

남산 1·2·3호 터널사고에 대한 재난대응방안

이정일*

*서울중부소방서

Namsan 1.2.3 Tunnel accident disaster countermeasures

Jeong-Il Lee*

*Seoul Jung-bu Fire Station

Abstract

Namsan road are taxis in the engine room fires (07/14/2011 18:05) in the tunnel, and the driver of the vehicle was 100 passenger car and more than 500 evacuated were disasters. Pole road vehicles within the tunnel if there is a fire tunnel fire occurred at a two-way evacuation difficult and rapid evacuation is difficult and mass casualties are concerned, the number of casualties is feared. In this study, by considering the problems and improve the Namsan 1,2,3 Tunnel In case of fire, the best disaster response is to come up with ways

Keywords : Disaster accidents, road tunnels, fire-fighting facilities, Namsan Tunnel, riot measures

1. 서론

1.1 연구의 목적 및 방법

인류문명의 발달과 인구의 증가로 인한 차량과 물류의 유통이 증가함에 따라 각종 도로는 국내 교통과 운송수단에 있어서 중요한 역할을 차지하고 있다.

현재 전국도로에 1.064개소의 도로터널이 있고 길이가 1,000m 이상인 1종 터널의 수만 85개소이며 이는 점차 증가될 전망이다. 이에 따라 터널에서의 사고도 증가할 것이고 터널사고의 특성상 대형재난사고로 확대될 개연성을 충분히 내포하고 있으며, 이로 인한 인명피해, 재산피해와 함께 물류수송의 중단에 따른 사회적인 중대한 손실의 발생 등 잠재위험의 가능성이 날로 증가하고 있다.

이에 따라 각종 재난사고에 즉시 대응하여 피해를 최소화 할 수 있는 체계적인 프로그램이 마련되어야

할 것이다.

따라서 본 연구의 목적과 범위는 항상 대형재난사고의 위험성을 내포하고 있는 남산1,2,3호 도로터널을 중심으로 터널내 대형사고가 발생하였을 경우 재난관리적 측면에서 사고의 대응방안이나 수습 방안을 강구하는 것을 본 연구의 목적으로 설정한다.

1.2 연구의 방법

최근 남산1호 터널 주행 중인 택시 엔진룸에서 발생한 화재(2011. 7. 14. 18:05)로 터널 안에 있던 100여대의 차량 운전자와 승객 500여명이 차를 버리고 긴급 대피하는 재난사고가 있었다. 화재 발생 시 양방향 피난이 곤란하고 신속한 대피가 곤란하여 대량 인명피해가 우려되며 장대 도로터널 내 차량화재가 발생하면 다수의 인명피해가 우려된다. 본 연구에서는 남산1,2,3호 터널 내 설치된 소방시설 타당성 검토를 통하여 화재발생시 최선의 재난대응방안을 마련하고자 한다.

† Corresponding author: Jeong-Il Lee, 105-602 Hyundai Apt., 818, Majang-dong, Seongdong-gu, Seoul, Korea. M P : 017-289-7731, E-mail: gydhhh@hanmail.net

Received January 20, 2013; Revision Received March 12, 2013; Accepted March 17, 2013.

1.3 선행연구 및 연구의 의의

본 연구의 내용은 남산터널의 화재사례의 분석을 통하여 재난관리적 측면에서 사고의 대응방안이나 수습방안을 강구하는 것이 연구의 중심이 된다. 이러한 이유로 남산 사례로 한 기존의 연구사례는 많지 않다. 다만, 터널 내 환기방식에 따른 배연특성, 국내 도로터널의 현황과 안전관리실태, 소방대의 현장접근성 강화를 위한 설비의 개선방안 등은 이루어져 왔다. 따라서 기존 연구사례의 분석 및 남산터널 내 화재발생 시 소방대의 대응체계 분석을 통해서 기존 연구와의 차별화된 연구 방향을 설정하였다.

오택흠(2012)는 소방대의 현장접근성 강화를 위하여 남산터널에 대한 구조 및 소방·방재시설 등 기초자료를 조사하고 문제점을 분석하여 소방시설 및 차단막 등 기타시설의 개선방안을 제시하였다. 김종윤(2008)은 터널 화재시 환기방식에 따른 배연특성에 대한 수치해석을 연구하였다. 김남영(2006)은 국내 도로터널의 방재시설의 현황 및 향후 개선방안을 제시하였다.

2. 도로터널의 일반현황

2.1 도로터널의 설치현황

국내에는 전국에 총 397개의 도로터널이 설치되었으며 총 연장은 239,940m이다. 설치장소를 시·도별로 구분하면, 경기도가 81개소(20%), 강원도 54개소(14%), 서울 47개소(12%) 순이며, 도로별로는 고속도로가 170개소(43%)로 압도적으로 많으며 일반국도, 기타 지방도로 순이다.

2.2 도로터널의 종류

터널은 시설물 안전관리에 관한 특별법에 의해 1종 터널과 2종터널로 구분되며 1종터널은 터널의 길이가 1천미터 이상이거나 터널내 3차선 이상의 편도터널을 말하며 그 외의 것은 2종터널로 구분하고 있으며 국내에는 전국에 총 395개의 터널 중 1종터널이 85개소(21.5%)이고 나머지 310개소(78.5%)가 2종터널로 구분된다.

〈Table 1〉 Seoul's tunnel status (2011)

계	규 모			
	500m미만	500m이상 1000m미만	1000m이상 1500m미만	1500m이상 2000m이하
37	23	6	2	6

터널 길이가 1,000m 이상인 장대터널은 7개소가 있으며, 남산1호, 남산2호, 남산3호, 홍지문, 정릉, 구룡, 우면산터널 등이 있다.

〈Table 2〉 domestic tunnel status (2011)

계	서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기	강원	충청	전라	경상	제주
1,465	65	51	21	11	20	26	11	222	221	203	300	304	-

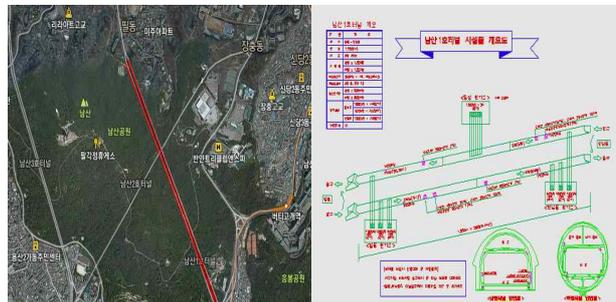
〈Table 3〉 General Present Condition of Namsan Tunnel

연번	터널명	위 치	터널구조	환기방식	소방시설 등
1	남산1호터널	중구 예장동 산5-6 ↔ 용산구 한남동 772-3	1열 : 폭 10m, 연장 1,530m	구)반회류식 (하향송기형)	소화기, 소화전, 비경, 비방, 자탐, 제연, 무통 연송, 비콘 등
			2열 : 폭 9m, 연장 1,532m	신)회류식 (상향송기형)	
2	남산2호터널	중구 장충동 산7-22 ↔ 용산구 이태원동 262-26	1열 : 폭 10.7m, 연장 1,620m	반회류식 (하향송기형)	소화기, 소화전, 비경, 비방, 자탐, 제연, 무통 연송, 비콘 등
3	남산3호터널	중구 회현동1가 산1-16 ↔ 용산구용산동2가 2-5	1열(상) : 폭 9m, 연장 1,280m	반회류식 (하향송기형)	소화기, 소화전, 비경, 비방, 자탐, 제연, 무통 연송, 비콘 등
			2열(하) : 폭 9m, 연장 1,270m	반회류식 (하향송기형)	

2.3 남산 1,2,3호 터널 위치 및 구조도

2.3.1 남산1호 터널

남산1호 터널은 중구 예장동 산5-6과 용산구 한남동 772-3으로 연결되어 있는 터널로 연장 1열(상행)은 1,530m로 되어 있으며 2열(하행)은 1,532m로 되어 있다.



〔Figure 1〕 Location and foreground of Namsan No.1 tunnel

터널구조는 일방향 2차선으로 총 4차선으로 되어 있다. 1열(상행)은 폭 10m, 높이 4.5m, 연장 1,530m이며 2열(하행)은 폭 9m, 높이 4.5m, 연장 1,532m으로 되어 있다.

남산1호 터널 구조적 특징은 첫째, 터널내 배기덕트 설치로 높이가 4.5m로 낮아져 연기층 하강시간 단축할 수 있다. 둘째, 1열(상행) 대비 2열(하행) 터널의 경우 터널폭이 9m로 터널 단면적이 작아 제연성능이 우수한 설비의 적용이 고려되어야 한다. 셋째, 도로 측면 대피통로의 폭 부족 및 난간 미설치 및 벽체부분의 설비 등 돌출로 원활한 피난 곤란하다.

환기방식으로 1열(상행)은 반횡류환기식(하향 송기형)과 2열(하행)은 횡류환기방식(상향 송기형)으로 되어 있다. 환기방식의 특징으로 첫째, 횡류식의 경우 터널에 설치된 급·배기 덕트를 통해서 배연되며, 둘째, 종류 환기식 제연설비 대비 화원으로부터 연기를 흡출함으로써 화원 양방향의 안전한 대피로 유지 가능하다. 제연기능을 위한 역회전 운전 시 지연시간(Time delay)이 필요하며 터널 높이가 낮아 빠른 연기층 하강으로 신속한 대피 곤란 우려된다. 남산터널 등 정체빈도가 높거나 양방향터널에 적합한 방식이라고 할 수 있다.

2.3.2 남산2호 터널

남산2호 터널은 중구 장충동 산7-22와 용산구 이태원동 262-26를 관통하고 있으며, 연장 1열(상·하행)은 1,620m이며, 터널구조는 양방향 터널(편도 1차선)으로 구조는 1열(상·하행)은 폭 10.7m, 높이 4.5m, 연장 1,620m이다.



[Figure 2] Location and foreground of Namsan No.2 tunnel

남산2호선 터널 구조적 특징으로 첫째, 터널 중간부분으로 높게 경사져 화재 발생 시 연기가 터널 중앙부분에 모이는 구조로 차량화재 발생 시 피난방향으로 연기의 전파 우려되며, 둘째, 터널 출구부분의 급커브 및 양방향터널로 차량운전자의 과속 또는 운전미숙에 따른 사고 및 차량화재

발생 가능성 농후하다. 셋째, 도로 측면 대피통로의 폭 부족 및 설비 등의 돌출로 원활한 피난 곤란하다.

환기방식은 1열(상·하행)이 반횡류식(하향 송기형)이다. 환기방식의 특징은 반횡류식의 경우 터널에 설치된 급기 또는 배기덕트를 통해 배연되며 종류환기식 제연설비 대비 화원으로부터 연기를 흡출함으로써 화원 양방향의 안전한 대피로 유지 가능하다. 제연기능을 위한 역회전 운전 시 지연시간(Time delay)이 필요하며 터널 높이가 낮아 빠른 연기층 하강으로 신속한 대피 곤란 우려된다. 남산터널 등 정체빈도가 높거나 양방향터널에 적합한 방식이다.

2.3.3 남산3호 터널

남산3호 터널은 중구 회현동1가 산1-16와 용산구 용산동2가 2-5로 1열(상행)은 1,280m이고 2열(하행)은 1,270m이다.



[Figure 7] Location and foreground of Namsan No.3 tunnel

터널구조는 일방향 2차선으로 총 4차선으로 되어 있다. 1열(상행)은 폭 9m, 높이 4.7m, 연장 1,280m이며 2열(하행)은 폭 9m, 높이 4.7m, 연장 1,270m이다. 터널 구조적 특징으로 터널내 배기덕트 설치로 높이가 4.7m로 높아 연기층 하강시간이 길어져 피난에 유리하며 터널폭이 9m로 단면적이 작아 제연성능이 우수한 설비의 적용이 고려된다. 도로 측면 대피통로의 폭 부족 및 난간 등 미설치로 원활한 피난 곤란하다.

환기방식은 1열(상행)은 반횡류식(하향 송기형)과 2열(하행)은 반횡류식(하향 송기형)으로 되어 있다. 환기방식의 특징으로는 반횡류식의 경우 터널에 설치된 급기 또는 배기덕트를 통해 배연되고 종류환기식 제연설비 대비 화원으로부터 연기를 흡출함으로써 화원 양방향의 안전한 대피로 유지 가능하다. 제연기능을 위한 역회전 운전 시 지연시간(Time delay)이 필요하고 남산터널 등 정체빈도가 높거나 양방향터널에 적합한 방식이다.

3. 터널구조물 및 터널화재의 특성

3.1 터널구조물의 특성

일반적으로 터널은 산을 뚫어 차량의 통행을 목적으로 설치된 구조물로 지형적인 특성에 따라 기압과 기온변화가 심하며 외부와의 단절된 독립구조물로서 그 구조형태에 따라 단일구조물의 형태를 갖춘 외터널과 쌍터널로 구분되며 외터널의 경우는 터널 내 양방향의 차량운행을 목적으로 설치되고 교통의 수요가 많은 경우는 외터널의 형태를 갖춘 터널을 각기 설치하여 편도차량운행을 목적으로 설치한 구조적 특성을 가지고 있다.

도로터널에서는 내부에 사고가 발생하였을 경우 대피가 곤란하고 계속되는 차량의 진입을 효과적으로 통제할 방도가 없기 때문에 순식간에 대형 인명사고 또는 다수의 인명피해를 초래하게 된다. 이와 같은 요인은 터널의 구조적 특성에 의한 사고발생 요인과 구조물의 붕괴 또는 터널내의 차량사고 등을 들 수 있으나 일반적으로 터널사고의 대부분은 차량의 추돌사고로서 연료탱크에서 누출된 휘발유에 점화원이 제공되어 화재로 확대되어지거나 적재된 위험물의 화재사고 또는 엔진과열로 인한 화재사고 등이 주요 원인으로 나타나고 있다.

3.1.1 구조물에 의한 사고영향

터널 구조물의 경우 구조적 및 지형적 영향을 많이 받는 곳임으로 터널내부의 자연적 환경영향과 구조물 설비에 따른 위험요인을 들 수 있다. 이와 같은 요인들은 운전자에게 심리적 변화를 일으켜 터널사고 발생의 주요원인 등으로 나타난다.

3.1.1.1 환경적 영향

터널 내부의 환경적 영향은 대부분 자연적 환경영향요소로서 기상변화에 가장 큰 영향을 받고 있다. 특히 안개나 겨울철 노면 동결 등은 주요사고 원인으로 나타나며 터널의 위치 고도에 따라서는 기압변화 등도 운전자에게 심리적 영향을 가져다 준다.

3.1.1.2 시설구조 설비의 영향

시설구조 설비의 경우는 이와 같은 자연적 환경위험요인을 사전에 억제시켜주는 주요설비로서 터널내부의 조명설비나 공조설비 등을 들 수 있으며 또한 사고발

생시 신속히 대피할 수 있는 피난설비나 경보 및 소화설비도 터널 구조물의 사고특성에 주요한 영향을 주고 있다.

3.2 터널 화재사고의 특성

터널구조물의 경우 일반 지상 건축물과는 달리 화재양상은 많은 차이점이 있다. 특히 지형적 특성에 따라 사고발생 후 화재로 확대 시 터널 내 화재현상은 연소상태의 불안정으로 인한 유독가스 발생과 환·기류의 방향변화에 따른 연소생성물의 배출곤란과 피난방향의 혼선을 초래하며 소화활동에도 많은 어려움이 따르고 있다.

3.2.1 농연과 열기의 충만

외기의 공급이 한정되어 있기 때문에 시간의 경과에 따라 연소상태가 불안정하여 대량의 연기 및 유독가스를 발생시키며 이와 같은 농연과 열기류는 급속히 확산되어 터널내부의 요구조자의 피난장애와 소방대원의 신속한 진입곤란을 가져다준다. 예로 프랑스 몽블랑 터널화재사고의 경우 차량의 연소에 의한 터널내부의 온도가 1,000~1,200℃의 고온과 농연으로 요구조자의 피난장애로 많은 사상자가 발생하였으며 소방대원의 현장접근이 매우 어려웠다.

3.2.2 연소생성물의 배출곤란

축적된 연기 등 다량의 연소생성물을 지상으로 신속히 배출시키기가 어렵다. 1층 터널의 경우는 배연설비나 환기설비를 설치하였지만 급속히 연소되면서 발생하는 다량의 연기 등을 신속히 외부로 배출하는 것은 매우 곤란하다. 특히 터널내부의 기류변동이 심하여 연기의 유동이 불안정하고 또한 기압의 변동에 영향을 받고 있는 상태이기 때문이다.

3.2.3 소화활동 곤란

터널 내 사고가 발생한 경우 화재진압 및 구조·구급을 위해 터널 내 소방대원의 진입은 불가피 하지만 화재현상과 터널내부의 환경적 영향에 따라 환·기류의 방향변화로 소방대원의 진입방향과 역행하는 결과로 피난자의 혼란과 외부광선의 차단 등으로 암흑화가 일어날 수 있으며 터널외부와의 통신 장애로 효율적인 진압작전 전개가 이루어 질 수 없다.

3.2.4 사고현장의 접근 곤란

우선 무엇보다도 사고현장 접근이 용이하여야 함에도 불구하고 대다수의 터널이 산 속에 위치하고 있어 현장접근이 신속하지 못하다. 더욱이 고속도로의 경우는 계속되는 차량의 정체로 신고를 받고 출동하는 소방이나 경찰 또한 어려움이 예상되며 사고현장까지는 많은 시간이 지체된다는 것이다.

3.3 소화설비의 설계

소방시설 설치유지 및 안전관리에 관한 법률 시행령 및 도로터널 화재안전기준에 의한 설치기준은 다음과 같다.

〈Table 4〉 National fire safety code of tunnel

소화기	비상경보	비상조명등	비상콘센트	무선통신보조설비	제연설비	옥내소화전	자동화재탐지설비	연결송수관	물분무소화설비
모든 터널	터널길이 500m이상			터널길이 1,000m이상			3,000m이상		

남산터널 내 소방시설은 국가화재안전기준(NFSC 603)에 의거 적정하게 설치되어 있으며 피난연결통로는 남산3호 터널에만 설치되어 있다.

〈Table 5〉 Fire-fighting facilities of Namsan tunnel

터널명	소방시설 설치현황								
	소화기	비상경보	비상조명등	비상콘센트	무선통신보조설비	제연(환기)	옥내소화전	자동화재탐지설비	연결송수관
남산1호터널	207	69	3,005	69	2 (TRS)	반회류식 횡류식	69	공기관식	상·하행 각 2개소
남산2호터널	108	36	162	18	2 (TRS)	반회류식	36	공기관식 (9구역)	상·하행 각 1개소
남산3호터널	107	48	1702	48	2 (TRS)	반회류식	48	공기관식	상·하행 각 2개소

4. 주요 터널 화재사고 사례

4.1. 국내 도로터널 화재사고 주요 사례

피난연결통로가 미흡한 터널의 경우 초기 화재진압 실패 시 대형 인명피해 우려되는데, 국내 도로터널 화재사고의 주요사례를 보면 다음과 같다.

〈Table 6〉 Domestic tunnel fire case

구마선 달성2터널(993m)	호남선 호남터널(740m)
 <p>2005-11-01 14:17:12 달성2터널 (대구) 2</p>	 <p>2007-06-02 08:59:12 호남선 호남터널 (전남) 2</p>
-일 시 : 2005.11. 1 -발생지점 : 대구방향 550m 지점 -화재원인 : 미사일 추진체 폭발 -피해규모 : 1,873백만원(교통제한 3일)	-일 시 : 2007. 6. 2 -발생지점 : 순천방향 740m 지점 -화재원인 : 화물, 승합, 승용차 추돌 -피해규모 : 164백만원(교통제한 5시간)
홍지문터널(1,892m)	남산1호터널(1,532m)
 <p>2003-06-06 YONHAPNEWS</p>	 <p>2011-07-14 chosun.com</p>
-일 시 : 2003. 6. 6 -발생지점 : 성산 방면 800m -화재원인 : 누출된 휘발유에 발화 -피해규모 : 40여명 부상	-일 시 : 2011. 7. 14 -발생지점 : 한남동 방향 300m -화재원인 : 엔진과열 추정 -피해규모 : 250여명 대피

4.2. 해외도로터널 화재사고 사례

1999년 발생한 몽블랑터널 화재의 경우 1,000도가 넘는 화재 열기로 인해 그 자리에서 숨졌고 다른 일부는 연기에 질식되어 총 39명이 사망하였다. 이 사고를 계기로 피난대피소와 연기배출구를 설치하는 계기가 되었다.

<Table 7> The tunnel fire case of the outside

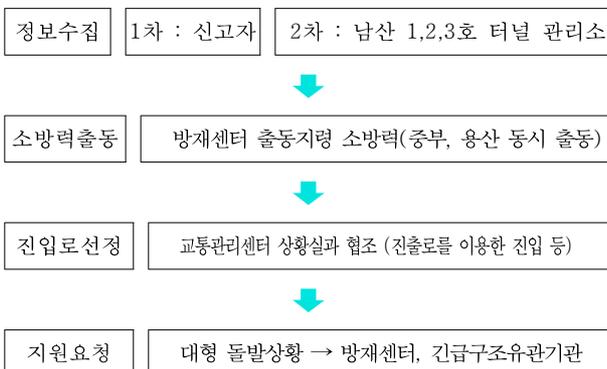
니혼자카 터널(2,045m)	퐁블랑 터널(11,600m)
	
-일 시 : 1979. 7.11 -발생지점 : 일본 도메이 고속도로 -화재원인 : 승용(2), 화물(4) 추돌 -피해규모 : 통행제한 60일, 사망7명	-일 시 : 1999. 3.24 -발생지점 : 프랑스-이테리구간 중간부 -화재원인 : 마가린 수송 화물차 폭발 -피해규모 : 시설보완(3년) 후 재개통
타운엔 터널(6,041m)	고타드 터널(16,900m)
	
-일 시 : 1999. 5.29 -발생지점 : 오스트리아추 입구부 800m -화재원인 : 페인트 적재 트럭 화재 -피해규모 : 사망 12명	-일 시 : 2001.10.24 -발생지점 : 스위스, 터널 입구부 1km -화재원인 : 화물차 충돌, 연쇄 추돌 -피해규모 : 190억원(2달간 폐쇄)

5. 소방안전대책

5.1 차량 화재발생에 따른 현장대응 흐름도

남산터널내에서 차량화재 등 사고가 발생한 경우에는 다음과 같은 작전매뉴얼에 의해 현장대응이 이루어 지는데 항목별 대응상황을 보면 다음과 같다.

<Table 8> Response System at Disaster Field



5.2 정보수집

터널 내 화재가 발생한 경우에는 우선 상황실에서 도시고속도로 교통관리시스템에 접속하여 실시간 교통상황을 파악한다. <http://www.smartway.seoul.kr>에서 남산 1,2,3호 터널 실시간 모티터링(CCTV) 가능(서울 종합방재센터, 소방서 상황실 동시 모니터링)하다.



[Figure 8] monitor of traffic information service



[Figure 9] Real-time imaging of the information provided

서울종합방재센터 또는 신고자로부터 돌발 상황 위치확인하고 교통관리센터 상황실에 CCTV확인 요청하여 돌발 상황유형, 규모 및 교통소통 상황 등을 파악 할 수 있다.

5.3 출동소방력

서울종합방재센터 지령에 의거 1차 소방력 출동은 중부, 용산에서 동시 출동 원칙(서울종합방재센터 실시 중)으로하며 화재시 중부소방서 보유 배연트레일러 및 배연차 1차 출동 편성하여 지휘차 현장 도착 후 소방력 조정하여야 한다. 터널 내 무선통신설비의 적극 활용하기 위해 남산 1, 2, 3호 DTRS 설치(남산 1호 터널 화재 시 적응성 입증)하여야 한다.

5.4 진입로 선정

1차출동 소방력은 돌발상황 발생 최근거리 램프로 출동하고 교통관리센터로 부터 파악된 교통소통 정보에 따라 진입로 선정하되 다음과 같은 경우에는 관할 경찰관서 및 관리소협조 교통통제 진출램프(역주행방향)를 이용 진입하여 정상적인 출동로 선정이 곤란하거나 심각한 교통지체의 경우 많은 시간이 지연되는 경우 진입로 교통통제 방향으로 남산1호 터널(중구 예장동 진입로 및 용산구 한남동 터널 진입로 방향), 남산2호 터널(중구 장충동 및 용산구 이태원동 입구 진입로 방향), 남산3호 터널(중구 회현동1가 및 용산구 용산동2가 진입로방향)진입한다.

6. 결론

지금까지 남산1,2,3호 터널의 일반적 재난사고에 대응하는 문제점과 개선책을 제시하여 사고발생시 효율적인 재난수습단계와 지휘체계는 어느 정도 유관기관과의 공조를 이루어오면서 소방이 재난관리의 중추적 역할을 해온 것은 자명한 사실이다. 하지만 이와 같은 특수재난사고 발생시 대처하여야 할 문제점들에 대하여는 아직도 미진한 부분이 많이 있다. 다행히도 아직 국내에서는 터널내 대형재난사고가 일어나지 않았지만 외국의 경우는 빈번히 일어나고 있음을 우리는 대표적인 사례를 통하여 알 수 있었다. 또한 그에 따른 연구와 사고대응방안이 지금도 각종 학술지를 통해 발표되고 있음으로 앞으로 이와 같은 사고발생시 나타나는 문제점과 보완책을 보다 더 심도 있게 연구되어야 할 것이며 또한 명실상부한 재난관리의 중추적인 기관으로 거듭나기 위해서는 재난사고 발생에 따른 유형별 대응방안의 데이터 자료화와 프로그램 개발이 시급히 이루어져야 할 것이며 시설구조물에 대한 제도적 보강이 되어져야 할 것이다.

7. 참고 문헌

- [1] 류충, (2000), 『재난관리론』, 도서출판 한성문화.
- [2] 『2000년도 우수연구과제』, (2001), 중앙소방학교.
- [3] 이재열, (2001), 『사고현장지휘론』, 중앙소방학교.
- [4] Taek-Hum Oh, (2012), 『The Way for improvement of facility to strengthen accessibility of the site for fire department』, 대한안전경영과학회지 14(3).
- [5] 음두호 번역, (2001), 『해외화재사례』, 일본근대소

방 제473호

- [6] 손봉세, (1996), 『지하터널화재 소방시설일반』, 소방검정 제26호.
- [7] 소방 2000년, (주) 덕유출판사, 2000. 10, 11월호.
- [8] <http://www.moct.go.kr> 건설교통부
- [9] <http://www.cn.co.kr/data> 터널공사 설계기준서, 한국건설정보시스템
- [10] <http://www.kado.net/society/kd> 수자원공사 도수터널 가스사고, 강원도민일보
- [11] <http://hunter.honamfreeway.co.kr> 부실시공사례

저 자 소 개

이 정 일



광운대학교에서 행정학 박사취득. 한성대학교에서 경영학박사취득, 동방대학원대학교 미래예측학과(풍수지리전공) 박사과정 중. 관심분야 : 풍수지리, 재난관리, 조직이론, 행정규제, 행정이론, 생산관리, 경영과학, 풍수학 등

주요저서로는 재난관리론 등 25

권이 있다.
주소: 서울특별시 성동구 마장동 818 현대(아) 105-602