

KOSHA GUIDE

E - 66 - 2012

채석장에서의 전기안전에 관한 기술지침

2012. 6

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 충북대학교 안전공학과 김두현 교수
- 개정자 : 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 안전연구실

○ 제·개정 경과

- 2011년 6월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 2012년 4월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

○ 관련규격 및 자료

- KOSHA GUIDE E-4-2012(아크용접장치의 선정 및 사용에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-40-2012(이동형 또는 휴대형 전기기계기구의 사용 및 정비에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-48-2012(가스 폭발분위기에서의 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침)
- KOSHA GUIDE E-109-2011(활선작업 및 활선근접작업에 관한 기술지침)
- Electrical safety in quarries(HSE)
- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제3장(전기로 인한 위험방지)

○ 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6월 20일

제정자 : 한국산업안전보건공단 이사장

채석장에서의 전기안전에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 채석장에서의 천공작업이나 낙하물 등에 의한 케이블이 손상되거나 습윤 상태의 기계장치를 다루면서 발생하는 전기 위험성을 식별하고, 채석장 내의 작업과 장비 운용에 필요한 사항을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 채석장에서 사용하는 장비와 시스템의 적합성, 설치, 유지관리 등에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “유자격자(Qualified person)”라 함은 「유해위험작업의 취업제한에 관한 규칙」 제 3조의 별표 1에 의한 다음 1의 자격·면허·기능 또는 경험을 가진 자를 말한다.

- ① 「국가기술자격법」에 의한 전기기능사·철도전기신호기능사 이상의 자격
- ② 「초·중등교육법」에 의한 고등학교에서 전기에 관한 학과를 졸업한자 또는 이와 동등이상의 학력소지자
- ③ 「근로자 직업능력개발법」에 따른 해당분야 직업능력개발훈련 이수자
- ④ 관계법령에 의하여 해당 작업을 할 수 있도록 허용된 사람

(나) “안전 초저압(SELV; Safety extra-low voltage)”이라 함은 초저압을 초과하지

않는 전압을 사용하는 전기계통으로서 정상 운전하에 있고 다른 전기회로에서 지락고장을 포함한 단일 고장상태하에 있는 전기계통을 말한다.

- (다) “감전방지용 누전차단기”라 함은 정격 감도전류가 30 mA 이하이고 동작시간이 0.03초 이내인 누전차단기를 말한다. 단, 습한장소에서는 15 mA의 전격 감도전류를 요구할 수 있다.
- (라) “폭발위험장소”라 함은 전기기계기구를 설치·사용함에 있어 특별한 주의를 요하는 가스 등에 의한 폭발분위기가 조성되거나 조성될 우려가 있는 지역을 말한다.
- (마) “활선작업”이라 함은 노출 충전된 도체나 기기 등을 작업자의 보호구 착용 여부와 관계없이 손·발 또는 신체의 기타 부분으로 만지거나 시험기기로 접촉하는 것을 말한다.
- (2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에서 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 전기설비의 안전성

- (1) 채석장에서 사용되는 전기설비는 다음 사항을 고려해야 한다.

- (가) 사용 목적

- (나) 장비 사용자

- (다) 사용전압, 전류 그리고 함께 사용할 다른 장비

- (라) 환경상태 - 습윤 상태, 차량의 통행 및 차량과의 충돌 가능성, 천공가능성, 동물로부터의 파손과 손상의 위험성, 가연성 증기나 분진 및 먼지의 노출정도

등

(2) 전기설비는 안전 점검과 유지관리를 할 수 있도록 설계되고 구성되어야 한다.

(3) 채석을 하기 위한 전기기계기구(이하 시스템이라 한다.)는 유자격자가 설치하여야 하고, 설치된 시스템은 다음 사항이 고려되어야 한다.

(가) 시스템은 안전한 운전을 위하여 기록하고 라벨로 표시되어야 하고, 전기회로에 대한 수정사항도 기록되어야 한다. 각각의 도체들은 쉽게 확인이 되도록 도면에 표시가 되어야 한다.

(나) 시스템은 회로나 장비의 개폐를 명확하게 표시하고, 쉽게 접근할 수 있는 개폐기에 의해 설비의 각 부품들이 회로 분리가 되도록 하여야 한다.

(다) 시스템은 과전류나 누설전류로부터 보호할 수 있는 퓨즈, 회로차단기 등과 같은 적절한 보호시스템을 제공하여야 한다. 전격으로부터 근로자를 보호하기 위해서는 30 mA의 동작전류를 갖는 감전방지용 누전차단기를 설치해야 하며 더 높은 동작전류를 갖는 누전차단기는 설비보호를 위해 사용될 수 있다.

(라) 시스템은 시설의 안전검사, 시험, 결함발견 및 보전업무를 용이하게 할 수 있어야 한다. 시험을 위해 제어반을 열었을 때 내부는 적어도 IP XXB 또는 IP 2X XIV의 수준에 적합하도록 활선도체와의 접촉위험성을 감소시켜야 한다.

(마) 시스템은 정상적인 사용인 경우에 교류 50 V 이상의 활선도체와 접촉하지 않도록 밀폐시키거나 설치하여야 한다. 정기적으로 개방할 필요가 있는 장비에 대해서는 내부 부품들이 보호받지 않는다면, 전류의 공급이 차단될 때까지 커버의 열림이나 점검문의 개방을 방지할 수 있는 인터록장치를 설치하여야 한다.

(바) 시스템은 외부 환경조건에 따른 충격으로 인한 위험성이 최소화하도록 설치되어야 한다. 이것이 어려운 장소에서는 외장케이블 사용, 방폭설비나 기계적으로 강한 외함 등을 사용하여 위험성을 최소화하도록 보호하여야 한다.

- (사) 설치된 시스템은 안전에 영향을 미치는 고장을 방지하기 위해 설계되고 설치된 인터록장치 등의 안전장치를 갖추어야 한다.
- (아) 시스템은 외부 충격을 견딜 수 있도록 필요한 곳에 충분한 지지물로 도체와 접속부에 대한 전기적 및 기계적 강도를 갖추어야 한다.
- (자) 시스템은 권한이 있는 직원에게도 분전반, 변전소, 고전압 장비 등에 대해서는 접근을 제한해야 한다.
- (차) 시스템 사용자는 사용하기 전에 안전성 여부를 입증하기 위한 시험을 하고, 또한 사용권한을 얻어야 한다.
- (카) 중요한 작업을 하는 조작자에게 사용상 안전이 입증되었다는 인증서를 발급해야 한다.
- (4) 모든 전기설비는 고장난 경우에도 이중절연 또는 절연되어 있지 않다면 반드시 접지하여야 한다. 접지와 본딩에 의존하는 설비들은 설비 전체에 걸쳐서 점검할 필요가 있다.
- (5) 폭발위험장소에서의 전기설비는 KOSHA Guide E-48-2010(가스 폭발분위기에서의 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침)을 따른다. 무선주파송신기, 전기가 공급된 시설 및 가공전선은 기폭장치로서 위험성을 만들 수 있다.
- (6) 전기설비는 폭발물이 채석장에서 사용되어질 것을 대비하여 안전하게 설계되고 설치되어야 한다.
- (7) 분전반 또는 변전소 등은 가스를 포함한 인화성 또는 폭발성 물질의 저장공간으로 사용해서는 안 된다.

5. 안전전압

- (1) 일반적으로 사용전압이 낮으면 낮을수록 감전의 위험성도 낮기 때문에 가능한 곳에서는 110 V, 혹은 그 이하에서 동작하는 휴대형 장비를 사용하거나 안전 초저압 계통(SELV System)을 사용한다. 이러한 전압을 공급하는 케이블이 파손되더라도 치명적인 전기 쇼크를 줄여준다.
- (2) 습기가 있는 장소에서 작업하거나 금속탱크와 같은 폐쇄되고 도전된 공간에서 작업할 경우에는 더욱 낮은 전압으로 작업을 해야 한다. 12 V 또는 24 V에서 동작하는 핸드램프는 대부분의 작업장에서 적당하지만, 아크용접기는 자동전격방지장치를 부착하여 사용하고, 무부하시 출력측 전압을 25 V 이하로 유지하여야 한다.
- (3) 교류 220 V의 전압이 필요한 곳에서 작업을 할 경우 나타날 수 있는 위험성을 주의 깊게 평가하여야 하며, 필요한 경우 외장케이블을 사용하거나, 전원측에 누전차단기를 설치하는 등의 추가적인 안전장치를 사용하여야 한다.
- (4) 교류 132 kV의 고전압 계통 작업은 위험성이 크기 때문에 그 작업을 수행하는 작업자는 유자격자여야 하며, 오직 허가받은 작업자만이 작업해야 한다.

6. 전력선 및 케이블

- (1) 차량이나 이동시설물은 가공전력선에 접근하지 않도록 통제해야 한다. 차량 및 이동시설물이 직접적으로 가공전력선의 도체에 접촉하지 않더라도 부상이 발생할 수 있으며, 또한 전압과 조건에 따라 먼 거리에서도 아크를 발생시킨다. 필요하다면 위험을 유발시킬 수 있는 지역에서 멀리 떨어진 곳으로 가공전선의 경로를 재설정하여야 한다.
- (2) 차량이나 이동시설물이 가공전선 주위의 위험지역에 접근할 수 있다면 전력선 접촉사고에 대한 안전조치를 취해야 한다.
 - (가) 덤프차의 적재함을 올린채로 운행 및 작업이 필요한 덤프차는 위험성 평가를 실시한다.

- (나) 일시적으로 전력 공급을 중단하고 단락접지용구를 이용하여 전선을 접지시킨다.
- (다) 위험을 최소화하기 위해 위험을 유발시킬 수 있는 지역에서 멀리 떨어진 곳으로 전력선을 재배치하거나 땅에 묻는다.
- (라) 전력선 측면과 아래에 깃발이 달린 경고 로프를 설치한다.
- (마) 전력선의 각 측면에 외부 도체와 수평하고 평행하게 5 m의 유효한 울타리(높이 2 m, 충전부 이격거리 3 m)를 설치하고, 울타리 지역 내에서 작업에 필요한 어떤 물건도 보관해서는 안 된다는 표시를 한다.
- (3) 굴착공사의 계획단계에서부터 지중케이블의 경로를 명시하고 기록하여야 한다. 필요하다면 지중케이블을 우회시켜야 하고, 모든 케이블과 경로는 반드시 기록되어야 한다. 다른 케이블도 사고로 파헤쳐지는 위험성을 감소시키기 위하여 설치가 되었을 때 또는 발견되었을 때도 이러한 사항을 기록한다.
- (4) 지중케이블은 외부충격에 파손되거나 위험을 야기하지 않도록 한다. 고전압 케이블이 충격을 받거나 예리하게 구부러지면 폭발할 수 있으므로 주의해야 한다.
- (5) 굴착작업을 시작하기 전에 케이블의 매설 위치를 알고 있는 경우에도 지중케이블이 위치한 지역을 점검해야 한다. 또한 케이블의 정확한 위치를 찾아내기 위해서는 주의 깊게 수작업으로 굴착하여야 한다.
- (6) 통전 상태에서 케이블을 이동시키는 것은 반드시 필요한 경우에만 해야 한다.
- (7) 가요성케이블을 사용하는 시스템은 주의 깊게 설계되고 설치되어야 하며, 접지의 건전 상태와 기계적 손상의 위험성에 주의해야 한다.
- (8) 접지 고장으로 위험성이 높아질 우려가 있는 경우에는 접지 감시 시스템을 사용하고, 손상 위험성이 큰 장소에서는 도전성이 있는 가요성 외장재를 갖춘 케이블을 사용한다.

7. 유지관리

- (1) 모든 전기설비는 안전한 상태로 유지관리 되어야 하며, 전문가에 의해 검사, 조사, 시험 및 예방보전 조치를 받아야 한다.

주) 유지관리는 모든 결함을 규명하고 전기설비와 시스템을 안전하게 유지하는 데 필요한 검사, 조사 및 시험을 포함한다.

- (2) 육안점검은 일반적인 결함의 많은 부분을 찾아낼 수 있지만 전부 찾아낼 수 없으므로 매일 실시해야 한다.

- (3) 조작자는 전기설비의 체계적 유지관리에 대한 서면 계획서를 가지고 있어야 한다. 이 계획서는 인터록, 트립와이어, 비상정지장치와 같이 기계적인 보호의 한 부분을 구성하는 형태의 전기안전장치를 포함해야 한다.

(가) 계획서는 수행해야 하는 유지관리 내용과 주기에 대하여 규정하여야 한다. 예방보전은 일반적으로 설계자/제조자의 권고에 따라 이행되어야 하며 사용조건을 고려하여야 한다.

(나) 계획서는 그 일을 하는 작업자를 위해 필요한 사용방법, 기록보관, 기술 등에 대하여 명시해야 한다.

(다) 작업자를 위험에서 보호하기 위해 심각한 부상을 야기하는 즉각적인 위험이 발견되었다면 이를 예방하는 행동지침을 명시해 놓아야 한다.

- (4) 유지관리 업무를 수행하고 있는 작업자에 대한 요구사항은 다음과 같다.

(가) 변경사항 등이 포함된 전기설비 도면

(나) 유지관리 해야 하는 장비 목록

(다) 설계 제원과 이전 시험 결과 등을 포함하는 관련 자료

KOSHA GUIDE
E - 66 - 2012

- (5) 작업자는 제조자의 권고에 따라 시험 장비를 사용해야 한다. 시험 장비는 안전해야 하고, 시험 결과가 신뢰할 수 있어야 하며, 그리고 결함에 대하여 식별될 수 있도록 유지되어야 한다.
- (6) 장비를 식별할 수 있도록 꼬리표나 표식을 통해 점검되어진 장비를 표시하거나 다음 점검일을 표시하여 관리해야 한다.
- (7) 검사보고서 및 기타 보고서는 유지관리를 행하는 작업자가 이해하기 쉽도록 일정 형식으로 작성되어야 한다. 전문용어를 최소한으로 사용하여 어떠한 치명적인 결함도 명백히 지적되어야 한다.
- (8) 계획서에 포함되어야 하는 사항은 다음과 같다.
- (가) 외부검사
 - (나) 내부검사
 - (다) 회로의 도전성
 - (라) 지락 루프 임피던스
 - (마) 전기적 보호의 효과
 - (바) 회로의 절연저항
 - (사) 기구의 절연저항
 - (아) 예상 고장전류
 - (자) 누전차단기 동작
 - (차) 접지 및 본딩의 효과

(카) 휴대기구

(타) 극성

(파) 접지전극 저항

- (9) 결함으로 인해 심각한 위험성이 발생되기 전에 그 결함을 발견할 수 있도록 점검, 진단 등의 정기적인 주기가 설정되어야 한다. 그 주기는 다음 사항에 따라 달라진다.

(가) 장비 및 설비의 유형

(나) 습윤상태 또는 물리적 손상위험성 등과 같이 장비 및 설비가 사용되는 장소

(다) 장비 및 설비의 고정 및 이동 여부

(라) 사용빈도, 즉 24시간 사용 혹은 일 년에 한번 사용

- (10) 주기는 경험을 바탕으로 정기적으로 검토할 필요가 있으며, 저압에서 운전되는 설비의 주기는 다음과 같다.

8. 작업방법

- (1) 전기설비에 대한 검사, 시험 혹은 수리에 있어서 안전한 작업이행이 중요하다. 전기설비의 활선작업은 장비 덮개를 제거 또는 분해, 부상의 위험성을 증가시키는 안전장치의 제거를 의미한다. 모든 작업자는 작업에 대한 전문지식을 가지고 있어야 하며, 고위험 작업은 일반적인 작업허가서를 받은 후에 수행되어야 한다.

<표 1> 육안점검, 정밀진단 및 조사, 시험주기

구분	내용	주기
육안 점검	수공구(플러그, 소켓, 케이블 포함)	매일 혹은 사용 전
	기타 휴대장비	매 3개월
정밀 진단 및 조사	설치장비의 외부부품	매 6개월
	전기설비의 접근 가능한 내부부품	매 1년
	접근이 불가능한 내부부품을 포함한 기타 다른 전기설비 부품(스위치보드의 내부부품, 전동기, 단자함, 연결함 등)	매 5년
시험	위험성이 큰 이동식 기구의 접지, 본딩	매 월
	기타 시스템	매 6개월, (열화 위험성이 낮으면 매 1년)
	선로 저항의 재평가	매 3년
	접지전극저항	매 1년
	절연저항	매 6개월 (열화 위험성이 낮으면 매 1년)
	지락 루프임피던스	
	보호장치의 개로주기	접지루프 임피던스 시험을 따름
	고정된 누전 차단기	매 3개월(시험버튼) 매 6개월(타이밍시험)
	극성	매 10년(매년 10%의 차이 발생)
	휴대기구	매 3개월에서 1년
	예방보전	사용조건을 고려하여 제조자/ 설계자의 권고를 따름

(2) 활선작업 및 활선근접작업은 다음과 같은 경우에 수행되며, 이러한 모든 조건은 활선 및 활선근접작업이 수행되기 전에 조성되어야 한다.

(가) 정전상태에서의 작업이 곤란한 경우

(나) 활선상태에서 작업을 해야 하는 경우

(다) 부상을 예방하기 위한 예방조치가 취해졌을 경우

- (3) 활선작업에 대한 결정은 작업을 수행하는 작업자의 재량으로 결정해서는 안 된다. 작업자는 규정대로 작업을 착수해야 하며 작업 상태에 대한 허가를 받고 예방조치를 취한 후 작업을 해야 한다. 그리고 시험 장비 및 도구는 위험성을 최소화 할 수 있도록 설계, 사용, 유지보수되어야 한다. 활선작업 및 활선근접작업에 관한 계획 수립 및 실시에 대한 사항은 KOSHA Code E-30-2005(활선작업 및 활선근접작업에 관한 기술지침)을 따른다.
- (4) 정전작업이 필요하다면, 정상적인 근무시간을 제외하거나 주말, 휴일 또는 유지보수를 위한 섀다운 시간에 계획을 수립한다.
- (5) 회로 분리는 작업이 수행되기 전에 설비가 정전되어 있고 우연하게 재연결될 수 없도록 주의 깊게 확인해야 한다. 스위치를 내려 전기를 차단하는 것만으로는 충분하지 않고, 회로가 통전될 수 있는 모든 경로를 차단하고 확인될 수 있는 분리 계획이 필요하다.
- (6) 잠금 스위치를 열림 위치로 놓음으로써 전기설비의 분리상태는 확보된다. 열쇠는 유일해야 하며, 여분의 열쇠를 안전하게 보관할 수 있는 사람이 갖고 있어야 한다. 작업 기간 동안 퓨즈를 제거하고 보관하는 것만이 허용된다. 또한 다음의 추가적인 행위도 요구된다.
- (가) 타인이 여분의 퓨즈를 설치할 가능성을 없앤다.
- (나) 퓨즈설치로(Fuseway)를 적당한 경고문구가 있는 접착 테이프로 봉한다.
- (다) 퓨즈설치로에 자물쇠로 안전하게 한다.
- (라) 퓨즈설치로의 밀폐함을 안전하게 유지한다.
- (7) 회로 분리 후 작업을 시작하기 전에 회로가 정전이 되었다는 것을 확인하기 위해 회로에 대하여 반드시 시험해야 한다. 작업 지점에 한 개 이상의 전원이 있는 복잡한 상황의 경우에는 작업 범위 및 분리에 대하여 작업허가서가 필요하다.

- (8) 고전압 장비에서의 작업이나 근접작업은 평가를 필요로 하는 높은 위험성이 있으므로 유자격자에 의해 작성된 작업허가서에 따라 실시되어야 하며 고전압 개폐 장치를 조작해야 한다.
- (9) 고전압 장비에서의 작업이나 근접작업을 실시하기 전에 위험성을 피하기 위한 예방조치를 반드시 취해야 한다. 회로가 정전되어 있고, 접지되어 있고, 접지상태가 확고하다는 것이 보장되도록 분리시키고 시험해야 한다. 분리 지점에는 주의경고 표지를 부착하고 근접해 있는 활선장비에 대해서는 위험경고 표지를 부착하여야 한다.