

# 국내,외 코드 분석을 통한 개선된 지능형 다차원적 터널 화재 감시대응시스템구축에 관한 연구

고재선\*

\*호원대학교 소방안전학과

e-mail:119kjs@howon.ac.kr

## A Study on the Improvement of Intelligent Multi-dimensional Tunnel Fire Monitoring Response System through Domestic and International Code Analysis

Jaesun-Go \*

\*Dept. of Fire Safety Engineering, Howon University

### 요약

본 논문은 엔지니어링 측면에서 터널용 자동화재탐지시설 및 통신시스템을 국내 화재안전기준 및 NFPA (National Fire Protection Association) 등 국제기준을 중심으로 살펴보고, 실제 개선된 다차원적감시시스템을 구축하여 시공시에 활용하는 것에 그 목적이 있다. 분석된 내용을 살펴보면 첫째 터널 내 화재원인의 대부분을 차지하는 위험물에 대해 보다 적극적인 규제가 필요하고, 이를 위해 운반차량 등에 대한 불시점검을 통해 Penalty가 주어져야 하며, 인적방법에만 의존하는 과거의 터널 감시 방법에서 벗어나 교통량 분석(Doppler Radar), 터널 내 소음분석, Fan Discharge Detector, 환경보상방식의 감지센서 등의 도입 등 다양한 감시방법 등을 채택하여 적용하는 것이 필요하다. 두 번째로는 최적의 수단인(Optimum Condition) 다차원적인 감시 및 대응(Multi-Dimensioned Monitoring and Response)을 가능하게 하는 통합통신망 구축으로서 Radio Communication 및 Emergency Phone 기능의 강화가 필요하다. 마지막으로 인명우선주의(Life Safety Oriented)의 터널 방재정책을 수립해야 하는데 이를 위해 대안적 대피로의 확보 및 Staging Area, Collecting Area에 대한 보다 많은 관심과 할애가 요구 된다. 향후 본 연구가 국제기준상에서의 요구사항은 물론 엔지니어링 실무차원에서 필요로 하는 실질적인 제안으로서 역할이 되기를 기대한다.

### 1. 서론

최근 국토의 효율적인 이용과 환경 친화적인 도로시설을 위하여 도로터널의 건설은 꾸준히 증가되고 있다. 이와 함께 최근 터널굴착 및 시공기술의 발달과 방재시설의 도입으로 도로터널은 초장대화 등 변화되고 있는 실정이다. 반면 도로터널에서의 재해발생은 인적, 물적으로 피해를 초래할 수 있으므로 도로터널의 재해발생시 위기대응 방법과 재해발생을 억제하기 위하여 다방면으로 방법을 모색하고 있다. 이에 따라, 2004년 ‘도로터널 방재시설 설치 및 관리지침(이하방재지침)’을 제정·공포하여 2009년 개정작업을 통하여 현재의 행정규칙(예규)로 승격되어 재공포되어 있는 상태이다. 하지만 그동안 다양한 대안설계의 제시 및 새로운 IT 기술의 발전은 방재시스템의 첨단화 등 많은 변화를 가져왔다 또한 터널방재의 사각지대라 볼 수 있는 500~1,000m 미만의 단터널에 대해서도 화재안전에 대한 요구가 지속적으로 증대되고 있는 실정이다. 따라서 본 논문에서는 개선된 다차원적 감시시스템을

구축하여 실제 시공시 엔지니어링 활용을 목적으로 터널용 자동화재탐지시스템 및 통신시스템을 국내 화재안전기준 및 NFPA 등 국제기준을 중심으로 비교분석을 통해 살펴봄으로써 향후 국토교통부의 도로터널의 방재지침 개선작업에 수정 보완해야 할 부분을 개괄해 보는데 그 목적이 있다.

### 2. 본론

#### 2.1 국내 Code 분석

[표 1] Standard of Installation of Disaster Prevention Equipment

Tunnel Class / Type of equipment		A-Class	B-Class	C-Class	D-Class
Communication equipment	passivity	◎	◎	◎	
	Automatic	◎			

	Emergency phone	◎	◎	◎	◎
Emergency alarm system	-	◎	◎	◎	◎
Fire Extinguishing Equipment	Fire extinguisher	◎	◎	◎	
	fireplug	◎	◎		
Other equipment	Water supply facilities, watering facilities, flue facilities, evacuation facilities, emergency parking lots, Induction equipment, CCTV equipment, emergency power equipment, emergency lighting equipment				

2.1 NFPA Code 분석

[표 2] Requirements for Fire Detection

Classification	Contents
(1) Manual Double Action Alarm Box	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Requires the operation of the step 2 in the operation method, which being in order to ensure the reliability of the alarm.</li> <li>- Installation intervals (installation waterproof) 90mless.</li> <li>- If you discover a fire during operation, it should be able to pinpoint the location of the fire, because the address type (Addressable) is recommended.</li> </ul>
(3) Automatic Fire Detectors	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Installed in the pump room, electrical room, Cross Package CCTV monitoring does not</li> <li>- Does installation interval is not to exceed more than 15meters.</li> </ul>
(4) Interlock with Fire Detection System	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fire detectors in connection with traffic control &amp; ventilation.</li> </ul>

2.3 Cdde분석에 따른 터널화재의 방화대책

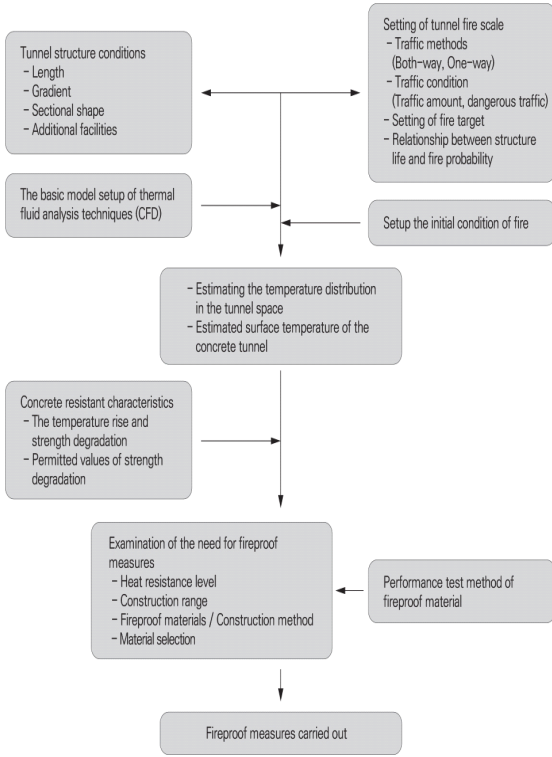
[표 3]은 터널 화재탐지 및 경보체계의 전략적 방화대책을 분석한 것이다. 화재인지, 화재신호전송, 대피활동 Interlock, 소화활동 Interlock, 화재감지(Fire Detection), 경보기능 (Fire Alarm), 터널 Local Communication, 원격통신망 (Remote Integrated Communication), 자동화재탐지시스템과 Traffic Control, 자동화재탐지시스템과 스프링클러 연계, 자동화재탐지시스템과 Ventilation에 대해 방화대책을 요약 기술한 것이다.

[표 3] Fire-fighting measures of the strategic tunnel fire detection and alarm system

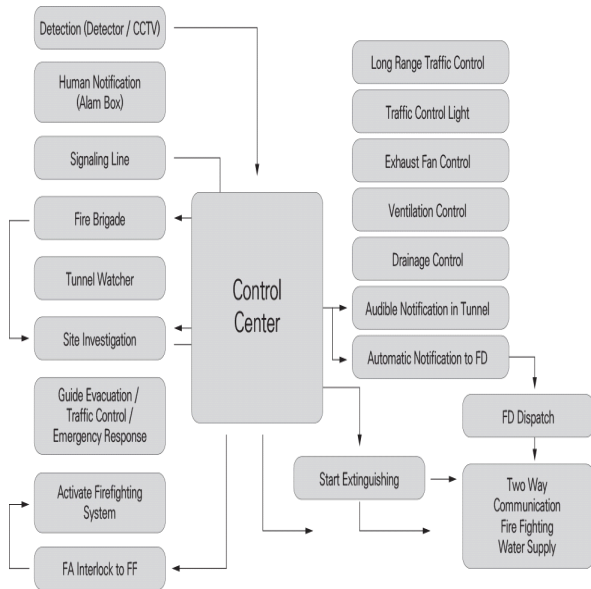
(1) Automatic fire	○ Automatic fire detection system in
--------------------	--------------------------------------

detection systems & Traffic Control	<p>conjunction with traffic control as required by NFPA 502.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The length of the tunnel than 90m, also a means by which to block the vehicles entering the tunnel in accordance with the fire alarm must be taken.</li> <li>- If the length of the tunnel than 240m should include all vehicles entering the tunnel should be immediately controlled.</li> </ul>
(2) Automatic fire detection systems & Sprinkler connection	<p>○ For the interlocking of automatic fire detection and sprinkler systems through real experience that tunnel fire and raised the following questions.(Nihozaka Tunnel: "Fire Protection Engineering" Winter 2000, Christian Dubai, 'Fire Protection and Life Safety for ROAD TUNNELS)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- There is difficulty in extinguishing a dangerous fire sprinklers</li> <li>- The heated steam and smoke that could spread to the entire tunnel.                         <ul style="list-style-type: none"> <li>- In the narrow space area of the tunnel can not talk to localized heat by a strong ventilation.</li> </ul> </li> <li>- Sprinkler activity that can interfere with the natural smoke layer formed.</li> <li>- The injected water may exceed the vehicle wiping ability, it may be mentioned only the road slippery.</li> <li>- In the case of water injection is essential to the underwater tunnel allows the driver to panic.</li> <li>- In an alternative way to live AAAF systems &amp; manual operation of the deluge sprinkler system recommended by the fire zone area flood way.</li> </ul>
(3) Automatic fire detection systems & Ventilation	<p>○ Ventilation is the main purpose of evacuation of casualties.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preventing damage to human life due to suffocation, to ensure that the vision for a shelter that purpose.</li> <li>- Smoke rising flow area maximum supply manner, falling smoke flow area conducted a maximum exhaust</li> <li>- Configure the Back Layer.</li> </ul>

[그림 1,2]는 터널 화재의 재난에 대한 대응책 및 고려해야할 사항을 나타낸 것이다. [표 1,2,3]을 종합하여 향후 개선을 위한 제언으로서 국내외 기준을 비교분석한 결과를 구체적으로 살펴보면 먼저 화재인지부분에는 자동화재탐지시스템과 통신시스템은 [그림 2]에서 Sequence Chart에서 보듯이 터널 방화대책에 있어 상당히 중요한 전략적 중요성을 갖는다. 모든 화재는 사람에 의해 발신기(Manual Box), 비상전화(Emergency Phone)등으로 화재를 보고하거나, 자동화재감지에 의해 화재신호를 송신하거나, CCTV의 시각적 감시에 의해 Control Room에서 화재상황을 인지할 수 있다.



[그림 1] Flowchart for tunnel fire countermeasures decision..



[그림 2] Considerations for disaster in a tunnel fire.

즉, 화재감지는 터널 내 화재상황에 있어 최초의 인지단계라 할 수 있다. 그리고 화재신호전송은 화재를 인지하면 화재신호를 전송하는데 통상 FACP 또는 CCTV Monitor로 전송되며, 동시에 인근 관할 소방서에 City Connection 등을 통해 동시 전송된다. 필요에 따라 관할 Traffic Control Center에서

이 신호를 받아 동시적으로 화재상황에 따른 교통통제를 수행하게 된다. 또한 대피활동 Interlock 부분은 화재상황에서 Ventilation의 역할은 기본적으로 인명안전(Life Safety)을 위한 수단으로서 Zone별로 적절한 Ventilation을 수행한다. 아울러 소화활동 Interlock은 스프링클러 등의 소화설비를 해당 지역에 가동시킴으로써 소화활동을 개시(Initiating)하게 된다.

### 3. 결론

실질적인 터널 내 방화대책을 강구하기 위해서는 다음과 같은 접근이 필요하다는 사실을 알 수 있다. 먼저 국내에 취약한 터널 내 및 터널-감시센터간의 통신망의 강화이다. Radio Communication 및 Emergency Phone 기능의 강화가 필요하다. 즉 통합통신망 구축이다. 터널~소방서~교통통제센터를 연결하는 통합통신망은 다차원적인 감시 및 대응(Multi-Dimensioned Monitoring and Response)를 가능하게 하는 최적의 수단이다. 또한 인명우선주의 (Life Safety Oriented) 터널 방재정책을 수립해야 하는데, 대안적 대피로의 확보 및 Staging / Collecting Area에 대한 보다 많은 관심과 할애가 요구 된다. 이와 연계하여 터널 내 피해를 최소화하고, 소방력의 진입을 용이하게 하기 위한 Traffic Control을 입체적으로 수행하는 것이 중요하다. 향후 지속적으로 개발되는 여러 첨단 방재기술과 터널 굴착기술과 더불어 관련 법규의 개정에 맞추어 ‘도로터널의 방재시설 설치 및 관리지침’이 개정되어 나가진다면 보다 방재능력이 확보된 ‘도로터널의 방재시설 설치 및 관리지침’이 마련될 것이라 기대된다.

### 참고문헌

- [1] National fire protection association.(2000), NFPA-130 standard for fixed guide way and passenger rail systems.
- [2] Report for the XVIIIth road congress. (1987), Brussels, 13~19 September.
- [3] Roulal institute of engineers(KIVI). (1991), Ventilation of road tunnels, Netherland, November.
- [4] Accident, incident and emergency procedures manual. (1999), MTR corporation, Hong Kong.
- [5] Rule and procedures manual. (1999), MTR coperation, Hong Kong.
- [6] Tunnel fires risk assessment. (1996), AEA technology on behalf of MTR corporation, Hong Kong.
- [7] Urban line rolling stock "Power output from flash-over "fires. (1999), Results of ISO 5660 type data., Gary J.Duggan & Partners, May.