

	<h1 style="margin: 0;">토목안전 작업 절차서</h1>
---	---

<h2 style="margin: 0;">터널공사</h2>	<h3 style="margin: 0;">터널내 작업환경</h3> <p style="margin: 0;">CODE No. KISA - A04 -011</p>
----------------------------------	---



터널내 작업은 굴착 땀기작업들로 인하여 분진과 내연기관의 배기가스가 발생되고, 또한 지반으로부터 용수 가연성 가스 산소결핍 등이 일어나며 지열에 의하여 온도가 높다. 따라서 환기설비를 이용하여 강제 환기시켜야 한다. 동시에 터널내는 어둡기 때문에 조명시설이 필요하고 작업 및 기계운전 등으로 인하여 소음과 진동에 대한 대책이 요구된다. 이러한 작업환경은 작업원의 건강에 나쁜 영향을 미치고 작업능률을 저하시킬뿐 아니라 안전측면에서의 위험성도 증가한다. 그러므로 환기, 조명, 배기, 소음, 진동 등에 대하여 적절한 대책을 강구하여야 한다.

1. 환 기

터널내 공기의 유해물 함유량은 터널의 길이, 단면의 크기, 사용기계, 화약의 종류와 수량, 가연성 가스, 산소결핍 공기의 발생 유무에 따라 좌우된다. 또 터널내 온도와 습도는 용수의 온도와 양, 터널깊이에 의하여 영향을 받고 토질 및 암질에도 변화된다.

가. 터널내 공기가 오염되는 주요 원인

- 1) 작업원 자신의 호흡에 의한 탄산가스
- 2) 화약의 발파에 의해 발생하는 연기와 가스
- 3) 공사용 디젤기관차, 덤프트럭 등 배기가스

- 4) 착암기, 굴착기계, 적재기계의 사용과 발파에 의하여 비산되는 분진
- 5) 유기물의 부패, 발효에 의하여 발생하는 가스
- 6) 지반으로부터 용출되는 유해가스
- 7) 산소결핍 공기 등이다.

나. 터널내 온도 및 습도가 부적당한 원인

- 1) 굴착지반으로부터 발생하는 지열과 공기
- 2) 전동기기, 디젤기계의 사용으로 발생하는 열
- 3) 콘크리트 경화열, 용수의 온도와 양 등이다.

다. 안전대책

- 1) 착암기는 반드시 습식형을 사용한다.
- 2) 발파 후 충분히 환기시키고 공기가 정화된 후 작업한다.
- 3) 디젤기관은 배기가스 처리장치를 설치하고 배기가스의 환기를 충분히 실시한다.
- 4) 버력 및 파쇄석 반출시 발생하는 분진은 물을 뿌리고, 또한 토면을 살수하여 분진의 발생을 막는다.
- 5) 방진마스크와 보안경을 준비해 두고 필요시 사용할 수 있도록 한다.
- 6) 환기설비는 공기 공급관의 파손 및 접속부의 탈락, 팬에서의 소음발생시에는 필요한 조치를 강구할 수 있도록 조치되어

있어야 한다.

- 7) 유해가스에 주의하며 이상발견시는 즉시 신고하고, 특히 메탄가스가 발생할 때에는 화기류를 사용하지 않도록 한다.

라. 터널내 발생되는 유해가스 및 그 특성

- 1) 탄산가스(CO₂) : 기체비중 1.52, 농도가 3~4%가 되면 두통이나 의식불명이 된다. 허용한계는 0.5%
- 2) 일산화탄소(CO) : 기체비중 0.95, 허용한계 0.005%
- 3) 황화수소(H₂S) : 기체비중 1.19, 허용한계 0.001%
- 4) 이산화질소(NO₂) : 기체비중 1.59, 허용한계 0.0005%
- 5) 아황산가스(SO₂) : 기체비중 2.27, 허용한계 0.0005%
- 6) 메탄가스(CH₄) : 기체비중 0.55, 폭발성 위험이 높다.

2. 조 명

- 1) 작업장에는 작업에 지장을 초래하지 않을 충분한 조도를 갖도록 한다.
- 2) 터널내 통로는 작업원의 통행과 차량운행에 안전한 정도의 밝기를 유지한다.
- 3) 조명시설이 파손될 경우 즉시 교체할 수 있어야 한다.
- 4) 터널내에서 수증기 등으로 시계가 불량하여 작업이 어려우면 카드뮴 램프를 같이 사용하면 좋다.
- 5) 광원은 움직이지 않도록 하고 바닥면에 강한 그림자가 만들어지지 않도록 한다.

- 6) 조명방향은 작업원이 눈이 부시지 않도록 등의 방향을 조정한다.

- 7) 전구에 흙이 묻어 있으면 먼저 Consent를 뺀 후 전구가 어느 정도 식은 다음에 형겅 조각 등으로 닦아 사용한다.

3. 소음, 진동

터널내에서의 소음과 진동의 발생원은 착암기, Rocker Shovel, Tractor Shovel, 송풍기 등이 있고 안전상 유의사항은 다음과 같다.

- 1) 심한 소음은 난청의 원인이 되므로 관련 작업원은 귀마개를 사용한다.
- 2) 귀마개 착용시는 대화가 어려우므로 신호방법을 정하여 신호를 확인하면서 작업한다.
- 3) 착암기나 Truck Shovel 등의 진동은 작업원의 신체에 장애를 줄 수 있으므로 이들의 작업시는 방진장갑을 착용하며 완충기를 사용한다. Truck Shovel 사용시는 좌석에 방석을 깔아 진동을 완화시킨다.
- 4) 착암기나 Truck Shovel 등의 진동은 동바리를 느슨하게 하여 사고발생의 원인이 되므로 동바리의 이완여부를 확인하면서 작업한다.

4. 가연성 가스

터널내 가연성 가스(주로 메탄가스)는 폭발 재해의 원인이 된다. 메탄가스는 유전, 탄전, 천연가스 및 부식토가 많은 곳에서 터널굴착시에 발생한다. 그러므로 가스가 발생할 위험이 있는 장소에서는 공사착수전 보링을 실시하여 가스의 상태를 조사하고 그 대책을 세운다.

메탄가스는 공기보다 가볍고 맛이 없는 무색 무취이기 때문에 인지하기 어려우며 공기와 혼합시 5~15%의 농도에서도 화원만 있으면 폭발한다. 그리고 메탄가스 자체는 독성이 없지만 농도가 20% 이상이 되면 산소결핍을 가져온다.

가. 가연성 가스의 관리

터널내 가연성 가스의 적절한 관리는 수시로 가스농도를 측정하여 허용기준이하로 유지되게 환기를 하거나, 지반에서 가스를 빼내어 파이프로 터널외부에 방출시키며, 가스를 빼내기 어려울 때에는 약액주입 또는 조기에 복공을 실시하여 가스배출을 막는다.

1) 가스측정

가스 측정기기에는 자동검지기 및 휴대용 검지기가 있으며, 가스농도가 위험한 상태로 되면 작업자 전원을 터널 외부로 대피시키고, 터널내의 전기를 차단하여 폭발재해의 위험을 막는다.

자동검지기는 굴착현장 부근과 갱도 도중의 천단 아래에 설치토록 하며, 사업소에서 집중 관리할 경우에는 터널내에 케이블이 파손되면 경보가 울리지 않게 되므로 매우 신중하게 취급하도록 한다. 또 가스의 측정은 그 측정원이 굴착현장이나 가스가 고이기 쉬운 장소의 가스를 측정하게 되므로 잘못 측정이 되지 않도록 주의하여 측정하여야 한다.

지반의 예상가스를 조사하기 위하여 미리 뚫기를 실시할 때에는 그 구멍에 발파를 위한 장약을 하지 않도록 한다.

2) 환 기

가스를 안전하게 제거 하기 위하여는 공기를 송풍기로 굴착장소까지 보내며, 만일 송풍기가 정지하게 되면 매우 위험하므로 이를 유의해야 한다. 또 송풍하는 도중에 공급관이 파손되거나 관의 이음매 부분에서 공기가 새 경우에는 즉시 수리하도록 한다. 공기관은 가능한한 굴착장소 부근까지 늘어 바람이 공기관으로부터 굴착장소까지 가도록 배치하므로 굴착현장의 주변에 가스가 고이지 않도록 한다.

3) 가스빼기

지반으로부터 가스의 용출이 많고 보링구멍과 천공구멍으로부터 환기시킬 수 없을 정도로 많은 양의 가스가 나올 경우에는 먼저 목재로 구멍을 막고 별도의 가스빼기 공을 천공하며 가스를 빼도록 한다.

4) 가스용출의 억제

완충지대 등 특히 가스가 많은 장소에서는 가복공 등으로 가스의 용출을 막도록 한다.

나. 점화원의 관리

점화원의 관리는 전기기기 및 배선 등으로부터 전기적인 점화원의 발생을 방지하는 것과 기타 용접 및 흡연, 발파 등의 점화원을 제거하는 방법이 있다.

1) 전기화원의 대책

가스의 상태에 따라 화재나 폭발위험 수준의 가스농도로 될 가능성이 있을 경우 전기기기(電氣機器)는 방폭구조를 사용해야 한다. 또 Cable에 있어서도 방폭용의 Cap Tire Cable

과 같은 굵고 견고한 자재를 사용한다.

2) 기타화원의 대책

① 발 파

발파시에는 화약의 폭염도 화원이 될 수 있기 때문에 폭약과 뇌관은 안전한 것을 사용하도록 하며 과장약이나 소장약시에는 화염이 나올 위험이 발생할 수 있으므로 주의한다.


② 용접, 용단작업

용접이나 용단의 작업시에는 반드시 그 주변의 가스상태를 측정하여 안전을 확인한 후 작업을 행하도록 하며, 또 작업은 작업책임자의 허락을 받아 실시하도록 하고, 정해진 농도 이상의 가스가 발생할 경우에는 즉시 작업을 중단한다.

③ 흡 연

가스가 있는 터널내에 담배불이 화원이 될 수가 있으므로 가스가 발생하는 터널에서는 담배는 물론 성냥, 라이터 등의 지참을 금지한다.

④ 기 타

특수한 작업의 경우 해머 등으로 동바리 등의 금속물을 두드려야 할 경우나 가스의 발생이 예상되는 장소에서 Rocker Shovel 등으로 굴착작업시 불꽃이 비산 될 가능성이 있을 경우에는 가스측정원에게 가스를 측정케 하여 안전을 확인한 후 작업하며 작업중에는 가스 측정요령에 의해 수시 확인하여야 한다. 이 경우 경보기를 현장에 설치하고 위험시 항시 경보가 울리게 하여 이에 따라 조치하도록 하는 방법도 고려한다. 

화재 폭발 및 위험물 누출에 의한 위험방지계획

- 1) 도시가스관이 노출된 경우에는 필요한 장소에 자동경보장치를 설치하고, 도시가스 사업자와 합동점검체제를 구축하여 정기적으로 순회점검을 실시한다.
- 2) 화약류 사용시는 사용장소와 가까운 판매업소에서 1일 사용량만 운반 사용하고, 잔량은 매일 판매업소의 저장소에 반납 보관토록 한다.
- 3) 건물 위치에서 최소 3m이내에는 가연성 물질의 저장을 금한다.
- 4) 인화성 액체를 저장 취급하는 장소에는 적절한 경고 및 금연표지를 반드시 붙이고 주변에는 가연성 물질이 일체 없도록 한다.
- 5) 유류는 대소량을 막론하고 반드시 뚜껑을 덮어 보관한다.
- 6) 탱크 등에서 액체가 새는 경우에는 기름이 퍼질 것에 대비하여 주위에 도랑을 만들거나 뚝을 만든다.
- 7) 페인트, 왁스, 락카 등 휘발성 도료가 담긴 용기를 사용하지 않을 때는 뚜껑을 닫아 둔다.
- 8) 시공중 건물내에는 당일에 쓸 만큼 이상의 도료를 두지 않는다.
- 9) 도료용기는 과도한 열, 연기, 불꽃, 직사광선을 피하고 환기가 잘되는 곳에 둔다.
- 10) 도료의 찌꺼기는 매일 작업장 밖으로 안전하게 제거한다.
- 11) 용접절단 작업시는 주위에 가연성 물질을 이동시키거나 석면으로 덮어 주는 등 조치에 따르도록 하고 의문점이 있으면 책임자와 협의한다.