로 현장의 작업장소로 운반된다.

## 제8조(화약류취급소)

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 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 화약류취급소 이외의 장소에는 화약류를 방치 또는 보관하지 않도록 할 것

2. 화약류취급소 및 인근에서는 약포에 뇌관류를 삽입하거나, 삽입된 약포를 취급하지 말 것

3. 화약류취급소에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것

4. 화약류취급소에 보관한 화약류의 피탈, 도난 방지 등을 방지하기 위한 조치를 할 것

5. 화약류취급소 인근에서는 흡연, 화기사용 등 화재의 위험을 초래하는 행위를 금지하고, 방화수, 방화사 및 소화기 등을 비치하여 둘 것

6. 화약류취급소에는 화약류 취급 대장을 비치하여 발파작업책임자가 화약류의 보관, 사용 및 잔류수량 등을 기록하게 할 것

7. 화약류취급소에는 화약류 취급상 필요한 안전수칙을 근로자가 보기 쉬운 곳에 게시할 것

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

## ✍ 해 설

○ 화약류 취급소 설치 규정은 다음과 같다.

1. 설치 위치 : 통로, 다른 화약류 취급소 또는 저장소, 화기취급장소 및 사람이 출입하는 건축물등에 대하여 안전하고 습기가 적은 장소에 설치할 것

2. 구조 : 단층 건물로서 철근 콘크리트조, 콘크리트블럭조 또는 이와 동등이상의 견고한 재료를 사용하여 도난이나 화재를 방지할 수 있는 구조로 설치할 것. 인허가기관 협의시 컨테이너 구조물 사용 가능함

3. 지붕 : 스레트·기와 그밖의 불에 타지 아니하는 재료를 사용할 것

4. 건물 내부 : 방습·방수제인 페인트나 나무판자로 하고, 철물류가 건물내부 표면에 나타나지 아니하도록 할 것

5. 보안 : 문짝 외면에 두께 2밀리미터이상의 철판을 씌우고, 2중 자물쇠 장치를 할 것, 울타리를 설치하고 경계판을 게시할 것

6. 난방장치 : 온수·증기 또는 열기를 이용하는 것만을 사용할 것

7. 화재방지 시설 : 소화기, 소화전, 방화사 등 비치할 것

○ 총포화약법에 의한 화약류취급소의 보관량은 총포화약법상 정체량이라 하며, 화약류 취급소의 정체량은 1일 사용예정량 이하로 하되, 화약 또는 폭약(초유폭약을 제외한다)에 있어서는 300킬로그램, 뇌관은 3,000개, 도폭선은 6킬로미터를 초과하지 않도록 한다.



### 제9조(사업장 내 운반)

발파작업을 하는 사업장 내에서 화약류를 운반할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 화약류를 갱내 또는 발파장소로 운반할 때에는 정해진 포장 및 상자 등을 사용할 것

2. 폭약과 뇌관은 1인이 동시에 운반하지 않도록 할 것. 다만, 부득이하게 1인이 운반하는 경우 별개의 용기에 넣어 운반할 것

3. 화약류는 운반하는 자의 체력에 적당하도록 소량을 운반하도록 할 것

4. 화약류를 운반할 때에는 화기나 전선의 부근을 피하고, 던지거나, 넘어지거나, 떨어뜨리거나, 부딪히는 등 충격을 주지 않도록 주의할 것

5. 빈 화약류 용기 및 포장재료는 제조사에서 정한 기준에 따라 처분할 것

6. 전기뇌관을 운반할 때에는 다음 각 목의 사항을 준수할 것

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

## ✍ 해 설

❍ 사업장 내 운반의 경우 화약류의 유출 및 도난, 폭발 등의 위험성 외에 산업안전상 근골격계질환의 발생 가능성에 대한 방지 및 지도 감독이 필요하다.

❍ 특히 3호의 경우 화약 박스는 보통 20kg의 중량을 가지는데 이를 1박스를 초과하여 1인이 운반하는 경우에는 신체에 무리가 올 수 있으므로 적정량을 운반하도록 한다.

❍ 6호의 경우 전기뇌관의 최소발화전류(뇌관 1발이 기폭되는데 필요한 제일 낮은 전류치를 말함)는 KS 규정 시험법 KS M4803(전기뇌관)의 점화전류시험에 의하면 0.25A의 직류 전류에서는 발화하지 않고, 1.0A이상에서는 일정한 직류 전류에서는 기폭되어야 하며, 국내 생산 전기뇌관의 경우 최소점화전류는 0.3~0.4A이며, 1.0A이상에서는 완전 기폭된다.

| 결선회로(EA) | 최소발화전류(A) | |
|---|---|---|
| | 기 준 치 | 추 천 범 위 |
| 1발 | 1.0 | 1.0 |
| 50발 | 3.0 | 2~4 |
| 100발 | 4.5 | 4~5 |
| 200발 | 6.5 | 5~8 |
| 직·병렬(회로당) | 3.0 | 2~4 |

❍ 화약류를 지상에서 지하로 운반하는 경우(수직구를 이용한 터널공사 등에 해당)에는 아래와 같은 관리가 필요한다.

- 권양기 또는 크레인으로 운송할 경우에 권양기 또는 크레인 운전자에게 화약류가 운송되기 전에 미리 알려야 한다.

- 지하에서 화약류 운송에 사용되는 차량은 정기적으로 전기 시스템을 점검하여 전기적 위험성이 발생할 수 있는 고장을 사전에 점검하고 수리하여야 한다.

- 화약류를 지하에서 올리거나 지하로 내릴 때에는 화약 운송차량을 장비 운송용 리프터를 사용하는 것을 원칙으로 하고, 리프터가 없어 불가할 경우에는 별도의 견고한 운반용기에 담아 권양기 또는 크레인으로 운반하다.

- 화약류를 적재한 운반차량이나 운반용기에는 화약류 이외의 기계, 공구, 유류 등과 같이 적재하면 않된다.

- 화약류를 운반하는 차량에는 발파 팩임자, 운전자, 경비원을 제외하고는 그 누구도 탑승할 수 없으며, 특히 화물 짐칸에는 그 누구도 탑승하여서는 않된다.

- 화약류와 뇌관을 같은 차량이나 운송 수단으로 운반하기 위해서는 물리적으로 구획을 분리하여야 하고, 화약류가 운반용기, 와이어 등 철물류과 접촉하지 않도록 조치하여야 한다.

**제10조(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 금지할 것

2. 화약류는 두드리거나, 던지거나, 떨어뜨리는 등 충격을 주지 않도록 항상 주의할 것

3. 화기의 사용 또는 불꽃을 발생시키는 작업을 하는 장소의 부근이나 누전의 위험이 있는 장소에서는 화약류를 취급하지 말 것

4. 화약류가 들어있는 상자를 열 때는 철제기구 등으로 두드리거나 충격을 주어 억지로 열지 말 것

5. 화약류를 수납하는 용기는 나무 기타 전기의 부도체로 만든 견고한 구조로 하고 내부에는 철재류가 드러나지 않도록 할 것

6. 방수 처리를 하지 않은 화약류는 습기가 있는 곳에 두지 말 것

7. 폭약과 뇌관은 각각 다른 용기에 수납할 것

8. 굳어진 폭약은 부드럽게 하여 사용할 것

9. 발파작업 현장에는 여분의 화약류를 들고 들어가지 말 것

10. 사용하고 남은 화약류는 신속하게 화약류취급소로 운반하여 보관할 것

11. 화약류 취급 중에는 항시 도난 및 피탈에 주의하고 과부족이 발생하지 않도록 유의할 것

12. 전기뇌관은 전지, 전선, 기타 전기설비, 레일, 철재류, 전등선, 동력선 또는 휴대전화 등 누전의 우려가 있는 물체에 닿지 않도록 할 것



**제10조(화약류의 취급)**

13. 비전기뇌관을 취급하는 경우 시그널튜브가 장기간 햇볕에 노출되어 변형이 일어나지 않도록 화약류취급소에 보관하거나 열을 차단할 수 있는 재료로 덮는 등의 조치를 할 것

## ✍ 해 설

○ 본 조항 1호는 화약류 취급자의 결격사유를 규정한 것으로 이에 해당하는 자는 화약류를 취급하지 못하게 하여야 한다. 이를 위반할 경우 총포화약법에 의해 법적 제재(벌금, 행정처분 등)가 발생할 수 있다. 아래는 총포화약법에 근거한 주요 취급자의 결격사유이며, 세부사항은 총포화약법을 참조할 것.

1. 18세 미만인 자

2. 금고 이상의 실형을 선고 받고 그 집행이 끝나거나 집행을 받지 아니하기로 확정된 후 3년이 지나지 아니한 자

3. 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 1년이 지나지 아니한 자

4. 심신상실자, 마약·대마·향정신성의약품 또는 알코올 중독자, 정신질환자 또는 뇌전증 환자로서 대통령령으로 정하는 사람

5. 총포화약법 법을 위반하여 벌금형을 선고받고 5년이 지나지 아니한 자 또는 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 3년이 지나지 아니한 자

## ✍ 해 설

6.「특정강력범죄의 처벌에 관한 특례법」제2조제1항 각 호의 어느 하나에 해당하는 특정강력범죄를 범하여 벌금형의 선고 또는 징역 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 5년이 지나지 아니한 자

7. 다음 각 목의 어느 하나에 해당하는 죄를 범하여 벌금형을 선고받고 5년이 지나지 아니하거나 금고 이상의 형의 집행유예를 선고받고 그 유예기간이 끝난 날부터 5년이 지나지 아니한 사람

가.「형법」제114조의 죄

나.「형법」제257조제1항 · 제2항, 제260조 및 제261조의 죄

다.「아동 · 청소년의 성보호에 관한 법률」제7조 및 제8조의 죄

8.「도로교통법」제148조의2의 죄(이하 "음주운전 등"이라 한다)로 벌금 이상의 형을 선고받은 날부터 5년 이내에 다시 음주운전 등으로 벌금 이상의 형을 선고받고 그 집행이 종료(집행이 종료된 것으로 보는 경우를 포함한다)되거나 집행이 면제된 날부터 5년이 지나지 아니한 사람



## ✍ 해 설

❍ 발파 작업 중인 곳 또는 화약류를 보관 중인 장소에서 화재가 발생할 경우 화재를 진압하지 않고 즉시 주변의 모든 인원을 안전한 곳으로 대피하여야 한다. 화약류에 불이 붙은 경우 일반적인 방법으로 진화가 어렵기 때문에 진화하려는 행위나 화약류를 이동하려고 하는 행위는 극히 위험한 행위로써 중대재해 발생 가능성이 매우 높기 때문이다. 다만, 화약류 취급 또는 보관장소와 일정한 거리에서 화재가 발생한 경우에는 화약류를 즉시 이동시키거나 화약류 주변에 충분한 물을 뿌리고 대피하여야 한다.

❍ 화약류의 취급은 특별한 사정이 없는 한 주간(일출후 일몰전)에 이루어져야 한다.

## 제11조(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 관리할 것
2. 흡습 또는 이상 경화로 인해 성능의 변화가 우려되는 화약류(이하 “불량 화약류”라 한다)는 사용하지 말 것
3. 폭약의 양 끝이 유연하게 되어 있는지, 액체가 흘러내리지 않았는지 등을 확인하여 흡습으로 인한 불량 화약류 여부를 확인할 것
4. 불량 화약류는 쉽게 알아볼 수 있도록 표시하고, 제조사에서 정한 안전한 방법으로 처리할 것
5. 전기뇌관을 사용하는 경우에는 각선의 상처, 도통의 유무 또는 전기저항을 확인할 것
6. 전기뇌관을 사용하는 경우 0.01A 이하의 전류를 가진 도통시험기로 도통 유무를 측정하고 검사를 마친 전기뇌관의 양단은 반드시 단락(短絡)하여 둘 것
7. 비전기뇌관을 사용하는 경우에는 시그널 튜브의 상처, 뇌관 관체의 손상 등의 이상 여부를 육안으로 확인할 것
8. 도폭선을 사용하는 경우에는 흡습, 피복의 상처, 헐거움 등의 이상 여부를 확인할 것
9. 전자뇌관을 사용하는 경우에는 회로점검기(테스터기)로 뇌관 ID 및 통신 상태를 점검하여 이상 여부를 확인할 것



## ✍ 해 설

○ 1호의 딱딱하게 굳어진 폭약은 불발 및 잔류 발생 방지를 위해 손으로 주물러서 부드럽게 하여 사용하여야 한다

○ 다음 그림은 발파작업에 사용되는 발파기자재 예시 사진으로, 본 예시와는 참고자료이며, 발파책임자는 현장에 적합한 검사기기 또는 발파 기자재를 선정하여 사용하여야 한다.

| 도통 시험기 | 누설 전류 측정기 |
|---|---|
| | |

| 전기뇌관 발파기 | 비전기뇌관 발파기 |
|---|---|
| | |

| 전자뇌관 발파기 세트 |
|---|
| |

# 제3장 천공 및 장약

## 제12조(천공)

천공작업을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 발파공의 크기는 사용할 화약류의 직영보다 클 것
2. 1차 발파된 지역에서 천공작업을 하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것

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. 천공작업과 장약작업은 같은 작업장소에서 병행하지 않아야 하고, 작업장소 간에 충분한 안전거리를 확보할 것
4. 천공작업으로 인해 발생하는 먼지는 가능한 한 물을 뿌리는 등 습식으로 제거할 것
5. 천공작업 중 근로자가 추락할 우려가 있는 때에는 작업발판을 설치하고 안전대를 착용토록 하는 등의 방법으로 추락 방지 조치를 할 것
6. 오거 및 천공기가 작동할 때는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것
7. 천공기를 이동할 때는 드릴 등 작업공구류는 안전한 위치에 두어야 하며, 송전선 아래나 그 주위로 이동할 때는 특히 주의할 것
8. 천공작업을 하는 때에는 회전체에 끼이지 않도록 주의할 것



### ✍ 해 설

- ❍ 2호의 가목에서 “전 지역” 이라 함은 이전에 발파한 장소를 말하며, 발파를 시행한 장소에 다시 발파를 하는 경우 전회 발파에서 잔류된 불발 화약류의 유무를 조사한 후 안전이 확보된 경우 천공 작업을 투입하여야 한다.
- ❍ 2호의 다목은 불발된 발파공에 대한 안전 조치가 없는 상태에서는 그 인근에서 동력기계를 이용한 천공작업을 금지하는 것으로 불발된 발파공에 폭발되지 않은 화약의 유무를 확인 또는 제거하는 등의 위험성 요인을 제거를 선행하여야 한다는 의미이다.
- ❍ 3호의 경우 천공작업과 장약작업이 각각의 작업장소가 충분한 안전거리를 확보하고 신호수 배치 등의 안전조치를 취한 경우에는 각각의 작업이 가능하다.
- ❍ 4호에서 천공작업 중 발생한 먼지의 제거를 위해 살수 등 물을 사용한 습식 제거가 원칙이나, 작업 장소 여건상 습식 제거가 어려울 경우에는 천공기에 설치된 집진기를 사용하여 먼지를 모아 두어 날리지 않도록 조치를 쥐하여 비산 먼지 억제에 최선을 다해야 한다.

**제13조(장약)**

① 장약을 할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 장약작업 장소 인근에서는 화기사용 및 흡연을 하지 않도록 할 것
2. 장약작업 장소 인근에서는 전기용접 작업이나 동력을 사용하는 기계를 사용하지 않을 것
3. 장약작업을 하는 근로자가 안전모 등 적절한 보호구를 착용하도록 할 것
4. 기존의 발파에 사용된 발파공에는 장약하지 않도록 할 것
5. 약포는 1개씩 손을 사용하여 신중하게 장약봉으로 넣고, 약포 간에 간격이 없도록 그때마다 구멍길이의 차를 측정하면서 장약을 수행하도록 할 것
6. 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
7. 장약은 뇌관의 관체, 각선, 연결장치 등이 충격 또는 손상되지 않도록 주의하며, 각선의 길이는 결선작업을 고려하여 충분한 길이의 것을 사용하게 할 것
8. 초유폭약을 장약하는 경우 다음 각 목의 사항을 따를 것
   가. 장약 중에 흡습 또는 이물의 혼입을 방지하기 위한 조치를 강구할 것
   나. 갱내에서는 가스 등의 환기에 유의하고, 통기가 나쁜 장소에서는 사용하지 말 것
   다. 폭약을 장약한 후에는 신속하게 기폭할 것



**제13조(장약)**

9. 낙석 또는 붕락의 위험이 있는 뜬돌(부석) 등의 유무를 확인하고, 이를 제거하는 등 안전조치 후 작업하도록 할 것
10. 장약작업 중에는 관계 근로자가 아닌 사람의 출입을 금지할 것

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

1. 발파공의 위치, 상태 및 깊이를 확인할 것
2. 발파공에는 이물질이 들어가지 않게 하고, 이물질이 들어간 발파공은 공저(孔底)까지 청소하도록 할 것
3. 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.

1. 전색물은 적정한 수분을 함유한 모래나 점토 등 불연성 재료를 사용할 것
2. 불완전한 발파 및 발파 후 가스 유출 등을 방지하기 위해 충분한 양의 전색물을 사용할 것
3. 공발(空發, blown out)이 발생하지 않도록 다짐 작업을 충분히 할 것

**제13조(장약)**

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

1. 궤도, 철재류 또는 상설 전기접지계통을 접지극에 뇌관의 각선을 연결하지 말 것
2. 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.

1. 화약제조업자 또는 판매업자 등 전문가의 지도를 받아 고온공에 적합한 화공품을 선정할 것
2. 천공을 충분히 밀폐시키고 천공 내의 온도를 측정할 것
3. 암반에 물을 뿌리거나, 천공 또는 보조공에 물을 직접 주입하는 등의 방법으로 암반의 온도를 섭씨 40도 이하로 낮출 것
4. 장약부터 발파까지의 시간을 가능한 한 짧게 하여, 암반의 온도가 섭씨 60도 이상으로 오르기 전에 발파할 것

## ✍ 해 설

- ❍ 각 호의 “장약작업 장소 인근에서는“ 이란 장약작업 장소를 포함하며, 신호수 배치 및 소화장치, 충분한 거리 이격 등의 안전조치를 취할 경우에는 별개의 작업이 가능하다. 이때의 이격거리는 사전에 작업계획서에 반영하여 안전보건총괄책임자 등의 승인을 받은 경우에 한하여 적용할 수 있다.
- ❍ 전기뇌관은 발파 회로에 연결될 때까지 단락되어야 한다.
- ❍ 뇌우가 접근하고 진행하는 동안 모든 발파 작업을 중단하고 발파 지역에서 사람을 대피해야 한다.
- ❍ 화약류를 장약하는 데 필요한 것 이외의 모든 건설기계 및 인력작업은 발파지역에서 하면 아니된다.

## 제14조(장전기의 사용)

① 장전기를 사용할 때는 다음 각 호의 사항을 준수하여야 한다.

1. 내부 청소가 용이한 구조의 장전기를 사용할 것
2. 뇌관을 삽입한 기폭약포는 장전기 호스로 장약하지 말 것
3. 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.

1. 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
2. 장약작업 중에 발생하는 정전기를 제거하기 위해 접지가 가능한 구조의 장전기를 사용할 것
3. 장전기를 사용하여 장약할 때에는 정전기가 소산(疏散)될 수 있도록 할 것
4. 장전기를 사용하여 화약 또는 폭약을 장약하는 때에는 정전기에 의해 전기뇌관이 기폭되는 것을 방지할 것



### ✍ 해 설

❍ 공기압축기 또는 외부 전력을 사용하여 운용되는 장전기의 경우 누설전류 및 정전기 발생 가능성이 높아 전기적인 위험 요인으로 전기뇌관의 비이상적인 폭발이나 감전 등의 위험이 있으므로 작업전에 절연상태 점검 및 누전 여부를 반드시 측정하여 사전에 위험성을 제거하여야 한다.

❍ 특히, 장전기 호스는 절연 재질이면서 내정전성 기능을 가진 제품을 사용하여야 하며, 장전기호스로 전기뇌관이 연결된 폭약을 직접적으로 장약하는 경우 전기뇌관의 폭발 위험성이 있으므로 작업시 유의하여야 한다.

❍ 정전기 방지를 위해서는 발생, 축적, 방전의 세 가지 조건중 하나만 제거해도 발파시 문제가 되지 않으며 아래의 사항을 따르도록 한다.

① 발파 현장에 있는 금속체는 접지 시킨다.
② ANFO폭약 장전기는 단독으로 접지를 한다.
③ 장전호스는 도전성의 것을 사용하고 그 외의 접속은 하지 않는다.
④ ANFO 장전속도를 필요 이상 빨리 하지 않는다.
⑤ 정전기에 대한 보안 교육 실시하고, 장전기 대전 방지용 가죽제 작업화,작업복 착용한다.

# 부록 Ⅲ. 중대재해 보고서 요약

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 진성개발(주) | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2022-11-03, 12:10 |
| 재해개요 | ▪ 경남 합천군 소재 채석장에서 피재자가 발파로 인해 폐쇄된 가설도로를 굴착기로 정비하던 중 낙석에 맞아 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 피해자가 발파지점으로 이동하기 위하여 발파 시 하부 가설도로에 흘러내린 토석을 굴착기로 정리하던 중, 부석이 낙하하며 토석과 함께 하부가설 도로로 굴러떨어져 피재자가 탑승한 굴착기를 덮쳐 사망한 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 채석작업장의 위험 방지 조치 미실시<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획서 미작성(안전보건규칙 제38조) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 채석작업장의 위험 방지 조치 미시행<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획서 작성(안전보건규칙 제38조)<br>▪ 채석작업에 대한 위험성평가 실시 | | |

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | (주)성안엠앤피코리아 | | |
| 공사종류 | 제조업 | 재해발생일시 | 2022-08-29, 10:00 |
| 재해개요 | ▪ 경상북도 소재 철광석 광산에서 착암공과 보조공이 발파 후 바닥에 깔린 파쇄 광석 위에서 다음 발파를 위한 천공 작업을 하던 중 파쇄 광석이 깔린 바닥이 침하되고 피재자 2명이 매몰됨. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 슈링키지 채광법은 채광으로 파쇄 광석을 하부로 빼내고 나머지 광석으로 이루어진 지반 위에서 상부를 굴착하는 채광법으로 주로 금속광산에서 사용하는 채광법임. | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 위험성 평가 미실시<br>- 도급업체는 수급업체가 철광석 채광을 진행토록 하였으나 채광 공정 관련 위험성 평가를 수급업체가 실시하도록 조치하지 않음.<br>- 이전업체의 위험성 평가 검토 결과 천공 작업장소의 침하 관련 위험요인을 파악하지 못함.<br>▪ 침하 대비 작업자 보호조치 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 위험성평가 실시<br>- 도급업체와 수급업체는 채광 공정의 단계별 작업에 대해 위험성 평가를 통해 유해·위험 요인을 파악하고, 위험성 추정 및 결정을 통해 개선대상 유해 위험요인을 개선하는 활동을 추진하여야 함.<br>위험성 평가에 근로자를 참여토록 하며, 위험성 평가 결과를 근로자에게 교육을 통해 전달하여야 함.<br>▪ 침하 대비 작업자 보호조치 준수<br>- 파쇄 광석 위에서 천공 작업을 할 경우에 작업발판 및 안전대를 사용하여야 함 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 신북산업 (주) | | |
| 공사종류 | 제조업 | 재해발생일시 | 2022-05-23, 16:45 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 포천시 소재 석재 채석·가공업체인 채석장에서 화강암 채석을 위해 발파 후 굴삭기를 이용하여 원석을 분리하는 작업 중 채석 중인 원석(5-5 블록) 옆 원석(4-5 블록)에서 굴삭기 신호 작업을 하던 재해자가 서있던 위치(H≒7m)의 원석(4-5 블록)의 일부가 붕괴되면서 지상으로 떨어져 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 굴삭기를 이용한 블록 원석을 분리하는 과정에서 주변의 블록 원석과 간섭되어 마찰이 발생하면서 강도가 약한 절리면이 분포된 주변 블록 원석 상부가 붕괴되면서 그 위에 서 있던 피재자가 추락하여 사망함. | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 발파 후 발파된 장소 및 주변 장소의 균열 유무 및 상태 점검과 전 위험 방지 조치 미실시<br>▪ 추락예방조치 및 개인보호구 착용 미실시<br>▪ 사전조사 미실시 및 작업계획서 미작성<br>▪ 위험성 평가 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 발파 후 발파된 장소와 주변 장소의 균열 유무와 상태 점검 후 위험 우려가 있을 경우 사전 위험방지조치 후 작업 실시<br>▪ 추락예방조치 및 개인보호구 착용 실시<br>▪ 사전조사 후 조사결과를 고려한 작업계획서 작성 및 준수<br>▪ 위험성평가 실시 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | (주)하룡 | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2022-04-26, 15:57 |
| 재해개요 | ▪ 충남 당진시 소재 채석장에서, 암석 발파를 위한 천공작업을 수행하던 재해자가 모두 마치고 천공 구멍의 시공상태(이상유무) 파악을 위해 천공기에서 하차한 후 발파구간을 살펴보던 중, 석산의 경사면에서 떨어진 부석(낙석)에 두부를 맞고 쓰러짐 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 현장 조사 당시 확인된 상황과 관계자들의 진술을 토대로 재해 원인을 추정하면 아래와 같음.<br>- 당 사업장은 재해 발생 후 발파작업을 실시하여 중대재해 인지 후 현장 추가 조사를 수행했을 당시 현장보존이 되어있지 않았고, 재해 발생 당시 재해자와 함께 작업했던 유일한 동료 근로자(화약주임)는 재해자와 다소 떨어진 거리에 위치한 채 등지고 작업하고 있었던 상황으로, 재해가 발생하는 순간을 직접 목격하지 못했음.<br>- 다만, 재해 발생 직전의 재해자 동선, 재해 발생 장소 및 인접 경사면의 상태, 재해발생 상황 등을 고려하였을 때, 재해자는 석산의 경사면에서 떨어진 부석(낙석)에 맞았을 가능성이 있을 것으로 판단됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 채석작업 시 낙석에 대한 위험방지조치 미흡 (직접원인)<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획 미수립 (간접원인) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 채석작업 시 낙석방지조치 실시<br>▪ 채석작업에 대한 작업계획 수립 · 이행, 근로자 교육 실시 | | |

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 지방도917호선(울진소광2지구외1지구)재해복구사업 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2021-10-08, 15:50 |
| 재해개요 | ▪ 경북 울진군 소재 지방도 917호선 재해복구사업 현장에서 발파를 위해 굴착기(버킷용량:0.18㎥)로 발파 덮개를(1,500~1,600㎏) 인양하여 발파장소에 설치하던 중 굴착기가 전도되면서 인양 중이던 발파 덮개에 피재자가 깔려 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 건설기계 주용도 외 사용<br>▪ 지형·지반 등에 대한 사전조사 및 작업계획 수립 미흡<br>▪ 관리감독(작업지휘)소홀<br>▪ 작업시간 촉박 및 부적절한 설계 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 차량계 건설기계를 주용도 외 사용<br>▪ 차량계 건설기계를 사용 시 접촉방지 미실시<br>▪ 중량물 취급에 따른 작업계획서의 미작성 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 차량계 건설기계는 용도에 맞게 사용<br>▪ 차량계 건설기계를 사용시 접촉방지 실시<br>▪ 중량물 취급에 따른 작업계획서의 작성 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 덕우석재 | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2021-04-09, 11:39 |
| 재해개요 | ▪ 경상남도 함양군 마천면 채석 발파 현장에서 발파 조작 스위치를 점화하는 순간 날아온 발파암에 두부를 맞아 병원으로 후송하였으나, 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발파작업 시 위험 방지조치 미흡<br>- 위험반경 내에서 별도의 피난 장소를 설치하지 않은 상태로 발파작업을 실시함<br>- 채석작업 관련 작업계획서가 사전에 작성되지 않은 상태로 작업한 것을 확인.<br>- 사고 당시 피재자는 면재질의 모자를 착용한 상태였으며, 안전모 등 개인보호구를 착용하지 않고 발파작업을 실시한 것을 확인. | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 발파작업 시 안전거리 미확보(안전보건규칙 제349조)<br>▪ 안전모 미지급·미착용(안전보건규칙 제32조) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 발파작업 시 안전거리 확보<br>▪ 안전모 등 보호구 지급·착용<br>▪ 비산 방지 조치 실시 (권고)<br>▪ 채석작업에 대한 사전조사 및 작업계획서 작성(권고)<br>▪ 발파작업에 대한 관리감독자의 유해·위험방지 업무 수행 철저(권고) | | |

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | (주)신강산업/상주 | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2020-01-11, 08:11 |
| 재해개요 | ▪ 경북 상주시 외서면 작업장에서 굴삭기 기사가 채석장 상단에서 석재(발파석)를 산비탈로 이적 작업 중 발파석이 경사진 가설도로를 따라 굴러 하부에서 가설펜스 정리 중이던 근로자가 발파석과 충돌하여 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 채석작업을 위해 석산 표면의 표토석을 먼저 제거하는 작업을 실시하는 과정에서 석산 암벽에 천공을 하고 폭약을 장약한 후 발파하여 암벽에서 분리되어 떨어진 표토석(발파석)을 굴삭기(백호)로 정리하여 하부 석재 가공 작업장을 조성 중이었음. 채석장에서 가설펜스를 정리 중이던 근로자가, 채석장 상부에서 굴러온 발파석과 충돌함 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 채석작업장의 위험방지 미실시(규칙 제372조)<br>▪ 사전조사 및 작업계획서 미작성(규칙 제38조) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 위험방지 및 위험장소 출입금지<br>▪ 사전조사 및 작업계획서 작성 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | (주)권선개발 | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2019-12-04, 17:42 |
| 재해개요 | ▪ 강원도 홍천군 북방면 채취장에서 근로자가 굴삭기를 운전하여 발파된 원석을 4소단에서 3소단 아래로 퍼내리는 작업 중 4소단 끝에서 약 30m 아래 2소단으로 전락되며 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 굴삭기가 움직이는 작업 통로는 무너지거나 전락의 위험이 없도록 위험요인에 대한 사전조사를 실시하고 작업계획서를 수립한 후 작업을 실시하여야 하나 이를 소홀히 함<br>▪ 굴삭기 등이 전락 우려가 있는 경우 유도자를 배치하고 작업하여야 하나 일몰 후 시야가 완전히 확보되지 않은 상태임에도 유도자 등을 배치하지 않음<br>▪ 완전한 후방 시야 확보가 되지 않고 협소한 작업공간에서 동료 작업자와 전화 통화를 함으로서 주의력 집중이 저하 되었을 것으로 추정됨<br>▪ 상기의 원인이 복합적으로 작용하여 발생된 재해로 판단됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 사전 조사 미실시 및 작업계획 미수립<br>▪ 굴삭기 전도 방지조치 미실시<br>▪ 산업안전보건 특별안전교육 미실시<br>▪ 굴삭기 작업위치 등 작업방법 부적절 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 사전조사 실시 및 작업계획 수립<br>▪ 굴삭기 전도 방지조치 실시<br>▪ 산업안전보건 특별안전교육 실시<br>▪ 굴삭기 작업위치 선정 등 안전한 작업방법으로 작업 진행 | | |



| 분류 | 채취-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | (주)송광산업 | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2019-09-04, 17:20 |
| 재해개요 | ▪ 전북 남원시 소재 골재채취 작업장 내에서 재해자가 굴삭기를 이용하여 발파작업이 완료된 암반사면의 소단부위 부석을 정리하던 중, 암사면이 붕괴되면서 굴삭기가 약 47미터 아래 지면으로 미끄러져 떨어져 화재가 발생되어 화상 등 부상을 당해 병원에서 치료 중 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 재해발생 작업 시 작업계획서는 작성하지 않음<br>▪ 작업당시 재해자 작업위치 소단의 암반상태는 재해 전일 이루어진 발파로 암반 내부에 충격이 가해진 상태이고, 재해 전일 많은 양의 비가 내려 지표수가 절리를 통해 암반 내부로 유입되어 지반이 연약해진 상태로 추정되며, 붕괴된 지점 바로 위에서 굴삭기의 구동으로 인한 반복적인 하중 및 굴러 떨어뜨리는 암부석이 사면에 부딪치는 충격 등이 지속적으로 가해져, 암반 내부의 절리 면이 분리되어 무너진 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 굴삭기 작업위치 등 작업방법 부적절<br>▪ 지반붕괴 위험방지조치 미실시<br>▪ 굴삭기 전도 방지조치 미실시<br>▪ 사전조사 미실시 및 작업계획 미수립 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 굴삭기 작업위치 선정 등 적절한 작업방법으로 작업 진행<br>▪ 지반붕괴 위험방지조치 실시<br>▪ 굴삭기 전도 방지조치 실시<br>▪ 사전조사 실시 및 작업계획 수립 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2018-03-26, 09:20 |
| 재해개요 | ▪ 전남 고흥군 도화면 소재의 채석장에서 재해자가 발파 후 암석을 덤프트럭에 상차하기 위하여 발파 작업장으로부터 약 80미터 떨어진 굴삭기에 탑승하여 대기하던 중, 발파 작업시 발생한 암석(11 kg)이 날아와 굴삭기 운전석에 앉아 있던 재해자의 가슴부위를 가격하여 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 벤치 상단에서의 추락사 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 현장에서 작업편의상 벤치 상단 작업로에 토사를 적치하는 행위로 인하여 작업자의 이동통로를 제한하였고, 부석정리를 위해 이 통로를 이동중인 작업자가 추락하여 사망한 사고임 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 벤치 상단 작업로 확보(차량, 인원)<br>▪ 작업로는 차량등이 충분히 통행할 수 있을 정도의 넓이로 조성하여야 함<br>▪ 발파 후 장비 등으로 인한 부석정리 실시<br>▪ 벤치 끝단은 언제나 붕괴의 위험이 있으므로 발파후 최대한 빠른시간에 부석정리 및 끝단에 인원이 접근하지 못하도록 안전교육 강화 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2017-12-16, 08:40 |
| 재해개요 | ▪ 전북 남원시 골재 채석 현장에서 재해자가 굴삭기 기사와 함께 발파된 현장의 부석정리 등의 작업지시를 위해 소단을 통해 반대편으로 이동하던 중 소단에 쌓아놓은 흙더미에서 미끄러져 약 15m 높이의 소단부 낭떠러지로 추락하여 사망함. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발파시 비산석에 의한 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 발파시 자유면방향(비산석이 주로 발생하는 방향)으로 근거리(80m)에서 이동 중 사망<br>▪ 인원대피 및 철수 실패 (안전거리 미확보) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 발파시 자유면 방향으로 그 어떤 장비 및 인원 대피<br>▪ 현장 내 이동경로에 전석으로 인한 피해를 예방하고자 낙석방지망 설치<br>▪ 매일 발파시간을 특정하고 그시간에 정확하게 발파를 하는 등 현장관리계획 강화를 통한 타공정 근로자의 착오를 방지 | | |

| 분류 | 발파-터널 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 팔용터널 민간투자사업 건설공사 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2017-05-25, 08:40 |
| 재해개요 | ▪ 경남 창원시 소재 팔용터널 건설공사 현장에서 협력업체 소속인 피재자가 터널공사 발파 후 버럭을 적치장으로 운반하여 하차하는 작업을 위해 덤프트럭(15ton)을 후진 정차하는 도중 적치장 단부의 지반이 침하되면서 약 12 m아래로 차량이 전복되어 피재자가 운전석에 협착 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 벤치 상단 붕괴로 인한 매몰로 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 벤치 상단의 암반상태 등을 확인하는 절차 미흡<br>▪ 발파 후 후사면에서의 균열이나 이상징후를 사전에 발견하지 못한 상태에서 작업 중 붕괴하여 매몰됨으로 인한 사망사고 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 벤치를 조성하며 채광을 실시하는 채석장 및 광산의 경우 발파시 후사면의 Back Breaker 등에 의한 낙석의 우려가 있으므로 반드시 부석정리과정이 포함되어야 함 | | |

| 분류 | 발파-채석장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | | | |
| 공사종류 | 광업 | 재해발생일시 | 2016-03-30, 13:30 |
| 재해개요 | ▪ 재해자가 암반 채취 목적으로 발파를 위한 천공 작업 중 암반 벽면의 균열로 인해 암반 벽면의 균열로 인해 암반(약 80톤)이 무너져 재해자를 덮쳐 현장에서 사망함. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발파시 비산석에 의한 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 자유면방향으로 엄폐하지 않은 상태에서 발파시 자유면방향으로 비산하는 비산석에 의한 사망사고 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 현장에서 발파시 인원대피 및 확인하는 절차 시행<br>▪ 발파시 자유면방향의 모든 장비, 인원 대피<br>▪ 거리가 멀더라도 자유면방향으로 인원 및 장비가 위치하지 않도록 함<br>▪ 인원 및 장비는 항시 몸을 엄폐하여야 하며 대피소는 자유면 반대방향으로 가급적이면 발파위치보다 높은곳으로 엄폐할 수 있는 위치를 선정 | | |

| 분류 | 발파-야적장 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | | | |
| 공사종류 | 제조업 | 재해발생일시 | 2015-01-18, 11:00 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 수원시야적장에서 터널 발파공사시 사용되는 소음감소용 방음문(이하 방음문)을 카고크레인으로 양중하기 위해 재해자가 3단으로 적재되어 있던 방음문에 올라가 상태가 좋은 방음문을 선별하는 과정에서 적재되어 있던 방음문이 무너져 방음문과 함께 재해자가 바닥으로 떨어지면서 방음문에 깔려 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 차량에 의한 충격으로 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 지정운전자에 의한 운행 미실시<br>▪ 운전석 이탈시 안전조치 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 지정운전자에 의한 운행 철저<br>▪ 운전석 이탈 시 안전조치 철저<br>▪ 현장 차량 운행 시 현장 내 위험에 대한 예방교육 실시 | | |

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 남양주CC 추가9홀 조성공사 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2014-04-17, 07:40 |
| 재해개요 | ▪ 남양주시 오남읍 오남리 소재, 남양주CC 추가9홀 조성공사 현장에서 협력업체 소속 피재자가 발파를 위해 크롤러드릴을 사용하여 장약공을 천공 및 이동하던 과정에서 크롤러드릴이 경사면 아래로 전도되어 운전원이 크롤러드릴과 지면사이에 협착되어 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 수직갱에서 추락으로 인한 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 수직갱 작업시 유도공의 추락방호시설(추락방지망, 가드, 덮개 등) 미설치<br>▪ 안전대 등 개인장구 미착용 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 추락방지를 위한 방호시설 설치 (추락방지망, 덮개 등)<br>▪ 추락위험구역 출입 및 작업 시 안전대 등의 개인장구를 반드시 착용 | | |

| 분류 | 발파-도로 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 고속국도 제60호선 동홍천 양양간 건설공사 제 14공구 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2013-12-05, 22:20 |
| 재해개요 | ▪ 강원도 인제군 기린면 소재 고속국도 제60호선 동홍천-양양간 건설공사(14공구) 현장에서 협력업체 소속 피재자가 수직갱의 막장 발파를 위한 5열 천공후 작업대차의 동료 운전원과 작업상 협의를 위해 작업대차의 반대방향으로 넘어 갔다 오던중 중심을 잃고 미끄러지면서 작업대차 하부의 유도공(D=3.1m)으로 추락(H≒151m)하여 사망한 재해로 추정됨 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발파시 비산석에 의한 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 중규모발파의 경우 국토교통부 지침 등에 의하여 발파보호공(비산석방지매트)를 설치하여야 함에도 불구하고 미설치함으로 인하여 발생한 비산석으로 인하여 사망 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 규정에 따라 비산석 방지매트 반드시 설치<br>▪ 매일 발파시간을 확정하여그에 맞도록발파를 수행하는 등 사전에 철저한 계획을 통하여 작업자 및 통행자 등 모든 인원 및 장비에 대한 사전대피가 이루어질 수 있도록 관리감독이 철저하여야 함.<br>▪ 인원 및 장비의 대피확인철저 | | |

| 분류 | 발파-건설 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 한국조세연구원 신청사 건립공사 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2013-09-24, 12:03 |
| 재해개요 | ▪ 세종특별자치시 반곡동 소재 조세연구원신청사 건립공사 현장에서 피재자가 비계작업을 마치고 귀가 중, 약 100 m 떨어진 택지현장에서 발파 작업에 따라 발파암이 날아와 피재자 머리를 가격하여 사망한 것으로 추정되는 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발파 후 부석 붕괴로 인한 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 발파 전후 암반상태 등을 확인하는 절차 미흡.<br>▪ 발파 전후 인근 암반의 균열이나 이상징후를 사전에 발견하지 못한 상태에서 작업 중 붕괴하여 매몰됨으로 인한 사망사고 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 벤치를 조성하며 채광을 실시하는 채석장 및 광산의 경우 발파시 또는 발파 전후로 인근 암반의 상태를 확인하며 작업을 진행하여야 할 의무가 있으며,<br>▪ 암반의 절리상태나 균열, BackBreaker 등에 의한 낙석의 우려가 있는 장소는 미리 부석정리를 하여 낙석이나 붕괴위험이 있는 암반에 대하여 제거작업이 반드시 필요하므로 안전관리를 강화하는 등 조치가 필요한 것으로 보임. | | |

| 분류 | TBM-1 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 서울 지하철9호선 3단계 919 공구건설 | | |
| 공사종류 | 건설 | 재해발생일시 | 2017-05-22, 18:40 |
| 재해개요 | ▪ 서울시 송파구 소개 서울지하철 9호선 3단계 919공구 현장에서 조정 작업 발판 위에서 쉴드 TBM 해체작업 준비를 하던 중 세그먼트 진원유지장치가 기울어지면서 재해자1은 안간난간대 사이에 협착되고 재해자2는 진원유지장치에 부딪쳐 바닥으로 떨어져 2명 모두 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 진원유지장치의 유압을 제거,이동 작업 중 진원유지장치가 전도하는 과정에서 추락 및 협착사고 발생 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 진원유지장치 운반작업 관련 매뉴얼 미준수 및 진원유지장치 전도방지용 안전방호장치 사전 해체, 중량물 취급작업 계획 미수립 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 전도위험이 있는 장소에서 안전장치 설치 상태, 추락 협착 등에 의한 재해예방 조치, 위험성평가 실시, 재해예방 대책 수립 | | |

| 분류 | TBM-2 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 대단위농업 개발사업 홍보지구 청소공구 토목공사 | | |
| 공사종류 | 건설 | 재해발생일시 | 2017-12-08, 16:35 |
| 재해개요 | ▪ 충남 홍성군 소재 대단위 농업개발사업 홍보지구 청소공구 토목공사 현장에서 고장난 세미쉴드 기기 및 콘크리트 관로 인출 작업 중 유압에 의해 튕겨져 나온 원통형 강봉밀대에 두부를 맞아 병원으로 후송하였으나 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 고장난 세미 쉴드 기기 및 콘크리트 관로 인출작업 중 유압에 의해 튕겨져 나온 원통형 강봉밀대에 두부를 맞아 사망 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 비래에 의한 위험방지 조치 미실시 및 터널 등 굴착작업 계획 미수립 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 비래에 의한 위험방지조치 실시 및 터널 등 굴착작업 계획 수립. 이행 철저 | | |

| 분류 | 터널-1 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 별내선(8호선연장) 1,2공구 궤도공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2022-07-22, 15:36 |
| 재해개요 | ▪ 서울 강동구 소재 별내선(8호선 연장) 1, 2공구 궤도 공사현장에서 지하 20 m의 터널 내부에서 지하철 궤도 부설을 위한 도상콘크리트 타설 작업 중, 피해자 3명이 발전기 등에서 배출된 일산화탄소 등의 배기가스에 의해 호흡곤란과 어지러움 등이 발생하여 전원 대하여 병원으로 후송 치료 받은 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 가벽이 설치된 터널 내부에서 일산화탄소 등 유해가스가 발생하는 발전기와 에어컴프레서를 사용해 도상 콘크리트 작업을 함<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램을 수립하지 않은 상태에서 작업 전과 작업 중 공기상태 및 유해가스 농도를 측정하지 않음<br>▪ 환가장치 설치 시 작업 구간에 시간당 환기량에 부족한 용량의 송풍기를 설치<br>▪ 타설 작업 중이던 근로자들이 발전기와 에어컴프레서 등 공사 중 사용한 장비들에서 발생한 일산화탄소에 급성 중독된 재해 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 밀폐공간 작업 시 산소 및 유해가스 농도 측정 미실시<br>▪ 적정 공시상태 유지를 위한 환기 미실시<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램 미수립<br>▪ 관리감독자의 유해/위험 방지 의무 소홀 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 산소 및 유해가스 농도 측정 철저<br>▪ 적정공기상태 유지를 위한 환기설비 설치<br>▪ 밀폐공간 작업프로그램 수립/이행 철저<br>▪ 관리감독자의 유해/위험 방지 업무 철저 | | |

| 분류 | 터널-2 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 남일-보은(제2공구) 도로건설공사 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2022-08-02, 23:40 |
| 재해개요 | ▪ 충북 보은군 수한면 소재 남일~보은(2공구) 도로 건설공사 중 수리티터널(L=1.3km) 현장에서 협력업체 소속 피재자가 터널 내부 그라우팅 작업을 마치고 철수를 위해 IBC 탱크 상부에 올라서서 내부의 양수펌프를 꺼내던 중 몸의 중심을 잃고 높이 약 1.15m 터널 바닥으로 떨어져 병원으로 이송하였으나 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 표면이 매끈한 플라스틱(IBC) 상부에 쌓인 분진과 안전화에 붙은 진흙으로 인해 마찰력이 낮아진 상태에서, 재해자가 중량물을 끓어올리던 중 왼발이 미끄러져 몸의 균형을 상실해 약 1.15m 높이에서 뒤로 떨어진 것으로 추정 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 터널 굴진 진행 중으로 바닥이 포장되지 않은 상태에서 그라우팅 작업을 실시하여 바닥에 물이 흐르고, 이로 인해 현장 바닥이 진창이었을 것으로 추정됨. 또한 그라우팅 천공 등으로 발생한 분진이 IBC 탱크 및 각종 구조물에 쌓여 오염이 심한 것으로 확인됨 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 작업 현장 특성에 맞도록 용수 공급을 위해 제작된 물탱크 등 적격제품 사용. 또한 작업장 정리 정돈 및 작업자가 추락이나 넘어질 위험이 있는 장소에서 작업을 할 때 비계를 졸비하는 등의 방법으로 작업 발판을 설치하여야 함 | | |

| 분류 | 터널-3 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 실촌~만선간 도로확포장공사 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2022-04-23, 16:00 |
| 재해개요 | ▪ 광주 실촌~만선간 도로확포장 공사 현장에서 생태터널 벽체 구간을 시공하는 협력업체 소속 근로자 2명이 거푸집 설치작업 중 벽체 거푸집이 전도되어 부상당한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 우측 벽체 80m 구간의 종점 부근에서 거푸집에 파이프 보강 작업 중 거푸집이 전도되어 어깨 부상 및 아래로 넘어짐 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 거푸집 설치 시 경사 버팀대 간격은 약 3~5m, 최대 9m의 불규칙적인 간격으로 설치되었고, 버팀대를 견고히 고정하는 별도의 조치 미흡. 또한 거푸집 설치 작업 관리 감독 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 거푸집 조립 작업 시 전도 방지 조치 철저 및 거푸집 조립 작업 관리감독 철저, 또한 거푸집에 대한 중량물 작업 계획서 작성 및 관련 교육 실시 | | |

| 분류 | 터널-4 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 수도권광역급행철도 A노선(3공구) | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2022-05-13, 11:30 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 고양시 소재 수도권광역 급행철도 A노선 민간투자 시설사업 건설공사 3공구 현장에서 터널공사 전문건설업체 소속 피재자가 운정방향(시점부) 4876.6m 지점(STA.15km311.6.)에서 막장면(N) 실링 숏크리트(Slealing ShotCreat) 타설 완료 후 막장면(N)으로 들어가 숏크리트 반발재수거용 바닥막을 설치하던 중<br>▪ 막장면(N) 중앙 좌측 천단부에서 부석과 함께 숏크리트 반발재가 피재자 경추에 떨어져 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 막장면(N) 실링 숏크리트 타설 완료 후 수거용 바닥막을 설치하던 중 막장면(N) 중앙 좌측 천단부에서 부석과 함께 숏크리트 반발재가 피해자 경추에 떨어져 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 낙석위험으로 실링 숏크리트 타설 시에는 수거용 바닥막을 설치하지 않으나 진행. 또한 용출수 상태 확인 미흡 및 용출수 방지 대책 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 막장면 부석 제거 철저히 진행 및 낙하물에 의한 위험 방지 가능한 방호조치 실시. 또한 근로자 투입 전 막장면 상태 및 작업 시 관리 절차에 따라 작업 수행 철저 | | |

| 분류 | 터널-6 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 남한산성 순환도로 확장공사 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2021-10-04, 16:00 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 성남시 수정구 복정동 소재 남한산성 순환도로 확장공사 양지 Ramp-B 터널 작업현장에서 터널전용으로 제작된 강재거푸집을 유압잭으로 이동시키던 과정에서, 강재거푸집 러그와 굴착기에 연결시켜 사용하던 와이어로프(강재거푸집 고정용)를 굴착기 운전기사가 끌어당기자 러그에서 이탈하여 와이어로프가 재해자를 타격해 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 연결된 체인 블럭이 느슨하다고 판단해 체인 블럭 조정을 위해 이동 중 굴착기 기사가 굴착기에 연결된 와이어로프를 당겼고 그 순간 연결핀이 파손되면서 이탈한 와이어로프가 재해자 흉부를 타격하여 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 굴착기의 목적 외 사용 및 강재거푸집 러그의 연결핀 고정상태 불량. 도한 중량물 취급 작업 계획서 미작성 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 굴착기의 목적 외 사용금지, 강재거푸집 러그의 연결핀 이탈 방지, 중량물 취급 작업 계획서 작성 및 작업 지휘자 지정 | | |

| 분류 | 터널-7 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 두산건설(주) 새만금전주8공구 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2021-04-29, 08:13 |
| 재해개요 | ▪ 전라북도 완주군 상관면 소재 새만금~전주 고속도로 건설공사 제8공구 현장에서 터널공사 전문건설업체 소속 재해자가 새만금방향 터널 약1,325.5m 지점(STA No.52+485.5)에서 막장면 장약 작업 중, 막장면(높이≒4.0m)에서 떨어진 부석(크기≒0.034㎥, 중량≒82kg)에 맞아 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 막장면 하부에서 천공 홀에 장약 작업 중 하부 천공홀을 막고 있는 버력을 제거하기 위해 슬링벨트를 묶는 작업을 마치고 이동하는 과정 중에 막장면(H=4m)에서 제거되지 않은 부석이 떨어져 재해자를 타격 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 인접 막장면에 비해 잔절리가 매우 발달, 거칠고 불량한 암질 상태, 불규칙한 절리가 매우 발달한 풍화암으로 확인되며 절리에 의한 부석이 발생한 것으로 추정 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 낙석 발생 방지를 위한 구체적인 계획 수립, 낙석 발생 방지 및 부석 제거작업 철저. 또한 낙석 발생 가능성이 존재하는 막장면을 록볼트로 보강하여 낙석 발생 위험을 없애야 함. | | |

| 분류 | 터널-8 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 경부선 추풍령~직지사간 남전천지하차도(복전터널) 개량공사 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2021-03-18, 10:30 |
| 재해개요 | ▪ 경북 김천시 대항면면 소재 경부선 추풍령~직지사간 남전천 지하차도 개량공사 현장에서 재해자가 터널 종점부 갱문 부위 흙막이 가시설 보강용 앵글 설치를 위해 코너 스트러트 상부에서 작업 또는 이동 중 몸의 균형을 잃고 약 6m 아래 바닥으로 추락하여 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 충돌 가능성도 있으며 안전대가 체결되지 않은 상태에서 6m 아래 바닥으로 추락 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 추락 사고 방지 위한 추락 방호망 미설치 및 안전대 미착용 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 추락위험 상부에서 작업 시 추락 방호망 설치 및 안전대 착용, 부착 | | |

| 분류 | 터널-9 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 진접선(4호선 연장) 차량기지 1공구(인입선) 건설공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2020-11-20, 23:49 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 남양주시 오남읍 양지리 소재「진접선 4호선 연장 차량기지 1공구(인입선) 건설공사」현장에서, 재해자는 확폭터널 시점부 약 41m 지점 막장면에서 굴삭기와 함께 부석 정리 작업 중 천단부 부석 (약16㎥)이 무너져 매몰되어 사망 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 재해자가 전일 작업 구간의 크랙을 육안으로 확인하기 위해 진입하는 순간 천단부가 무너지며 매몰되어 사망 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 터널 막장 작업 중 낙반 등에 의한 위험 방지 조치 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 터널 막장 작업 중 낙반 등에 의한 위험 방지 조치 철저 | | |

| 분류 | 터널-11 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 울산-포항 복선전철 입실~모량간 궤도공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2020-10-26, 11:00 |
| 재해개요 | ▪ 경북 경주시 내남면 소재, 동해남부선 내남 터널 내에서 탈선한 선로 다짐기 복구 후, 손상 부분 정비에 필요한 부품이 있는 궤도 안정기(1.14km)까지 자갈 정리기로 이동 중 정지 상태의 궤도 안정기를 추돌하여 자갈 정리기 운전자 부상, 동승자 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ MIT가 탈선되어 수리에 필요한 부품을 가지러 BR을 타고 DTS로 이동하던 중 BR이 정차해 있는 DTS를 추돌 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 제한속도의 미지정, 위험 요인에 대한 안전 조치 방법에 대한 작업계획을 미작성, 안전모 미착용 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 제한속도 지정, 사전 조사 및 작업계획서 작성 및 보호구 지급 후 착용 | | |

| 분류 | 터널-15 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 광양-여수지역 전기공급시설 전력구공사 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2020-06-10, 22:20 |
| 재해개요 | ▪ 광양시 중동 소재 광양-여수지역 전기공급시설 전력구공사 현장에서 피재자가 배터리카(갱내형 축전차)를 이용하여 터널 작업 굴착 구간에서 레일 자재 하역을 마치고 수직구 방향으로 이동하던 중 피재자 본인이 운전하던 배터리카의 운반대차 하부 철재 바퀴와 레일 사이에 끼여 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 레일 자재 하역을 마치고 수직구 방향으로 이동하던 중 피재자 본인이 운전하던 배터리카의 운반대차 하부 철재 바퀴와 레일 사이에 끼여 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 운전 위치 이탈 시 배터리카 정지 및 이탈 방지 조치 미실시 및 운반대차 사용 시 자재 전도 방지 조치 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 운전 위치 이탈 시 배터리카 정지 및 이탈 방지 조치 실시 철저, 운반대차 사용 시 자재 전도 방지 조치 철저 | | |

| 분류 | 터널-17 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 제2외곽순환(이천~오산)고속도로 민간투자사업(4공구) | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2020-04-08, 12:05 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 광주시 도척면 소재 제2외곽순환(이천~오산)고속도로 민간 투자사업(4공구) 현장에서 유정 터널 양평방향 약 238.6km 지점(STA. 25+213.6)에서 발파 후 굴착기로 막장면 부석 정리 중 발파 막장(N)과 후방막장(N+1, STA. 25+211.1)의 천단부(높이≒7m)에서 쐐기 형태 낙반(무게≒30톤)이 굴착기 운전석으로 떨어져 굴착기에 탑승 중인 재해자를 덮쳐 병원으로 이송하였으나 사망한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 후방막장의 천단부에서 쐐기 형태 낙반이 굴착기 운전석으로 떨어져 굴착기에 탑승 중인 재해자를 덮쳐 사망 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 낙반 등에 의한 위험의 방지 조치 미흡, 사전 조사 미흡, 천단부의 추가 보강 조치 미흡, 록볼트 관리 방안 미수립 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 낙반 등에 의한 위험의 방지 조치 철저 및 터널 굴착 작업 시 사전 조사 철저 | | |

| 분류 | 터널-20 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 반포천 유역 분리터널 건설공사 | | |
| 공사종류 | 수자원시설 | 재해발생일시 | 2019-09-25, 21:19 |
| 재해개요 | ▪ 서울시 서초구 소재 반포천 유역 분리 터널 건설공사 현장에서, 피재자가 터널 굴착 후 발생되는 버력 반출 용도의 광차와 광차 사이를 연결하는 작업 중, 광차 사이에 머리가 끼여서 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 구내 운반차와 광차의 미연결 및 구내 운반차 내 후방 카메라, 반사경 등의 장비/설비 부재로 인한 운전자의 후방 확인 불가 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 구내 운반차를 사용한 버력 반출 작업과 관련된 작업 계획서 미작성, 작업지휘자 및 신호수 미배치, 작업 장소 상태에 따른 적합한 제한속도 미지정 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 작업 계획서를 작성하고 작업지휘자를 배치함. 또한, 광차 연결과 구내 운반차 운전자의 후방 시야 확보를 통해 작업 방법을 개선하고 제한속도를 지정함 | | |

| 분류 | 터널-22 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 신월 빗물저류배수시설 등 방재시설 확충공사 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2019-07-31, 08:03 |
| 재해개요 | ▪ 서울 양천구 목동 소재 빗물저류 배수시설 및 방재시설 확충공사 현장에서 토목공사 협력업체 소속 전기공 2명이 배수터널 내부에서 가설전선 정리 작업을 진행하던 중 기습적인 폭우로 배수터널과 연결된 기존 우수박스의 수문이 자동 개방되면서 우수가 배수터널 내부로 유입되어, 비상 상황 전파 및 대피 유도를 위해 터널 내부로 들어간 원청 시공사 직원 1명 포함 총 3명이 수몰되어 사망한 채로 발견된 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 기습적인 폭우로 인해 우수 유입이 급격히 증가된 것으로 추정 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 사고 발생 전 통신기기 해제 및 우수 유입 대비 구명구 등의 비사용 기구가 구비되지 않았음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 터널 내부 작업자에게 비상 상황을 신속히 알리고 대피할 수 있도록 경보용 설비를 설치하고 악천후로 인한 터널 내부 우수 유입의 우려가 있을 때, 작업 중지 및 터널 내부 출입 제한이 요구되어야 함. 또한, 비상용 기구(구명구) 등의 비치 및 유지관리가 필요함 | | |

| 분류 | 터널-25 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 지방도360호선(어하터널) 터널등기구 정비사업 | | |
| 공사종류 | 설비, 전기, 통신, 소방 | 재해발생일시 | 2019-01-08, 13:20 |
| 재해개요 | ▪ 경기 포천시 소흘읍 소재 지방도360호선(어하터널) 터널 등기구 정비사업 현장에서 근로자가 5톤 크레인의 적재함에 실린 고소 작업대 상부에서 어하터널(포천 방향) 내 등기구의 등주감시기 설치를 위해 드릴로 등기구의 구멍을 뚫는 작업을 진행하던 중, 고소 작업대 상부에서 터널 바닥으로 추락(H≒3.9m), 병원으로 이송하였으나 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ (접이식) 안전난간을 접은 채로 작업 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 고소 작업대 상부에서 안전대를 착용하지 않음 (당일 현장소장이 안전대를 지급하지 않음) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 적합한 안전난간 설치. 고소 작업대 상부 작업 근로자에게 안전대 지급 및 근로자는 안전대를 착용한 후 작업 | | |

| 분류 | 터널-27 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 고속국도 제400호선 파주~양주포천간 건설공사(제4공구) | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2018-11-12, 18:07 |
| 재해개요 | ▪ 경기 양주시 율정동 소재 고속국도 제400호선 파주~양주포천간 건설공사의 은현3터널 내부에서 재해자가 터널용 고소작업차(차징카) 작업대에 탑승하여 부석제거 작업 중 떨어지는 암석에 안면(턱) 부위를 맞아 병원 이송 치료 중 사망. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 천공 작업 시 발생하는 충격과 진동이 불연속면 균열을 더 커지도록 하는 원인이 되어 암반 탈락 요인으로 작용하였을 것으로 추정 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 인력 부석 제거 작업 전 점검이 미흡하였고, 부석 제거 작업 계획서를 작성하지 아니함. 또한, 재해자가 탑승한 터널용 고소작업차의 작업대에 전면가드가 설치되지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 작업 계획서 작성 및 준수. 터널용 고소작업차 작업대에 헤드가드, 전면가드 설치. 막장면에 외력이 가해지는 경우, 막장면 숏크리트 등의 보강 적용 | | |

| 분류 | 터널-28 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 세종-포천 고속도로 안성~구리 건설공사(제11공구) | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2018-11-29, 13:56 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 광주시 소재 고속도로 건설공사 현장에서 터널공사 협력업체 소속 재해자가 터널 입구에 설치되어 있던 수전반을 터널 내부 대인용 피난갱으로 옮겨 설치하기 위해 전기 판넬(VCB판넬, 1.8m×0.9m×2.7m,W=500kg)과 변압기를 차량탑재형 크레인으로 실어서 터널 내부 대인용 피난갱으로 옮겨(이동 거리 L=500m) 하역한 후, 다시 최종 설치 위치로 전기 판넬을 옮기기 위해 굴삭기에 지게포크를 달아 판넬을 드는 순간 판넬이 균형을 잃고 넘어지면서, 옆에 있던 재해자가 깔려 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 평평하지 않은 지반에 설치한 고임목 위에 전기 판넬을 하역하였고, 굴삭기의 지게포크를 전기 판넬 하부에 집어넣고 인상하는 데 있어 균형이 맞지 않은 전기 판넬이 전도될 위험이 있었으나 별도의 전도 방지 조치를 취하지 않음 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 전기 판넬 양중 과정에서 작업지휘자를 배치하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 전기 판넬 이동작업 시 로프, 버팀대 등으로 전도 방지 조치 실시. 또한, 전기 판넬 하부에 받침판을 설치하여 균형을 유지한 상태에서 인상 및 운반 | | |

| 분류 | 터널-29 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 분당선 정자-죽전간 분당터널 보강공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2018-07-18, 03:10 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 성남시 분당구 소재 지하철 운행구간 터널 내부에서 보강공인 재해자가 작업대차(이동식비계) 상부에서 처장면 보강 마감면 도포 작업 중 실족, 철도 레일 측면 콘크리트 바닥으로 추락(H=3.5m)하여 뇌사 상태에서 6일이 경과 후 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 작업대차 단부에 추락 방지용 안전난간을 설치하지 않았으며 안전대 부착설비 또한 없었음 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 추락한 바닥면이 철재 선로와 콘크리트 돌출부로 되어 있어 추락 당시 상당한 충격이 작용한 것으로 추정 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 작업 발판 상부 추락을 방지하기 위한 안전난간 설치. 또한, 추락할 위험이 있는 장소에 안전대 부착설비를 견고하게 설치하고 근로자에게 안전대를 사용하도록 관리 감독함 | | |

| 분류 | 터널-30 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 천마산터널 민간투자사업 운영설비공사 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2018-04-15, 10:40 |
| 재해개요 | ▪ 부산 사하구 감천동 소재 천마산 터널 건설공사 현장에서 협력업체 재해자가 지하차도 구간의 흙막이 가시설(띠장) 해체 구간 하부에서 작업 중, 절단되어 떨어지는 흙막이 가시설(띠장)에 맞아 인근 대학병원으로 후송하였으나 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 관계 근로자 외 출입 금지 조치를 소홀히 함 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 중량물 해체 작업 시 떨어짐 위험을 예방할 수 있는 줄걸이 선행 조치 등에 대한 시공계획서 누락 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 중량물 떨어짐 예방에 대한 시공계획서를 작성하고 이에 따라 작업하여야 하며, 관계 근로자 외 출입 금지 조치를 해야 함 | | |

| 분류 | 터널-31 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 산성터널 민간투자 사업건설공사 현장 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2018-03-21, 10:30 |
| 재해개요 | ▪ 부산시 금정구 소재 산성터널 민간 투자 사업 건설공사 현장에서 협력업체 소속 재해자 6명이 터널 내부 지하 환기소의 풍도 슬래브(PSC 중공 슬래브, 9.1X1.2X0.2m, 2.72ton) 설치 작업 중 지지 브라켓이 붕괴되어 떨어지며(H=5.5m)하부에서 유도 로프를 잡고있던 재해자를 강타, 현장에서 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 풍도 슬래브 지지 브라켓 철근이 설계도서와 달리 시공(브라켓 최외측 피복두께: 당초 60mm => 실시공약 400mm)되어 무근 콘크리트의 브라켓 일부가 풍도 슬래브 자중 및 충격하중 등을 견디지 못해 파괴되어 터널 바닥으로 떨어진 것으로 판단됨 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 풍도 슬래브 거치 전 지지 브라켓에 대한 철근 탐사 등의 안전성 평가를 실시하지 않아 설계 내력이 확인되지 않은 브라켓 위에 풍도 슬래브를 거치하는 도중 브라켓이 파괴됨 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 설계도서에 따른 정밀 시공 후 콘크리트 타설 전 감리원 입회하 검측 실시 및 결과 기록 등의 설계도서 준수 여부 확인. 풍도 슬래브 거치 전, 철근 탐사 등을 통해 구조부 안정성 평가를 실시하고 설계내력이 부족할 시 보강 등을 통해 지지 브라켓의 안전성을 확보하여야 함 | | |

| 분류 | 터널-33 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 동읍-봉강간도로건설공사 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2017-11-30, 15:10 |
| 재해개요 | ▪ 창원시 소재 동읍~봉강간 도로개설 현장에서 금산터널(L=495M) 내부에서 피재자가 포장콘크리트 타설 전에 평탄성 확보를 위해 굵은 골재를 파서 수평 고르기 작업을 하던 중 후진하는 살수차(총중량 25톤)의 좌측 뒷바퀴에 깔려 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 살수차 후미등의 일부 고장 및 터널 내 별도의 조명이 없어 후미에 있는 피재자 위치 파악 불가 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 살수차와 작업자간의 접촉 방지를 위한 안전 가시설 및 작업지휘자가 없었고, 차량계 하역 운반기계(살수차)에 대한 작업 계획서가 당시 현장 상황과 맞지 않으며 안전한 차량 운행 경로가 검토되지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 차량계 하역운반기계와 작업자간의 접촉을 방지하기 위해 작업지휘자를 배치하고 해당 작업장의 상태를 조사하여 그에 따른 안전한 운행경로 및 작업 방법을 작성하여 작업하여야 함 | | |

| 분류 | 터널-34 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 고속국도 제700호선 대구외곽순환 건설공사(제7공구) | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2017-06-27, 15:47 |
| 재해개요 | ▪ 대구광역시 동구 고속국도 제700호선 대구 외곽 순환 건설공사(제7공구) 현장에서 협력업체 소속 형틀목공 재해자가 중동 터널 시점부 동대구 방향 갱문 좌측 옹벽 비계 설치작업을 진행하던 중 외부 비계 작업 발판 단부에서 높이 3.8m 아래 콘크리트 바닥으로 떨어져 병원으로 이송하였으나, 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 외부비계 작업발판 승하강을 위한 가설계단이 설치된 상태의 구조물 내측부 좁은 통로상에 비계용 강관이 다스 놓여있어 이를 밟고 이동중 재해자가 몸의 중심을 잃고 떯어진 것으로 추정 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 안전대를 거치할 수 있는 수평 띠장 및 안전난간을 설치하지 않았으며(옹벽 거푸집 조립 작업을 위한 외부 비계 및 작업 발판을 설치할 경우, 관행적으로 외부 비계 작업 발판 단부 외측에만 안전 난간대를 설치하고 내측은 원활한 작업을 위해 대부분 설치하지 않음), 관리감독자를 배치하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 추락할 위험이 있는 장소에 안전난간 설치 후 근로자가 안전대 고리를 걸고 작업하도록 함. 안전하게 이동할 수 있는 통로를 설치하고 통로상에는 자재 적치를 지양하도록 함. 또한, 관리감독자를 배치하여 추락위험 방지를 위한 업무 지휘 및 발생할 수 있는 산업재해를 사전에 예방하기 위한 조치를 취할 수 있어야 함 | | |

| 분류 | 터널-35 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 원주-강릉 철도건설 제9공구 노반신설 기타공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2017-06-01, 20:00 |
| 재해개요 | ▪ 강원도 평창군 대관령면 〈원주-강릉 철도건설 제9공구 노반 신설 기타공사〉 현장에서 협력업체 소속의 재해자 2명 외 5명이 본선 터널과 연결되는 사갱(#2)의 입구로부터 3Km 지점에서 굴삭기(0.8W)와 별도의 달기구(인양용 발렌스빔)를 사용하여 풍도슬래브 설치작업을 하는 과정에서 터널 브라켓(거치부)에 풍도 슬래브를 정치하기 위해 위치조정 중 풍도 슬래브 1본(9m×1.2m×0.17m/2.8t)이 4m 높이에서 낙하하여 하부에 있던 1명이 낙하하는 풍도 슬래브에 깔려서 사망하고 1명은 상부에서 추락하여 부상당한 재해임 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 지그 체결 상태 불량, 작업 신호 불일치, 굴삭기 오작동, 작업 서두름 등의 복합적인 악조건이 형성되면 풍도슬래브(PC) 낙하 가능성이 있는 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 중량물 취급 하부 작업자 위치 금지 등을 포함한 작업계획서 작성 및 감리감독이 미흡하였고 안전대 부착설비(브라켓)가 견고하게 체결되지 않음. 또한, 굴삭기 움직임에 따른 조명 사각이 발생하며, 근로자에게 실제적인 작업 방법 및 안전대책 등에 대한 안전보건교육과 현장 작업 특성에 부합되는 위험 요인 도출 누락 등의 위험성 평가 관리 체계가 미흡함 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 현장 작업 특성에 부합하는 실제적인 작업 방법 및 안전대책 등이 포함된 작업 계획서를 작성 및 관리감독하고 추락할 위험이 있는 장소에는 안전대 부착설비를 설치함. 또한, 작업용 조명(확보)을 개선하고 안전보건교육 및 위험성 평가 관리체계를 강화해야 함 | | |

| 분류 | 터널-36 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 팔용터널 민간투자사업 건설공사 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2017-05-25, 08:40 |
| 재해개요 | ▪ 경남 창원시 소재 팔용터널 건설공사 현장에서 협력업체 소속인 피재자가 터널공사 발파 후 버럭을 적치장으로 운반하여 하차하는 작업을 위해 덤프트럭(15ton)을 후진 정차하는 도중 적치장 단부의 지반이 침하되면서 약12m아래로 차량이 전복되어 피재자가 운전석에 협착 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 덤프트럭이 전도 방지 조치가 없는 상태에서 지반 침하가 우려되는 적치장 단부까지 접근하여 정차함에 따라 지반은 덤프트럭 뒷바퀴에 걸리는 하중을 견디지 못하여 침하 발생 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 해당 작업 장소의 지형 및 지반상태에 대한 사전조사를 미실시<br>▪ 적치장 단부에 추락경고 표시 및 단부접근을 방지하는 방지턱·스토퍼 미설치<br>▪ 토사붕괴 위험지역 및 차량 정차 위치를 미표시<br>▪ 덤프트럭에 후방카메라 미설치 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 덤프트럭의 전도 등의 위험이 있는 경우에 유도자배치, 부동 침하 방지 등의 조치<br>▪ 침하 위험이 있는 지역에 접근 금지 표시와 방지턱·스토퍼 설치<br>▪ 덤프트럭 전도 방지를 위해 적치장 지형 및 지반 상태에 대한 사전조사 후 그에 따른 작업계획서를 작성 | | |

| 분류 | 터널-38 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | GE3PROJECT증기공급용해저터널(Shield)토목공사/하자 | | |
| 공사종류 | | 재해발생일시 | 2017-04-06, 15:30 |
| 재해개요 | ▪ 군산시 소룡동 소재 해저터널(깊이-32미터, 길이-3.2키로미터) 내에서 방수조공 피재자가 해저터널 내에서 방수작업을 하고 휴식을 취하기 위해 전동대차를 타고 나오다가 발진구에서부터 200미터 지점에서 의식을 잃고 쓰러져 병원으로 이송 치료중 열사병에 의한 다발성 장기손상으로 사망함.<br>▪ 사인: 사망진단서에는 열사병(다발성 장기 부전)으로 나왔으나 부검감정서 확인 후 확정예정 | | |
| 추정사고원인 | ▪ 발진구 쪽에 배기팬이 설치되어 있고 도달구 쪽에 급기팬이 설치되어 환기를 실시하고 있었으나 터널 내부 스팀 배관 내 발생 고열 기류가 형성되어 터널 내부 온도를 상승시킴 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 고열 장애 예방조치 및 작업장 내 온도 기준 미준수<br>▪ 휴게시설을 미설치하지<br>▪ 열사병 증상자에 대한 적절한 조치가 지체됨 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 고열 장애 예방대책을 실시<br>▪ 작업장 내 온도를 기준(37°C이하)에 맞게 유지<br>▪ 별도의 휴게시설을 갖추고 열사병 환자 발생 시 1&2차 조치를 위한 긴급연락 통신수단 설치 및 긴급구조 훈련 필요 | | |

| 분류 | 터널-39 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 제2경인연결(안양-성남간)고속도로민간투자사업건설공사 제1공구 | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2017-01-20, 13:42 |
| 재해개요 | ▪ 안양시 만안구 소재 제2경인연결(안양-성남간)고속도로 제1공구 안양터널 현장에서 토공공사를 도급받아 다짐 작업을 하던 재해자가 진동롤러에서 하차하여 이동 중 터널 내 도로포장용 콘크리트를 운반하던 15ton 덤프트럭에 부딪혀 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 덤프트럭 작업 시, 일정한 신호방법 수립 및 신호를 미실시<br>▪ 출입통제가 미흡<br>▪ 유도자를 배치하지 않음<br>▪ 덤프트럭 운전자가 현장에서 지정한 제한속도(20km/h) 미준수 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 터널 내 진동롤러 운전자에게 장비 하차 시 반사 안전조끼·안전모 등의 보호구 착용을 의무화하도록 교육 및 지시하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 덤프트럭 작업 시, 일정한 신호방법을 수립하여 운전자가 신호를 따를 수 있게 실시<br>▪ 근로자가 부딪힐 위험이 있는 장소에서는 출입을 통제 혹은 덤프트럭 유도자를 배치하도록 함 | | |

| 분류 | 터널-40 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 원주강릉복선전철서원주둔내간전력설비신설기타공사 | | |
| 공사종류 | 설비, 전기, 통신, 소방 | 재해발생일시 | 2016-12-08, 15:20 |
| 재해개요 | ▪ 강원도 횡성군 소재 서원주~둔내간 전철 전력설비 신설 기타공사 현장에서 피재자가 특고압(22.9kv) 케이블 포설작업을 위해 엔진플러(윈치, 용량:7ton)를 조작하던 중 도르래에서 이탈된 로프가 피재자의 얼굴 부위를 가격하여 터널 배수박스에서 떨어지면서(h=67㎝) 레일 기초 콘크리트에 머리를 부딪쳐 병원 후송 치료 중 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 엔진플러(윈치)를 이용한 특고압 케이블 포설 작업이 불량하여 인장력이 걸린 로프가 재해자 방향으로 이탈될 위험이 높은 상태에서 작업함 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 중량물(특고압 케이블) 취급 작업에 대한 작업계획서 미작성<br>▪ 작업지휘자 배치하지 않음<br>▪ 인장력을 받는 로프가 이탈될 위험이 있는 작업 장소 주변에 근로자 출입통제를 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 중량물(특고압 케이블) 취급 작업 시 작업계획서 작성<br>▪ 작업지휘자 배치 및 근로자 출입통제가 이루어져야 함 | | |

| 분류 | 터널-41 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 김포도시철도 제5공구 노반건설공사 | | |
| 공사종류 | 철도 | 재해발생일시 | 2016-12-24, 15:00 |
| 재해개요 | ▪ 김포도시철도 5공구 노반건설공사 환기구 25번(서울 강서구 방화동 513-1)에서 터널 라이닝 콘크리트를 실은 레미콘 차량을 카리프트에 탑승시킨 후에 레미콘 차량의 사이드 브레이크 미잠금(추정) 상태로 상부 이동 중 카리프트 구간별 속도 변화 등으로 인하여 차량이 전면부로 미끄러져 쏠리면서 지상 복공판 H-beam(흙막이 벽체로부터 내민길이 1m) 사이에 차량 전면부가 끼어 찌그러져 있는 상태에서 레미콘 운전원이 출입금지 구역인 카리프트 내부로 들어가 차를 딛고 운전석으로 올라가다가 차에서 미끄러져 개구부로 추락, 61m 아래 터널 콘크리트 바닥으로 떨어진 사고임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 개구부 등 떨어짐에 의해 근로자에게 위험을 미칠 우려가 있는 장소는 출입하지 못하도록 관리해야 하나 출입구 옆 기둥 사이 등의 출입금지 울타리를 누락(약 30cm) 설치하여 카리프트 내부로 근로자가 출입함 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 양중기 사용 작업 시, 카리프트 운전자가 일정한 신호 방법 및 규정에 의거하여 정위치, 시스템 모니터를 주시하지 않고 작업하여 차량 전면부가 상부 유압잭 H-beam에 찌그러지는 사고가 발생했음에도 긴급 조치를 취하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 떨어질 위험이 있는 장소에 방책(울타리) 및 위험표지판을 설치<br>▪ 양중기 작업 시, 카리프트 운전자가 운영 계획에 의거한 일정한 신호 방법 및 규정에 의거한 정위치, 시스템 모니터를 관리하여야 함 | | |

| 분류 | 터널-42 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 중앙선 도담~영천 복선전철4공구 노반신설 기타공사 | | |
| 공사종류 | 기타 토목 | 재해발생일시 | 2016-12-05, 08:40 |
| 재해개요 | ▪ 경북 영주시 하망동 소재 적동1터널 내 STA.214km 957 지점 막장면에서 협력업체 소속 재해자가 막장면에 세워져 있던 지보재 다발의 슬링벨트를 제거하려던 중 재해자 근처에 있던 터널용고소작업차(차징카)가 움직이면서 작업대(케이지)와 지보재 사이에 끼여 병원으로 후송하였으나 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 차징카 운전원이 자리를 비운 사이 터널공이 차징카를 운전하여 이동하다가 브레이크를 제대로 작동시키지 않은 상태로 운전석에서 이탈한 가운데 바닥 경사로 인해 차징카가 움직여 막장면에서 지보재 다발 운반용 슬링벨트를 풀던 재해자와 차징카 작업대가 부딪힌 것으로 판단됨 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 차량계 건설기계 작업계획서 상의 운전원, 지형조건, 신호수 배치 등을 준수하지 않은 상태에서 작업을 진행<br>▪ 차량계 건설기계 접촉 방지를 위한 유도자를 배치하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 건설기계관리법에서 규정하는 자격, 면허, 기능을 가진 근로자가 작업<br>▪ 차량계 건설기계 작업계획서 및 운전 위치 이탈시 안전조치 등을 준수<br>▪ 차량과 근로자간 접촉 방지를 위해 위험 장소에는 출입을 금지시킴 | | |

| 분류 | 터널-43 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 산성터널접속도로(화명측) 건설공사(3공구) | | |
| 공사종류 | 도로 | 재해발생일시 | 2016-08-12, 09:10 |
| 재해개요 | ▪ 부산광역시 북구 화명동 소재 건설공사(3공구) 현장의 구조물공사 협력업체 소속 재해자가 지하차도 기초(7블럭 구간) 콘크리트 타설 작업을 위해 지하차도 복공판 상부에서 콘크리트 펌프카 호퍼 정비작업 중 펌프카 후미쪽으로 후진하던 콘크리트 믹서 트럭 사이에 충돌후 협착되어, 인근 병원으로 후송, 치료 중 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 사고 발생 지점의 복공판 상부는 하향 구배(9.87%)가 형성되어 레미콘 후진 시기 설치된 펌프카와 충돌 위험성이 높아 적극적인 방지대책이 요구되나, 펌프카와 레미콘의 충돌 및 협착 방지 접근한계거리 유지를 위한 스토퍼 미설치<br>▪ 위험구역 내 근로자 출입 통제 조치를 취하지 않음<br>▪ 레미콘 후진 시 유도자를 배치하지 않음 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 차량계 건설기계 사용 시 근로자 위험 방지를 위해 해당 작업 장소의 경사도 등을 조사하여 그에 따른 운전경로 및 작업 방법 등이 포함된 작업계획서를 작성 후 근로자에게 주지하여야 하나, 이를 주지하지 않음<br>▪ 관리감독자의 안전조치 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 위험 구역 내 근로자가 출입하지 못하도록 조치<br>▪ 장비 간 충돌·협착 방지와 접근한계거리 유지를 위해 스토퍼 등의 안전장치 설치<br>▪ 유도자를 배치하여 차량계 건설기계를 안전하게 유도하도록 함 | | |

| 분류 | 터널-44 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 김포도시철도 제1공구 노반건설공사 | | |
| 공사종류 | | 재해발생일시 | 2016-08-12, 13:30 |
| 재해개요 | ▪ 근로자 3명은 소장 지시에 따라 김포도시철도 102정거장 터널입구 본선개착구간(높이 지하 17m)의 SHEET 방수작업을 시작하였음. 근로자1은 맨 아래층에서 아스팔트 프라이머 도포 작업을 하였고 그 위층에서 근로자2 및 근로자3이 방수용 시트 부착 작업을 함. 작업 중 시트가 부족하여 근로자3이 지상 1층에서 시트를 가져오던 중 근로자2가 근로자1이 바닥에 쓰러져 있어 구조해야 한다고 소리쳐 현장으로 내려가다가 본인도 어지러워 잠시 정신을 잃은 후 위로 올라와 쓰러짐. 이 모습을 주변 목수들이 발견하고 지하에 쓰러진 근로자1 및 근로자2를 구조한 후 14시 경 119에서 병원으로 후송하였으나 근로자2는 사망함. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 프라이머에 혼합된 톨루엔 등의 유기용제 증기 중독에 의한 것으로 추정 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 유기화합물 취급 특별장소 작업 시 필요한 송풍기 등의 전체 환기 설비 미설치<br>▪ 작업 시 근로자가 유해화합물 등으로부터 안정성을 확보할 수 있는 송기마스크/방독마스크가 아닌 먼지, 흄 등을 예방하기 위한 방진마스크를 착용<br>▪ 관리감독자와 도급사의 안전보건 조치가 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 유기화합물 취급 특별장소 작업 시 오염된 공기를 외부로 배출 및 희석하고 신성한 공기가 투입될 수 있도록 환기 설비 설치 및 가동<br>▪ 근로자는 송기/방독 마스크를 착용<br>▪ 감시인, 도급사, 수급사가 안전보건 업무를 수행해야 함 | | |

| 분류 | 터널-45 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 동해선 포항-삼척 철도건설 제6공구 노반건설공사 | | |
| 공사종류 | 중건설공사 | 재해발생일시 | 2016-04-04, 00:50 |
| 재해개요 | ▪ 경상북도 영덕군 영덕읍 소재 동해선 포항-삼척 제6공구 건설공사 현장에서 피재자가 화수터널 46km082 막장 측량 마킹작업을 하던중 막장면에서 암석이 떨어지면서 피재자를 강타, 병원으로 이송하였으나 당일에 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ Face Mapping 및 RMR등급분류 결과에서 절리의 취약함이 계속적으로 나옴에 따라 보강 및 관리방안을 무색하여야 하나 설계대로 시공, 낙석 위험이 있는 상태에서 작업이 이루어짐 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ Face Mapping 및 RMR 분류 등의 정보 공유 없이 기능공의 경험치에 의존하여 작업을 진행<br>▪ 부석관찰 및 부석제거 등의 철저한 이행 없이 작업 진행 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 낙반등에 의한 위험의 방지 철저(부석의 제거, 막장면 숏크리트 타설, 굴착공법 변경 등) | | |

| 분류 | 터널-46 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 수도권 고속철도 (수서~평택)제3-2공구 노반신설 기타공사 | | |
| 공사종류 | 중건설공사 | 재해발생일시 | 2015-12-23, 07:30 |
| 재해개요 | ▪ 수서~평택 고속철도 제3-2공구 건설공사 현장에서 근로자 2명이 수직구 #8과 본선터널을 연결하는 횡갱터널의 풍도(지하 공기를 순환 시키는 용도의 통로) PC 슬래브 하부 동바리를 해체 하던 중, 상부의 PC 슬래브가 붕괴되면서 매몰되어 1명 사망, 1명 부상당한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 시스템동바리 미리 해체, 선행공정의 지연 및 자재 반출 등의 문제로 인한 콘크리트 양생기준 미준수 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 콘크리트 양생기간의 미준수<br>▪ 구조 검토 및 조립도 미작성<br>▪ PC설치 특별 시방서 및 콘크리트 표준 시방서 등의 건설공사 시방서 미준수 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 콘크리트 양생기간을 준수하여 거푸집 동바리 등을 해체<br>▪ 거푸집동바리 구조 검토 및 조립도 작성 철저<br>▪ 건설공사 시방서 준수 철저 | | |

| 분류 | 터널-47 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 수도권 고속철도(수서~평택) 제2공구 | | |
| 공사종류 | 중건설공사 | 재해발생일시 | 2015-11-17, 15:05 |
| 재해개요 | ▪ 경기 성남시 수정구 소재 「수도권고속철도(수서~평택) 제2공구」현장에서 피재자는 수직구#2 상부에서 터널 하부의 용출수를 양수하기 위해 고압호수(L=60.0m, Φ75mm, 고무 재질)를 콘크리트 압송관(Φ125mm)에 삽입하려고 배관 이음부를 해체하던 중 몸의 중심을 잃고 수직구#2 굴착하부(H≒30.0m) 저면 슬립폼 작업대 상단으로 추락하여 사망한 것으로 추정되는 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 로프가 제대로 체결되어 있지 않은 상태로 추락을 방지하지 못한 것으로 추정<br>▪ 2미터 이상의 고소 작업 시 40cm 이상의 작업발판을 설치하여 작업하여야하나, 폭이 30cm인 링빔(H-300x300x10x15) 상부에서 작업 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 안전대를 로프에 견고하게 체결하지 못함으로 인한 추락 방지 조치 미흡<br>▪ 관리감독자 업무 소홀 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 추락방지 조치 철저(견고한 구조의 안전대 부착 설비 설치)<br>▪ 관리감독자의 업무 이행 철저 | | |

| 분류 | 터널-49 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 46광구 배수펌프설비 설치공사 | | |
| 공사종류 | 일반건설공사 | 재해발생일시 | 2015-11-05, 19:03 |
| 재해개요 | ▪ 시공 중인 석회석 운반터널 시점부에서 재해자가 폐수처리설비에 남아있던 오수와 슬러지를 톤백을 설치한 사각Box로 분류하기 위해 Box에 톤백을 설치하던 중 터널 내부에서 후진하던 굴삭기에 부딪쳐 발생한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 터널 시점 상부에 설치된 조명 아래에서 톤백 설치작업을 하던 재해자와 터널 외부로 후진 중인 굴삭기의 충돌로 인한 재해로 추정됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 굴삭기 사용 작업에서의 접촉 방지조치 미실시<br>▪ 후진 주행 과정에서의 사각지대를 예방한 후방경고시스템 안전장치 미사용<br>▪ 같은 작업 장소에서 위험 작업 동시 실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 굴삭기 작업의 경우 접촉 방지 조치를 철저<br>▪ 후방경고 시스템의 안전장치 사용<br>▪ 같은 작업 장소에서 위험 작업 동시 실시 금지조치 | | |

| 분류 | 터널-50 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 구미시관내 국도대체우회도로(구포-덕산1)건설공사 | | |
| 공사종류 | 토목 공사 | 재해발생일시 | 2015-08-27, 07:50 |
| 재해개요 | ▪ 구포-덕산 우회도로 현장에서 재해자가 작업장소(터널)로 덤프트럭(15ton)을 운전하던 중 덤프트럭 적재함에 이상을 느껴 덤프트럭을 정차시킨 후 적재함을 올려 정비하던 중 적재함이 내려와 적재함과 트럭 본체에 끼어서 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 덤프트럭 적재함의 유압 이상으로 유압 호스를 수리 또는 정비하는 과정에서 유압호스가 이탈되어 유압액이 빠지며 덤프트럭 적재함이 하강한 것으로 사료됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 충분한 강도(적재함 하중 3톤을 지지할 수 있는)를 가진 안전 지주 대신 차량 고정용 고임목을 사용<br>▪ 작업 지휘자의 부재 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 충분한 강도를 가진 안전지주 또는 안전 블럭등을 설치 후 작업<br>▪ 작업지휘자를 지정하여 안전하게 작업 | | |

| 분류 | 터널-53 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | | | |
| 공사종류 | 터널공사 | 재해발생일시 | 2015-01-18, 11:00 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 수원시 권선구 287소재 하천변 야적장에서 터널 발파공사시 사용되는 소음감소용 방음문(이하 방음문)을 카고크레인으로 양중하기 위해 재해자가 3단으로 적재되어 있던 방음문에 올라가 상태가 좋은 방음문을 선별하는 과정에서 적재되어 있던 방음문이 무너져 방음문과 함께 재해자가 바닥으로 떨어지면서 방음문에 깔려 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 방음문 아래에 받쳐 놓았던 고임목과 받침목이 외부 환경에 의해 썩어 적재된 방음문의 무게중심이 하천쪽으로 쏠리면서 피재자의 방음문 3개 및 무너지는 방음문에 의해 옆에 적재되어있던 방음문 3개가 함께 하천 바닥 아래로 떨어지면서 이에 깔려 사망한 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 침하 우려, 수평상태가 아닌 하천 부지에서의 불안전한 방음문 적재, 작업장의 지형 및 지층 상태에 대한 사전조사 미실시<br>▪ 작업계획서 미 작성<br>▪ 개인보호구 미착용 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 침하 우려가 없는 튼튼한 기반 위에 하중이 한쪽으로 치우치지 않도록 적재, 작업장의 지형 및 지층 상태 등에 대한 사전조사 실시<br>▪ 중량물 취급에 따른 작업계획서 작성<br>▪ 개인보호구 착용 | | |

| 분류 | 터널-55 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 소천-도계2국도건설공사 | | |
| 공사종류 | 통신설비공사 | 재해발생일시 | 2014-12-03, 09:45 |
| 재해개요 | ▪ 태백시 동점동 현장 입구 주변에서 재해자가 터널내부로 들어가기 위해 입구쪽으로 걸어가던 중, 터널 내부에서 2차 숏크리트 타설 작업완료 후 다른 작업장(도계터널)으로 이동하기 위하여 후진하던 펌프카에 치여 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 콘크리트 펌프카가 후진하는 과정에서 터널 내부로 들어가던 재해자를 인지하지 못하고 충돌 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 차량계 건설기계를 사용하는 경우 사고 예방을 위한 유도자를 배치하는 등의 조치 부재 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 운전중인 펌프카에 접촉되어 근로자가 부딪치지 않도록 유도자를 배치하여 근로자의 출입 금지<br>▪ 터널 내부로의 보행자 통로 확보 | | |

| 분류 | 터널-56 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 용마터널건설 민간투자시설사업 건설공사 | | |
| 공사종류 | 토목공사 | 재해발생일시 | 2014-10-03, 17:50 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 구리시 105-9 소재 건설공사 현장에서 피재자가 영업소 상부 아스콘 포장작업 중 후진하는 타이어 롤러에 깔려 병원으로 후송된 후 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 타이어 롤러 주변의 피재자를 인지하지 못하고 후진하는 과정에서 타이어 롤러에 깔려 사망함 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 타이어 롤러 등 차량계 건설기계 작업시 작업 반경 내 근로자 출입 금지 미실시<br>▪ 유도자를 배치의 부재<br>▪ 작업계획서 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 차량계 건설기계 작업시 근로자 출입 금지와 유도자 배치<br>▪ 작업계획서 작성 및 작업 철저히 실행 | | |

| 분류 | 터널-57 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 상주~영천고속도로 민간투자사업3공구 | | |
| 공사종류 | 고속도로건설 | 재해발생일시 | 2014-09-13, 18:50 |
| 재해개요 | ▪ 경북 구미시 소재 상주-영천고속도로 민간투자사업 3공구 군위터널 영천방향 234m 굴진 지점(STA.6+676.0)에서 협력업체 소속 터널보조공인 피재자가 장약작업 중 막장면 하부에서 도화선, 작업도구 등을 정리하던 중 막장면 우측 상부 약 2.8m 높이에서 암반이 무너져 떨어지면서(약 4.5㎥) 피재자를 덮쳐 매몰되어 2명이 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 주관적인 기준(현장 관계자나 작업자의 판단, 경험치 등)으로 굴착방법 결정하고 발파 방법 변경<br>▪ 지속적인 충격과 풍화 등으로 강도가 약해지며 암반 덩어리가 떨어짐 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 지반 특성에 적합한 굴착 방법을 선정하지 않음<br>▪ 작업자의 경험치와 같은 주관적인 의견으로 발파 굴착으로 변경으로 인한 암반의 부착력 약화<br>▪ 사전조사(탄성파 탐사 등)의 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 낙반 등에 인한 근로자의 위험 우려가 있을 경우 지반 특성에 적합한 굴착방법 선정<br>▪ 적극적인 사전조사 | | |

| 분류 | 터널-58 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 울산-포항복선전철제7공구노반신설기타공사(1차) | | |
| 공사종류 | 철도노반건설 | 재해발생일시 | 2014-08-05, 14:30 |
| 재해개요 | ▪ 경상북도 경주시 소재 울산-포항 복선전철 7공구 노반신설 현장에서 재해자가 터널 라이닝거푸집 이동 설치 작업 중 절연피복이 손상된 주전원선(3상 380V)의 충전부에 접촉되어 있는 유로폼을 손으로 잡는 순간 감전되어 병원으로 이송 가료 중 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 터널바닥의 단차 및 레일의 침하로 인해 라이닝거푸집 전면이 앞으로 기울어진 상태에서 공동구에 방치되어 있던 조립 유로폼의 강관파이프를 잡는 순간 누전 전류에 감전 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 공동구 바닥(라이닝거푸집 이동설치 경로)에 주전원선 배선, 조립유로폼 방치로 인해 배선의 절연피복이 손상되어 노출된 충전부에 접촉 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 가공전선 및 지하 케이블 또는 덮개가 있는 덕트 내, 금속관 내 등에 전선 배선, 절연피복의 손상이 없도록 장애물 제거 | | |

| 분류 | 터널-59 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 경부선 심천-영동간 각계터널(상)보수보강 기타공사 | | |
| 공사종류 | 미장, 방수공사 | 재해발생일시 | 2014-07-12, 00:40 |
| 재해개요 | ▪ 충북 영동군 심천면 소재 경부선 심천-영동간 각계터널(상) 보수보강 기타공사 현장에서 협력업체 소속 피재자 2명이 각계터널(상) 내부 보수보강공사 관련 미장작업을 위하여 터널입구 상행선과 하행선 사이 공사자재 야적장소로 이동하던 중 터널입구 50m 전방에서 운행 중인 화물열차에 충돌하여 사망한 것으로 추정됨. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 철도 선로를 통해 이동하던 중 후미에서 오는 열차와 충돌 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 선로 차단작업 승인시간(02:00~05:10) 이전에 선로 이동 중 열차에 충돌 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 선로 차단작업 승인시간 이전에 임의로 선로를 이동하지 않도록 사전에 안전교육 및 관리감독 철저 | | |

| 분류 | 터널-60 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 원주~강릉 철도건설 제2공구 노반시설 기타공사(제1차) | | |
| 공사종류 | 철도노반시설 | 재해발생일시 | 2014-03-07, 12:10 |
| 재해개요 | ▪ 원주시 소초면 소재 원주-강릉 철도 건설 제2공구 노반시신설 공사 현장에서 가시설공들이 임시로 조립해 놓은 터널 입구부위 갱문격자지보재가 넘어지며 터널 시공 협력업체 소속 피재자가 깔려 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 갱문격자지보재의 매우 불안정한 상태에서 격자지보재 주변의 라바콘 측면을 지나쳐 단거리로 이동하다가 사고가 발생한 것으로 추정 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 갱문격자지보재의 넘어짐 방지 조치 미실시 및 주변 통제 불량<br>▪ 작업자의 무지로 인하여 설치하였던 전도방지 조치를 불필요하게 미리 해체 후 방치 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 넘어짐 위험 자재에 대한 안전 조치 철저<br>▪ 근로자 교육 철저<br>▪ 적합한 작업 계획서 작성 | | |

| 분류 | 터널-61 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 수도권고속철도(수서-평택) 제1-2공구 노반신설 기타공사 | | |
| 공사종류 | 토목공사 | 재해발생일시 | 2013-07-22, 08:55 |
| 재해개요 | ▪ 경기 성남시 수정구 소재 수도권고속철도(수서～평택) 제1-2공구 노반신설 기타공사 현장의 율현터널 내부에서 협력업체 소속 피재자가 국지성 폭우로 유입되는 물을 차단하기 위하여 율현터널 갱구부에 암버럭으로 1차 둑(Dike, 사다리꼴형태 4.0×1.5×2.0)를 쌓아 물의 유입을 차단 및 배수하고 있었으나, 1차 둑의 일부 구간이 유실되어 터널 막장면으로 물이 유입되는 상황에서 물이 차있는 하부 반단면 구간을 수영하여 상부 반단면 시점부로 이동한 후 터널 상부 반단면의 막장 부근에 주차된 차량계 건설기계(강관다단 천공기, 숏크리트 타설기)의 침수여부를 확인하고 터널 갱구부방향으로 나오던 중 물에 빠져 익사한 것으로 추정되는 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 터널 상부 반단면 구간에 있는 장비를 이동시키기 위해 안으로 이동하였고 하부 반단면 구간을 수영하던 중 물에 빠짐 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 기상상태의 불안정으로 인해 근로자가 위험할 우려가 있는 경우에도 작업을 중지하지 않음<br>▪ 전원이 차단된 상태로 통로 조명 조치 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우 작업 중지<br>▪ 75럭스 이상의 조명 조치 철저 | | |

| 분류 | 터널-62 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 고속국도제30호선 상주-안동간 건설공사(제9공구) | | |
| 공사종류 | 일반건설 | 재해발생일시 | 2013-08-02, 09:58 |
| 재해개요 | ▪ 경북 의성군 옥산면 소재 상주-영덕간 건설공사 제9공구 옥산터널 종점부(STA.6+200)에서 재해자가 터널 라이닝 콘크리트 폼 작업대차의 작업발판 설치작업 중 작업발판이 뒤집히면서 2.5m 아래 지상으로 떨어져 발생한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 고정(용접)이 되지 않은 작업발판을 밟아 뒤집어지면서 2.5m 아래 바닥으로 추락 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 작업발판의 안전한 구조 미준수<br>▪ 둘 이상의 지지물에 연결·고정 미실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 작업발판재료가 뒤집히지 않도록 지지물에 연결·고정 후 작업 실시<br>▪ 위험성에 대한 검토 및 관리 권고 | | |

| 분류 | 터널-63 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 올림픽대로 상수도관 이중화 부설공사(장기계속공사) | | |
| 공사종류 | 토목(상하수도) | 재해발생일시 | 2013-07-15, 17:00 |
| 재해개요 | ▪ 서울시 동작구 소재 올림픽대로 상수도관 이중화 부설공사 현장에서 터널공사 협력업체 소속 작업자 8명이 송수터널 내부에서 바닥청소 및 Rail제거 작업을 진행하던 중 장마철 호우로 인해 한강 수위가 급상승 하면서 도달기지(사각형 수직구: 6.5m×9.5m×24m) 상부로 한강물이 유입되어, 도달기지 하부 터널 입구에 설치해 놓은 차단막(강판=2,600mm)이 수압을 견디지 못하고 파손되어 소속 근로자 8명중 1명이 탈출하여 생존하였고 6명이 수몰되어 사망하였으며 1명이 구조되었으나 사망한 재해로 추정됨. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 팔당댐의 방류량과 사고지역 인근 한강대교 수위가 급속도로 상승으로 인한 도달기지 하부 터널입구 차단막이 수압을 견디지 못하고 파손됨 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 장마철 호우로 인한 한강 수위가 급상승 하면서 도달기지가 수압을 견디지 못해 발생<br>▪ 사고 우려가 있는 상황 속에서 작업 실시 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 사고가 우려되는 상황 속에서는 작업 중지 | | |

| 분류 | 터널-64 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 고속국도제600호 부산외곽순환고속도로건설공사 | | |
| 공사종류 | 건설업 | 재해발생일시 | 2013-06-15, 12:30 |
| 재해개요 | ▪ 경남 김해시 진영읍 소재 고속국도 제600호선 부산외곽순환 건설공사 제1공구 현장에서 피재자가 진영2터널 창원방향 78m지점에서 숏크리트머신(S/C Machine)과 터널벽체 사이에 협착 되어 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 터널 자체 경사 구배로 숏크리트 머신이 터널 막장 부분으로 굴러가자 멈추기 위해 달려갔으나 실패하면서 발생 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 숏크리트 머신 등의 차량계건설기계의 갑작스러운 주행 방지를 위한 조치 미흡 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 갑작스러운 주행을 방지하기 위한 조치 철저<br>▪ 바퀴하부에 별도의 주행을 방지하기 위한 고임목(쐐기) 설치 철저 | | |

| 분류 | 터널-65 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 수도권고속철도(수서~평택)제6-2공구 | | |
| 공사종류 | 중건설공사 | 재해발생일시 | 2013-06-03, 17:23 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 오산시 소재 수도권고속철도(수서-평택) 제6-2공구 노반신설 기타공사 현장 내 수직구 #14번 4구간 [STA.45㎞ +123]에서 피재자1과 피재자2가 천공작업 완료 후 막장면 장약 작업을 실시하던 중 막장면 우측 상부의 부석이 붕괴(약 12m³)·낙하하며 매몰되어 2명 모두 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 변경된 공법으로 시공함에 앞서 안전성과 위험성 검토 작업 미실시<br>▪ 붕괴 발생 부분의 절리가 관측되지 않아 부석 미리 제거 실패<br>▪ Face Mapping 미흡<br>▪ 분사되는 수압 및 유입수가 취약부분에 영향을 미친 것으로 추정됨 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 낙반 등에 의해 근로자가 위험해질 우려가 있는 경우의 조치 미흡<br>▪ 시공방법 및 안전성 검토 미흡(추정) | | |
| 재해예방대책 | ▪ 부석 제거 등 낙반 위험을 방지하기 위해 조치 철저<br>▪ 변경된 공법에 대한 적정성 및 안정성 분석 검토 철저 | | |

| 분류 | 터널-66 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 9호선 2단계 궤도공사 | | |
| 공사종류 | 토목(철도) | 재해발생일시 | 2013-06-06, 13:15 |
| 재해개요 | ▪ 서울시 강남구 삼성동 소재 9호선 2단계 궤도공사 현장에서 지하철 9호선 915공구~916공구 경계부근(928 정거장 300m 전) 터널 내부에서 폐기물 반출 작업을 하던 피재자가 함께 작업중이던 지게차(4.5TON)에 치여 사망한 재해로 추정됨. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 지게차 운전자가 피재자를 인지하지 못한 채 지게차를 기다리던 피재자를 침 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 조도 75럭스 이상 확보하지 않음<br>▪ 지형 지층 상태 등에 대한 사전조사 미실시 및 작업계획서 미작성<br>▪ 제한속도 미지정 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 조도 75럭스 이상 확보<br>▪ 작업계획서 작성과 사전조사 실시 철저<br>▪ 제한속도 지정 | | |

| 분류 | 터널-68 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 울산-포항 복선전철 제5공구 노반신설 기타공사 | | |
| 공사종류 | 토목공사 | 재해발생일시 | 2013-01-11, 17:20 |
| 재해개요 | ▪ 피재자등 4명이 화천2터널(하선) 화약 장약작업을 마치고 발파를 하기위해 챠징카 탑승 후 터널밖으로 후진하여 나오던 중 터널입구에 설치되어 있던 배수로(폭:30cm, 깊이:10cm)에 뒷바퀴가 빠지면서 덜컹거리면 흔들려 운전석옆에 탑승해있던 피재자가 바닥으로 떨어졌고 운전자가 이를 인지하지 못하고 계속 후진하여 탑승용 버켓과 근로자의 머리가 충돌하여 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 이동중인 차징카를 피하기 위해 급회전함으로 차량이 배수구에 빠지며 차징카에서 떨어짐 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 차량계건설기계에 승차석이 아닌 위치에 근로자를 탑승시킴으로 1인 탑승 규정 미준수 | | |
| 재해예방대책 | ▪ '승차석 외 탑승금지' 표시<br>▪ '운전원·근로자 교육' 및 관리감독 철저 | | |

| 분류 | 터널-69 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 신분당선연장(정자-광교)복선전철민간투자사업제2공구 | | |
| 공사종류 | 중건설공사 | 재해발생일시 | 2013-04-02, 21:17 |
| 재해개요 | ▪ 경기도 용인시 수지구 동천동~상현동 일원에서 시공중인 신분당선 연장(정자-광교) 복선전철 민간투자사업 2공구 현장 내 환기구 #5 본선터널 광교방향 약 330m(STA. 5+880) 지점(터널 막장 부근)에서 피재자1과 피재자2가 Rock Bolt(길이 : 4m) 설치를 위해 터널용 고소작업차(차징카)의 작업대(2개소)에 각각 나누어 탑승하고 작업대를 상승하려던 중, 1차 Shotcrete까지 완료된 천단부의 암반(연암, 약 1.5㎥)이 작업대로 떨어져 피재자1은 매몰되어 즉시 사망하였고, 피재자2는 낙반을 피하다가 작업대에 머리 등을 부딪쳐 부상한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 재해발생당일 굴착방법 변경, 1차 Shotcrete 설계면까지 타설 미준수<br>▪ 유입수로 인한 낙반 점착력 약화, 발파 후 부석 제거 미흡 | | |
| 사고원인<br>(조사) | ▪ 낙반 등에 의해 근로자가 위험해질 우려에 대한 조치 미흡<br>▪ 발파방법 변경으로 인한 부석이 완전히 제거되지 않은 것으로 추정됨 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 낙반 위험 방지 조치 철저<br>▪ 굴착 방법을 변경하는 경우 지형 지질 및 지층상태 조사하여 적정성을 분석 검토 승인 | | |

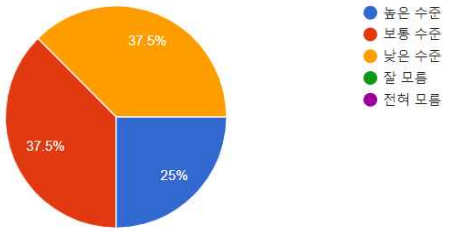
| 분류 | 터널-70 | | |
|---|---|---|---|
| 공사명 | 호남고속철도 오송~공주간 전차선로 신설공사 | | |
| 공사종류 | 전차선로 신설공사 | 재해발생일시 | 2013-01-29, 15:07 |
| 재해개요 | ▪ 충남 공주시 계룡면 소재 호남고속철도 오송-공주간 전차선로 신설공사현장에서 터널내부(시점 1.5km) 재해당일 15:10경 카고크레인 단부에 장착한 버켓에 피재자 2명이 탑승하여 터널천정에 하수강(Drop Support)을 부착 작업후 크레인을 이동도중 버켓을 지지하던 볼트가 파단되어 버켓과 함께 작업자 2명이 6M아래 콘크리트 바닥으로 추락, 사망한 재해임. | | |
| 추정사고원인 | ▪ 지그와 하수강의 접촉 충격으로 인해 상부의 느슨하게 체결되어있던 너트가 먼저 이탈되고 하부의 볼트만으로 버켓부의 하중을 버티다 플랜지 휘어짐으로 인한 볼트도 휘어짐으로 버켓이 추락한 것으로 추정 | | |
| 사고원인 (조사) | ▪ 크레인 작업시 탑승제한 조치 불량<br>▪ 기계장비 등에 부속된 볼트·너트의 조임 상태를 수시로 확인하지 않음 | | |
| 재해예방대책 | ▪ 사전 안전작업계획 수립 후 작업 철저<br>▪ 볼트 너트가 적정하게 조여 있는지 적정상태 수시로 확인 및 점검 | | |



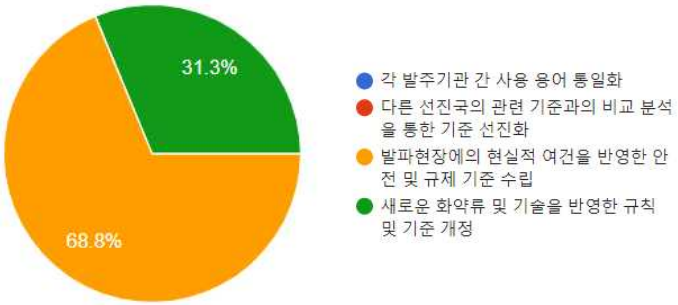
# 부록 Ⅳ. 실태조사 결과

# 실태조사 문항별 응답결과

Q1. 발파 및 터널작업과 관련하여 현행 안전보건규칙 및 안전지침에 대해 어느 정도 수준으로 알고 계신지요? (응답 16명)




Q2. 발파 및 터널작업과 관련하여 현행 안전보건규칙이 개정이 된다면 어떠한 부분을 중요하게 반영해야 한다고 생각하시나요? (우선순위 평가, 응답 16명)






Q3. 발파 및 터널작업 관련하여 발주 단계의 안전과 관련되어 주요하게 고려해야 할 사항에 대한 의견이 있으시면 자유롭게 기술해주세요, (응답 14명)

① 안전관리를 위한 외부 전문가 참여방안 및 비용 반영
② 현실에 맞는 건설품셈 정비
③ 발파 및 터널작업에서의 안전을 확보하기 위한 대책에 소요되는 비용이 발주단계에 반영될 필요가 있다.
④ 입찰가격 위주 경쟁에 의한 작업 품질, 안전성 저하
⑤ 천반 발파 효율성 제고
⑥ 용어 통일
⑦ 발파진동기준 재검토
⑧ 현장 상황에 맞는 정확한 예측
⑨ 시공업체의 위험성평가 및 안전관리계획서
⑩ 일몰 이후 발파작업 금지 및 작업자가 서두르지 않고 안전규정을 준수하여 작업할 수 있도록 관리가 필요함
⑪ 발주 시 설계업체, 시공업체 및 감리단의 적합성 확인
⑫ 의견 없음 또는 잘모르겠다 (3명).

Q4. 발파 및 터널작업 관련하여 설계 단계의 안전과 관련되어 주요하게 고려해야 할 사항에 대한 의견이 있으시면 자유롭게 기술해주세요. (응답 14명)

① 발파에 대한 설계는 관련분야 전문가인 화약류관리기술사가 하도록 하고 사전조사, 시험발파, 상시계측을 설계에 반영함
② 최신 발파기술 적용시 가점 적용등 안전사항에 기술 도입이 유연하게 적용될 수 있는 제도 마련
③ 보안물건 인접시 최적의 제어공법 반영
④ 충분한 설계 검토 과정, 시간 확보를 통한 무분별한 설계변경 최소화
⑤ 천반 부석 감소
⑥ 화약절감
⑦ 우사에 대한 발파진동 소음 기준 재검토
⑧ 시험발파 등을 통한 여러 자료를 활용한 실질적 설계
⑨ 천공작업 설계 전 암질 상태를 고려한 천공패턴 재검토
⑩ 발파 지식 및 숙련된 작업자가 필요함(소정의 교육 이수 및 자격 보유).
⑪ 현장의 상황에 맞게 설계를 만들어야 하며, 발주기관 및 시공업체 간의 상호협력이 필요함
⑫ 도심지에서의 진동저감과 더불어 소음문제 해결을 위한 공법 선정
⑬ 의견 없음 또는 잘모르겠다 (2명).

Q5. 발파 및 터널작업 관련하여 시공 단계(취급, 운반 포함)의 안전과 관련되어 주요하게 고려해야 할 사항에 대한 의견이 있으시면 자유롭게 기술해주세요. (응답 15명)

① 갱내 화약류취급소 설치가 필요함. 장대터널에서 화약류를 입출입이 빈번하여 안전사고에 많이 노출됨
② 발파책임자의 명확한 권한을 부여하여야 함
③ 시험발파시 안전관련 조치사항 명시
④ 터널작업 현장을 다니다보면 모든 현장에서 부석 제거작업을 진행하지만, 발파 후 막장에서 낙석을 흔하게 볼 수 있습니다. 육안으로 확인하기 어려울 수 도있고, 발파 사이클 중 타작업이 늦어졌을 경우 부석 작업시간을 소홀히한 경우도 있을 것입니다. 부석제거 방법이나 위험방지조치를 조금 더 강화한 명확한 지침이 필요하다고 생각합니다.
⑤ 시공 단계에서 작업자의 안전을 위해 규정되어 있는 각종 대책/규정들이 현장 상황을 반영하지 못하고 있어 실제로 이루어지지 않은 것들이 많은 것으로 파악되고 있습니다. 현장에서의 현실적인 부분들을 고려하여 실제로 안전 대책이나 규정들이 충분히 수행될 수 있도록 개정이 이루어지면 좋겠습니다.
⑥ 개별 작업자들에 대한 눈높이식 안전 교육 필요. 기존 안전교육 자료 및 제도는 매우 형식적, 고전적이며 현장 작업자들의 이해성 제고의 측면에서 재정비될 필요 있음.
⑦ 록볼팅의 기계화
⑧ 안전
⑨ 취급 시 안전매뉴얼을 세부적으로 작성해야함
⑩ 환경부 우사기준 재검토

⑪ 정확한 정보 공개를 통한 시공 변수를 반영

⑫ 발파작업 차량의 화약과 화공품의 분리 보관 및 운반에 대한 세부 규정

⑬ 시공 단계에서 공정에 쫓기어 무리한 작업이 발생되지 않도록 계획 수립이 필요함

⑭ 현장의 암질에 따른 발파 공법을 적용하며, 낙석, 낙반 등의 사고 대비 출수 등으로 상부 지반의 침하 방지 예방

⑮ 의견 없음 또는 잘모르겠다.



Q6. 발파 및 터널작업 시 현장에서 중점적으로 고려하고 있는(또는 고려해야 하는) 위험요인(중점안전관리 사항)과 이 관련된 대표적인 사고사례가 있다면 간략하게 서술해주십시오. (응답 13명)

① 화약류 관리보안책임자의 권한이 없어 공사관계자의 위험한 작업지시를 수용해야함. 발파지역에 인접하여 굴삭기, 브레이커 작업으로 낙석, 비산위험에 노출됨

② 발파후 불발 화약류의 점검이 현실적으로 불가능한 사고사례가 있음(현대건설 봉천동 재개발 현장에서 불발된 화약류를 건설장비가 타격하여 폭발한 사례)

③ 외부요인(정전기,누설전류 등)에 따른 예기치 못한 사고, 2011.7월, 서울 강남순환도로 터널 굴착시 낙뢰로 인한 전기뇌관이 기폭되어 사망사고 발생

④ 터널공사시 발파 후 가스농도 측정에 대한 기준을 강화해야한다고 생각합니다. 환기시스템 및 가스농도측정은 대부분 현장에서 하고 있지만, 특정 지점에서 가스농도가 측정되고 특정 구간까지 환기시스템을 구축하기 때문에 막장면에서는 환경이 다를 수 있습니다. 따라서 발파 후 작업전 휴대용 측정기를 이용해 막장면에서의 가스농도 측정후 작업인력을 투입하면 더 안전한 작업이 이루어 질것이라 생각합니다. 실제 터널막장에서 어지럼증을 자주 느꼈고, 휴대용 산소캔을 가지고 다니는 화약류관리책임자도 본적이 있습니다.

⑤ 과업 수행을 위한 질적ㅇ소의 경쟁보다 가격 위주의 입찰경쟁이 과열됨. 이는 단가 후려치기 등 작업의 품질 및 안전성 문제로 귀결되므로, 안전관리 계획 등 질적요소 위주의 평가제도 확립이 필요함.

⑥ 천반 상태. 즉 지질 상태에 따른 천반 보강 강화

⑦ 환경부 기준 중 발파소음 기준 재검토

⑧ 안전이 확보되지 않을 경우 작업중단이 가능한 관리 감독

⑨ 누설전류 또는 낙뢰로 인한 기폭사고

⑩ 낙뢰 및 누설 전류에 취약한 전기뇌관, 결선 확인이 어려운 비전기뇌관을 사용을 금지하고 안전한 전자뇌관 사용

⑪ 의견 없음 또는 잘모르겠다 (3명).

Q7. 안전보건규칙의 개정 및 현장에서의 안전제도 개선과 관련하여 기타 의견이 있다면 자유롭게 서술하여 주십시오. (응답 14명)

① 안전관리자, 공사관리자, 화약류관리보안책임자, 취급자 등 관련자의 명칭과 업무를 명확하게 해주세요

② 사고 후에 조사하는 방식이 아닌 사전 예방 기술지도의 확대

③ 안전에 대한 기술적인 사항은 권고가 아닌 의무사항으로 규정해야 됨

④ 전기뇌관 이외의 뇌관 사용시 이에 대한 안전기준 조항을 신설해주셨으면 좋겠습니다. 특히 발파 후 미기폭되는 뇌관은 확인하기 어렵고 위험요소가 많기 때문에 이에 대한 내용도 고려되었으면 합니다.

⑤ 최근 현장 작업자들은 고령이거나 외국인 노동자들이 대거 유입되고 있는 바, 안전교육에 있어 이들이 실질적으로 이해하고 받아들일 수 있는 방식의 적용이 타당함.

⑥ 락볼팅 머신 도입

⑦ 현실적인 규칙이 필요함.

⑧ 개인사업자 안전보건규칙 반영여부

⑨ 시간에 쫓기지 않는 안전을 담보로 한 공사 기간

⑩ 발파 위험지역 및 대피 지역에 대한 세부적인 안전기술 규정이 필요함

⑪ 장약공을 위한 자격 제도를 도입하여 일반 노무자에서 전문직종으로 전환하고, 숙력된 작업자가 발파작업을 할 수 있도록 제도 도입이 필요함.

⑫ 안전보건규칙의 개정 및 현장에서의 안전제도 개선 시 보다 효과적이고 효율적인 개선안을 찾기 위해 터널 및 발파 관련 정부기관, 연구원, 학교, 관련 업체 등의 소통이 필요하다고 생각함.

⑬ 의견 없음 또는 잘모르겠다. (2명)

**연구진**

연 구 기 관 : **사단법인 대한화약발파공학회**

연구책임자 : 김광염 (부교수, 한국해양대학교)
연 구 원 : 조상호 (교수, 전북대학교)
연 구 원 : 정호영 (조교수, 국립부경대학교)
연 구 원 : 진연호 (차장, ㈜한화)
연 구 원 : 배용철 (이사, 에스에이치엠앤씨(주))
연 구 원 : 김식 (대표, 엔케이기술사사무소)
연 구 원 : 홍성화 (교수, 한국해양대학교)
연구상대역 : 강성윤 (과장, 산업안전연구실)


**연구기간**

2023. 04. 28. ~ 2023. 10. 31.


본 연구는 산업안전보건연구원의 2023년도 위탁연구 용역사업에 의한 것임



본 연구보고서의 내용은 연구책임자의 개인적 견해이며,
우리 연구원의 공식견해와 다를 수도 있음을 알려드립니다.

**산업안전보건연구원장**


**발파 및 터널작업 관련 안전기준 정비**
**(2023-산업안전보건연구원-803)**


발 행 일 : 2023년 10월 31일
발 행 인 : 산업안전보건연구원 원장 김은아
연구책임자 : 한국해양대학교 부교수 김광염
발 행 처 : 안전보건공단 산업안전보건연구원
주 소 : (44429) 울산광역시 중구 종가로 400
전 화 : 052-703-0815
팩 스 : 052-703-0331
Homepage : http://oshri.kosha.or.kr
I S B N : 979-11-93642-34-4(93060)
공공안심글꼴 : 무료글꼴, 한국출판인회의, Kopub바탕체/돋움체