

도로터널의 다중차량화재 방지를 위한 자동식소화설비의 이해

박 경 환

(주)영설계엔지니어링

(kwfree21@hanmail.net)

1. 머리말

지난 2005년 6월 5일 프랑스 Lyon과 이탈리아 Turin을 잇는 Frejus터널에서 대형 화재가 발생했다. 타이어를 실은 대형화물차량(Heavy Good Vehicles)에서 시작된 불은 다른 차량에 전파하였고, 화재를 진압하려 터널 내로 들어간 소방대용 차량까지도 이 화재로 파괴되고 말았다. 화재는 보통의 단일차량의 터널화재와 달리 화염이 차량에서 차량으로 확대되어 대규모화재로 발전하는 특징을 보여주었다. 이런 터널화재를 보통은 대형화재라고 부르지만 보다 엄밀한 의미에서 ‘다중차량화재’라는 표현이 적당할 것이다.

단일차량화재에서 화재성장속도와 열방출을 및 화재지속시간은 화재 차량의 개별적인 특성-승용차, 승합차, 버스-과 적재한 물품에 의존한다. 단일차량의 화재 특징은 매우 빠른 화재성장속도와 발화 후 10분 이내에 최대열방출율에 도달하는 것이다. 또 화재지속시간은 차량을 구성하는 내장재료 및 적재한 짐의 화재하중에 대한 열방출율에 의해 결정되는데 보통 30-60분 정도이다.

반면 다중차량화재는 여러 차량의 특징들이 동시에 중첩되어 나타나기 때문에 새로운 형태로 발전하게 된다. 최초 발화 차량의 직근에 있는 차량으로 화염이 전파되면, 열방출율은 발화차량과 전파차량을 합한 크기로 증가하고, 지속시간도 그만큼 길어지게 된다. 또 화재가 터널의 긴 구간에 걸쳐 존재하기 때문에 진화작업은 더 많은 시간과 인원을 필요로 한다.

이런 다중차량화재를 발생시키는 주된 변수는 최

초 연소차량의 화재크기와 가연물(차량)의 거리가 된다. 최초 차량의 화재크기가 크면 길어진 화염과 온도의 열기류는 화염전파를 유발하게 될 것이다. 실제 발생하였던 터널화재를 보면 다중차량화재는 주로 액체위험물 탱크로리와 HGV 화재로부터 발생하였다. 특히 국내 도로터널은 대부분 액체위험물 탱크로리와 LPG 탱크로리, HGV가 터널을 통과하는 것을 제한하지 않기 때문에 이런 다중차량화재 위험성이 매우 높다.

하지만 아직까지 다중차량화재를 고려한 높은 설계화재, 긴 화재지속시간을 터널 계획, 설계과정에서 고려하지 못하고 있다. 이런 다중차량화재를 방지하기 위해서는 최초의 연소차량의 화염과 뜨거운 열기류를 차단하는 것이 무엇보다 중요하다. 현재까지 이런 목적에 적합한 것으로는 스프링클러, 물분무, 미세물분무, 포스프링클러와 같은 고정식자동소화설비가 알려져 있다.

그러나 아직까지 자동식소화설비를 터널에 설치하는 것에 대해 많은 논쟁이 있다. 따라서 여기서 도로터널의 다중차량화재를 방지할 수 있는 유력한 수단으로서 자동식소화설비를 살펴보고, 이 설비들을 터널에 적용하는 경우 발생할 수 있는 장점과 단점을 비판적으로 검토해 보도록 하겠다.

2. 도로터널의 다중차량화재

2.1 다중차량의 터널화재 사고

표 1은 도로터널에서 단일차량에서 시작된 화재가 다중차량으로 전파된 대표적인 경우를 정리한 것이다.

표 1. 화염전파가 발생한 화재 사고

화재장소	일시	터널길이 [km]	차량 형식	화재지속 시간	열방출율	피해	비고
Mont Blanc Tunne	1999.3.24	11.6	HGV	53	최초 75-110 MW, 최대 150-190 MW	차량:33대(소방차 2대), 사망 39, 구조물 900 m 파괴	차량간격 3-45 m, 전파거리 500 m
Gottard Tunnel	2001.10.24	16.9	HGV	2일	100 MW 이상	사망 11, 차량 23대	차량간격 10-50 m 전파거리 200 m
Isola delle Femmine	1996.3.18	0.15	LPG Tanker	-	-	차량 20대, 사망 5, 중상 20	6분 정도에 BLEVE 발생
Frejus tunnel	2005.6.4	12.9	HGV	6	-	차량6(소방차3대)대, 사망 2, 연기중독 21명	차량 간격 100 m

미아가린을 실은 차량의 화재로 시작된 Mont Blanc 터널화재는 500 m 구역까지 화재가 전파되었고, 2대의 HGV 차량의 충돌로 발생한 Gottard터널화재는 200 m 구역까지 화재가 전파되었다. 이탈리아 Palermo에서 발생한 교차로 아래 터널에서 발생한 LPG탱크로리와 버스의 충돌 화재는 BLEVE를 일으켰고, 그 결과 터널 내 모든 차량으로 화염을 전파시켰다. 또 앞서 언급한 Frejus터널에서 화염은 100 m 구역내에 있는 다른 3대의 트럭으로 전파하였다. 이 이외에 1949년 미국 Holland터널화재에서 액체위험물인 가솔린탱크 화재로 10대의 트럭과 자가용 13대가 파괴되었고, 화재는 4시간 동안 지속되었다. 또 일본 Nihonzaka터널화재에서 127대의 트럭과 자가용 46대가 파괴되었고, 1주일간 지속되었다.

특히 표 1의 비교를 보면 차량 간 화염 전파거리를 보면 최소 10 m부터 최대 100 m까지로 엄청난 전파력을 보여준다. 또 화재지속시간은 단일차량화재인 경우 보통 1시간 정도인데 비해 상당히 길어졌다는 것을 알 수 있다.

다중차량화재를 발생시킨 최초 화재는 대부분 HGV나 위험물탱크로리, LPG탱크로리와 같은 큰 화재크기를 발생시킬 수 있는 단일차량화재로부터 시작되었다. 따라서 최초의 단일차량화재를 제어하는 것이 대형터널화재를 방지하고, 그로 인한 경제적 손실을 최소화할 수 있는 대책이다.

2.2 화염전파 메커니즘

몽블랑터널 화재조사보고서에서 차량 간 화염을 전파할 수 있었던 원인을 다음과 같이 설명하고 있다.

- 1) 근거리 차량은 화염에 직접 접촉
- 2) 원거리 차량은 뜨거운 열기류의 하류와 상류로의 역류 발생
- 3) 가솔린이나 마가린 액체의 유동에 의한 전파
- 4) 아스팔트 도로에 의한 전파

결국 열전달 메커니즘이 최초 화재차량에서 인근 차량으로 연속적인 화염전파를 유발하는 역할을 하고 있음을 알 수 있다. 이에 대해 스웨덴국립연구소 SP의 Ingason박사는 다음과 같은 전파모델을 제안하고 있다.

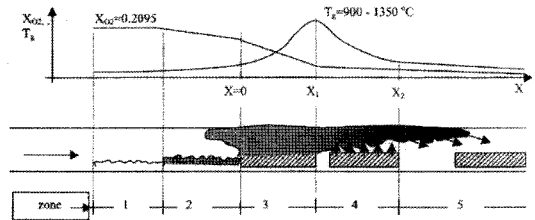


그림 1. 다중 차량의 전파 모델의 개념도.

그림 1에서 먼저 연속전파 화재사고는 최초의 연소차량의 옆과 앞과 뒤에 위치한 차량으로 열전달(주로 화염의 복사열)에 의해 전파된다. 화재 구역은 ① 타버린 냉각(cooling) 구역 ② 잔화(glowing ember) 구역 ③ 연소(combustion) 구역 ④ 연료과잉(excess fuel) 구역 ⑤ 예열(preheating) 구역으로 구분한다.

타버린 냉각구역은 화재로 완전히 타버린 차량을 의미하므로, 이곳에서 화재는 이미 종결된 상태이다. 잔화구역은 감쇄기의 마지막 단계의 차량이 포

함된다. 연소구역은 $x=0$ 과 $x=x_1$ 사이에서 격렬하게 타는 차량을 포함하고, 이때 발생된 가연성 증기와 가스는 연소영역에 제공된다. 온도는 그림의 $x=0$ 에서 급격히 높아지고 $x=x_1$ 에서 최대가 된다. 동시에 산소는 빠르게 소모되면서 $x=x_1$ 에서 최소값에 도달한다. $x=x_2$ 인 점을 넘으면 구역 내 차량을 열하고 터널 벽체에 열을 빼앗기게 된다.

이런 메카니즘을 통해 최초 화재 차량에서 인근 지역의 차량으로 마치 화염이 jump를 하듯이 옮겨진다고 해서 보통 Fire Jump 현상이라고 부른다.

2.3 다중차량 화재의 문제점

다수의 차량으로 전파되는 화재의 문제점은 크게 3가지로 분류할 수 있다.

(1) 인명안전과 피난

다중차량화재를 유발시킬 수 있는 최초의 화재는 대부분 대형 트럭에 적재된 고체가연물과 연료탱크에서 누출된 Pool 화재이다. 이런 화재의 열방출율은 10분 이내에 최고에 도달한다. 또 발생된 연기는 차량에서 유발된 인공풍과 부력에 의해 차량의 진행 방향으로 전파하게 된다. 이 인공풍이 사라지면 화재의 화염과 열기류는 부력에 의해 상류와 하류로 전파한다. 이런 연기의 전파는 터널 안의 정체로 차량을 회차할 수 없거나 화재 사실을 인지하지 못하고 진입한 차량의 운전자와 탑승자들의 피난을 방해한다. 특히 급격히 성장하는 화재에서 연기 선단의 속도는 보통 사람의 달리는 속도보다 커지기도 한다.

Mont Blanc터널 화재에서는 비상대피소로 대피한 2명은 소방대가 접근할 수 없는 상태에서 50시간 이상 지속된 화재로 인해 결국 사망하였다. 만약 단일 차량화재였다면 소방대가 제연설비를 가동해서 화

원 근처에 쉽게 접근할 것이므로 이들은 안전하게 구출되었을 것이다. 이 때문에 유럽연합의 도로터널 안전기준에서는 외부로 통하지 않는 비상대피소는 설치하지 말 것을 요구하고 있다.

(2) 터널 구조물과 설비들의 손상과 터널폐쇄로 인한 손실

다중차량화재는 터널 구조물과 설비들의 손상이 매우 극지적인 단일차량화재와 달리 매우 긴 거리에 걸쳐 많은 피해를 초래한다. 이 결과 터널의 보수에 많은 시간과 비용이 요구되는 직접적인 손실 이외에 또 화재 후 터널을 보수하기 위해 통행을 제한하거나 폐쇄하는 경우 다른 우회경로를 통한 차량운행으로 경제적인 손실 및 긴 우회도로 이용으로 인한 환경오염문제를 발생시킨다.

(3) 소방대의 구조 및 소화활동

단일차량화재는 방출하는 에너지양이 상대적으로 작고, 화원근처에 접근성도 용이하게 이루어진다. 반면 다중차량화재는 구조와 소화활동을 하는 소방대원을 높은 복사열과 뜨거운 열기류를 통해 위협하고, 소방대의 차량을 파괴시키기도 한다. 몽블랑터널 화재에서 소방차가 3대, Frejus터널 화재에서 2대의 소방차가 소실되었고, 많은 대원들이 연기로 부상을 당했다. 결국 소방대원들은 제어할 수 없는 크기의 화재에서 자신의 능력을 발휘할 수 없게 된다.

또 하나의 위험은 터널 구조물의 파괴로 인한 물리적인 부상이다. 슛크리트는 약 250°C 이상에서 폭열을 시작한다. 특히 진화작업 중 살포되는 소화수는 가열된 구조물을 급격하게 냉각시키며 균열을 발생시키기도 한다.

표 2. 터널 화재로 인한 터널 손상길이 및 손실액

터널명	몽블랑터널	타우에른터널	고타드터널	유로터널
터널 구조물 손상길이	900 m	500 m	700 m	400 m
터널 폐쇄 및 보수기간	3년	3개월	2개월	7개월
비용(€)	복구/개선비용	189 Mio. €	6.2 Mio. €	87 Mio. €
	수입손실비용	203 Mio. €	18.5 Mio. €	211 Mio. €
	합계	392 Mio. € (약 470억)	24.7 Mio. € (약 30억)	직접경비 : 25 Mio. € (약 30억)

3. 자동식 소화설비의 장점 및 단점

위에서 제시한 문제점을 해결하기 위한 방안의 하나로 많은 나라들은 자동식소화설비에 관심과 연구를 진행하고 있다. 자동식소화설비의 장점과 단점을 정리하면 다음과 같다.

3.1 자동식소화설비의 단점

- 유류화재 시 스프링클러에서 분사된 물이 기름을 넓은 지역으로 확산시키는 효과가 있어 화재가 확산될 우려가 있다.
- 특정 물질과 물이 접촉하여 화학반응에 의해서 위험한 반응을 할 수 있다.
- 증발증기가 가시거리를 저해할 가능성이 있으며, 연기의 냉각으로 성층화를 파괴해서 연기층을 강하시킬 수 있다.
- 차량 밖의 화재는 진압할 수 있으나 엔진룸이나 차량 내부의 화재에는 효과적이지 못하다.
- 유류증발 가스가 폭발성혼합가스를 구성할 수 있으며 이로 인해서 폭발적인 재발화가 발생할 수 있다.
- 자동식소화설비의 오작동은 다른 사고를 유발할 수 있다.
- 설치비용 및 유지관리비가 고가이다.

3.2 자동식소화설비의 단점에 대한 검토

(1) 유류화재 시 스프링클러에서 분사된 물이 기름을 넓은 지역으로 확산시키는 효과가 있어, 화재를 오히려 확산시킬 우려가 있다.

도로터널에서 발생하는 유류화재는 작은 차량의 연료통에서 누설되는 극소의 pool fire가 아니라 위험물을 수송하는 탱크차량의 추돌이나 전복으로 인한 화재를 염두에 둔 개념이다. 따라서 pool fire가 발생하면 가능한 많은 유류가 배수시설을 통해 모아지도록 배수설비를 갖추어야 한다. 왜냐하면 이런 시설이 없는 경우 화재는 누설되는 모든 유류가 연소하는 최악의 상태를 맞을 수 있다.

표 3에서 탱크에 직경 35 mm의 구멍이 발생하면 초당 2.7 kg의 가솔린이 도로에 방출된다. 이때 배수설비가 있어서 초당 1 kg의 가솔린을 배출할 수 있다면, 화재크기는 76 MW이지만 배수설비가 없는 경

표 3. 가솔린탱크의 화재크기에 대한 상당누설직경과 누설율의 영향

상당누설직경 [mm]	누설질량 [kg/s]	열방출율[MW]			
		배수질량[kg/s]			
		0	1	2	5
15	0.5	22	-	-	-
35	2.7	120	76	33	-
50	5.6	245	201	158	27

우는 120 MW에 도달할 것이다. 따라서 어떤 도로터널에서 유류화재가 예상되는 경우 반드시 배수설비가 설치되어야 한다. 이때 자동식소화설비가 설치된다면 당연히 포를 발생시킬 수 있는 설비가 되어야 한다. 실제로 미국과 북유럽의 도로터널에는 자동식소화설비로 포소화설비가 설치되어 있다. 또한 물분무설비나 미분무설비는 일반적으로 유류화재에 적용성이 있는 것으로 알려져 있다.

(2) 특정물질과 물이 접촉하여 화학반응에 의해서 위험한 반응을 할 수 있다.

위험물 중에서 물과 반응해서 큰 위험을 초래하는 물질은 소방법에서 가연성고체 및 금속성물질로 구분하여 관리하고 있다. 이 물질들이 터널에서 누출되어 화재가 발생하는 경우 전문적인 훈련을 받은 소방대는 물론이고, 화학물질을 취급할 수 있는 전문가들도 통제할 수 없게 될 것이다. 따라서 자동식소화설비를 작동시킬 것인지 아닌지가 결코 논쟁이 될 수 없다. 따라서 이런 위험물의 수송차량이 도로터널을 통과하는 경우에는 유도차량 배치, 저속운전, 터널관리소 통과 허가 와 같은 매우 높은 강도의 조사와 안전대책이 필요할 것이다. 만약 이런 안전조치가 불가능하다면 차량이 터널을 통과하는 것은 제도적으로 허용되어서는 안 된다.

(3) 증발증기가 가시거리를 저해할 가능성이 있으며, 연기의 냉각으로 성층화를 파괴하고 연기층을 강하시킬 수 있다.

화재 차량에서 발생하는 연기는 부력에 의해 상승하는 연기층을 형성하게 된다. 이 연기층 흐름은 공기와 섞여 온도가 낮아지게 되면 점점 하강하게 된다. 만약 자동식소화설비가 작동하면 난류의 강제적인

흐름과 더불어 연기층을 급팽시키므로 연기층은 급격히 파괴되고 하강할 것이다. 하강된 연기층은 당연히 피난중인 터널 이용자들의 가지거리를 짧게 할뿐만 아니라 호흡을 곤란하게 할 것이다. 그러므로 자동식소화설비의 작동은 CCTV를 통해 작동지역에 사람이 없는 것을 확인한 후 수동으로 작동하도록 운영된다.

만약 화재 초기에 신속하게 시스템을 작동시키면 열방출율을 낮은 상태로 제한할 것이고, 발생한 연기는 세척효과에 의해 상당히 완화될 것이므로 피난에 도움을 줄 수 있다는 측면이 간과된 것이다. 설비가 조기에 작동된다면 수증기 증발량도 상당히 감소할 것이다. 따라서 관건은 화재를 조기에 발견할 수 있는 감지장치를 설치하는 것이다.

또 화재의 감지가 늦어진 경우에도 화재로부터 발생한 많은 연기와 화염으로 이미 인근 지역에는 사람이 존재할 수 없는 상태일 것이다. 따라서 자동식소화설비가 작동해서 연기층이 강하하거나 수증기 증발로 인한 시각적 차단이 발생하여도 이것이 피난을 직접적으로 저해한다고 단정할 수는 없을 것이다.

(4) 차량 밖의 화재는 진압할 수 있으나 차량내부의 화재에는 효과적이지 못하다.

일반 건축물에 설치되는 스프링클러와 같은 자동식소화설비도 차폐된 화재를 직접 진화할 수 없다. 다만 주변으로 화염이 전파하지 못하도록 미리 적셔 주어 차폐된 가연물이 모두 연소하면 화재가 자연적으로 진화될 분이다. 마찬가지로 도로터널에서 단일 차량에서 발생한 화재에 자동식소화설비가 가동되면 차폐된 구조적인 특징으로 가연물이 완전히 타는 시간동안은 진화가 불가능하지만 더 이상 탈 수 있는 재료가 없게 되는 시간이 되면 자동적으로 화재는 소화될 것이다. 따라서 자동식소화설비는 화재지속시간 동안 계속 작동할 수 있는 충분한 용량이 확보되어야 한다.

(5) 유류증기가 폭발성혼합가스를 구성할 수 있으며 이로 인해서 폭발적인 재발화가 발생할 수 있다.

실제로 자동식소화설비에 의해 화재가 진압된 후 미연소가연성가스의 폭발이 발생한 사건이 일본의 Nihonzaka터널화재에서 발생한 것으로 미연방교통국에서 보고하고 있다. 그러나 2004년에 방문한 일

본 토목연구소의 砂金伸治에 의하면 Nihonzaka터널 화재는 물분무설비의 수원이 고갈되어 확대된 것이라고 설명하였고, 미국연방교통국의 보고서는 아는 바가 없다고 말했다. 따라서 실제 폭발이 일어났는지 추가적인 확인이 필요할 것이다.

또 1965년 스위스의 페 철도터널인 Offenegg에서 실시된 Pool fire 시험에서 스프링클러에 의해 진압된 화재가 20분 후에 폭발한 사고가 있었다. 이 시험은 길이 190 m, 단면적 23 m², 높이 6 m, 폭 4 m 인 좁은 철도터널에서 수행되었고, 항공기용 연료의 Pool fire는 완전히 성장하여 터널벽과 천정이 충분히 가열된 상태에서 스프링클러에 의해 진화했다. 따라서 진화 이후에도 고온의 구획 벽과 천정의 복사열에 의해 가연성증기가 연속적으로 발생하였고, 그 결과 어떤 알 수 없는 전화원에 의해 폭발이 발생한 것이다. 이 사고 이후에 자동식소화설비에 의해 화재가 진압되면 폭발이 발생할 수 있다는 믿음이 구체적인 조건을 고려하지 않고 굳어지게 되었다. 따라서 화재 초기에 자동식소화설비를 작동시키지 않고, 성장한 화재에 적용한다면 폭발사고의 위험성은 더 증가할 수 있을 것이다.

(6) 자동식소화설비의 오작동은 다른 사고를 유발할 수 있다.

자동식소화설비는 감지기의 오작동 및 텔류지벨브의 오작동에 의해 화재가 아닌 경우에도 작동할 수 있다. 이때 터널을 운행중인 자동차는 시야가 차단되어 추돌하거나 미끄러져서 사고를 발생시킬 수 있다. 자동식소화설비의 종류에 따라 상대적으로 입자크기가 작은 경우 시각적인 차단효과가 커서 이런 위험성은 증가할 것이다. 하지만 이런 종류의 오작동은 일반 건물에 설치하는 스프링클러, 가스계소화설비에서도 발생할 수 있다. 따라서 터널에 설치하는 감지기의 성능을 향상시킬 것과 감지회로를 중복해서 설치함으로써 오작동을 감소시켜야 한다. 또 일제개방밸브의 신뢰성을 더욱 향상시켜야 할 것이다.

(7) 설치비용 및 유지관리비가 고가이다.

자동식소화설비를 설치하기 위해서는 동력설비, 배관, 텔류지벨브, 노즐과 같은 소화설비뿐만 아니라 배관을 수납할 공간이 필요해진다. 보통 자동식소화

설비의 설치 비용은 km당 약 10억원이 필요하다. 또 저수조, 펌프실, 제어반과 같은 부대시설과 동력반이 필요하므로 비용은 더 상승할 수 있다. 또 이 시설을 유지관리하기 위해 전문적인 인력을 필요로 한다. 결국 경제적인 문제가 자동식소화설비의 설치 여부를 판단하는 주된 변수가 된다.

사고 시 발생손실의 크기와 확률에 대한 시공비용과 유지관리비용의 합이 더 커지면 경제적인 기준을 바탕으로 선택한다면 자동식소화설비를 설치하지 않는 것이 당연할 것이다. 하지만 여기서 인간의 생명을 어떤 경제적인 가치로 추산할 것인가의 문제와 안전에 대한 사회적인 요구를 포함해서 이 문제를 다루어야 할 것이다.

3.2 자동식소화설비의 장점

(1) 차량의 화재크기를 제어하고 진화할 수 있다.

앞서 설명한바와 같이 차량 내에서 화재가 발생하여도 자동식소화설비는 화염이 확산되지 못하도록 제어할 수 있고, 시간이 지남에 따라 진압을 기대할 수 있다. 진압을 기대하기 위해서 필요한 것은 차량이 연소되는 시간 동안 소화설비가 계속 작동되어야 한다는 점이다. Nihonzaka터널에서와 같이 소화수가 고갈되면 화재는 다시 재성장할 수 있을 것이다.

(2) 미연소가스에 의한 폭발을 방지할 수 있다.

Pool fire가 발생한 초기에 적응성이 있는 포소화약제를 사용하면 터널의 벽과 천장이 가열되는 것을 차단할 수 있다. 물에 의해 냉각되고 포로 덮인 가연성액체 위험물은 증발량이 급격히 감소할 것이고, 환기설비에 의해 적절하게 환기가 이루어진다면 그 위험성은 더 낮아질 것이다. 따라서 자동식소화설비는 가능한 화재 초기에 작동될 필요가 있다.

(3) 터널 내부 온도와 복사열속을 낮춰서 진화작업에 유리한 환경을 만들 수 있다.

차량에서 발생하는 화염과 뜨거운 연기는 자동식소화설비의 작동에 의해 급격히 온도가 낮아진다. 보통 소방대원의 진압 작업은 화재가 발생한 후 상당한 시간이 흐른 이후에 이루어진다. 만약 자동식소화설비에 의해 화재크기가 제어되지 못하고, 화재 근처 구간에서 복사열을 차단하지 못한다면 소방대가

화원 근처에 도달하는 것이 어렵게 될 것이다. 이런 대표적인 경우가 앞서 살펴 본 Frejus터널에서 발생한 소방대 차량의 전소였다.

(4) 다중차량화재를 예방할 수 있다.

다중차량화재가 발생하는 이유는 화재가 커지면서 발생하는 화염과 뜨거운 열기류에 의한 예열 때문이다. 만약 자동식소화설비가 설치된다면 화재에서 발생하는 열기류의 냉각작용 및 화재크기를 제한함으로써 인근 차량으로의 화염 전파는 발생하지 않을 것이다.

4. 결 론

도로터널에서 발생하는 화재 중 액체위험물 수송 차량, LPG 탱크로리 차량 화재와 대형 가연물적재트럭의 화재는 그 자체로 높은 열방출율로 터널 구조물과 시설을 파괴하고 인명에 손상을 초래할 수 있지만 인근 차량으로 발화를 통해 긴 터널 구간에 대규모의 화재를 발생시킬 수 있는 위험성을 가지고 있다.

앞에서 살펴본 것처럼 자동식소화설비가 많은 장점들을 가지고 있음에도 불구하고 제한적으로 설치되고 있는 요인에는 결국 경제적인 문제가 관련되어 있기 때문이다. 실제 자동식소화설비를 적용하기 위해서는 많은 건설비용과 유지관리 비용이 소요될 것이다. 결국 우리는 초기 투자비와 운영비와 비교되는 사고 시 발생하는 손실의 크기를 비교해서 가장 합리적인 대안을 찾아야 할 것이다.

또 터널을 이용하는 차량은 화재 발생이 어렵도록 제작되고, 차량 내 가연물의 화재하중을 줄이고, 엔진룸에 화재가 발생하면 신속하게 소화할 수 있는 장치를 설치하고, 운전자는 안전교육을 통해 터널 화재의 위험성과 화재 시 대처 요령에 대한 반복적인 교육이 요구된다.



〈저 자〉

박 경 환

(주)영설계엔지니어링

kwfree21@hanmail.net