

최근 철도터널 시설계획의 경향과 추세



문상조

(주)유신코퍼레이션 터널부 전무이사



김선홍

(주)유신코퍼레이션 터널부 이사



이덕영

(주)유신코퍼레이션 철도부 상무이사



지왕불

(주)청석엔지니어링 상무이사, 한양공대 겸임교수

1. 서론

최근 철도건설사업은 경제발전에 부합되도록 고속화, 고밀도운전, 환경성제고 및 에너지절감을 위하여 전철화가 진행되는 추세이다. 이에 따라서 현재 운행되고 있는 기존의 단선철도는 전철화를 전제로 복선철도로 선로를 개량하고 있는데, 이는 첫째, 생활수준 향상에 따라서 수반되는 교통 서비스수준의 향상요구를 충족하기 위한 열차운전의 고밀도화와 운행속도의 향상, 둘째, 차량성능의 향상에 따른 열차운전속도, 주행중 승차감 및 안전성의 향상, 셋째, 자동차의 이용증가에 따른 교통혼잡 증대, 수송시간의 증가와 수송량의 한계 그리고 에너지 과다 소요에 따른 고비용 및 오염물질 과다발생에 따른 환경오염 등에 기인한다.

또한, 세계적인 추세가 자동차수송에서 철도수송으로 전환되고 있으며 이에 부응하여 우리의 철도도 고밀도, 고속화 운행추세로의 전환은 물론 청정에너지와 에너지 고효율화를 위해 전철화가 적극 추진되고 있다.

노선계획 추세를 살펴보면 우리나라 철도의 태동은 일제가 우리나라로 부터의 식량 수송과 전쟁물자 수송을 위한 목적으로 건설하였으며 이때에는 철도건설기간의 최

소화와 경제성에 중점을 두었고, 장기적인 관점보다는 단기적으로 접근하였다. 따라서 공사기간이 많이 소요되고 공사비가 많이 소요되는 터널은 경제성, 유지관리, 공사기간 등을 고려하여 연장을 최소화하였으며 장기적으로 안정성에 유리한 토공을 중점적으로 계획하였다.

그러나 근래에는 교량, 터널 등의 구조물 위주로 노선이 계획되고 있는데 이는 첫째, 철도가 접근해야할 역세권이 이미 도시화가 진행되어 민원발생, 보상비의 과다 등 접근성에 한계가 있고 단선용인 기존철도부지에서 추가부지의 최소화를 위하여 교량과 터널이 계획되고 있으며 둘째, 기존주거지와 시가지를 우회하는 노선을 채택하는 과정에서 산악지역등 험한 지형으로 노선을 계획하게 되어 부득이하게 교량, 터널이 계획되며 셋째, 농경지 및 주거지역으로의 접근은 농지의 과다 점유, 지역차단 및 양분, 통행불편등이 발생하여 이를 해소하기 위한 도로의 입체화 과정에서 교량과 터널이 불가피하게 계획되는데에 기인한다.

이러한 철도건설 및 노선계획추세는 산악지대인 우리나라의 지형특성상 터널과 교량구간이 증가하는 요인이 되고 있다. 특히, 터널의 연장이 크게 증가하여 기존 터널에 비하여 시설규모의 증가는 물론 터널시공법의 변경,

환기 및 방재와 같은 새로운 시설의 필요성이 대두되고 있다.

2. 철도터널의 변천

과거의 철도터널은 굴착장비의 한정으로 인하여 인력에 의한 시공이 주류를 이루었으며 시공기술 수준이 낮고 재정보조조건이 열악하여 철도 노반으로서의 터널은 기피의 대상이었다. 특히 장대터널에서는 착암기 및 환기를 위한 신선한 공기의 공급이 가장 큰 어려움이었으며, 터널내의 한정된 공간에서의 작업은 많은 공사기간이 소요되어 빠른 개통을 목표로 하는 일제시대에는 터널을 가급적 적게 계획하였다.

그리하여 험난한 지형을 우회하여 터널을 배제하거나 연장을 최소화하도록 선형을 계획하는 것이 일반적이었기 때문에 열차운행을 위한 선형조건이 불량하였다. 예를 들어, 기존의 영동선 동백산~도계 구간은 노선의 대부분이 급곡선, 급구배로 구성되어 있을 뿐 아니라 열차가 전후로 이동하는 스위치백 구간이 있을 정도로 선형조건이 매우 불량한 실정이다.

그러나, 최근 철도터널은 위에서 언급한 선로건설방향과 환경보호측면에서 철도노반으로써 적극적으로 적용되고 있으며 터널연장 또한 증가하고 있다. 유럽의 경우에는 구난개념에서 1,000m 이상 연장을 긴 터널, 15,000m 이상을 매우 긴 터널로 분류하기도 한다. 이러한 기준을 토대로 우리나라 철도터널의 연장별 구성비율을 분석하면, 현재 운행중인 터널은 약 80% (382/472개소)가 연장이 500m이하인 짧은 터널이고, 1,000m 이상 되는 터널은 7%(33/472개소)에 불과하다. 반면에 현재 건설중인 68개소의 터널 중에는 1,000m 이상이 약 44%(33/68개소)로서 장대터널의 구성비율이 증가함을 알 수 있다.

장대터널은 공용후 안전하고 쾌적한 운영을 위해 환기, 배수, 전력, 신호, 통신 등의 시설과 유지관리 공간이 필요하기 때문에 최근의 장대 터널단면은 기존의 철도청 표

준단면에 비하여 약 10~20%가 크게 계획되고 있다. 또한, 최근 철도터널단면에는 도로터널과 유사한 개념의 공동구가 설치되고 대형대피소 및 변압기굴과 같은 각종 부대시설공간이 확대되는 경향이 있다. 또한, 터널환기에 대한 필요성이 점차 대두되고 있으나, 국내의 경우 철도터널은 소방법이 적용되지 않으며 기존 운행중인 터널의 연장이 짧기 때문에 철도터널에 대한 환기 및 방재에 대한 필요성이 매우 낮아 시설기준이 정립되지 않았다. 이러한 이유로 인하여 연장 16.3km의 영동선 솔탄터널의 환기 및 방재 시설은 외국전문사의 설계자문과 도로터널의 시설기준에 준하여 설계가 이루어진 바 있다. 또한, 연장 6km 내외인 전라선 슬치터널과 병풍터널은 완공후에 보선원들의 갱내환경개선 요구로 갱내 대기질에 대한 측정을 실시하였으며 분석결과 갱내분진 수준이 허용기준을 초과하여 환기가 필요한 것으로 분석되어 적절한 대책을 수립중이다. 이로 인하여 최근 철도터널은 설계단계에서부터 환기·방재 시설과 갱내 환경 개선을 위한 다각도의 검토가 이루어지고 있다.

우리나라에서 기계식 시공을 한 것은 1972년도 태백선 정암터널(연장 4km505m) 공사시 일본으로부터 수입한 점보드릴과 밧데리카를 사용한 버력반출이 처음이었으며, 이때에는 수인선 철거과정에서 발생한 협궤용 레일을 강지보재로 사용하였다.

북선 철도터널중 처음으로 전단면 굴착을 한 것은 1980년 7월27일 완성한 충북선중 소백산맥의 인등산을 관통한 인등터널로서 이때 여굴을 줄이기 위해 터널굴착선 최외각공에 스무스블라스팅(Smooth Blasting)공법을 적용하였으며 전단면 굴착의 사이클 타임은 약 23시간이었다.

산업선에서 당초의 터널단면은 전철화를 감안하지 않았으며 터널내에는 열차운전취급에 필요한 기본적인 케이블만을 라이닝에 설치하고 건축한계만 확보하는 개념의 3중 및 4중 터널을 건설하였으나 산업선 전철화계획에 의하여 전차선 가설 과정에서 궤도하로의 작업, 천정부고드름 발생 방지를 위한 라이닝 보강작업 등에 많은 어

려움을 겪기도 하였다.

당초에는 국내의 거의 모든 철도가 단선으로 건설되어져 복선화 과정에서 별도의 단선터널을 굴착할 경우에는 기존 단선터널의 안정성 확보를 위하여 일정거리 이상 이격시켜야 하고 당초의 선형이 불량한 경우가 많으며, 이를 교량, 토공과 접속을 하는 경우 용지의 추가확보에 어려움이 많아 복선화 과정에서는 기존터널을 거의 사용하지 못하고 있다.

근래의 터널단면은 자동화 운영을 위한 각종 신호, 통신, 전력케이블의 무선중계시설, 전철화를 위한 보조변압기 설치공간, 유지보수요원의 통행을 위한 점검통로 등을 설치하는 과정에서 단면이 기존터널에 비하여 확대되고 있다.

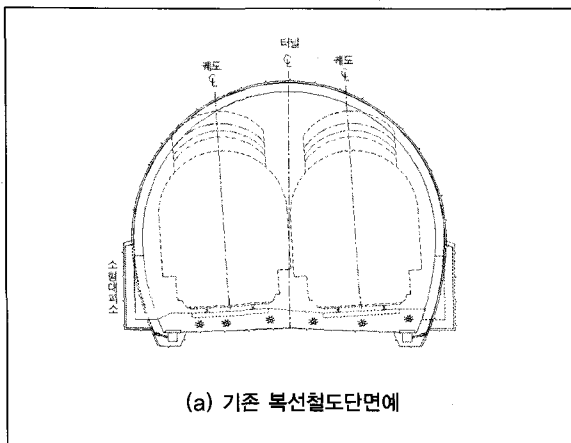
다만, 최근에 시행된 설계·시공 일괄 입찰에 참여하는 업체들이 각기 상이한 단면을 제시하고 동일한 노선중에서도 구간별로 상이한 여러단면이 적용되어 이에 대한 대책이 수립되어야 한다.

3. 터널단면에 대한 고찰

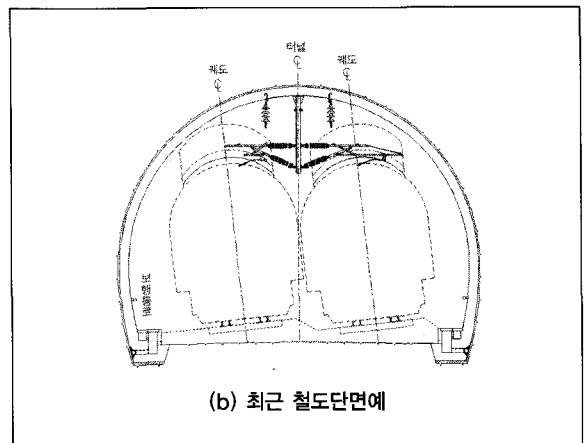
3.1 표준단면

당초에는 철도의 동력차가 증기기관차로서 터널의 내공단면은 차량의 성능과 제원에 맞추어 계획하였고 터널 내 안전시설은 차량의 운행 횟수를 고려하였다. 그리하여 기존의 철도터널 표준단면은 그림 1(a)와 같이 차량한계 및 전차선 설치에 필요한 최소공간을 확보하였고 일정한 간격으로 소형대피소가 설치되었으며 정거장에서 신호를 제어하고 터널내에는 통신선만 통과하여 케이블설치공간을 별도로 확보하지 않고 터널측벽에 케이블을 거치하였다. 그러나 근래에는 열차가 고속화, 고밀도화 되고 터널이 장대화 됨에 따라 안전과 유지관리가 강조되면서 다음과 같은 개선사항들이 제기되고 있다.

- 1) 터널내 터널유지관리요원은 열차에 대한 대피공간으로 이동하여야 하기 때문에 항상 긴장상태에서 작업을 하여야 하고 많은 인원이 터널내에 있을 경우 대피가 곤란하다.
- 2) 배수구가 자갈에 묻혀 있어 점검 및 유지관리가 용이치 못하고 열차운행시 대피해야 한다.
- 3) 내공여유가 적어 터널라이닝 변상시 보수공법 선정과 라이닝 보강에 제한이 따른다.
- 4) 터널내 케이블이 SL부근에 거치되어 점검 및 유지관리가 곤란하고 미관이 불량하다.

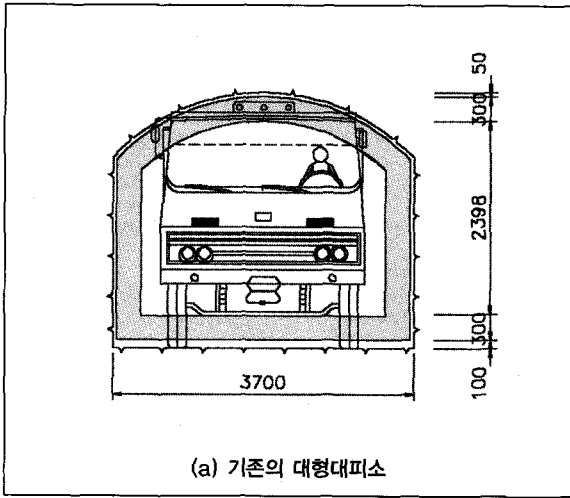


(a) 기존 복선철도단면에

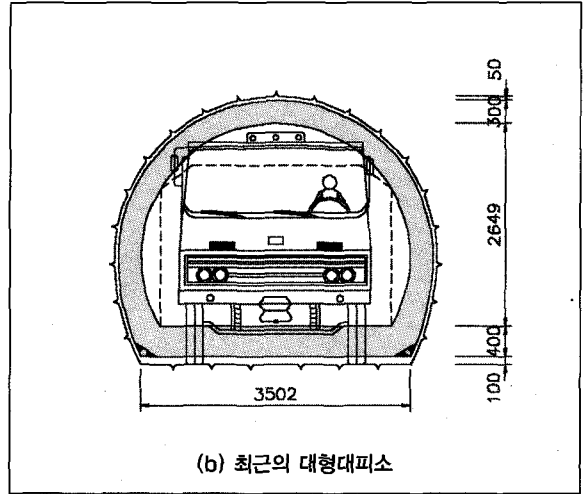


(b) 최근 철도단면에

그림 1. 터널단면에



(a) 기존의 대형대피소



(b) 최근의 대형대피소

그림 2. 대형대피소 단면에

그림 1(b)는 위의 문제점을 해결하기 위하여 최근 설계되고 있는 복선터널단면의 한 예를 보여주고 있다. 약 80cm 정도의 보도공간을 확보하여 소형대피소를 대체하여 유지관리동선을 열차통행공간과 별도로 확보하였고 갱내 유지관리요원의 대피도 용이하게 하였다. 보도하부 공간에는 공동구와 배수구를 설치하여 전력 및 신호케이블을 수용하고 배수구의 유지관리가 용이도록 하였다. 특히, 터널내 배수구 크기는 합리적인 유입수량 산정에 근거하여 설정하기 보다는 표준단면에 제시된 300×300의 배수구를 주로 적용하였으나 최근에는 시추조사, 인접지역의 배수용량, 침투류해석 등을 통하여 유입수량을 산정하고 이에 따라 배수구 시설을 계획하고 있다. 또한, 건축한계를 충분히 확보하여 전차선 설치공간은 물론 장기적으로 라이닝 보수 및 보강공간을 확보토록 하였다. 그 밖에 최근 자갈계도 관리를 위한 자갈치기 작업이 자동화됨에 따라 터널내에서도 작업공간을 확보하도록 도상폭을 더 넓게 확보하는 추세이다.

3.2 부대시설 단면

철도터널에서는 소형 및 대형대피소, 변압기굴과 같은 부대시설을 설치한다. 소형대피소는 선로 양쪽에 30m 간

격으로 지그재그로 설치하고, 대형대피소의 설치기준은 터널연장 600m이상되는 터널에서 300m 간격으로 선로의 양쪽에 각각 설치한다.

기존의 변압기굴은 그림 2(a)와 같은 단면으로 터널연장이 4,000m이상 되는 장대터널에서 약 1,500m마다 선로의 오른쪽에 전압강하 방지와 에너지 효율을 높이기 위해 설치한다.

소형대피소의 경우 최근에는 본선터널에 80cm 정도의 안전통로로 대체하여 시공성과 구조적 안정성을 개선하는 방안이 고려되고 있다. 대형대피소는 원래 인력에 의한 유지보수 작업이 주를 이루던 시절에 hand car를 보관하고 자재를 적치하는 공간으로 사용되었으나 근래에는 유지보수 작업이 기계화 됨에 따라 시공중에는 장비의 회차 및 교행공간으로 활용되고 공용후에는 유지관리장비의 임시보관과 비상시에 장비 및 인명 대피 공간으로 사용되도록 계획하고 있다.

최근 대형대피소와 변압기굴은 그림 2(b)와 같이 덤프 트럭의 회차 등과 같은 시공중 장비의 활용성을 증대시키기 위해 내부공간을 확대하고 구조적으로 안정된 난형단면을 적용하는 추세이다. 또한, 완공후 공용시에는 대형대피소에 차단문을 설치하여 작업보선원의 휴식공간으로 활용하는 방안도 제시되고 있다.

4. 터널내 보수작업과 궤도 형식

과거에는 석탄을 원료로하는 증기기관차가 운행되어 특히, 상구배에서 많은 매연을 발생시켰으며, 보선원들이 선로를 보수하기 위해서는 열악한 갱내환경에서 면맞춤 및 줄맞춤, 각종재료교환을 모두 인력으로 작업을 하였다. 또한 무연탄을 운반하는 선로에서는 운반중 미량이지만 무연탄이 선로에 지속적으로 떨어져 배수구를 막는 경우도 있었다. 그러나 근래에는 선로보수가 장비에 의하여 이루어지고 있고, 터널내에서의 유지보수 작업중에는 열차가 운행하지 않으며, 인력이 갱내에서 작업하는 시간이 현저히 감소하였다. 지속적으로 진행되는 열차의 고밀도화, 고속화, 중량화는 보수주기를 짧게 하고 있으나, 선로 보수시간은 오히려 계속 감소하고 있는 추세이다. 이러한 추세에 의해 지속적으로 강력한 궤도가 요청되고 있으나 최근까지의 도상형식은 자갈도상을 적용하는 것이 일반적이었다. 자갈도상은 초기 투자비용이 저렴하고 충격흡수의 효율성이 높은 장점을 갖고 있으나 열차운행시 부등침하에 따른 궤도틀림이 발생하고 다짐작업, 도상의 세립화 및 분비현상에 의해 도상자갈 치기 작업과 같은 지속적인 보선작업을 수반하여 유지보수 비용이 많이 소요된다.

그리하여 최근에는 철도가 고속화되고 터널이 장대화됨에 따라 유지보수가 용이하고 열차속도 향상에 유리한 콘크리트 도상(그림 3(b))을 설계단계에서부터 적극적으로 검토하고 있다. 콘크리트 도상은 자갈도상에 비해 초기투자비는 2배 가량 소요되지만 레일 좌굴에 대한 저항력 중대로 안전성이 좋으며 궤도재료의 부식이 적어 유지관리가 용이하다.

경부고속철도의 경우 연장 5km 이상되는 터널에는 콘크리트 도상을 적용하고 있으며 1기 지하철의 경우 2002년까지 1호선을 콘크리트 도상으로 교체하고 2024년까지 1~4호선 구간내 82.6%의 자갈도상을 콘크리트 도상으로 교체할 예정이다. 영동선 솔안터널은 온도변화가 심한 갱구부 일부구간에만 자갈도상을 적용하고 그 외 구간은

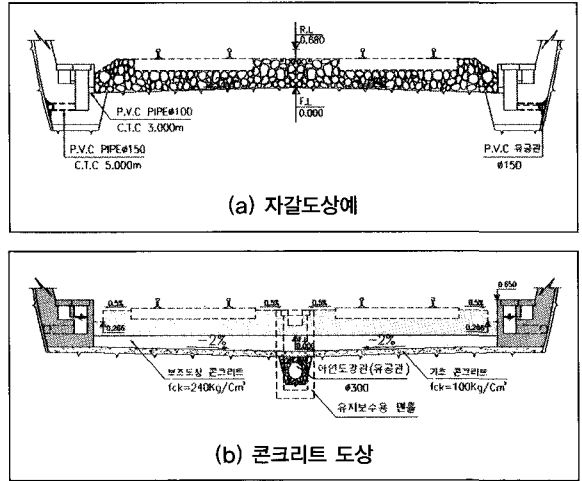


그림 3. 터널내 궤도 형식에

유지관리측면과 궤도안정성을 고려하여 콘크리트 도상을 적용하였다. 영동선 솔안터널에서 적용한 콘크리트 도상을 효시로 앞으로 철도터널의 콘크리트 도상형식의 적용은 증가할 것으로 예상된다.

5. 환기 및 방재

과거에는 동력차가 증기기관차로서 많은 매연발생이 불가피하여 보선원들이 열악한 갱내환경에서 선로를 보수하였으며 특히, 장대터널에서는 환기가 되지 않아 많은 어려움을 겪었다. 그러나 최근에는 동력차가 디젤에서 전기로 바뀌고 있어 갱내환경은 과거에 비하여 혁신적인 개선이 이루어졌다. 그러나 선형을 개량하는 과정에서 영동선 동백산~도계간 솔안터널(터널연장 16.3km)의 경우처럼 장대터널 등이 부득이하게 계획되어 선로 보수원들을 위한 매연의 제거는 물론, 운행중 터널내 화재 발생시 승객의 안전을 위하여 환기·방재 시스템을 도입하게 되었다. 따라서 향후 터널연장이 일정길이를 초과 할 때는 환기시스템의 도입여부가 검토되어야 하며 이는 터널의 연장, 단면, 터널내 유지보수조건, 선형, 전후지형에 의하여 좌우되며, 특히 일정길이 이상의 장대터널에서는 구난

표 1. 철도터널과 도로터널의 주요 환기특성

| 구분 | 철도터널 | 도로터널 |
|------------------|---|---|
| 환기일반 | <ul style="list-style-type: none"> 열차에 의한 폐색율이 커서 피스톤 효과에 의한 교통환기력이 크나 불연속적으로 작용함. 단면내 여유공간이 작아 단면내 환기설비 설치가 곤란함. 터널내 열차통과가 불연속적임. | <ul style="list-style-type: none"> 폐색율은 작으나 교통흐름이 연속적이라 교통환기력이 연속적으로 작용함. 천정부에 여유공간을 이용하여 단면내 환기설비 설치가 가능함. 터널내 차량통과 패턴은 불규칙적이거나 연속적임. |
| 환기방식 및 오염물질 배출특성 | <ul style="list-style-type: none"> 단면특성과 열차운영특성상 치환환기방식이 적절함. 오염원은 터널내 한지점에서 이동하는 특성을 가짐. 환기대상은 매연보다는 가스상물질(CO, NOx, SOx)임. | <ul style="list-style-type: none"> 일반적으로 희석환기방식이 적용되며, 경우에 따라 제거식이 적용되기도 함. 오염물질은 터널전구간에서 일정하게 발생함. 저속에서는 CO가 고속에서는 매연이 환기량을 결정함. |
| 비상환기 | <ul style="list-style-type: none"> 화재등 사고시에도 일정시간(약 15분)주행이 가능하므로 터널탈출을 위한 운전이 우선임. 일정궤도를 운행하므로 사고가능성이 매우 낮음. | <ul style="list-style-type: none"> 화재사고시 교통장애로 터널탈출곤란 운전자의 부주의 등으로 사고가능성이 비교적 높음. 터널연장에 따른 방재설비기준이 있음. |

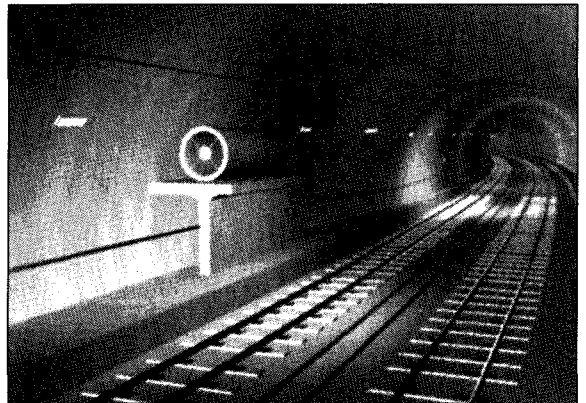
을 위하여 단선병렬방식을 채택하고 일정한 간격으로 설치된 횡갱을 이용하여 대피하는 시스템을 적극 도입하여야 할 것으로 사료된다.

철도터널의 차량운행조건과 오염물질배출특성은 도로터널과는 상당히 다르기 때문에 환기특성이 크게 다르며 이와 연계된 방재계획도 큰 차이가 있다. 철도터널과 도로터널의 환기특성 중에서 주요 특성을 요약하면 표 1과 같다.

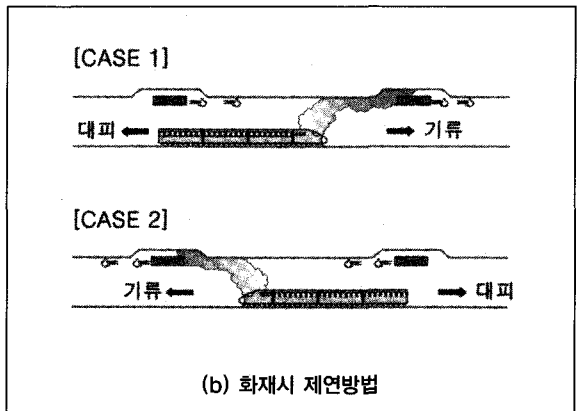
최근 철도터널의 환기·방재 설비는 국내 최장인 영동선 솔안터널에 최초로 적용된 이래 이에 대한 관심이 높아지고 있으며, 전라선 슬치터널과 병풍터널의 갱내 자갈분진에 의한 문제점 발생 등으로 인하여 이제는 설계단계에서부터 터널환기 및 방재에 대한 설비들이 검토되고 있다. 이러한 경향을 보다 상세히 설명하기 위하여 연장 4.8km의 복선터널과 16.3km의 단선터널에 계획된 철도터널의 환기·방재 시설사례를 소개함으로써 최근 국내 철도터널에 도입된 환기·방재시스템을 살펴보고자 한다.

5.1 연장 4.8km의 복선터널 사례

중앙선 ○○터널은 설계속도 150km/h의 1급선으로 터널 연장은 4.8km로써 열차운행에 의한 환기소요량을 검



(a) 송풍기 설치개요도



(b) 화재시 제연방법

그림 4. 송풍기에 의한 환기방식 개요

표 2. ○○터널 내·외부 안전설비 계획

| 구분 | 안전설비 |
|---------|---|
| 터널 시종점부 | 열차접근 자동경보기 |
| | 동물퇴치용 초음파 발생기 비상야드(비상시 긴급구난 작업공간) |
| 터널내부 | 대형대피소, 변압기굴, 비상전화, 영거거리표, 조명등, 방풍문, 점검통로, 안전손잡이, CCTV, 위치표시등, 전기콘센트, 소화급수배관, 송풍기, 공구함, 자재함 |

또한 결과 터널내 오염물질인 NO_x, CO, 매연 등의 농도가 허용기준치의 50%이하로 양호하여 자연환기가 가능한 것으로 분석되었다. 그러나, 보선작업자의 작업환경개선과 터널내 습기제거로 시설물의 부식을 방지하고 화재시 제연기능을 수행할 수 있도록 그림 4와 같이 터널 입출구부 200m지점에 총 2대를 설치하여 강제치환 환기방식을 적용하였다.

본 터널연장은 4.8km로써 150km/h의 설계속도를 고려할 때 2분내에 터널 통과가 가능하므로 터널내 비상대피통로는 별도로 설치하지 않았으나, 화재발생시 송풍기의 정·역회전에 의해 연기흐름과 대피동선을 조정하도록 계획하였다. 또한, 터널내외부에 각종 안전설비를 표 2와 같이 계획하여 열차운영 및 유지관리시 안전성을 향상시키도록 하였다.

5.2 영동선 솔안터널 사례

교통량에 따라서 단계적으로 건설되는 솔안터널은 2단계 복선화 이전까지는 교행역구간을 제외하면 16.3km의 양방향 단선터널이다. 디젤기관차와 전기기관차의 운행 비율은 평상시 각각 30:70으로 디젤차량의 운행비율이 중앙선에 비하여 높은편이며 디젤기관차는 NO_x, CO, PM과 같은 오염물을 발생하므로 환기소요량 증가의 요인이 된다.

본 터널의 환기방식은 그림 5와 같이 선행 디젤열차가 배출한 유해물질을 후행열차 진입전에 신선한 외기로 완

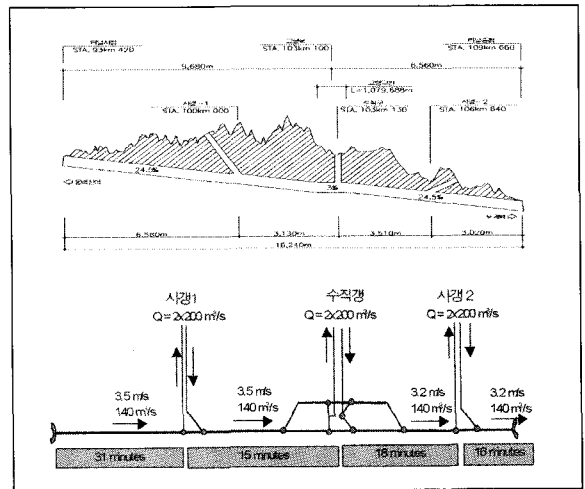


그림 5. 환기방식 개요도

전교체하는 급·배기에 의한 치환(Purging)환기 방식이다. 환기구는 사갱 2개소와 수직갱 1개소에 계획하였고 열차화재 발생시에는 승객이 대피하는 방향으로 연기가 역류되지 않도록 제연풍속 2m/sec이상의 풍속유지가 되도록 하였으며 대피동선에 따라 연기의 흐름을 제어할 수 있도록 하였다.

본 터널은 입·출구부의 고도차가 370m로서 기압 및 온도차에 의한 열부력 등의 자연환기력이 발생한다. 이를 환기소요량 검토시 교통환기력과 함께 고려하여 송풍기의 가동시간 단축 및 운전비 절감을 도모하였다.

터널내 열차운행속도는 상행 36.4~77.4km/h, 하행 50.8~70.1km/h으로서 터널내 운행시간은 평균 17분 가량 소요되므로 사고열차가 터널내 정차할 경우를 대비하여 터널내에 승객의 대피를 위한 시설을 계획하였다. 외국의 경우 열차의 비상운전은 사고후 15분간을 기준으로 하고 있다. 본 솔안터널의 경우 2단계 복선화가 완료되면 400m 간격으로 설치되는 피난연결통로(횡갱)를 통해 대피가 가능하지만 1단계 시공중인 현재는 추가적인 대피소가 필요하여 환기설비가 설치되어 있는 사갱 2개소와 수직구에 구난대피소와 구난역을 설치하여 승객의 대피를 계획하였다. 화재에 의하여 열차가 구난역에 정차하는 경우의 대피계획은 그림 6과 같다. 비상시나리오에 따라 환

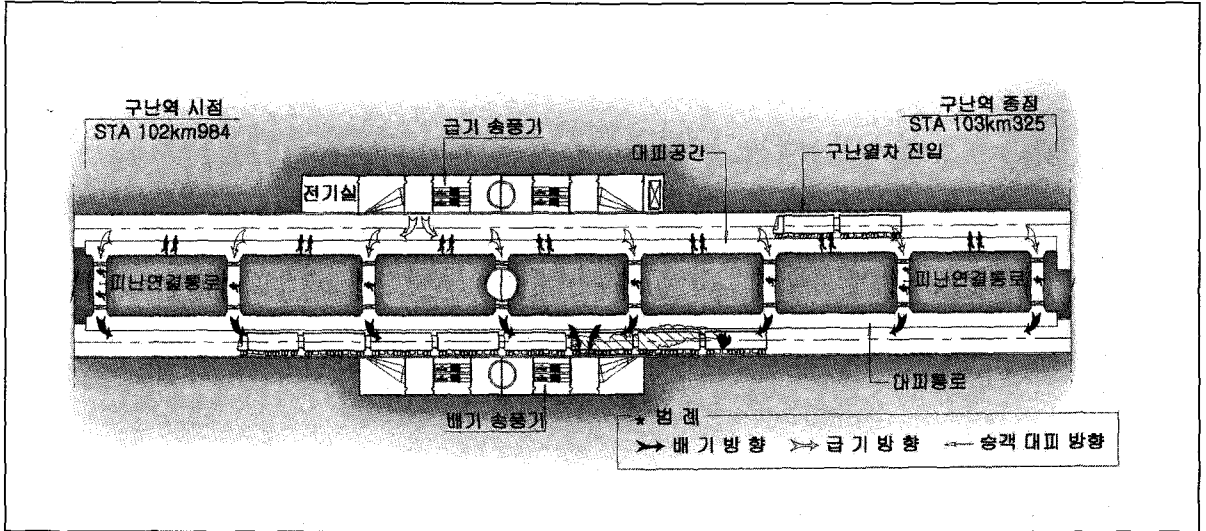


그림 6. 구난역에서의 대피계획

표 3. 슬란터널 방재설비 계획현황

| 구분 | 본선터널 | 구난역 |
|--------|---|--|
| 소화설비 | 소화기구 | 소화기구, 옥내소화전, 포소화설비 |
| 경보설비 | 자동화재탐지설비 | 자동화재탐지설비, 비상경보설비, 비상방송설비 |
| 피난설비 | 피난유도설비, 비상조명, 인명구조설비 | 피난유도설비, 비상조명, 인명구조설비 |
| 소화활동설비 | 제연설비, 무선통신설비, 연소방지설비 | 제연설비, 비상콘센트, 무선통신설비, 연소방지설비 |
| 기타설비 | 소화용수 급수설비(방수구), 라디어재방송 설비, CCTV, 비상전화, 대피통로, 피난연결통로, 구난보급소, 구난대피소, 가스탐지기 VI감지기, CO감지기, NO감지기 풍향풍속계, 온·습도계 | 비상전원 라디어재방송 설비, CCTV 비상전화, 대피통로, 피난연결통로 구난보급소, 구난역 |

기의 흐름과 승객의 대피동선을 고려하여 환기기의 작동이 가능하도록 하고 승객은 배연방향과 반대로 구난역이나 구난대피소로 탈출할 수 있도록 계획하였다. 구난역과 본선터널내에는 표 3과 같이 소화설비, 경보설비, 피난설비, 소화활동 설비 등과 같은 방재설비를 갖추어 비상시 활용하도록 계획하였다.

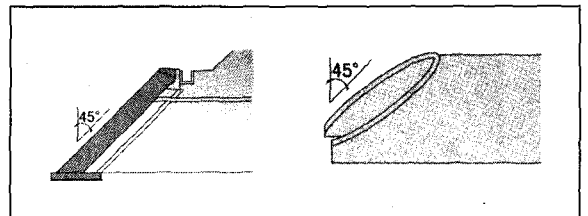


그림 7. 공기압축파를 고려한 갭문형상

6. 갭문의 변천

기존 철도터널의 갭문은 도로터널과 달리 대부분 인적

이 드문 산악지에 위치하고 갭구부가 외부자 시점에 노출되지 않아 미적인 조형미 보다는 대부분 면벽식 갭문으로서 기능유지와 구조적 안정성을 중요시하였다. 최근에는 철도의 고속화로 인한 터널갭구에서의 미기압파에 의한

진동소음 문제로 인하여 그림 7과 같은 원통절개형이나 45°경사진 면벽형 갱문이 제안되고 있으며 경사진 갱문은 수직형에 비하여 20%이상의 미기압과가 감소되는 효과가 있다.

갱문주변에는 계절변화와 지역의 이미지를 표현할 수 있는 식재조성 및 조형물을 설치하여 주변경관과 조화되도록 설계단계에서부터 고려하고 있다. 또한 시공중 갱구 위치를 최소 토피 0.5D위치에 설정하여 절토면적을 최소화함으로써 원지반의 자연환경훼손을 최소화하고 환경친화적인 갱구부 설계를 지향하고 있다.

7. 결론 및 제언

과거에는 조사, 장비, 공사기간 그리고 시공기술 등의 한계로 인하여 터널건설에 많은 어려움이 있었다. 대부분의 철도는 산측면부나 골짜기에 건설되어 골곡이 심하고 산을 우회하는 철도노선이 형성되게 되었으나 최근에는 기술의 발달과 물동량의 증가로 철도의 고속화가 요구되어 선형의 직선화와 터널의 장대화가 진행되고 있으며 기존의 철도노선은 직선화에 의해 선로를 개량하거나 새로운 노선으로 신설되고 있다. 또한 과거의 터널단면은 건축한계만 확보된 최소의 단면으로 계획되었으나 터널이 장대화되고 열차속도가 향상됨에 따라 내공단면이 증가되고 안전성 확보와 유지관리를 위한 환기·방재 및 기타 안전시설, 환경친화적인 갱문설계 등이 적극적으로 고려되고 있는 추세이다. 또한 열차의 고밀도운영, 고속화, 증량화는 터널내 궤도유지보수에 한계성을 들어낼 우려가 있어 생력화 궤도에대한 기준 정립이 요구된다.

현재 국내에는 철도터널 환기·방재에 대한 시설기준이 정립되지 않아 외국용역사의 설계자문과 도로터널 시설기준을 준용하여 설계사의 자의적인 판단에 의해 설계가 이루어지고 있어 기준 정립이 매우 시급한 실정이다. 이는 국내 터키나 대만입찰과 같은 경쟁 입찰에서 각종 설비가 과다 경쟁으로 인하여 현실적인 측면이 무시된채 과다한 설비계획이 이루어지고 있으며 단면 또한 필요이상으로 크게 계획되어져 건설하는 물론 국가적 부담이 될 소지가 다분하다. 따라서, 단선병렬 방식의 적용, 환기·방재설비 등과 같이 아직 정립되지 않았거나 무분별한 경쟁이 예상되는 부문에 대해서는 최소한의 설계기준을 제시하여 합리적인 설계·시공이 이루어지도록 유도해야 할 것이다.

참고문헌

1. 구병준, 김남포, 최성규(2001) 기존선 고속화 기술연구, 철도 기술정보
2. 박광복 (2001) 기존선의 고속전철 연계운용 고속화 방안, 철도기술정보
3. 손홍수, 고성진(2001) 전라선 장대터널의 환기시설현황, 대한터널협회 2001 정기학술발표회, pp.63-87.
4. 장석부 외 3인(2000) 장대터널의 계획과 설계, 한국지반공학회 춘계학술발표회, pp.265-292
5. 유지오, 장지돈(2000) 철도터널 환기설계에 관한 연구, 터널 환기기술, (주)범창종합기술, pp.280-298
6. 이종영(2001) 영동선 솔안터널의 시공계획, 대한터널협회 정기학술발표회, pp.283-291
7. Bieger, K.J.(1999) Tunnel rescue for new main lines of DB, Tunnel Fires and Escape from Tunnels, ITC, pp.543-550.