

제 15 장 터널 방재시설¹⁾

15.1 일반사항

- (1) 터널방재시설은 사고예방, 초기대응, 피난대피, 소화 및 구조활동, 사고확대방지를 기본목적으로 한다.
- (2) 터널방재시설은 사고에 대한 예방적인 조치 및 사후조치 전반에 걸쳐서 방재시설의 역할을 정확하게 인식하고 시설간의 연계성과 설치목적을 고려하여 관리운용을 명확하게 계획하여야 한다.
- (3) 터널방재시설은 관리체계에 영향을 주게 되므로 관리체계와의 관계를 고려하여 계획되어야 한다.
- (4) 터널화재상황의 발전단계
 - ① 화재초기 도로 이용자 스스로 상황을 판단하여 피난대피 등 대응조치를 취해야 하는 자기 구조단계
 - ② 도로 관리자와 경찰, 소방 등의 관계기관의 관련자가 현장에 도착하여 본격적으로 소화나 구조활동을 펼치는 소화 및 구조단계
- (5) 방재시설을 설치하거나 계획할 때에는 이점을 고려하여 화재의 시간적 경과에 따른 대응책을 마련해야 한다.
- (6) 터널방재시설 중 환기방식별 제연(배연)설비 규모, 배치, 운영 등의 계획은 실험적인 방법이나 수치해석적인 방법을 통해서 신뢰성을 검증하여 설치목적에 부합되도록 계획한다.
- (7) 터널간의 이격거리가 짧은 연속터널 구간 등에서는 노선 전체의 방재 대책을 고려하여 터널 방재시설의 설치를 계획하여야 한다.
- (8) 터널과 유사하게 지하에 자동차의 통행에 사용되며 차로로 구성된 지하차도 등과 같은 구조물은 터널과 동일한 방재시설의 설치를 계획하여야 한다.

15.1.1 사고예방계획

- (1) 사고예방은 터널방재시설에 있어서 중요한 요소로 인식되어야 하며, 이를 위해 터널의 구조적인 측면과 교통시스템 등 예방을 위한 시설의 확보뿐만 아니라 이들의 운용 및 법적인 규제와 이를 준수하도록 하기 위한 대책 등을 계획한다.
- (2) 터널의 구조적인 측면에서의 사고예방대책은 도로의 적정 설계속도의 산정 및 이에 따른 도로의 선형 및 구조, 비상주차대나 비상차로 등이다.
- (3) 교통시스템은 각종 법적규제에 대한 준수조치 등 사고예방을 위한 각종 교통표지판과 터널입구의 정보표시판, 차로이용규제신호등 등 안전운전을 위한 시설 등이 있다.
- (4) 터널내 차량사고의 대부분이 운전자의 과실에 의해서 비롯되며, 시설의 부적절한 운용이 사고의 확대의 가장 큰 원인이 될 수 있다.
- (5) 따라서 시설관리자의 배치 및 운영기술에 대한 교육훈련과 이용자의 안전의식 및 터널의 잠재적인 위험성을 인식시키기 위한 홍보계획을 수립하여야 한다.

1) 고속도로 터널 방재시설 설치기준 개정(시설처-3976, 2009.11.16)

15.1.2 초기대응계획

- (1) 초기대응 수단으로 비상경보설비 및 감시체계, 대피의 유도를 위한 시설 및 피난대피시설을 둘 수 있다.
- (2) 초기대응 수단은 화재초기 자기구조단계에서 위험상황에 처한 인명의 손상을 최소화하기 위한 수단이란 측면에서 신속한 대피 및 대피유도에 중요성을 두어 계획하여야 한다.
- (3) 자기구조단계에 터널이용자의 판단 및 대피를 도울 수 있는 경보설비 및 피난유도설비는 효율적인 운영이 인명피해에 가장 큰 영향을 미치게 되므로 초기대응 시설 및 운영에 신중을 기하여 계획하여야 한다.
- (4) 차량 화재시 본격적인 화재로 확대될 때까지의 시간은 일반적으로 10분 정도로 비교적 짧으므로 통보, 경보, 초기소화 등의 초기대응은 한정된 시간 내에 주로 사고 당사자 또는 현장을 통행중인 도로 이용자 등에 의하여 수행될 가능성이 높다.
- (5) 터널내 대피자가 연기에 노출되지 않도록 하기 위한 적정용량의 제연 또는 배연시설의 설치, 운용의 중요성을 강조하여 계획하여야 한다.
- (6) 화재의 초기진화에 가장 효과적인 것으로 알려진 소화기 등은 일반도로 이용자가 시설에 접근하기 용이하도록 접근성을 고려하여 계획하여야 한다.
- (7) 또한 화재초기단계에 터널내로 차량 진입을 금지하여 피난이 필요한 요소를 최소한으로 억제하여야 하고 피난시 혼란을 피하기 위한 통보나 경보설비는 도로 이용자 등이 쉽게 인지할 수 있도록 계획하여야 한다.

15.1.3 소화 및 구조활동 계획

- (1) 소화 및 구조활동 시설은 인명이 대피한 후에 소방대에 의한 본격적인 소화활동과 구조활동을 지원하기 위한 시설로 사고의 확대방지를 위해서 소방대의 접근성을 우선적으로 고려하여 계획한다.
- (2) 아울러 소화활동을 원활하게 수행할 수 있도록 소화활동설비의 적절한 배치 및 운영계획이 수립되어야 한다.
- (3) 화재의 확대에 의한 구조물의 손상으로 터널의 장시간 폐쇄되는 경우 막대한 경제적인 손실을 초래하게 되므로 특히, 차량의 통행량이 많은 터널의 경우에는 적극적인 소화활동을 위한 방재시설의 설치 및 운영계획을 수립한다.
- (4) 터널 방재대책은 제반시설과 이를 운용하는 운용능력 및 시스템이 유기적으로 기능하는 것이 중요하며, 전체적으로 총합이 이루어질 수 있도록 계획한다.
- (5) 터널 방재대책 수립시 시설관리자 뿐만 아니라 소방, 경찰, 구조대 등 관계기관간의 유기적인 협력체계를 구축하고, 관계기관간의 충분한 조정과 정기적인 종합훈련을 의무화하며 이에 대한 계획이 수립하여야 한다.

15.1.4 피난시설의 계획

- (1) 피난은 화재 및 기타 재해 등의 비상시 생명을 보존하기 위해 안전지역으로 이동하는 행위이며, 터널의 경우에는 기본적으로 도로 이용자가 현장상황을 스스로 판단하여 피난 여부를 결

정해야 하는 경우가 많다는 점을 인식하여 피난을 유도하기 위한 적절한 시설 및 피난시설을 계획하여야 한다.

- (2) 피난환경은 화재의 종류, 판단시기 등에 따라서 큰 차이가 있으므로 방재시설의 가장 큰 목적인 초기피난을 확보하기 위해서는 일정수준의 피난가능환경을 일정시간동안 유지할 필요가 있으며, 이를 위해 터널의 특성을 고려한 제연 및 배연시설을 계획한다.
- (3) 피난시설은 명료하게 하여 대피자가 인지하기 쉽도록 하며, 혼란을 야기할 수 있는 복잡한 조작을 필요로 하는 것은 부적당하다. 특히 터널의 경우에는 보행에 의해서 빠른 시간내에 안전지역으로 대피할 수 있도록 계획하여야 한다.
- (4) 피난시설로 피난연락경 및 피난경의 시설이 효과적이며, 이에 대한 시설 계획은 대피인원의 산정, 대피소요시간, 화재확산시간 등을 면밀히 검토하여 설치하여야 할 것이다.

15.1.5 방재시설 운용계획

- (1) 방재시설의 운용은 방재시설의 규모 및 종류에 따라서, 상시 감시체제를 요구하는 시설과 그렇지 않은 시설로 구분하여 계획한다.
- (2) 제연설비의 경우에는 자동운전이 가능하나 일반적으로 관리자가 상황파악을 한 후에 수동운전을 기본으로 하며, 피난환경을 유지하기 위해서 필요로 하는 정보를 적절하게 수집하지 못하면 설치목적에 따른 효과의 발휘가 어려울 뿐만 아니라 역효과가 발생할 가능성도 있다. 따라서, 이와 같은 방재시설에 대한 계획시 운용을 위해서 필요로 하는 터널내 환경정보를 얻기 위한 데이터 수집장치 및 감시장치에 대한 사항도 동시에 고려하여 계획한다.
- (3) 물분무설비는 대피자가 완전히 대피한 후에 작동을 원칙으로 하고 있기 때문에 이와 같이 관리자가 대피환경을 확인한 후에 조작하여야 하는 방재시설이 설치되는 터널은 상시관리체계의 구축을 계획하여야 한다.
- (4) 방재시설은 시설간의 연동관계나 관리체계 및 운용체계 등을 충분히 고려하는 동시에 각 방재시설의 기능 한도에 유의하여 운영시설의 규모 및 효율적인 관리체계를 구축될 수 있도록 계획하여야 한다.

15.1.6 화재시 대응계획

- (1) 터널 화재시 초기대응 대책이 인명의 보호 및 사후 피해 정도에 미치는 영향이 가장 크기 때문에 본 지침에서 화재시 적정한 대응을 위해서 다음과 같은 기본사항을 제시한다.
- (2) 화재감지는 자동화재 탐지설비에 의해서 수행되는 것을 기본으로 하나, 터널 이용자에 의해서 화재시 사용빈도가 가장 높은 소화기의 탈착 및 소화전함 문의 개방을 자동 감지하여 화재를 감지할 수 있도록 하며, 또한 CCTV나 주행속도 감지기에 의해서 이상상황을 감지할 수 있도록 한다.
- (3) 화재감지기 등의 이상신호가 수신반에 수신되면, 비상경보설비에 의해서 자동으로 경보를 발하고, 신호발신구역의 CCTV가 연동하여 집중감시가 될 수 있도록 구성한다.
- (4) 관리자가 상주하는 터널에서는 관리자에 의해서 확인할 수 있도록 하며, 원격관리를 수행하는 경우에는 해당 관리기관에 자동 통보될 수 있도록 한다.

- (5) 관리자는 터널내 비상상황이 접수되면 터널입구 정보표지판에 의해서 차량의 진입을 차단하고 라디오 재방송 설비 등 통보수단을 이용하여 터널내 이상 상황을 통보하며, 전원이 정상적으로 공급되고 있는 상황하에서는 터널내 조명을 모두 점등하여 최대한의 조도를 확보할 수 있도록 한다.
- (6) 관리자가 상주하는 터널의 경우에는 관리자가 제연설비를 화재발생 시나리오에 의해서 수동조작 하도록 하며, 관리자가 상주하지 않는 터널의 경우에는 제연운전모드에 의해서 우선적으로 자동운전 되도록 제어 로직을 구성하고, 관리자에 의해서 후 조치하도록 한다.

15.2 방재시설의 분류

15.2.1 소화설비

(1) 소화설비 일반사항

- ① 도로터널내 소화설비는 차량 화재시 화재의 진압소화를 위한 설비로 소화기, 소화전, 물분무설비가 있다.
- ② 도로 이용자 등이 실시하는 초기 소화활동을 위한 것과 소방대가 실시하는 본격적인 소화활동을 위한 것으로 구분할 수 있으며, 초기소화활동을 위한 것을 소화설비라 한다.

(2) 소화기구

- ① 소규모 화재의 초기소화를 목적으로 사람이 직접 조작하여 소화약제를 방출하는 기구이다.
- ② 주 사용대상이 도로 이용자나 비전문가라는 점을 고려하여 운반 및 취급이 용이하도록 선정하고 접근성을 고려하여 설치한다.

(3) 옥내소화전설비

- ① 보통의 화재에 대한 주체적인 소화설비이다.
- ② 호스 및 노즐을 이용하여 소화용수를 방출하는 소화설비로 터널내 소화전은 호스연결식 옥내소화전을 말한다.

(4) 물분무설비

- ① 물분무설비는 물분무헤드에서 미세한 입자상의 물을 방출하여 질식·냉각작용에 의해서 화재의 연소 및 확대를 억제하고 소화활동을 지원하기 위한 방재시설이다.
- ② 터널에서는 대피자가 있는 공간에 방출하면 대피에 곤란을 초래할 수 있는 것으로 보고 되고 있으며, 효율성, 경제성, 운영상의 적합성을 검토하여 설치여부를 검토한다.
- ③ 본 지침에서는 교통량 및 터널연장을 고려하여 설치할 것을 권장한다.

15.2.2 경보설비

(1) 경보설비 일반사항

- ① 경보설비는 화재나 사고 등의 발생을 도로 관리자 및 소방대 또는 경찰에게 전달하는 동시에 도로 이용자 등에게 사고의 발생을 전파하기 위한 설비이다.
- ② 화재나 사고사실을 관리자에게 통보하는 목적으로 시설되는 설비로 비상경보설비, 비상전화 및 자동화재 탐지설비가 있다.

- ③ 관리자가 상황을 접수 후에 이를 터널이용자에게 알리기 위한 경보설비로는 비상경보설비, 비상방송설비, 정보표시판, 라디오 재방송설비가 있다.
- (2) 비상경보설비
 - ① 사고 당사자 또는 발견자가 수동 조작하여 사고를 통보하여 사고발생위치를 인식할 수 있도록 한다.
 - ② 터널내에 경보를 발하여 터널 부근 및 터널내의 도로 이용자에게 사고발생을 신속하게 통보하기 위한 설비로 발신기(누름 버튼)와 비상벨로 구성된다.
- (3) 자동화재 탐지설비

화재로부터 발생하는 열, 연기, 빛 등을 자동감지하여 화재 발생 위치를 수신반을 통해 도로 관리자에게 알리기 위한 설비이다.
- (4) 비상방송설비

화재시에 차량에서 탈출한 도로 이용자 등에게 스피커를 통해 대피지시 등 적절한 정보를 제공하기 위한 확성 방송설비이다.
- (5) 비상전화

사고 당사자 또는 발견자가 사고 발생을 도로 관리자 등에게 연락하기 위한 전용전화이다.
- (6) CCTV(폐쇄회로 감시장치)
 - ① 터널내 재해 발생시 상황을 파악하기 위한 감시장치이다.
 - ② 피난대피시설 및 터널에 일정간격으로 설치하여 터널전체를 사각지대 없이 감시할 수 있도록 설치하며, 화재차량의 규모나 위치를 확인하여 제연시설의 운전 및 피난을 유도하기 위한 장치이다.
 - ③ 평상시에는 터널내의 교통 흐름 감시에 활용할 수 있으며, 향후 터널내의 교통 정보를 입수할 수 있는 설비로 활용할 수 있다.
- (7) 라디오 재방송 설비

라디오 재방송 설비는 방송이 불가능한 터널내에 유도안테나를 포설하여 방송파를 수신·중복하여 터널내부로 송신하므로써 터널내에서 라디오 방송을 수신할 수 있도록 하기 위한 설비이다.
- (8) 정보표지판

정보표지판은 터널내 화재등 비상시와 유지관리 공사등 터널내 이상상황을 터널내외의 차량 운전자에게 전달하기 위한 설비로 터널입구 정보표지판과 터널내 정보표시판 등이 있다.

15.2.3 피난설비

피난설비는 터널 내에서 화재 및 기타 사고에 직면한 도로 이용자 등을 터널 밖으로 안전하게 유도하고 피난시키기 위한 기능을 가진 설비이며, 피난을 직접적으로 지원하는 피난대피시설과 간접적으로 지원하는 비상조명등, 유도표지판으로 분류된다.

- (1) 비상조명등

터널 정전시 위험을 방지하기 위하여 정전직후 부터 비상발전설비나 무정전전원설비에 의해서 점등되는 최소한의 조명이다.
- (2) 유도표지판

터널내 도로 이용자에게 소방시설, 터널 입·출구 및 피난연락경의 위치 표시 및 거리와 방향 등의 정보를 표시하여 터널내 도로 이용자를 안전지역으로 유도하기 위한 설비이다.

(3) 피난대피시설

- ① 피난대피시설은 대피자의 안전확보가 확실하다는 점에서는 방재시설의 전반적인 신뢰성을 향상할 수 있는 가장 필수적인 수단이다.
- ② 피난대피시설은 터널내 사고시 대피자를 안전한 구역으로 유도하기 위한 시설로 피난연락갱, 피난갱, 피난대피소, 비상주차대가 있다.
- ③ 피난연락갱은 본선터널과 병설된 상대터널이나 본선과 평행한 피난갱을 연결하기 위한 연결통로이다.
- ④ 피난갱은 본선터널과는 별도로 설치하여 화재시 대피자를 안전지역으로 유도하기 위한 통로이며, 피난갱은 일반적으로 건설에 막대한 비용을 필요로 하기 때문에 경제성을 검토하여 설치하도록 한다.

15.2.4 소화활동 설비

소화활동설비는 화재를 진압하거나 인명 구조 활동을 위해서 사용하는 설비이며, 제연설비, 무선통신 보조설비, 연결송수관 설비, 비상콘센트 설비로 구분된다.

(1) 제연 설비

- ① 터널에서 화재가 발생하는 경우, 연기의 확산을 최소한으로 억제하거나 제어하기 위한 환기설비로 피난활동 및 소화활동을 용이하게 하고, 진화 후의 터널내 연기를 터널 밖으로 강제적으로 배연하기 위한 설비이기도 하다.
- ② 터널에 설치되는 환기설비는 화재시 환기방식의 특성상 제연(smoke control)을 목적으로 하는 경우와 배연(smoke exhaust)을 목적으로 하는 경우로 구분될 수 있다.
- ③ 전자는 종류환기방식의 화재시 대응 개념으로 화재지점으로부터 대피자가 없는 지역으로 기류를 형성하여, 연기류를 대피 반대방향으로 제어함으로써 대피자의 안전을 확보할 수 있도록 하는 것이다.
- ④ 후자는 횡류 또는 반횡류식 환기방식의 화재시 대응개념으로 화재지역으로부터 덕트를 통해서 연기를 배기하여 안전을 확보할 수 있도록 하는 것이다.
- ⑤ 기계환기를 수행하는 터널에서는 환기설비를 제연설비로 병용할 수 있다.

(2) 무선통신 보조 설비

- ① 무선통신 보조설비는 소방대가 터널내부에서 구조 및 소화활동 수행시 터널 외부 및 내부에 있는 대원간의 상호통신이나 라디오재방송설비나 확장방송설비와 연계하여 터널상황을 전파하기 위한 설비로 일반적으로 누설 동축케이블과 부수장비로 구성한다.
- ② 이외에 터널의 양 갭구 부근에 설치하여 터널의 내·외부와 연락하기 위한 전화로, 통상적으로는 유지관리에 이용하며 화재 발생시에 소방대가 이용할 수 있는 갭구전화가 있다.

(3) 연결송수관설비

- ① 소방대가 본격적으로 소화작업을 수행시 소화용수의 공급을 목적으로 한다.
- ② 터널의 외부에서 내부의 화재장소 부근 소화전이나 소방차의 소방용수를 공급할 수 있도록 설치하는 배관, 송수구, 방수구 등으로 구성된다.

(4) 비상콘센트 설비

화재장소에서 인명구조에 필요한 전동공구 등의 사용을 위한 전원을 공급할 수 있도록 설치하는 콘센트 설비이다.

15.2.5 비상전원설비

비상전원설비는 터널내 정전상황에서 비상조명 등의 기능을 유지하기 위한 전원을 공급하기 위한 설비이다.

(1) 무정전 전원설비

정전 직후부터 정해진 시간동안 비상조명등, 유도표시판 및 기타 방재시설의 기능을 유지하기 위한 무정전 전원설비이다.

(2) 비상발전설비

원동기에 의해서 발전기를 구동해 발전하여 장시간 동안 방재시설의 기능을 유지하기 위한 전원을 공급하기 위한 발전설비이다.

15.3 방재시설 설치계획

15.3.1 방재시설 설치기준

(1) 방재시설별 설치기준은 터널연장 및 위험도지수 산정 결과에 따른 터널등급에 따라 [표 15.3.1]과 같이 적용한다.

[표 15.3.1] 방재시설별 설치기준

방재시설		터널등급	1등급	2등급	3등급	4등급	비고(주관부서)
소화 설비	소화기구		●	●	●	●	시설처(설비팀)
	옥내소화전설비		● ○	● ○			시설처(설비팀)
	물분무설비		○				시설처(설비팀)
경보 설비	비상경보설비		●	●	●		시설처(전기팀)
	자동화재탐지설비		●	● △ ¹⁾			시설처(전기팀)
	비상방송설비		●	●	●		ITS처
	긴급(비상)전화		●	●	●		ITS처
	CCTV		●	●	●	●	ITS처
	영상유고		△	△	△	△	ITS처
	라디오재방송		●	●	●	△ ²⁾	ITS처
	정보표시판		● ○	● ○			ITS처
	진입차단설비		● ○	● ○			시설처(전기팀)
피난 대피 설비 및 시설	비상조명등		●	●	●	△ ²⁾	시설처(전기팀)
	유도표지등		●	●	●		시설처(전기팀)
	피난 대피 시설	피난연결통로	●	●	●		설계처
		피난대피터널(피난갱)	○ ⁴⁾	△ ⁴⁾			설계처
		피난대피소	○ ²⁾	△ ²⁾			설계처
		비상주차대	● ○	● ○			설계처
소화 활동 설비	제연설비		● ○	● ○			시설처(설비팀)
	무선통신보조설비		●	●	●	△ ²⁾	ITS처
	연결송수관설비		● ○	● ○			시설처(설비팀)
	비상콘센트설비		●	●	●		시설처(전기팀)
비상 전원	무정전전원설비		●	●	●	△ ³⁾	시설처(전기팀)
	비상발전설비		●	●	●		시설처(전기팀)
비고		● 기본시설 : 연장기준등급에 의함 ○ 기본시설 : 위험도지수기준등급에 의함 △ 권장시설 : 설치의 필요성 검토에 의함 1) 제연설비가 설치되는 터널에 설치(영상유고감지 설치시까지) 2) 연장 200m 이상 터널에 설치 3) 연장 200m 이상 터널에 방재시설이 설치되는 경우에 시설별로 설치 4) 피난연결통로 설치가 불가능한 터널에 적용					

(2) 방재시설 설치위치 및 간격은 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토부, 2009. 5)에 따르며 [표 15.3.2]와 같다.

[표 15.3.2] 방재시설 설치위치 및 간격

방재시설		설치위치와 설치방법	설치간격
소 화 설 비	수동식 소화기	· 일방통행터널 : 4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽, 4차로 이상의 터널은 양쪽 측벽에 설치 · 대면통행터널 : 양쪽 측벽에 교차하여 설치, 격납상자를 설치하여 내부에 2개 1조로 비치	50m 이내
	옥내소화전설비	· 4차로 미만의 일방통행터널은 주행차로 우측 측벽 · 편도 2차로 미만의 대면통행터널은 한쪽 측벽 · 4차로 이상 일방통행터널 및 편도2차로 이상의 대면통행터널은 양쪽 측벽	50m 이내
	물분무설비	· 측벽설치(도로면 전체에 균일하게 방수되도록 한다)	방수구역 : 25m 이상, 3구역 동시방수
경 보 설 비	비상경보설비	· 수동식 소화기 또는 옥내소화전함에 병설	50m이내
	자동화재탐지설비	· 최적성능을 확보할 수 있는 위치	환기방식별 필요인식 범위
	비상방송설비	· 터널 측벽과 피난대피시설(피난대피터널, 피난대피소, 비상주차대)에 설치	50m 이내
	긴급전화	· 터널입구와 출구부, 터널 측벽과 피난대피시설(피난대피소, 피난대피터널, 비상주차대)에 설치	250m 이내
	CCTV	· 터널측벽설치(피난대피시설 및 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치함)	터널내 : 200~400m간격 터널외부 : 500m이내
	영상유고감지설비	· 터널 전구간 감시가 가능하도록 설치간격을 정함	100m 간격
	라디오재방송설비	· 터널 전구간에서 청취 가능하도록 설치	
	정 보 표 시 판	터널입구 정보표지판	· 터널 전방 500m 이내
		터널진입 차단설비	· 터널 전방 500m 이내
		차로이용 규제신호등	400~500m간격

방재시설			설치위치와 설치방법	설치간격
피난 대피 설비 및 시설	비상조명등		· 야간점등회로를 병용하여 설치	
	유 도 표지등	A	· 대피시설 부근	
		B	· 대피시설이 설치된 측벽설치	약 50m 간격
	피난 대피 시설	피난 연결통로	· 쌍굴터널(차단문 설치)	250~300m이내
		피난 대피터널	· 본선터널과 평행하게 설치하는 것을 원칙으로 함.	
		피난 대피소	· 본선터널의 측벽이나 하부에 안전공간을 확보하여 설치	250~300m이내
		비상 주차대	· 주행차선 길어깨, 대면통행 터널은 양쪽 측벽	750m이내
소화 활동 설비	제연설비		· 환기설비와 병용	
	무선통신보조 설비		· 라디오재방송설비와 병용	
	연결송수관설비		· 송수구 터널입출구부 · 방수구 옥내소화전설비와 병설	50m 이내
	비상콘센트설비		· 소화전함에 병설	50m 이내
비상 전원 설비	무정전전원설비		· 시설별 설치	시설별
	비상발전설비		· 별도로 구획된 실내에 설치	

15.3.2 터널 방재등급

터널 방재등급, 위험도지수 산정 및 방재등급 조정은 “도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(국토부, 2009. 5)에 따른다.

(1) 터널 방재등급은 터널연장 기준등급 및 위험도지수 기준 등급으로 구분한다.

[표 15.3.3] 터널 방재등급

등급	터널연장(L) 기준등급	위험도지수(X)기준등급
1	3,000m 이상 ($L \geq 3,000m$)	$X > 29$
2	1,000m 이상, 3,000m 미만($1,000 \leq L < 3,000m$)	$19 < X \leq 29$
3	500m 이상, 1,000m 미만($500 \leq L < 1,000m$)	$14 < X \leq 19$

- (2) 터널 위험도지수는 주행거리계(터널연장×교통량), 터널자원(중단경사, 터널높이, 곡선반경), 대형차혼입률, 위험물의 수송에 대한 법적규제(대형차통과대수, 위험물수송차량에 대한 감시시스템, 위험물수송차량에 대한 유도시스템), 정체정도(터널 내 합류/분류, 터널전방 교차로/신호등/IG), 통행방식(대면통행, 일방통행)을 잠재적인 위험인자로 하여 산정한다.
- (3) 각 위험인자별 위험도 산정 세부기준은 [표 15.3.4]와 같이 정하며, 산정방법은 다음과 같다.
- ① 위험도지수기준등급은 일방통행의 경우, 터널튜브별로 산정하여 상하행 중 등급이 높은 것으로 터널등급을 정한다.
 - ② 주행거리계는 교통량과 터널연장을 곱한 값이며, 교통량은 목표 연도(터널 준공 후 20년 후)에 예상되는 연평균일교통량을 기준으로 하며 튜브당 교통량을 적용한다. 단, 중방향계수는 고려하지 않는다.
 - ③ 표고차는 입출구 표고와 터널의 최저지점과의 높이차로 터널의 구간별 경사도와 연장을 곱하여 이의 총합으로 구한다. 단, V자형 경사터널의 경우에는 위험도지수를 2로 한다.
 - ④ 진입부 경사도는 터널 전방 1,000m 구간에 대해서 거리가중평균으로 구한다.
 - ⑤ 터널높이는 도상에서부터 터널 천장의 최대높이로 하며, 횡류환기방식을 적용하는 터널과 같이 터널 천장부에 배연을 위한 유로를 설치하는 경우에는 유로의 높이까지를 터널부 높이로 한다.
 - ⑥ 대형차혼입률은 도로설계 시 적용하는 대형차혼입률을 적용한다.
 - ⑦ 대형차 주행거리계 산정을 위한 대형차의 기준은 중형트럭, 대형트럭, 특수트럭을 말하며, 연평균일교통량을 기준으로 하여 튜브당 대형차통과 대수를 산정하고 여기에 터널연장을 곱하여 주행거리계로 구한다.
 - ⑧ 위험물수송차량에 대한 감시시스템 및 유도시스템은 위험물 통과를 규제하거나 선도차량의 유도에 의해서 통과하는 시스템을 말한다.
 - ⑨ 터널진출부의 교차로/신호등 여부는 터널진출부에서 1,000m 이내의 거리를 기준으로 한다.
 - ⑩ 길어깨는 최소폭원이 2.0m 이상인 경우에 한하여 길어깨가 있는 것으로 한다.
 - ⑪ 중분대는 폭원 1m 이상으로 이중가드레일 형식 이상의 안전성을 확보할 수 있는 경우에 한한다.

[표 15.3.4] 터널위험도 평가기준

세부평가항목			범위		위험도지수
사고 확률	주행거리계 (교통량×연장) (Veh-km/tube-day)		8,000 미만		1.5
			8,000 이상~16,000 미만		2.5
			16,000 이상~32,000 미만		5.0
			32,000 이상~64,000 미만		7.5
			64,000 이상		10.0
터널 특성	표고차 및 경사도	입출구 표고차(m)	10 미만		0.5
			10 이상~20 미만		1.0
			20 이상~30 미만		1.5
			30 이상		2.0
		진입부 경사도(%)	3.0 미만		0.5
	3.0 이상		1.0		
	터널높이(m)		7.5 이상		1.0
			5.0 이상~7.5 미만		2.0
			5.0 미만		3.0
	터널곡선반경(m)		1,800m 이상		0.5
			1,800m 미만		1.0
대형 차량	위험물 수송 관련	대형차 혼입률 (%)	10 미만		0.5
			10 이상~17.5 미만		1.0
			17.5 이상~25 미만		1.5
			25 이상		2.0
		대형차 주행거리계 (대 · km/tube · day)	500 미만		0.5
			500 이상~1,000 미만		1
			1,000 이상~2,500 미만		2
			2,500 이상~5,000 미만		4
			5,000 이상		6
		감시시스템	있음		0
			없음		1
		유도시스템	있음		0
			없음		1
		정체 정도	서비스 수준		LOS A~LOSC
LOS D					2
LOS E~LOS F					3
대면통행					3
터널 내 합류/분류			없음		0
			있음		2
교차로/신호등/TG 등			없음		0
			있음		2
통행 방식	구분		시설		－
			길어깨	충분대	
	일방통행	○	－	1	
		×	－	2	
	대면통행	○	○	3	
		×	○	4	
		○	×	5	
		×	×	6	

15.3.3 터널 방재등급 조정

위험도지수기준등급은 연장기준등급에 대해서 다음과 같이 상향 또는 하향하여 적용한다.

- (1) 위험도지수기준등급은 연장기준등급 대비 1단계를 상향 또는 하향할 수 있다.
- (2) 연장기준등급 대비 위험도지수기준등급의 상향 및 하향은 500m 이상(연장기준 3등급 이상)의 터널에만 적용한다.
- (3) 연장기준등급이 2등급 이상인 터널 중 위험도지수기준등급이 3등급 이하로 평가되는 경우에는 정량적 위험도 평가를 실시하여 터널의 안전성이 확보가 되는 경우에 등급을 하향할 수 있다.

15.4 소화설비

15.4.1 소화기구

(1) 일반사항

- ① 소화기구는 화재 초기단계에 사용하는 소화기로 화재가 다양해지고 복잡해짐에 따라 다양한 기종이 시판되고 있으므로 소화성능, 적용범위를 고려하여 유효 적절한 기종을 선정해야 한다.
- ② 특히, 터널내 화재시 소화기의 사용빈도가 가장 높으므로 일반도로이용자가 사용하기에 적합하도록 한다.
- ③ 터널에 설치되는 소화기는 수동식 소화기를 말한다.
- ④ 소화기라 함은 물이나 소화약제를 가압하여 방사하는 기구로서 사람이 직접 조작하여 소화하는 기구이다.
- ⑤ 본 지침에 언급되지 않은 사항은 소화기구의 화재안전기준(NFSC 101)에 준한다.

(2) 기기 사양

- ① 터널내 소화기는 다음과 같은 조건을 고려하여 선정한다.
 - 가. 터널에서의 화재는 대부분이 자동차 화재라는 특수성을 고려하여 특히, B급 화재에 대한 소화능력이 큰 것으로 한다.
 - 나. 터널 안의 좁은 공간을 고려하여 격납, 운반, 소화조작이 용이한 것으로 한다.
 - 다. 유독 가스를 발생하지 않는 것으로 한다.
 - 라. 온도, 습도의 변화에 의해 소화약제가 변질되지 않고 장기간 보존되며, 유지 관리가 쉬운 것으로 한다.
 - 마. 터널내 소화기는 소화기구의 화재안전기준에서 정한 분말 소화기로 소화능력이 A급 화재에 대해서 소화능력이 3 단위 이상의 ABC급 사용한다.
- ② 소화기함
 - 가. 소화기함은 내·외함은 스테인레스 재질로 제작한다.
 - 나. 외함은 차량의 운행에 의한 파손의 우려가 있으므로 망입유리는 설치하지 않는다.
 - 다. 외함의 개폐장치는 한번의 동작으로 개폐가 가능하고, 손쉽게 파손되지 않는 구조로 한다. 누름 손잡이형은 긴급상황에서 신속한 동작이 원활하지 않으므로 적용하지 않음을 원칙으로 한다.

(3) 설치지침

① 소화기구

가. 소화기구는 전터널에 설치한다.

나. 소화기구의 설치간격은 50m 이내로 하며 주행차로의 측벽(우측)에 설치한다.

다. 2개 1조로 소화기구함에 설치하며, 소화기구함은 “소화기” 라고 반사식 표지판을 부착하여 사용자가 쉽게 인지할 수 있도록 한다.

라. 대면통행터널은 터널의 양측벽에 교차하여 설치한다.

② 소화기구함

가. 소화기구함의 설치는 터널 라이닝 벽체에 매립하여 설치함을 표준으로 하며, 기존 터널에 설치하는 경우에는 노출하여 설치할 수 있다.

나. 비상경보설비 및 비상콘센트, 옥내소화전과 함께 설치되는 경우에는 일체형으로 설치한다.

다. 소화기 설치시 화재사실의 통보 목적과 분실방지 및 유지관리를 위하여 소화기함 문의 개방이나 거치대에서 탈착되는 경우, 화재사실을 자동통보 할 수 있도록 조치할 것을 권장한다.

라. 또한 CCTV가 설치되는 터널에서는 CCTV와 연동하여 경보발생구역에 대한 집중감시가 이루어지도록 한다.

마. 단터널내 소화기함 설치기준²⁾

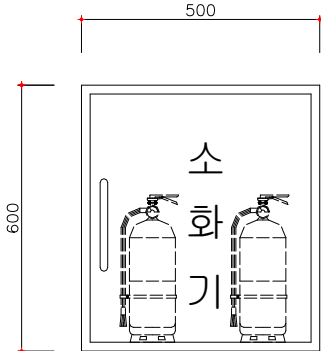
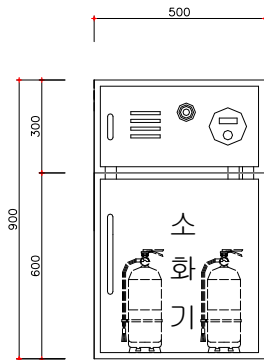
(가) 소화기함 설치형식 및 간격

구 분		설치간격(m)	
		주행로측	추월로측
500미터 미만 터널	2차로	32	—
	3차로	26	—
	4차로	54	54
	소화기함 형식	소화기 전용 소화기함	
500미터 이상 ~ 1,000미터 미만 터널	2차로	32	—
	3차로	26	—
	4차로	33	33
	소화기함 형식	전기소방설비 내장형 소화기함	소화기 전용 내장형

(나) 설치간격은 터널별 폭원에 따라 변경될 수 있다.

(다) 설치간격은 콘크리트 라이닝 등 현장여건에 따라 다소 축소될 수 있으나 설치간격을 넓히는 것은 소방규정에 위배되므로 곤란하다.

2) 단터널내 소화기함 설계지침 검토(시설설 09205-473, 2002.11.05)

소화기 전용 소화기함	전기소방설비 내장형 소화기함
	
500(W)×600(H)×200(D)	500(W)×900(H)×200(D)

③ 터널조건을 고려한 소화기함³⁾

고속도로 터널내 열악한 환경을 고려하여 소화기함은 설치대상 터널을 감안하여 다음과 같은 규격의 소화기(전)함을 표준화한다.

구 분	설치대상 터널	규 격
옥내소화전함 (기본형)	• 1,000m이상 • 1, 2등급	1580(W)×1330(H)×230(D)
소화기함 (발신기 내장형)	• 500m이상~1,000m미만 • 3등급	650(W)×1040(H)×230(D)
소화기함 (기본형)	• 500m 미만 • 4등급	560(W)×610(H)×230(D)

④ 소화기전앞 접근시설 개선⁴⁾⁵⁾

가. 비상시 소화전함 접근이 용이하고 문짝을 전면 개방할 수 있도록 소화전함 전면 안전난간부에 개구부 설치(소화전함 문짝을 중심으로 폭 1.0m 규격)

나. 소화전앞 공동구 벽체에 「장대터널 비상시설용 계단 설치」 규정의 블록아웃홈 설치

(가) 터널내 비상시설은 사고, 화재 등 긴급상황시 접근이 용이하여야 하나 검사원통로가 필요한 장대터널(1,000m이상)은 공동구벽체(H-1.0m) 및 난간으로 인하여 접근이 용이하지 않다.

(나) 공동구 벽체 전면에 블록아웃으로 올라갈 수 있는 홈을 구축하고 검사원 통로 난간의 접근로 부위는 난간을 제거하여 개구부를 형성한다.

3) 고속도로 터널내 열악한 환경을 고려한 소화기(전)함 구조개선(시설처-983, 2006.04.13)

4) 터널내 소화전앞 접근시설 보완검토(시설설 09205-474, 2002.11.05)

5) 장대터널 비상시설용 계단설치(안)(설계설 13201-737, 2001.12.27)

항 목	내 용	비 고
-----	-----	-----

4.2 온내수화전설비

(1) 일반사항

① 화재가 발생하는 경우, 화재 발생 초기에 자체 요원에 의하여 신속하게 화재를 진압할 수

호스, 방사노즐 등으로 구성된다.

- ③ 터널내 소화전의 설치는 옥내소화전 설비의 화재안전 기준(NFSC 102)에 준하여 설치한다.

(2) 기기 사양

- ① 방수구 구경 40mm의 단구형으로 한다.
- ② 노즐선단의 방수압력은 3.0 kg/cm^2 이상, 방수량은 190 l/min 이상이 되도록 한다.
- ③ 소화전의 비상전원은 소화전을 40분 이상 작동할 수 있어야 한다.
- ④ 옥내소화전의 수원은 전용수조를 설치하여 확보한다.

(3) 설치지침

① 옥내소화전의 배치

- 가. 연장이 1,000 m이상의 터널에 설치함을 표준으로 한다.
- 나. 주행차로 측벽(우측)에 50 m이내의 간격으로 설치한다.
- 다. 방수구, 호스 및 노즐은 소화전함에 설치한다.

② 옥내소화전의 수원은 다음 조건을 만족하도록 산정한다.

- 가. 동시 사용 소화전의 개소는 3개소로 한다.
- 나. 터널의 지역적인 특성상 소방차의 출동시간을 고려하여 산정하며, 방수지속시간은 최소 40분 이상으로 한다.

③ 소화전함

- 가. 소화전함은 스테인레스 강판으로 제작하며, 밸브의 조작, 호스의 수납 등에 충분한 여유 공간을 확보할 수 있도록 제작한다. 소화전함에는 “소화전” 이라는 표시를 하여 인지할 수 있도록 한다.
- 나. 소화전함의 설치는 터널 라이닝 벽체에 매립하여 설치함을 표준으로 하며, 기존 터널에 설치하는 경우에는 노출하여 설치할 수 있다.
- 다. 소화기, 비상경보설비 및 비상콘센트와 함께 설치되는 경우에는 일체형으로 설치한다.
- 라. 소화전함의 문개폐시 수동발신기 조작시와 동일하게 경보를 발할 수 있도록 구성하며, 수신반의 지구표시등이 점등되도록 한다.
- 마. 또한 CCTV가 설치되는 터널에서는 CCTV와 연동하여 경보발생구역에 대한 집중감시가 이루어지도록 한다. 화재시 CCTV가 화재감시를 수행하고 있는 경우에는 수동으로 연동을 해제할 수 있도록 한다.

15.4.3 물분부 설비

(1) 일반사항

- ① 화재시 직선류 또는 나선류의 물을 물분무헤드에 충돌·확산시켜 미립상태로 분무하여 화재를 진압함과 동시에 화재시 발생하는 열에 의해서 터널시설이 손상되지 않도록 냉각 보호하고 복사열을 차단하여 화재의 확산을 방지하는 적극적인 화재진압수단이다.
- ② 물분무헤드라 함은 화재시 직선류 또는 나선류의 물을 충돌·확산시켜 미립상태로 분무함으로써 소화하는 노즐을 말한다.
- ③ 급수배관이라 함은 수원 및 옥외송수구로부터 물분무헤드에 급수하는 배관을 말한다.
- ④ 일제개방밸브라 함은 화재발생시 자동 또는 수동식 기동장치에 따라 밸브가 열리는 것을

말하며, 방수구역을 선택적으로 변경할 수 있는 밸브폐쇄기능도 보유하여야 한다.

- ⑤ 본 설치지침에서 언급되지 않은 사항은 물분무설비의 화재안전기준(NFSC 104)에 준한다.

(2) 설치지침

- ① 물분무설비는 터널연장이 3,000 m이상의 터널로 일방통행 터널의 경우에는 목표연도의 연평균일교통량과 터널연장의 곱이 90×10^3 대·km/day·tube 이상인 터널, 대면통행 터널의 경우에는 60×10^3 대·km/day·tube 이상인 터널에 대해서 위험도 및 화재로 인한 터널폐쇄에 따른 경제성 등을 검토하여 설치할 것을 권고한다.
- ② 물분무헤드의 설치간격은 4~5 m 정도로 하며, 살수구역을 50 m 이내로 한다.
- ③ 물분무설비는 작동은 관리자가 CCTV에 의해서 방수대상구역에 대피자가 없는 것을 확인하고 방수함을 원칙으로 한다.
- ④ 방수는 2구역을 동시에 방수될 수 있도록 하며, 노면 1m^2 당 $6\text{ℓ}/\text{min}$ 이상의 수량을 노면에 균일하게 분산시켜 방수할 수 있도록 한다.

15.5 경보설비

15.5.1 비상경보설비

(1) 일반사항

- ① 비상경보설비는 화재발생시 화재장소 또는 중앙감시실에서 터널내에 경보를 발령하여 화재를 통보할 수 있는 설비로 비상벨설비, 발신기, 중계기 및 수신기 등으로 구성된다.
- ② 비상벨설비는 터널 내의 화재발생상황을 경중으로 경보하는 설비를 말한다.
- ③ 발신기는 화재발생 신호를 수신기에 수동으로 발신하는 장치를 말한다.
- ④ 수신기는 발신기에서 발하는 화재신호를 직접 수신하는 장치를 말한다.
- ⑤ 본 지침에 언급되지 않은 사항은 비상경보설비의 화재안전기준(NFSC 201)에 따른다.

(2) 기기사항

① 발신기

- 가. 발신기는 일반적으로 지구경중, 위치표시등과 일체화하여 패널형태의 단독형 또는 소화전함과 일체형으로 설치한다.
- 나. 발신기의 위치를 표시하는 표시등은 부착면으로 부터 15° 이상의 범위안에서 부착지점으로 부터 10 m이내의 지점에서 식별이 가능하여야 한다.

② 음향장치

- 가. 지구음향장치는 모터 구동형으로 하며, 음향장치의 음량은 음향장치의 중심으로부터 1 m 떨어진 위치에서 90 폰 이상이 되어야 한다.
- 나. 음향장치는 정격전압의 80% 전압에서 음향을 발생할 수 있어야 한다.

③ 수신기

- 가. 발신기의 발신위치를 인식할 수 있는 것으로 한다.
- 나. 발신기와 전화통화가 가능한 구조로 한다.
- 다. 수신기는 감지기, 중계기 또는 발신기가 작동하는 경계구역을 표시할 수 있는 기능을 갖도록 한다.
- 라. 수신기는 터널규모에 따라 R형수신기 또는 P형수신기를 시설한다.

(3) 설치지침

① 공통사항

- 가. 연장이 500 m이상의 터널에 설치한다.
- 나. 비상경보설비에는 감시상태를 60분간 지속한 후 유효하게 10분 이상 경보할 수 있는 축전지를 갖춘다.
- 다. 전원회로의 배선은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102)에 준하여 내화배선으로 하며, 그 밖의 배선은 내화배선 또는 내열배선으로 한다.

② 발신기 및 음향장치

- 가. 발신기 및 음향장치는 주행차로 측벽에 50 m 이내가 되도록 설치한다.
- 나. 발신기는 소화기함이나 소화전함 상부에 수평으로 설치하며, 좌로부터 발신기, 음향장치(경중), 음향공(158mmBell), 위치표시등의 순서로 설치한다.

다. 발신기의 조작스위치는 점검로 바닥으로부터 0.8m이상 1.5m 이하의 높이에 설치한다.

③ 수신기

가. 수신기는 관리자가 경보인지가 용이한 장소에 설치하여야 한다.

나. 비상전화에 의해서 비상상황이나 화재상황이 통보되는 경우 관리자에 의해서 수동으로 비상벨로 경보할 수 있도록 한다.

다. 2개 장소 이상에서 수신기를 운용하는 경우에는 반드시 상호통신이 가능한 시설을 갖춘다.

라. 수신기를 옥외에 설치할 경우에는 온도 및 습도에 대한 보호대책을 강구하여야 한다.

15.5.2 자동화재탐지설비

(1) 일반사항

- ① 화재시 발생하는 열, 연기, 불꽃 또는 연소생성물을 화재발생 초기에 자동으로 감지하여 화재사실을 관리자에게 자동 통보할 수 있는 설비이다.
- ② 화재발생장소를 알리는 수신기, 열 또는 연기, 화염 등을 감지하기 위한 감지기, 화재신호를 발신하는 발신기, 중계기, 비상벨·사이렌 등의 음향장치 등으로 구성한다.
- ③ 자동화재탐지설비중 수신기, 발신기, 음향장치 등은 “4.1 비상경보설비” 항목을 준용한다.
- ④ 본 설치지침에 언급되지 않은 사항은 자동화재탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)에 따른다.

(2) 기기사항

- ① 자동화재감지기는 감지하는 대상이나 작동원리에 따라서 많은 종류의 감지기가 사용되고 있으나, 터널에 설치되는 감지기는 화재안전기준(NFSC 203)에 제시되어 있는 화재감지기중 감지범위 및 감지능력은 다음 조건을 만족하여야 한다.
- ② 터널에서는 항시 기류가 존재하고 있기 때문에 화재감지기 성능은 화재강도가 1.5 MW(면적 2m²에서 10 리터의 알콜화재에 상응)의 화재시 종방향의 풍속이 3 m/s인 상황에서 화재 발생 후 1분 이내에 화재를 감지할 수 있는 능력의 것을 표준으로 한다.
- ③ 자동화재탐지설비의 경계구역은 자동화재 탐지설비의 화재안전기준(NFSC 203)에 준하나 수분무설비가 설치되는 경우는 당해 소화설비의 방사구역과 동일하거나 짧아야 한다.
- ④ 화재지점에 대한 인지능력은 환기방식에 따라서 고려한다. 즉, 종류환기방식에서는 화재부근의 젯트팬의 가동은 연기의 성층화를 교란하여 피난 및 대피에 악영향을 주게 되므로 젯트팬의 가동에 필요한 범위내에서 화재지점을 인지할 수 있는 능력을 갖추어야 한다.
- ⑤ 반횡류와 횡류 환기방식에서는 배연구역을 구분하는 경우에는 구역제어를 위해서 필요한 범위에서 화재지점을 인지할 수 있도록 한다.
- ⑥ 대배기구 방식을 적용하는 경우에는 화재지점의 원격제어 댐퍼의 개폐 조작을 위해서 댐퍼의 설치간격이내로 화재지점을 인지할 수 있는 감지능력이 있어야 한다.
- ⑦ 자동차의 배기가스에 의한 열기류와 갱구부에 가까이 설치되는 경우에는 자연광에 의한 영향을 받지 않아야 한다.

(3) 설치지침

- ① 자동화재 탐지설비는 제연 또는 배연설비가 설치되는 터널에는 기본적으로 설치함을 표준으로 한다.
- ② 터널내 화재감지기는 화재발생을 가장 신속하게 감지할 수 있는 위치에 설치한다.

- ③ 터널 위험도 및 터널폐쇄로 인한 경제적인 손실 등을 고려하여 2,000 m이상의 터널에서는 사전경보 및 관리자의 상황 판단을 위해서 가시도 측정장치와 병용하거나 CCTV 및 감시모니터를 이용한 화재감시 시스템을 병용하는 것을 고려한다.
- ④ 자동화재 탐지설비가 작동하면 CCTV와 연동하여 CCTV에 의해서 화재구역에 대한 감시가 자동적으로 이루어질 수 있도록 한다.
- ⑤ 중규모터널(500~1,000 m)에는 기기사양에서 제시한 화재감지조건을 만족하는 범위에서 자동화재탐지설비 이외에 CCTV와 교통량감시체계에 의해서 구축되는 사고감지기로 자동화재탐지설비를 대체할 수 있다.

15.5.3 비상방송설비

(1) 일반사항

- ① 관리사무소에서 터널내 사고 발생시 터널에 설치된 스피커를 통하여 터널내부에 비상방송을 할 수 있도록 한다.
- ② 비상방송설비는 화재시 화재수신기와 연동하여 자동으로 비상방송이 가능하도록 하여야 한다.
- ③ 비상방송설비는 비상방송이 가능하도록 60분 이상 기능을 유지할 수 있는 축전지를 갖는다.
- ④ 본 지침에서 언급하지 않은 사항은 비상방송설비에 대한 화재안전기준(NFSC 202)에 준한다.

(2) 기기사양

- ① 비상방송설비는 power amp, tuner, CD player, tape recorder, emergency 유닛, matrix logic 유닛 등으로 구성한다.
- ② 확장방송장치와 라디오재방송설비는 상호연동하여 비상방송시 터널내 라디오방송 채널에도 일괄 비상방송이 동시에 가능하도록 구성한다.

(3) 설치지침

- ① 비상방송설비는 터널연장이 500 m이상으로 제연시설이나 피난대피시설이 설치되는 터널에 설치함을 원칙으로 한다.
- ② 스피커는 주행차로 측벽 상부에 설치하며, 터널내 소음을 80~90 dB정도로 고려하여 터널의 전체에서 확장방송을 청취할 수 있도록 설치한다.
- ③ 확성기에서 방송되는 내용은 차량이 창문을 열고 저속으로 주행중일 때 내용을 청취할 수 있어야 한다.
- ④ 피난대피시설 부근 및 비상주차대와 피난통로에는 반드시 설치한다.
- ⑤ 터널은 습도 및 먼지등의 영향이 많으므로 방수용 옥외설치형을 기본으로 한다.
- ⑥ 터널에서의 확장방송은 스피커 상호간의 간섭 및 공명현상으로 인해서 음성의 명료도가 저하하는데, 음성의 명료도를 높이기 위해서 2웨이 스피커의 사용을 표준으로 한다.
- ⑦ 확성기를 통해서 직접방송하거나, 녹음된 내용을 방송할 수 있도록 한다.
- ⑧ 확성기는 구역별로 작동할 수 있도록 하며, 라디오 방송이나 터널내 관리자의 지시사항이 확성기를 통해서 방송될 수 있도록 한다.

15.5.4 비상전화

(1) 일반사항

- ① 비상전화는 터널 내부에 설치되는 비상전화기 및 관리실에 설치되는 비상전화 주장치와 접수대로 구성된다.
- ② 비상전화라 함은 이용자가 별도의 다이얼조작 없이 관리자와 직접 통화가 가능한 전화를 말한다.
- ③ 비상전화 주장치란 현장의 비상전화기와 접수대를 연결하여 통신할 수 있도록 하는 장치를 말한다.
- ④ 접수대라 함은 터널 내부의 비상전화기로부터 송신되는 신호를 수신하여 비상전화 이용자와 통화를 하며, 해당위치를 파악할 수 있는 장비를 말한다.
- ⑤ 비상전화는 비상시 60분 이상 기능을 유지할 수 있는 축전지를 갖는다.

(2) 기기사항

① 비상전화기

- 가. 비상전화기는 송수화기와 호출버튼이 있는 구조로 한다.
- 나. 전화기 부스를 설치하고 문을 부착하여 소음을 차단할 수 있도록 한다.
- 다. 호출버튼을 누르면 전화연결음이 들려야 하며 송수화기로 접수자의 음성을 확인할 수 있어야 한다.
- 라. 부스의 문이 열리면 감지기가 작동하여 접수대에서 전화기의 위치 및 사용여부를 확인할 수 있어야 한다.
- 마. 전원은 AC220V 60Hz를 공급할 수 있도록 하며, 전화기 부스는 조명장치가 내장된 비상전화표지판을 설치하여야 한다.

② 비상전화 주장치

- 가. 함체는 전면에는 도어를 장착하여 내부의 장비를 보호할 수 있도록 한다.
- 나. 주 장치에는 전원 공급 장치, 현장 비상전화기와 통신하는 통신모듈, 음성신호 송수신 및 위치신호를 데이터 통신할 수 있는 통신 모듈 등이 구비되어야 한다.

③ 접수대

- 가. 접수대에는 호출응답 스위치에 비상전화기의 위치를 표시하는 LED 램프가 장착되어 있어야 한다.
- 나. 비상전화기로부터 착신이 되면 해당 표시램프의 단속점등과 부저음이 발생하고, 부저 On/Off 기능을 갖추어야 한다.
- 다. 관리자가 해당버튼을 누르고 응답을 하면 램프가 점등되고 부저는 Off 되며, 통화상태가 이루어지도록 한다.
- 라. 접수대의 액정표시판에는 비상전화기 전원의 On/Off 상태, 통신선의 단선·단락 등 터널 내 비상전화기의 작동상태를 표시하고, 이상 발생시에는 경고음과 함께 이상발생 전화기의 위치를 확인할 수 있어야 한다.
- 마. 자체진단 표출기능이 장착되어야 한다.

(3) 설치지침

- ① 연장 500 m이상의 터널에 설치한다.
- ② 비상전화의 설치는 터널의 입·출구부와 도로의 우측에 250 m이내의 간격 또는 피난대피시설에 설치함을 원칙으로 한다.
- ③ 비상전화는 바닥으로부터 1.0 ~ 1.5m 이하의 높이에 설치한다.
- ④ 터널 측벽에 매립설치하거나 방음을 위해 부스를 설치하여 비상전화를 설치하고 문을 두어 소음을 차단할 수 있는 구조로 한다.
- ⑤ 비상전화의 설치위치를 분명하게 할 수 있도록 내조식 조명의 표지판에 '비상전화'라고 표시하여 먼 곳에서도 식별이 가능하도록 한다.
- ⑥ 일정시간동안 관리자가 응답하지 않는 경우에는 또 다른 관리체계에 자동으로 연결될 수 있도록 한다.

15.5.5 CCTV(감시용텔레비전)

(1) 일반사항

- ① CCTV는 터널에 설치되는 카메라, 관리실에 설치되는 모니터 및 녹화장치로 구성된다.
- ② CCTV라 함은 카메라 및 모니터를 통하여 터널 입출구 및 내부의 상황을 감시하고, 동시에 녹화할 수 있는 설비를 말한다.
- ③ 터널내의 교통상황을 실시간으로 감시할 수 있도록 구성되어야 하며, 필요시 특정 부분만을 확대 감시할 수 있는 기능을 보유하도록 한다.
- ④ 관리사무소에서 CCTV 시스템에 대한 원격 제어가 가능하여야 한다.
- ⑤ CCTV는 비상시 최소 3시간 이상 기능을 유지할 수 있도록 비상발전기에 의한 비상전원시설을 갖춘다.

(2) 기기사항

① 카메라

가. 터널내부에 설치하는 카메라는 일반적으로 1/3 " CCD 카메라를 사용하며, 터널과 같은 저조도환경에서 영상의 굵김이나 번짐현상을 최소화할 수 있는 기종을 적용한다.

나. 카메라 하우징은 터널 입출구에 일반적으로 사용하고 있는 일반용 카메라 하우징을 사용한다. 터널내부의 경우, 각종 분진 및 차량매연으로부터 카메라를 보호할 수 있는 하우징을 사용한다.

② 모니터 : 20 " 또는 21 " TV 모니터 표준

③ 녹화장치 : CCTV 영상을 저장하는 디지털 방식인 DVR로 한다.

(3) 설치지침

① 카메라

가. 제연설비가 설치되는 터널에 화재상황 감시를 위해서 설치하는 것을 표준으로 한다. 지방지역의 일방통행 터널은 연장이 1,000 m이상, 대면통행 터널 및 도시지역의 터널은 500 m이상의 터널에 설치한다.

나. CCTV는 터널 입·출구 및 터널내 가시거리의 확보가 용이한 장소에 설치한다.

다. 터널내 설치간격은 200~400 m를 표준으로 하며, 터널의 선형 및 종단경사, 식별 가능

한 화상의 크기, 렌즈의 초점거리를 고려하여 결정해야 한다.

- 라. 터널 외부는 터널 입출구의 교통흐름을 잘 파악할 수 있는 터널 입출구부 300~400 m 이내 지점에 설치한다.
- 마. 감시용 CCTV 설비는 터널에서 발신되는 모든 비상신호(자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상전화, 소화기, 소화전)와 연동하여 비상신호 발신구역의 카메라 및 모니터가 자동으로 활성화되어 집중감시가 이루어지도록 한다.
- 바. 터널내 카메라의 설치높이는 3.5 ~ 4 m 내외에 설치하며, 조명 및 역광의 영향과 대형 차량에 의한 시야저해가 최소화 될 수 있도록 한다.
- 사. 터널 외부 카메라는 터널 입출구부의 상·하행 차로의 교통흐름을 동시에 파악 할 수 있는 높이에 설치하도록 한다.
- 아. 터널내 CCTV카메라는 시공성, 유지보수성 등을 감안하여 주행차로 측벽에 설치한다.

② 영상전송 및 저장

- 가. 현장의 카메라와 터널에 설치되는 CCTV 제어장치간의 선명한 화상전송이 이루어 질수 있도록 한다.
- 나. 영상은 각종정보를 제공할 수 있도록 저장을 원칙으로 하며, 저장시간은 6시간 이상으로 하며, 최근상황을 연속적으로 갱신할 수 있도록 한다. 단, 화재상황에서는 화재원인 및 대처상황 등의 기록을 위해서 자동갱신 기능을 해제할 수 있도록 한다.

15.5.6 라디오 재방송설비

(1) 일반사항

- ① 터널내 재난 발생시 긴급방송(라디오) 및 공중파방송의 중계를 위한 설비로 긴급라디오 방송기능을 포함한 라디오(공중파방송) 중계장치 및 누설동축 케이블과 부대설비로 구성한다.
- ② 소방법에서 요구하는 무선통신보조설비와 겸용하여 설치하며, 이 경우에 소방무선통신에 영향을 주지 않도록 설치하여야 한다.
- ③ 라디오 중계장치라 함은 AM/FM 공중파방송을 수신하여 터널내 설치된 누설동축케이블 등을 통하여 재송신하여 터널내에서 공중파 방송의 청취가 가능하도록 함은 물론 터널내 재난 발생시 공중파 방송 주파수로 긴급라디오방송을 하여 신속하게 대처할 수 있도록 유도하는 장치를 말한다.
- ④ 누설동축케이블이라 함은 동축케이블의 외부도체에 가느다란 홈을 만들어서 전파가 외부로 누설될 수 있도록 한 케이블을 말한다.
- ⑤ 분배기라 함은 신호 전송로가 분기되는 개소에 설치하는 것으로 신호 균등분배를 위해 사용하는 장치를 말한다.
- ⑥ 증폭기라 함은 신호 전송시 신호가 약해져서 수신이 불가능해지는 것을 방지하기 위해서 증폭하는 장치를 말한다.
- ⑦ 소방합성기라 함은 무선기기접속 단자함을 상호간섭 없이 임피던스 정합하여 누설동축 케이블에 FM방송신호를 접속할 수 있도록 하는 장치를 말한다.

(2) 기기사양

① 라디오 중계장치

- 가. 터널 외부에서 양호하게 수신되는 AM/FM 공중파 방송을 터널내에 중계할 수 있도록 한다. (지역 특성에 맞추어 중계할 주파수를 별도 지정할 수 있도록 한다.)
- 나. 재난 발생시 중계 가능한 모든 주파수로 긴급라디오방송을 할 수 있어야 한다.
- 다. 확장방송설비와 라디오 재방송설비는 상호 연동하여 긴급 할입방송(노측방송)시 터널내 확성기를 통하여 비상방송이 가능하도록 구성한다.
- 라. 무인운전이 가능하여야 한다.

② 누설동축케이블

- 가. 누설동축케이블은 불연 또는 난연성의 것으로서 무선통신보조설비와 겸용하여 사용한다.
- 나. 누설동축케이블 또는 동축케이블의 임피던스는 50 Ω으로 하고, 이에 접속하는 공중선 분배기 기타의 장치는 당해 임피던스에 적합한 것으로 하여야 한다.
- 다. 누설동축케이블은 소방전용 무선통신보조설비 주파수 대역을 수용할 수 있어야 한다.

③ 분배기, 분파기, 혼합기는 먼지습기 및 부식 등에 의하여 기능에 이상이 발생하지 않도록 하여야 한다.

④ 증폭기

- 가. 증폭기는 비상전원이 부착된 것으로 하고, 당해 비상전원 용량은 무선통신보조설비를 유효하게 60분 이상 작동시킬 수 있어야 한다.
- 나. 증폭기의 전면에는 주 회로의 전원이 정상인지의 여부를 표시할 수 있는 표시등을 설치한다.

(3) 설치지침

① 공통사항

- 가. 라디오 재방송설비는 방재목적상 500 m이상의 터널에 설치함을 원칙으로 하나, 터널이 용자에 대한 서비스측면에서 200 m이상의 터널에 설치를 권장한다.
- 나. 200 m미만 터널의 경우 라디오 중계장치 없이 AM방송은 수신이 불가능하므로 지역적 특성과 교통량 등을 감안하여 설치여부를 검토할 수 있다.

② 라디오 중계장치는 점검이 편리하고 먼지, 습기 등으로 인한 피해의 우려가 없는 장소에 설치한다. (예: 관리사무소, 전기실, 변전실, 옥외보호함등)

③ 누설동축케이블

- 가. 누설동축케이블은 화재에 의하여 당해 케이블의 피복이 소실된 경우에 케이블 본체가 떨어지지 않도록 금속제 또는 자기제 등의 지지금구로 벽천장기둥 등에 견고하게 고정시켜야 한다.
- 나. 누설동축케이블의 말단에는 무반사 종단저항을 견고하게 설치하여야 한다.
- 다. 터널이라는 특수성을 고려하여야 하며, 본선터널, 피난연락갱, 피난갱, 터널내 기계실, 전기실 등에 상시 제공될 수 있도록 한다.

④ 분배기, 분파기는 점검이 편리하고 화재 등의 재해로 인한 피해의 우려가 적은 장소에 설치한다.

15.5.7 정보표지판

(1) 일반사항

- ① 정보표지판은 비상시 뿐만 아니라 유지관리, 보수공사 등 터널운행의 안전을 확보하기 위해 각종 정보를 운전자에게 전달하는 수단으로 터널입구 정보표지판과 터널내 정보표지판으로 구분한다.
- ② 정보표지판은 터널입구 정보표지판(VMS), 차로이용규제신호등(LCS), 제어장치 및 전원 공급 장치로 구성되며, 차량의 운전자들에게 터널내 고장차, 추돌사고, 보수공사 등의 요인으로 차선이 통제될 경우, 통제차선을 인식시켜 주며, 기타 외부 요인에 의한 사고 정보를 제공 하여 운전자들이 적절한 행동으로 각종 상황에 대처하여 사고를 미리 예방할 수 있도록 하는 장비이다.
- ③ 정보표지판은 시인성, 정보 갱신이 용이한 전광식을 원칙으로 한다.
- ④ 터널입구 정보표지판은 제한속도, 추월금지, 차선운영 상황, 라디오 채널 정보등 일반적인 사고예방을 위한 정보와 사고발생시 사고 상황을 알리고 진입금지를 지시하는 등 각종 지 시사항을 표시할 수 있도록 한다.
- ⑤ 터널입구 정보표지판이라 함은 터널 내부의 교통상황을 가시적인 문자 또는 그래픽 형태로 표시하는 장치를 말한다.
- ⑥ 차로이용규제신호등이라 함은 터널 내부의 사고 또는 작업시 차량의 진입 통제 및 운행가능 차선을 표시하는 장치를 말한다.
- ⑦ 제어장치라 함은 위 전광판들에게 명령을 주거나 제어하는 장치를 말한다.

(2) 기기 사양

- ① 터널입구 정보표지판
 - 가. 전광 표지판은 옥외용 고휘도 LED DOT Matrix Module로 LED소자는 직사광선하에서도 선명한 화면이 표출될 수 있어야 한다.
 - 나. 크기는 가로 10 × 세로 2 Module이상을 표준으로 한다.
 - 다. Module의 크기는 600×600mm이상으로 제작하며, 16×16 DOT이상의 Matrix로 구성함을 표준으로 한다.
- ② 차로이용규제신호등 (LCS : Lane-use Control Signal)
 - 가. LCS 표지판은 옥외용 고휘도 LED DOT Matrix Module로 설치하며, 가로 1×세로 1 Module이상을 표준으로 한다.
 - 나. Module의 크기는 600×600mm이상으로 제작하며, 16×16 DOT이상의 Matrix로 구성함을 표준으로 한다.
- ③ 경고안내전광판 (QWS : Queue Warning Sign)
 - 가. LCS 표지판은 옥외용 고휘도 LED DOT Matrix Module로 설치하며, 가로 4×세로 1 Module을 표준으로 한다.
 - 나. Module의 크기는 600×600mm이상으로 제작하며, 16×16 DOT Matrix로 구성함을 표준으로 한다.

④ 제어장치

가. 제어장치는 중앙장치(컴퓨터), 통신장치 및 제어기로 구성된다.

나. 중앙장치(컴퓨터)는 VMS/LCS 시스템의 스케줄, 홍보 및 안내 문안의 계획편집, 휘도 조절, 통신장치 및 제어기의 기능 감시, 전광판의 표출내용 감시 기능 등을 갖추어야 한다.

다. 제어기는 중앙장치의 명령에 따라 각종 메시지 및 그래픽 등을 전광판에 표현하고, 자체 진단 결과를 중앙장치로 송출하는 기능을 갖추도록 한다.

(3) 설치지침

① 터널입구정보표지판 (VMS : Variable Message Sign)

가. 연장이 1,000 m 이상인 터널에 설치한다.

나. 터널안내 전광판은 터널 입구 500 m 정도의 전방에 설치함을 표준으로 한다. 단, 시야가 확보되지 않는 곳은 설치위치를 변경할 수 있으며, 회차로가 있는 경우에는 정차한 차량이 회차로를 이용할 수 있는 위치에 설치한다.

다. 터널이 연속적으로 위치하고, 터널간의 간격이 300 m 이하인 경우에는 전방 터널에만 설치할 수 있다.

라. 터널에서 화재가 발생하는 경우, 미리 준비된 메시지를 수동 또는 자동으로 표시할 수 있도록 한다.

마. 터널입구전방에 긴급상황시 차량의 정지를 유도하기 위해서 차단막을 설치할 수 있다.

② 차로이용규제신호등 (LCS : Lane-use Control Sign)

가. 연장이 1,000 m 이상의 터널에 설치한다.

나. 차로이용규제신호등은 터널입구정보표지판과 터널입구 사이에 설치한다.

다. 터널 내부에는 400~500m 간격으로 설치한다. (단, 곡선터널일 경우에는 시야확보 범위 이내로 간격을 축소하여 설치한다.)

③ 경고 안내 전광판 (QWS : Queue Warning Sign)은 비상주차대 및 피난연락강에 설치한다.

④ 제어기

가. 제어기는 보호함에 설치하여야 하며, 보호함은 전광판 설치위치 근처에 설치한다.

나. 보호함의 전·후면에는 문 및 시건장치를 설치하고, 방우·내진동형의 구조를 갖추어야 한다.

다. 후면도어 하반부에 공기흡입구를 설치하고, 내측에는 재사용이 가능한 필터를 분리 가능한 구조로 장착하여 먼지의 침입을 방지한다.

라. 후면도어 상반부에 소형의 환기용 팬을 설치하고, 온습도 조절장치를 부착하여 보호함 내부를 일정 환경으로 유지하도록 한다.

마. 보호함 내부에는 야간작업 및 유지보수를 위한 AC 전원 콘센트(2구)를 설치한다.

바. 보호함의 외부 모서리는 낙뢰방지를 위하여 둥근형으로 하고, 접지봉 또는 접지판을 매설하여 외함을 직접 제3종 접지한다.

(4) 정보표지판 운영

① 터널입구 및 터널내 정보표지판은 실시간으로 정보를 입력할 수 있도록 원격관리시스템을 도입함을 원칙으로 한다.

② 원격감시시스템을 통하여 가변적 메시지를 관리자가 입력하여 표시하거나 사전에 준비된 표준 메시지를 선택하여 표시 가능하도록 한다. 또한 실시간으로 전광판에 표시되는 메시지를

감시할 수 있도록 한다.

- ③ 제어기는 중앙장치의 명령에 따라 정형화된 경보 메세지중 교통량 감지시스템 및 수동발신기에서 감지된 신호를 이용하여 자동으로 “차량정체” 또는 “소통원할” 을 표시할 수 있으며, 이런 신호를 관리자가 감지하였을 경우 터널 상황을 확인하여 수동으로 “화재발생” 또는 “차량사고” 등의 경보 메세지를 표시할 수 있게 한다.

15.6 피난설비

15.6.1 비상조명등

(1) 일반사항

- ① 터널은 사고나 화재로 인해서 정전이 되면 이차적인 사고를 유발할 위험성이 크며, 신속한 대피에 가장 크게 영향을 미칠 것으로 예상된다. 따라서 화재 등으로 인한 정전시 이차적인 사고를 방지하고 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 조명을 확보하기 위한 설비이다.
- ② 비상조명등이라 함은 야간 점등회로를 이용하여 화재발생 등에 의한 정전시에 안전하고 원활한 피난활동을 할 수 있도록 피난통로 등에 설치되어 자동 점등되는 조명등을 말한다.
- ③ 본 설치지침에 언급되지 않은 사항은 비상조명등의 화재안전기준(NFSC 304)에 따른다.

(2) 기기사항

- ① 무정전전원설비에 의한 비상조명의 밝기는 기본부 조명의 최저 1/8 이상의 조도를 확보하여야 한다.
- ② 비상발전기에 의한 비상조명의 밝기는 기본부 조명의 최저 1/2 이상의 조도를 확보하여야 한다.

(3) 설치지침

- ① 연장 200 m이상의 터널에 설치한다.
- ② 예비전원을 내장하는 비상조명등에는 평상시 점등여부를 확인할 수 있는 점검 스위치를 설치하고, 해당 조명등을 60분 이상 유효하게 작동시킬 수 있는 용량의 축전지와 예비전원 충전장치를 내장하여야 한다.
- ③ 예비전원을 내장하지 않는 경우에는 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제8조 제3항의 규정에 의한 비상전원을 설치하여야 한다.

15.6.2 유도표지판

(1) 일반사항

- ① 유도표지판은 터널내 대피자를 대피 장소로 유도하기 위해 피난대피시설이나 출구까지의 거리와 방향, 위치 등의 정보를 제공하기 위한 표지판이다.
- ② 유도표지판(A)는 용도에 따라 갱문형, 벽부형, 천정형으로 구분한다.
- ③ 유도표지판(A)는 피난대피시설(피난연락경, 피난갱, 피난대피소, 비상주차대)의 위치표시를 위한 유도표지판을 말한다.
- ④ 유도표지판(B)는 터널 측벽에 일정간격으로 설치하여 피난대피시설이나 안전지역까지의 거

리와 방향을 지시하는 표지판을 말한다.

- ⑤ 유도표지판은 비상시 60분 이상 기능을 유지할 수 있도록 비상전원시설을 갖춘다.

(2) 설치지침

- ① 유도표지판은 연장 500 m이상의 터널에 설치한다.
- ② 유도표지판은 원거리에서 식별이 용이하도록 내부에 조명시설을 구비하거나 전광식으로 제작하며, 설치높이는 화재시 연기의 영향 및 유지관리를 고려하여 설치함을 표준으로 한다.
- ③ 유도표지판(A)는 피난대피시설(피난연락갱, 피난갱, 비상주차대, 피난대피소 등)을 알리기 위한 것으로 피난대피시설에 근접한 지점에 원거리에서 식별이 가능하도록 연기에 의해서 빛이 차단되지 않는 위치에 돌출형으로 설치한다.
- ④ 유도표지판(B)는 피난대피시설의 방향 및 거리를 표시하여 근접한 안전지역으로 대피를 유도할 수 있도록 하며 설치높이는 차도면에서 1.5 m높이 정도로 한다.
- ⑤ 유도표지판(B)는 피난대피시설이 설치되는 방향의 측벽에 설치함을 원칙으로 한다.
- ⑥ 유도표지판(B)는 피난대피시설(피난연락갱, 피난대피소)간에 최소 4개소 이상 설치하는 것을 표준으로 한다.
- ⑦ 유도표지판은 경년변화가 적고 최대 30 m의 거리에서 문자 및 색채를 식별할 수 있어야 한다.

15.6.3 피난대피시설

(1) 일반사항

- ① 터널에서 화재시 터널이용자의 대피를 위한 시설로 피난연락갱, 피난갱, 피난대피소, 비상주차대를 말한다.
- ② 피난갱이라 함은 대면통행터널에서 화재시 터널로 부터 안전지역으로 대피자를 탈출시키기 위한 터널로 본 터널과 평행한 서비스터널이나 경사갱 및 연직갱 등을 의미한다.
- ③ 피난연락갱이라 함은 쌍굴터널에서 상대터널을 연결하는 대피통로와 피난갱과 본 터널을 연결하기 위한 대피통로를 의미한다.
- ④ 피난대피소이라 함은 피난연락갱이나 피난갱이 확보되지 못하는 상황에서 화재시 임시로 대피하기 위한 대피장소를 의미하며, 피난대피소는 생명유지에 필요한 시설을 갖춘다.
- ⑤ 차단문 피난연락갱을 통한 연기의 유출입 방지 및 평상시 환기의 신뢰성확보를 위해서 설치하는 문으로 방화문 역할을 수행할 수 있도록 하며 정전시에도 동작이 용이한 무동력 자폐 기능을 보유한 문을 말한다.
- ⑥ 비상주차대는 터널내 고장 또는 사고차량이 2차 사고를 유발하지 않도록 하고 화재발생시 구급차량이나 소방차량의 정차 및 소화활동을 위한 지역을 말한다.

(2) 설치지침

① 피난연락갱

가. 피난연락갱은 연장 500 m이상의 터널 및 피난갱이 있는 대면통행 터널에 설치한다.

나. 일방통행터널에서 대인용 피난연락갱의 설치간격은 250 m이하로 하며, 3개소 마다(750 m이하의 간격) 구급차량이 통과할 수 있는 차량용 피난 연락갱을 시설한다.

다. 터널연장이 1,200 m이하의 터널에서는 최대 설치간격을 300 m로 할 수 있다.

- 라. 차량용 피난연락갱 맞은 편에는 차량의 회전 및 고장차량의 정차를 위해서 비상주차대를 시설하며, 3차로 이상의 터널 및 도로 우측어깨의 폭이 2.5 m이상인 터널은 비상주차대를 생략할 수 있다.
- 마. 피난연락갱은 평상시 환기의 신뢰성과 화재시 연기의 유입을 막기 위해서 차단문을 시설한다.
- 바. 피난연락갱에는 비상전화 및 비상조명을 시설한다.
- 사. 피난연락갱에는 위치표시를 위한 유도표지판(A)를 설치하며, 터널 측벽부에 피난연락갱으로 유도할 수 있도록 유도표지판(B)를 설치한다.
- 아. 대인용 피난연락갱의 차단문은 양갱구간에 차압이 작용하는 상태에서도 작은 조작력에 의해서 열릴 수 있도록 한다.

② 피난갱

- 가. 터널연장이 3,000 m이상의 대면통행터널과 터널연장이 3,000m이상인 피난연락갱 설치가 불가능한 일방통행터널로 터널 위험도가 2.0을 초과하는 경우에 설치한다.
- 나. 터널연장이 1,000 m이상인 대면통행 터널과 정체가 심할 것으로 예상되는 1,000 m이상의 도심터널의 경우, 설치를 검토하여 필요시 설치할 수 있다.
- 다. 피난갱과 본 터널은 피난연락갱을 설치하여 연결하며, 피난연락갱 설치간격 및 설치하는 일방통행 터널에 준한다.
- 라. 피난갱에는 비상조명을 설치하여 조도를 확보하고 사고시 자동점등 되도록 하며, 3시간 이상 점등이 가능하도록 비상전원을 확보한다.
- 마. 피난연락갱과 연결하는 연결부에는 가까운 출구로의 방향과 거리를 표시한 유도표지판을 설치하여 대피를 유도한다.
- 바. 피난갱은 생명유지를 위한 최소한의 공기를 공급하며, 가압을 목적으로 가압설비를 시설하여 연기의 유입을 충분히 막을 수 있도록 한다.
- 사. 피난갱을 연결하는 통로는 연기의 유입을 차단하기 위해서 대인용 피난연락갱의 차단문 설치지침에 준해서 차단문을 설치한다.

③ 피난대피소

- 가. 피난대피소는 대면통행 터널에 피난갱을 시설하여야 하나 경제성이나 토목기술상 피난갱을 시설할 수 없는 경우에 설치한다.
- 나. 피난대피소는 피난연락갱 설치간격에 준하여 설치함을 원칙으로 한다.
- 다. 피난대피소는 덕트 등을 통해서 신선공기를 공급하고 이를 통해서 가압 할 수 있도록 한다.
- 라. 피난대피소는 비상조명, 비상전화, 소화전 및 CCTV를 설치하며 정전시 자체 축전지에 의해서 3시간 이상 기능을 유지할 수 있도록 하여야 한다.
- 마. 피난대피소를 연결하는 피난연락갱의 차단문은 대인용 피난연락갱 차단문의 설치지침에 준하여 설치하며, 2중으로 한다.

④ 비상주차대

- 가. 비상주차대는 연장이 1,000 m이상인 터널에 차량용 피난연락갱 맞은편에 설치함을 표준으로 한다.
- 나. 대면통행 터널의 경우에는 750 m이내의 간격으로 터널의 양측에 설치함을 원칙으로 하

며, 마주보게 설치하여 차량의 회전이 가능하도록 한다.

다. 비상차로가 확보된 터널이나 3차로 이상의 터널은 생략할 수 있다.

라. 터널내 비상주차대의 설치규격은 도로설계기준의 비상주차대 설치기준에 준하여 설치한다.

(3) 설치사양

① 피난연락갱

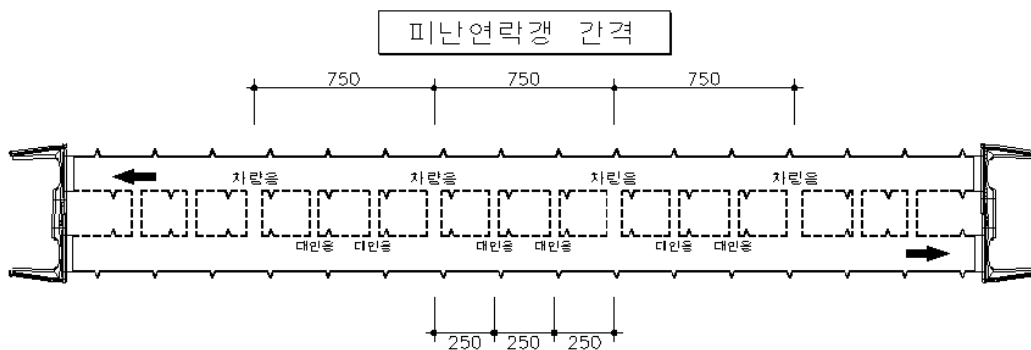
가. 피난연락갱은 대인용과 차량용으로 구분하며 차량용 피난연락갱의 단면은 최소 4.7(폭)×3.5(높이)m이상, 대인용은 최소 2.5(폭)×2.5(높이)m이상으로 한다.

나. 피난연락갱 차단문의 개구부는 대인용의 경우에는 최소 1.35(폭)×2.0(높이) m이상을 확보하며, 차량용의 경우에는 구급차량이 통과할 수 있도록 3.2(폭)×3.5(높이)m이상으로 한다.

다. 피난연락갱의 설치간격은 터널연장을 감안하여 다음과 같이 설치한다.⁶⁾

(가) 1,000m 이상의 터널

- 750m 간격으로 차량용 피난연락갱 설치
- 차량용 사이에 250m 간격으로 대인용 추가 설치한다.



<그림 15.6.1> 피난연락갱 설치간격(1000m 이상)

(나) 500m 이상 1,000m 미만의 터널

- 대인용 피난연락갱만 설치하는 것을 원칙으로 하되 터널 전후구간의 우회여건을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우 차량용 피난연락갱의 설치도 가능하다.
- 간격은 배치를 고려하여 300m까지 허용대피거리가 250m 미만이 되도록 대인용 피난연락갱만을 설치한다.

(다) 500m 미만 터널은 설치하지 않는 것을 원칙으로 하되 교통특성, 터널조건 등을 고려하여 필요하다고 판단되는 경우 대인용 1개소를 설치할 수 있다.

(라) 기타사항

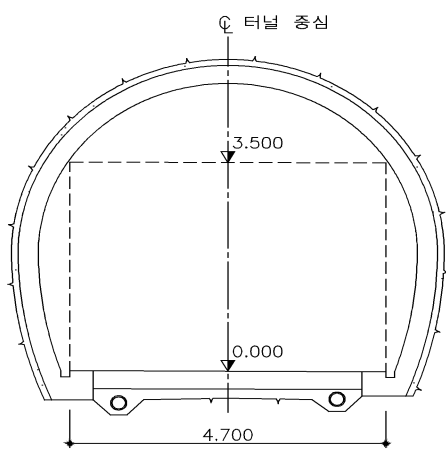
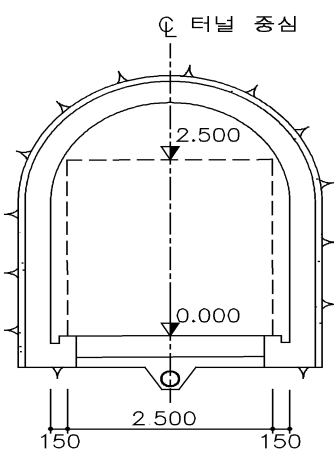
- 갱구부의 위치, 지반조건, 피난조건 등을 감안하여 입구 또는 출구로부터 첫 번째 피난연락갱까지의 거리는 300m까지 허용

6) 터널 피난연락갱 설치기준 검토(설계구 10201-311, 2003.08.26)

- 병설터널이 아닌 경우, 3차로 이상의 대단면터널, 2차로 터널중 단면형상이 표준도와 현저히 다른 경우, 별도의 화재특성을 고려할 필요가 있는 경우, 기타 특수한 조건의 터널에 대해서는 별도 검토

라. 피난연락갱의 단면은 다음 규격 이상으로 한다.7)

- (가) 갱문 유효 개구부 규격은 인력작동이 원활하면서도 비상차량 통행이 가능하도록 「3.2m(폭)×3.5m(높이)」 이상으로 설치
- (나) 갱문형식은 화재시 방재기능이 우수한 슬라이딩 타입을 적용한다.
- (다) 피난연락갱의 부분확대가 어려운 경우 톨업 형식을 적용하되 시범운영결과 나타난 유지관리 개선을 위하여 수동작동 형식을 적용한다.

구 분	차 량 겸 용	대 인 전용
단 면		
설치규격	4.7m(W) × 3.5m(H)	2.5m(W) × 2.5m(H)

<그림 15.6.2> 피난연락갱 설치규격

② 피난갱

- 가. 피난갱은 구급차량의 주행이 가능한 경우와 인도용으로만 사용하는 피난갱으로 구분하며, 경제성 및 위험도를 고려하여 결정한다.
- 나. 본 터널과 피난갱은 피난연락갱으로 연결하며 피난연락갱의 구배는 10%를 넘지 않도록 한다.
- 다. 대피자 대피목적의 피난갱의 단면은 최소 2.5(폭)×2.5(높이)m이상이어야 하며, 피난갱과 연결하는 피난연락갱의 차단문은 최소 1.35(폭)×2.0(높이)m 이상이 되도록 한다.
- 라. 구급차량의 주행이 가능한 피난갱의 단면은 최소 2.8(폭)×2.8(높이)m 이상이 되어야 하며, 피난갱과 연결하는 피난연락갱은 대인용을 기준으로 설치한다.

③ 피난대피소

- 가. 피난대피소는 바닥면적이 50 m² 이상이 되도록 하며 최소폭은 4 m, 최소높이는 2.2 m 이상을 확보한다.

7) 터널 피난연락갱문 설치기준 검토(시설설 09205-404, 2002.10.02)

나. 향후 일방통행터널로 운영 전환할 계획이 있는 경우에는 피난연락경으로 활용할 수 있도록 계획한다.

다. 차단문은 자동폐쇄기능을 보유한 형식과 기밀이 유지될 수 있는 차단문을 각각 1개씩 설치한다.

④ 피난연락경 및 피난대피소의 차단문

가. 터널에 설치되는 피난연락경의 차단문은 작은 조작력에 의해서도 열 수 있는 구조이어야 하며, 평상시에는 항상 닫혀있는 구조로 한다.

나. 양터널 사이에 압력차가 발생할지라도 개폐가 용이하며 전원 차단시에도 자동폐쇄기능을 보유하여야 한다.

다. 대형버스의 화재강도(20 MW)를 고려하여 1시간이상의 내열성능을 갖는 구조로 한다. 단, 피난대피소는 3시간 이상으로 한다.

라. 평상시 배기가스, 분진, 습기차단과 화재시 화재연기와 열기류로 부터의 노출을 고려하여 스테인레스 재질을 사용하고 기밀구조로 한다.

15.7 소화활동설비

15.7.1 제연설비

(1) 일반사항

- ① 도로터널의 화재시 제연은 화재지역으로부터 연기를 배기하거나 대피방향의 반대 방향으로 연기류를 형성함으로써 화재초기 자기구조(self rescue)단계에서 이용자 스스로가 안전을 확보할 수 있도록 해주는 가장 중요한 설비이다.
- ② 터널내 화재시 연기의 배기 및 제어는 평상시 환기시스템에 의해서 수행되며, 연기를 화재 공간에서 완전히 제거하는 배연(smoke exhaust)을 목적으로 하는 횡류식 또는 반횡류식과 대피방향 반대방향으로 기류를 제어하여 대피안전을 확보하도록 하는 제연(smoke control) 개념의 종류식 환기시스템으로 구분된다.
- ③ 본 지침에서는 배연과 제연을 구분하지 않고 제연설비라 칭한다. 환기시스템별 일반적인 제연특성은 [표 15.7.1]과 같다.

(2) 화재발생시 환기계획

① 화재단계

가. 차량 화재 발생시의 환기에 적용되는 요구 사항들은 다음의 두 단계로 구분된다.

(가) 제 1 단계 : 화재 발생 후 초기 약 10~15분 동안 터널 안에서 대피하는 사람들을 연기의 영향으로부터 보호해야 한다. 환기설비는 수동가동을 원칙으로 하며, 설정풍속의 유지는 제어로직에 의해서 자동으로 유지할 수 있도록 제연팬에 대한 제어시스템을 구성한다.

(나) 제 2 단계 : 화재 진압을 지원하기 위한 제연이 수행되어야 하는 시기로 제연설비는 소화활동을 지원하기 위한 운전을 수행하며, 제연설비를 가동하거나 정지시킬 때에는 소방대원의 지시에 따른다.

[표 15.7.1] 횡류환기방식 및 종류환기방식의 일반사항

구 분	횡류식(또는 반횡류식)	종류식
연기의 제어개념	화재지역으로부터 연기를 배연(Exhaust Smoke)하는 방식으로 연기 및 열기류의 방향성 제어가 곤란하여 화재규모가 큰 경우에는 적용성이 떨어진다.	화재지역으로부터 일방향으로 연기 및 열기류를 제어(제연, Smoke Control)하는 방식으로 열기류의 유동방향 제어가 용이하다.
환기팬의 운전제어	송기 반횡류식의 경우, 화재시 배연모드로 전환하기 위한 대기시간과 역전운전 후에 정상가동에 필요한 시간지연이 길다.	일반적으로 30초에서 1분 이내에 젯트팬 정상운전속도에 도달하며, 터널내 풍속이 정상상태에 도달하기 위해서 시간지연이 필요하다.
통행 방식에 따른 적용	일방통행 터널의 경우에는 차량의 운행에 의해서 발생하는 피스톤효과에 의한 풍속이 상시 존재하므로 열기류의 방향성 제어가 곤란하며, 일방통행 터널보다는 대면통행 터널에 대한 적용성 우수하다.	대면통행 보다는 일방통행 터널에 대한 적용성 우수함 교통정체시에는 연기가 화재하류 지역의 차량이나 대피자를 덮칠 수 있다. 이와 같은 이유로 외국에서는 단순히 젯트팬에 의한 종류환기방식은 정체빈도가 높은 도시 지역의 터널과 대면통행 터널에 대한 적용을 금지하는 경우도 있다.
배연을 위한 환기용량 산정	화재강도에 따른 연기발생량 및 연기의 확산을 억제할 수 있도록 최소한의 풍속을 얻기 위한 풍량에 의해서 배연량을 결정한다.	연기의 역류를 억제하기 위한 임계풍속을 유지할 수 있도록 젯트팬 설치 댓수 결정한다.
배연 또는 제연 능력 향상을 위한 방안	대배기구 방식에 의해서 화재지점에서 집중적으로 연기를 배기할 수 있는 시스템 구축이 필요하다. 제어의 정확성이 요구되며 배기구의 개폐 조절을 위한 전동램퍼의 설치로 인하여 설치비용 및 유지관리 비용 증대한다.	연기가 전구간으로 확산되는 것을 억제하기 위해서 일정간격으로 연직갱 또는 배연용 덕트를 설치하여 연기의 배기능력을 증대할 필요가 있다.
비상 전원	배기 또는 급기목적의 대형 축류팬은 비상 전원시설에 의한 가동이 가능하나 발전설 규모와 용량이 증대한다.	종류식 환기의 주 제연설비인 젯트팬은 비상 발전기에 의해서 가동되도록 시설하고 있어, 정전등의 비상시 제연이 가능하다.

② 화재강도 설정

- 가. 제연설비 용량은 설계화재강도와 임계풍속, 연기발생량에 따라서 차이가 발생한다. 일반적인 설계화재강도 및 이에 따른 연기발생량은 [표 15.7.2]에 나타난 바와 같다.
- 나. 본 지침에서는 설계화재강도를 20 MW로 하며, 이때의 연기발생량은 80 m³/s로 할 것을 권장한다.
- 다. 또한 화재강도가 설계화재강도보다 증가할 것으로 예상하여 설계화재강도를 높게 설정하고자 하는 경우에는 위험도분석을 수행하여 시행한다.

[표 15.7.2] 설계화재 강도 및 연기발생량

적용차종	승용차	버스	트럭	탱크롤리
화재강도 (MW)	5이하	20	30	100
연기발생량 (m³/s)	20	60~80	80	200

③ 터널내 임계풍속

- 가. 임계풍속은 다음식으로 계산하며, 현재 임계풍속에 대한 많은 연구가 진행되고 있으며, 논란의 여지가 많으므로 β 값은 설계자가 수치시뮬레이션 등을 수행하여 신뢰성을 검증한 후에 적용함을 원칙으로 한다.

$$V_r = K_g Fr_c^{-\frac{1}{3}} \left(\frac{gHQ}{\beta \rho_o C_p A_r T_f} \right)^{\frac{1}{3}} \quad [\text{식 15.7.1}]$$

$$T_f = \frac{Q}{\beta \rho_o C_p A_r V_r} + T_o \quad [\text{식 15.7.2}]$$

여기서, $Fr_c = 4.5$, H : 화점에서 터널천정까지의 높이이다.

- 나. 종단경사보정계수는 다음식으로 계산한다.

$$K_g = [1 + 0.014 \tan^{-1}(\mp e/100)] \quad [\text{식 15.7.3}]$$

③ 환기시스템 계획

- 가. 화재에 대비한 환기시스템은 화재시 터널내 대피인원의 분포특성을 고려하여 터널의 연장 및 터널의 교통특성에 따라 결정하며, [표 15.7.3]에 제시한 환기방식의 적용을 권장한다.
- 나. 기본적으로 대면통행 터널 및 정체빈도가 높은 일방통행 터널에 대해서는 횡류(또는 반횡류)환기방식을 적용하는 것이 바람직하며, 종류환기 방식의 적용은 종방향의 풍속이 충분히 낮고 피난연락경의 간격이 충분히 짧을 경우에 한해서만 위험도 평가를 수행하여 제한적으로 적용할 것을 권고한다.

[표 15.7.3] 터널특성별 권장 환기방식

통행방식 및 교통류	터널길이	화재시 적용 환기방식 및 방법
대면통행 터널 및 정체빈도가 높을 것으로 예상되는 도시지역의 일방통행 터널	500 m 이하	· 자연환기방식
	500~1,000 m미만	· 기계환기방식 적용
	1,000 m이상	· 횡류 또는 반횡류 환기방식 · 2,000 m이상의 터널은 배연능력을 향상하기 위해서 대배기구 방식을 권장한다. · 약 800 m이내의 간격으로 집중배기가 가능한 시설을 설치하여 배연능력을 향상할수 있는 방안을 강구할 것을 권장함.
지방지역의 일방통행 터널	500 m미만	· 자연환기방식
	500~1,000 m미만	· 터널위험도 2이하 : 자연환기방식 · 터널위험도 2초과 : 기계환기방식 적용
	1,000~5,000 m미만	· 기계환기방식 적용
	5,000 m이상	· 기계환기방식 적용 · 집중배기방식이나 대배기구 방식에 의한 배연능력 향상방안 강구하는 것이 바람직함

(3) 방재용 환기기 용량 설계

① 횡류식 환기방식

가. 횡류 환기방식은 천정에 설치된 덕트를 통해서 배연을 수행하는 방식으로 배기구에 대한 개폐조정이 불가능한 균일배기방식과 배기구에 전동댐퍼를 설치하여 화재시 선택적으로 배연을 수행할 수 있는 대배기구방식으로 대별된다.

나. 횡류환기방식의 배연량산정

(가) 화재시 배연은 주행 공간에서 이루어지기 때문에 연기 뿐만 아니라 주변의 공기가 유입되게 되므로 배연량은 연기발생량(화재강도 : 20 MW 기준, 80 m³/s)보다 현저히 증가한다.

(나) 배연용량(Q_b)은 터널내 유속과 연기발생량(Q_s)을 바탕으로 산정하며, 산정공식은 다음과 같다.

$$Q_b = A_r \cdot V_r + Q_s \quad [\text{식 15.7.4}]$$

(다) 여기서, $A_r \cdot V_r$ 은 주변공기의 유입으로 인해서 증가하는 풍량으로 V_r 은 종방향 기류를 제어하기 위한 풍속개념에서 도입된 것으로 배연방식에 따라서 달라지며, 다음과 같이 적용할 것을 권장한다.

- 균일 배기방식(횡류 또는 반횡류방식)의 배연량은

$$Q_E = 80 + 3.0Ar \text{ 이상} \quad [\text{식 15.7.5}]$$

- 대배기구 방식의 배연량은

$$Q_E = 80 + 1.0Ar \text{ 이상} \quad [\text{식 15.7.6}]$$

- (라) 상기에 제시된 결과는 터널의 단면적, 종단경사 및 터널내 풍속에 따라서 달라지므로 수치시뮬레이션 등을 통해서 신뢰성을 확인한 후에 적용한다.

다. 대배기구 방식은 다음과 같은 원칙을 적용하여 설계한다.

- (가) 터널 갱구부근에서의 배연은 일반적으로 효과적이지 못하다. 그러므로 터널 갱구부와 배기구 사이의 거리는 최소 100m정도가 되어야 한다.
- (나) 배연구역은 터널내 풍속상태에 따라서 달라지나 일반적으로 화재 발생지점으로부터 대칭적으로 200~300 m정도로 한다.
- (다) 배기구의 형상 및 설치간격은 기본적으로 다음사항에 준해서 설계할 것을 권장한다. 그러나 배연효율은 터널내 풍속 및 단면형상에 영향을 받으므로 수치시뮬레이션을 통해서 검증후 적용한다.
 - 배기구의 형상은 배연효율을 향상하기 위해서 단면전체에 개구부가 형성될 수 있도록 중형비를 정한다.
 - 배기구에서의 면풍속은 15 m/s을 이하로 한다.
 - 배기구 뎀퍼는 각각 개별적으로 조절이 가능해야 한다.
 - 배기구의 설치간격은 50~100 m정도로 하며, 터널특성에 따라서 조정한다.
 - 뎀퍼는 충분한 밀폐성이 확보되도록 한다.

라. 터널내 유속의 제어

- (가) 배기구를 통한 배연은 종방향 풍속이 작을수록 효과적이다.
- (나) 따라서, 터널연장이 2,000 m이상인 경우에는 종방향 풍속을 제어하기 위한 조치를 검토하는 것이 바람직하다.
- (다) 풍속제어방법으로는 일반적으로 젯트팬을 설치하거나 환기구역을 구분하여 구역별로 급기량과 배기량을 조절하는 방식이 적용되고 있다.

② 종류식 환기방식

- 가. 화점부근의 연기가 역류하는 것을 방지하기 위한 최저유속인 임계풍속을 유지할 수 있도록 시스템을 계획한다. 임계풍속은 전술한 계산식을 적용하여 계산하며, 수치시뮬레이션 등의 수단으로 신뢰성을 검토하여 적용함을 원칙으로 한다.

나. 화재시 제연용 환기기 용량 산정

- (가) 젯트팬 수의 계산은 터널내 차량이 터널전체에 정체되어있다는 가혹조건에서 산정함을 원칙으로 한다.
- (나) 화재시 터널내 정체차량수
 - 화재시 터널내 정체차량수는 일반적으로 화재발생후 터널이 차단될 때까지 시간을 3분을 고려하여 주행속도별로 교통밀도(N 대/km)를 구하여 다음식에 의해서 구한다.

$$n = \frac{N \cdot L}{V_t} + N \cdot \frac{3}{60} \quad [\text{식 15.7.7}]$$

- 여기서, 우변의 제 1 항은 화재발생시점에서 터널에 존재하는 차량의 수이며, 우변의 2 항은 화재 발생후 3분 동안에 터널에 진입한 차량수이다.
- 화재시 터널내 차량수는 화재지점과 화재직전의 터널내 평균주행속도에 따라서 차이가 있으며, 본 지침에서는 화재직전의 차량주행속도는 도로의 특성을 고려하여 선정하도록 한다.

(다) 화재시 젯트팬의 소손을 고려하여 예비용 젯트팬을 설치한다.

다. 방재용 젯트팬의 설치

(가) 방재용 젯트팬은 화재시 가압 및 화재안전성을 위해서 터널의 입출구부에 분산하여 설치함을 원칙으로 한다.

(나) 분산설치가 곤란한 경우에는 성층화 교란방지 및 젯트팬의 소손을 최소화할 수 있도록 설치위치를 정하며, 이를 검증한 후에 설치할 것을 권장한다.

(4) 화재시 환기기의 운용

① 일반사항

가. 제연설비가 설치되는 터널은 관리소 또는 관리사무소의 설치를 원칙으로 한다.

나. 제연설비의 자동운전을 위해서 자동화재탐지설비와 교통량 감지시설, 터널내 풍속계를 설치해야 한다.

다. 환기방식에 관계없이 화재시 실행되는 제연설비의 운용기준을 화재발생 시나리오(화재의 위치, 화재차량의 종류)에 따라서 작성하고 자세히 설명해 놓아야 한다.

라. 화재경보와 연동하여 제연설비가 가동될 수 있도록, 제어로직을 구성하는 것이 바람직하나 현재 국내 기술능력은 검증되지 않은 단계로 판단되므로 관리인이 상주하는 경우에는 수동조작을 원칙으로 한다.

마. 관리인이 상주하지 않는 터널에서는 우선 자동으로 가동한 후, 관리자에 의해서 운전될 수 있도록 제어로직을 구성한다.

바. 관리사무소가 없는 경우에는 터널입구에 제어반을 설치할 수 있다.

사. 제연설비의 조작은 수동조작에 우선권을 부여한다.

아. 비상사태시 제연설비는 운전 명령에 최대한 신속하게 가동될 수 있도록 하여야 하며, 급기 반횡류방식의 경우에는 화재시 배연을 위해 역전운전이 요구되므로 신속한 배연운전이 되도록 조치를 강구한다.

② 종류환기방식의 환기기 운영

가. 정체가 발생하지 않는 일방통행 터널

(가) 화재초기에는 차량주행방향으로 임계풍속을 유지할 수 있도록 제연설비를 운전한다.

(나) 터널내 풍속제어를 위해서 풍속제어로직 및 제연팬 운전모드의 설정이 필요하다. 따라서, [표 15.7.4]에 예시한 바와 같이 화재위치, 화재발생차종에 따른 제연팬운전모드를 작성하여 운영한다.

(다) 상대터널의 젯트팬 또는 환기시설은 피난연락강으로의 연기유입을 방지하기 위해서 가압운전모드로 운전한다.

(라) 화재터널의 젯트팬이 터널입구 및 터널출구부에 분산 설치된 경우에는 터널 출구의 젯트팬을 가동하여 화재터널의 압력이 부압이 되도록 운전하는 것이 바람직하다.

(마) 또 화재주위의 젯트팬의 가동은 연기의 성층화를 교란하게 되므로 가동하지 않는다.

[표 15.7.4] 종류식 환기방식의 환기팬 운전모드에[참고사항]

화재발생차량의 종류	화재강도 (MW)	화재발생위치	화재운전모드
승용차	5	입구부	1-1
		중앙부	1-2
		출구부	1-3
중형	15	입구부	2-1
		중앙부	2-2
		출구부	2-3
버스	20	입구부	3-1
		중앙부	3-2
		출구부	3-3(기본운전모드)
대형, 탱크를리	100	입구부	4-1
		중앙부	4-2
		출구부	4-3

나. 대면통행 터널 및 정체현상이 발생할 것으로 예상되는 일방통행 터널

(가) 교통이 정체된 경우, 초기단계에는 화재 전후방에 대피자가 존재하게 되므로 최대한 낮은 풍속을 유지할 수 있도록 젯트팬의 가동을 정지하여, 성층화를 교란하지 않도록 한다.

(나) 대피자가 안전한 장소에 대피한 것이 확인된 후에는 차량 주행방향으로 임계풍속을 유지할 수 있도록 운전한다.

③ 횡류환기방식의 운영

가. 정체가 발생하지 않는 일방통행 터널

구역제어 또는 대배기구에 의한 선택배기를 하는 경우, 차량의 주행방향으로 기류가 형성될 수 있도록 배연계획을 수립하고 운전한다.

나. 대면통행 터널 및 정체가 예상되는 일방통행 터널

차량의 정체에 의해서 화재 상하류에 대피자가 존재할 가능성이 있으므로 화재 지점의 풍속을 최대한 낮게 유지할 수 있도록 환기기를 운전계획을 수립하여 운전한다.

⑤ 환기시설의 온도저항

- 가. 연기를 주행 공간으로부터 직접 배출시키는 제연용 젯트팬은 250°C의 온도에서 60분 이상 정상 가동상태를 유지할 수 있어야 한다.
- 나. 화재에 간접 노출되는 횡류식(또는 반횡류식) 및 대배기구방식의 배연용 팬은 덕트의 길이등에 따라서 노출온도가 달라질 수 있으므로 수치해석등을 통해서 내열온도 등을 검토한 후에 적용한다.
- 다. 또한 대배기구의 개폐용 전동모터는 250°C이상의 온도에서 60분 이상 정상 가동되어야 하며, 정전 등 전원이 차단되는 경우에도 조작된 상태를 유지할 수 있어야 한다.
- 라. 주행 공간 내의 전원 공급라인과 젯트팬과 전원연결장치들은 250°C의 온도에서 60분 이상 운전상태를 유지할 수 있도록 한다.

15.7.2 무선통신 보조설비

(1) 일반사항

- ① 터널내 구조활동 및 소화활동시 터널 내·외부간의 무선통신을 위한 설비이다.
- ② 무선통신보조설비는 누설동축케이블과 무선기기 접속단자함 및 증폭기 등으로 구성하며 라디오 재방송설비와 겸용하여 설치할 수 있다.
- ③ 누설동축케이블이라 함은 동축케이블의 외부도체에 가느다란 홈을 만들어서 전파가 외부로 새어나갈 수 있도록 한 케이블을 말한다.
- ④ 증폭기라 함은 신호 전송시 신호가 약해져서 수신이 불가능해지는 것을 방지하기 위해서 증폭하는 장치를 말한다.
- ⑤ 본 지침에 언급되지 않은 사항은 무선통신보조설비의 화재안전기준(NFSC 505)에 따른다.

(2) 기기사양

① 누설동축케이블

- 가. 누설동축케이블은 불연 또는 난연성의 것으로서 습기에 의하여 전기적인 특성이 변질되지 않아야 한다.
- 나. 누설동축케이블 또는 동축케이블의 임피던스는 50 Ω으로 하고, 이에 접속하는 공중선 분배기 기타의 장치는 당해 임피던스에 적합한 것으로 하여야 한다.
- 다. 누설동축케이블은 소방전용 무선통신보조설비 주파수 대역을 수용할 수 있어야 한다.
- 라. 누설동축케이블은 라디오 재방송설비와 겸용하여 설치할 수 있다.

② 무선기기접속단자함

- 가. 단자를 보호하기 위하여 견고하고 임의로 개폐할 수 없는 구조의 보호함을 설치하고, 먼 자습기 및 부식 등에 의하여 영향을 받지 아니하도록 하여야 한다.
- 나. 무선기기를 접속하기 용이하도록 5 m이상 길이의 연장케이블을 포함하여야 한다.
- 다. 여러 가지 형태의 무선기기 출력단자와 연결할 수 있도록 시중에 통용되는 형태의 연결용 커넥터를 갖추어야 한다.

③ 증폭기

- 가. 증폭기는 비상전원이 부착된 것으로 하고, 당해 비상전원 용량은 무선통신보조설비를 유효하게 60분 이상 유효하게 작동시킬 수 있어야 한다.

나. 증폭기의 전면에는 주 회로의 전원이 정상인지의 여부를 표시할 수 있는 표시등을 설치한다.

(3) 설치지침

① 공통사항

- 가. 무선통신보조설비는 방재목적상 500 m이상의 터널에 설치하는 것을 원칙으로 하며, 500 m이하의 터널의 경우, 라디오 재방송설비가 설치되는 터널의 경우에는 이를 겸용하여 설치할 수 있다.
- 나. 누설동축 케이블은 소방전용주파수대에서 전파의 전송 또는 복사에 적합한 것으로 소방대 상호간에 무선연락에 지장이 없도록 라디오재방송설비와 겸용하여 설치한다.
- 다. 누설동축케이블은 말단에는 무반사 종단저항을 견고하게 설치하여야 한다.
- 라. 성능저하를 일으키지 않는 범위에서 터널에서 화재의 영향을 가장 적게 받는 위치에 설치한다.
- 마. 터널이라는 특수성을 고려하여야 하며, 터널본갱, 피난연락갱, 피난갱, 터널내 기계실 등에 상시 제공될 수 있도록 한다.
- 바. 터널내 무선통신 설비는 소방전용채널을 운용한다, 다만 필요에 따라 무선통신 설비에 간섭을 주지 않는 범위내에서 경찰전용 및 유지관리자 전용의 주파수 대역을 이용할 수 있다
- 사. 누설동축 케이블의 시점에는 관리용 무선기와 공용기를 접속하고, 터널내 휴대용 무선기와 상호연락이 가능한 기능을 갖도록 한다.

② 누설동축케이블

누설동축케이블은 화재에 의하여 당해 케이블의 피복이 소실된 경우에 케이블 본체가 떨어지지 아니하도록 4 m 이내마다 금속제 또는 자기제 등의 지지금구로 벽천장기둥 등에 견고하게 고정시켜야 한다.

③ 무선기기 접속단자

- 가. 단자는 한국산업규격에 적합한 것으로 하며, 바닥으로부터 높이 0.8 m 이상 1.5 m 이하의 위치에 설치한다.
- 나. 단자를 보호하기 위하여 견고하고 함부로 개폐할 수 없는 구조의 보호함을 설치하고, 먼지흡기 및 부식 등에 의하여 영향을 받지 아니하도록 하여야 한다.
- 다. 터널 입구 및 출구 10 m 이내에 각각 설치하여야 한다.
- 라. 단자 보호함 표면은 적색으로 도색하고 “무선기 접속단자” 라고 표시한 표지를 한다.

15.7.3 연결송수관 설비

(1) 일반사항

- ① 연결송수관설비의 설치는 터널내부의 화재진압을 위해 소화용수를 공급하기 위한 배관으로 송수구 및 방수구와 배관으로 구성된다.
- ② 송수구라 함은 소화설비에 소화용수를 보급하기 위하여 건물 외벽 또는 구조물의 외벽에 설치하는 관을 말한다.
- ③ 방수구라 함은 소화설비로부터 소화용수를 방수하기 위하여 건물내벽 또는 구조물의 외벽에 설치하는 관을 말한다.

- ④ 본 기준에서 언급되지 않은 사항은 연결송수관설비의 화재안전기준(NFSC 502)에 준한다.

(2) 설치지침

① 송수구

가. 연장 1,000 m이상의 터널에 설치함을 표준으로 한다.

나. 송수구는 터널의 입출구부에 소방차의 접근이 용이한 지점에 설치한다.

② 방수구

가. 연장 1,000 m이상의 터널에 설치함을 표준으로 한다.

나. 방수구는 50 m이하의 간격으로 옥내소화전함에 병설한다.

15.7.4 수원

(1) 수원

- ① 터널 방재용의 수원은 일반적으로 물이 마르지 않는 안정된 수량이 확보되는 공공용 상수도로서 하며 필요에 따라 전용 관정등을 이용할 수 있다.
- ② 도시 근교에 근접하여 건설된 고속도로는 공공용 상수로도 수원 확보가 비교적 쉽게 얻을 수가 있지만 근래 이와 같은 입지 조적이 좋은 터널은 감소되고 있다. 따라서, 입지 조건이 나빠 수원의 확보가 곤란할 때는 터널 용수, 하천 및 늪, 우물 등에서 물을 얻도록 한다.
- ③ 또한 터널 용수, 하천 및 늪, 우물물로 수원을 확보 할 때는 연간 조건이 가장 나쁜 갈수기의 물량을 조사하여 주수조에 12시간 이내에 만수가 되는 수량을 원칙으로 한다.

(2) 수조

- ① 주 수조의 용량은 소화전, 살수기 설비 용수를 동시에 사용하는 조건에 따라 사용분 만큼 확보해야 하며 안정도를 고려하여 여유를 주기로 한다. 또한 덕트 냉각 설비가 있을 때는 이것도 포함하여 고려해야 한다.
- ② 수조의 깊이 한도는 펌프 흡입 위치에서 수조 및 바닥판 상단까지의 실제 깊이와 배관의 마찰 손실 수두의 합계가 6mmAq를 넘지 않도록 한다.
- ③ 저수조는 지진, 바람 및 부식 작용에 의한 누수가 생기지 않는 것이어야 하며, 일반적으로 철근 콘크리트제로 하고, 필요에 따라서 점검구, 사다리 및 수위 표시기를 만든다. 또, 급수 방식은 저수조의 수위가 낮아지면 자동적으로 급수하는 방식으로 한다.
- ④ 호수조는 화재시에 소화 활동을 신속히 하기 위하여 배수관을 항상 채우고 아울러 자동 밸브 작동의 유지 및 펌프의 호수용으로 설치하는 수조이다.
- ⑤ 호수조를 단독으로 설치할 때의 저수 용량은 1m³ 정도가 바람직하다. 또, 호수조는 동결 방지를 고려해야 한다. 호수조의 수위 결정은 자동 밸브 장치의 동작 수압 유지를 위해 정수두로 15m 이상 잡을 수 있는 위치가 바람직하다.
- ⑥ 주 수조 용량
주 수조 용량은 터널 길이에 의해 설치되는 설비의 내용에 따라 다르기 때문에 그 필요에 따라 결정한다.

[표 15.7.5] 주 수조 용량(계산예)

터널길이	설비명	필요수량	주 수조 용량
1,000m 이상	소화전	$130 \text{ l/min} \cdot \text{개} \times 5 \text{ 개} = 650 \text{ l/min}$	$(650) \text{ l/min} \times 20 \text{ min} \times 1.2 = 15.6 \text{ m}^3$
4,000m 이상 터널 중 물분무기가 있을때	소화전 물분무	$130 \text{ l/min} \cdot \text{개} \times 5 \text{ 개} = 650 \text{ l/min}$ $2,640 \text{ l/min} \cdot \text{구획} \times 2 \text{ 구획} = 5,280 \text{ l/min}$	$(650 + 5,280) \text{ l/min} \times 20 \text{ min} \times 1.2 = 142.32 \text{ m}^3$

※ 환기 방식에 의한 송배풍기 보호용 덕트 냉각 설비가 필요할 때는 이를 가산해야 함

(3) 펌프

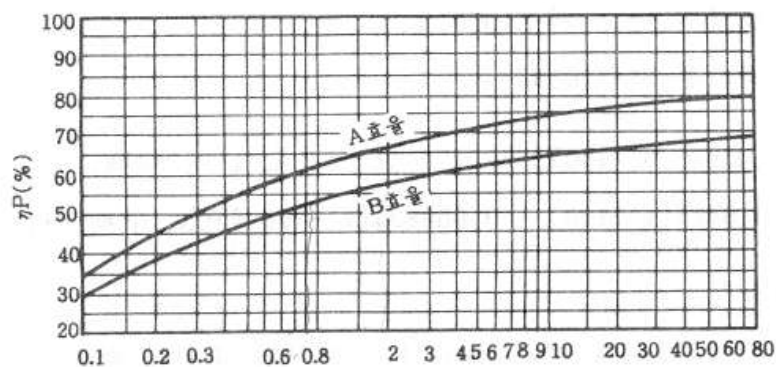
① 펌프선정 조건

- 가. 펌프는 양수량, 양정, 효율, 출력, 기종 등 여러 가지 조건을 충분히 검토한 후 선정한다.
- 나. 가압 펌프의 양정 허용 한도는 관로 각부에서 100mmAq 이하가 되는 것이 원칙이다.
- 다. 취수 펌프 능력은 주 수조를 12시간 이내에 만수시킬 수 있는 것이 원칙이다.

② 펌프종류

- 가. 취수 펌프 : 수중 터빈 또는 소용돌이
- 나. 가압펌프 : 가로형 터빈 또는 소용돌이
- 다. 호수펌프 : 수중터빈 또는 소용돌이

③ 펌프 효율은 기준, 양수량, 양정, 회전 수 기타 여러 가지 조건에 따라 변하므로 일단 <그림 15.7.5>에 표시한 효율을 기준으로 전동기 출력을 산출해야 한다.



단, A 효율 : 펌프 특성 곡선이 나타나는 최고 효율

B 효율 : 펌프의 사양 수량의 기준 효율

<그림 15.7.5> 토출량과 펌프 효율의 관계도

④ 펌프의 양정, 유량, 축 동력, 전동기 출력 등은 아래의 식으로 구할 수가 있다.

가. 전 양정

$$H = h_a + \sum h_f + h_o \quad [\text{식 15.7.8}]$$

여기서, H : 전양정(m)

h_a : 실양정(m)

$\sum h_f$: 관로의 손실 수두의 합(m)

h_o : 관로 말단의 잔류 속도 수두(m)

나. 흐름량

$$Q = \frac{\pi}{4} \cdot D^2 \cdot V \times 60 \quad [\text{식 15.7.9}]$$

여기서, Q : 흐름량(m^3/min)

D : 관지름(m)

V : 흐름 속도(m/sec)

다. 축동력

$$P_s = \frac{r \cdot Q \cdot H \cdot 0.163}{\eta_P} \quad [\text{식 15.7.10}]$$

여기서, P_s : 펌프 축 동력(kW)

r : 양수의 단위 체적당 중량(kg/ℓ)

η_P : 펌프 효율

라. 전동기 출력

$$P_m = \frac{r \cdot Q \cdot H \cdot 0.163}{\eta_P} \times (1 + \alpha) = P_s (1 + \alpha) \quad [\text{식 15.7.11}]$$

여기서, P_m : 전동기 출력(kw)

α : 여유도(0.10~0.20)

(4) 관로

① 관의 종류는 경제성, 시공성 및 유통성을 고려하여 선정해야 하나 과거의 실적을 고려하여 [표 15.7.6]를 표준으로 한다.

[표 15.7.6] 관의 종류

시공장소	관 종	규 격
터널 안 및 터널 밖 배수 주관	수도용 T형 원심력 덕타일 주철관	KS F 4412 - 87
취수관(취수조~주수조) 호수배관(주수조~호수조)	비닐 라이닝 강관	규격품의 관 및 이음 내면에 경질염화 비닐관 및 수지를 라이닝 한 것
펌프 실내 배관	비닐 라이닝 강관	규격품의 관 및 이음 내면에 경질염화 비닐관 및 수지를 라이닝 한 것

- ② 관의 지름, 유량 및 평균 유속, 마찰 손실 수두에 대해서는 여러 가지 실험식이 있지만 현재는 일반적으로 Hazen-Williams의 공식이 많이 사용되고 있어 이 식을 이용하는 것이 바람직하다. 또한 이 공식의 유속 계수 값은 관의 사용 연수가 지남에 따라 차차 작아지는 경향이 있으므로, 새로운 관을 설계할 때에는 유속 계수 값으로 20년 후를 생각하여 [표 15.7.7]의 값으로 한다.

[표 15.7.7] 유속계수 값

관 종 류	C 값
강 관	100
모르타르라이닝 주철관	103
도 금 강 관	130

Hazen-Williams의 공식

$$d = 1.6528 C^{-0.38} Q^{0.38} I^{-0.205} \quad [\text{식 15.7.12}]$$

$$Q = 0.27853 C \cdot d^{2.63} I^{0.54}$$

$$V = 0.35464 C \cdot d^{2.63} I^{0.54}$$

$$I = h/\ell = 10.666 C^{-1.85} d^{-4.87} Q^{1.85}$$

여기서, d : 관의지름(m)

Q : 유량(m^3)

V : 평균유속(m/sec)

I : h/ℓ = 동수 경사

C : 유속 계수

h : 관로의 길이(ℓ)에 대한 마찰 손실 수두(m)

[표 15.7.8]는 관 내의 평균 유속의 최대 한도를 나타낸 것이다.

[표 15.7.8] 관내의 평균 유속의 최대 한도

관 내면 상태	평균 유속의 최대 한도(m/sec)
모르타르 또는 콘크리트	3.0
강 또는 주 철	6.0

- ③ 급수관의 부설은 루프 배관을 원칙으로 하나 터널의 지형상 부득이할 때는 제한을 두지 않는다. 또, 한랭지에서는 동결 방지 대책면에서 관 내 유체를 순환하게 하거나 흐르게 하도록 해야 한다.
- ④ 관로의 시설시 터널부와 밝은 곳의 경계 및 구조물과 토공의 경계 등 부등 침하의 발생이 예상되는 장소에서는 연성 이음부에 의한 완충 효과를 고려해야 한다.
- ⑤ 토공에 시설하는 관로의 굽어지는 부분, 분기점 등은 수압 및 부등 침하에 의한 관의 변형을 방지하기 위해 콘크리트로 타설하는 것이 바람직하다.

15.7.5 비상콘센트설비

(1) 일반사항

- ① 인입개폐기라 함은 전기설비기술기준 제190조의 규정에 의한 것을 말한다.
- ② 변전소라 함은 전기설비기술기준 제2조 제1호의 규정에 의한 것을 말한다.
- ③ 본 설치지침에 언급되지 않은 사항은 비상콘센트설비의 화재안전기준(NFSC 504)에 따른다.

(2) 기기사항

- ① 터널에 설치되는 비상콘센트설비는 구조활동이나 소화활동을 위해 필요한 전원을 공급할 목적으로 시설하며, 3상 4선에 의해 3상 교류 380V, 단상220V를 표준으로 한다.
- ② 콘센트마다 배선용 차단기를 설치하여야 하며, 충전부가 노출되지 않도록 한다.
- ③ 비상콘센트설비의 전원부와 외함사이의 절연저항은 전원부와 외함사이를 500 V 절연저항체로 측정할 때 20 MΩ 이상이어야 한다.

(3) 설치지침

- ① 터널연장이 500 m이상인 터널에 설치한다.
- ② 설치간격은 50 m이내로 하여, 소화기 또는 소화전함에 병설하며, 피난연락경, 피난대피소, 비상주차대에 설치한다.
- ③ 비상콘센트는 보호함에 내장설치하여야 하며, 소화기함이나 소화전함에 일체형으로 병설한다.
- ④ 1개의 전용회로에 설치할 수 있는 비상콘센트의 수는 터널 화재시 동시 사용율이 아주 낮은 점을 고려하여 결정한다.
- ⑤ 전압강하 계산시 배전거리는 등가평균 거리로 한다.
- ⑥ 허용전압강하는 내선규정(대한전기협회제정) 제120절에 준하여야 한다.

15.8 비상전원설비

15.8.1 무정전전원(UPS)설비

(1) 일반사항

- ① 무정전전원설비는 터널내 화재등 비상사태로 인하여 터널내 정전상황이 발생하는 경우에 비상발전기의 전원공급 개시전 및 비상발전기 가동 정지후 일정시간동안 비상조명등, 유도표지판 등에 대하여 비상전원을 공급하기 위한 시설이다.
- ② 본 설계지침에 언급되지 않은 사항은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제8조 내지 제10조의 규정에 따라 설치한다.
- ③ 무정전 전원설비라 함은 보통 UPS(uninterruptible power system)라고 부르며, 상용 전원의 정전 등에 대비하여 항상 안정된 전원을 부하에 공급하기 위한 장치로 콘버터, 인버터, 축전지, 전환스위치 등으로 구성된다.

(2) 기기사항

- ① UPS의 동작방식은 인버터 및 콘버터에 IGBT(insulated gate bipolar transistor)반도체를 채용한 ON-LINE Type이어야 한다.
- ② UPS용 축전지는 2V 또는 12V의 무보수 밀폐형을 사용하여 큐비클내부에 내장하여 설치할 수 있어야 한다.

(3) 설치지침

- ① 연장 200m 이상의 터널에 본 지침에서 정하는 방재시설이 설치된 모든 터널에 비상전원 공급용으로 설치한다.
- ② 무정전 전원설비는 비상조명 및 유도표지판에 대하여 전원을 공급할 수 있는 적정한 용량으로 선정하여야 한다.
- ③ UPS는 옥내설치를 원칙으로 하며, 옥외설치시에는 단열 및 냉난방 시설을 갖춘 큐비클내부에 설치하여야 한다.
- ④ 무정전전원설비는 화재안전기준에서 20분을 표준으로 하고 있으나, 터널의 경우, 소방서와 일반적으로 원거리에 위치한다는 점에서 접근성 등을 고려하여 60분 이상 비상전원을 공급할 수 있도록 시설한다.

15.8.2 비상발전기설비

(1) 일반사항

- ① 비상발전기설비는 터널내 화재등 비상사태로 인해서 터널내 정전상황이 발생하는 경우 옥내 소화전설비, 제연설비 등의 방재설비에 비상전원을 공급하기 위한 시설이다.
- ② 본 설계지침에 언급되지 않은 사항은 옥내소화전설비의 화재안전기준(NFSC 102) 제8조 또는 제10조의 규정에 따라 설치한다.
- ③ 비상발전설비라 함은 상시전원이 차단 또는 정전된 경우에 원동기와 발전기에 의해서 전력을 생산하기 위한 장비로 원동기, 발전기, 제어장치 및 부속장치 등으로 구성된다.

(2) 기기사항

- ① 비상발전기는 연료종류에 따라 디젤 발전기, 가솔린 발전기, 가스터빈 발전기, 스팀터빈 발전기 등이 있으나, 디젤 발전기사용을 원칙으로 한다.
- ② 비상발전기의 운전은 정전시 자동으로 가동하여야 한다.
- ③ 옥외에 설치하는 비상발전기는 소음을 최대한 줄일 수 있는 형식을 사용한다.

(3) 설치지침

- ① 연장이 500 m이상의 터널로 제연설비가 설치된 터널에 설치함을 원칙으로 한다. 다만 하나의 변전소로부터 전력의 공급이 중단되면 자동으로 다른 변전소로부터 전원을 공급받도록 상용전원을 설치한 경우에는 발전기 설치를 생략할 수 있다.
- ② 비상발전설비는 터널내 설치되는 방재시설을 충분히 가동할 수 있는 용량으로서 화재안전기준에서 요구하는 비상전원 공급시간을 고려한 비상출력용량으로 시설하여야 한다.
- ③ 비상발전기는 옥내설치를 원칙으로 하며, 옥외설치시에는 발전기 및 원동기 내부에 수분, 먼지 등 유해한 물질이 들어가지 않도록 방호시설을 설치하여야 한다.
- ④ 발전기운전은 정전검출계전기에 의하여 한전측과 발전측으로 자동절체가 가능하도록 제어회로를 구성한다.
- ⑤ 한전측 전원과 발전기측과의 절체는 자동절체(ATS)방식으로 인터록을 구성한다.

15.9 관리시스템 설치지침

15.9.1 일반사항

- (1) 관리사무소는 터널에 설치되는 방재시설 및 관리사무소에 설치되는 시설에 따라서 무인관리사무소(이하 관리소라 함)와 관리인이 상주하는 관리사무소, 관리소와 관리사무소를 통합하여 지 원하는 통합 관리센터로 구분한다.
- (2) 관리소 및 관리사무소는 전기실, 중앙제어실, CO₂실, 기계실, 비상발전기실, 경유탱크실, 대기 실, 화장실, 염화칼슘창고 등으로 구성하며 터널의 규모 및 시설규모에 따라서 변경 적용할 수 있다.
- (3) 관리소는 무인관리를 목적으로 터널의 방재시설 및 환기시설의 유지관리 및 운전제어를 위한 최소한의 시설을 갖추도록 하며, 전기실, 변전실, 비상 발전기실, 중앙제어실 등의 실을 갖춘 건축물을 말한다.
- (4) 관리사무소 터널의 방재시설 및 환기시설의 유지관리 및 운전제어를 위한 전기실, 변전실, 비 상 발전기실, 중앙 제어실 등을 갖추고 있으며, 상주관리자에 의해서 상시 터널내 상황을 감시 할 수 있도록 하기 위한 시설을 갖추고 있으며, 근접한 관리소의 상황파악을 하기 위한 통합 관리센터로 운영될 수 있다.
- (5) 통합관리센터는 근접한 관리소나 관리사무소로부터 터널상황을 파악하고 터널내 방재시설 및 환기시설에 대한 점검을 위한 인원이 상주하는 사무소를 말한다.

15.9.2 관리시스템 계획

- (1) 관리소, 관리사무소, 통합관리센터는 터널 규모 및 관리자의 효율적인 관리를 고려하여 설치 운영한다. 관리소 및 관리사무소에 설치되는 시설은 [표 15.9.1]과 [표 15.9.2]에 제시한 예 시를 참조하여 결정한다.
- (2) 관리시스템은 주변노선현황과 개별터널의 통합범위를 고려하여 선정하며, 단기적, 중기적, 장 기적 계획을 고려하여 관리소, 관리사무소, 통합관리센터를 계획한다.
- (3) 관리시스템 구성은 통합감시시스템, 제어시스템, 방범시스템, 관리시스템 등으로 기능적인 측 면을 고려하고, 각종장애에 의한 업무의 중단이 최소화될 수 있도록 구성한다.
- (4) 관리시스템은 통합관리시스템, 개별관리시스템 등 계층구조를 가지고 있어서 각 계층간 제어 의 충돌문제가 발생할 수 있으므로 제어계층을 고려 유고발생시 각 시스템별 운영자측면에서 처리해야 하는 부분으로 업무를 분장하고 이에 대한 대응방안을 정의하여야 한다.
- (5) 관리시스템의 인터페이스방안은 RTU에 의한 방법을 원칙으로 하며 개방형프로토콜을 채택한다.

15.9.3 설치지침

(1) 관리소

- ① 관리소는 제연시설이 설치되는 3등급의 터널에 설치함을 원칙로 하며, 터널의 사고 상황시 통 제에 필요한 설비와 터널통합관리를 위한 통신 관련시설 등 최소한의 설비만을 갖추 수 있다.

- ② 관리소는 터널 입구출구 또는 터널내부에 공간을 확보하여 설치할 수 있으며, 관리소 자체의 화재에 대비하여 소방차의 접근이 용이하도록 설치한다.
- ③ 터널내부에 설치할 경우에는 자체화재로 인해 발생하는 연기가 터널내로 유입하지 않도록 별도의 자동소화시설을 한다.

(2) 관리사무소

- ① 관리사무소는 2등급 이상의 터널에 관리인이 상주할 수 있는 시설로 계획함을 원칙으로 한다.
- ② 향후 터널통합관리 시스템의 도입에 따른 무인화를 고려하여 설계하며, 근접한 지점의 관리소를 통합하여 운영할 수 있도록 계획한다.
- ③ 관리사무소를 계획하는 경우에는 근접거리(20분내에 출동 가능한 지역 및 반경 30 km 정도) 있는 관리소를 통합 운영할 수 있도록 계획한다.
- ④ 정기점검에 필요한 각종시설 및 보고서 등을 비치한다.
- ⑤ 관리소를 통합하여 운영하는 경우에는 통합된 관리소 전용의 감시시설 CCTV모니터, 화재경보설비는 터널별 전용으로 원격운영 할 수 있도록 한다.
- ⑥ 관리사무소는 근접지역의 통합관리 센터로 운영될 수 있다.
- ⑦ 통합 운영되는 관리소의 제연시설을 원격 운영할 수 있도록 한다.

[표 15.9.1] 관리사무소 기능실별 기능 및 설치예

구분	면적 (㎡)	시 설 물		기 능	개별 관리 사무소	통합 관리 사무소
전 기 실	233 (71)	수변전 설비		•한전전기인입(고압→저압)	○	
		UPS 설비		•방재시설별 축전기에 의한 무정전전원설비(40분)	○	
		분전반		•각종설비 동력 분배	○	
제 어 실	82 (25)	화재수신반		•터널내 화재감시	○	△
		비상전화설비 접수대		•비상시 관리동, 센터 통화시설	○	○
		비상방송설비 제어반		•터널내 비상시 방송 송출	○	○
		라디오 재방송 설비 제어반	AM/FM송수신기	•터널내 상황을 라디오등을 통한 송출	○	
			무선통신중계기		○	○
			긴급방송유니트		○	○
		원격감시 및 제어설비	RTU	•터널내 각종설비 감시제어	○	
			그래픽판넬		△	○
			Op. Station		○	○
		CCTV	제어판넬	•터널내·외부상황 감시 녹화	○	△
			모니터	•개별터널 각종설비 감시제어	○	○
		통합관련설비		•개별터널 각종설비의 감시제어 요소를 통합센터에 중계	○	○
		통합방법설비		•무인운영 관리동감시(CCTV, ACU)	○	○
		발전 기실	77 (24)	비상발전기설비		•정전시 비상전원 공급
유류탱크실				•비상발전기 연료공급	○	

구분	면적 (㎡)	시 설 물	기 능	개별 관리 사무소	통합 관리 사무소
기 계 설	67 (21)	소화전 펌프	•소화용수 가압공급(펌프등)설비	○	
		히팅케이블 제어반	•소화배관 동파방지 설비	○	
		분전반	•각종설비의 동력공급용	○	
		급수설비	•화장실, 향온 향습기, 급수용 시설 및 물탱크	△	
CO2실	41 (13)	CO2 저장용기	•전기실,발전기실등의 화재진압	○	○ (자체)
저수조	21 (7)	소화용수 저장탱크	•터널내 소화전설비 용수 저장	○	
창 고	10 (4)	-	•각종설비 예비부품,공구류보관	△	○
기 타	54 (17)	계단실외 각종	-	△	
		화장실,복도, 홀등	-	△	
<범례> 개별 관리사무소 : 관리소와 관리사무실을 의미함. △ : 관리소 설치제외					

(3) 통합관리센터

- ① 통합관리센터는 관리소 및 관리사무소를 군 관리하기 위한 시설로 근접지역(20분 이내에 출동할 수 있는 지역 및 반경 30 km 정도의 지역)의 터널현황 등을 고려하여 계획하고 설치한다.
- ② 통합관리센터 운영시 CCTV모니터 및 경보설비는 터널별 전용으로 원격 운영할 수 있도록 한다.
- ③ 터널내 경보신호 및 방재시설에서 부터의 경보신호와 해당터널을 정확하게 파악할 수 있도록 감시판넬을 구성하여 운영한다.
- ④ 제연시설은 원격제어 될 수 있도록 시스템을 구성한다.

[표 15.9.2] 관리소,관리사무소,통합관리센터 계획 예

구 분	관리소	관리사무소	통합관리센터
터널연장	500~1,000m	1,000m 이상	-
개 요	무인관리를 목적으로 3등 급(연장500~1,000m)터널의 방재시설 및 환기시설의 유지관리 및 운전제어를 위한 최소한의 시설을 갖추도록 하며, 전기실, 변전실, 비상발전기실, 중앙 제어실등의 실을 갖춘다.	상주관리자에 의해서 상시 터널내 상황을 감시할 수 있도록 하기 위한 시설을 갖추고 있으며, 근접한 관리소의 상황파악을 하기 위한 통합관리센터로 운영 될 수 있다.	근접한 관리소나 관리사무소의 통합운영을 목적으로 터널내 방재시설 및 환기시설에 대한 점검을 위한 인원이 상주하는 사무소이며, 별도의 통합관리소 설치와 관리사무소에 통합기능을 추가하는 경우로 구분된다.
건물규모	자연환기 : 옥외형 기계환기 : 지상1층	지하1층, 지상1층	별도 : 지하1층,지상1층 통합 : 지하1층,지상1층
건축면적	자연환기 : 30평 내외 기계환기 : 40평 내외	180평 내외	별도 : 180평 내외 통합 : 200평 내외

[표 15.9.3] 단기,중기,장기 운영 계획 예

구 분	단기적	중기적	장기적
개 요	관리소만 설치되는 중규모터널을 운영인원이 상주하는 인접한 관리사무소에서 원격관리시스템을 이용한 운영	관리사무소가 설치되는 1km 이상 터널을 운영인원이 상주하는 인접한 관리사무소에서 원격관리시스템을 이용한 운영	관리소 와 관리사무소가 설치되는 1km 이상 터널을 지역단위별로 관리하는 통합계획을 수립하고 원격관리시스템을 이용한 운영
관리 개수	관리소 6개소 내외	관리사무소 2~3개소	관리사무소 4개~6개
관리 주체	위탁운영	위탁운영	직영+위탁운영
인접 거리	30 km 이내	30 km 이내	30 km 이내
긴급 출동 시간	20분 이내	20분 이내	20분 이내
대상 터널	운영중인터널, 설계중인터널	운영중인터널, 향후 설계중인터널	운영중인터널, 향후 설계중인터널