

도로터널 안전의 새로운 시대

International Fire Protection

VUOLLE PASTI

1. 서론

좁고 사방이 막힌 지하공간에서 화재는 극도로 빠르게 커지며, 아주 높은 온도를 발생시키고, 기름유출과 독가스에 의하여 위험을 증폭시키기 때문에 특히 위험하다. 이러한 현상은 긴급구조대로 전 세계의 터널화재에서 화재를 진압하기위해 그 근처로 접근하여 여러 가지 사고를 발생할 수 있는 것을 방지할 수 있다.

터널은 전통적으로 수동적인 안전 조치에 의해 화재로부터 보호되어져 왔다. 이것은 화재가 번지는 것을 억제하는 건설자재와 특별한 터널탈출, 인근터널이나 바깥으로의 비상탈출구와 사람들이 대피처를 찾을 수 있는 공간과 같은 안전구조를 포함한다. 수동적인 안전조치는 중요한 방법으로 지하의 안전에 기여하였지만, Mont-Blanc과 St.Gotthard 도로터널에서 일어난 일 등과 같이 주요 화재 동안에는 부족한 것이 드러났다.

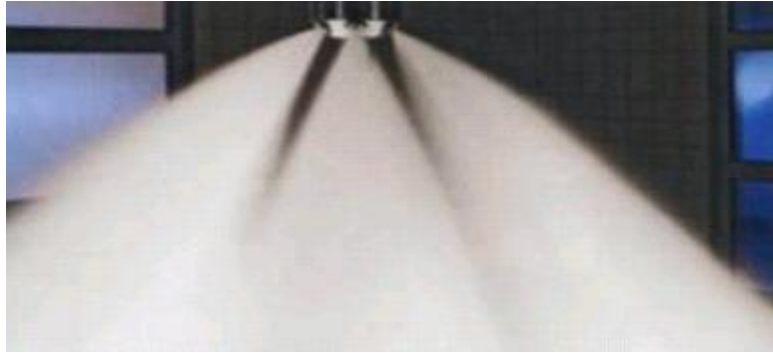
지하 화재의 위험을 완화시키기 위한 해결책을 모색하여보니, 화재시험과 현장설치로부터 얻어낸 경험은 고압의 물분무 기술이 사람, 터널기반시설과 교통에 직접적이고 중요한 피해를 막을 수 있는 탁월한 해결책으로 나타난다. 그 결과, 수많은 고압 물분무 시스템은 도로터널과 같은 지하의 운송기반시설을 보호하기위해 전 세계적으로 설치되었다.

2. 물분무 시스템

이러한 환경에서 물분무 시스템은 화재가 퍼지기 전에 최소 물의 양으로 화재를 진압하고 통제하는 즉각적인 반응으로 화재에 대처한다. 물분무 시스템은 담수를 사용하므로 환경적으로 안전하다. 이 시스템은 종래의 살수식 시스템보다 물을 훨씬 더 적게 사용하고 물 공급과 배수가 문제가 있는 지하 환경에서 큰 장점이 있다.

고압 물분무는 화재와 주위의 공기를 식히고, 복사열을 막고 산소를 제거하는 세 가지 메카니즘을 사용하여 화재를 진압한다. 작은 물방울들은 아주 빠르게 증발하고 효율적으로 열을 흡수한다. 동시에 물분무는 확대되고 화재에서 산소를 제거한다. 물분무는 효과적으로 복사열을 막고, 화재의 확대와 재점화를 막는다.

대표적인 물분무 시스템은 Marioff의 HI-FOG 물분무 화재 보호 시스템인데, 이것은 많은 지하의 시설에서 채택되어져있고, 이러한 환경에서 터널안전을 통제하는 많은 권한이 주어지는 시스템작동에서 인정을 받고 있다.



<그림 1> 파리에 있는 A86 West 터널

고압 물분무 시스템에 의해 보호되어지고 있는 파리의 A86 West 터널은 아마 적극적인 화재 보호 시스템에 의해 보호되어지는 세계에서 가장 큰 도로 터널이다. 이 터널은 10km 길이에 공학기술과 설계 각 방향을 하나로, 두 가지 레벨을 겹친 것이다. 각각의 레벨은 두 개의 차선과 갓길을 가진다. 경차를 위한 터널은 터널안전을 관리하는 새로운 프랑스 규정의 요건을 초과하는 가장 최신의 안전장치를 구비하고 있다.

빈번한 교통이 이동하도록 설계되어진 터널에서 화재보호의 중요성은 확대되고 있다. 천장은 아주 낮고 작은 양의 연기조차 없애기 힘들 것이다. 화재에 의한 열은 또한 빨리 낮은 천장 장비에 영향을 미칠 것이다.

Marioff 물분무 시스템은 화재의 경우에서 확실한 미션으로 최전선 화재 보호를 제공한다. 그 시스템은 주변의 온도를 낮춰야하고, 200m 간격으로 위치하고 있는 비상구에서 운전자의 대피를 가능하게 한다. 긴급 구조대는 또한 현장에서 화재를 진압하고 통제하고 없애기 위한 조건을 형성한다. A86 West 물분무 시스템은 각 33m 길이, 각 범위에서 24스프레이로 미션을 완수한다. 3개의 존은 화재 장소에서 약100m 길이로 그 부분을 뒤덮기 위해 동시에 작동되어 진다. 그것들은 또한 화재가 내뿜은 연기의 양을 크게 줄인다. 이것은 안전한 대피에 기여하고 터널 화재의 가장 위기의 순간 동안 생명을 지킨다.



<그림 2> 스페인의 M30 Madrid 터널

Madrid M30프로젝트는 새로운 99km 도로 건설물, 터널로 구성된 56km와 연관된 세계 목표 도시터널프로젝트이다. 그 프로젝트는 재설계, 마드리드 도시의 내부 순환 도로의 길 변

경과 재단장을 포함한다. 많은 단계를 거쳐, M30프로젝트는 도시 내부 도달시간을 상당히 줄이는 동안 새로운 터널을 통하는 도로의 주요한 구역 변경, 녹지, 오솔길, 자전거길 그리고 새로운 주거지에서 재개발 표면적을 해소하여왔다. 프로젝트 계획 단계에서 일곱개의 터널구역은 적극적인 화재 보호 시스템을 필요로하는 것으로 확인되어진다.

다른 많은 물분무 시스템은 실제의 화재 시험을 필요로 했고, 결과는 도로관리자를 확신시켜야하는데, 전통적인 살수시스템과 비교하여 작은 양의 물을 사용하는 동안 대형수송차량으로부터 M30의 넓은 터널구역과 잠재적으로 큰 화재하중을 다루기위한 물분무 시스템을 설계하고 만드는 것이 가능해야한다. 적극적으로 화재예방이 필요한 지정된 터널의 7개 부분은 현재 물분무 시스템으로 예방하고 있다.



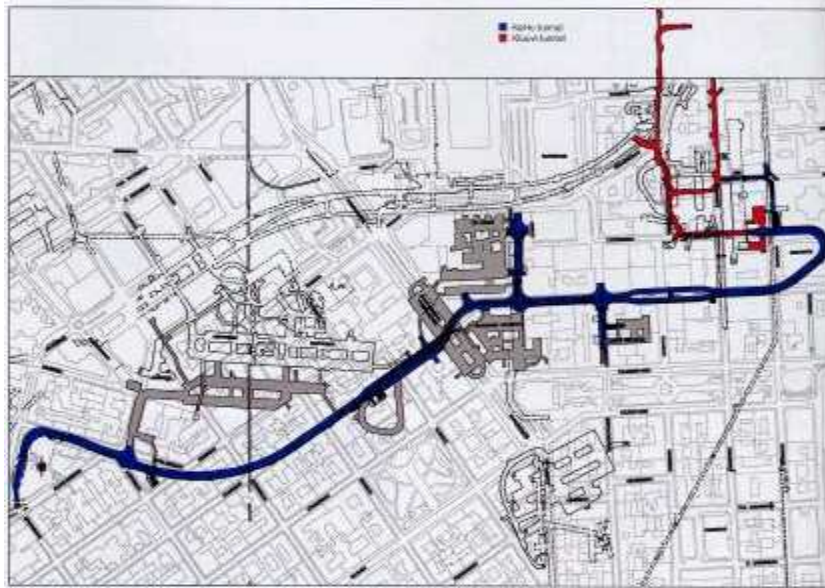
<그림 3> 핀란드 헬싱킨 터널

헬싱킨터널은 2007년과 2010년 사이에 지어졌고 핀란드의 첫 번째 자동 터널화재보호 시스템에 의해 보호되어지고 있다. 새로운 터널의 총 길이는 2km이고 시내의 가게와 상점에 공급품을 운송하는 트럭의 주요도로이다. 운송차량을 도로에서 없애는 것은 도시교통과 공기질에 직접적 긍정적인 영향을 줄 것이다. 게다가, 터널은 새로운 판매공간으로 활용화 되어지는 넓은 주차와 서비스공간을 허가하는 동안 큰 백화점, 새로운 최신의 그리고 효과적인 서비스와 주차공간을 제공했다. 이런 모든 개선은 판매공간의 훌륭한 매력과 전체 도시의 중심으로 성장할 것으로 기대되어진다.

핀란드에서 터널은 평균높이 5.5m이고 넓이가 7~20m까지 다양한 가장 복합적인 지하 건축물이다. 그것은 쌍방향 차량통행, 여러 가지 다른 기반시설 프로젝트와 4개의 로터리를 포함하는 지하의 교차지점, 땅에서부터 아래로 전체 평균 30~40m를 가지고 있다.

물분무 시스템 지역의 크기를 부여하는 것을 시행하기 위한 상당히 기술적인 도전이었다. 그 설계는 환기와 화재탐지시스템을 포함하여 필수적인것을 유지하는 반면 터널의 복합성을 고려해야한다. 물분무 시스템은 동시에 두 개로 길이 25m 구역에 방출하도록 설계되어진다. 그 시스템의 유동율은 디젤엔진에 의해 작동되어지는 세 개의 큰 펌프 유닛에 의해 안전하게 보호되어진다. 각 펌프의 유동율은 1분당 1200ℓ이고 그 중 두 개는 동시에 작동하는

데 필요하고 세 번째 펌프는 백업을 위한 것이다. 백업 펌프 유닛은 유동율을 추가하기 위해 효과적으로 사용되어지는 것이고, 필요할 때 더 큰 부분을 커버한다. 시스템 펌프의 물은 두 개의 분리된 수원으로부터 공급되어지는데, 주된 스프링클러는 물을 뿌리고 고압펌프에 가까운 곳에 위치하고 있는 급수지이다. 물분무의 탁월한 냉각 능력은 중요한 이점이 있는 것으로 고려되어진다.



<그림 4> 터널에서 냉각을 제공하는 화재 진압시스템 설계도

터널에서 냉각을 제공하는 화재 진압시스템이 없다면, 소방관들은 호스를 가지고 효과적으로 충분히 화재를 진압하기 위해 가까이 갈수 없다. 게다가, 실물크기의 터널 화재 시험으로부터 얻은 경험은 물 분무 방출 동안 종적인 환기의 속도가 물 분무가 방출되고 있지 않을 때 보다 더 작을 수 있다는 것을 보여준다. 이것은 소방대가 위쪽으로부터 화재현장을 안전하게 접근할 수 있도록 도와주고, 가시도의 상실에 의해 방해되지 않도록 도와준다.

핀란드의 기후는 겨울동안 몹시 추워서, 열의 보호가 물분무 시스템 배관에 필요되어 진다. 난방시스템은 낮은 온도에 노출되어있는 주요 배관에 설치되어졌다. 핀란드의 도로는 또한 겨울동안 아이싱 되는 것을 막기 위해 소금이 사용되어진다. 모든 배관과 구성품은 어그레시브한 터널환경에서 부식에 대하여 최고의 보호를 보장하는 높은 스테인리스 철로 만들어진다. 이것은 자연적으로 물분무 시스템의 수명을 연장한다.

3. 물분무 시스템의 효과

터널을 보호하기 위한 두가지 옵션인 종래의 스프링클러시스템과 물분무는 첫 번째로 고려되어진다. 탁월한 열과 연기 진압과 물분무의 낮은 물 소비량은 다른 시스템에서는 상당한 절약을 하는 것이다. 배수시스템은 더 소형화되어지는데, 물 공급과 출입수로는 작아지고, 환기시스템이 작아지고 대신 많은 펌프, 하나, 큰 펌프는 전체의 터널에 작동한다. 종래의 스프링클러 시스템에 필요한 물 전체의 양은 더 큰 탱크와 수원지를 가져야 했을 것이다. 또한 종래의 스프링클러 시스템을 사용하기 위해서는 도시의 물 공급이 어려웠을 것이다. 이것은 종래의 살수식 시스템과 비교해 확실한 비용절감 효과이다.

서비스 터널 프로젝트의 최종단계에서 25년의 오래된 Kluuvi 터널은 새로운 터널과 연결되어졌다. 오래된 Kluuvi 터널은 부분 방출에 따라 구역화 되지 않은 낮은 스프링클러시스템을 취하고 있었지만, 오히려 전통적인 유리관을 깨트리는 방법을 사용하고 있었다. 낮은 Kluuvi에서 터널과 연결된 저장고에 화재는 심각하게 위험했고, 어떤 부분은 최신의 방화문도 아직 설치되지 않았다. 전체의 터널이 같은 수준의 보호를 보장받기위해 Kluuvi 구역에 물분무 시스템을 연장하기로 결정하였다.

새로운 터널에 현재 사용되는 물분무 시스템은 같은 펌프실을 사용함으로써 이 낮은 터널지역에 확장하기 쉬웠다. 시운전동안 다른 안전시스템과 막힘이 없는 상호작용을 보장하기 위해 시스템 시험은 수행되어졌다. 오퍼레이팅 조직과 지역의 소방서의 교육은 프로젝트의 Marioff의 tum-key 전달에서 포함되어진다.

출처 : FIRE&ARSON INVESTIGATOR

번역 : 중앙지부 김민욱