

제214호

2012. 2

위험관리정보

- 방재정보
 - ✓ 숨어있는 위험들 / 1
 - ✓ 리콜 발표로 이어진 카본히터 화재 / 7
- KFPA 화재안전 우수건물 인정제도 / 14
- 신착자료 목록 / 19
- 안내
 - ✓ 판매도서 안내 / 20



WWW.KFPA.OR.KR

숨어있는 위험들

터널과 다른 지하수송시설의 설계들은 코드와 기준들을 따를 것이다. 그러나 **Matthew Bilson, Mark Gilbey, Nicole Hoffmann**의 설명에 따르면 화재공학자 평가는 많은 다른 요소들을 고려해야만 할 것이다.

지하수송시설들에서 화재는 인생의 안전을 위협하고 경제적, 사업적 위험을 야기할 수 있기에 화재안전공학자의 중용성과 역할은 모든 지하수송시설들에서 인정받는다. 아래의 잘 알려진 예들을 통해 논쟁들에서 명확한 초점을 설명할 수 있다.

- 1999년, 프랑스와 이탈리아 사이의 Mont Blanc 터널을 지나던 많은 상품을 실은 화물차에서 화재가 발생했다. 불길은 터널안 25개의 다른 차들로 확산됐고 53시간 동안 불에 탔다. 구조물과 폐쇄된 터널에 광대한 피해를 야기했고 3년간 터널은 폐쇄되었다. 화재는 38명의 운전자와 한명의 소방관의 목숨을 앗아갔다.

- 2003년, 대한민국 대구 지하철에서의 방화는 2개의 열차를 파괴했고, 198명의 사상자와 147명의 부상자를 초래했다.

- 1996년 이후로 해협 터널 복구비용은 250만 유로를 넘는다.

이러한 사건들 이후로 모든 지하도로, 지하철 프로젝트들은 그것들의 설계, 시공, 작동 시에 신축계획이든 현존하는 기반시설, 설비들의 리모델링이든 모두 화재공학자들을 포함시켜왔다. 사고로 인한 손실의 충격에 정신차리며 오늘날 각 프로젝트의 국면은 화재안전위험이 증가하는 복잡성에 맞서있다.

성능위주설계

설계기준들은 프로젝트를 하는 국가에 따라 기반된 성능들이 각 지역에 맞게 관습화되어 다양하다. 성능위주설계 기준은 점차적으로 보편화되고 있다. 즉 관례적인 기준, 코드가 안전 또는 시스템의 최소 수준을 의미하던 것이 더 이상 유효하지 않게 되었다.

세계 곳곳의 지하시설물을 위한 기준들은 모두 성능위주 관점이다. 이 기준들은 설계자가 어느 정도의 안전수준이 적정한지 결정하도록 하고 이 수준이 사회에서 받아들일 수 있는 것임을 입증한다. 각 프로젝트의 상황들은 독특하고 따라서 적절한 안전수준은 종종 중잡을 수 없다.

게다가 이러한 설계과정동안 시설물을 사용하는 개인과 공공을 보호하는 안전에 관한 사회의 관심사와 원가를 최소화하는 것 사이의 균형을 맞추는 일은 설계자에게 필수적이다.

아래의 예들은 최근 화재안전공학자들이 도로, 철로, 터널 환경에 대해 말하는 바이다.

환기를 위한 공간

지하철, 지방 철도, 고지대 터널 철도 등 어떤 철도든 기본적 요구사항은 오직 한 열차만이 두 환기 통로 사이의 공간에 있게끔 입증하는 것이다. 주원칙은 열차 화재 시에 연기는 한 방향으로 움직이고, 인접한 열차와 승객, 직원들을 위한 안전한 상황을 만들자는 것이다.

그러므로 환기시설 사이 터널의 최고길이는 화재로 동시에 어떤 두 열차도 같이 있을 확률의 함수로 나타내어진다. 이것은 주로 열차의 속도, 운행 빈도수에 의해 영향이 있고, 열차의 제어, 신호, 선로의 정지마찰 등의 전력시스템에도 영향을 받는다.

새로운 시스템에서는 역간 또는 산악지방, 물아래를 지나는 실행불가능하고 금전적으로 중요한 요소를 갖는 지점들 사이에 수많은 터널중앙의 환기 통로를 만들어 낼 수 있다.

현존하는 시스템에서는 증가하는 수요에 맞춰 철도망을 확장하기 위해 높은 열차 운행수가 있을 수 있다. 열차 운행수의 증가는 철도시스템의 원 설계에 대한 접근과 뒤따르는 다양한 영향들 때문에 환기설계자와 화재공학자에게는 도전이다.

터널 안전

터널 안에서의 가능한 화재안전위험을 평가하기 위해서는 다양한 고려사항들이 필요하다. 예를 들면 한 환기구역 안에 두 열차가 있게 될 때 변화의 영향력, 배기에서의 연쇄효과, 견인력 시스템 전략 등이 있다. 배기과정의 부분으로서 견인력은 독립적이고 동력저하될 필요가 있다. 또한 어떤 연속적인 화재나 비상상황에서도 마찬가지이다. 아래는 저명한 공학자들과 철도시스템 운영자들 사이의 논쟁 해결에 필요한 질문의 예들이다.

- 만약 흔치 않은 일이지만 열차가 뒤로 움직여 다른 환기구역이나 상대적으로 안전한 장소로 움직인다면, 견인력 시스템은 환기구역에 어떤 잠재적 변화를 지속적으로 미칠 것인가?
- 열차가 견인력 시스템에서 문제를 일으켰을 때 그렇지 않은 열차의 동력

저하를 막을 수 있을 것인가?

- 만약 견인력 시스템이 안정되지 않는다면 충분한 전력을 제공하기 위해 열차에 설치된 배터리가 사고 없는 열차들을 위해 역으로 어떻게든 갈 수 있을까?
- 이것들이 현존하는 철도에 적용될 수 있을까?
- 신호 시스템이 환기구역으로부터 떨어진 열차의 그러한 움직임을 조절할 수 있을까?
- 사고 없는 열차를 만들기 위해 공조덕트를 따라 짐칸에 유입되는 잠재적 연기의 양을 제한할 수 있는 연기감지기가 있을 수 있을까?
- 현존하는 어떠한 철도 유지관리 과정에서도 연기감지의 효과를 나타낼 수 있도록 하려면 어떤 고려요소들이 필요할까?

객차의 열린 출입구

객차의 열린 출입구 사용은 세계 많은 곳에서 더 이상 새롭지 않다. 예를 들면 홍콩, 싱가포르에서는 수년간 그것들을 사용해 왔다. 그러나 다른 나라, 도시 또는 전통적으로 단일유닛 객차를 사용해온 철도 시스템이 존재하는 곳에서의 그것들의 소개는 일반적으로 불확실하고, 반복적인 토론과 분석들, 의문점 등을 만들 수 있다.

아직 소개에 우선해야하는 것은 철도의 설계와 제조가 국제적 화재안전기준과 실시코드에 의해 통제되어지는 것이다. 영국에서는 철도는 BS 6853:1999:[승객운송열차의 설계와 시공에 대한 화재안전실시코드] 에 준수하여 설계되어진다. 새로운 시리즈 DD CEN/TS 45545:2009:[철도응용. 철로 운송기관에의 화재안전] 는 유럽철도의 미래에 영향을 미칠 것이다. 또한 수많은 철도시스템에서 화재안전에의 지속적이고 조화로운 접근에도 영향을 미칠 것이다.

이 코드들은 화재시발, 화재확산의 가능성을 최소화하기 위해 설계되어졌다. 또한 거주자들에게의 화재 영향 또한 최소화하게 설계되어졌다. 그러나 아직도 연기의 확산과 열린 객차와 독립적 객차 사이의 차이, 승객들의 피난, 화재의 확산들, 화재의 최대 열방출에 관한 의문들이 나타난다.

위험도 평가

환기와 열린 출입문 객차들의 예는 특히 위험도평가에 있어서 화재공학자들이 단련을 통해 그들의 통찰력과 지식을 넓히는 것과 그에 따라 그들의 화재공학기술을 사용하는 것이 필요함을 설명한다.

위험에 기반한 접근은 적절한 안전수준을 제공하는 한에서 설계자들이 안전요소들을 대비하는 것과 비용을 최소화하는 것 사이에서 타협점을 도출할 수 있도록 한다. ‘위험’은 위험이 그 역효과의 가혹함과 함께 실제로 역효과를 일으킬 가능성이 있다.

위험에 기반한 접근의 한 가지 문제점은 규정된 안전수준을 의미하는 받아들일만한 위험수준의 문제이다. 이것은 BS 7974:2001:[건물의 설계에 있어 화재안전공학원칙의 적용]에서 나타나듯이 프로젝트의 질적 설계 재검토 과정의 부분으로서 나타날 수 있는 공개된 문제이다. 그리고 아마도 꽤나 낮게 위험수준을 채택하는 것을 수반할 것이다.

위험은 위험을 감소시키는 기능들이 위험 그 자체에 엄청난 불균형을 초래하는 비용(돈, 시간, 노력 등)을 수반할 때 꽤나 낮게 고려되어 진다. 만약 설계위험이 꽤나 낮게 드러난다면 추가위험비용의 유입이 필요치 않을 것이다. 이것은 설계자들에게 안전요소들이 필요한지 판단할 수 있게끔 한다.

위험도평가는 질적 또는 양적으로 수행될 수 있다. 평가의 형식은 분석의 목적과 유효한 기간에 따라 사용될 것이다.

질적 평가

이 유형의 위험도 평가는 비슷한 결과를 가질 것이라 기대되어지는 독립된 시나리오와 다양한 복합적 시나리오들을 포함한 모든 각 설계 시나리오에서의 결과들과 가능성으로부터 이끌어 낸 위험범주들을 결정한다. 가능성, 결과, 위험범주들은 ‘주요한, 적당한, 주요치 않은’ 같은 다른 질적 위험수준을 나타내는 매트릭스로 결정된다.

질적 평가는 사례별로 위험을 결정할 수 있다. 그러므로 얻어진 어떤 결과는 오직 특수한 시나리오에만 비교될 수 있다. 같은 평가방법을 사용하여 설계의 다양성이 나타나는 것이 가능하다. 그러나 각 독립된 화재 시나리오들을 화재범주들로 비교하는 것은 꽤 어렵다. 위험범주가 같은 시나리오들에서 어떤 설계가 위험이 덜한지 결정하는 것은 불가능하다. 설계들이 동일한 위험을 가지고 있다고 말하는 것 또한 불가능하다. 결과적으로 이 방법은 설계가 전개되고 옵션들이 고려되었을 때 프로젝트의 초기단계에서 작은 가치를 제공한다.

양적 평가

양적 위험 평가 수행의 값은 비교분석을 위한 데이터를 만들어 낼 수 있다. 이 평가가 각각의 시나리오에 따른 위험 값을 가져옴으로써 이 값들은 그

설계에 관한 종합적 위험으로 합쳐질 수 있다. 이것은 다른 다양한 설계들의 직접적인 비교를 할 수 있게 해준다. 평가값이 위험값으로 일반화됨에 따라, 이 값들은 외부 요소들과 비교 평가될 수 있다. 예를 들어, 터널도로를 통과하는 운전자에 대한 화재위험은 일반도로 운전자에 대한 화재위험과 비교 될 수 있다.

가격-이익 분석은 어떤 부분의 위험 감소 방법들이 도달해야 하는 위험 감소에 총체적 불균형이 되는지 양적인 방법을 제공한다. 가격-이익 분석을 사용하기 위해서, 각 설계 변화치들을 만들고 유지하는 데에 드는 비용들이 계량화되고, 금전적 가치로 환산되어진다. 어느 부분의 위험이 꽤나 낮은 위험이 되는지 결정하기 위해 가격-이익 분석을 사용함으로써 고객과 투자자의 동의를 위한 적정 안전수준을 추천하는 것이 가능해진다.

적정 안전수준이 결정된 후에 어떤 설계 변화치들이 적정 안전수준을 제공할 수 있고, 그것들의 금전적 가치를 평가할 수 있는지 확인하는 것이 필요하다. 이 점은 어떤 설계 변화치들이 이상적 안전수준에 도달할 수 있는지 알려주거나, 추가적인 작은 비용으로도 안전성을 크게 증가시킬 수 있는지 아닌지를 알 수 있게 해준다. 이런 정보들을 공개함으로써 화재공학자들로 하여금 그들의 고객에게 선택권과 기대했던 것 이상의 결과들을 제공할 수 있게 해준다.

불행하게도 양적 위험평가의 결과 계산의 복잡성과 추가 계산들 때문에 양적 접근은 질적 평가보다 수행하는데 더 오래 걸린다.

해석접근법

Parsons Brinckerhoff 팀은 공학윤리에 근거하고 세 가지 다른 관점의 해석 결과를 결합시킨 해석접근법을 사용한다. 세 가지 다른 관점이란 이익에 대비한 비용의 실용적 관점, 기대를 충족시키며 사람들에게 미치는 영향을 최소화한 의무적 관점(예 : 설계기준), 돈에 대한 고객의 권리에 대한 관점이다. 이것들은 도덕적 접근을 함에 있어 균형 잡힌 결정을 돕는다. 그리고 순전히 숫자들에 현혹돼 과도한 결정을 하게 되는 일상적 위험으로부터 피한다.

팀은 또한 최대한의 결과를 얻고 활용적인 설계를 하는 동안 분석시간을 최소화하기 위해 양적방법을 발전시켰다. 합리적인 양적위험 평가방법은 평가에 쓸데없는 것들을 효율적으로 하고, 결과를 얻기 위해 요구되는 시간을 크게 줄이기 위해 자동화시스템을 사용한다.

두 가지 최근의 프로젝트에 쓰인 분석비교(한 가지는 질적 접근을 사용한 것이고 다른 한 가지는 간결화된 양적 접근을 사용한 것)은 후자의 경우가,

질적 평가 1800시간 대신 양적평가 600시간을 수행하며, 1/3의 시간에 중대한 양의 설계 변화치들을 분석했다는 것을 보여준다. 꽤나 낮은 위험이 지속되는 동안에, 많은 양의 설계 분석을 통해, 설계자들은 어느 부분(기능)이 화재 위험에 가장 큰 영향을 끼치는지 정확하게 찾아 낼 수 있었고, 비용 최소화를 위해 그 설계들을 활용 할 수 있었다.

이러한 접근을 사용할 때 중대한 시간 절감 덕분에, 엄격한 프로젝트 일정을 유지하면서 팀은 포괄적인 분석을 제공할 수 있었다. 역으로 절감된 시간은 연구된 수많은 설계 변화치들을 축적함으로써 더 폭 넓은 분석을 수행하는데 쓰여질 수 있었다. 그렇게 결과에 더욱 신뢰성을 높이고 프로젝트의 가치를 더할 수 있었다.

Dr Matthew Bilson은 최고의 터널환기 공학자이고, Mark Gilbey는 주요한 터널환기 공학자이고, Dr Nicole Hoffmann은 Parsons Brinckerhoff의 주요한 화재공학자이다.

출처 : frmjournal (2011년 11월호)
번역 : 중앙지부 홍성원