

# 터널 화재 안전

## -위험성 측정-

*Haukur Ingason*

스웨덴 SP기술조사연구소, 교수

도로터널에서 발생하는 화재는 매우 위험하고 진압이 어렵다. 필요한 사항을 준비하는 것은 물론, 화재사건에 대한 올바른 계획이 있어야 한다. 스웨덴 SP기술조사연구소는 이 문제들을 어떻게 해결할 수 있는지에 관한 조사를 수행하였다.

스웨덴 SP기술조사연구소는 터널 분류체계를 고안하였는데, 이 터널 분류체계란 사건 장소에 구조팀이 도달하는 시간, 발생 가능한 사고 시나리오, 터널의 유형 및 교통상황을 고려한 체계이다. 이 분류체계는 터널이 건축되기 전에 화재구조서비스에 대해 논의하는 시점에서 교통당국에 큰 도움이 된다.

유럽과 전 세계에서 발생하였던 심각한 터널화재로부터, 도로터널에서 화재를 진압할 때 화재구조 서비스팀이 여러 가지 문제들에 직면한다는 점이 부각되었다. 도로터널이 중요 안전구역으로 널리 인식되고 있지만 이 분야에 대해 지금까지 조사된 바가 거의 없다. 구조상황에서는 여러 가지 조건들에 적합하게 대처할 수 있어야 한다. 이것은 화재와 구조서비스 뿐만 아니라, 터널 사용자와 터널 관리자, 소유자에게도 매우 중요한 사항이다.

## 위험성 측정

SP기술조사연구소는 도로터널에서 발생하는 실제 사고를 연구하기 시작했다. 여기

서부터 연구소는 화재가 개별차량 내에서 시작되었는지, 혹은 차량 간의 충돌의 결과로써 발생되었는지의 기준에 의해 네 가지 사고 유형 시나리오를 발견할 수 있었다. 충돌사고의 경우 대규모의 광범위한 화재가 발생할 가능성이 높다는 것이 명백한 사실이다.

사고에 관련된 차량의 유형 또한 매우 중요하다. 각각의 사고 시나리오에서, 우리는 다른 잠재적인 열 방출률 곡선을 도출하였다. 사고 시나리오와 화재 시나리오를 구별하는 이유는 어떤 화재 시나리오가 가장 일어날 법한 것인지를 결정하는 변수가 너무 다양하기 때문이다. 이러한 시나리오들은 특정한 터널에서 화재를 진압하기 위해 위험성 측정을 위한 입력정보로 사용이 될 것이다. 최악의 화재 위험성이 있는 터널은 사고피해 리스크를 줄이기 위해 더 종합적인 보호책이 필요하다. 이를 위해 사고발생을 줄이는 방법을 취하거나, 적합한 계획, 자원, 기술, 혹은 실제적 장치설비를 통해 화재의 피해를 최소화 하는 두 가지 방법이 모두 필요하다.

## 기본적 필요 요소

도로 터널에서 효과적인 화재 진압작업을 위해 우리는 몇 가지 중요한 요소에 주의를 기울였고, 도로터널에서 어떻게 하면 화재진압계획을 향상시킬 수 있는 다양한 환경에 대해 논의하면서 다양한 아이디어를 도출하였다. 예를 들어, 두 개의 터널이 있을 때 이 둘은 서로 같은 외형, 교통 흐름이나 기술적 화재안전기준을 가지고 있지 않고, 모든 터널은 자신만의 지형과 환경적 특징이 있다.

지역 소방서와 구조팀은 각각의 터널을 위한 특정한 작업절차를 가지고 있을 책임이 있다. 이 연구에서 나타나는 정보와 화재작업계획안은 기술적 절차를 돕기 위해 더 향상된 화재와 구조계획에 많은 포괄적인 아이디어를 제공한다. 우리는 반드시 해결하고 고려해야 할 작업절차적 문제의 계획을 용이하게 할 수 있는 다음과 같은 요소들을 생각해보았다.

### -장시와 장비

- 호흡장비: 어떤 유형과 기능이 화재진압과 구조작업을 위해 필수적인가?
- 노즐유형: 어떤 유형의 노즐(제트 혹은 스프레이)이 각 진압작업에 사용되어야 할까?

- 최적의 압력과 분당 소화수 배출량은?
- 물이나 거품 등 어떠한 소화약제(agent)가 터널에서 효과적으로 화재를 진압할 수 있을까?

### -화재 진압요원

- 최초 화재진압팀과 구조팀의 구성
- 환기나 물공급팀 등 지원팀의 구성

### -물 공급

- 서로 다른 유형의 화재를 진압하는 데 얼마나 많은 소화용수가 필요한가?
- 어떻게 해야 적절한 수원 공급이 이루어질까?
- 필요한 소화용수가 어떻게 화재위치까지 도달할 수 있을까?

### -화재발생장소와 구조활동

- 각 작전지점에서 최초 대응팀의 조직
- 소방서와 터널 양쪽 말단부 사이의 거리

### -전술적인 배치

- 최초 진압팀과 후발팀의 배치
- 호스의 최초·후발 지지선의 위치

위의 고려사항들 중 일부는 충분히 연구되지 않았기 때문에 더 많은 조사가 필요하다. 그러나 우리의 목표는 화재당국이 도로터널에서의 화재진압과 구조작업에 있어서 다양한 문제들에 주의를 기울이도록 하는 것과 남은 문제를 해결하는 것이다.

예를 들어, 새로운 터널에 대해 설계 단계의 위험성 분석이 수행될 때 공간화재와 구조 활동의 대처능력, 이를테면 소방서와 터널사이의 거리와 사용가능한 소방대원들과 소방차의 수가 위험분석 처리과정에 포함되지 않은 것은 의아한 점이다.

## 소방대능력

소방대의 능력을 고려할 때, 출동시간이 중요한 요소이며, 터널 내에서 소방대가 대응할 수 있는 화재의 규모가 중요한 고려사항이다. 우리의 연구에서는 보통 규모의 소방대의 출동시간과 다양한 화재시나리오에 대한 최대 소화활동 개입시간을 사용하여 그 이후의 작전을 결정하였다. 그 결과, 보통 규모의 소방대는 가연성 자재를 싣고 있는 트레일러가 없는 대형트럭에서 발생한 화재를 간신히 제어 하는 것으로 나타났다. 충분히 빠른 소방 활동 작전이 이루어질 때 20~30MW의 범위내의 화재를 다룰 수 있다. 이것은 승용차, 또는 버스에서 화재가 발생하면 첫 번째 도착하는 소방대가 해결할 수 있음을 의미한다.

최대 가능 개입시간에 대한 정보는 거의 없으므로 이 주제에 대한 연구는 여전히 더 필요하다. 이용할 수 있는 제한된 정보에 의하면 충돌화재는 7분 이내에 진압되어야 하고, 단일화재는 초기화재를 확실하게 제어하기 위해 13분에서 20분 사이에 진화되어야 한다. 출동소요 제한시간과 최대 출동소요시간 2가지 기준에 따라 환기 시스템의 공기 흐름의 방향과 접근 경로와 같은 가동상의 절차를 결정하는 적절한 계획을 선택해야한다.

## 새로운 분류방법

제안된 분류 모형은 다음의 4가지 요소에 기초한다. 대형트럭과 위험물 화물차량의 통과, 터널의 종류, 혼잡 위험, 출동 소요시간이며 그 중에 출동 소요시간은 소화활동과 구출작전에 가장 중요한 요소이다. 분류에 따라 다음 4가지 등급을 제안한다. 분류 모형은 분류체계의 기본을 나타내는 흐름표에 의해 표현되어 진다.

간략한 등급은 다음과 같다.

Class I : 대형트럭과 가연성 위험물 화물차량의 통과를 제한한다. 연소 확대의 측면에서 거의 위험이 없다. 안전한 터널로 간주된다.

Class II : 8분 이내 거리의 소방서 또는 스프링클러와 같은 고정식 소화설비를 갖춘 일방통행 터널이다. 모든 화재는 소방대 또는 고정식 소화설비에 의해 통제되어 진다.

Class III : 일방통행 터널, 소방대는 천천히 성장하는 화재를 소화할 수 있다.

Class IV : 정체된 터널 또는 양방향 터널, 단일화재 또는 충돌화재와 연소 확대의

가능성이 상당히 크다고 예상된다.

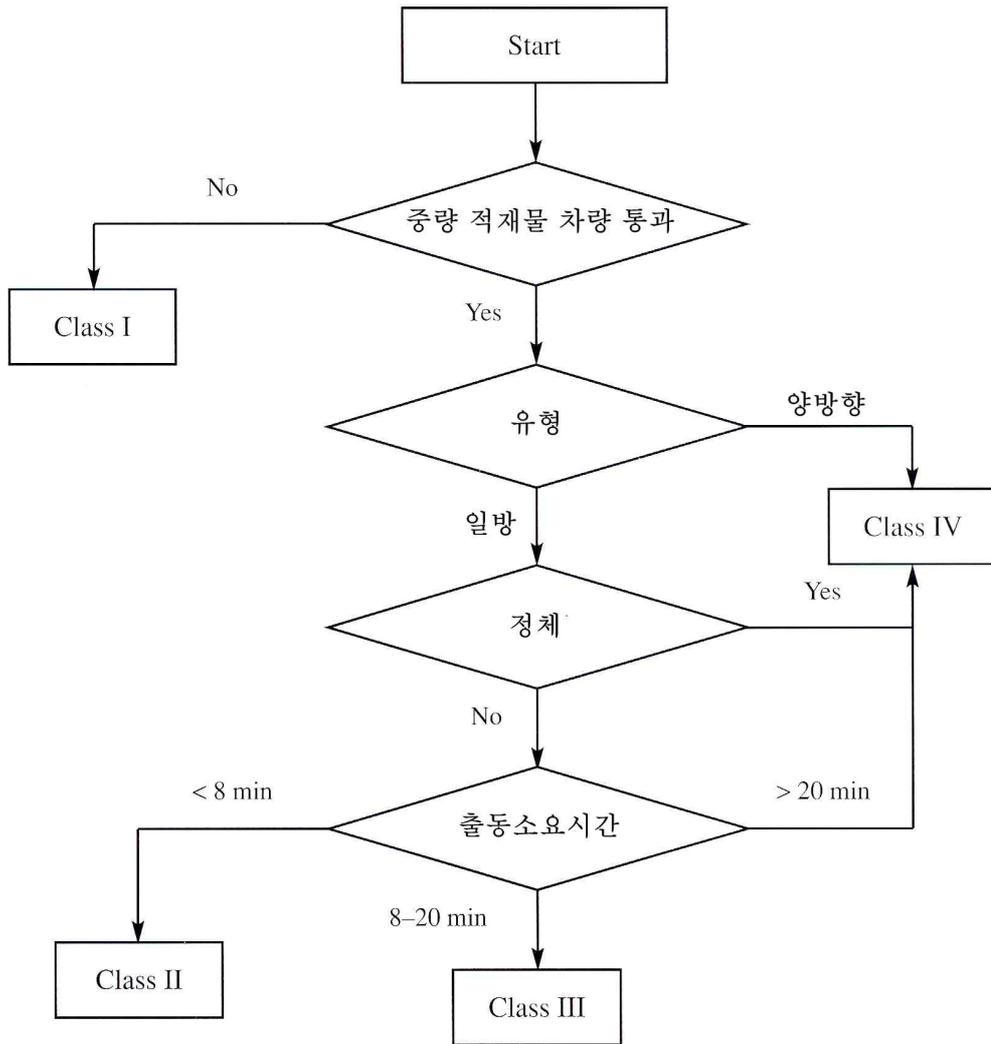


그림1. 터널의 분류 모형

통행하는 교통량의 형태(대형차량, 화물차량, 차 간 간격이 좁은 교통량)에 따른 등급의 선택, 터널의 종류(단일방향 또는 양방향 교통), 터널의 물리적인 장비(스프링클러와 환기장치), 소방관이 장소에 도착하는데 걸리는 시간, 가능한 사고 및 화재 시나리오의 설명 등 모든 요소들은 터널의 등급을 결정하기 위해 고려된다.

가장 낮은 위험 등급에서는 소방대가 모든 종류의 화재를 진압할 수 있다고 가정한다. 스프링클러 설비의 설치에 터널의 등급을 올리는데 영향을 준다. 터널 소유자와 소방관은 물리적 안전 시스템의 선택과 필요한 대처시간과 전력에 관하여 평가하기 위한 토의를 할 때 분류 체계를 사용할 수 있다.

## 결론

이 연구는 소방관과 각 도로 터널이 가지고 있는 잠재적 위험 수위를 나타내는 데에 중점을 두었음을 명심해야한다. 이 연구는 어떠한 잠재적 위험에 대응하기 위해 대책방안을 개발하는데 소방당국 또는 책임자에게 도움이 될 것이다. 더욱 향상된 변수가 개발되어 화재의 영향과 구조활동 위험을 평가하는데 사용되어 향후 위험분석 과정에 포함되기를 희망한다.

---

출처 : ASIA PACIFIC FIRE DECEMBER 2010

번역 : 경기강원지부 사원 김성제