



# 서울시 교통방재체계 구축방안 연구



신성일



## 서울시 교통방재체계 구축방안 연구

Improving Transportation Disaster System in Seoul

2006

## 연구진

---

연구책임 신성일 • 도시교통부 연구위원

연구원 조용찬 • 도시교통부 위촉연구원

---

이 보고서의 내용은 연구진의 견해로서  
서울특별시의 정책과는 다를 수도 있습니다.

## I. 연구의 개요

### 1. 연구의 배경 및 목적

80년대 이전까지만 해도 1·2차 산업중심의 농어업 사회로 다중이용 건물이나 대형 구조물은 물론 대중교통 수단이 많지 않아 자연재해와 화재 이외 건물의 붕괴나 가스폭발 등의 도시형 재난은 크게 염려할 정도는 아니었다.

그러나 80년대 중반 이후 석유·화학 등 대단위 공업단지가 조성되고 생활환경 또한 고밀도의 도시화와 철도, 항공 등 교통수단 이용률 증가, 가정의 주연료인 연탄이 도시가스로 대체되는 등 고도산업사회로 환경변화에 따라 삼풍백화점 붕괴, 대구지하철 참사 등과 같은 새로운 형태의 재난이 증가하고 있는 추세이다.

서울시의 경우 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

서울의 재난 중 대표적인 것은 교통사고, 풍수해, 화재이며, 교통사고는 전체 재난 중 80%를 차지할 만큼 그 빈도가 높고, 풍수해는 상대적으로 피해규모 및 빈도수는 적지만 2001년 기록적인 강우로 146명이라는 이례적인 인명피해를 유발하기도 하였다. 화재는 교통사고 다음으로 빈도가 높고 그 피해규모 역시 커서 가장 큰 문제로 나타났다.

최근 미국 9.11테러 및 영국에서 발생한 테러 등 전 세계적으로 인적재난으로 볼 수 있는 테러의 위협에 대한 경각심이 높아져 가고 있다.

서울시의 경우 아직 직접적인 테러가 발생하지 않았지만 우리나라 역시 테러의 대상국으로 거론되고 있어 특정 시설들에 관한 재난관리 필요인식 및 재난관리 준비가 매우 시급한 실정이다.

삼풍백화점 붕괴시 초기 종합적 판단 미숙과 동시다발적으로 많은 구급인력의 투입으로 구조작업에 혼란이 발생하고, 교통통제 미흡으로 구조·구급차량의 현장접근이 지연되기도 하였다.

도로·터널·교량 등 교통시설물의 붕괴 및 위험물 차량의 사고로 인한 교통망 단절시 적절한 교통통제 및 우회로를 확보하지 못할 경우, 1차적으로는 구급·구조의 지연으로 인명피해의 증가를 불러올 수 있고, 2차적으로 장시간 교통단절로 인하여 사회적 재난으로 확산될 수 있다.

따라서 본 연구에서는 기존 방재체계에서 교통의 중요성을 인식하고, 재난 발생지역 주변의 교통처리방안과 위험물차량의 도심 진입시 경로 및 스케줄 관리를 통한 재난의 예방, 대응, 대비 및 복구의 교통방재체계를 구축하는데 있다.

## 2. 연구의 내용

서울시에서 발생하고 있는 재난 중 가장 빈번히 발생하는 화재, 집중호우와 태풍으로 인한 상습적인 침수, 위험물 증가에 따른 위험물 수송차량 사고 및 현재 서울시의 재난관리체계의 현황을 살펴보았다. (제2장)

제2장에서 언급된 재난발생 및 방재현황에 대한 시사점을 고려하여, 선진 방재국가의 방재체계와 우리나라의 교통방재관련 시스템 구축사례를 통하여 서울시 적용 가능한 방재체계 구축방향을 제시하였다.(제3장)

교통방재체계 개념을 정립하고 향후 서울시의 방재체계 방향을 제시하였으며,(제4장) 실제 서울시에서 발생하고 있는 재난에 대한 적용 및 활용방안을 제시하였다.(제5장)

## II. 주요연구결과

### 1. 교통방재 개념정립

도시의 특성은 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

이러한 도시재난으로부터 발생하는 피해는 인명피해, 재산피해, 교통혼잡 등이 있으며, 이러한 피해의 최소화 및 확산 방지를 위해서 피해 유형별 교통방재 체계 구축이 시급한 실정이다.

도시에서의 재난은 대부분 교통망의 한 지점(Point)이나 하나의 축(Line)에서 발생하지만, 사고처리가 늦어지거나 적절한 대처를 하지 못할 경우 교통망 전체(Area)로 그 피해가 확산되는 특징을 가지고 있다.

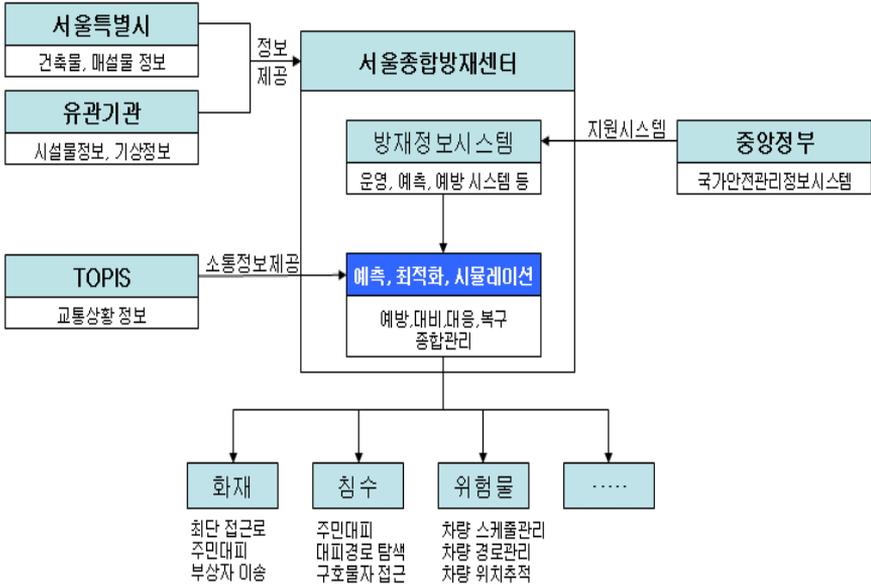
교통방재는 Point 및 Line에서 발생하는 재난의 결과로 인해 발생하는 1차적인 재난의 피해 감소와 확산을 방지하고, 그 영향이 Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 방재활동이다.

### 2. 총체적 재난관리체계 구축

방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 하기 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 재난관리체계가 구축되어야 하겠다.

서울종합방재센터는 지방정부에 속해있어 지방지향적인 재난관리를 하고 있고, 재난관련 정보를 가장 많이 보유하고 있다, 또한 타 기관과는 달리 전문 인력으로 구성되어 있으며 각종 재난사고를 119를 통해 신고·접수받고 있다. 따라서 본 연구에서는 서울종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계를 제

안하였다.



〈그림 1〉 종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계 제안

### 3. 교통방재 적용방안

#### 1) 화재발생시 대응전략

기존의 소방도로는 법적 개념이 아닌 편의상 지칭하는 명칭으로 도로교통법이나 지방경찰청장 고시 등에 의한 주·정차 단속구간이 아니다. 이러한 이유로 화재 등 긴급 상황 발생시 소방차량의 현장접근이 늦어져 재산 및 인명피해가 확대되는 일이 빈번히 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 기존의 애매했던 소방통로의 개념을 보완하고

새롭게 소방통로의 개념을 정립하고자 새로운 용어인 방재경로라는 개념을 도입하였다. 둘째, 방재경로상의 불법 주정차 근절을 위해 법적 근거를 제안하였으며, 셋째, 지속적인 관리/감독을 위해 방재경로 전담 관리 부서를 제안하였다. 넷째, 방재경로 선정기법을 제안하였으며, 다섯째, 서울시 한개 동을 대상으로 실제 방재경로를 선정하여 화재발생 가상 시나리오를 통한 방재경로의 효과분석을 하였다.

본 연구에서는 한개 동을 대상으로 하여 방재경로 효과분석을 실시하였으나 지역별로 소방서 위치, 도로 폭원 및 주변 환경 특성 등이 모두 상이하기 때문에 GIS 분석을 통한 소방영향권 분석이 요구되며, 지역 특성에 맞는 방재경로 선정기법에 대하여 좀 더 연구가 필요하겠다.

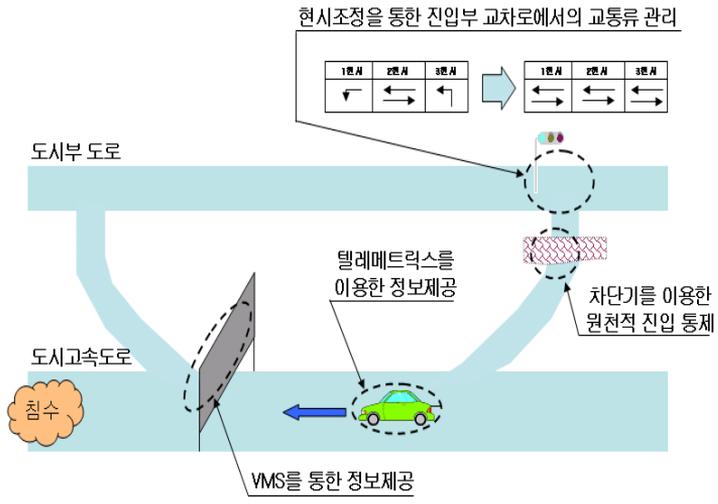
또한 불법 주·정차 단속에 대한 조례/규정 등의 법적 근거가 마련되어야 하며, 고층건물/공공시설물에 대한 재난영향평가 차원의 접근이 필요하며, 이러한 사항을 모두 포함할 수 있는 소방안전을 위한 구 차원의 안전기본계획 수립이 요구된다.

방재경로 선정은 수요관리에 대한 생존권 차원의 접근으로 불법 주정차 단속의 기반 강화로 지구내 차량의 통행속도 증가와 외국의 경우와 같이 도시방재루트 개념으로의 확대시 수요관리 효과가 기대된다.

## 2) 침수시 우회전략

우리나라 하절기 기후 특성으로 매년 집중호우와 태풍으로 수해를 경험하고 있다. 자연재해인 수해는 많은 재산피해와 인명피해를 유발시킬 수 있으며 이에 대한 관리대책이 요구된다.

본 연구의 결론은 첫째, 특히 수해에 있어 그 피해규모가 클 것으로 예측되는 도시고속도로의 침수에 대비하여 진입램프에 차단기를 설치하는 방안을 제안하였고,



〈그림 2〉 도시고속도로 교통류 관리사례

둘째, 폭우나 폭설로 인한 감속운행시 교통상황에 적합한 연동신호운영으로 평균통행속도가 증가할 여지가 있었으며,

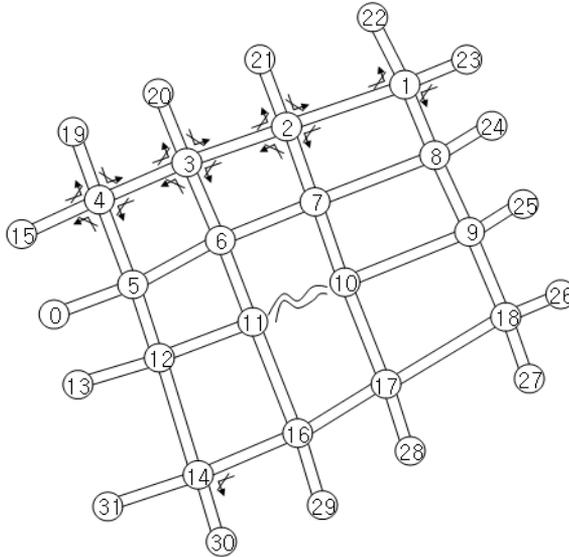
〈표 1〉 연동제어 시나리오

시나리오	상황
현황	연동속도가 60km/h인 도로구간
시나리오 1.	환경적 요인으로 주행속도 감소 (50, 40, 30km/h)
시나리오 2.	주행속도가 감소(30km/h)하였을 때 연동속도를 30km/h로 변경

〈표 2〉 시나리오별 효과분석

연동 값 적용	주행속도 (km/h)	Control-Delay (s/veh)	Queue-Delay (s/veh)	Stop-Delay (s/veh)	평균통행속도 (km/h)
현황	60	3.55	4.54	3.99	18.7
시나리오1	50	3.60	4.58	4.02	17.4
	40	3.90	4.93	4.34	15.4
	30	4.51	5.56	4.78	12.6
시나리오2	30	4.00	4.90	4.14	13.5

셋째, 도시부 도로에서 일부구간 침수시 Route Guidance를 통해 차량/운전자를 위험으로부터 안전하게 보호하고 또한 그로인한 네트워크 전체의 소통악화를 비상 신호Mode(좌회전 규제 해제) 등을 통해 개선할 수 있었다.



〈그림 3〉 분석 네트워크

〈표 3〉 시나리오별 비교분석

구분	현황	시나리오 1 (⑩~⑩침수)	시나리오 2 (우회정보제공)	시나리오 3 (회전규제해제)
위험노출(대)	0	3,451	0	0
총 주행거리(mile/veh)	1,80	1,81	1,93	18,5
평균통행속도(mile/h)	16.1	12.6	9.7	10.1

본 연구의 한계점으로는, 분석에 사용된 네트워크가 서울시 강남구 일부 지역을 대상으로 한 소규모 지역이기 때문에 교통량 및 차로 수 변화에 민감하게 나타났다. 또한 폭우로 인한 차량의 감속정도를 10km/h 단위로 임의 감속시켜 분석을 수행하였으나 실제 폭우시 차량이 얼마만큼 감속하는가에 대한 연구가 필요할 것이다.

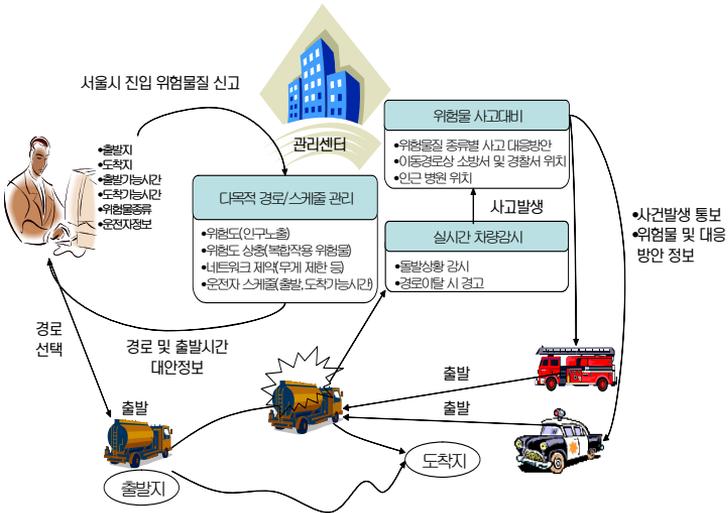
침수시 우회정보제공을 통해 위험지역으로 진입하려는 차량을 우회시키는 과정에서 나타날 수 있는 네트워크상의 소통악화를 해소하기 위한 기법으로 본 연구에서는 좌회전 금지를 해제하는 방안만을 고려하여 효과분석을 수행하였으나 향후 신호현시 최적화나 연동신호운영 등을 고려하면 상당부분 해소가 가능하다고 판단된다.

2005년 소방방재청에서는 홍수재해지도 입법예고안을 발표하고 2006년 초부터 홍수재해지도 작성에 들어갔다. 홍수재해지도가 완성되면 상습침수지역을 사전에 파악할 수 있게 되고, 향후 분석에 있어 실제 침수지역을 대상으로 한 사전 우회대책 수립이 가능할 것이다.

서울시는 종합교통관리센터(TOPIS)를 운영하고 있으며 실시간으로 차량의 주행속도를 모니터링 할 수 있기 때문에 폭우로 인한 차량의 감속정도를 실시간으로 파악하여 해당 속도에 적합한 연동속도를 실시간으로 산정하여 적용할 수 있을 것이다.

### 3) 위험물차량 관리

위험물 운송차량에 대한 경로 및 스케줄 관리는 인명과 환경보호를 위해 선진국에서는 오래전부터 연구와 투자를 병행해왔다. 따라서 서울시와 같은 대도시에서도 시민의 생존을 보장하기 위한 위험물 운송차량의 체계적인 관리가 무엇보다도 선행되어야 한다.



(그림 4) 위험물 운송 차량 이상적 관리체계

본 연구에서는 위험물 차량의 실시간적 관리체계 구축을 위해 동적교통망, 통행규제, 운송업자의 비용 등을 다각도로 고려할 수 있는 최적해의 도출이 가능한 다목적 경로 및 스케줄 관리 기법을 제안하였다.

#### (1) 동적 교통망과 스케줄

동적교통망에 대하여 적용되는 스케줄은 시간창(Time Window)으로 표현

되며 크게 출발시간시간창(DTW: Departure Time Window), 도착시간시간창(ATW: Arrival Time Window), 서비스시간창(STW: Service Time Window), 대기시간창(WTW: Waiting Time Window), 운행시간시간창(OTW: Operational Time Window)으로 구분된다.

## (2) 시간-공간 네트워크 변형

시간-공간네트워크 변형을 통하여 동적교통망은 정적교통망으로 전환된다. 시공간변형은 매 시간단위로 존재하는 노드와 링크에 대하여 정적인 개별링크 및 노드로 변형한다. 시간창이 포함되는 동적교통망에서 변형된 네트워크를 이용하면 가장 빠른도착(Earliest Arrival) 또는 가장 느린도착(Latest Arrival)만을 고려하여 해를 도출하던 것에서 실제의 최적해의 계산이 가능하다.

## (3) 다목적 경로탐색

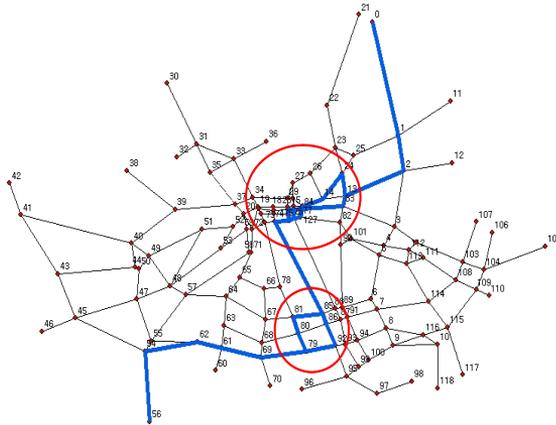
본 연구에서는 유입링크기반 K 경로 탐색 알고리즘을 활용하여 비지배경로와 대안경로를 동시에 탐색하는 알고리즘을 제안한다

## (4) 사례연구

또한, 이를 서울시를 대상으로 사례 연구를 실시하였으며, 이를 통해 알고리즘의 활용성이 있음을 몇 가지 측면에서 검토하였다.

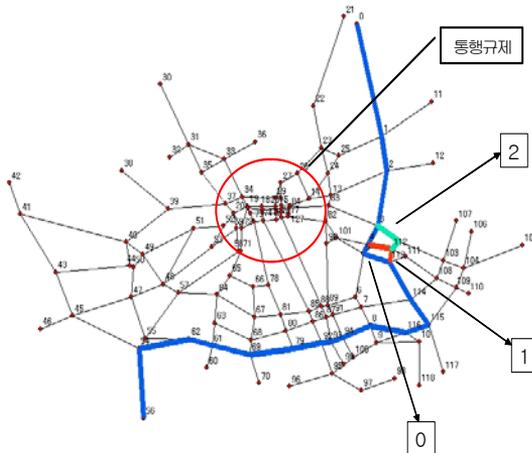
먼저, 서울시를 통행하는 위험물 운송차량이 통행상의 규제가 없다는 전제하에 분석을 실시한 경우 위험도(인구밀도)에 따라 탐색된 비지배경로를 상위 10개를 나열해본 결과 모두 도심을 통과하는 것으로 나타났다. 이는 도심지역엔 거주인구가 적기 때문에 인구밀도가 상대적으로 낮아 위험도가 낮게 산정되고 위험도에 따라 탐색된 비지배경로는 도심지역을 지나게 되는 것으로 판단된

다. 결국 자료 구축 상 거주 인구만을 고려하여 위험도를 산정한 자료 구축의 한계로 여겨진다.



〈그림 5〉 위험도에 따른 비지배경로

도심 4대문 안에 오전 7:30~9:00시까지 통행 규제가 있다는 가정 하에 분석을 실시한 경우 다소 장시간의 운행시간이 소요되더라도 노출인구와 경로변경 등을 고려하여 위험도가 적은 지역으로 통행함을 볼 수 있었다.



〈그림 6〉 통행 규제를 적용한 통행경로

위와 같은 결과 외에 본 연구에서는 몇 가지 보완 사항이 나타났다.

첫째, 본 연구에서는 위험물 수송 차량의 최적 경로 선정 시 위험도 산정 요소로 노출 거주 인구만을 고려하였다. 그러나 실제 위험물 운송은 주·야간으로 이루어질 수 있기 때문에 거주 인구뿐만이 아니라 상업인구 즉, 유동인구까지 고려할 필요가 있다.

둘째, 사례 연구 시 본 연구에서는 서울시 주간선도로망 네트워크를 사용하였다. 이는 위험물 수송 차량이 주간선도로망 위주로 통행한다는 가정을 한 것으로 실제와는 차이가 있을 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 승용차 전용도로인 내부순환로(고가도로)는 통행가능노선에서 제외하거나, 한강교량 중 하중통과 능력이 떨어지는 교량을 포함하는 노선은 최적 경로 선정 시 제외할 필요가 있는 것으로 판단된다.

셋째, 미연방도로청(FHWA)에 따르면 유동 가능한 위험물의 잠재적 영향 가능 존을 800m로 제시하고 있다. 따라서 향후에는 본 연구에서 가정한 위험물 노출 가능 존을 좀 더 확대하여 위험도 산정 및 최적 경로를 선정할 필요가 있다고 본다.

넷째, 탐색된 경로를 비교하기 위해 본 연구에서는 통행속성인 위험도, 통행시간, 경로변경횟수에 가중치를 주는 재량적인 접근방법을 적용하였다. 이번 연구에서는 임의로 0.3, 0.4, 0.5의 값을 주었으나, 향후 실제 교통망에 적용할 때에는 파라메타에 가중치를 적절히 주는 방법에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

### III. 정책제안

#### 1. 교통방재 개념정립

도시에서의 재난은 대부분 교통망의 한 지점(Point)이나 하나의 축(Line)에서 발생하지만, 사고처리가 늦어지거나 적절한 대처를 하지 못할 경우 교통망

전체(Area)로 그 피해가 확산되는 특징을 가지고 있다.

교통방재는 Point 및 Line에서 발생하는 재난의 결과로 인해 발생하는 1차적인 재난의 피해 감소와 확산을 방지하고, 그 영향이 Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 방재활동이다.

## 2. 총체적 재난관리체계 구축

방재는 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 이루어지고 각 단계는 시간의 흐름에 따라 순차적으로 진행되지만 상호 보완적인 관계에 있다.

그러나 현재 서울시의 재난관리는 서울시, 서울종합방재센터, 전기,가스,통신 등 각 유관기관 및 중앙정부에서 개별적으로 시행하고 있으며 방재 4단계 전반에 걸쳐 종합적인 관리를 하는 부서가 별도로 존재하고 있지 않은 실정이다.

방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 하기 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있으며, 재난에 대한 접근 용이성, 정보관리의 신속성, 전문성 등을 고려한 총체적 재난관리 체계가 구축되어야 하겠다.

## 3. 사전관리기능 강화

기존 연구에 따르면 평균적으로 자연재해 예측 및 저감 기술 개발에 1달러 투자하면 재해 복구비용을 7달러를 절약할 수 있다하며 방재의 사전관리의 중요성을 언급하였다.

전국적으로 태풍 및 집중호우 등의 각종 재난으로 올해만 3조원 이상의 비용이 드는 등 재난에 따른 피해와 복구가 반복되고 있다. 이에 불구하고 아직까지도 사전 예방시스템의 구축보다는 임기응변적인 사후 복구에만 치중한 방재

정책이 시행되고 있다.

이러한 때 서울시는 사후 복구보다는 예방에 중심을 둔 방재정책 수립과 관련 연구개발 및 산업육성에 적극 나서야 할 것이다.

#### 4. 지원 프로그램 개발

현재 중앙정부에서는 행정자치부를 중심으로 국가안전관리정보시스템을 구축 중에 있으며 지방정부 또한 안전관리시스템이 구축/운영 중에 있다.

중앙정부차원에서는 정책·지원 중심의 정보시스템 구축이 필요하고, 지방정부는 운영시스템과 정보지원시스템, 의사결정지원시스템 등 전술대응 중심의 정보시스템의 개발이 요구되며 이들은 서로 중복되지 않도록 하여야 하겠다.

# 목 차

---

제 I 장 서론 .....	3
제1절 연구의 배경 및 목적 .....	3
제2절 연구의 범위 및 절차 .....	5
제 II 장 재난 및 방재 현황과 시사점 .....	9
제1절 재난 및 방재 .....	9
제2절 재난 및 방재 현황 .....	12
제3절 서울시 방재체계 현황 .....	33
제4절 재난 및 방재현황에 대한 시사점 .....	50
제 III 장 교통방재 관련 국·내외 사례 .....	55
제1절 선진방재국가의 방재체계 .....	55
제2절 국내 시스템 구축계획 .....	71
제3절 재난관련 계획 및 대책 .....	83
제4절 국내·외 사례에 대한 시사점 .....	93
제 IV 장 교통방재체계 구축 .....	99
제1절 교통방재 개념정립 .....	99
제2절 조직 및 지원시스템 구축 .....	103
제 V 장 교통방재체계 적용 및 활용 방안 .....	113
제1절 화재발생시 대응전략 (접근) .....	113
제2절 침수지역 우회전략(우회정보) .....	128

제3절 위험물 차량 관리 .....	142
<b>제VI장 결론 및 정책제안 .....</b>	<b>161</b>
제1절 결론 .....	161
제2절 정책제안 .....	174
<b>참고문헌 .....</b>	<b>.....</b>

# 표 목 차

<표 1> 방재 단계별 과정 .....	12
<표 2> 화재발생 및 피해규모 .....	13
<표 3> 서울시 재난유형별 발생현황 .....	13
<표 4> 최근 10년간 원인별 우심피해발생 (1993년~2002년) .....	17
<표 5> 서울시 홍수피해 .....	18
<표 6> 과거 주요호우 및 태풍피해현황 우선순위 .....	19
<표 7> 상습침수에 대한 방재활동 .....	20
<표 8> 상습침수지역에 대한 도시정비 관련제도 .....	21
<표 9> 위험물 안전 기준법에 의한 위험물 .....	25
<표 10> 산업안전 기준에 의한 위험물 .....	25
<표 11> 위험물 운송사고 피해 .....	26
<표 12> 개별법에서의 위험물관리 .....	29
<표 13> 서울지방경찰청고시 위험물차량의 운행제한 내용 .....	30
<표 14> 위험물 운송사고 방재활동 .....	31
<표 15> 구급차 교통사고 사례 .....	32
<표 16> 소관부처별 재난관련 법규 .....	34
<표 17> 부처별 재난관리 기능 .....	37
<표 18> 국가안전관리기본계획 수립지침에 의한 재난유형별 주관/유관 부처 .....	38
<표 19> 재난 유형별 수습주무부서 .....	41
<표 20> 부서별 관리 협조사항 .....	41
<표 21> 서울종합방재센터 수행업무 .....	43
<표 22> 방재단계별 관리조직 .....	49
<표 23> 기관별 방재시스템 .....	49
<표 24> 미국의 재난관리 조직체계 .....	55

<표 25> 국토안보부 및 연방재난관리청의 주요업무	57
<표 26> FEMA의 조직구성	58
<표 27> 미국 지방정부의 위기관리국(EMA) 조직 및 주요업무	60
<표 28> NEMIS의 구성 및 주요기능	61
<표 29> EIS의 단계별 주요 기능	64
<표 30> 시스템의 기본방향	71
<표 31> 1단계 국가안전관리시스템 추진현황	72
<표 32> 2단계 사업의 5개 분야 27개 이행과제	73
<표 33> 유관기관 재난관련 정보시스템 현황	74
<표 34> 국가안전관리기본계획 수립지침에 의한 재난유형별 주관/유관 부처	75
<표 35> TOPIS 연계 정보	77
<표 36> TOPIS 발전단계	78
<표 37> 홍수재해지도의 분류	80
<표 38> 재난수요 변화	89
<표 39> 도시재난의 유형 및 피해	100
<표 40> 도시재난 피해에 따른 방재전략	101
<표 41> 교통방재 전략 및 방향	102
<표 42> 재난 범위	102
<표 43> 현행 방재단계별 관리체계	104
<표 44> 기관별 특성	105
<표 45> 전체 예산 중 피해복구비가 차지하는 비율	107
<표 46> 선진방재국가 대비 우리나라 기술수준	108
<표 47> 서울시 예산 중 도시안전관리분야가 차지하는 비율	108
<표 48> 소방도로와 방재경로 비교	117
<표 49> 방재경로 전략 및 대안	118
<표 50> 조사 개요	124
<표 51> 연동제어 시나리오	134

<표 52> 시나리오별 효과분석	134
<표 53> 링크 속성 및 신호운영 정보	136
<표 54> 교통류 관리 시나리오	139
<표 55> ⑩↔⑪ O/D 통행량	139
<표 56> 우회로 인한 네트워크 소통상태 비교	140
<표 57> 회전규제를 해제한 경우 소통상태 비교	141
<표 58> 위험물 노출 가능 인구 및 인구밀도	153
<표 59> 위험도에 따른 비지배경로	154
<표 60> 위험도에 따른 비지배경로 통행경로 및 도로	155
<표 61> 통행규제를 통한 통행경로	156
<표 62> 통행규제를 적용한 통행경로 및 도로	157
<표 63> 전체 예산 중 피해복구비가 차지하는 비율	165
<표 64> 연동제어 시나리오	167
<표 65> 시나리오별 효과분석	168
<표 66> 시나리오별 비교-분석	169

# 그림목차

---

<그림 1> 연구의 절차	6
<그림 2> 재난관련 법의 발전과정	11
<그림 3> 방재의 단계	11
<그림 4> 원인별 화재발생률(2005년)	14
<그림 5> 연도별 소방 대상물 증가현황	14
<그림 6> 소방차 도착시간에 따른 진화시간 및 재산피해	16
<그림 7> 서울시 화재발생시 현장접근 시간	16
<그림 8> 침수피해	17
<그림 9> 최근 10년간 원인별 우심피해발생	18
<그림 10> 2001년 서울시	18
<그림 11> 유독물 증가추이	23
<그림 12> 화학사고 대응을 위한 사고대비물질 정보집 1(아크롤레인)	27
<그림 13> 화학사고 대응을 위한 사고대비물질 정보집 2(아크롤레인)	28
<그림 14> 구급차 사고 종류	32
<그림 15> 중앙안전대책위원회	35
<그림 16> 재난수습체계	36
<그림 17> 서울시 재난관리 조직	40
<그림 18> 서울종합방재센터 조직도	42
<그림 19> 침수시 자치구 재난관리체계	44
<그림 20> 재난 대응시 기관별 연계현황	50
<그림 21> 미국 주정부 재난관리 조직체계	59
<그림 22> 미국 지방정부의 현장지휘체계(ICS)	60
<그림 23> HAZUS의 방재 활용	62
<그림 24> HAZUS의 피해정도 예측시스템 구성도	62

<그림 25> HAZUS의 해일재해 관리 체계	63
<그림 26> EIS INFOBOOK Expert Program 화면	64
<그림 27> 일본의 방재운영 체계	65
<그림 28> 일본의 중앙정부 차원의 재난관리체계	66
<그림 29> 재난발생시 중앙정부의 정보흐름도	67
<그림 30> 2단계 국가안전관리종합정보시스템 목표이미지	73
<그림 31> TOPIS 연계정보	76
<그림 32> 성동구 홍수재해지도 시범작성(1999)	81
<그림 33> 성동구 홍수재해지도 시범작성, 검색기능	81
<그림 34> 정보전달 매체	82
<그림 35> 텔레메틱스 기술동향	82
<그림 36> 상호 유기적인 관계에 있는 방재단계	103
<그림 37> 총체적 재난관리체계 구축	104
<그림 38> 종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계 제안	106
<그림 39> 피해복구비 비율	107
<그림 40> 링크별 소방도로기능 가능비율	115
<그림 41> 소방도로를 이용한 현장접근	116
<그림 42> 방재경로 예시	118
<그림 43> 1차 방재경로 선정	119
<그림 44> 소방호스 연결 길이	119
<그림 45> 고층건물 소방차 전용주차장 설치	120
<그림 46> 방재경로 선정	120
<그림 47> 표지판 예	121
<그림 48> 방재경로 관리부서 및 역할	123
<그림 49> 현장조사 사진	124
<그림 50> 위험지역	125
<그림 51> 1차 방재경로 선정	125

<그림 52> 1차 소방영향권 및 비 포함지역	126
<그림 53> 2차 방재경로 선정	126
<그림 54> 역주행하는 차량들	128
<그림 55> 연동구간	130
<그림 56> 우회정보 제공 전/후	131
<그림 57> 도시고속도로 교통류 관리사례	132
<그림 58> 분석 네트워크	133
<그림 59> 정보제공을 통한 교통류 관리전략	135
<그림 60> 분석 네트워크	137
<그림 61> 시나리오 1, 2	138
<그림 62> 위험에 노출되는 차량	140
<그림 63> 기본 교통망	145
<그림 64> 시간-공간네트워크 변형 교통망	145
<그림 65> 총 가능 경로	146
<그림 66> 비지배경로와 대안경로	146
<그림 67> 2중 네트워크 확장	147
<그림 68> 출발시간 00으로 제약	147
<그림 69> 출발시간 02, 03, 04로 제약	148
<그림 70> 도착시간차 제약	148
<그림 71> 네트워크변형 경로탐색	149
<그림 72> 서비스시간차 제약	149
<그림 73> 대기 및 서비스시간차 제약	150
<그림 74> 총 통행시간 제약	150
<그림 75> 서울시 구간선도로망	151
<그림 76> 위험물 노출가능 인구 산출 절차	152
<그림 77> 위험물 노출 가능 건축물 추출	152
<그림 78> 위험도에 따른 비지배경로	154

<그림 79> 통행 규제를 적용한 통행 경로 .....	156
<그림 80> 종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계 제안 .....	164
<그림 81> 도시고속도로 교통류 관리사례 .....	167
<그림 82> 분석 네트워크 .....	168
<그림 83> 위험물 운송차량 이상적 관리체계 .....	170
<그림 84> 위험도에 따른 비지배 경로 .....	172
<그림 85> 통행규제를 적용한 통행경로 .....	172
<그림 86> 장래 바람직한 재난대처 방향 .....	175



# 제 I 장 서 론

제1절 연구의 배경 및 목적

제2절 연구의 범위 및 절차



## 제1절 연구의 배경 및 목적

### 1. 연구의 배경

#### 1) 재난발생 빈도 및 강도 증가

서울시의 경우 1997년 이래 매해 5만여 건 정도의 재난이 발생하고 있으며, 이로 인한 인명피해는 매해 6만여 명, 재산피해액은 200억~600억원 사이로 나타났으며, 대표적인 재난은 교통사고, 풍수해, 화재이다. 자동차 사고는 전체 재난 중 85%를 차지할 만큼 그 빈도가 높고, 풍수해는 빈도수는 적으나 상대적으로 피해규모가 크다. 화재는 교통사고 다음으로 빈도수가 크고 피해 역시 커서 전체 재난 중 가장 큰 피해를 유발시킨다.

인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 상대적으로 높은 서울시는 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

#### 2) 고도산업사회로 인한 재난형태의 다양화

80년대 이전까지만 해도 1·2차 산업중심의 농·어업 사회로 다중이용 건물이나 대형 구조물은 물론 대중교통 수단이 많지 않아 자연재해와 화재 이외 건물의 붕괴나 가스폭발 등의 도시형 재난은 크게 염려할 정도는 아니었다. 그러나 80년대 중반 이후 석유·화학 등 대단위 공업단지가 조성되고 생활환경 또한 고밀도의 도시화와 철도, 항공 등 교통수단 이용률 증가, 가정의 주 연료

인 연탄이 도시가스로 대체되는 등 고도산업사회로 환경변화에 따라 삼풍백화점 붕괴, 대구지하철 참사 등과 같은 새로운 형태의 재난이 증가하고 있는 추세이다.

### 3) 테러에 대한 경각심 고조

최근 미국 9.11테러 및 영국에서 발생한 테러 등 전 세계적으로 인적재난으로 볼 수 있는 테러의 위험에 대한 경각심이 높아져 가고 있다.

서울시의 경우 아직 직접적인 테러가 발생하지 않았지만 우리나라 역시 테러의 대상국으로 거론되고 있어 특정 시설들에 관한 재난관리 필요인식 및 재난관리 준비가 매우 시급한 실정이다.

### 4) 재난발생시 대처능력 미흡

삼풍백화점 붕괴시 초기 종합적 판단 미숙과 동시다발적으로 많은 구급인력의 투입으로 구조작업에 혼란이 발생하고, 교통통제 미흡으로 구조·구급차량의 현장접근이 지연되기도 하였다.

도로·터널·교량 등 교통시설물의 붕괴 및 위험물 차량의 사고로 인한 교통망 단절시 적절한 교통통제 및 우회로를 확보하지 못할 경우, 1차적으로는 구급·구조의 지연으로 인명피해의 증가를 불러올 수 있고, 2차적으로 장시간 교통단절로 인하여 사회적 재난으로 확산될 수 있다.

## 2. 연구의 목적

최근 우리나라에서 발생하고 있는 도시 내의 재난을 살펴보면, 재난발생지역의 극심한 교통혼잡으로 구급·구조차량의 진입, 응급차량의 부상자 병원이송

등에 많은 문제가 있음을 알 수 있고, '77년 이리역 폭발사건, '94년 아현동과 '95년 대구지하철 가스폭발사건 등 도시 내에서의 위험물로 인한 재난발생이 증가함을 알 수 있다.

따라서 본 연구의 목적은 기존 방재체계에서 교통의 중요성을 인식하고, 재난발생지역의 교통처리방안과 위험물차량의 도심 진입시 경로 및 스케줄 관리를 통한 재난의 예방, 대응, 대비 및 복구의 교통방재체계를 구축하는데 있다.

## 제2절 연구의 범위 및 절차

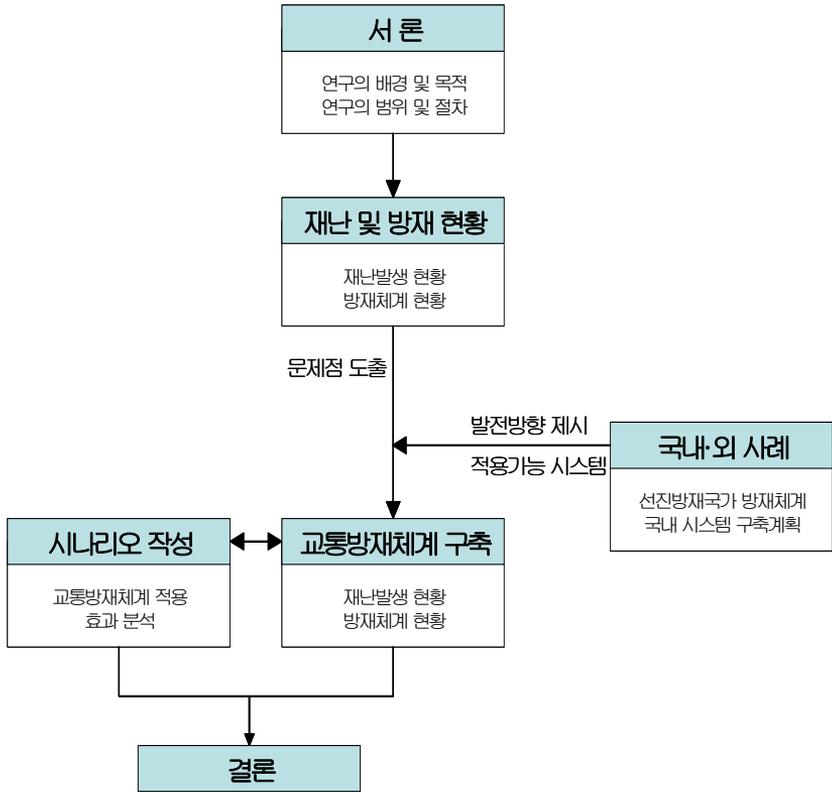
### 1. 연구의 범위

본 연구의 범위는 서울시에서 발생할 수 있는 모든 재난·재해로부터 발생하는 피해를 예방, 대비, 대응, 복구하기위한 교통관리 측면의 방재이며, 교통은 육상교통, 해상교통, 항공교통으로 구분되나, 본 연구에서는 공간적 범위가 서울시임을 고려하여 육상교통을 중심으로 연구하였다.

### 2 연구의 절차

본 연구의 절차는 제2장에서는 서울시 재난발생 및 방재 현황에 대한 고찰을 통해 문제점을 도출하고, 제3장에서는 선진방재국가의 방재체계 현황 및 국내 방재 시스템 개발계획을 통하여 향후 방재체계 방전방향을 제시한다. 제4장에서는 교통방재 개념을 정립하고 서울시 적용 가능한 교통방재체계 구축방안을 제시한다.

마지막으로 제5장에서는 교통방재체계 구현을 위한 시나리오 작성을 통하여 교통방재체계 구축에 따른 효과분석을 수행한다.



〈그림 1〉 연구의 절차

## 제Ⅱ장 재난 및 방재현황과 시사점

제1절 재난 및 방재

제2절 재난 및 방재 현황

제3절 서울시 방재체계 현황

제4절 재난 및 방재현황에 대한 시사점



## 제1절 재난 및 방재

### 1. 재난

전쟁의 아픔을 겪은 우리나라에서 1970년대 재난이란 적의 침공이나 전국 또는 일부지방의 안녕질서를 위태롭게 할 수 있는 민방위사태를 의미하였다.

#### 민방위 기본법 (1975.7.25,재정)

제1조 (목적) 이 법은 적의 침공이나 전국 또는 일부지방의 안녕질서를 위태롭게 할 재난으로부터 주민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 민방위에 관한 기본적인 사항과 민방위대의 설치·조직·편성과 동원 등에 관한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

1980년대 이전까지만 해도 농업위주의 사회였던 우리나라에서 재난이라 함은 태풍, 폭설 등과 같은 자연재해를 의미하였으나 산업화 이후 화학물질의 이용량이 증가하고 가정용 연료의 도시가스화, 차량증가로 인한 휘발유 사용량 증가 등은 화재, 폭발, 독극물 유출 등의 인적재난으로 의미가 확대되었고, 도시의 발달과 산업화로 인해 재난의 종류가 다양해짐에 따라 농어업재해대책법(1990.8.1,전문개정), 소방법(1991.12.14,전문개정), 철도, 도로, 건축 관련법 등 개별법이 등장하였다.

1990년대 후반 다양한 개별법으로 인하여 법간 연계성 부족 등의 문제점이 지적되면서 자연재해대책법과 재난관리법으로 통합이 시도되었다.

자연재해대책법(1995.12.6,전문개정)

제1조 (목적) 이 법은 자연재해로부터 국토와 국민의 생명·신체 및 재산을 보호하기 위한 방재조직 및 방재계획 등 재해예방·재해응급대책·재해복구 기타 재해대책에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "재해"라 함은 태풍·홍수·호우·폭풍·해일·폭설·가뭄 또는 지진(지진해일)을 포함한다. 이하 같다) 기타 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 피해를 말한다.

재난관리법(1995.7.18,제정)

제1조 (목적) 이 법은 재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위하여 국가 및 지방자치단체의 재난관리체제를 확립하고, 재난의 예방 및 수습과 긴급구조구난 기타 재난관리에 관하여 필요한 사항을 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

1. "재난"이라 함은 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고를 말한다. 다만, 자연재해는 제외한다.

현대에 와서 도시화로 인해 한 지점에서 발생한 재난은 복잡하게 엉켜있는 도로, 가스, 전기, 통신망을 통해 주변지역으로 빠르게 확대되어 사회적 재난으로 확산되는 특징을 갖는다.

2004년 3월 기존 법체계의 다원화와 법률간 연계성 확보를 위한 재난관련 법의 체계화 시도로 '재난 및 안전관리기본법' 이 제정되었다.

재난및안전관리기본법(2004.3.11,제정)

제3조 (정의) 이 법에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

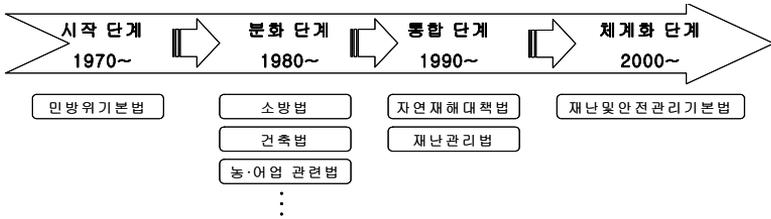
1. "재난"이라 함은 국민의 생명·신체 및 재산과 국가에 피해를 주거나 줄 수 있는 것으로서 다음 각목의 것을 말한다.

가. 태풍·홍수·호우(호우)·폭풍·해일(해일)·폭설·가뭄·지진·황사(황사)·적조 그 밖에 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 재해

나. 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 그 밖에 이와 유사한 사고로 대통령령이 정하는 규모 이상의 피해

다. 에너지·통신·교통·금융·의료·수도 등 국가기반체계의 마비와 전염병 확산 등으로 인한 피해

이처럼 시대가 변화함에 따라 재난의 의미는 전쟁과 자연재해에서 인적재난 그리고 사회적 재난으로 점차 확대되어왔으며, 이와 동시에 재난관련 법도 발전해왔다.

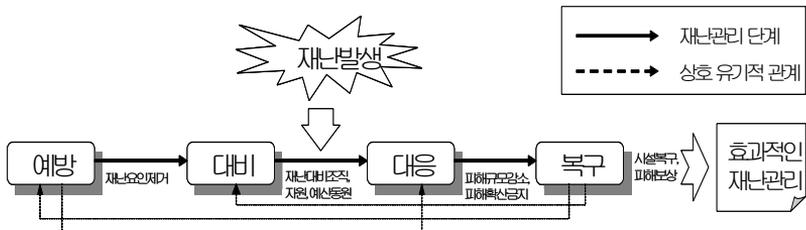


〈그림 2〉 재난관련 법의 발전과정

## 2. 방재

방재는 재난방지의 줄임말로 재난피해의 대상이 되는 기업, 지자체, 국가 등의 조직이 부딪칠 수 있는 각종 위기상황을 모니터링 활동을 통해 완화하고, 재난으로의 발전을 예방하거나 발생한 재난에 대해 적절하게 대응하여 피해를 최소화하고, 조직과 국가의 필수적인 기능을 일정 수준 이상 유지할 수 있도록 하는 모든 제반활동과 노력을 말한다.

방재는 단계적으로 예방·대비·대응·복구의 4단계로 구분되고, 각 단계는 밀접한 관계에 있으며 상호 유기적으로 작용하여 효과적인 재난관리를 할 수 있게 한다.



〈그림 3〉 방재의 단계

〈표 1〉 방재 단계별 과정

방재 단계	방재 과정
예방	재난의 요인을 제거하여 재난의 발생을 사전에 차단하거나 재난 발생시 확산될 피해를 최소화하기 위한 관리
대비	재난발생을 예측하고 사전 대비하여 피해의 감소 및 확산을 최소화하기 위한 조직·인력·장비·예산 등에 관한 동원
대응	재난발생시 피해 규모감소 및 확산을 막기 위한 관리
복구	재난으로 인한 피해를 다시 정상상태로 돌리는 과정

## 제2절 재난 및 방재 현황

### 1. 화재

서울시는 최근 5년간 매년 5만여 건의 화재가 발생하고 있으며, 이로 인한 인명피해는 6만여 명, 재산피해액은 100억~600억원으로 조사되었다. 그 중 화재발생 현황을 살펴보면 교통사고 다음으로 발생 건수 및 피해액이 가장 큰 것으로 조사되었으며, 특히 재산피해에 있어서는 교통사고와 비교하여 건당 5배에 가까이 조사되는 등 평균 재산피해규모가 큰 것으로 나타났다.<sup>1)</sup>

서울시 소방방재본부에 따르면 2003년~2005년 사이 총 화재발생 건수는 9.2% 감소한 것으로 조사되었으나 재산피해는 2.7% 증가한 것으로 나타나 화재에 의한 피해규모가 점차 증가함을 알 수 있다. 또한 인명피해 중 부상자는 22.8% 감소한 반면 사망자는 31.77% 증가한 것으로 나타나 재난의 강도 역시 증가한 것을 알 수 있다.

1) 자료 : 서울시 재난사례집 2001-2005

〈표 2〉 화재발생 및 피해규모

연도	구분 건수(건)	인명피해(명)			재산피해(백만원)		
		계	사망	부상	계	부동산	동산
2003(1~12)	5,503	393	60	333	11,768	4,433	7,335
2004(1~12)	5,421	295	56	239	10,645	3,738	6,907
2005(1~12)	4,996	336	79	257	12,082	3,842	8,240
증감(%)	-9.2	-14.5	31.7%	-22.8	2.7	-13.3	12.3

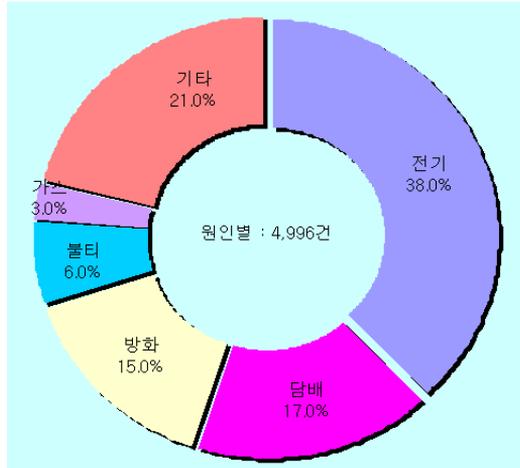
자료 : 2006 소방방재 통계연보, 소방방재본부

〈표 3〉 서울시 재난유형별 발생현황

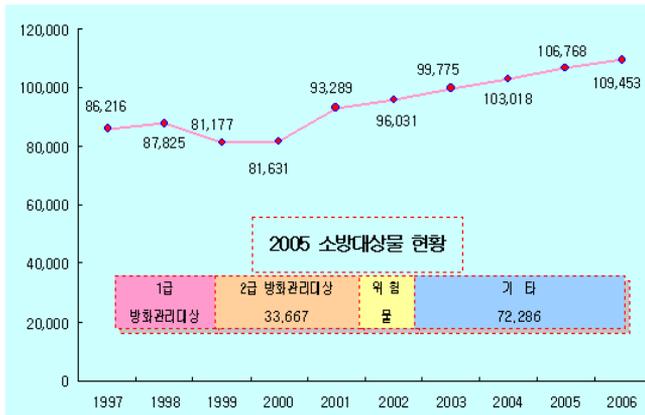
사고 유형	발생 연도	발생 건수	인명피해			피해액 백만원	사고 유형	발생 연도	발생 건수	인명피해			피해액 백만원
			계	사망	부상					계	사망	부상	
총계	2000	61,067	75,761	888	74,863	20,266	지하철 사고	2000	43	43	20	23	-
	2001	52,882	65,150	726	64,424	63,737		2001	48	48	31	17	-
	2002	54,538	56,968	644	56,324	23,343		2002	48	48	31	17	-
	2003	51,553	59,768	624	59,144	14,593		2003	85	85	52	33	-
	2004	44,488	57,903	640	57,263	11,731		2004	59	59	34	25	-
풍수해*	2000	4(20)	5	-	5	939	산불	2000	35	-	-	-	5
	2001	2(6)	146	42	104	24,878		2001	57	-	-	-	1
	2002	2(12)	0	0	0	7,513		2002	38	0	0	0	-
	2003	6(19)	1	1	-	1,814		2003	27	4	4	-	-
	2004	5(10)	1	1	-	40		2004	13	-	-	-	-
교통 사고	2000	53,569	75,147	738	74,399	25,168	전기 사고	2000	5	7	2	5	1,700
	2001	45,255	64,242	507	63,735	22,398		2001	5	5	1	4	-
	2002	39,412	56,410	509	55,901	-		2002	6	10	2	8	-
	2003	40,255	59,156	479	58,677	-		2003	4	6	2	4	-
	2004	38,694	57,307	468	59,839	-		2004	2	3	1	2	-
화재	2000	7,058	432	100	332	17,338	대형 공사장 사고	2000	-	-	-	-	-
	2001	7,379	449	98	351	16,162		2001	3	12	7	5	-
	2002	6,017	351	61	290	14,400		2002	2	3	3	0	-
	2003	5,503	393	60	333	11,768		2003	1	-	-	-	-
	2004	5,421	295	56	239	10,646		2004	-	-	-	-	-
철도 사고	2000	91	90	22	68	151	지하철 공사장 사고	2000	2	2	2	-	-
	2001	92	86	24	62	106		2001	1	1	1	-	-
	2002	86	86	28	58	29		2002	0	0	0	0	-
	2003	75	82	22	60	64		2003	-	-	-	-	-
	2004	184	205	72	133	1,029		2004	-	-	-	-	-
가스 사고	2000	32	35	4	31	108	기타 사고	2000	15	-	-	-	-
	2001	37	86	11	75	192		2001	3	75	4	71	-
	2002	33	51	8	43	801		2002	6	9	2	7	600
	2003	20	40	3	37	947		2003	5	1	1	-	-
	2004	22	33	8	25	16		2004	-	-	-	-	-

주 \* : 풍수해 발생건수는 피해기간횡수로 정리함, ()는 피해일수임

화재의 원인별 발생 빈도를 보면 전기에 의한 사고가 38.0%로 가장 많았고, 담배, 방화로 인한 화재가 다음으로 빈번히 발생하는 것으로 조사되었으며, 매년 소방대상물의 수가 증가하는 것으로 조사되어 앞으로 화재에 의한 위험이 증가하고 있음을 알 수 있다.



〈그림 4〉 원인별 화재발생률(2005년)



〈그림 5〉 연도별 소방 대상물 증가현황

자료 : 소방방재 통계연보 2006

화재는 발생시 그 피해를 최소화하기 위해서 Flash Over<sup>2)</sup> 이전에 소화활동이 이루어져야 한다. 선진국의 경우 이 시간을 넘기기 전에 현장도착을 원칙으로 하고 있다. 연구에 의하면 이러한 Flash Over 현상은 내부재질에 따라 3-8분경에 일어나는 것으로 나타났다.<sup>3)</sup>

도심에서의 경우 복잡한 도로망과 교통혼잡으로 인해 소방차량의 현장접근이 어려운 경우가 자주 발생하여 진화시간이 늦어지고 이로 인해 피해규모가 커지게 된다.

특히 서울시는 무역센터, 공항터미널, ASEM센터 등 대형건물과 COEX와 같은 다중복합시설이 밀집해 있고, 대다수 주민들이 대단위 아파트단지외 빌라 등의 공동주택에 거주하고 있어 화재와 같은 긴급상황 발생시 대형 인명피해가 발생할 가능성이 높다.

대치동 화재에 따른 인명피해 (조선일보,06/12)

... 주차된 차들과 아파트 사이의 도로 공간이 불과 2.5m 정도였기 때문에 길이 11m가 넘는 고가 사다리차가 회전해 들어갈 수가 없었다.

소방서 관계자는 "9층 주민이 대피하다 소방차가 보이지 않자 불안해 뛰어내린 것으로 보인다."며 "소방차만 접근할 수 있었어도 주민이 숨지는 사태는 막을 수 있었을 것"이라고 덧붙였다.

[동아일보] 2006-02-10

지난해 12월 8일 인천 서구 석남동 A물류 야외 적재장에서 원인을 알 수 없는 불이 났다. 화재 발생 신고 시간은 오전 9시 12분. A물류에서 불과 4km 거리에 있는 인천 서부소방서 석남파출소 소방차는 6분 만에 현장에 도착했다.

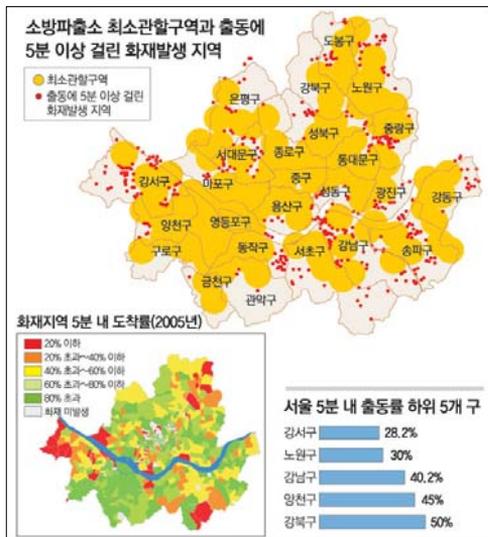
불길은 견잡을 수 없이 번져 있었다. 1시간 45분 만에 불길에 잡혔지만 1억5600여만 원어치의 재산은 잿더미로 변한 뒤였다. 석남파출소 관계자는 "출근 시간대에 도로가 복잡해 화재 현장 도착 시간이 늦어졌다" 고 말했다

2) 초기 화재에 의한 기류의 온도가 600를 넘어가면서 그로인한 복사열로 내부 가연물질이 모두 연소하기 시작함, 건축물 화재안전을 위한 용도별 화재하중 적용에 관한 연구,2003, 이평강 외, 대한건축학회)

3) 다중이용시설의 화재위험과 피난대책, 이현영, 소방방재청



〈그림 6〉 소방차 도착시간에 따른 진화시간 및 재산피해



〈그림 7〉 서울시 화재발생시 현장접근 시간

자료 : 동아닷컴(www.donga.com), 2005

화재발생시 소방차 출동에 5분 이상 걸린 지역은 교통량 증가에 따른 지·정체에도 그 원인이 있겠으나 주택가 이면도로와 아파트내부의 불법 주·정차와 2중/3중 주차에 따른 소방통로 미확보가 주 원인이었다.

## 2. 상습침수

우리나라는 몬순지대에 속하는 대륙성 기후 권에 들어있는 이유로 특히 하절기인 6~9월 사이에 다량의 집중강우와 태풍 등이 발생하고 있으며, 최근 도시화와 토지이용이 고도화 되고 지구온난화, 엘니뇨 등 기상이변에 의하여 단시간 동안 특정지역에 집중되는 국지성 집중호우가 빈번히 발생하고 있다.

원인별로는 태풍, 호우, 폭풍 등이 있으며 최근 10년간의 원인별 우심피해 발생 현황을 살펴보면 태풍발생 횟수가 309건, 호우 469건, 태풍·호우 242건 등 총 1,216건이 발생하였으며, 재산피해액은 12,068,377,996천원으로 건당 평균 9,924,653천원의 피해를 유발하였다.

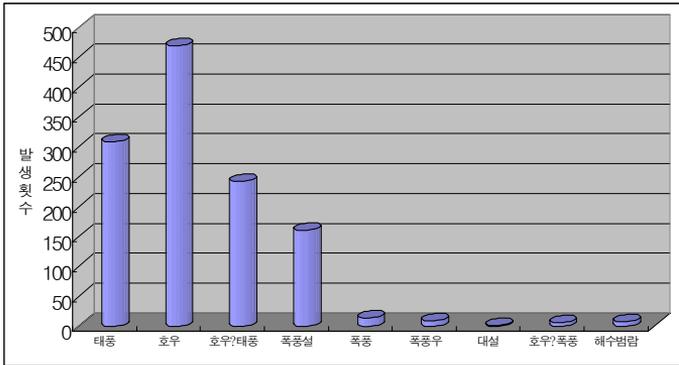


〈그림 8〉 침수피해

〈표 4〉 최근 10년간 원인별 우심피해발생 (1993년 ~ 2002년)

원인	발생횟수	피해액(천원)	평균피해액(천원)
태풍	309	5,822,906,117	18,844,356
호우	469	3,607,927,160	7,692,808
호우·태풍	242	1,702,848,241	7,036,563
폭풍설	160	872,478,250	5,452,989
폭풍	13	24,358,204	1,873,708
폭풍우	9	9,441,800	1,049,089
대설	1	849,467	849,467
호우·폭풍	6	8,530,989	1,421,832
해수범람	7	19,037,768	2,719,681
합계	1,216	12,068,377,996	9,924,653

(1993년 ~ 2002년)자료: 2002년 재해백서, 국립방재연구소



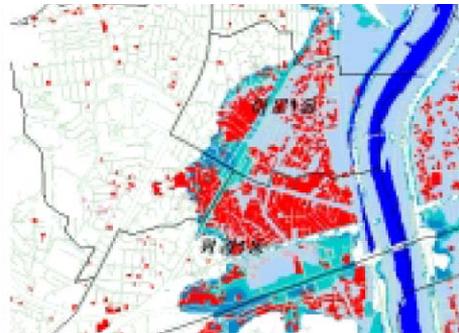
〈그림 9〉 최근 10년간 원인별 우심피해발생

서울시의 경우 지난 2001년 홍수피해 규모는 약 219억여 원으로 1998년에 이어 지난 22년간 제 2위에 해당하는 규모였으며, 최근 기후온난화와 도시의 인구집중에 따라 앞으로 그 피해정도는 더 심각해질 것으로 예측된다.

침수피해세대들에 지급되는 구호금을 기록한 『침수피해주택관리대장(사유시설재해확인조서)』에 근거한 1998년 이후 2회 이상 침수피해를 입은 세대는 총 11,737세대로 중랑천 유역과 안양천 유역에 집중되어 있다.

〈표 5〉 서울시 홍수피해

구분	피해
1998년 집중호우	사망·실종 19명, 이재민 2,287명 홍수피해 51,442백만원 중랑천 연변의 침수피해 심각
2001년 집중호우	사망·실종 40명, 이재민 338명 홍수피해 21,924백만원, 건물피해 94,530동



〈그림 10〉 2001년 서울시 침수현황 (동대문구)

〈표 6〉 과거 주요호우 및 태풍피해현황 우선순위

순위		1위(2002년)	2위(1998년)	3위(1999년)	4위(1990년)	5위(1987년)
원인		집중호우 8/4-8/11 태풍(RUSA) 8/30-9/2	집중호우 7/31-8/18	집중호우 및 태풍(OLGA) 7/23-8/4	집중호우 9/9-9/12	태풍 (THELMA) 7/15-7/16
구분	기간					
통과구역	-		전국			경남, 강원
최대풍속	m/s			완도:46.0 무안:41.0 광주:39.6 마산:37.0		제주:19.0 완도:21.0
최대 일강우량	mm	연 천:266.0 진 천:219.0 속 초:295.5 대관령:712.5 강릉:870.5	강화:481.0 보은:407.5 양평:346.0	철원:280.3 춘천:237.2	대관령:330.8 강릉:297.5 수원:276.3 원주:250.5 서울:247.5	제주:163.6 완도:139.1 고흥:216.8 강릉:173.5 부산:135.7
중요피해 지역	-	전국	전국 (제주 제외)	전국	서울, 경기 강원, 충북	남해, 동해
이재민	인	71,204	24,531	25,327	187,265	99,516
사망 및 실종	인	350	234	67	163	345
건물	동	42,339	2,793	2,373	3,514	2,594
농경지	ha	19,890	7,796	3,879	7,796	9,669
농작물	ha	265,418	78,079	190,518	47,088	171,910
선박	척	104,816	22	582	528	4,851
공공시설	개소	44,515	20,664	14,251	16,253	47,957
기타	개소	440,968	7,165	8,107	671,310	4,002
피해액	천원	6,115,292,608	1,247,817,345	520,312,144	520,312,144	391,297,894

미국에서도 2005년 8월 허리케인 카트리나로 인해 1,299명의 인명피해와 250만세대의 이재민이 발생하였다. 사후평가에서 사회약자에 대한 피난대책 미흡과 피난민들의 개인차량 이용으로 극심한 교통체증이 문제점으로 제기되었다.<sup>4)</sup>

서울시는 매년 장마철이 다가오면 재난안전대책본부를 설치·운영하고 있으며 빗물펌프장, 수문, 수해취약지구를 점검하고 있으며, 지난 민선3기 동안 상습침수지역 해소를 중점과제의 하나로 선정하여 빗물펌프장 신·증설, 하수관거 개량, 역류방지시설 보급 등 수방대책을 적극 추진하였다.

올해에도 홍수주의보가 발령되고 올림픽대로가 침수되는 등 한강 인근지역이 홍수위험에 빠졌다. 안양천 둑이 붕괴에 직면하자 서울시와 영등포구는 양평동 주민을 대피시키기 시작하였고 대피차량들이 노들길로 집중되면서 편도4차로가 주차장을 방불케 했다.

<표 7> 상습침수에 대한 방재활동

방재단계	방재활동
예방	기상관측
대비	재난안전대책본부 설치·운영, 침수예측, 저지대 차량이동
대응	주민대피
복구	피해복구, 구호품 전달

현행 침수예방과 관련된 제도는 『자연재해대책법』을 비롯하여 『하천법』, 『하수도법』 등 시설별·기능별로 구분되어 있으며, 침수지역 (재)개발과 관련해서는 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』, 『도시 및 주거환경 정비법』 등에 규정되어있어 제도들 간의 연계성과 통합성이 부족하여 담당부서 간 협업이 약하다.

과거 『건축법』에서 재해관리구역 규정을 두어 건축규제 및 용적률 인센티브와 함께 재개발·재건축을 시행할 수 있는 근거가 있었으나, 2005년 12월 규제합리화 일환으로 『국토계획법』에 의한 방재지구로 일원화되었다.

4) 카트리나 출장보고서, 2005.11, 소방방재청,

〈표 8〉 상습침수지역에 대한 도시정비 관련제도

구분	제도	주요내용
구역의 지정	자연재해 위험지구 (자연재해대책법)	· 상습침수지역, 산사태위험지역 등 재해발생 우려가 있는 지역을 대상으로 3등급 구분 지정 · 재해예방에 필요한 점검·정비, 건축·형질변경 등 행위제한
	방재지구 (국토의계획및 이용에관한법률)	· 풍수해, 산사태, 지반붕괴 등 재해예방을 위해 필요한 지역을 대상으로 지정 · 구체적인 시행규정이 마련되어있지 않음 · 2005년 12월 건축법상 재해관리구역이 폐지되고 방재지구로 일원화
침수지역에 대한 정비 사업 시행	주택재개발, 주거환경개선사업 (서울시 도시 및 주거환경정비조례)	· 상습침수지역, 재해위험지역 등 재해발생우려가 있는 지역에 대해 지정 가능
	주택재건축 안전진단 (재건축 안전진단기준)	· 주택재건축사업의 안전진단 및 시행여부 결정과정에서 침수피해가능성 평가기준 포함(A-E등급)
개발사업으로 인한 재해영향 검토	재해영향평가 (환경교통재해등 영향평가법)	· 영향평가대상사업의 사업계획을 수립함에 있어 재해영향을 예측·분석하고 대책강우 · 도정법상 정비사업 대상사업은 주택재개발사업 및 도시환경정비사업 중 면적 15만m <sup>2</sup> 이상
	사전재해영향성 검토협의 (자연재해대책법)	· 자연재해에 영향을 미치는 행정계획 및 개발사업 전에 재난안전대책본부장과 재해영향 검토협의

또한 집중호우나 태풍으로 상습침수지역이 발생하였을 때 주민대피와 안전 지역의 수재민을 위한 구호품 전달이 필수적으로 해결되어야 할 것이다.

[연합뉴스] 2005.12

지난 8월 인도에서는 한달간 지속된 폭우로 경제 중심지인 뭍바이의 450여명을 비롯해 마하라슈트라주에서만 1천200여명이 익사와 감전사, 가옥붕괴 등으로 목숨을 잃었고 비가 그친 후에는 전염병으로 200여명이 더 사망했다.

[연합뉴스] 2005.12

‘카트리나 제2 재앙 ‘전염병 확산’ 우려 ‘

뉴올리언스에서는 도시를 삼켰던 물이 빠지고 있으나 병원균으로 가득 찬 또 다른 물난리와 곳곳에서 대형화재가 잇따라 때 아닌 불난리에 휩싸여 있다. 특히 전염병 확산 위험이 가시화되고 있다.

뉴올리언스는 썩은 쓰레기와 부유물, 시신, 화학물질 등이 뒤섞여 생지옥의 하수장의 모습을 드러내고 있다. 뉴올리언스의 시장과 경찰청장은 도시에 들어찬 물이 쓰레기와 시체, 모기 등이 범벅이 된 유독 물질이라고 경고하고 강제 소개령을 거듭 발동했다.

그러나 수위가 점차 높아짐에 따라 도로가 유실되고 대피차량이 특정 도로에 집중됨으로 써 대피경로에 정체가 발생할 경우 주민대피가 어려워져 고립되는 경우가 발생하게 되고, 안전지역으로 대피한 수재민도 질병과 식수 부족해결을 위한 구호품 전달이 어려워지게 된다.

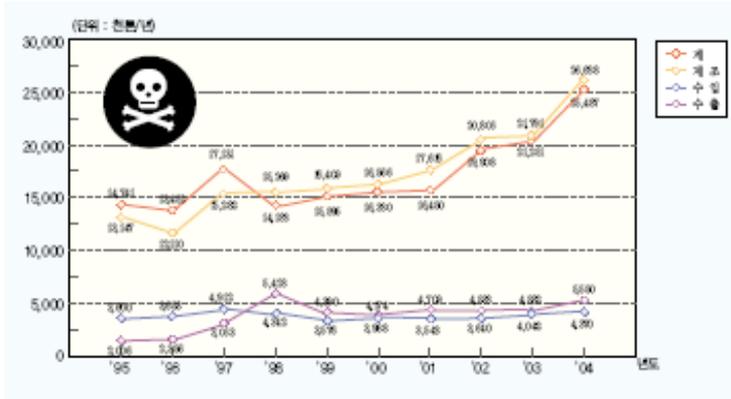
### 3. 위험물 운송사고

일반적으로 위험물이라 함은 물질의 화학적, 물리적 또는 생물학적 성질상 그 물질 자체의 특성, 서로 다른 2종류 이상의 물질이 접촉 또는 특별한 상황에서 마찰 등으로 인하여 폭발, 인화, 유독, 질식 등을 초래하여 인간, 생명체 또는 환경에 위협을 주는 물질 또는 제품을 말한다.<sup>5)</sup>

5) 안승범, 육상에서의 위험물 수송, 교통, 2001

우리나라에서는 □위험물 안전 기준법□에서는 위험물을 6류로 구분하고 대표성질 품명 및 특기사항을 수록하였으며, □산업안전 기준□에서는 위험물을 9급으로 구분하고 있다.

이러한 위험물은 산업화, 도시화로 인해 그 종류 및 양이 날로 증가하는 추세에 있다.



〈그림 11〉 유독물 증가추이

〈표 9〉 위험물 안전 기준법에 의한 위험물

분류	대표성질	품명 또는 품목	특기사항
제1류 산화성 고체	<ul style="list-style-type: none"> <li>●자신은 불연성</li> <li>●강산화제로서 다량의 산소 함유 (가열, 충격, 마찰 등에 의해 분해, 산소 방출)</li> <li>●가연물과 혼합하면 격렬하게 연소 또는 폭발</li> <li>●환기 잘되는 장소에 저장</li> <li>●열원이나 산화되기 쉬운 물질 또는 산으로부터 격리</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-아염소산류</li> <li>-염소산염류</li> <li>-과염소산염류</li> <li>-무기과산화물류</li> <li>-브롬산염류</li> <li>-요오드산염류</li> <li>-삼산화크롬산</li> <li>-과망간산염류</li> <li>-중크롬산염류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 산화성 고체 액체 또는 기체 이외의 것으로서 산화성 또는 충격에 민감한 것</li> <li>● 액체: 1기압, 20도에서 액상인 것, 20-40도에서 액상인 것</li> <li>● 기체: 1기압, 20도에서 기상인 것</li> <li>● 물질 자체에 산소를 함유하고 있음</li> </ul>
제2류 가연성 고체	<ul style="list-style-type: none"> <li>●저온착화하기 쉬운 가연성 물질</li> <li>●연소시 유독가스 발생</li> <li>●산화제 접촉금지</li> <li>●고온체의 접근 또는 가열 금지</li> <li>●주수 냉각소화 유효: 금속분류는 주수 금지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-황화린</li> <li>-적린</li> <li>-유황</li> <li>-철분</li> <li>-마그네슘</li> <li>-금속분류</li> <li>-인화성 고체</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●유황: 순도 60 wt % 이상인 것</li> <li>●철분: 50 μm 표준체 통과하는 것이 50wt % 이상</li> <li>●금속분류: 알칼리 금속/알칼리토금속류, 및 마그네슘 이외의 금속분, 구리, 니켈분과 150 μm체를 통과하는 것이 50 wt. % 이상인 것.</li> <li>●인화성 고체: 고흡열코올과 인화점이 40도 미만인 고체</li> </ul>

제3류	자연 발화성 물질 및 급수성 물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>●자연발화위험</li> <li>●물과 반응하여 발열 또는 가연성 가스 발생</li> <li>●용기 파손 또는 누출에 주의</li> <li>●물 사용 소화 금지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-칼륨</li> <li>-나트륨</li> <li>-알칼리알루미늄</li> <li>-알칼리튬</li> <li>-황린</li> <li>-알칼리금속(칼륨, 나트륨제외) 및 알칼리토금속류</li> <li>-유기금속화합물류(알킬알루미늄, 알칼리튬제외)</li> <li>-금속수소화합물류</li> <li>-금속인화합물류</li> <li>-칼슘 또는 알루미늄의 탄화물류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 자연 발화성 물질: 고체 또는 액체로서 공기 중에서 발화 위험이 있는 것 (칼륨, 나트륨, 알칼리알루미늄, 알칼리튬)</li> <li>● 급수성물질: 고체 또는 액체로서 물과 접촉하여 발화하거나 가연성 가스를 발생할 위험이 있는 것(칼륨, 나트륨, 알칼리알루미늄, 알칼리 튼 외의 것)</li> <li>● 알칼리 금속: Li, Na, K, Rb, Cs, Fr</li> <li>● 알칼리토금속류: Ca, Sr, Ba, Ra</li> </ul>
제4류	인화성 액체	<ul style="list-style-type: none"> <li>●인화용이</li> <li>●증기는 공기보다 무거움</li> <li>●일반적으로 물보다 가볍고, 물에 녹지 않음</li> <li>●증기가 약간의 공기와 혼합하여도 연소(연소범위 하한이 가연성 가스보다 낮은 것이 많음)</li> <li>●물 사용 소화 불가</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-특수인화물류</li> <li>-제1석유류</li> <li>-알코올류</li> <li>-제2석유류</li> <li>-제3석유류</li> <li>-제4석유류</li> <li>-등식물유류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●디에틸에테르, 이황화탄소, 클로디온 등 <ul style="list-style-type: none"> <li>-발화점이 100도 이하인 것</li> <li>-인화점이 -20도 이하로서 끓는 점이 40도 이하인 액체</li> </ul> </li> <li>●아세톤, 휘발유 등: 인화점이 21도 미만인 것</li> <li>●수용액의 농도가 60 vol.%이상인 것</li> <li>●등유, 경유 등 <ul style="list-style-type: none"> <li>-인화점이 21도 이상 70도 미만인 것</li> </ul> </li> <li>●도료류의 경우 <ul style="list-style-type: none"> <li>-인화성 액체량이 40 vol.%이하이고</li> <li>-인화점이 40도 이상</li> <li>-연소점이 60도 이상인 것은 제외</li> </ul> </li> <li>●중유, 클레오소트유 등 <ul style="list-style-type: none"> <li>-인화점이 70도 이상 200도 미만인 것</li> </ul> </li> <li>●도료류 등의 경우, 인화성 액체량이 40 vol% 이하인 것 제외</li> <li>●기계유, 실린더유 <ul style="list-style-type: none"> <li>-인화점이 200도 이상 300도 미만인 것</li> <li>-기압, 20도에서 액상인 것 (불연성 용기에 밀전 수납된 것)</li> </ul> </li> </ul>
제5류	자기 반응성 물질	<ul style="list-style-type: none"> <li>●가연성으로서 산소를 함유하므로 자기 연소 용이</li> <li>●연소속도가 극히 빨라서 소화 곤란</li> <li>●기열, 충격, 마찰 또는 접촉에 의해 착화, 폭발용이</li> <li>●대기 중에서 산화 반응에 의해 열분해로 자연발화용이</li> <li>●대량의 물을 이용한 소화 가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-유기과산화물류</li> <li>-질산에테르류</li> <li>-셀룰로이드류</li> <li>-니트로화합물류</li> <li>-아조화합물류</li> <li>-디아조화합물류</li> <li>-히드라진 및 그 유도체류</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●니트로화합물: 니트로기(NO2)가 2 이상인 것</li> <li>●니트로산화합물: 하나의 벤젠핵에 2 이상의 니트로소기가 결합된 것.</li> <li>●히드라진 및 그 유도체류: 수용액으로서 80 vol.%이상 인 것</li> </ul>

제6류	산화성 액체	<ul style="list-style-type: none"> <li>●강산 또는 강산화성 액체</li> <li>●조연성 액체(자체는 불연)</li> <li>●유기물 등과 혼합시 산화작용 또는 착화</li> <li>●증기는 유독</li> <li>●물과 접촉하면 발열</li> <li>●물질에 따라 소화방법이 상이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-과염소산</li> <li>-과산화수소</li> <li>-황산</li> <li>-질산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>●과산화수소: 농도가 36 w%인 것</li> <li>●황산: 비중이 1.82 이상인 것</li> <li>●질산: 비중이 1.49 이상인 것</li> </ul>
-----	--------	---	---	--

자료 : 2005환경통계연감

〈표 10〉 □산업안전 기준□에 의한 위험물

		화약류
제 1 급	등 급 1.1	대폭발위험성이 있는 폭발성물질 및 폭발성제품(니트로글리세린, 로켓탄두)
	등 급 1.2	대폭발위험성은 없으나 분사위험성이 있는 폭발성물질 및 폭발성제품(질산암모늄, 흑색화약)
	등 급 1.3	대폭발위험성은 없으나 화재위험성 또는 폭발위험성분사위험성이 있는 폭발성물질 및 폭발성제품(니트로셀룰로오스, 신호탄)
	등 급 1.4	대폭발위험성분사위험성 및 화재위험성은 적으나 민감한 폭발성물질 및 폭발성제품(도폭선, 점화퓨즈)
	등 급 1.5	대폭발위험성이 있는 매우 둔감한 폭발성물질(질산암모늄유제폭약, UN 0332 에멀전폭약 )
	등 급 1.6	대폭발위험성이 없는 극히 둔감한 폭발성제품
		고압가스
제 2 급	제 2.1 급	인화성가스 (흡연용 가스라이터, 아세틸렌)
	제 2.2 급	비인화성비독성가스(질소, 아르곤)
	제 2.3 급	독성가스 (일산화탄소, 염소)
제 3 급	인화성액체류	
제 4 급	가연성물질류	
	제 4.1 급	가연성물질(성냥, 나프탈렌)
	제 4.2 급	자연발화성물질(활성탄, 아자기름)
	제 4.3 급	물반응성물질(카바이드, 칼륨)
제 5 급	산화성물질류	
	제 5.1 급	산화성물질(과산화수소, 질산칼륨)
	제 5.2 급	유기과산화물(과산화디라우로일, 퍼옥시이탄산이아세틸)
제 6 급	독물류	
	제 6.1 급	독물(비산, 시안화구리)
	제 6.1 급	병독을 옮기기 쉬운 물질
제 7 급	방사성물질(육플루오르화우라늄, 토륨금속)	
제 8 급	부식성물질(질산, 황산)	
제 9 급	유해성물질(화공약품)	

이 외에 재난관리법, 총포화약 안전관리법, 고압가스안전관리법, 유해화학물질관리법 등에서 위험물질에 대한 관리규정을 제시하고 있다.

위험물질은 주로 육상 및 해상운송을 통해 수송되며, 육상 수송은 도로, 철도, 파이프라인에 의해 이루어지고 있으나 출발지로부터 도착지까지의 편리함 때문에 아직까지 화물차량을 이용한 도로수송이 주를 이루고 있다. 그러나 우리나라의 위험물차량 관리에 대한 인식이 부족하고 관련법규가 산재해 있어 위험물 차량에 대한 사고 발생시 대형재난으로 연결되는 경우가 발생하고 있다.

위험물차량 관련 사고는 사고차량이 주는 직접적인 인명 및 재산(차량)피해 외에도, 위험물질로 인한 사고와 관련 없는 불특정 다수에게 2차적인 피해를 유발시키는데 그 특징이 있다.

〈표 11〉 위험물 운송사고 피해

개요	1차 피해	2차 피해
1991년 수원 상공회의소 앞	탱크로리와 덤프트럭 충돌	염화술포산 누출로 황산과 염산가스가 발생 인명피해(사망 2명, 중독 23명)가 발생
1991년 경북 봉화면 국도	탱크로리 차량 전복	황산 27톤 낙동강 유출, 강 하류 물고기 폐사
2001년 울산 옥동초교 앞	타이어 펑크로 인한 전복	스테아린산납 200kg 유출 학생 등 130명 납중독

환경부 등에서는 56개 유독 화학물질에 대한 ‘화학사고 대응을 위한 사고대비물질 정보집’ 등 위험물질 관련 사고시 대처 매뉴얼<sup>6)</sup>을 작성하고 있으나 이는 사후처방에 중점을 두고 있다.

6) 유해화학물질의 취급관리지침(노동부), 화학물질 및 물리적인 자의 노출기준(노동부), 화학물질별 노출기준 및 관계법령규정(노동부)

**아크롤레인**  
**ACROLEIN**

CAS 번호 : 107-02-8

■ **일반적 특성 및 위험성**

상태	색상	냄새		분자식	C <sub>3</sub> H <sub>4</sub> O	
액체(점착성)	무색 또는 황색	달콤하면서도 매우 강렬한 자극적인 향		분자량	56.07	
유해그림	 	NFPA 코드	건강위험성	화재위험성	반응위험성	특수위험성
			4	3	3	-
끓는점	증기압	pH	인화점	발화점	폭발한계	
52.5℃	210mmHg(20℃)	최대 6.0 (10% 용액, 25℃)	-26℃(closed cup) -18℃(open cup)	220℃	2.8~31.0%	
사용용도	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 칼로이드 형태의 금속, 플라스틱, 향료 등의 제조</li> <li>• 글리세린의 합성원료, 폴리우레탄 폴리에스텔 수지의 원료, 메치오닌 의약품의 원료, 제조제, 섬유처리제 등의 원료, 칼로이드상 Osmium, Rhodium, Tellurium의 제조에 사용되고 추출용제로 사용</li> </ul>					
위험성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 가연성이 매우 높은 액체 또는 증기로 심각한 화재 위험이 있음</li> <li>• 증기는 공기보다 무거워 지면을 따라 이동, 멀리 떨어진 장소에서 발화할 가능성이 있음</li> <li>• 화재로 인해 부식성, 자극성 및 독성 가스 생성 가능</li> <li>• 알칼리, 산 또는 강력한 산화제와 혼합되면 화재 및 폭발성의 위험성 있음</li> <li>• 유산소 조건 하에서 위험한 과산화물과 반응하여 산으로 쉽게 전환됨</li> <li>• 물과 반응하여 유독가스 발생시킴</li> <li>• 혼합금지 물질 : 산, 염기, 아민, 가연성 물질, 금속염, 산화제, 암모니아</li> </ul>					

■ **화재·폭발 및 누출시 대처방법**

화재·폭발시 대처방법		누출시 대처방법		보호장비
소화제	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 다량의 소화수, 포말, 내알코올성 포말, 파우더, 이산화탄소</li> </ul>	방제물품	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 활성탄, 회석산</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 호흡보호구 : 송기 마스크(연속 유출입형, 전면형, 복합식 에어라인 마스크), 전동팬 부착 호흡 보호구(유기가스 용), 직결식 소형 방독 마스크(유기가스 용 정화통 및 전면형), 공기 여과식 호흡 보호구(유기가스 용 정화통 및 전면형), 공기 호흡기(전면형, 대피용)</li> <li>• 내화학성 보호의 및 장갑</li> <li>• 보안경</li> </ul>
소화방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭발의 위험성이 높으므로 대형화재의 경우 적절한 장비가 없으면 현장에서 물러나 방치할 것</li> <li>• 최대한 먼 거리에서 진화하고 무인호스나 모니터 노즐을 사용할 것</li> <li>• 직수를 사용하지 말 것</li> <li>• 노출되었거나 쏟아진 물질이 경화되지 않았다면 물을 분무하여 증기를 소산시킴</li> <li>• 진화 후에도 용기에 다량의 물을 뿌려 용기 내부의 온도를 내릴 것</li> <li>• 후처리를 위해 방화수로를 만들 것</li> </ul>	방제방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수중 누출시 흡수성 시트 또는 누출물 확산을 막을 수 있는 패드나 쿠션으로 덮을 것</li> <li>• 누출된 물질을 깊은 물웅덩이의 바닥이나 별도로 격리수용가능한 장소 또는 모래주머니를 쌓은 방벽내에 가두어 둘 것</li> <li>• 누출지역은 적어도 반경 100~200m 고립시킬 것</li> <li>• 저지대를 피할 것</li> <li>• 절대로 용기내로 물이 들어가지 않도록 할 것</li> </ul>	

(그림 12) 화학사고 대응을 위한 사고대비물질 정보집 1(아크롤레인)

■ 인체 영향 및 응급조치 방법

노출 경로	증 상	응급조치
흡입	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡입시 치명적일 수 있음</li> <li>• 증기나 액체에 접촉되면 후두점막자극이나 최루를 일으키며, 기관지염을 유발할 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 흡입했을 때는 환자를 신선한 공기가 있는 곳으로 옮기고, 환자의 호흡이 멈추었으면 구조 호흡을 실시하되 구강 인공호흡은 이용하지 말 것</li> <li>• 필요시 인공호흡(구조 호흡)을 할 수 있는 간이구멍기 또는 이와 유사한 장치를 사용하도록 함</li> </ul>
피부	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피부에 접촉시 유해함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 피부에 접촉했을 때는 오염된 의복이나 신발을 벗기고, 중탄산나트륨용액(2%)과 물로 20분 이상 씻어낼 것</li> </ul>
눈	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 증기나 액체에 접촉되면 안구 점막자극이나 최루를 일으킬 수 있음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 많은 양의 물을 사용하여 적어도 15분 동안 눈을 즉시 세척할 것</li> <li>• 곧바로 의사의 치료를 받도록 할 것</li> </ul>
섭취	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 삼켰을 때 치명적일 수 있음</li> <li>• 섭취시 메스꺼움, 구토, 설사 등을 유발함</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 삼켰을 때는 즉시 의사의 검진을 받을 것</li> <li>• 의식이 있는 사람에게 한하여 입안세척 및 물이나 우유를 마시게 하되 역지로 구토를 시키지 말 것</li> <li>• 의식 불명의 사람에게 토하게 하거나 음료수를 마시지 않도록 하고 머리를 옆으로 돌리게 할 것</li> <li>• 섭취하였을 때는 위 세척 및 활성탄 슬러리의 투여를 고려할 것</li> <li>• 환자의 호흡이 멈추었으면 구조호흡을 실시하되 구강 인공호흡은 이용하지 말 것</li> </ul>
인체 유해성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 호흡기도 화상, 피부 화상, 눈 화상, 점막 화상, 눈물 유발</li> <li>• 홍진(erythema), 안검부종(lid edema) 등을 유발할 수 있으며 심한 중독의 경우 폐기능 이상을 초래함</li> <li>• 각종 증상은 시간이 경과한 후에 나타날 수 있음</li> </ul>	
환경 유해성	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 수생생물에 매우 유독함</li> <li>• 수생생물의 체내에 거의 농축되지 않으나(BCF : 6), 어류에 대한 특별한 주의가 요구됨</li> </ul>	

■ 관련 규제 사항

유해 화학물질관리법	사고대비물질, 유독물
산업안전보건법	노출기준설정물질(TWA : 0.1ppm, STEL : 0.3ppm)
위험물안전관리법	제4류 1석유류
고압가스안전관리법	가연성가스, 독성가스
해양위험유해물질(HNS)	해당안됨

〈그림 13〉 화학사고 대응을 위한 사고대비물질 정보집 2(아크롤레인)

국내에는 위험물 수송에 국한한 법이나 제도가 따로 없고 여러 가지 개별법들의 관련 항목들에서 규정하고 있다.

위험물 수송과 관련하여서는 고압가스안전관리법(산업자원부), 유해화학물질관리법(환경부), 소방법(행정자치부), 총포·도검·화약류단속법(경찰청), 선박안전법(해양수산부) 및 지방자치단체 규정 및 지침이 있고, 수송 관련법에는 자동차운수사업법, 도로교통법, 교통안전법 등이 있다.

위험물관리에는 차량관리, 운전자관리, 포장 및 용기, 표시 및 표찰, 응급처리 및 재난관리를 포함한다.

〈표 12〉 개별법에서의 위험물관리

관리측면	법령
차량관리	-자동차관리법: 고압가스운송 화물자동차, 위험물운반 화물자동차는 차량운행상태를 파악할 수 있는 운행기록계를 부착하도록 하고 있음. -총포화약안전관리법: 화학류운송에 대하여 도심지통행을 규제(서울지방경찰청 고시에 의해 고압가스운반탱크로리 및 폭발물운반자동차의 24시간 도심권 통행제한이 이루어짐)
운전자관리	-운송사업자가 교육형태에 따라 자체교육, 보수교육, 전문교육을 실시 -교육내용은 위험물 성질, 취급주의, 소방교육, 안전교육, 접지 등 다양함
포장 및 용기	-위험물 운반차량과 차량에 탑재된 용기는 관련법규에 따라 별도로 관리됨 -운반차량 : 자동차관리법 -용기 : 소방법 또는 액화가스 안전관리법 -그밖에 철도법, 원자력법 시행령 등에서 위험물 포장 및 용기에 대한 사항을 규정하고 있음
표시/표찰	-소방법, 고압가스안전관리법, 원자력법 등에서 규정을 제시
응급처리 /재난관리	-재난관리법 : 재난관리계획지침에 의거하여 교통 및 고압가스 등 위험물에 대한 지자체별 안전대책을 수립하고 있음

육상수송의 경우 주로 소방법에 의해 위험물 운송규정이 나타난다. 소방법 제26조(위험물운반)에서는 위험물의 운반시 용기·적재방법 및 운반방법에 관하여는 화재 등의 위해예방과 응급조치상의 중요성을 감안하여 행정자치부령이 정하는 중요기준 및 세부기준에 따라야 한다고 규정하고 있다.

고압가스 안전관리법은 제22조(운반 등)에서 위험물 수송에 관한 내용을 규정하고 있다. 제1항에서는 고압가스를 양도·양수·운반 또는 휴대할 때에는 산업자원부령이 정하는 기준에 따라야 한다고 규정하고 있다. 또한 제37조에서는 액화석유가스의 안전 및 산업관리법과 도시가스사업법에서 규정한 사항에 대하여는 이법을 적용하지 않는 것으로 나타났다.

도로교통법 제6조 제1항(통행의 금지 및 제한)에서 서울지방경찰청은 도로교통고시 제1호로서 서울시내의 화물자동차의 통행제한시간과 구역을 정하였다.

〈표 13〉 서울지방경찰청고시 위험물차량의 운행제한 내용

차 종	제 한 시 간	제 한 구 역	비 고
3.6톤 이상 10톤 미만 화물자동차, 건설기계 및 특수자동차	07:00 ~ 22:00	도 심 권	토·일·공휴일 제외
10톤 이상 화물자동차, 건설기계 및 특수자동차	07:00 ~ 22:00	도 심 권	토·일·공휴일 제외
	07:00 ~ 10:00	올림픽대로 구간 (하일·C-행주대교)	
고압가스 운반탱크로리 및 폭발물 운반자동차	24시간	도 심 권	

단, 도심권내 도로 중 강변북로, 양화로, 연회로, 세검정길, 정릉길, 길음교, 종암사거리를 잇는 도로는 07:00 ~ 10:00까지만 3.6톤 이상 화물자동차, 건설기계 및 특수자동차(고압가스 운반탱크로리, 폭발물 운반자동차 제외)의 통행을 제한한다.

위험물차량의 사고는 위험물에 다른 중독, 질식 등의 2차 피해를 동반하기 때문에 인구밀집지역에서의 사고는 대량 인명피해를 유발한다. 또한, 유독물질은 기류나 하천을 따라 광범위한 지역으로 확산되기 때문에 신속한 처리가 필요

요하다.

따라서 도시진입 위험물차량에 대해 인구밀집지역 진입금지 등 경로관리와 재난발생시 신속한 처리를 위해 실시간 차량위치파악이 우선적으로 이루어져야 한다.

1991년 수원시 상공회의소 앞 도로상에서 염화술폰산을 운송중인 탱크로리 차량과 덤프트럭이 충돌하여 전복, 순도95%염화술폰산이 누출되어 하수구에 유입된 후 화학반응을 일으켜 황산과 염산가스가 발생하여 인명피해(사망 2명, 부상 23명)가 발생하였고, 같은 해 경북 봉화군 소천면 국도 상에서 황산을 운송 중이던 탱크로리 차량이 전복하여 황산 27톤의 누출로 낙동강 상류 지천인 현동 천에 유입, 강 하류의 물고기가 집단 폐사(3km하류)하는 일이 발생하였다. 또한, 2001년 울산의 옥동초등학교 앞에서 발생한 화학물 수송트럭의 전복으로 납 화학물이 유출되었지만 구청직원의 잘못된 판단에 의해 초등학교생들에게 납 화학물을 노출시키는 사태가 벌어지기도 하였다.

과거 소방법 시행규칙에서 명시한 운반경로 등에 관한 서면의 송부에 대한 사항<sup>7)</sup>이 1995년 12월 규제완화차원에서 전면 삭제되고 위험물제조소 설치허가증이 운행허가증과 같은 효력을 갖게 되면서 위험물 적재차량도 일반화물차량과 동일하게 운행이 가능하게 되어 도시내부로 진입하는 위험물차량의 경로를 파악 할 수 없게 되었다.

〈표 14〉 위험물 운송사고 방재활동

방재단계	방재활동
예방	특정도로 통행제한, 운전자 교육, 위험물 취급소 관리
대비	위험물처리 매뉴얼 작성
대응	사고처리 및 위험물처리
복구	×

7) 소방법 시행규칙 제27조 삭제(1995.12, 개정)

#### 4. 기타

대부분의 재난이 발생하게 되면 부상자가 속출한다. 이때 부상자를 신속히 병원 등으로 이송하지 못할 경우 부상악화로 인해 사망에까지 이를 수 있다.

응급상황에서 황금시간(golden time)이란 손상 후부터 전문적인 치료가 시행되어야만 하는 기간을 말하는데 이는 일반적으로 1시간 이내(외상, 뇌졸중 : 6시간 이내)를 뜻한다.<sup>8)</sup>

도심에서 운전을 하다보면 구급차의 신호위반이나 역주행에 의한 교통사고 사례를 종종 볼 수 있다.

〈표 15〉 구급차 교통사고 사례

교통사고	사고 개요
구급차-유조차 충돌 후 폭발 2006.7	구급차가 신호를 무시하고 교차로를 통과하던 중 유조차를 충돌
신호무시 환자이송 응급차 승용차와 충돌 2006.9	맹장염 환자를 이송하던 응급차가 신호를 무시한 채 운행하다 승용차 운전석 충돌



〈그림 14〉 구급차 사고 종류

구급차의 교통사고는 운전자와 차량의 피해뿐만 아니라 응급처치가 필요한 환자의 진료시간이 증가함에 따라 부상악화나 최악의 상황에서 사망에 이를 수 있다.

8) 응급구조와 응급처치, 2005, 연세대의과대학응급의학교실

## 제3절 서울시 방재체계 현황

### 1. 중앙정부

현재 우리나라에는 재난관련 법규가 70여개에 달하고 있으며 이들은 체계적이고 종합적인 계획에 의해 만들어진 것이 아니라 대형사고 발생시 즉흥적으로 제정 또는 개정된 측면이 없지 않고, 재난의 종류별·관련 법규별 주관부처가 서로 달라 복합적 재난발생시 관리의 혼선을 일으킬 수 있다.

중앙정부의 재난관리는 ‘75년에 제정된 □민방위기본법□을 시작으로 재난 발생시 정부와 함께 민방위대원의 자위활동으로 인명구조와 피해확산 방지로부터 시작되었다.

과거, 농·어업 등 1·2차 산업이 중심이 되는 사회에서 다중이용 건물이나 대형 구조물은 물론 대중교통 수단이 많지 않아 자연재해와 화재 이외에 건물의 붕괴나 가스폭발 등의 도시형 재난에 대해서는 큰 문제가 되지 않았으나, 80년대 중반기 이후 석유·화학 등 대단위 공업단지가 조성되고 도심으로의 인구밀집과 도시화에 따른 교통수단 이용률 증가, 도시가스 이용 등 인적 재난 발생은 대형 참사를 불러오게 되었다.

‘95년 정부는 재난관리법을 제정하고 중앙부처는 물론 지방자치단체에 재난관리전담기구 신설 및 인력확보를 서두르게 되었고, 공공 및 민간시설물에 대한 안전점검실시 및 위험시설물의 보수·재건축에 따른 60여개의 재난관련 법령을 제·개정 하였다.

정부에서는 국무총리를 위원장으로 하는 “중앙안전 대책위원회 “를 중심으로 각 부처장관이 소관분야별 예방·수습대책을 마련하는 한편, 각 분야별 재난관리계획을 종합화한 “국가재난관리계획 “을 수립하고, 광역 및 기초자치단체장을 중심으로 관내 유관기관이 참여한 “지역안전대책위원회 “를 구성·운영하고 지역실정에 맞는 재난관리계획을 수립하게 되었다.

‘01년 국무총리소속하에 “안전관리개선기획단”을 발족하여 각 기관에서 각각 관리하는 재난관리기능을 종합·조정·점검·평가함으로써 관계 행정기관 간 역할분담 및 안전관리개선업무의 원활한 추진체계를 구축하였다.

‘03년 「대구지하철 방화」사건으로 수많은 인명피해가 발생하고, 이로 인하여 국가적 재난관리상의 문제가 제기되었다. 이 사건을 계기로 기존의 재난과 재해의 개념을 재난으로 통합하고 재난관리시스템 개선을 통하여 ’04년 6월 국가 최초의 재난관리 전담기구인 「소방방재청」을 신설하게 되었다.

<표 16> 소관부처별 재난관련 법규

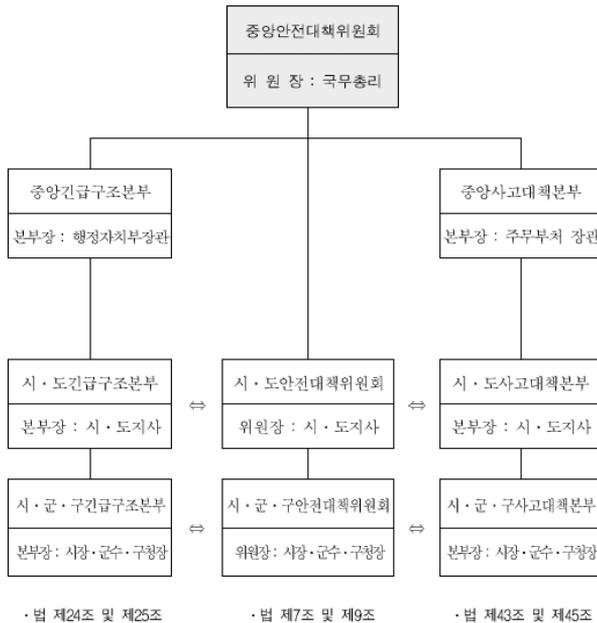
소관 부처	법령 명
행정자치부	자연재해대책법, 민방위기본법, 재난및안전관리기본법, 유선및도선사업법, 소방기본법, 위험물안전관리법, 소방시설유지및안전관리에관한법률, 소화전정비법
건설교통부	건설기술관리법, 건설사업기본법, 건축법, 석도·괘도법, 시설물의안전관리에관한특별법, 주택법, 철도산업안전기본법, 항공법, 도로법, 도시철도법, 한국철도공사법, 하천법
산업자원부	기업활동규제완화에관한특별조치법, 송유관안전관리법, 도시가스사업법, 승강기제조및관리에관한법률, 액화석유가스의안전관리및사업법, 전기사업법, 석유및석유대체연료사업법
정보통신부	전기통신기본법
해양수산부	개항질서법, 어촌·어항법, 항만법, 해양오염방지법, 해운법
농림부	가축전염병예방법
문화관광부	방송법
노동부	산업안전보건법
환경부	수도법, 환경·교통·재해등에관한영향평가법, 폐기물관리법, 유해화학물질관리법
과학기술부	원자력법
보건복지부	전염병예방법
교육인적자원부	학교보건법

## 1) 중앙안전대책위원회

설치근거 : 재난관리법 제7조

임 무 : 재난의 예방·수습 기타 재난관리에 관한 정부 중요정책의 심의 및 총괄·조정, 재난관리법이 정하는 재난관리에 관한 사항 협의·조정

위 원 장 : 국무총리, 위 원 : 28명



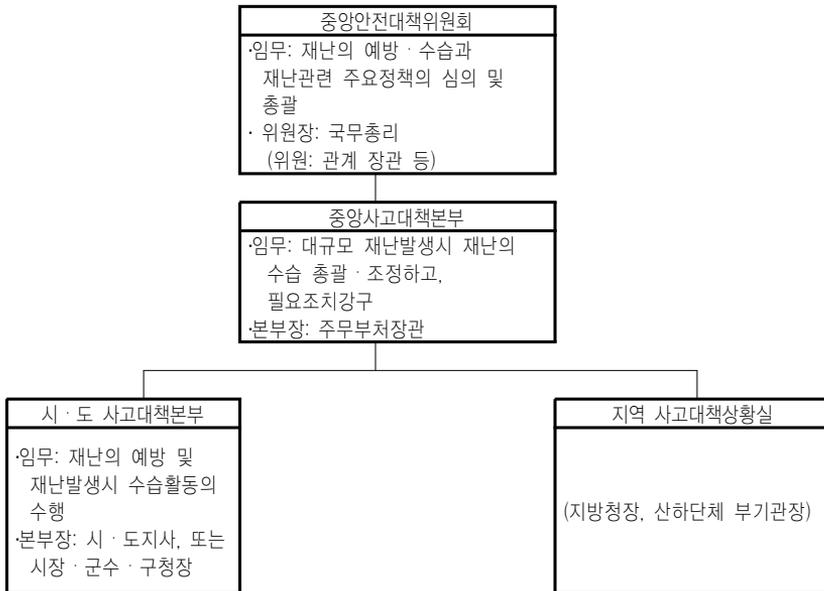
〈그림 15〉 중앙안전대책위원회

## 2) 국가재난관리계획

□국가재난관리계획□은 평상시 재난을 대비한 “국가차원의 재난관리계획”으로 재난발생시 종합적인 보고, 긴급구조, 사고수습 등 재난시 즉각 대처할 수 있는 대응체계를 수립, 신속히 복구하여 인적·물적 피해 등 국민의 생명

과 재산을 최소화하기 위해 수립·시행하는 것으로써 재난관리법 제3조, 제12조 및 동법시행령 제15조에 근거하여 수립한다.

□국가재난관리계획□ 재난관리법에 의거 행정자치부 주관으로 운용하고 있으며, 각 부처는 각 소관사항에 대하여만 계획을 수립·운용하고 있다.



〈그림 16〉 재난수습체계

### 3) 지역안전대책위원회

근거 : 재난관리법 제9조

기능 : 당해 지역에 있어서 재난관리정책의 심의 및 총괄·조정, 당해 지역에 소재하는 재난관리책임기관이 수행하는 재난관리업무 협의·조정

구성 : 시·도 위원회, 시·군·구 위원회

#### 4) 안전관리개선기획단

교통안전 등을 포함한 전반적인 안전관리에 필요한 정부정책과 사업계획을 통합·조정하고 이의 추진상황을 효율적으로 점검·평가·개선하기 위하여 국무총리소속하에 안전관리개선기획단을 둔다.

안전관리기획단은 안전관리업무의 총괄·조정과 점검·평가 및 재난관리법 제12조의 규정에 의한 국가재난관리계획과 교통안전 등 기타 안전관련 개선사항에 관한 총괄계획의 수립지원 및 실천계획의 개발·조정하는 기능을 갖는다.

<표 17> 부처별 재난관리 기능

부처	기능
재정경제부	재난발생시 효율적 지원을 위한 재정·세제·금융 등의 지원체제를 구축
교육인적자원부	교육시설물 안전점검
과학기술부	방사선사고 및 방사능재난 발생에 대한 대응
외교통상부	재외국민 보호, 우리국민의 해외여행관련 신변안전 확보
법무부	사건발생 원인 수사, 대형 재난발생시 피해지역주민에 대한 법률지원
국방부	재난구조지원
소방방재청	예방위주의 재난관리, 특정관리대상시설 안전관리대책 수립
문화관광부	공공주요시설물 및 민간주요시설의 안전관리(공연, 체육시설 등)
농림부	수리시설(저수지 등), 산불, 축산업 등 농촌 안전관리
산업자원부	전기, 가스 등 안전시설 관리
정보통신부	통신재난관리(통신구, 우체국 등)
보건복지부	재해구호, 전염병관리, 응급의료체계 관리
환경부	대기, 수원, 토양 등 환경오염에 대한 감시체계 및 시설관리
노동부	위험물취급업체 관리, 건설안전 등 산업현장의 안전관리
건설교통부	도로, 철도 등 교통시설물 관리, 교통안전교육 실시
해양수산부	항만교통 및 해양사고 관리
경찰청	교통사고 예방, 교통약자 등 교통환경 개선, 국민편의 증대
산림청	산불방지 및 진화
해양경찰청	조난사고, 노후선박 안전점검

〈표 18〉 국가안전관리기본계획 수립지침에 의한 재난유형별 주관/유관 부처

구분	대책부처	방송위원회	교육부	과기부	통일부	외교부	국방부	행정부	민생부	에너지부	신자부	정통부	복지부	환경부	노동부	여성부	건교부	해수부	소방방재청		
자연재난	풍수해대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	설해대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	가뭄대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	지진대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	해일대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	항공재난대책						△						△	△			○			△	
	철도재난대책						△						△	△			○			△	
	도로재난대책						△	△										○			△
	해상재난대책						△				△	△	△						○		△
	방사능재난대책			○			△	△			△		△	△				△			△
	전기유류가스대책		△	△		△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	폭발대형화재대책						△				△	△	△	△	△			△			○
	시설물재난대책		△	△			△		△	△	△	△	△	△	△			△	△	△	○
	통신재난대책						△	△			△	○			△			△			△
	독극물환경오염대책						△	△		△	△		△	○				△	△	△	△
	산업재난대책						△				△	△			○			△			△
해외재난	해외재난대책					○	△	△		△		△					△	△	△	△	
	북한방문국민안전대책				○	△	△														
	해외재난사상지원대책					△	△					○								△	
	해외건설현장안전대책					△				△								○			
	해외관광객안전대책					△			○												
해외진출기업안전대책					△				○												
기타주요재난	재난방송대책	○																		△	
	방재기상대책			○																△	
	유도선대책								△				△	△						○	
	생물재난대책						△	△					○	△							
	산불방지대책						△			○		△	△	△						△	
	문화재안전대책								○											△	
	수리방조제대책									○									△		
	문화재저안전대책								○											△	
	교통안전대책							○											△		
	보육시설대책												△				○				
어린이안전대책	○															△			△		
군인력장비지원대책						○														△	

주 : 주관부처 ○, 유관부처 △

## 2. 지방정부

### 1) 서울시

서울시에는 재난관리법 제3조제2항 및 제13조에 의거하여 재난관리에 관한 계획을 수립하고 있으며, 재난 예방대책으로 서울종합방재센터 운영, 재난위험 시설 및 중점관리대상시설 지정·관리, 도로시설물 보수·보강 실시, 민간건축물 등 안전점검 및 보수·보강, 화재예방대책 추진 등 재난 예방대책 수립하고 있다.

서울시 재난 대비대책으로는 국가안전관리정보시스템사업 추진으로 감시 및 상화전파 시스템을 구축하고, 재난에 대비하여 구조·복구·구호에 필요한 인력·장비·물자 등을 관리한다.

서울시 재난 수습대책은 재난발생시 서울시 사고대책본부 구성·운영하여 재난상황을 총괄 지휘하며, 구급·구조능력 향상을 위해 교육 및 훈련 수행하고 있다.

서울시 재난관리 조직은 <그림 17>과 같으며, 각 과별 주요업무는 다음과 같다.

- 소방행정과 : 인사, 교육, 기획, 홍보, 심사분석, 감찰 및 예산편성
- 방재기획과 : 도시재난 종합계획수립·평가, 재난 예방·수습 및 복구
- 방 호 과 : 화재진압 및 인원조사, 장비·통신 및 용수시설 관리유지
- 구조구급과 : 재난현장 인명구조, 응급환자 이송 및 소방전산운용

서울시 재난관리체계 중 교통국에서 수행하고 있는 재난대책 교통관리에서는 각종 대형사고 등 예기치 못한 재난을 신속히 수습·복구하기 위한 교통사고관리체계 구축과 재난현장 교통지원 대책에 대한 재난대비교통대책을 수립하고 있다

-교통사고대책본부 : 교통관련 재난으로 서울특별시사고대책본부가 편성될 경

우 또는 중대한 교통재난발생에 따른 대책으로 교통관리실장이 설치·운영함  
 -교통사고대책본부는 교통국장을 본부장으로 하여 총괄반, 현장조치반, 대응조치반으로 구성되어 재난발생시 계통보고 및 유관기관의 협조요청을 통해 현장질서유지 및 교통통제활동을 수행함



〈그림 17〉 서울시 재난관리 조직

〈표 19〉 재난 유형별 수습주무부서

재난유형	수습주무부서	재난유형	수습주무부서
도로시설	건설안전본부	건축물붕괴	주택국
환경오염	환경부	지하철	지하철본부
전기	산업국	유류가스화재	소방방재본부
차량, 열차 등	교통국	상수도관련	상수도사업부
선박 등	건설기획국	기타	소관국

〈표 20〉 부서별 관리 협조사항

부서별	추진사항
교통국	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 버스 임시노선 운행지도</li> <li>- 혼잡통행료 유예검토</li> <li>- 대체교통수단 강구 등</li> </ul>
버스운송사업조합	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 버스 우회운행</li> </ul>
지하철공사, 도시철도공사	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 운행시간 및 횟수 조정</li> </ul>
교통방송본부	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 특별방송 실시</li> </ul>
서울지방경찰청	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 도로교통 통제</li> <li>- 민간인 현장접근 통제</li> <li>- 사상자 후송로, 잔재 이송로 교통통제</li> </ul>
자치구	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 구 대책본부 구성·운영</li> <li>- 버스 우회운행 등 주민홍보</li> <li>- 교통질서요원 배치 및 운행질서 계도</li> </ul>

또한, 서울시는 ‘94성수대교붕괴, 아현동 가스폭발, ’95삼풍백화점 붕괴 사고 등 대형 재난발생시 지휘 및 전달체계 혼선에 대한 문제점이 제기되면서

종합적인 방재 목적으로 서울종합방재센터를 설립하였다.

서울종합방재센터는 기존의 119종합상황실, 재난상황실, 민방위경보통제소, 재해대책본부상황실을 한 자리에 집중시켜 중앙시스템으로 통합·관리하여 모든 재난·재해 상황 신고시 접수에서부터 처리, 구조, 복구를 신속하고 체계적으로 관리할 수 있게 하였으며, 재난 유형에 따라 소방은 물론 가스, 적십자, 한국통신을 비롯해 경찰과 군부대 및 한전에 이르기까지 유관기관으로의 신속한 상황전파로 효율적인 재난관리를 가능하게 하였다.



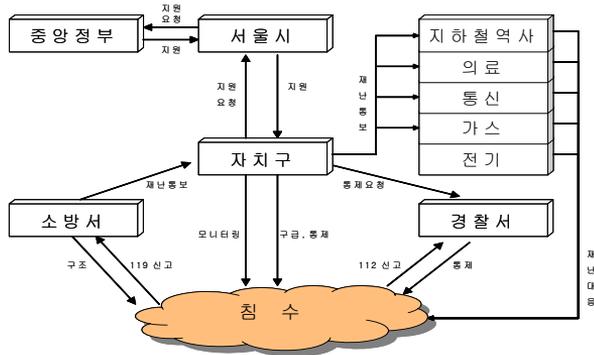
〈그림 18〉 서울종합방재센터 조직도

〈표 21〉 서울종합방재센터 수행업무

부서	수행업무
종합상황실	재난상황 관리·예보 및 전파, 자치구 상황 지휘, 사고대책반 비상소집, 재난·재해·화재·구조·구급상황 발생 신고 접수 및 출동지령, 현장활동상황 수집, 현장활동에 필요한 정보제공, 피해상황 수집, 유관기관과의 연락, 건축물 취약성 종합파악 관리 및 정보제공, 각종 재난·재해통계 기록관리 및 분석, D/B구축 등, 기상·수문·홍수정보 등 각종정보 관리, 민방위경보통제소 운영 및 민방위경보 전파, 민방위경보시설·장비 점검 및 유지관리, 기타 민방위경보 전달에 관한 사항 등, 구급상황관리·의료상담 및 재난사고현장 지원, 응급의료체계연구·통계분석 및 기록관리, 구급대 의료지도
지원관리과	문서·보안·관인관수 및 청사관리에 관한 사항, 인사·복무·급여 및 직원후생에 관한 사항, 예산·회계, 물품·장비관리 및 운용에 관한 사항, 센터업무 기획·조정 등에 관한 사항, 공사도급·용역·물품구매, 임대차계약 등에 관한 사항 등, 재난·재해분석 및 통계관리
전산통신과	전산정보시스템 보안, 통제, 주전산기 운영 및 유지관리, 119시스템 전산자료 안전관리 및 프로그램 유지관리, 119시스템과 통합운영시스템의 평가 및 개선에 관한 사항, 119시스템 개발계획 및 최신기술 연구에 관한 사항, 통합시스템 전산자료 안전관리 및 최신기술 연구, 경찰·군·한전 등 유관기관과의 시스템 연계관리, 유·무선 통신시설 기술개발·성능분석에 관한 사항, 유·무선 통신시설 설치, 변경, 종사자 교육지도, 유·무선 통신장비 수급관리, 통신보안, 전용회선 관리 등

## 2) 자치구

각 자치구에서는 수위 모니터링과, 119를 통한 재난신고접수, 112를 통한 경찰서 신고접수를 통해 침수를 확인하고, 재난신고를 받은 119는 해당 자치구에 상황을 통보하고 구조대를 출동시키며, 112를 통해 신고를 접수한 지방경찰청은 해당 지역인근 파출소에 전달하고 해당 파출소에서는 침수지역을 통제한다.



〈그림 19〉 침수시 자치구 재난관리체계

CCTV 모니터링 및 119에서의 침수사실이 확인되면 자치구에서는 경찰서 및 서울 시설안전관리공단에 통제요청과 함께 현장으로 공무원을 투입하여 상황판단 및 주민통제를 실시한다.

또한 유관기관에 침수사실을 통보하여 각 유관기관에서는 해당 시설물에 대한 작업을 수행하고 있다.

### 3. 유관기관

#### 1) 한국전력공사 서울지역본부

- 조직 : 대책본부장, 부분부장, 복구반, 그리고 복구지원반, 행정지원반, 홍보반, 안내반
- 협조체계 : 본사 배전(전력) 종합상황실에서 서울전력, 남서울전력, 장비관리부, 서울시 종합방재센터, 서울시 소방방재본부, 서울지방경찰청, 언론기관, 산업자원부로 전달
- 정전지역 최소화, 재해지역 안전조치 및 홍보, 이재민 및 재해지역 지원 활동, 재해 상황 및 복구 기록 유지

## 2) 한국전기안전공사 서울지역본부

- 협조체계 : 피해발생 시 지역본부, 본사, 산업자원부에서의 복구체계. 기상청에서 상황과약, 한국전력에서 지원하는 협조기관, 행정자치부에서 상황과약, 지자체에서 지원하는 유관기관
- 사고대책본부 구성 : 본부장, 부분부장, 총괄 및 상황반, 복구 및 수습반, 홍보반, 지원반
- 재난관리상황 관리체계 구축, 재난대비 자원동원계획, 전기안전관리 정보 시스템 구축

## 3) 한국가스공사 서울지사

- 재난 예방능력 제고, 재난 대비태세 강구, 안전의식 홍보 및 정착
- 재난관리체계 : 비상통제단장, 부단장, 상황실장에 상황처리반, 지원반, 복구반, 공급반, 현장지휘소장에 안전조치반, 지원반, 복구반, 공급반
- 상황실, 통제소 → 현장 지휘자 → 관할 소방서장 → 통제선 설치 → 현장 지휘소 설치운영 → 긴급구조 활동상황 보도 안내 → 긴급구조 활동 완료

## 4) 한국가스안전공사 서울지역본부

- 인위적 재난 방지 위한 점검. 교육. 홍보, 재난관리대상시설 지정. 관리, 재난예방, 수습, 복구 세부계획 수립. 추진
- 조직 : 본부장, 부분부장, 조사상황반, 기술지원반, 홍보반, 행정지원반

## 5) KT 수도권 강북본부

- 통신구 및 건축물로 인한 대형재난 예방, 사회적 재난 발생시 신속한 통신지원 추진

- 보고사항 : 현업기관(유관기관) → 본부(상황실) → 네트워크관리종합상황실 → 정보통신부, 중앙재해대책본부
- 사고대책본부 구성 : 본부장, 본부종합상황실장, 자문위원, 그리고 통신망, 건축물, 비상계획, 홍보, 전략, 조달 등과 지사에 지점과 특수국

#### 6) 철도청 서울지역 사무소

- 재난의 예방, 재난위험시설 등의 관리
- 상황 접수 및 보고. 전파 → 긴급 구조 및 응급조치 → 사고대책 본부설치 → 수습. 복구 활동 → 보상협상 등 최종마무리
- 재해대책본부 조직 : 본부장, 부분부장, 수송 및 시설복구 통제관, 홍보 및 지원반장, 자재반장, 수송반장, 선로복구반장, 차량복구반장, 전기복구반장, 건물복구반장

#### 7) 서울특별시 지하철공사

- 지하철 안전운행 확보, 방재교육, 훈련 내실화로 위기관리능력 제고, 시설물 점검 보강을 통한 재난예방 활동 강화
- 사고대책본부 조직 : 대책본부장, 통제관, 홍보, 보좌, 행정 및 조달, 경계반, 복구반
- 상황발생 → 상황접수 → 출동 → 점검, 복구, 응급조치 → 복구완료 및 피해현황 보고 → 상황종료

#### 8) 서울특별시 도시철도공사

- 예방, 수습. 복구체계 확립, 지속적. 반복적 교육. 훈련
- 사고대책본부 조직 : 대책본부장, 통제관, 홍보, 보좌, 행정 및 조달반, 경계반, 복구반

## 9) 서울지방항공청

- 재난의 사전대비(정보처리, 훈련, 안전문화운동), 재난발생시 대응(체계적, 응급복구능력)
- 대책본부 조직 : 대책본부장, 통제관, 합동조사반, 상황관리반, 응급복구반, 인명구조반, 행정반

## 10) 한국공항공사

- 재난유형별 재난관리기능의 확립, 사전예방(안전점검, 부실공사 방지, 지하공동구 안전관리, 안전문화운동), 사후 수습, 재난 관련기관. 항공사. 공조체제 확립 및 강화
- 조직 : 본부장, 부분부장, 현장지휘통제단장, 현장지휘소장, 실무반(항무처, 토목처 등)

## 11) 서울지방경찰청

- 사고현장 질서유지 및 혼잡경비, 교통관리대책(통제, 우회도로), 방법활동, 현장수사 및 사상자 신원확인, 정보 협조체제 구축, 보완. 외사활동 강화, 재난지역 치안 홍보활동

## 12) 수도권방위사령관

- 독가스에 의한 테러, 고층건물 대형화재, 건물, 터널, 지하철 붕괴, 열차 충돌, 여객기 추락, 교량두절, 유람선 전복, 홍수에 의한 주민 고립 시 구조
- 상황보고 : 서울시 재해대책본부, 구청 재해통제본부에서 지원 요청으로 지원

### 13) 대한적십자사 서울특별시지사

- 재난발생 시 신속하고 효율적인 구호활동(물자와 자금비축, 인명구조, 급식)
- 대책본부 : 회장, 본부장, 보좌역, 대비반, 부분부장, 상황반, 홍보, 지원반, 현장 구호반

### 14) 서울특별시 교육청

- 노후 시설의 안전사고 및 재난으로부터 학생 및 교직원 등의 인명피해 최소화
- 재해대책본부 구성 : 본부장, 차장, 통제관, 상황관리반, 홍보서무 및 행정지원반, 분석 보고반, 구호반, 응급복구반

### 15) 서울 체신청

- 재난예방, 재난대비태세, 긴급구조능력 강화, 위험 시설물 지정관리, 안전 점검
- 상황관리 체계 : 서울체신청상황실에서 우정산업본부, 정보통신부, 중앙재해(사고)대책본부, 감독국 상황실, 소속국으로 보고하고 지시 받음 유관 기관인 소방서, 경찰서, 군부대 등과 시. 도 및 시. 군. 구 상황실과 교류
- 재난대책본부 구성 : 본부장, 보좌관, 상황실장, 종합 상황실, 상황반, 조치반, 구호반, 복구반, 조사반, 홍보반

### 16) 한강유역환경청

- 환경오염사고 예방(유해물질 유출, 오. 폐수 배출업소 무단방류, 계절별 사고, 재난위험시설 등 지정. 관리), 사고 대응체계 구축
- 사고수습 본부 : 사고수습 본부장, 부분부장, 상황반, 현장조사반, 측정분석반, 지원반

#### 4. 기관별 연계 현황

예방 및 복구는 서울시 및 유관기관에서 전담하고 대응은 서울종합방재센터에서 접수하여 소방서와 경찰중심으로 이루어지고 있다.

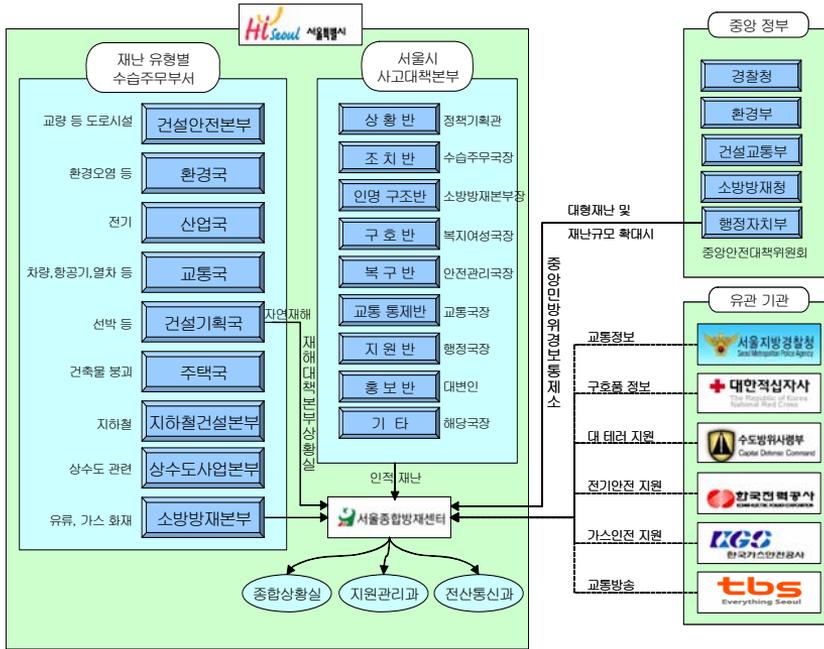
〈표 22〉 방재단계별 관리조직

방재 단계	재난관리 조직	
예방	서울시, 유관기관	서울시 주무부서와 가스, 통신, 전기 등 유관기관에서 전담
대비	서울시, 유관기관	자연재해와 같이 예측 가능한 경우 기상청 등의 예보를 통하여 피해예측과 함께 재난에 대비
대응	서울종합방재센터, 소방서, 경찰	다원화된 재난관리조직을 119종합상황실로 통합하여 재난발생시 신속한 대응이 가능
복구	서울시, 유관기관	사후관리에 필요한 예산지원 및 복구

현재 서울시 재난관련 대응체계는 서울종합방재센터를 중심으로 서울시 및 유관기관과 연계되어 운영되고 있는 실정이나 행정자치부의 국가안전관리시스템과는 독립적으로 서울시는 서울종합방재센터에 119종합방재정보시스템을 운영하고 있다.

〈표 23〉 기관별 방재시스템

	기관	방재시스템
중앙정부	행정자치부	국가안전관리시스템
	건설교통부	홍수 예·경보시스템
	기상청	기상정보시스템
서울시	소방방재본부	119종합방재정보시스템
	건설국(재해대책본부)	방재정보시스템
유관기관	-	-



(그림 20) 재난 대응시 기관별 연계현황

## 제4절 재난 및 방재현황에 대한 시사점

서울시 도시 특성상 대형건물 및 인구의 밀집 등으로 인해 재난이 발생할 경우 대형재난으로 확산될 가능성이 매우 높고, 산업화로 인해 위험물의 사용량이 증가하면서 위험물 운송차량의 도심 진입이 늘고 있는 실정이다.

제2장에서는 서울시에서 발생하고 있는 재난 중 가장 빈번히 발생하는 화재와 집중호우와 태풍으로 인한 상습적인 침수, 위험물 증가에 따른 위험물 수송차량 사고 등에 대해 살펴보았다.

화재의 경우 진화시기가 3~8분경 발생하는 Flash Over 현상 이후가 될 경

우 그 피해는 급격히 증가하여 대형화재로 확산되기 때문에 화재발생시 신속한 진화작업이 이루어져야 할 것이다.

집중호우 및 태풍에 의한 주택지역 침수시 지역 주민의 대피가 요구되고 주민대피가 늦어질 경우 대피경로 침수 등으로 주민이 고립될 가능성이 커진다. 또한 대피소의 주민들의 생필품과 의료품부족으로 인명피해가 확대되기도 한다.

서울시로 진입하는 위험물 차량은 현재 환경부에서 관리하고 있으며, 위험물차량의 출발지와 도착지만을 관리고 있어 도심으로 진입한 차량의 사고시 신속한 대처가 어렵고 만일의 경우 2가지 이상의 위험물의 상호작용으로 대형사고로 확산될 위험성이 있다.

방재는 재난관리를 의미하며 4단계로 구분되어지며, 각 단계는 각각 독립적이지 않고 상호 유기적인 관계에 있다.

그러나 현재 서울시의 재난관리는 서울시, 서울종합방재센터, 전기·가스·통신 등 각 유관기관 및 중앙정부에서 개별적으로 시행하고 있어 효율적인 재난관리가 어렵다.

최근에 와서 이러한 문제점을 개선하고자 통합방재체계구축을 시도하고 있으나 대부분 재난발생 이후 대응위주의 통합관리체계이다. 서울시의 지속적인 노력으로 재난빈도는 감소하는 추세이나, 도시화로 인하여 재난발생시 피해규모는 지속적으로 증가하고 있고, 산업화가 진행되면서 새로운 형태의 재난이 발생하고 있어 새로운 재난관리체계 구축이 요구된다.

제3장에서는 선진 방재국가의 방재체계와 우리나라의 교통방재 관련 시스템 구축사례를 통하여 서울시 적용 가능한 방재체계 구축방향을 제시하고자 한다.



## 제III장 교통방재 관련 국내·외 사례

제1절 선진방재국가의 방재체계

제2절 국내 시스템 구축계획

제3절 재난관련 계획 및 대책

제4절 국내·외 사례에 대한 시사점



## 제1절 선진방재국가의 방재체계

## 1. 미국

## 1) 재난관리체계

미국의 재난관리조직은 연방정부의 재난관리청(FEMA: Federal Emergency Management Agency)과 각 주정부 및 지방정부 자체 재난관리기구가 별도로 구성되며 중앙정부와 지방정부를 연계하는 조직들로 구성되어 있다.

〈표 24〉 미국의 재난관리 조직체계

구분	재난관리조직	기능
연방 정부	국토안보부 (DHS) 연방재난관리청 (FEMA)	·국토안보부, 연방재난관리청 ·비상대책본부: 수행비상정보·조정센터(EICC), 연방조정관(FCO), 비상대응 팀(ERT)등 12개의 비상지원기능 ·주정부와 지방정부의 재난관리 활동 지원 및 재난 대비·대응
주 정부	주 위기관리본부 (OES) 주 작전센터 (SOC) 주 조정센터 (SCC)	·주 위기관리본부(OES)내에 주 작전센터(SOC)가 있으며, 재난발생 초기에 운영, 재난발생시 지휘감독권 ·중앙정부와 지방정부 사이의 연결고리역할 수행 ·지방정부의 대응범위를 넘어선 대규모 재난관리
지방 정부	위기관리국 (EMA)	·위기관리국(EMA: Emergency Management Agency)(상설조직) ·비상운영센터: 재난발생시 비상운영센터(EOC: Emergency Operation Center)를 운영하며, 자체 현장지휘체계(ICS: Incident Command System) 를 갖추고 있음 ·위기관리실(Office of Emergency Management), 비상운영센터(EOC): 재 난대비 기획뿐만 아니라 재난발생 기간 중 경찰, 소방 및 기타 서비스에 대한 조정기능 수행 ·재난관리의 최일선 책임

자료 : 국립방재연구소, '02재해백서, 2003

## (1) 연방정부

미국은 2001년의 9.11테러후 국내테러의 예방과 효과적 대처를 위해 이민 귀화국(INS), 세관, 재난관리청(FEMA), 해안경비대, 교통안보국 등을 망라하는 국토안보부(Department of Homeland Security)가 2003. 3월에 창설되었다.

국토안보부는 법무부, 국방부, 재무부, 상무부, 농무부, 교통부, 에너지부, 중앙정보국(CIA), 연방수사국(FBI)에 소속되어 있는 부서나 기관 153개를 통합해 5국 1청으로 재편되었으며, 기본조직은 국경안전국, 정보분석국, 인프라보호국, 생화학무기관리국, 비밀경호국의 5국과 연방재난관리청(FEMA)로 되어 있는데, 이중 국경안전국에는 INS, 세관, 해안경비대 등이 긴급상황 대비 및 대응국에는 재난관리청 등이, 생화학무기관리국에는 ‘플럼성 동물질병 연구소’ 등이, 정보분석국과 인프라보호국에는 연방 컴퓨터 사고 대응센터, 전국 통신시스템 등이 속하게 되어 5국 1청으로 구성되어 있다. 또한 국토안보부의 규모는 16만9천명, 예산은 3백74억 달러(약45조원)에 달한다.

FEMA<sup>9)</sup>는 자연재해 및 인위적 재난을 포함한 비상사태시 인명과 재산피해를 최소화하기 위하여 1979년에 설립된 대통령 직속의 재해 및 재난관리 전담 기관이다.

FEMA는 6개국으로 구성되어있으며, 10개의 지방 사무소, 36억 달러의 예산(2001회계 연도), 140여개의 비상관리와 관련된 프로그램을 관리·조정하고 있다. 또한 재해 및 재난 및 비상사태와 관련되는 제반 기획, 대비훈련, 피해경

---

9) 2003년 9.11테러 이후 국내테러의 예방과 효과적 대처를 위해 재난관리청(FEMA), 이민 귀화국(INS), 세관, 해안경비대, 교통안보국 등을 망라하는 국토안보부(Department of Homeland Security)가 창설되고, 법무부, 국방부, 재무부, 상무부, 농무부, 교통부, 에너지부, 중앙정보국(CIA), 연방수사국(FBI)에 소속되어 있는 부서나 기관 153개를 통합해 5국 1청으로 재편되었다.

감, 대응 및 복구지원 등과 같은 업무를 관장하고, 지방정부와 긴밀한 협조아래 재해 및 재난 발생시 기술적 지원과 교육, FRP(연방긴급대응계획)를 통한 연방정부차원의 지원 조정 등도 주요 업무로 하고 있다.

특히 워싱턴의 본부와 전국의 10개 지방 사무소, 주·지방정부 및 민간단체 등 기타 관련기관들을 연결하는 국가비상정보관리시스템(NEMIS: National Emergency Management Information System)을 구축하여 언제 어디서 일어날지 모르는 비상사태에 신속히 대처할 준비를 하고 있다.

〈표 25〉 국토안보부 및 연방재난관리청의 주요업무

재난관리조직	주요업무	비고
국토안보부 (DHS)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 9.11테러로 인하여 테러공격의 예방 및 저지, 재난·재해에 대한 대응 등의 업무를 국가적인 차원에서 통합적으로 관장</li> <li>· 테러에 대한 취약성 감소</li> <li>· 잠재적인 공격 및 자연재해로부터 피해 최소화</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 근거 : 국토안보전략(National Strategy for Homeland Security) 및 2002년 국토안보법(Homeland Security Act of 2002)</li> </ul>
연방재난관리청 (FEMA)	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모든 재난·재해 상황을 고려한 위험기반(Risk-Based)비상관리시스템 구축</li> <li>· 재난피해경감을 국가비상관리시스템의 최우선 과제로 시행</li> <li>· 관련연방기관, 주정부 및 지방정부, 자원봉사단체, 민간기업 등과 비상관리 협조체제 구축</li> <li>· 주 및 지방정부의 안전관리체제 강화를 위한 지원·협조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 모든 형태의 재난·재해에 대한 예방, 대비, 대응, 복구 등을 총괄·지원하는 연방기구로서 2003년 DHS 신설로 이의 산하기관으로 편입됨</li> </ul>

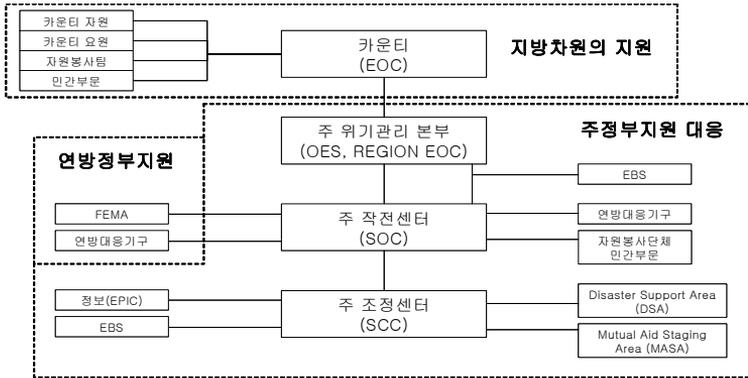
〈표 26〉 FEMA의 조직구성

구분	주요업무
대응 및 복구국 (Response & Recovery Directorate)	· 재난·재해발생 후 중앙 및 지방정부, 자원봉사단체, 민간 등간의 협조체계 구축
연방보험 및 재난저감국 (Federal Insurance & Mitigation Administration)	· 보험정책지원, 보험상품 발행·판매, 재산 및 인명피해경감프로그램(홍수보험프로그램, 범죄보험프로그램)
연방소방국 (U.S Fire Administration)	· 화재로 인한 사망자·부상자 및 재산피해 경감
대외협력국(External Affair Directorate)	· 재난·재해의 대비·대응·복구 및 피해경감프로그램 관리 및 지원
정보기술 서비스국 (Information Technology Service Directorate)	· 정보기술 지원 및 서비스 제공
행정 및 자원계획국 (Administration & Resource Planning Directorate)	· 재난관리청의 정책, 프로그램, 관리지표 및 지역재난관리청의 지역시행정책 협조·지원
지역사무소 (Regional Offices)	· 보스턴, 시카고, 달라스, 시애틀 등 10개 지역사무소

## (2) 주(State)정부

미국의 재난재해관리는 원칙적으로 주정부의 책임 하에 이루어진다. 하지만 재난 재해의 상황이 연방정부가 개입하여야할 경우에는 이를 효율적으로 운영하기 위하여, FEMA는 미국 전역을 10개의 광역 구역(Section)으로 구분하고 각 구역에 지역사무소(Regional Office)를 설치·운영함으로써 지역의 요구를 수렴, 지역의 특성에 따라 차별화된 활동을 수행하고 있다.

주정부는 주 재난관리종합계획을 수립·시행하며, 재난에 대한 연방지원의 유치·관리·배분 및 지방정부에 대한 각종 지원업무 등을 수행한다.



〈그림 21〉 미국 주정부 재난관리 조직체계

### (3) 지방(Local)정부

지방정부는 재난관리에 있어서 최일선의 책임을 담당하며, 재난·재해에 대한 총괄 및 조정업무를 담당하는 부서로서 위기관리국(EMA: Emergency Management Agency)이 설치되어 있고 비상운영센터, 위기관리실을 구성하여 현장대응 중심으로 운영되고 있다.

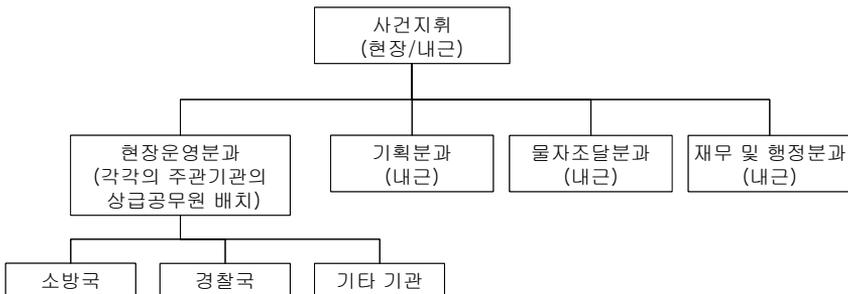
위기관리국의 주요임무는 재난에 대한 계획·대비·대응·예방, 재난대비 교육훈련, 복구지원 및 조정, 재난관련 주요정보 수집 및 전파, 재원확보 등이 있으며, 주정부의 재난관리국(SEMO), 연방정부의 국토안보부(DHS) 및 연방재난관리청(FEMA), 국립기상청(NWS), 법무부(Department of Justice), 동력부 등과 협조하는데 있다.

또한, 지방정부는 효율적인 지휘와 경찰국, 소방국 등 관계기관과의 유기적인 협조를 위하여 재난사건유형에 따른 현장지휘체계(ICS: Incident Command System)을 갖추고 있다.

〈표 27〉 미국 지방정부의 위기관리국(EMA) 조직 및 주요업무

구분		조직	주요업무
위기 관리국 (EMA)	시 Count	지휘 및 의사 결정자	시장, 카운티의 장  · 비상운영센터의 설치, 주지사와의 연락망 구축 · 재난현장 지휘본부장 선임
		상설 행정조직	위기관리실 (OEM)  · 재난관련 행정업무 · 관할지역내 재난을 초래할 수 있는 위험의 사전파악 · 위험관리계획의 수정·보완 · 재난발생가능지역의 정보수집·관리 등
		비상 대책기구	비상운영센터 (EOC)  · 재난발생 후 실질적인 구조구난활동 총괄 · 재난발생지역의 보완 관을 중심으로 지방·주·연방정부에서 파견된 인력으로 구성
			자문/업무 지원기구
	재난시 현장 대응 조직	지휘 및 의사결정	현장지휘체계 (ICS)  · 지역단위 재난의 유형별 지휘책임 및 업무분장
		비상 대책기구	재난현장 사무소 (DFO)  · 1차적인 현장대응기관 · 연방조정관과 위기대응팀에 의식주 제공
			합동정보센터 (FIC)  · 재난관련 활동정보의 공개 및 홍보
		지원 및 실무대응 조직	위기대응팀 (ERT)  · 재난현장사무소에서 연방조정관과 함께 활동 · 대중매체, 의회, 대중에 대한 정보제공 지원

자료 : '02재해백서, 2003, 국립방재연구소



〈그림 22〉 미국 지방정부의 현장지휘체계(ICS)

## 2) 방재 시스템

### (1) 국가비상관리정보시스템(NEMIS)

FEMA는 설립이후 주로 재난의 대응 및 복구위주의 임무를 수행해 왔다. 그러나 피해경감, 계획수립, 대비, 대응, 복구 등 안전관리 전 영역에 관여함에 따라 1996년 이후 정보기술서비스국(Information Technology Services Directorate)의 주도하에 NEMIS 구축을 시작해 왔다.

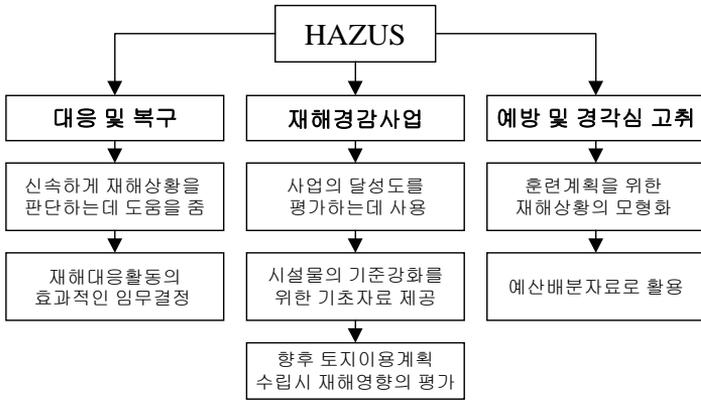
NEMIS는 미국의 국가안전관리정보시스템으로 인적지원(HS: Human Services), 인프라지원(IS: Infrastructure Support), 예방 및 완화(MT: Mitigation), 비상조정(EC: Emergency Coordination) 및 비상지원(ES:Emergency Support)등의 업무를 지원하는 통합된 시스템으로 전체 재난의 통합적 관리로 자동화된 자원을 제공하며 재난관련 타 시스템과의 인터페이스 지원 등의 기능들을 제공한다.

〈표 28〉 NEMIS의 구성 및 주요기능

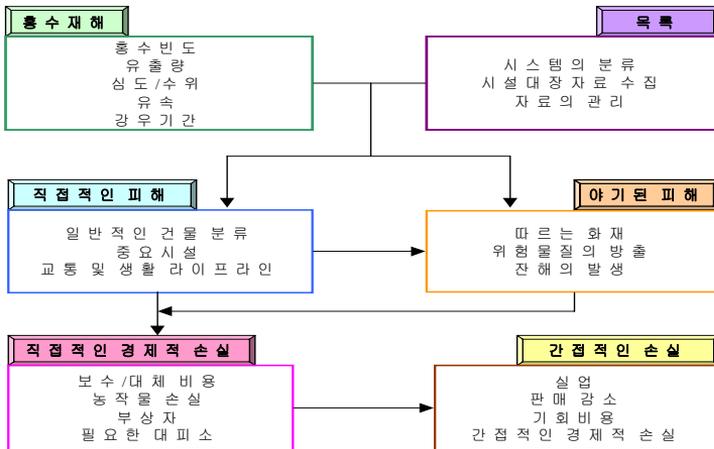
구성	주요기능
EC(Emergency Coordination)	재난에 대한 대응, 의사결정의 지원 및 각종 재난정보의 수집 및 보고 기능
IS(Infrastructure Support)	피해상황에 대한 조사 및 이를 바탕으로 복구하기 위한 재정적 지원을 확정하고 시행
HS(Human Service)	피해자들에 대한 정보 확인, 분석, 결정 및 지원상황에 대한 정보제공, 각종 복구비 산정 및 결정 기능
MT(Mitigation)	재난활동을 줄이기 위한 대비활동으로 자료조사, 정보 분석, 계획수립 등의 기능
ES(Emergency Support)	인원, 장비, 지원품 관리와 재정관리 등에 관한 기능

(2) HAZUS

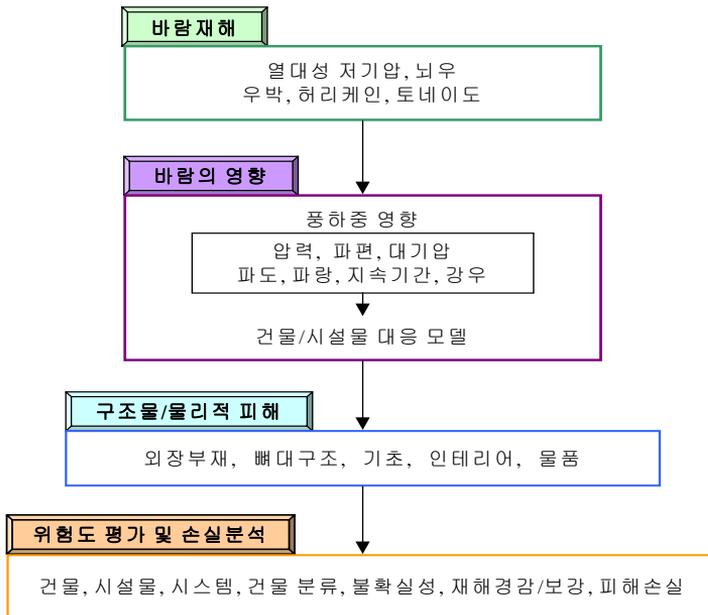
미국은 수학적인 공식을 프로그램화하여 재난의 강도·발생위치에 따른 지역의 피해정도를 예측할 수 있는 프로그램 개발(HAZUS)하여 건물·시설물, 지형도, 허리케인의 강도 및 진로, 경제관련 데이터의 DB구축을 통해 피해예측 및 예방에 활용하고 있다.



〈그림 23〉 HAZUS의 방재 활용



〈그림 24〉 HAZUS의 피해정도 예측시스템 구성도



〈그림 25〉 HAZUS의 해일재해 관리 체계

### (3) 비상운영 소프트웨어(Emergency Operating Software)

비상운영 소프트웨어(Emergency Operating Software)는 각종 안전관리 관련 기관의 비상 조정관리자들의 업무를 지원하는 소프트웨어를 말하는 것으로, FEMA의 NEMIS에서도 5개의 모듈 중 비상조정(EC: Emergency Coordination)모듈의 일부분으로 포함된다.

EIS는 각 안전관리 업무 단위의 일일 업무계획을 관리하여 여러 가지 규정에 맞게 업무수행을 할 수 있는 틀을 제공하고, 비상사태에 효과적으로 대응할 수 있도록 계획을 수립하며 상황을 조정·통제할 수 있는 기능을 갖는다.

또한 연방정부, 관계부처, 주 및 지방정부의 EOC조정관, 현장지휘관, 소방서, 응급의료서비스기관 및 위험분야별 기관/협의체 등 모든 종류의 안전관리관

런 기관의 업무를 수용할 수 있고 이들을 다양한 통신 수단으로 연결하여 필요한 정보를 신속하게 공유할 수 있게 함으로써 모든 종류의 재해 및 재난에 대하여 더욱 체계적이고 효과적으로 대응할 수 있게 된다.

〈표 29〉 EIS의 단계별 주요 기능

단계별	주요 기능
피해완화(Mitigation)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 위험도 평가(Risk Assessment)</li> <li>- 사고 발생가능성 분석(Vulnerability Analysis)</li> <li>- 위험 경감(Hazard Reduction)</li> </ul>
대비(Preparedness)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 계획수립(Planning)</li> <li>- 교육(Training)</li> <li>- 훈련(Exercising)</li> </ul>
대응(Response)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 자원관리(Resources)</li> <li>- 인력관리(Personnel)</li> <li>- 사고 상황기록(Incident Logging)</li> </ul>
복구(Recovery)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 상태평가(Situation Assessment)</li> <li>- 기간시설 복구(Infrastructure Restoration)</li> <li>- 인력자원(Human Resources)</li> </ul>



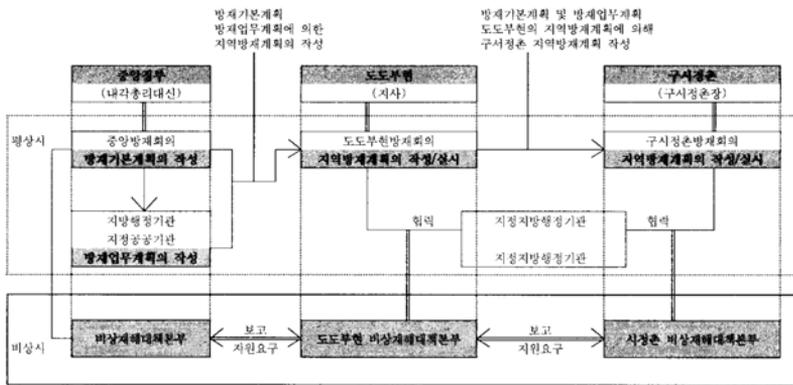
〈그림 26〉 EIS INFOBOOK Expert Program 화면

## 2. 일본

### 1) 재난관리체계

일본은 미국의 FEMA와 같은 방재전담조직이 없고 관계 상·청에서 소관분야의 재난재해대책을 시행하는데 중앙정부의 정책수립과 지방정부의 정책시행으로 구분할 수 있다.

또한 재해 대응에 있어서는 비상재해대책본부를 설치하여 응급대책에 대한 종합적 대응과 긴급조치계획의 실시를 담당하고 관련기관 및 단체는 방재계획에 따라 업무를 수행하게 되며 실질적인 현장 활동은 소방, 경찰, 자위대를 중심으로 이루어진다.



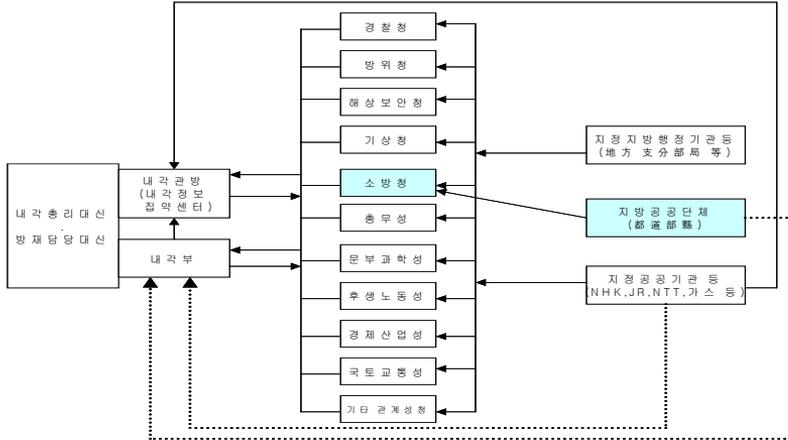
〈그림 27〉 일본의 방재운영 체계

#### (1) 중앙정부의 방재체계

중앙정부차원의 방재관련기관은 내각부에 방재업무를 통합 조정하는 내각부와 하천, 해안, 도로 등 공공 토목시설 담당부서인 국토교통성, 방재과학기술연구구원 및 지진조사연구 추진본부를 운영하는 문부과학성, 화재 및 재해관련 업무를 중추적으로 수행하며 방재교육센터를 운영하는 소방청이 있다.



찰청, 방위청, 소방청 등의 지정행정기관에 정보를 전달하고, 각 지정행정기관은 내각부와 내각관방(내각정보집약센터)에 보고한다.



〈그림 29〉 재난발생시 중앙정부의 정보흐름도

## (2) 지방정부의 방재체계

지방방재회의는 도도부현의 지사를 중심으로 시정촌의 장, 소방기관 대표, 자위대 및 경찰기관 대표, 지정지방행정기관 대표, 지정지방공공기관의 대표 등으로 구성된 기구로 지역방재계획의 작성과 실시, 재난정보수집, 재난시 관계기관의 연락조정 등을 담당한다. 또한 시정촌 방재회의는 시정촌 방재계획의 작성과 실시를 담당하는데, 시정촌은 공동으로 시정촌 방재회의를 설치할 수 있다. 조직이나 소관업무는 도도부현 방재회의와 유사하다.

재해가 발생 또는 발생할 염려가 있어 재해대책을 일괄적으로 시행할 필요가 있는 경우, 도도부현 지사, 시정촌장은 지방방재회의의 의견을 듣는 재해대책본부를 설치할 수 있으며, 재해대책본부는 지사 또는 시정촌장을 본부장으로 하는 지방방재회의와 긴밀한 협조 하에 지역방재계획이 정하는 바에 따라 재해 예방 및 재해응급대책을 실시한다. 중앙정부의 비상재해대책본부는 재해 발생

후 필요에 의거 설치되는 반면, 지방자치단체의 재해대책본부는 재해 및 재난예방 측면에서 재해 및 재난 발생 전에도 설치할 수 있도록 되어 있다.

재해가 발생하게 되면 시정촌은 피해상황, 재해발생상황 등을 도도부현에 연락을 하게 되어 있으며, 다만 통신두절 등에 의해 도도부현에 연락할 수 없을 때에는 소방청으로 직접 연락을 하게 된다. 도도부현은 시정촌으로부터 수집한 정보 등을 소방청에 통보하게 되며, 소방청은 내각부에 보고하는 방법으로 재해 발생시 각종 재해정보의 흐름체계를 가지고 있다. 재해와 관련하여 중앙정부와 지방정부와의 연계는 소방청을 통해서 하도록 일원화되었다.

## 2) 방재 시스템

### (1) 기상자료 종합처리시스템

기상자료 종합처리시스템은 각종 기상관측데이터를 수신하여 대기상태를 해석·예측하는 등 기상상황을 항상 감시하여 주의보 및 경보를 발표하기 위해 기상청에서 운영하고 있는 시스템으로 지역기상관측시스템으로부터 국지적인 강우량, 적설량 등의 기상정보를 수집하는 것 외에 기상위성, 기상레이더 등을 활용하여 기상에 관한 예·경보의 정밀도 향상을 기하고 있다. 이들 각 시스템에서 얻어지는 정보는 지방공공단체, 방재관계기관 및 일반인들에게 제공되고 있다.

### (2) 지진활동 등 종합감시시스템

기상청에서 운영하는 시스템으로 진파예보, 지진정보 등의 발표 및 전달의 신속을 위해 운영하는 시스템이다.

각 지역의 기상대 및 오키나와 기상대에서는 진파예보 및 지진정보 등의 발표업무를 수행하기 위해 지진 진파감시시스템을 구축하였고 진파예보, 지진정보 등의 발표 및 전달의 신속화를 목적으로 진파지진 조기발견 및 긴급정보 위성 통보시스템을 정비하고 있다.

### (3) 홍수 예·경보 시스템

건설성 주관으로 홍수시 하천관리시설의 신속하고 정확한 조작, 수방활동의 정확한 실시 등을 위해 일급 하천 등을 대상으로 수위 텔레미터와 레이더를 이용한 강우량 측정 및 정보처리 설비로 구성되는 시스템이다.

### (4) 토사재해발생 감시시스템

토사류, 절벽붕괴로 인한 재해로부터 인명을 지키기 위하여 종합토사재해대책 모델사업에 따라 토석류 등의 발생을 예측하여 주민을 대피시킬 수 있는 재해시스템이다.

‘92년에는 화산지역 및 화산현상으로 심각한 피해를 입을 것이 우려되는 지역의 주민안전을 확보하기 위해 화산재해 예측구역도를 작성하고 해당지역내의 화산활동 상황과 이상이 있는 토사의 움직임 등을 감시하기위해 무선센서, 강우계, 주야점용 감시카메라, 정보전달장치 등을 운영하기 시작하였다.

‘93년부터는 강설량이 많은 지역에서 눈사태로 인한 피해를 최소화하기 위한 종합눈사태 대책모델 사업의 일환으로 ’ 눈사태발생 감시시스템을 설치·운영하고 있다.

### (5) 방사능 정보시스템

문부과학성에서는 원자력 발전시설 주변의 방재대책 일환으로 방사능 누출 등 만일의 비상사태가 발생한 경우 대기 중에 방출된 방사능 물질의 농도나 그에 따른 선량당량을 예측·계산함과 동시에 국가기관이나 관계 지방공공단체들을 네트워크로 연결하여 정보를 교환할 수 있는 시스템을 운용하고 있다.

### (6) 긴급 경보방송시스템

지진, 진파 등 인명이나 재산에 막대한 영향을 미치는 재해에 대한 정보를 시민들에게 신속하게 알리기 위해 구축된 시스템으로 TV나 라디오에 특수 수신 장치를 부착하여 재난발생시 자동으로 작동하여 재해정보를 수신하는 시스

템이다.

### (7) 방재행정 무선통신망

중앙방재무선망은 국토청과 방재관계기관을 연결하는 무선망으로 고정통신계, 위성통신계, 이동통신계, 화상통신계로 구성된다. 고정통신계는 모든 지정행정기관 등 52개 기관을 연결해서 전화와 팩스 등의 통신을 하는 중앙방재 중심통신망이며, 위성통신계는 통신위성을 통하여 국토청과 피해지역간 임시 통신회선을 설치하여 피해지역 상황을 TV화면 등을 전송할 수 있는 통신계이다. 소방방재 무선망은 소방청과 도도부현 사이를 연결하는 무선망으로 모든 도도부현에 대해 전화나 팩스로 일제히 통보하게 된다.

### 3) 한신 고속도로 침수시 터널관리

일본의 한신 고속도로로는 주로 터널의 배수문제로 인해 노면침수가 발생하며, CCTV 및 순찰에 의한 감시를 수행하여 침수상황 발생시 터널 정보제공 시스템의 경고 메시지와 터널내 방송시스템을 통해 대피유도하고 있다. 또한 상황발생지점 인접 진입램프에서는 한신고속도로 관리공단 직원 및 경찰에 의해 램프 통제를 실시하여 재난지역으로의 차량 출입을 전면 통제하는 등 터널 침수시 차량이 침수지역으로 접근하는 것을 원천 봉쇄하고 있다.



정보시스템을 통해 상황발생 원인 및 경고 메시지 표출



도로 침수 시 진입램프의 개폐식 차단기를 운영하여 통제

## 제2절 국내 시스템 구축계획

### 1. 국가안전관리시스템(NDMS)

#### 1) 목적 및 기본방향

국가안전관리시스템은 국민과 국가의 안전을 저해하는 각종 재난·재해 등 위험요소에 대한 사전예방, 상황발생시 신속한 대응, 피해복구, 사후 분석·평가 업무를 지원하는 체계를 구축함으로써 국민의 생명과 재산보호 및 국민의 삶의 질 향상과 각 부처 및 지자체에 분산되어 있는 재난·재해관련 업무를 연계·지원하는 국가차원의 종합정보시스템 구축을 목적으로 한다.

〈표 30〉 시스템의 기본방향

시스템	기본방향
예방시스템	재난·재해 발생시 인명, 재산, 시설 피해를 최소화 하고 위험요인의 점검, 보수로 사전에 제거 및 억제할 수 있도록 방재시설물 등 사전대비 정보를 DB로 관리
대응시스템	방재시설물, 방재물자 등 사전대비 정보를 상황관리와 연계하여 태풍 등 재해유형별 작성된 행동절차요령(SOP)에 따라 긴급구조 및 대피, 응급복구 등의 수행을 지원
복구시스템	도로파손 등의 피해를 복구하기 위한 복구계획수립과 피해복구 진척현황을 체계적으로 관리

#### 2) 추진 현황

지난 1996년 국무총리실 및 16개 재난관련기관이 합동하여 국가안전관리 정보화 기본계획을 수립한 이후 2004년 까지 1단계 국가안전관리시스템이 완료되고 현재 2단계 사업이 추진 중에 있다.

〈표 31〉 1단계 국가안전관리시스템 추진현황

시스템 구축	세부내용
예방 및 대비 시스템구축	<p>사전대비 관리시스템 : 방재시설물, 방재물자 위험시설물 등을 재난발생 사전점검 및 확인</p> <p>SOP/Checklist 시스템 : 재난·재해에 대한 예방, 대비, 대응, 복구의 표준화된 행동요령 및 조치사항을 확인</p> <p>교육·훈련관리 시스템 : 재해유형별, 상황단계별 대처사항에 대하여 사전에 숙지 및 숙달을 목적으로 함</p>
대응 시스템 구축	<p>피해상황관리시스템 : 시·군·구에서 발생한 피해상황 집계</p> <p>일일상황관리시스템 : 재난관련 일일상황을 실시간 관리</p> <p>통계관리시스템 : 재난유형별 피해통계 보고 및 집계</p> <p>해상상황판시스템 : 태풍 등 피해현황 등을 지리정보시스템(GIS)을 통해 상황실에서 실시간 현황파악</p>
복구·관리 시스템 구축	<p>피해발생에 대한 복구계획 및 복구진도 관리</p>
중앙 및 시·도 안전관리센터구축	<p>중앙 및 16개 시·도 지역안전관리센터 구축과 중앙 및 대전 등 5개 시·도 지역상황실 구축</p>

### 3) 2단계 국가안전관리시스템(2005 ~ 2009)

2단계 사업은 재난유형별 대응, 소방 긴급구조의 고도화, 유관기관 재난정보 유통, 재난관리 고도화 및 기반DB 구축, 대국민 재난종합 서비스 강화, 사전예측기반을 통한 예방·대비 역량강화를 중점과제로 선정하고, 5개 분야 27개 이행과제를 채택하였다.



〈그림 30〉 2단계 국가안전관리종합정보시스템 목표이미지

〈표 32〉 2단계 사업의 5개 분야 27개 이행과제

국가안전관리 정보시스템 고도화 영역		긴급구조정보시스템 구축확산 영역	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재난예측시스템 구축사업</li> <li>- 방재대상물 통합관리 및 정보연계사업</li> <li>- 재해영향평가관리시스템 구축사업</li> <li>- 자원통합관리 및 정보연계사업</li> <li>- 통합훈련 및 온라인 교육시스템 구축사업</li> <li>- 지자체 상황대응 시스템 고도화사업</li> <li>- 재난유형별 대응 업무지원시스템 구축사업</li> <li>- 재난 상황정보 연계사업</li> <li>- 구호 및 복구지원 강화를 위한 시스템 보강사업</li> <li>- 연구관리 및 국제협력 정보화사업</li> <li>- 소방방재지식관리시스템 구축사업</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- 긴급구조시스템 확산사업</li> <li>- 긴급구조현장지원시스템 구축사업</li> <li>- 소방예방정보시스템 전국확산사업</li> <li>- 이동전화 위치정보시스템 기능보강사업</li> <li>- 119안전신고시스템 기능 고도화사업</li> <li>- 시뮬레이션 훈련시스템 구축사업</li> </ul>	
고도화 기반 DB구축 영역	대국민서비스 강화영역	정보인프라 강화영역	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- 통합방재 DB구축사업</li> <li>- 재난관리 GIS DB 구축사업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 재난종합안내센터 구축사업</li> <li>- 원격응급의료체계정비 및 시스템구축사업</li> <li>- 대국민 온라인포털 구축사업</li> <li>- 소방방재 단일전자민원창구시스템 구축사업</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 국가안전관리정보 인프라 보강사업</li> <li>- 공간영상정보시스템 구축사업</li> <li>- 현장 위성영상중계장비(SNG) 지자체 확대도입</li> <li>- 통합정보관리센터 구축사업</li> </ul>	

〈표 33〉 유관기관 재난관련 정보시스템 현황

조직구분		응용시스템 현황	조직구분	응용시스템 현황	
기획예산처		교부금 및 복구비 예산관리	건설 교통부	대형공사장 관리 기간시설물 관리	
국방부		위험물정보관리 대민군수지원 및 방재자원관리		지방 국도 관리청	강우, 강수량 실시간 측정 국도활용정보 관리
농림부		저수지 및 재해위험지구관리 수리시설 및 수방자재 관리		홍수 통제소	댐 및 수문정보 관리 하천수위 측정정보 관리 홍수 예·경보 발령 관리
산업 자원부	산업자원부	산업시설 정보관리	지방 항공청	항공기 사고정보 관리	
	중소기업청	중소기업 정보관리			
	가스공사	가스배관망 관리 건설공사 관리			
	가스안전 공사	가스안전점검 관리 가스관련 제품검사 관리	시설안전 기술공사	시설물 정보관리	
	한국 도시가스	가스시설물 정보관리 배관정보, 가스사용자 관리			
	한국전기 안전공사	전력안전 관리	과학 기술부	과학교육부	방재조치 정보관리 사회환경 정보관리
	한국석유 개발공사	석유수급정보 관리 유류 유통관리 시스템		한국원자력 연구소	환경방사능 관리시스템 방사능사고시 기상정보관리
	한국전력	발전정보관리 송배전정보 관리		한국원자력 안전원	원전안전 관리 환경방사능정보관리
정통부		통신시설물 관리 위치정보시스템	해양 수산부	해양수산부	항만시설 안전관리시스템 항만시설안전정보관리 양식, 어업, 조업관리
환경부		자연생태계정보 관리 유독물질 정보 관리 폐기물 관리시스템		해양경찰청	해양구조 및 방재관리 사고발생 및 처리정보 관리 해양오염정보관리 선박입출항 관리
보건 복지부	보건 복지부	이재민 수용시설 관리 응급의료정보 관리 혈액유통정보 관리	지방해운 항만청	선박현황 및 재원정보관리 해양안전정보 관리	
	대한 적십자사	구조물자 관리시스템 자원봉사자 관리시스템 의료장비 및 의료시설 정보			기상청
	응급환자 정보센터	응급환자 관리시스템	산림청	산불위험예보 및 정보관리 산림자원 및 지리정보관리	
노동부	노동부	산업안전보건관리 중합위험정보관리	철도청	차량 및 철도시설물정보관리 운송정보관리	
	지방노동청	사업장재해관리			
경찰청		교통상황 및 감시정보관리 교통민원정보관리 지리정보시스템	지방소방본부	소방시설물정보관리 긴급구조관리시스템 소방상황실관리	

〈표 34〉 국가안전관리기본계획 수립지침에 의한 재난유형별 주관/유관 부처

구분	대책부처	방송	고	과	통	외	국	행	민	아	신	정	복	환	노	여	간	해	소		
		송	국	기	일	교	방	자	생	민	자	통	지	경	노	성	교	수	방		
		원	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	부	
유형별 재난	풍수해대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○	
	설해대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○
	가뭄대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○
	지진대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○
	해일대책	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△	○
	항공재난대책						△							△	△			○			△
	철도재난대책						△							△	△			○			△
	도로재난대책						△	△										○			△
	해상재난대책						△					△	△	△					○		△
	방사능재난대책			○			△	△			△		△	△				△			△
	전기유류가스대책		△	△		△	△	△	△	△	○	△	△	△	△	△	△	△	△	△	△
	폭발대형화재대책						△					△	△	△	△	△		△			○
	시설물재난대책		△	△			△		△	△	△	△	△	△	△	△		△	△	△	○
	통신재난대책						△	△			△	○			△		△				△
	독극물환경오염대책						△	△		△	△		△	○				△	△	△	△
	산업재난대책						△				△	△			○		△				△
해외 재난	해외재난대책					○	△	△		△		△	△				△	△	△	△	
	북한방문국민안전대책				○	△	△														
	해외재난사상자지원대책					△	△						○							△	
	해외건설현장안전대책					△				△							○				
	해외관광객안전대책					△			○												
해외진출기업안전대책					△					○											
기타 주요 재난	재난방송대책	○																		△	
	방재기상대책			○																△	
	유도선대책								△				△	△						○	
	생물재난대책						△	△					○	△							
	산불방지대책						△			○		△	△	△						△	
	문화재안전대책								○											△	
	수리방조제대책									○								△			
	문화재저안전대책								○											△	
	교통안전대책							○										△			
	보육시설대책												△				○				
어린이안전대책	○															△			△		
군인력장비지원대책						○														△	

주 : 주관부처 ○, 유관부처 △

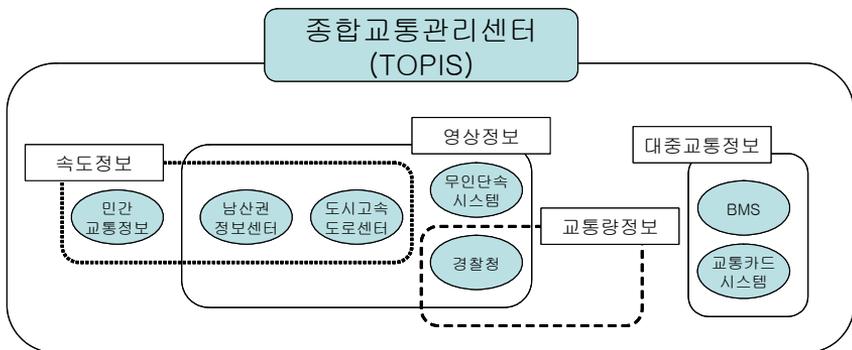
## 2. TOPIS(Seoul Transport Operation & Information Service)

### 1) 구축 배경 및 목적

서울시는 지금까지 도시고속도로 교통정보센터, 남산권 교통정보센터, 버스 관리시스템(BMS) 센터, 신교통카드 정보센터, 무인단속센터 등을 별도로 두고 있었으며, 서울지방경찰청도 별도의 교통정보센터를 두고 있어 서울시 전체를 포괄하는 교통정보를 얻고 최적의 교통정책 의사결정을 내릴 수 있도록 지원하는 인프라가 부족했다.

이에 따라 서울시는 과학적인 교통행정지원, 대중교통 운영관리, 실시간 소통관리 및 대 시민 교통정보서비스, 첨단교통시스템 교유의 장을 목적으로 교통 정보 및 교통시스템의 연계·통합하는 종합교통관리센터(TOPIS)를 구축하고 상황실을 설치·운영하고 있다.

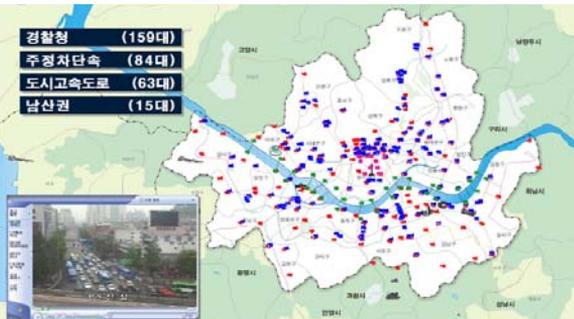
TOPIS는 버스운행 정보와 대중교통 이용실적을 물론 교통량, 통행속도, 사고·시위 등 돌발 상황, 고속도로 상황 정보와 민간 교통정보 등 교통과 관련된 제반 정보를 수집함으로써 정체구간 해소와 돌발 상황 대응 등 교통 문제를 해결하고 개선하며, 집적된 교통정보를 분석을 통하여 과학적 대중교통정책을 수립하는데 그 목적이 있다.



〈그림 31〉 TOPIS 연계정보

## 2) 연계 정보

〈표 35〉 TOPIS 연계 정보

연계 정보		연계 내용
대중교통 정보	BMS	시점출발데이터, 종점도착데이터, 주기, 정류장도착, 정류장출발, 돌발 상황데이터
	교통카드	버스집계시스템: 버스 승·하차(환승) 철도집계시스템: 지하철 승·하차(환승)
속도 정보		
교통량 정보		
영상 정보		

### 3) 발전 방안

TOPIS는 지속발전 가능한 교통시스템으로 기능을 확대·발전하기 위해 1 단계 통합기, 2단계 확장기, 3단계 완성기의 3단계에 걸친 발전방향을 제시하고 있다.

〈표 36〉 TOPIS 발전단계

발전 단계	운영 내용
1단계 통합기 2005년 (교통정보 통합)	기관별 교통정보 연계 실시간 교통상황 모니터링 교통대책 수립지원 최첨단 교통시스템 공유의 장 마련
2단계 확장기 2006년 (전략적 의사결정 지원체계 확립)	지하철·버스 통합 운영체계 구축 인구/토지/기상 등 정보연계 서울시 관련 정책개발 지원
3단계 완성기 2007년 (교통 분야 Total 서비스)	교통신호시스템 연계 및 상황관리 통합교통관리센터 구축 대시민서비스 확대

### 4) 교통방재 활용

BMS(버스타행속도), 도시고속도로센터(도시고속도로 속도), 민간교통정보(도심 속도) 등 서울시 교통정보를 통합모니터링을 하면서 상습정체구간을 선정하고 관련 자료를 서울시 관련부서로 넘기며, 관련부서는 자료를 토대로 정체 원인을 분석하여 상습정체구간 개선사업과 시내버스 노선조정 등에 반영하고, TOPIS에서는 개선사항에 대한 효과를 다시 측정하는 Feed Back 체계를 갖추

어 상습정체구간을 해소할 수 있다.

또한 급격한 속도저하나 돌발 상황이 발생하면 자동으로 경보시스템이 작동되어 CCTV 등을 통하여 발생지점의 현장 상황을 파악하게 되며 관련 정보를 언론, 방송, 정보전달매체를 통해 시민에게 전달하고 경찰서, 버스회사 등 관련 기관에 통보하여 신속한 대응을 할 수 있게 된다.

### 3. 재해지도 작성

홍수재해지도는 홍수피해를 최소한으로 막기 위해, 평소에 홍수에 대한 위험을 주민들에게 알리고 방재대책을 수립하며 실제 상황발생 시에는 피난활동에도 활용할 수 있도록 침수관련 정보, 피난관련 정보 등을 알기 쉽게 지도상에 표시한 것이다. 수해의 위험성을 사전에 알리기 위한 시책으로 침수 실적도, 침수예상구역도, 홍수범람위험도 등이 있지만 이러한 것들은 홍수범람에 의한 침수의 위험성을 주로 거시적으로 나타낸 것으로 주민들의 실제 피난행동이나 구조 활동 등에 활용하는데 비효율적이다. 홍수재해지도는 과거침수실적, 재해시 대응방법, 피난지 등을 알기 쉽게 표시하여 지역단위의 홍수방재에 도움을 주기 위한 것이다.

홍수재해지도는 수해발생시 피난에서부터 평상시 수해의 이해를 높이기 위한 학습 자료로 폭넓게 활용되며 작성목적에 따라 피난활용형, 방재 정보형, 재해 학습형 3종류로 나누어진다.

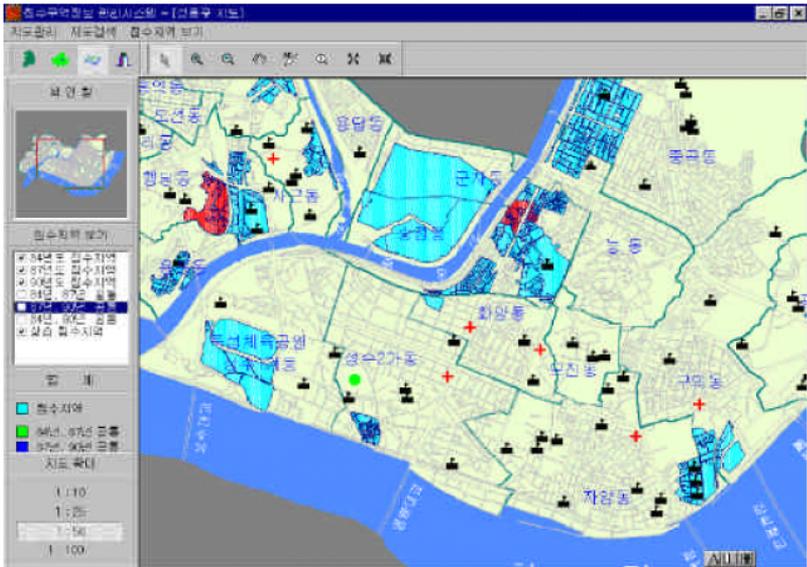
소방방재청에서는 2005년 홍수재해지도 입법예고안을 발표하고 2006년 초부터 홍수재해지도 작성에 들어갔다. 부산광역시도 올해 1월 상습 침수지역과 재해위험시설물 및 대피소의 위치, 이동로 등을 상세하게 기록하는 등 지진해일(쓰나미)과 태풍 등 각종 자연재해와 관련한 정보와 대처요령 등을 실시간으로

파악할 수 있는 재해 지도를 제작하기로 하였다.

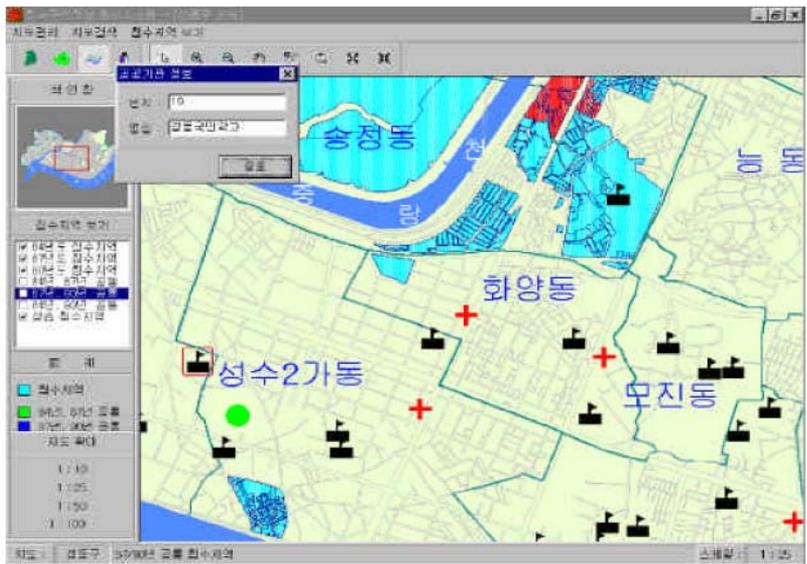
〈표 37〉 홍수재해지도의 분류

비교항목	피난활용형	방재정보형	재해학습형
활용 목적	(수해시) ·안전하고 적절한 피난행동	(평상시) ·적정한 토지이용 ·내수건축의 검토 (수해시) ·피난유도 ·구호 및 복구활동	(평상시) ·재해학습 ·재해의식의 고양
주요 정보	·피난구역 ·피난장소 ·피난경로상의 위험장소 ·침수 실적 등	·홍수범람위험구역 ·침수 실적 ·피난장소 ·수방참고 등	·수해발생구조 ·홍수위험성, 피해내용 ·침수예상, 침수 실적 ·하천정비현황
지도의 성격	·재해시 피난에 도움이 되는 정보를 중심으로 간결하고 알기 쉽게 작성	·평상시 수해에 대비해서 취해야 할 대책, 수해지의 피난활동, 구호활동, 복구활동 등에 도움이 되는 정보를 수록	·주로 학교 등에서 재해교육에 활용할 책자로 지도 이외에도 사진 등 많은 정보를 수록

서울시도 1999년 소방방재연구소에서 성동구를 중심으로 한 홍수재해지도의 시범작성이 이루어졌으며, 2004년 ‘극한강우시 침수예상지역 대피계획 수립’ 등 홍수재해지도의 연구가 계속돼오고 있는 실정이다.



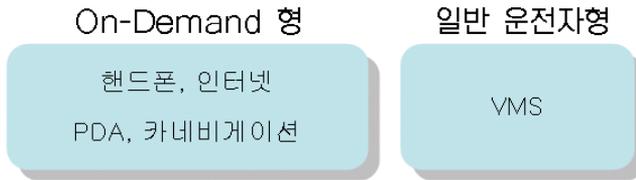
〈그림 32〉 성동구 홍수재해지도 시범작성(1999)



〈그림 33〉 성동구 홍수재해지도 시범작성, 검색기능

#### 4. 정보통신의 발달

현재 운영중인 교통정보시스템의 정보전달 매체는 다양하다.



〈그림 34〉 정보전달 매체

특히 카네비게이션은 텔레메틱스의 2세대 기술로 차량 내 정보단말기를 통해 차량과 운전자에게 다양한 정보 및 서비스를 제공하고 있다.



〈그림 35〉 텔레메틱스 기술동향

국내 텔레메틱스 단말기 보급률은 전체 차량대비 2004년 약 2%에서 2005년 약 6%, 2007년 약 20%로 예상되며, 연평균 성장률은 약 72%로 높은 증가율을 보일 것으로 전망되고 있다.

## 제3절 재난관련 계획 및 대책

1. 21C 안전사회 구현을 위한 국가 재난관리 종합대책, 2003.8, 행정자치부

### 1) 추진배경

- 2003. 2. 18 발생한 대구지하철 방화참사를 계기로 매년 되풀이 되는 각종 재해·재난으로부터 국민의 생명과 재산을 보호하기 위한 근본적이고 종합적인 범정부적 재난관리 대책수립의 필요성이 절실히 대두됨
- 2003. 2. 26 국회에서 범정부차원 국가재난방지 종합안전대책수립을 촉구 결의
- 2003. 3. 4 국무회의시 대통령님의 국가재난관리시스템을 효율적으로 개선토록 하라는 지시에 따라 「국가재난관리시스템기획단(단장 행자부차관)」을 2003.3.17부터 구성·운영, 학계, 전문가와 각 지역의 의견수렴과 정책자문을 받으면서 종합안전대책수립(부처별 세부대책수립 병행)추진

### 2) 종합대책수립 기본방향

- 재난관리 목표
  - 향후 10년 내 인명피해 최고 70% 저감
  - 참여정부 임기 내('07까지) 인명피해 30~60%까지 저감
  - 2012까지 인명피해 발생률을 선진국 수준으로 저감
- 원칙과 방향
  - 안전을 하나의 대국민 서비스로 독립된 고유 업무로 격상
  - 비용이 아닌 투자의 개념으로 재난예방 관련분야 투자 확대
  - 재해·재난 통합조정 및 국민참여형 안전관리체제 정착
  - 사고처리 및 재발방지 대책에 대한 전문화된 프로세스 관리

○ 과제와 전략

- 법·제도 및 운영시스템과 재난관리 종합정보시스템 개선
- 중앙은 정책수립·관리, 지방은 현장 중심의 조직 정비
- 효율성을 극대화할 수 있는 최적의 재난관리시스템 구축
- 재난발생시 능동적으로 대처할 수 있는 현장대응 매뉴얼 개발
- 재난관리 역량강화를 위한 교육프로그램 개발 등 교육방식 혁신
- 재난사각지대 해소, 과학적인 재난관련 산업육성, 안전지킴이 육성

3) 재난관리시스템 혁신

- 재난의 신 개념 도입 : 재난 = 인적재난 + 자연재난 + 사회적 재난
- 법·제도·운영시스템 혁신
- 재난관리 종합정보통신시스템 개선
- 지방재난관리 능력제고
- 민간 자율참여시스템 구축
- 재난보험제도 도입·운영
- 효율적 안전관리체제 구축
- 업무 일원화
- 실용적인 매뉴얼 개발·보급 운영
- 교육·훈련기능 내실화
- 연구·개발기능 강화
- 재난관련 산업 육성
- 국제협력 증진
- 신중다중이용업소 특별대책
- 어린이 안전대책 강화

#### 4) 분야별 재난관리대책

##### ○ 풍수해분야

- 하천시설물에 대한 설계빈도강화 및 수자원전문가 참여 제도화
- 시설물별 피해조사 SOP작성 및 수해복구공사 발주제도 개선
- 유역·하천별 인구밀집지역 자동관측 및 실시간 통신시스템 운영

##### ○ 시설안전분야

- 교량 - 내진 성능 평가보강 등 기존 구조물의 취약부 보강
- 지하철 및 도로터널 - 안전기준 마련 및 방재설비 기준 강화 등
- 댐 - 흙댐의 여유고 상향조정 등 설계기준 강화 등
- 제방 - 둑 마루폭 확대 및 응급조치용 토석 비축공간 확보
- 위험 절토사면 - 자동계측 및 분석을 통한 사전경보시스템 도입
- 다중이용건축물 - 불연재료 설치대상 확대 및 제연설비 기준 강화

##### ○ 교통안전분야

- 철도안전법 제정, 철도시설·차량 품질인증·성능평가제 확대
- 지하철역사·터널 안전기준 신설 및 차량안전기준 강화 - 지하터널, 피난 계단 등 소방·대피시설 의무화 및 조명등 점등시간 확대
- 공항운영증명제도 도입·시행 및 항행 안전시설의 보강·현대화
- 육상교통운수업체 교통안전진단 및 교통안전관리자 의무고용제 도입

##### ○ 산업·에너지 안전 분야

- 10개 제조업 및 종합병원 등 유해·위험방지계획서 제출대상 확대
- 화학공장 밀집지역에 중대 산업 사고예방센터 설치·운영
- IRMS(위험시설정보) 프로그램 개선 등 피해예측 및 대응능력 강화
- 위험경감 안전설계기준 등 고위험시설 안전기술기준 개발·보급
- 전기·가스 등 위험 확산 및 2차 재난방지를 위한 대응체계 개선

##### ○ 소방안전분야

- 위험 및 재난대상 검사 분석 프로그램 등 위험환경 모니터시스템 운영
- 소외계층 화재경보기 및 소화기 보급, 다중이용시설 화재조기 경보시스템 구축
- 재난현장지휘 표준작전절차(SOP) 개발 및 지휘명령체계 전문화
- 소방·경찰 화재조사체계의 조정 및 재난피해조사 전문성 향상
- 특수안전분야
  - 원자력 - 발전소 소재 지자체 및 소방조직과 방재기술지원 전산시스템 연계(현장방사능방재지휘센터 설치 등)
  - 환경오염 - 사고대비물질 취급시설별·사고발생유형별 자체대응계획·주민대피계획·주민 사전고지 의무화
  - 해양오염 - 항만내 위험물 하역시 자체안전관리계획의 승인 기준 등 법제화 및 이행여부 감독공무원 지정
  - 산림재난 - 산사태위험지도 제작, 산림종합통신망 구축 등 선진국형 첨단 산림재난관리시스템 도입

## 5) 투자계획

- 준비단계(단기, 2003)
  - 『재난 및 안전관리 기본법』 제정, 재난관리 전담기구 신설, 국가 재난관리 종합대책 수립
- 실행단계(중기, 2004~2007)
  - 3대 아젠다, 12대 추진방향 등 재난관리시스템 업그레이드, 10개 분야별 재난관리대책 추진
- 정착단계(장기, 2008~2012)
  - 과학적·전문적 시스템 가동, 시민안전의식 체질화

## 2. 건설교통재난·재해 대책편람, 2003.12, 건설교통부

### 1) 재난 및 재해의 정의

#### ○ 재난(재난관리법 제2조)

- 화재·붕괴·폭발·교통사고·화생방사고·환경오염사고 등 국민의 생명과 재산에 피해를 줄 수 있는 사고로서 자연재해가 아닌 것

#### ○ 재해(자연재해대책법 제2조)

- 태풍·홍수·호우·폭풍·해일·폭설·가뭄 또는 지진 등 기타 이에 준하는 자연현상으로 인하여 발생하는 피해

### 2) 재난 및 재해의 유형

#### ○ 인위재난

- 자연재해 이외의 원인으로 인한 도로·교량·댐·지하철·공항 등 건설교통관련 시설물 및 건설현장의 붕괴, 파손사고
- 항공기·열차·지하철·자동차 등 교통수단의 충돌, 추락, 궤도 이탈, 고장 등의 사고
- 다중이용교통시설 및 교통수단에 대한 폭발물 및 유독물질사고

#### ○ 자연재해

- 홍수·태풍·폭설·지진·해일 등 자연현상으로 인한 도로·철도·건축물·공항 등 건설교통관련 시설물의 유실, 붕괴, 침수 등과 교통수단에 발생된 장애
- 홍수로 인한 댐, 하천, 제방의 붕괴·유실·파손 사고
- 가뭄으로 인한 수자원의 부족 고갈

### 3. 서울도시기본계획(2020), 서울특별시

서울시는 생태도시, 복지도시, 문화도시, 세계도시라는 4대 목표를 두고 자연과 인간, 역사와 첨단이 어우러진 세계도시서울을 미래상으로 하는 서울도시기본계획(2020)을 수립하였다.

부문별 12가지 기본계획을 수립하였고, 그 중 방재계획에서는 현황과 문제점을 파악하고 여건변화 전망으로 ‘지역위험도저감’, ‘주민자율적인 재해대응체계 구축’, ‘지진 및 대규모 사고에 강한 서울구현’, ‘서울의 지역 특성에 따른 4개 방재권역 설정’ 및 ‘시민이 안심하고 이용할 수 있도록 시설물 유지관리’의 계획방향을 제시하였다.

#### 1) 현황과 문제점

##### ○ 재해대응조직의 기술적 역량 및 운용체계 미흡

- 재난 유형별 수습책임부서가 각각 분리되어있어 종합대책이나 총괄조정 기능이 마련되지 않아 초기대처에 어려움이 있다.
- 재해관련 부서는 사실상 낮은 서열로 사고발생시 재해종합 관리업무에 어려움이 있다.
- 재해관리 담당공무원의 전문지식 부족으로 신속·정확한 대응이 어렵다.

##### ○ 재난수요대비 재난전문 인력의 부족

- 급증하는 재난행정수요에 대해 재난전문 인력의 확보 및 양성방안이 마련되어야 한다.

〈표 38〉 재난수요 변화

구분	화재			구조			구급		
	발생 건수	인명 피해	재산 피해	출동 건수	구조 인원	일평균	이송 건수	환자수	일평균
1995	7,153	사망119 부상426	163억	7,145	5,125	14.1명	88,613	89,620	246명
2000	7,058	사망100 부상332	173억	34,692	12,701	34.8명	205,765	210,217	576명

자료 : 서울시, 서울시통계연보, 2000

○ 기후변화에 따른 방재시스템 미비

- 기후온난화에 따른 가뭄 등의 기상재해가 잦고, 기후가 급진적으로 변하고 있다. 장마일수는 10여일 정도로 줄어든 반면 국지적이고 산발적인 소나기성 폭우의 증가로 대책마련이 시급하다.

○ 과학화된 전산처리 기반의 고도화 필요

- 미국의 9.11테러 이후 단시간 내에 정상적인 경제활동이 회복될 수 있었던 것처럼 서울종합방재센터의 전산처리 시스템의 고도화로 시스템 위기 상황에 대처할 수 있는 대안이 마련되어야 한다.

2) 연건변화 전망

○ 신중 다중이용업소의 증가

- 불특정 다수가 이용하는 유흥업소 등에서의 화재가 증가하는 추세로 이에 대한 안전대책마련이 시급한 실정이다.

○ 건축물 및 도로시설물의 노후화·특수화·대형화

- 서울의 전통적인 시가지의 건물들은 70년대 이전에 지어진 노후건축물로

- 화재 및 붕괴의 위험이 높다.
- 80년대 이전에 대량 건설된 도로시설물의 노후화가 진행되고 있어 지속적인 보수·보강이 필요한 시점이며, 시설물의 대형화·특수구조로 건설됨에 따라 특별관리가 요구된다.
- 기후변화에 따른 재해의 증가
  - 기후온난화 현상으로 인하여 최근 가뭄 등 기상재해가 잦고, 기후가 급진적으로 변화하고 있다. 장마일수는 10여일 정도로 줄어든 반면 국지적이고 산발적인 소나기성 폭우가 빈번하고 있어 이에 대한 대책마련이 시급하다.
- 테러위험 증가
  - 매년 약 500여건 발생하는 국제테러 사건대처는 군·경찰·국정원을 중심으로 한 국가업무이나, ASEM 및 월드컵경기 등 국제적인 행사유치가 날로 증가되고 있어 테러가 발생할 경우 초동조치 측면에서 위기관리대책이 마련되어야 한다.

### 3) 미래상

- 방재정책에 대한 발상의 전환을 통해 모든 시민이 안전하고 평화롭게 살 수 있는 도시환경 창출을 목표로 하며 더불어 살 수 있는 서울을 만든다.

### 4) 계획방향

- 지역위험도 저감
  - 대규모 연소방지를 위한 공간 및 응급복구활동 공간마련
  - 재난취약지역 지정확대
  - 지역별 위험지수개발
  - 전문 격리수용시설 확보

- 도시기반시설 정보구축
- 주민자율적인 재해대응체계 구축
- 주민재해 대처능력배양을 위한 교육공간 확보
- 현장체험 및 자원봉사를 통한 방재활동 참여 동기부여
- 주민협력방안 마련
- 지진 및 대규모 사고에 강한 서울 구현
- 대규모 연소방지 방안 마련 및 재해시 수송 네트워크 및 응급복구활동 방재축 형성
- 지하공동구 및 도시생명선의 내진성 확보
- 지진시 행동메뉴얼 개발
- 지진에 대한 대비를 통하여 기타 대규모 재해시에도 위기관리능력 제고
- 서울의 지역 특성에 따른 4개 방재권역 설정
- 지역에 맞는 에어리어 컨셉 개발
- 동·서·남·북 4개 권역별 방재대응 세부계획 마련
- 시민이 안심하고 이용할 수 있도록 시설물 유지관리
- 첨단장비에 의한 과학적인 시설물 관리
- 도로시설물의 성능향상 및 안전점검 강화
- 119를 이용한 재해위험 신고센터 운영으로 신속한 복구체계 확립

#### 4. 안전한 생활도시 서울구현 2006, 소방방재본부

##### 1) 소방방재활동 현황

- 화재는 노후건축물 재건축 등 취약환경개선 및 부단 없는 예방활동으로 인하여 발생건수는 전년 동기간 대비 7.8%(425건) 감소하였으나, 재산 피해는 13.5%(1,437백만원) 증가, 인명피해는 방화 등으로 13.9%(41명) 증가함

- 구조업무는 주5일 근무제 정착과 여가생활 증가에 따른 산행 및 물놀이 이용자 등의 급증으로 전년 동기간 대비 14.2%(1,470명) 증가함
- 구급 이송서비스는 단순 이송체계에서 전문의사가 원격응급의료지도 서비스를 제공, 환자 이송이 전년 대비 1.0%(2,082명) 증가함

## 2) 소방방재 환경변화

- 가스·전력 등 에너지 사용량의 지속적 증가
- 건축물의 고층·심층·노후화로 도시안전 취약요인 증가
- 테러 요인의 증가
- 기상이변에 따른 대형 재난·재해사고 증가
- 구조·구급출동건수 급증

## 3) 정책목표 - 안전한 생활도시 서울구현

- 종합위기관리 인프라(INFRA) 구축
  - 도시재난 통합운영시스템 보강
  - 열심히 일하는 직장분위기 조성
  - 소방관서 확충 및 근무여건 개선
  - 소방용수시설 확충 및 유지관리
  - 소방장비 보강 및 현대화
  - 소방전산정보화 기반 확충
- 시민 자율 소방방재능력 향상
  - 시민안전문화 저변 확대
  - 의용소방대 조직운영 강화

- 한국119소년단 운영 활성화
- 체험위주의 소방안전교육 활성화
- 시민안전체험관 운영 내실화
- 도시안전 취약환경 개선
  - 도시생명선 안전관리체계 구축
  - 화재 등 재난취약대상 중점관리
  - 위험물시설 안전성 확보
- 긴급대응능력 및 전략 강화
  - 대형특수재난 긴급구조시스템 구축
  - 수준 높은 구급서비스 제공
  - 재난관리활동 강화
  - 현장 활동 대응능력 제고
- 소방방재 안전관리 전문성 제고
  - 소방학교 교육훈련 및 연구기능 강화
  - 화재조사업무의 전문화
  - 주민 자율 초기진화체제 구축

## 제4절 국내·외 사례에 대한 시사점

미국의 재난관리체계는 지원역할을 하는 연방정부와 주정부, 그리고 현장대응중심의 지방정부로 구분되고, 연방정부의 FEMA는 “재난피해 사전경감”을 기본목표로 하여 재난을 종합적이며 통합적으로 관리할 수 있도록 구성·운영되고 있다.

미국의 방재정보시스템은 중앙정부차원에서는 NEMIS와 EIS를 사용하고 있으며, 홍수피해예측프로그램 등 예측시스템 구축·활용하고 있고, 지방정부

차원에서는 비상운영센터정보관리시스템과 위기정보시스템을 사용하고 있다. 이처럼 미국은 방재정보시스템이 표준화되어 있어 중앙정부와 주정부, 지방정부간의 정보공유가 자유롭고 용이할 뿐만 아니라, 시스템이 현장지휘시스템과 연계되어 있어 현장과 비상운영센터간의 정보전달도 손쉽게 이루어지고 있다.

일본은 지형적인 영향으로 홍수, 화산, 지진, 산사태 등의 피해가 빈번하게 발생함으로 인하여 일찍부터 방재에 대해 국가적인 투자를 기울여 하지 않았을 뿐만 아니라, 방재에 대해서는 민·관이 합심하여 대책을 수립·시행하여 왔으며, 그에 따라 방재에 관한 국민들의 관심이 지대할 뿐만 아니라 재난관련 기관간의 업무협조가 유기적으로 잘 이루어지고 있다.

특히 방재시스템에 있어 기상, 지진, 홍수, 방사능 등 재난 유형별 예측시스템을 구축하여 재난예방에 많은 노력을 기울이고 있다.

앞서 보았듯이 현재 서울시 재난관리체계는 재난 유형별 유관부서에서 개별적으로 관리하고 있으며, 재난발생 후 서울종합방재센터를 중심으로 한 대응체계만 구축되어있는 실정이다.

그러나 최근 중앙정부에서는 통합방재체계 구축을 위해 국가안전관리시스템을 구축 중에 있으며 현재 2단계 사업이 진행되고 있다. 서울시는 TOPIS 설립으로 서울시 교통정보를 통합·관리하는 등 정보 및 관리의 통합을 지속적으로 시도하고 있는 실정이다.

소방방재청은 “재해지도 작성기준 등에 관한 지침” (2006.7, 소방방재청)을 기본으로 한 재해지도 작성을 시작하고 있으며, 부산시 등 각 지자체에서도 홍수 및 지진 등에 대비한 재해지도 작성을 시작하고 있다.

최근 통신 분야의 획기적인 발달과 함께 ITS에 대한 관심이 급증하며 교통분야에서 Ubiquitous를 적용한 U-Transportation의 개념이 구체화 되고 있다.

이러한 추세는 향후 운전자에게 교통상황 및 재난 사실을 실시간으로 제공

할 수 있게 하여 운전자로 하여금 적극적으로 재난발생 지역을 우회하도록 하여 위험에 대한 노출을 감소시키는데 기여할 것으로 판단된다. 제2장에서 살펴본바와 같이 서울시에서 발생하는 재난은 점차 대형화되고 있는 추세이며 방재 체계는 방재단계별로 여러 기관으로 분산되어 효과적인 재난관리가 이루어지지 않고 있다.

재난 및 재난피해의 감소를 위해 미국이나 일본과 같이 중앙정부와 지방정부의 역할을 분담하고 사전관리기능을 강화하는 한편, 예측시스템 및 지원 Contents의 개발로 재난의 피해최소화에 힘써야할 때이다.



## 제IV장 교통방재체계 구축

제1절 교통방재 개념정립

제2절 조직 및 지원시스템 구축



제2장에서는 서울시에서 발생하고 있는 재난 중 그 빈도 및 피해규모가 가장 큰 화재와 매년 여름철 폭우와 태풍으로 인한 상습침수지역에 대한 문제점 그리고 만일의 경우 발생하였을 경우 대형 인명피해가 발생할 가능성이 있는 위험물질 차량의 사고 등에 대하여 살펴보았으며, 또한 서울시에서 이러한 재난들을 관리하기 위한 방재체계에 대한 문제점을 도출하고 그 대안으로 교통방재의 필요성을 제시하였다.

제3장에서는 선진방재국가인 미국과 일본의 방재체계 및 지원시스템과 현재 우리나라에서 구축 중인 방재시스템에 대한 고찰과 서울시 적용가능성에 대하여 논의하였다.

본 장에서는 교통방재의 개념을 정립하고, 교통방재체계 구축을 위한 조직 및 지원시스템 구축과 재난 종류별 교통방재체계 구축방안에 대하여 제시한다.

## 제1절 교통방재 개념정립

### 1. 도시재난

도시의 특성은 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

80년대 이전까지만 해도 1·2차 산업중심의 농·어업 사회로 다중이용 건물이나 대형 구조물은 물론 대중교통 수단이 많지 않아 자연재해와 화재 이외 건물의 붕괴나 가스폭발 등의 도시형 재난은 크게 염려할 정도는 아니었다.

그러나 80년대 중반 이후 석유·화학 등 대단위 공업단지가 조성되고 생활 환경 또한 고밀도의 도시화와 철도, 항공 등 교통수단 이용률 증가, 가정의 주 연료인 연탄이 도시가스로 대체되는 등 고도산업사회로 환경변화에 따라 위험 물질로 인한 사건 사고가 증가하게 되었다.

가스폭발(대구지하철), 터널내 화재(대구시 달성2터널), 교량붕괴(성수대교), 건물붕괴(삼풍백화점), 건물화재(염창동, 2006.5 등), 도심내 화학물 유출(수원시, 염화술폰산), 테러(미국 9.11), 지하철 독가스(도쿄 지하철) 등 많은 인명피해를 유발하는 도시형 재난이 세계적으로 발생하고 있다.

우리나라뿐만 아니라 세계적으로 발생하고 있는 도시형 재난 중에는 독가스 유출, 테러 등 아직까지 서울시에서는 발생하지 않은 재난들이 존재하지만 재난의 특성상 언제라도 서울시에서도 발생할 가능성이 충분히 있는 도시재난들로 이에 대한 대비도 필요하다.

서울시에서 주로 발생하거나 만일의 경우 발생하였을 때 대형 재난으로 발전하는 재난으로는 화재, 위험물질에 의한 사고, 집중호우 및 태풍우로 인한 침수가 있다. 이러한 재난이 발생하였을 경우 공통적으로 인명, 재산피해와 함께 도시교통망의 혼잡으로 인한 피해가 발생한다.

〈표 39〉 도시재난의 유형 및 피해

도시 재난	재난 유형	재난 피해
화재	건물 화재, 터널 화재, 차량 화재, 가스 폭발	인명피해 재산피해 교통혼잡
위험물	가스·석유 탱크로리, 화학물 유출, 독가스 테러	
침수	상습침수지역 발생, 도로시설 침수·유실, 주민고립	

이러한 도시재난으로부터 발생하는 피해는 인명피해, 재산피해, 교통혼잡 등이 있으며, 이러한 피해의 최소화 및 확산 방지를 위해서 피해 유형별 방재전략이 수립되어야 하겠다.

〈표 40〉 도시재난 피해에 따른 방재전략

피해유형			방재 전략
도시 재난	인명 피해	부상	-부상 -화상 -중독 -인근 주민 피해에 노출  -신속한 부상자 병원 이송 -안전한 주민 대피
		사망	-1차 재난에 의한 사망 -응급처치 지연으로 부상악화에 따른 사망  -신속한 부상자 병원이송
	재산 피해	직접피해	-1차 재난에 따른 재산피해  -재난 예측·예방·대비
		간접피해	-화재 확산 -2차 붕괴  -빠른 방재차량 현장 접근
	교통 혼잡	도로의 한 지점에서의 혼잡	-교통사고 -건물 붕괴  -재난 예측·예방·대비 -신속한 상황판단
		도로의 한 구간에서의 혼잡	-터널 화재·붕괴 -교량 붕괴 -도로 유실  -지속적인 교통상황 모니터링 -소방·경찰·특수차량 현장 접근
		교통망 전체에서의 혼잡	-위험물질 확산 -1차 교통재난 후 우회안내 및 교통통제가 이루어지지 않을 경우 교통재난 확산  -교통통제 -우회정보 제공

재난은 예방하는 것이 최우선이 되어야 하나 만일 발생하였을 경우 신속한 대응도 매우 중요하다.

서울시의 경우 도로망이 복잡하고 차량증가로 상습정체구간이 발생하고 재난발생시 도로혼잡 등의 이유로 방재차량의 현장접근이 늦어질 경우 1차 피해 뿐만 아니라 인근지역으로 확산되어 2차 피해를 불러오게 된다.

〈표 41〉 교통방재 전략 및 방향

전략	서울시 도시교통방재 방향
재난 예측·예방·대비	교통방재 전문 관리센터 구축, 예측, 스케줄관리, 경로안내 기법
신속한 상황판단	
지속적인 교통상황 모니터링	
부상자 병원 이송	구급차량 위치파악, 부상 종류별
인근 주민 대피	최단경로 대피(Evacuation)
소방경찰·특수차량의 현장 접근	대상차량 위치파악, 최단경로 접근 (Access Route)
교통통제	신호제어, 경찰 통제
우회정보 제공	정보·통신 기법

## 2. 교통방재

도시에서의 재난은 대부분 교통망의 한 지점(Point)이나 하나의 축(Line)에서 발생하지만, 사고처리가 늦어지거나 적절한 대처를 하지 못할 경우 교통망 전체(Area)로 그 피해가 확산되는 특징을 가지고 있다.

교통방재는 Point 및 Line에서 발생하는 재난의 결과로 인해 발생하는 1차적인 재난의 피해 감소와 확산을 방지하고, 그 영향이 Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 방재활동이다.

〈표 42〉 재난 범위

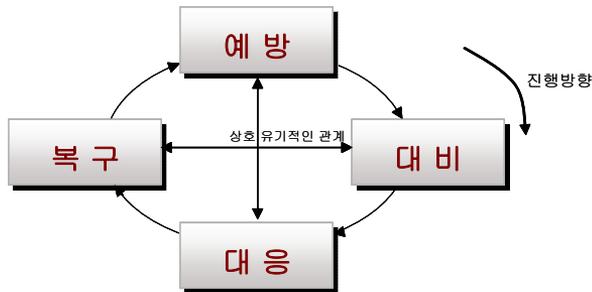
구분	재난발생 범위
1차적 재난 (Point, Line)	차량, 철도, 도로시설물(교량, 터널), 공공건물, 일정규모 이상, 물질
2차적 재난 (Area)	1차 재난의 Area로 확산(교통마비, 인명피해 확대)

## 제2절 조직 및 지원시스템 구축

### 1. 총체적 재난관리체계 구축

방재는 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 이루어지고 각 단계는 시간의 흐름에 따라 순차적으로 진행된다. 그러나 예방, 대비 단계는 재난발생 전 사건발생을 미연에 방지하거나 대비하는 단계임과 동시에 복구시 필요한 자원을 확보하는 단계이기도 하다. 복구는 단순히 재난으로 손상된 시설물 등을 원래상태로 되돌리는 단계이기도 하지만 동일한 재난이 반복되지 않게 하기 위한 예방이기도 하다.

이러한 이유로 방재의 각 단계는 순차적으로 진행되어지기는 하나 상호유기적인 관계 위치해 있다.



〈그림 36〉 상호 유기적인 관계에 있는 방재단계

‘95년 삼풍백화점 붕괴당시 민간단체 등에서 현장 접근시 경찰의 통제로 진입이 어려운 경우가 발생하거나 각 기관별 구조에 필요한 장비의 보유현황과 악이 늦어져 구조자를 눈앞에 두고도 신속히 구조하지 못하는 경우가 발생하였다.10)

10) 삼풍백화점 붕괴사고백서, 1996, 서울특별시

현행 방재체계는, 예방은 서울시 주무부서 및 각 유관기관에서, 대비는 서울시, 대응은 서울종합방재센터를 중심으로 한 소방서 및 경찰서, 복구는 서울시와 유관기관에서 담당하고 있어 방재4단계 전반에 걸쳐 종합적인 관리를 하는 부서가 별도로 존재하고 있지 않다.

〈표 43〉 현행 방재단계별 관리체계

단계	서울시	서울종합방재센터	서울지방경찰청	유관기관 (가스,전기,통신)
예방	재난위험시설(지역) 지정·관리	화재감시	-	재난위험시설 안전점검
대비	대응 및 복구지원 물자 확보	-	-	기상예측(기상청)
대응	대책본부설치	재난접수, 소방 및 구급차량 출동	현장주변 교통통제	대책본부 구성·운영
복구	복구지원		통제 해제	시설물 복구

방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 하기 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 재난관리체계가 구축되어야 하겠다.



〈그림 37〉 총체적 재난관리체계 구축

총체적 재난관리체계의 주체 선정 기준으로는 방재관리의 실질적인 기관이라고 할 수 있는 지방자치단체들의 접근용이성, 정보관리의 신속성 등을 기준으로 결정하여야 할 것이다.

현재 중앙정부 차원에서 제2단계 국가안전관리정보시스템 사업이 추진 중에 있다. 통합과 조정이라는 측면에서 중앙지향적인 국가안전관리정보시스템은 그 효율성을 인정받을 수 있으나 이는 과도한 관료제적인 성향에 의하여 신속성과 지방의 접근성을 떨어뜨릴 수 있을 뿐만 아니라 중앙정부가 스스로 모든 재난을 관리하려면 오히려 재난을 위한 규제를 새로이 만들 우려가 있다.<sup>11)</sup>

미국 FEMA에서 운영하고 있는 국가비상정보관리시스템(National Emergency Management Information System:NEMIS)은 실제 대응기능보다는 지원기능을 위주로 하여 설계되어 있다. 따라서 중앙정부는 재난에 관한 적절한 정보제공과 지원 등의 활동 등 최소한의 활동으로 지방정부의 지원기능에 노력을 해야 할 것이다.

서울시는 지방정부로서 지방지향적인 재난관리를 하고 있다. 서울시는 관리대상별 수습주무부서가 별도로 구성되어 있으며 공무원의 순환보직의 특성으로 전문성을 띄기 어려운 실정이다.

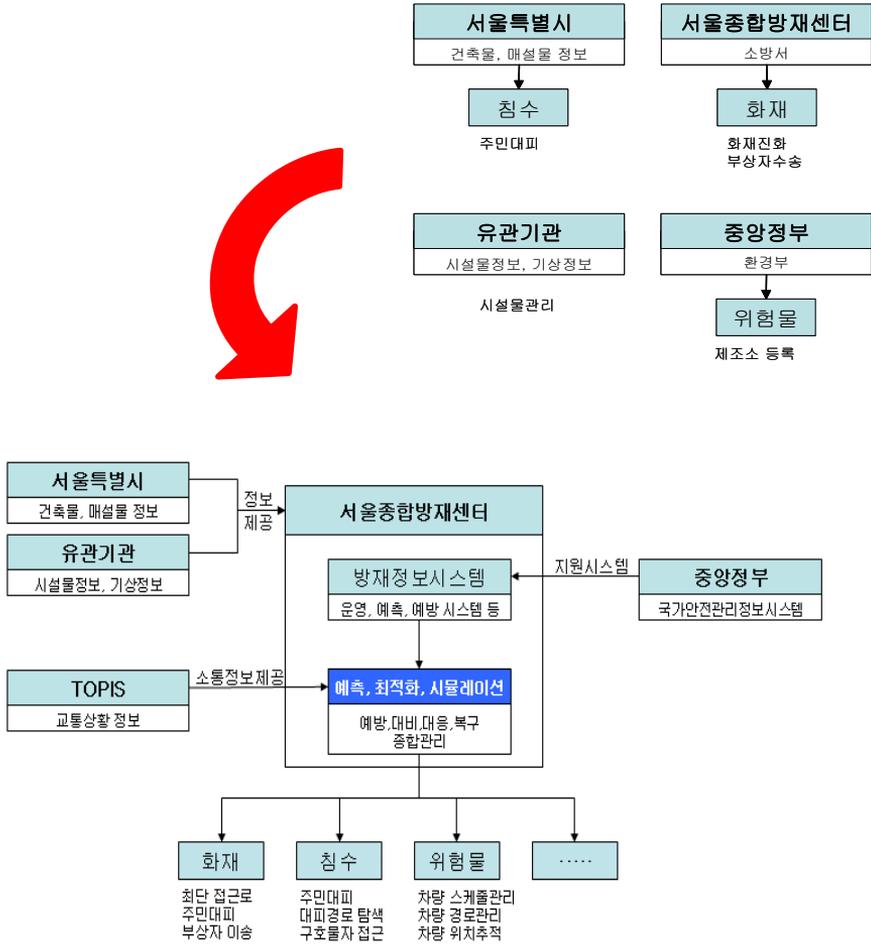
서울종합방재센터는 지방정부에 속해있어 지방지향적인 재난관리를 하고 있고, 재난관련 정보를 가장 많이 보유하고 있다, 또한 타 기관과는 달리 전문 인력으로 구성되어 있으며 각종 재난사고를 119를 통해 신고·접수받고 있다.

〈표 44〉 기관별 특성

구 분	서울시	서울종합방재센터	유관기관	중앙정부
접근방향	지방 지향적	지방 지향적	지방 지향적	중앙 지향적
관리체계	재난별 수습주무부서	통합체계	재난 종류별 개별기관	통합체계
인력관리	비전문 인력	전문 인력	전문 인력	전문 인력
정보관리	개별정보	통합정보	개별정보	통합정보

11) 재난·재해 상황관리 발전방향에 관한 연구-서울종합방재센터를 중심으로-, 2002, 이종순

따라서 서울종합방재센터는 예방, 대비, 대응, 복구의 방재단계를 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 재난관리체계를 위한 중심기관이 되어야 할 것이다.



〈그림 38〉 종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계 제안

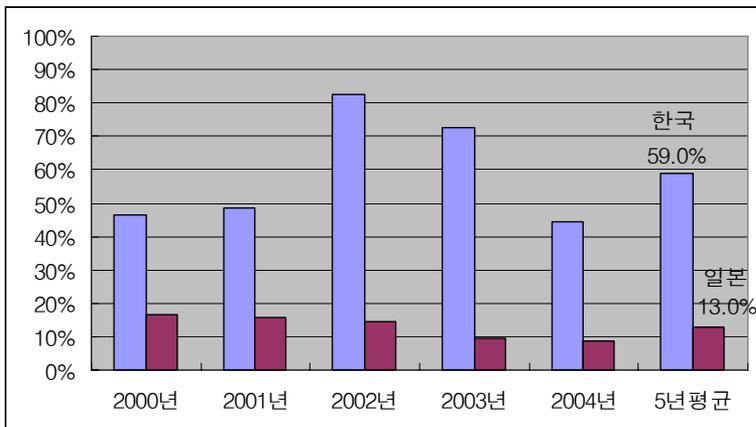
## 2. 사전관리기능 강화

미국의 연방정부 재난관리기구인 FEMA는 “재난피해 사전경감”을 기본으로 재난의 예방과 대비 위주의 방재시스템을 구축하고 있다. 일본의 경우 전체 방재예산 중 80% 이상을 사전관리에 투자하는 한편 우리나라는 방재예산의 60%를 사후관리에 투자하고 있는 실정이다.

〈표 45〉 전체 예산 중 피해복구비가 차지하는 비율

구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	5년평균
우리나라	46.6%	48.4%	82.7%	72.6%	44.6%	59.0%
일본	16.6%	15.6%	14.4%	9.4%	8.8%	13.0%

자료 : 국회 예산정책처



〈그림 39〉 피해복구비 비율

소방방재청 재난전략상황실에서는 2006년 9월 30일 종합상황보고에서 2003년도 기술수준평가보고서(과학기술부)를 토대로 재난관리 종합상황을 분석하였다.

보고서를 기초로 분석한 결과 해당 기술 분야 최고의 기술력을 보유한 국가의 기술수준 대비 백분율로 환산한 기술수준과 기술격차는 자연재해 예측 및 저감기술'의 기술수준은 59.3%, 기술격차는 9.4년으로 우리 수준이 크게 뒤쳐져있는 것으로 나타났다.

〈표 46〉 선진방재국가 대비 우리나라 기술수준

구 분	기상재해	수재해	지질재해	자연재해 예측 및 저감기술 기술수준 비교
기술 수준	61.8%	60.0%	51.5%	<p>기술수준 평균: 53.4 기술격차 평균: 8.8년</p>
기술 격차	9.1년	9.3년	8.0년	

자료 : 기술수준평가보고서, 2003, 과학기술부

중앙정부의 기획예산처가 최근 발표한 2007년 예산안에 따르면 방재 부문 연구개발(R&D)은 지난해보다 무려 40.5% 늘어난 572억원이 책정됐다.

2003년~2006년 사이 서울시 예산을 살펴보면 전체예산은 4.52% 증가한 것으로 나타났으나, 안전관리분야 예산은 매년 7.31%씩 감소하며 전체예산 중 차지하는 비중도 11.23%씩 감소하는 것으로 분석되었다.

〈표 47〉 서울시 예산 중 도시안전관리분야가 차지하는 비율

구 분	2003년	2004년	2005년	2006년	증감
전체 예산	13조 2,891억원	12조 8,657억원	14조 5,858억원	15조 1,750억원	4.52%
도시안전관리분야	1조 0875억원	1조 0947억원	9358억원	8,661억원	-7.31%
차지하는 비율	8.2%	8.5%	6.4%	5.7%	-11.23%

소방방재청의 김대기 과학방재팀장은 "지구환경 보고서에 따르면 평균적으로 자연재해 예측 및 저감 기술 개발에 1달러 투자하면 재해 복구비용을 7달러

를 절약할 수 있다"고 말해 방재의 사전관리의 중요성을 언급하였다.<sup>12)</sup>

전국적으로 태풍 및 집중호우 등의 각종 재난으로 올해만 3조원 이상의 비용이 드는 등 재난에 따른 피해와 복구가 반복되고 있다. 이에 불구하고 아직까지도 사전 예방시스템의 구축보다는 임기응변적인 사후 복구에만 치중한 방재 정책이 시행되고 있다.

이러한 때 서울시는 사후 복구보다는 예방에 중심을 둔 방재정책 수립과 관련 연구개발 및 산업육성에 적극 나서야 할 것이다.

### 3. 지원프로그램 개발

중앙정부차원에서 필요한 정보는 운영시스템이 필요한 것이 아니라 정책·전략적인 정보시스템이 필요하다. 정책·전략적인 정보시스템이란 전문가시스템과 전략정보시스템 등을 말할 수 있는데 이는 공통데이터 및 지식베이스를 기반으로 한다.

현재 행정자치부에서 구축중인 국가안전관리정보시스템은 각 지방자치단체의 범위를 벗어나 국가에서 관리하여야 할 정보를 중심으로 개발되어야 한다.

미국 FEMA에서 운영하고 있는 국가비상정보관리시스템(National Emergency Management Information System:NEMIS)은 실제 대응기능보다는 지원기능을 위주로 하여 설계되어 있다. 우리나라의 국가안전관리정보시스템도 예방, 대비, 대응, 복구의 재난관리 전 단계를 포괄하는 정보시스템보다는 지원정보시스템 위주로 개발되어야 하며, 지방자치단체에서 개발되어 운영되고 있는 방재정보시스템과 중복되지 않도록 하여야 한다.

광역자치단체 및 기초자치단체에서 필요한 정보시스템은 운영시스템과 정보지원시스템, 의사결정지원시스템 등 전문·전략 정보시스템이 필요하다.

---

12) 2006.9.30 종합상황보고



## 제 V 장 교통방재체계 적용 및 활용방안

제1절 화재발생시 대응전략

제2절 침수지역 우회전략

제3절 위험물 차량관리



## 제1절 화재발생시 대응전략 (접근)

### 1. 현황 및 문제점

#### 1) 소방통로 관련 법규 현황 및 문제점

현행 법규에서는 소방통로 확보 의무나 소방통로가 되는 도로상의 주·정차에 대한 단속의 근거가 마련되지 않고 있다. (소방기본법 제13조, 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 제4조, 도로교통법 제32, 33조)

또한 서울시 및 자치구 조례를 살펴보면 재난발생 이후인 사후 대응 위주의 규정이 주를 이루고 있으며, 소방차의 신속한 접근을 위한 소방통로 확보에 관한 규정이 없는 실정이다.

따라서 소방통로 설치 및 관리에 대한 법적 근거의 부족으로 인해 소방통로의 설치 및 관리가 제대로 이루어지지 않고 있으며, 소방통로 관리의 가장 중요한 불법 주·정차에 대한 공무원의 단속이 어려운 실정이다.

#### 2) 소방통로 관련 담당 부서 현황 및 문제점

소방통로 및 소방차전용주차장과 관계된 업무는 특정 한 부서가 전담하고 있지 않고, 재난관리과, 도시계획과, 토목과, 주택과 등 여러 관계부서에 나눠져서 처리되고 있으며, 주차단속과 관련된 업무 또한 주차계획과, 관할 경찰서, 소방서 등으로 구분되어 개별적으로 처리되고 있는 실정이다.

이러한 통합된 소방통로 전담 부서의 부재는 결과적으로 소방통로의 설치 및 관리의 어려움이라는 결과를 낳았다.

## 2. 개선방안

앞서 살펴본 상황에서 화재 등의 긴급 상황 시 재산 및 인명피해를 최소화하기 위해서는 다음과 같은 정책수립이 시급하다고 할 수 있다.

- 화재 발생시 소방차량의 신속한 현장진입을 위한 소방통로 확보
- 고가사다리차/굴절차 등이 작업할 수 있는 충분한 공간 확보
- 불법 주·정차 근절을 위한 대책 수립
- 지속적인 관리로 언제, 어느 곳에서 발생할지 모르는 긴급상황에 대비

본 연구에서는 이런 필요한 정책 중 가장 중요한 현안에 대해서 아래와 같은 개선방안을 제시하고자 한다.

- ① 방재경로 개념 정립 및 선정기법 제시
- ② 고가사다리차/굴절차 등 대형소방차 작업 공간 확보방안 마련
- ③ 불법 주·정차를 방지하기 위한 법적 근거 마련
- ④ 관리부서 선정 및 관리방안 제시

### 1) 방재경로 정의 및 종류별 특징

언론 등에서 흔히 말하고 있는 소방도로는 법적 개념이 아닌 유사시 긴급차량이 현장으로 접근하는데 필요한 모든 도로를 일반적으로 지칭하는 용어로써 단지 긴급상황 시 소방차량이 이동하는 임의의 도로를 일컬어 왔다. 따라서 도로교통법이나 지방경찰청장 고시에 의한 주정차 단속구역이 아닌 이유로 소방도로에 대해서 불법주정차 단속이 어려우며, 또한 관리주체가 명확하지 않아 감시와 관리가 이루어지고 있지 않은 실정이다.

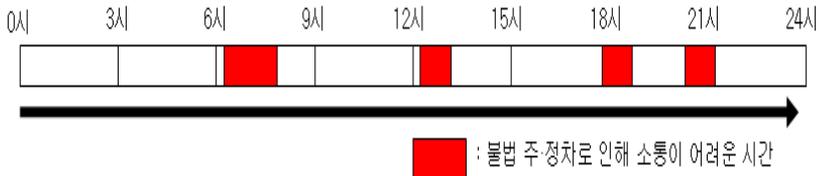
본 연구에서는 기존의 애매했던 소방통로의 개념을 보완하고 새롭게 소방통로의 개념을 정립하고자 새로운 용어인 방재경로라는 개념을 도입해 보았다.

### 방재경로 란?

사건의 철저한 분석과 계획을 통해 긴급상황 시 소방차 등과 같은 긴급 차량이 무리 없이 이용 가능하도록 지정, 관리 주체가 지속적인 감시와 관리를 수행하도록 법적으로 지정해 놓은 긴급소방도로로써 소방차의 최단시간 현장접근 및 소방을 위한 작업 공간 확보를 목적으로 한다.

기존의 소방도로 개념에서는 화재 발생시 소방서에서 출동한 소방차가 미리 선정된 최단 경로를 통해 이동하는 것이 아니라, 임의의 경로를 이용해 현장에 접근하고 있는 실정이다. 이는 각기 독립되어 있는 일정 도로 구간(Link)을 현장 도착을 위해 임의로 통과하는 것으로써, 각 도로 구간의 현재 상황(혼잡 상태 등)을 확실하게 파악하지 못한 채 이용하는 것이다. 따라서 이런 통행 예정 구간 정보의 부족은 소방차량이 현장에 최단 시간으로 도착하는데 방해가 되는 가장 큰 요소이다.

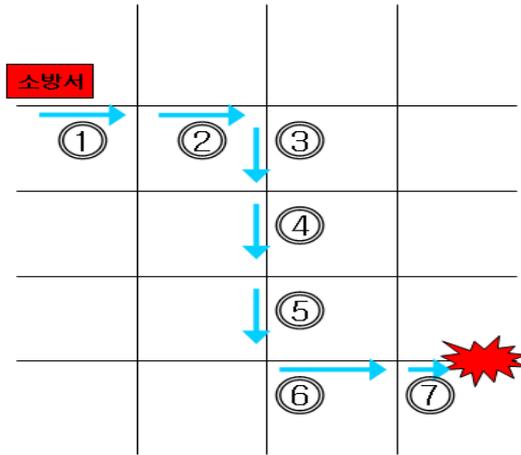
예를 들어 하나의 도로상에 불법 주정차로 인하여 소방차량이 통과하지 못하는 시간대 비율이 10%라고 할 때 각각의 도로구간은 개별적으로 90%의 확률로 소방도로 기능을 할 수 있게 된다.



〈그림 40〉 링크별 소방도로기능 가능비율

이런 경우 긴급상황이 발생했을 때 소방도로를 이용하여 목적지에 도착할

수 있는 확률은 각 구간을 통과할 때 마다 점차 감소하게 된다. 최종적으로 ① 90% \* ② 90% \* ③ 90% \* ④ 90% \* ⑤ 90% \* ⑥ 90% \* ⑦ 90% = 47.8%가 되며, 접근거리가 길어지고 이용하는 도로구간이 많아질 경우 이러한 확률은 계속적으로 감소하게 된다.



〈그림 41〉 소방도로를 이용한 현장접근

또한, 기존에 거주자 우선주차구획은 모든 도로에서 소방차량이 통과할 수 있는 여유 폭을 고려하여 지정하였으나 방재경로는 일부 핵심도로를 대상으로 선정하기 때문에 소방에 필요성이 낮은 도로에 추가적인 주차구획선 설치가 가능하게 됨에 따라 주차공급을 확대할 수 있다.

이에 본 연구에서는 출발지와 목적지의 각 도로 구간을 연결하는 하나의 경로(Route) 개념으로 방재경로를 제안하여 사전에 지정된 경로를 소방차가 원활하여 주행하게 해줌으로써 최단시간으로 현장접근을 가능하게끔 한다. 여기서 사전에 지정된 경로(방재경로)는 철저한 관리와 감시를 통해 소방차량의 통행이 원활하도록 항상 유지되어 진다.

〈표 48〉 소방도로와 방재경로 비교

구분	소방도로	방재경로
개념	유사시 긴급차량이 이용하는 모든 도로를 일반적으로 지칭하는 용어	분석과 계획을 통해 긴급상황 시 긴급차량이 무리 없이 이용 가능하도록 지정, 관리 주체가 지속적인 감시와 관리를 수행하도록 법적으로 지정해 놓은 경로
선정 기법	-	최단시간 현장접근을 목적으로 모든 지역이 소방영향권에 포함될 수 있도록 지역 및 도로 특성을 고려하여 선정
관리 주체	-	자치단체
설치 근거	-	방재경로 설치 및 관리·단속에 관한 조례(예)
단속 근거	불법주정차에 대한 단속규정이 없어 단속이 어려운 실정임	도로교통법 소방기본법 지방경찰청장 고시
특징	-	주차 공급 면에서 용량확대가 가능함

방재경로의 종류는 아래와 같이 목적과 대상에 따라 크게 세 가지로 분류할 수 있다.

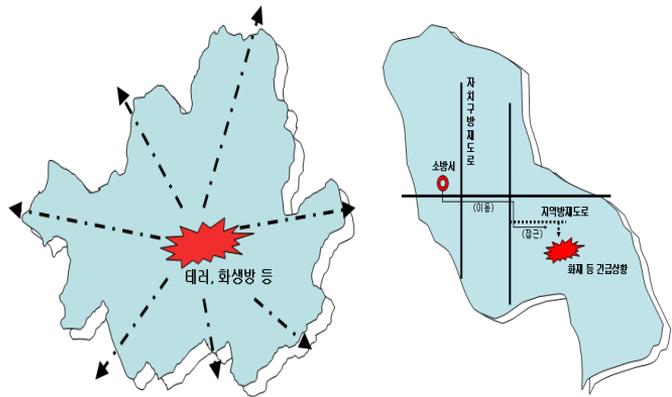
**주 간선 방재경로** : 전시, 테러, 독극물 유출 등에 대비하여 도시고속도로와 주간선도로를 중심으로 시민들이 도시 외곽으로 신속히 대피시키기 위한 대피 경로

**보조 간선 방재경로** : 자치구 내 화재 등 긴급상황 발생시 소방차가 현장까지 최단 시간 내 이동하기 위해 보조간선축을 중심으로 한 이동경로

**지구단위 방재경로** : 자치구 방재경로와 연계하여 지역내 화재 등과 같은 긴급상황 발생 시 소방차, 구급차량의 현장접근을 위한 접근경로

〈표 49〉 방재경로 전략 및 대안

방재경로	도로종류	관리주체	문제 원인		전략	대안
			주	부		
서울시 방재경로	주간선도로	서울시	주	정체	정체해소	신호운영/수요관리
			부	-	-	-
자치구 방재경로	보조간선도로	자치구	주	정체	정체해소	신호운영/수요관리
			부	불법 주·정차	주·정차 금지	단속
지구단위 방재경로	집산로/국지도	자치구	주	불법 주·정차	주·정차 금지	단속/소방차량 전용공간 확보
			부	정체	정체해소	신호운영/수요관리



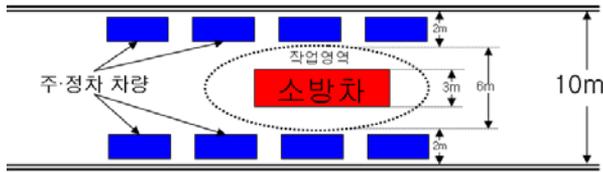
〈그림 42〉 방재경로 예시

각 방재경로는 관리주체 및 문제 원인이 상이하어 개별적인 전략 및 대안이 마련되어야 한다.

주간선도로 및 보조간선도로를 중심으로 하는 서울시/자치구 방재경로 선정은 정책적 제안으로만 제시하며, 본 연구에서는 동별 지역방재경로(지구단위 방재경로)에 대한 실질적인 대안을 제시하고자 한다.

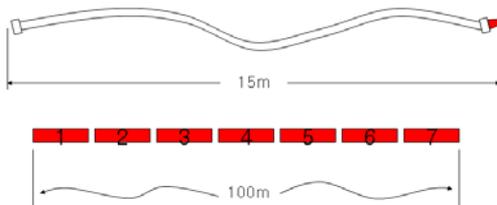
## 2) 지구단위 방재경로 선정 절차 및 유의점

- ① 서울시 및 자치구 방재도로를 연결하는 집산로/국지도(10m 이상)를 중심으로 1차 지구단위 방재경로를 선정한다.
  - 1차 지구단위 방재경로 선정 시 10m 이상 도로일 경우 도로변 주정차로 인한 소방차량의 진행 및 작업에 무리가 없음.
  - 1차 지구단위 방재경로는 소방차량의 이동을 주 목적으로 하며 지구단위 방재경로의 주 축이 됨.



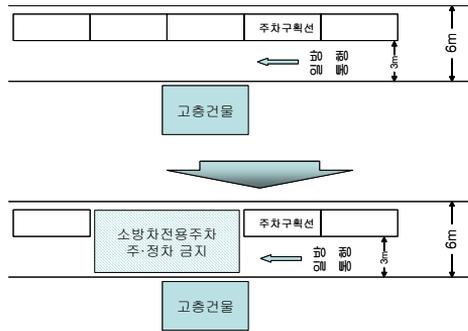
〈그림 43〉 1차 방재경로 선정

- ② 1차 지구단위 방재경로로부터 100m 이내의 지역을 1차 소방영향권으로 지정한다.
  - 1차 소방영향권은 소방호수(15m)로 진화가 가능한 거리를 말함.
  - 소방차가 진입하지 못할 경우 소방호수를 보통 5~7개까지 연결하여 진화하기 때문에 1차 지구단위 방재경로로부터 100m 이내의 지역을 1차 소방영향권으로 지정함.

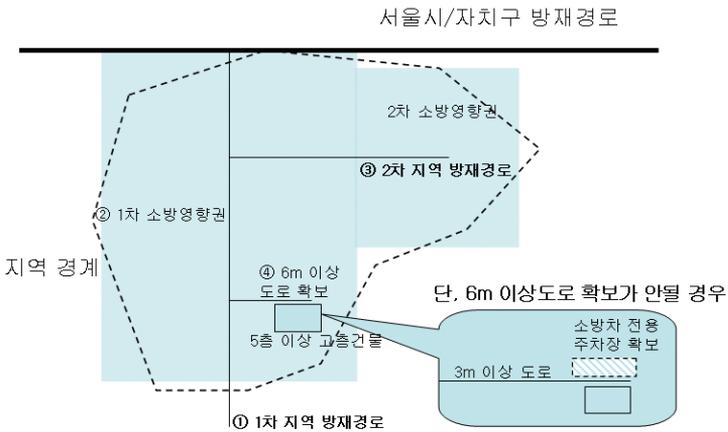


〈그림 44〉 소방호스 연결 길이

- ③ 1차 소방영향권에 포함되지 않는 지역이 있을 경우, 1차 방재경로와 최단경로로 접근할 수 있는 2차 방재경로를 지정한다.
  - ④ 지구단위 내 5층 이상의 건물이 있을 경우 방재경로는 6m 이상의 도로 폭을 확보해야 한다.
- 고가사다리차의 진입이 원활히 가능하도록 6m 이상의 도로 폭을 확보함.
  - 만약 6m 이상 확보되지 못할 경우, 3m 이상의 접근로와 소방차 전용주차장을 설치하도록 함.



〈그림 45〉 고층건물 소방차 전용주차장 설치



〈그림 46〉 방재경로 선정

### 3) 지구단위 방재경로 선정에 필요한 기타 사항

- 주변 교통혼잡을 최소한으로 하는 방재경로 경로상의 신호운영방안을 수립함
- 불법 주·정차 금지 표지판 및 단속 카메라를 설치 및 운영함. 아래의 그림은 이를 위한 예시이다.



〈그림 47〉 표지판 예

- 지속적인 홍보를 통한 지역주민의 자율적 참여가 이루어지도록 유도함.

### 4) 법적 근거 마련

앞서 제안한 방재경로의 설치근거 및 방재경로상의 불법 주·정차 단속에 대한 법적 근거를 제안한다.

#### (1) 방재경로 설치 및 관리에 활용 가능 근거

소방기본법 제13조는 화재가 발생할 우려가 높거나 피해가 클 것으로 예상되는 지역을 화재경계지구로 지정하도록 하고 있으며, 소방시설설치유지 및 안전관리에 관한 법률 제4조에 의해 소방검사를 실시하도록 규정하고 있다.

소방기본법 제21조는 화재진압 및 구조·구급활동을 위한 소방자동차의 우

선 통행에 관하여 규정하고 있으며, 도로교통법 제15조 전용차로 설치 및 긴급 자동차의 전용도로 통행에 관하여 지정하고 있다.

이를 토대로 화재경계지구로 선정된 지역에 대해서는 방재경로 선정을 필수화 하고, 소방검사 시 방재경로의 소방통로 역할이 제대로 수행하도록 감독 및 관리를 필수 사항으로 채택하도록 하는 범위까지 법 적용을 확대하는 방안을 고려해 볼 수 있다.

## (2) 방재경로 상의 불법주정차 단속에 활용 가능 근거

도로교통법 제32조, 제33조에서는 주·정차 단속지역에 관하여 언급되어 있다.

### • 소방안전을 위한 방재경로 항목 추가

방재경로 설치에 관한 법률(예)을 신설하여 방재경로 선정 근거 및 관리 단속에 대해 규정할 수 있다.

## (3) 방재경로 설치에 관한 법적 근거 제안

위에서 언급된 법적 근거로 화재경계지구로 선정된 지역에 대해서는 방재경로 선정을 필수화 하고, 소방검사 시 방재경로의 소방통로 역할이 제대로 수행하도록 감독 및 관리를 필수 사항으로 채택하도록 하는 범위까지 법 적용을 확대하는 방안을 고려해 볼 수 있다. 또한 주·정차에 관한 도로교통법을 이용하여 소방안전을 위해 방재경로 상의 불법 주·정차를 단속하는 항목을 추가하는 방안도 고려해 볼 만하다.

그러나 본 연구에서는 방재경로 설치 및 관리, 단속 근거는 자치구내의 조례 수준 정도로 제안하는 것이 바람직하다고 본다.

방재경로 설치 및 관리, 단속에 관한 조례(예)

제1조 (목적) 이 법률은 도심내 화재 등 긴급상황시 방재차량의 현장접근을 신속히 하기 위한 방재경로 설치에 관하여 규정함을 목적으로 한다.

제2조 (정의) 이 법률에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

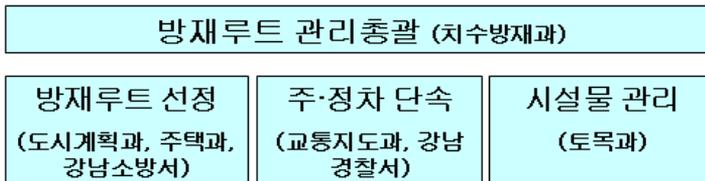
1. '방재경로' 라 함은 소방기본법 제13조에 의한 화재경계지구내 소방차량의 접근을 위한 도로를 말하며, 도로교통법 제15조에 의해 선정된 소방차량 전용차로를 의미한다.
2. '소방차 전용주차구역' 이라 함은 화재 등의 긴급상황시 소방차량이 주차할 수 있는 구역을 의미한다.
3. '불법 주·정차 금지의 장소' 라 함은 도로교통법 제32조 및 제33조에 의한 소방안전을 위해 지정된 도로 및 소방차 전용주차구역을 의미한다.

### 5) 전담관리부서 명시화

방재경로 선정이 한시적 일회성 정책이 아닌 지속가능한 주민안전 확보정책이 되기 위해서는 전담부서를 지정하여 지속적인 관리/감독을 해야 한다.

현재 자치구내 치수방재과는 '구안전관리종합계획' 업무 및 안전문화운동 등 재난관리 전반에 걸친 업무를 담당하는 부서로서 향후 방재경로 선정과 같은 재난대비 안전정책 업무를 수행하는 데 가장 적합한 부서로 판단된다. 또한, 방재경로 선정은 도시계획 및 주택건설과 밀접한 관계에 있으며, 화재 진압은 소방서의 고유영역으로 방재경로 선정 시 소방서의 의견 수렴이 필요하다.

치수방재과를 방재경로 관리총괄로 승격하고 방재경로 선정 및 관리에 대한 역할 분담은 아래와 같다.



〈그림 48〉 방재경로 관리부서 및 역할

### 3. 사례 연구

#### 1) 방재경로 선정

본 연구에서는 주택가와 업무지구가 밀집해 있고 도로 폭이 좁아 화재발생 시 소방차량의 진입이 어려울 것으로 예상되는 서울시 한개 동을 대상으로 현장조사를 통해 지역 방재경로를 선정하였다.

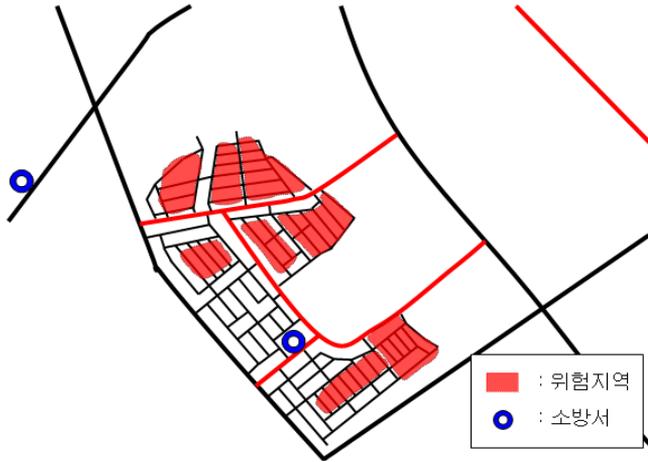
〈표 50〉 조사 개요

조사 지역	서울시
조사 일시	2006년 0월 0일 (목요일)
조사 시간	05:30 ~ 07:30
조사 항목	불법 주·정차 실태, 도로특성 등
조사 방법	차량을 이용한 사진 및 동영상 촬영

조사범위에 대한 현장조사 결과 야간 도로변 불법 주·정차로 인하여 소방차량이 진입할 수 없는 위험구역이 상당지역 나타났다.



〈그림 49〉 현장조사 사진

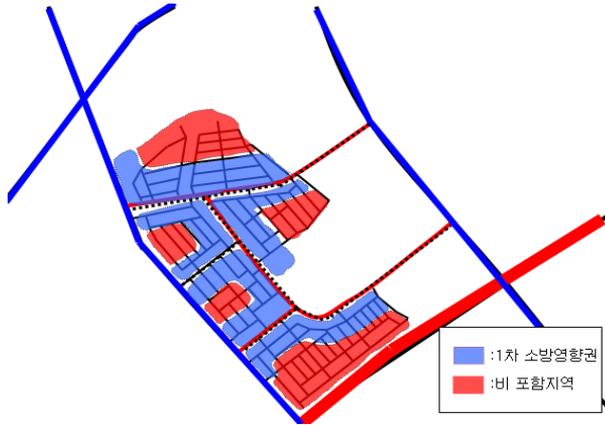


〈그림 50〉 위험지역

서울시 및 자치구 방재경로와 연계하여 1차 방재경로 및 1차 소방영향권을 선정한 결과 영향권 비 포함지역이 나타났다.

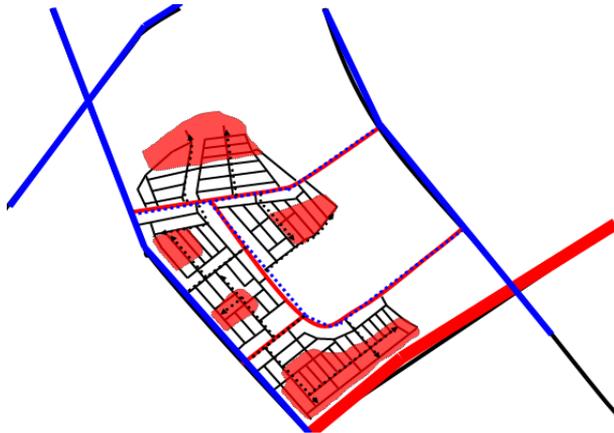


〈그림 51〉 1차 방재경로 선정



〈그림 52〉 1차 소방영향권 및 비 포함지역

1차 방재경로로부터 진화가 어려운 지역으로 진입하기 위한 2차 방재경로 선정



〈그림 53〉 2차 방재경로 선정

지구단위 방재경로 선정결과 조사범위 내 임의 5개 지점에 대하여 최단거리에 있는 소방파출소로부터 접근시간이 평균 51.4초로 분석됨.(단, 소방차량의 주행속도는 이면도로 설계속도인 40km/h를 적용함)

## 2) 화재 시나리오

지구단위 방재경로 선정에 따른 화재발생시의 대응 시나리오를 방재경로 선정 전/후로 하여 효과를 비교 분석하였다.

<p>2007년 1월 00일 새벽 01시 09분 00-0번지 빌라 4층 402호에서 전기장판 과열로 추정되는 화재가 발생하여 집 주인에 의해 119로 신고·접수됨. 해당 빌라는 총 6층 규모로 32세대가 상주해 있으며, 중앙 계단이 유일한 대피로로, 화재발생 이후 커튼 등 합성수지로 전이된 불로 인해 발생한 유독가스가 중앙계단을 타고 올라가 5/ 6층 주민이 대피하지 못하고 베란다로 대피함.</p> <p>01시 09분 화재신고를 접수한 서울시종합방재센터는 인근 'A'소방파출소와 'B'소방파출소에 출동을 지시함. 01시 10분 소방차 및 굴절차가 출동하고 출동 1분만인 01시 11분 'N'로에 소방차 및 굴절차 도착</p>		
시간	방재경로 선정 전	방재경로 선정 후
01시 11분	<ul style="list-style-type: none"> <li>소방차 및 굴절차 'N'로 도착</li> <li>'L' 길 입구 14대의 주정차 차량으로 소방차 진입이 곤란</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>방재경로인 'L'길로 현장 접근</li> </ul>
01시 12분	<ul style="list-style-type: none"> <li>차량에 부착된 전화번호로 전화</li> <li>차 진화를 위해 소방호수 연결</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>현장 도착</li> <li>화재발생 3분경과 후 진화 시작</li> </ul>
01시 17분	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재발생 8분경과 후 소방호스를 연결하여 1차 진화 시작</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>굴절차를 이용하여 5/6층 주민 구조 시작(5층/6층에 있던 노인 포함 3인 구조)</li> </ul>
01시 23분	<ul style="list-style-type: none"> <li>초기진화 지연으로 화재 확산</li> <li>유독가스를 참지 못한 5층 주민이 베란다에서 뛰어내려 다리 굴절상을 입음</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>01시 25분 진화 완료</li> </ul>
01시 38분	<ul style="list-style-type: none"> <li>주정차 차량 정리 후 굴절차 진입</li> <li>굴절차를 이용하여 6층 주민(2인) 구조</li> </ul>	-
01시 55분	<ul style="list-style-type: none"> <li>01시 55분 진화 완료</li> </ul>	-
진화 완료	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재접수 46분 만에 진화완료</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>화재접수 16분 만에 진화완료</li> </ul>
피해현황	<ul style="list-style-type: none"> <li>발화지점인 4층 402호 전소 및 401호, 403호, 501호 502호 현관 파손으로 2,800만원의 재산피해</li> <li>5층에서 뛰어내린 주민 다리굴절</li> <li>6층 베란다에 대피 중이던 76세 노인이 유독가스 중독으로 중태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>발화지점인 4층 402호의 안방 및 거실 전소로 400만원의 재산피해</li> <li>6층 베란다에서 7분 만에 구조된 76세 노인의 호흡곤란 경상</li> </ul>

## 제2절 침수지역 우회전략(우회정보)

### 1. 폭우/ 침수시 교통류 관리방안 제안

#### 1) 도시고속도로 침수시 교통류 관리전략

2006년 이래적인 폭우로 올림픽대로가 침수되어 차량들이 도로를 빠져나가 지 못하고 U-turn 하여 역주행하는 일이 발생하였다.



<그림 54> 역주행하는 차량들

고속도로는 도로 특성상 램프를 이용한 진출입 만이 가능하기 때문에 일단 도로에 진입한 차량은 진출램프를 통해서만 도로를 빠져나갈 수 있다.

현재 도시고속도로에서 침수와 같은 재난이 발생하면 VMS를 통하여 운전자에게 1차적인 정보를 제공하고 인근 경찰서의 인력이 동원되어 접근하는 차량을 통제하고 있는 실정으로, 도시고속도로 상에서 재난이 발생할 경우 실시간

적인 통제가 이루어지지 않아 운전자는 재난사실을 모른 채 도로로 진입하게 되어 최악의 경우 빠져나오지 못한 채 고립되는 경우가 발생할 수 있다.

도시고속도로 상에서 재난이 발생하면 첫째 고속도로 상의 운전자에게 재난 발생 정보를 전달하고 둘째, 더 이상의 차량이 도로로 진입하는 것을 막아야 한다.

운전자에게 정보의 전달은 향후 텔레메틱스의 발달과 함께 라디오, 핸드폰 등을 통하여 실시간으로 정보전달이 가능하겠으나, 일본의 경우에서 알 수 있듯이 진입램프에서는 차단기 등을 이용하여 실시간으로 원천적인 차량 통제가 필요하며, 진입램프와 연결된 교차로에서는 램프로 진입하는 현시의 제거 등 교통류 관리가 동반되어야 하겠다.

## 2) 폭우시 도시부도로 연동제어 관리전략

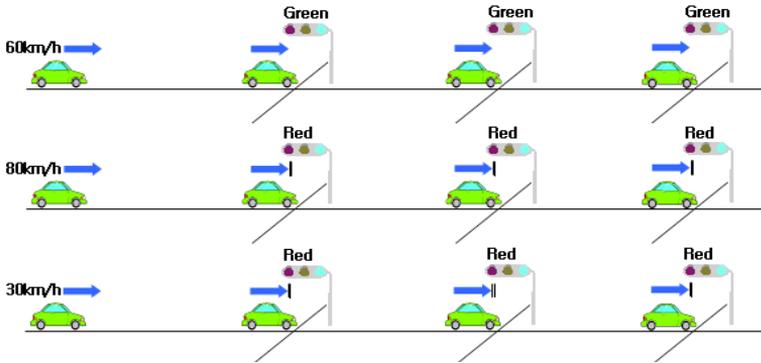
도심부 교차로에서 신호에 의한 지체발생으로 통행시간이 증가된다. 이러한 지체를 감소시키기 위해 일정속도로 구간을 주행할 경우 하류부 교차로에서 녹색신호를 받아 정지하지 않고 주행할 수 있도록 각 신호기별로 연동 값을 부여하여 운영하고 있다.

예를 들어 연동속도가 60km/h인 구간에서 차량이 교차로를 통과하여 60km/h의 속도로 주행하면 다음 교차로에서도 녹색시간을 배정 받아 정지하지 않고 연속 주행을 할 수 있다.

이러한 구간에서는 고속이나 저속으로 주행하는 차량은 다음 교차로에서 적색신호를 받게 되어 정지할 확률이 높아지게 되고 이 때문에 총 통행시간이 증가하게 되기 때문에 연동구간에서는 연동속도를 유지하는 것이 유리하다.

그러나 폭우시 빗물에 의한 시야감소 및 제동거리 증가로 인하여 운전자는 저속 주행을 하게 되고, 결국 저속주행을 하는 차량은 연속적인 녹색신호를 받지 못해 교차로에 정지하게 되어 교차로 지체와 통행시간이 증가하게 된다.

• 연동속도가 60km/h인 도로구간



〈그림 55〉 연동구간

현재 서울시에서는 80개 연동구간을 설정하고 평일/토요일/공휴일/특수일, 침두/비침두시를 구분한 TOD-Table을 적용하여 연동신호를 운영하고 있다.

기존의 TOD-Table은 요일별/시간대별 교통량의 변화를 고려하여 설계되었다. 그러나 폭우나 폭설 등의 환경적 요인을 고려하지 않아 외부영향으로 인한 차량의 저속주행 시 현실과 맞지 않게 된다.

따라서 TOD-Table의 설계시 환경변화에 따른 운전자의 감속을 예측하고 예측된 속도에 맞는 TOD-Table이 사전 설계하여 상황에 맞게 적용되어야 하겠다.

### 3) 수해시 우회경로 정보제공을 통한 교통류 관리전략

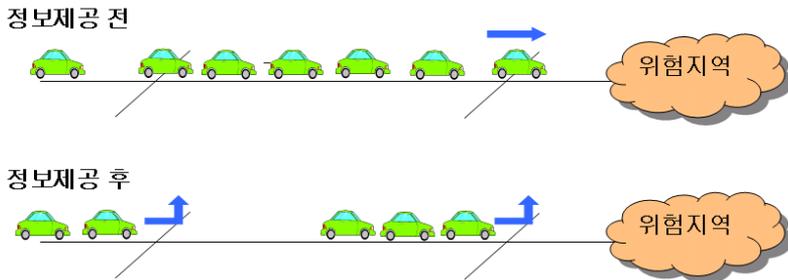
교통방재는 재난으로 인한 1차적인 피해를 신속하고 적절한 대처를 통해 2차 피해가 발생하는 것을 막는데 그 목적이 있다.

도로 침수되었을 때 운전자가 전방의 침수사실을 인지하지 못한 채 재난현장으로 진입했을 경우, 도로침수라는 1차적인 피해는 차량 침수의 재산피해 뿐

만 아니라 운전자의 고립이라는 인명피해까지 유발시킬 가능성이 있다. 이때 가장 필요한 것은 운전자로 하여금 전방의 재난사실을 인지하고 외곽으로 우회하여 재난으로부터 멀어지도록 유도하는 것이다.

앞서 살펴본 바와 같이 Ubiquitous기반의 텔레메틱스의 발전은 향후 교통상황 뿐만 아니라 사건/사고와 같은 다양한 정보를 운전자가 제공받을 수 있는 환경이 구축될 것으로 판단된다.

따라서 관리자는 이러한 기술을 기반으로 재난이 발생했을 경우 효과적으로 차량을 재난으로부터 멀어지게 할 수 있도록 네트워크상의 신호운영 체계와 경로선택모형을 이용하여 최적경로를 산정하고 이러한 정보를 운전자에게 효과적으로 전달하는데 활용하여야 하겠다.



〈그림 56〉 우회정보 제공 전/후

그러나 정보제공을 통하여 운전자를 위험으로부터 우회시키게 되면 주변 네트워크에는 침수지역에서 우회하는 차량들로 인한 영향을 받게 된다. 이러한 문제는 주변 네트워크의 신호시간 최적화나 연동신호 운영, 회전규제를 제거하는 방법 등으로 개선의 여지를 갖고 있다.

끝으로, 재난의 종류에는 여러 가지가 있을 수 있다. 그 중 위험물 유출, 화재, 침수는 한 지점에서 발생하여 주변으로 확산되는 특징을 갖는다. 본 연구에

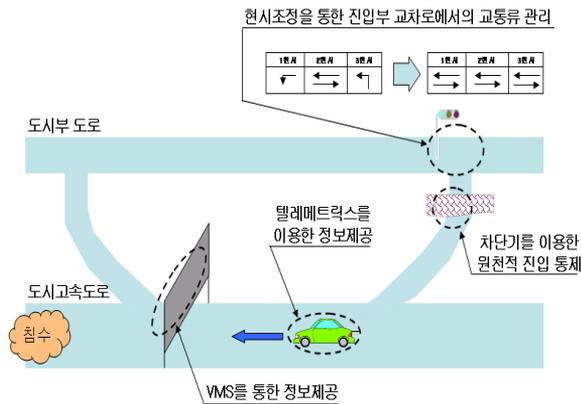
서는 침수를 중심으로 재난에 따른 사전대비 전략을 구상하였으나, 이렇듯 재난의 유사한 특성 때문에 비슷한 유형의 재난에도 수해시 정보제공을 통한 교통류 관리전략을 확대적용이 가능할 것이다.

## 2. 사례 연구

### 1) 도시고속도로 침수시 교통류 관리사례

고속도로가 침수되어 차량의 진입을 통제하기 위해 인근 경찰서나 자치구에 서 인력을 동원한 통제는 요원이 통제지점에 도착하기 전 이미 진입하는 차량을 통제할 수 없어 운전자가 위험에 노출될 수 있다.

폭우로 고속도로가 침수되었을 때 첫째, 관리자는 텔레메틱스와 VMS 등 정보제공 매체를 이용하여 고속도로를 주행하는 운전자에게 재난발생 정보를 제공하여 운전자가 인접 진출램프로 우회하도록 유도하고, 둘째, 진입램프 차단기를 작동하여 재난지역으로 진입하려는 차량을 원천적으로 봉쇄하며, 셋째 진입램프와 연결되는 신호교차로의 진입현시를 제거하는 방식의 신호운영이 수반되어야 하겠다.



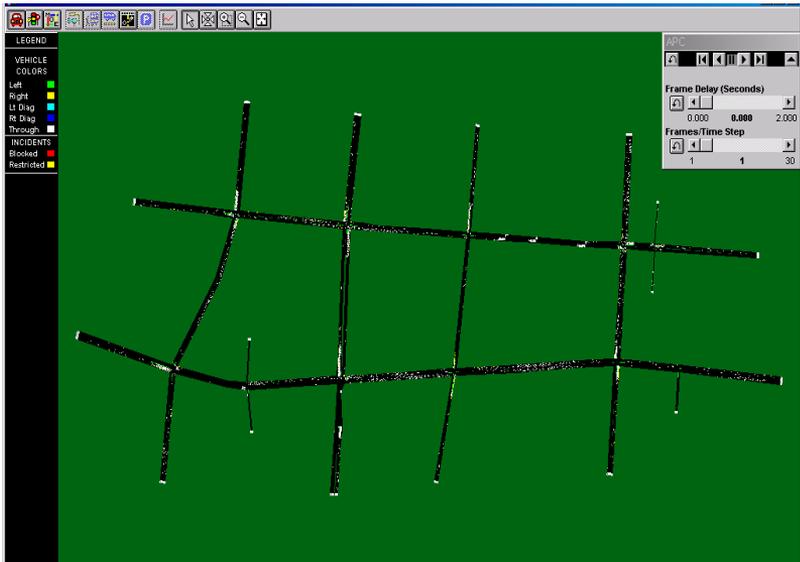
(그림 57) 도시고속도로 교통류 관리사례

침수가 되어 위험이 발생하는 순간 또는 침수가 될 것을 예측하고 실시간으로 통제하여 위험으로 진입하는 교통류를 관리해야 하겠다.

## 2) 폭우시 도시부도로 연동제어 관리사례

본 연구에서는 강남구 대치동의 동서 두 개축을 대상으로 연동제어의 효과를 분석하였으며 분석 기법으로는 1980년대 미국 연방도로국의 지원으로 개발된 Corridor Simulation (CORSIM) 모형을 이용하였다.

CORSIM은 미시적 교통통제 시스템으로 도심가도와 고속도로의 차량과 운전자 행동특성모형으로 사용되며, 다양한 효과척도(속도, 교통량, 밀도, 지체, Spill-Back, 대기길이 등)를 제공해 준다.



(그림 58) 분석 네트워크

분석은 현황과 주행속도가 감소하였을 경우(시나리오 1), 주행속도가 감소하여 연동속도를 변경하였을 경우(시나리오 2)로 구분하여 비교 분석하였으며, 결과는 <표 51>과 같다.

<표 51> 연동제어 시나리오

시나리오	상황
현황	연동속도가 60km/h인 도로구간
시나리오 1.	환경적 요인으로 주행속도 감소 (50, 40, 30km/h)
시나리오 2.	주행속도가 감소(30km/h)하였을 때 연동속도를 30km/h로 변경

<표 52> 시나리오별 효과분석

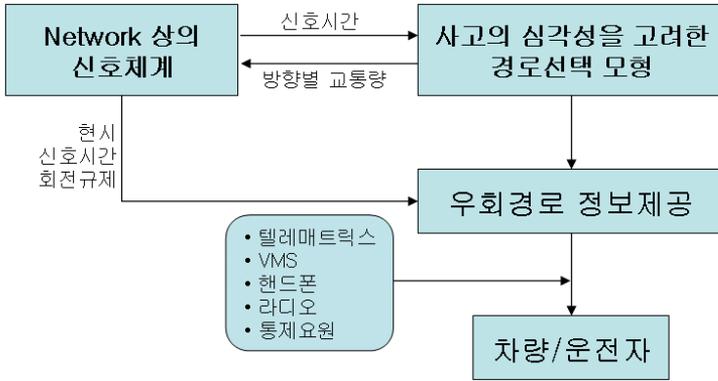
연동 값 적용	주행속도 (km/h)	Control-Delay (s/veh)	Queue-Delay (s/veh)	Stop-Delay (s/veh)	평균통행속도 (km/h)
현황	60	3.55	4.54	3.99	18.7
시나리오1	50	3.60	4.58	4.02	17.4
	40	3.90	4.93	4.34	15.4
	30	4.51	5.56	4.78	12.6
	시나리오2	30	4.00	4.90	4.14

분석결과 연동속도가 60km/h인 구간에서 폭우로 인하여 주행속도가 30km/h로 감소하였을 경우(시나리오 1) 차량이 경험하는 신호에 의한 Delay는 3.55초/대에서 4.51초/대로 27.0% 증가하였으며, 대기행렬 발생으로 인한 Delay 역시 4.54초/대에서 5.56초/대로 22.5% 증가하는 것으로 나타났다.

시나리오 2에서와 같이 주행속도가 30km/h일 때 연동속도를 30km/h로 조정하면 각각의 지체는 다시 감소하는 것으로 나타났고, 평균 통행속도도 다시 증가하는 것으로 분석되었다.

### 3) 수해시 우회경로 정보제공을 통한 교통류 관리사례

네트워크의 신호체계와 사고 심각성을 고려한 경로선택 모형을 기반으로 하는 Route Guidance 알고리즘에 의해 선정된 우회경로는 텔레메틱스, VMS, 핸드폰, 라디오 등을 통해 차량과 운전자에게 제공된다.



〈그림 59〉 정보제공을 통한 교통류 관리전략

본 분석에서 사용된 변동부등식(Variational inequality)기반 경로선택 모형은 다음과 같다.

$$\sum_a \sum_b C_{ab}(V)(V - V^*) \geq 0$$

$$\sum_k f_k^{rs} = q_{rs} \quad , \quad \forall k, r, s$$

$$f_k^{rs} \geq 0 \quad , \quad \forall k, r, s$$

$$V_{ab} = \sum_r \sum_s \sum_k f_k^{rs} \cdot f_{abk}^{rs} \quad , \quad \forall k, r, s, ab$$

이 경우,

$C_{ab}$  : 링크 a에서 링크 b로 회전하는데 소요되는 통행시간

$q_{rs}$  : 출발지 r에서 도착지 s의 수요

$f_k^{rs}$  : 출발지r에서 도착지 s를 연결하는 k번째 경로 통행량

$V_{ab}$  : 링크 a, b의 회전통행량

<표 53> 링크 속성 및 신호운영 정보

Node i	Node j	Link Length	# Lane	Link Speed	Node k	Node l	Node m	Pocket Left	Length	Pocket Right	Length	Cycle	green Th	green Lt	green Rt
5	6	1811	2	37	7	3	11	0	0	0	0	140	33	33	33
10	11	198	3	37	12	16	6	1	328	1	328	150	45	21	45
18	17	2617	4	37	16	28	10	1	328	0	0	150	59	20	59

신호교차로에서의 지체모형식은 일반적으로 미국의 HCM에서 제시하고 있는 지체식을 이용하나 HCM에서 제시하고 있는 지체모형식은 교통량의 함수로 본 연구에서 교통량을 변수로 하는 Route Guidance 알고리즘에서는 적용하기 어려운 점이 있다.

따라서 본 연구에서는 다음과 같은 모형식을 이용하여 신호교차로에서의 회전교통류에 대한 지체를 산정하였다.

$$D = T_0 + T_0 \cdot \alpha \cdot \left(\frac{V}{Q}\right)^\beta$$

이 경우,

$Q$  : 회전차로군 용량 (공용/전용 차로군으로 구분함)

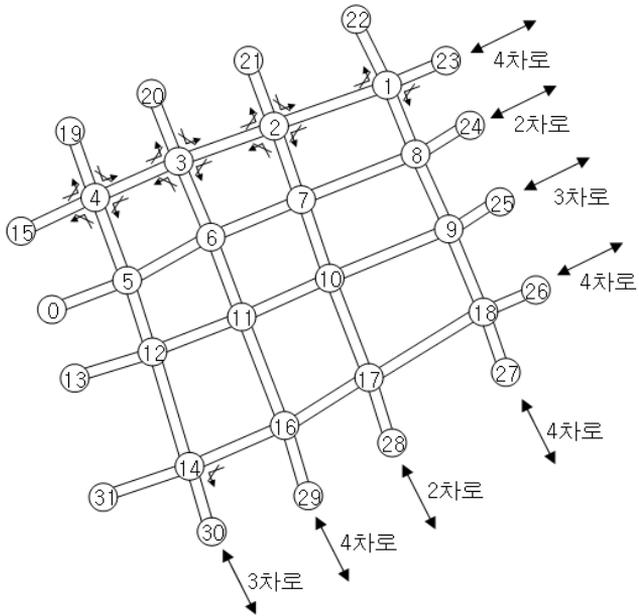


$$V = (V_1, V_2, \dots, V_{|D|})$$

$D = V_{ab}$ 를 요소로 하는  $\forall_{ab}$

위의 변동부등식의 해법으로서 대각화(diagonalization)를 적용하였다.

분석 범위는 강남구 대치동 일대의 격자형의 도로를 대상으로 하였으며, 모든 교차로는 신호교차로로 운영되고 있고 ⑮↔④↔③↔②↔①↔㉓ 구간(테헤란로)은 좌회전 금지로 운영 중에 있다.



〈그림 60〉 분석 네트워크



〈표 54〉 교통류 관리 시나리오

시나리오	상황
현황	-
시나리오 1.	집중호우로 저지대인 ㉠ ↔ ㉡구간이 침수되었으며, 운전자는 침수사실을 인지하지 못한 채 침수지역으로 접근함.
시나리오 2.	㉠ ↔ ㉡구간 침수시 운전자에게 침수사실을 알리고 Route Guidance 알고리즘에 의해 우회시킴.
시나리오 3.	시나리오 2. + 테헤란로 축의 좌회전 규제를 해제하여 운전자로 하여금 경로선택의 폭을 확대함.

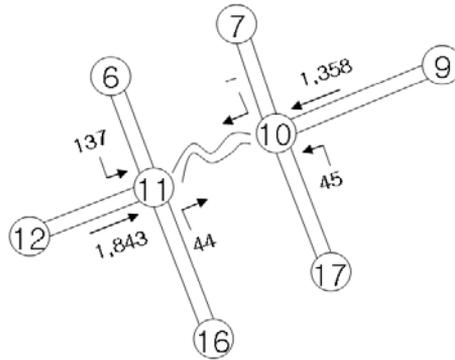
각 시나리오별 MOE는 앞서 분석틀로 소개된 Corsim 알고리즘을 사용하여 분석하였다.

(1) 현황과 도로침수 후의 차량/운전자 위험노출 비교

분석결과 현황에서 ㉠ ↔ ㉡구간을 통과하는 O/D 통행량은 총 3,451대로 나타났다. 이러한 상황에서 해당구간에 폭우로 인해 도로가 침수될 경우 3,451대의 차량들은 이러한 사실을 알지 못한 채 침수지역으로 진입하려고 시도할 것이며, 이들은 위험에 노출될 수밖에 없을 것이다.

〈표 55〉 ㉠ ↔ ㉡ O/D 통행량

O/D	0	13	15	19	20	21	22	24	25	26	27	28	30	31
0	-	0	1	0	0	4	10	0	14	19	9	3	0	0
13	0	-	1	0	0	9	10	6	1699	26	7	3	0	0
15	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0
19	0	0	0	-	0	1	1	16	72	14	15	24	0	0
20	0	0	0	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	8	1216	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	16	10
26	32	21	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1	0
27	31	22	0	0	0	0	0	0	0	0	-	0	1	0
28	6	10	0	10	19	0	0	0	0	0	0	-	0	0
30	0	0	1	0	0	9	4	6	8	0	0	0	-	0
31	0	0	1	0	0	4	16	5	8	0	0	0	0	-



〈그림 62〉 위험에 노출되는 차량

(2) 도로 침수시 정보제공 전/후의 위험노출 비교

침수가 발생하면 관리자는 Route Guidance 알고리즘에 의해 침수구간을 제외한 우회경로를 운전자에게 제공하고 정보를 받은 운전자는 재난지역을 우회하게 된다.

분석결과 시나리오 1에 비해 시나리오 2는 총 지체 및 주행거리가 증가하고 네트워크 평균통행속도가 감소하였으나 위험에 노출된 3,451대의 차량은 위험으로부터 안전할 수 있는 것으로 나타났다.

〈표 56〉 우회로 인한 네트워크 소통상태 비교

구분	시나리오 1	시나리오 2
위험노출(대)	3,451	0
총 지체 (s/veh)	8.36	11.31
총 주행거리 (mile/veh)	18.1	1.93
평균통행속도 (mile/h)	12.6	9.7

3) 우회정보 제공시 네트워크 소통상태 비교분석

우회정보 제공으로 침수지역으로 진입하려는 차량이 우회함으로써 차량/운

전자가 위험에 노출되지 않게 되었으나 ⑪ ↔ ⑩구간을 통과하려는 차량이 네트워크 상의 다른 경로를 선택하여 운행함으로써 네트워크 전체의 소통상태는 악화될 수 있다.

침수구간이 최단경로의 Link이던 운전자들은 우회정보를 제공받아 다른 경로를 이용하게 되면서 네트워크 전체의 지체 및 총 주행거리가 증가하고 평균 통행속도가 감소하는 것으로 분석되었다.

분석 네트워크의 테헤란로는 현재 좌회전 금지로 운영되고 있는 실정으로 침수 등 재난상황이 발생하였을 경우 전 방향 진행 가능한 비상 신호Mode로 전환/운영하여 전체네트워크의 소통상황이 악화되는 것을 완화시키는 것으로 나타났다.

〈표 57〉 회전규제를 해제한 경우 소통상태 비교

구분	시나리오 1	시나리오 2	시나리오 3
총 지체 (s/veh)	8.36	11.31	11.58
총 주행거리(mile/veh)	18.1	1.93	1.85
평균통행속도 (mile/h)	12.6	9.7	10.1

이러한 결과는 테헤란로에서 좌회전을 할 수 있게 됨으로써 운전자로 하여금 경로선택의 폭을 넓히게 되어 네트워크의 소통상태가 완화된 것으로 판단된다.

우회경로 제공을 통한 교통류 관리전략의 최우선 목적은 재난발생시 실시간으로 운전자에게 재난발생 정보와 우회정보를 제공하여 위험지역으로 진입하는 것을 방지하여 인명피해를 줄이는데 있다. 그리고 이밖에 신호시간 최적화, 실시간 신호제어 등 비상 신호 Mode를 통한 네트워크 교통상황의 개선 여지가 있다.

## 제3절 위험물 차량 관리

### 1. 알고리즘 제안

위험물 운송차량의 경로 및 스케줄 관리문제는 일반적으로 크게 2가지 유형으로 구분된다. (List et al. 1991; Erkut and Verter 1995). 첫 번째 유형은 다수의 출발지와 도착지가 존재하는 교통망에서 도로용량과 수요자 서비스시간 제약이 존재하는 경우 일정량의 위험물질을 배분하는 문제(Iakovou et al. 1999; Zografos and Androutsopoulos 2002)이고, 두 번째 유형은 단일 출발지-도착지 쌍에 대하여 동적계획법에 근거한 다목적 최적경로탐색알고리즘(Multiobjective Shortest Path Algorithm)의 수행을 통해 비지배경로(Nondominated Path)를 탐색하는 문제이다. 본 연구의 내용은 두 번째 유형에 초점을 맞추고 있으며, 다목적 속성이 존재하는 동적교통망에 대하여 스케줄을 고려하는 경로를 관리하는 기법을 제안하는 것이다.

본 연구의 관심사항이 아닌 시간에 독립적인 속성에 대한 다목적 경로 및 스케줄 관리에 대해서는 비교적 연구의 진행도가 높다 (Wijeratne et al. 1993; Cox 1984). 시간에 따라 변화하는 속성에 대한 연구는 Turnquist (1987)가 부분적인 비지배경로를 탐색하는 실험적(Heuristic) 방법론을 통하여 제안한 바 있고, Nozick et al. (1997)과 Sulijoadikusumo and Nozick (1998)은 Turnquist(1987)의 방법론을 출발지에서 출발시간이 정해진 경우를 대상으로 개선하였다.

#### 1) 동적 교통망과 스케줄

시간창(Time Window)은 도착시간과 출발시간이 쌍으로 존재하여, 운송차량이 도착시간과 출발시간사이에 도착하고 출발해야 하는 제약시간을 의미한다. 예를 들면, [a,b]의 시간창이 있다고 하면, 차량은 a시간이나 이후에 도착해야

하나, b시간 이전 또는 b시간까지는 출발해야 한다. 이러한 시간창은 교통망에서 도로, 특정 지점, 지역에 대하여 지정되는 경우 통행규제로 고려될 수 있으며, 운송업자의 시간창인 경우 그들의 스케줄로 간주된다.

동적교통망에 대하여 적용되는 스케줄은 시간창(Time Window)으로 표현되며 크게 출발시간시간창(DTW: Departure Time Window), 도착시간시간창(ATW: Arrival Time Window), 서비스시간창(STW: Service Time Window), 대기시간창(WTW: Waiting Time Window), 운행시간시간창(OTW: Operational Time Window)으로 구분된다. 이를 고려하여 경로를 탐색하는 방법은 3절의 다목적 경로탐색부분에서 실제교통망에 대한 사례를 통하여 살펴보도록 한다.

#### (1) 출발시간시간창(DTW: Departure Time Window)

출발지를 출발할 수 있는 시간에 제약이 있는 것으로 일반적으로 운송업자의 스케줄에 포함되나, 특별한 경우 관리주체의 요청에 의하여 출발시간시간창이 결정될 수 있다.

#### (2) 도착시간시간창(ATW: Arrival Time Window)

도착지에 도착할 수 있는 시간에 제약을 두는 것으로 일반적으로 운송업자의 스케줄에 포함되나, 특별한 경우 관리주체의 요청에 의하여 도착시간시간창이 결정될 수 있다.

#### (3) 서비스시간창(STW: Service Time Window)

특정 서울의 도심과 같이 보호지역에서 필요할 경우 통과시간대를 규제해 놓은 경우를 의미하며, 지역전체, 일부도로망, 교차로 등에 적용할 수 있다.

#### (4) 대기시간창(WTW: Waiting Time Window)

운송차량은 출발지를 떠나면 계속해서 목적지를 향해서 이동해야 하는데 필요한 경우 허가된 지점에서 차량이 대기할 수 있다. 이때 차량이 대기함으로써 발생하는 비용은 선형대기비용과 같은 계산식을 통해 시간을 비용으로 환산가능하다.

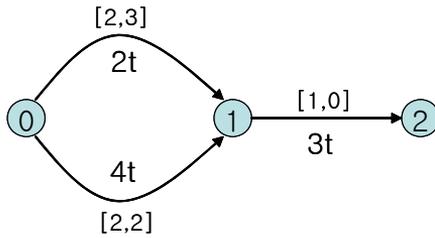
#### (5) 운행시간시간창(OTW: Operational Time Window)

운송차량이 출발지를 떠나 도착지에 도착하는 시점까지의 통행시간이 시간창 내에서 이루어져야 하는 제약을 의미한다.

## 2) 시간-공간네트워크 변형

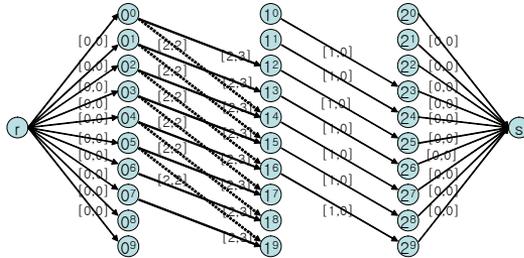
시간-공간네트워크 변형(이하 시공간변형)을 통하여 동적교통망은 정적교통망으로 전환된다. 시공간변형은 매 시간단위로 존재하는 노드와 링크에 대하여 정적인 개별링크 및 노드로 변형한다. 시간창이 포함되는 동적교통망에서 변형된 네트워크를 이용하면 가장빠른도착(Earliest Arrival) 또는 가장느린도착(Latest Arrival)만을 고려하여 해를 도출하던 것(조중석 2006)에서 실제의 최적해의 계산이 가능하다.

개별시간은 0부터 1, 2, ..., T까지 정수로 표현된다. (컴퓨터 연산을 위한 이산가정(Discrete Interval) ) <그림 63>을 통하여 3개 노드와 3개 링크로 구성된 교통망에 대하여 2가지 속성으로 구성된 링크를 10개 시간에 대하여 시공간변형을 하면 <그림 64>와 같이 41개의 링크와 32개의 노드로 정적인 교통망으로 확장된다.



〈그림 63〉 기본 교통망

• 41 links, 32 Nodes



〈그림 64〉 시간-공간네트워크 변형 교통망

### 3) 다목적 경로탐색

스케줄이 존재하는 동적 교통망에서 다목적 경로는 우선 가능경로집합(feasible path set)내에 포함되어야 한다. 시간중속적 가능경로(Time-Varying Feasible Path : 이하 TFP)는 출발지에서 목적지까지 부과된 제약조건을 모두 만족하는 경로로서 정의된다.

이 TFS 정의를 기반으로 시간중속적 비지배경로(Time-Varying Nondominated Path : 이하 TNP)를 정의하면,

- ▶정의1 : 구분된 두 경로  $P_1(t), P_2(t)$ 가 TFS 집합에 존재하며,  $n$ 개의 속성을 고려한다고 하면,  $n$ 개의 속성값  $(u_1, u_2, \dots, u_n)$ 에서 어떤 개별속성  $i$ 에 대

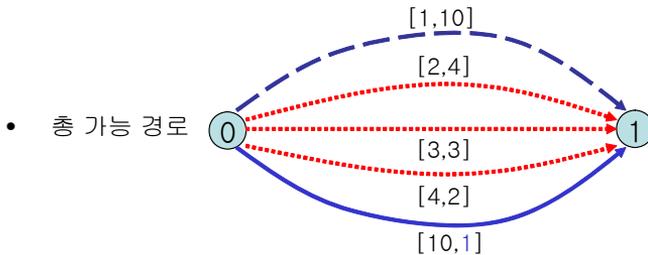
하여  $P_1(t), P_2(t)$ 의 개별속성  $\mu_{P_1(t)}^i, \mu_{P_2(t)}^i$ 이  $\mu_{P_1(t)}^i \leq \mu_{P_2(t)}^i$ 가 성립되는 어떤  $i$ 가 존재하면  $P_1(t)$ 은  $P_2(t)$ 를 지배한다고 정의한다.

▶정의2 : 경로  $P(t)$ 가 TFS집합 내에 있고, 다른 어떤 경로도  $P(t)$ 를 지배하는 경로가 존재하지 않으면 경로  $P(t)$ 는 시간중속적 비지배경로로 정의된다.

아래 <그림 65>의 네트워크에서 총 5개의 비지배경로를(경로에 2가지 속성이 존재하는 경우) 파악하면 경로 0과 경로 4가 각각 [1, 10], [10, 1]의 속성값으로 비지배경로로 분류된다.

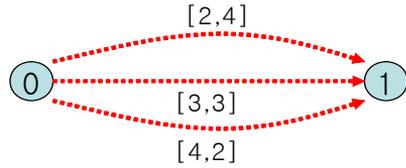
현실적으로 다목적 경로탐색의 목적은 비지배경로를 탐색하는 것이나, 실제 위험물 운송차량의 경로를 비지배경로로만 평가하기에는 무리가 있다. 그 예로, <그림 65>에서처럼 출발지 0에서 도착지 1을 연결하는 경로가 총 5개가 존재한다고 하면, 비지배경로는 [1,10], [2,4], [3,3], [4,2], [10,1]의 속성을 갖는 경로가 계산된다. 그러나 두 경로에 포함된 속성의 차이가 크게 나타나기 때문에 비지배경로에 포함되지 않으나 두 속성의 차이가 적고 값이 낮은 대안경로로서 경로 1, 2, 3이 고려될 수 있다. 따라서 경로탐색 알고리즘은 비지배경로와 대안경로를 동시에 고려할 수 있는 K 경로탐색 알고리즘이 적합하다고 하겠다.

본 연구에서는 유입링크기반 K 경로 탐색 알고리즘을 활용하여 비지배경로와 대안경로를 동시에 탐색하는 알고리즘을 제안한다(Avezedo et al. 1993; 신성일 2004).



<그림 65> 총 가능 경로(=비지배경로)

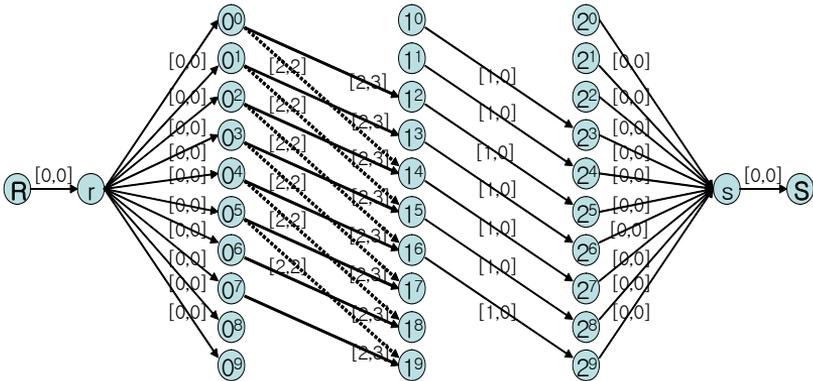
- 대안경로  
(Alternative Path)



<그림 66 대안경로

<그림 67>은 유입링크기반 네트워크 확장에 적합하도록 확장된 교통망을 나타내며, 가상의 더미노드 R, S가 이미 생성된 가상의 노드 r, s로 각각 연결된다.

- 43 links, 34 Nodes



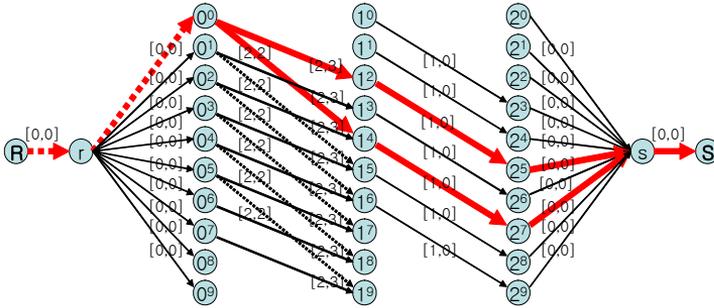
<그림 67> 2중 네트워크 확장

<그림 68>은 출발시간이  $0^0$ 으로 정해진 경우에 대하여 목적지까지 2개의 가능 경로가 나타남을 보여주고 있다.

▶경로 1 :  $0^0 \rightarrow 1^2 \rightarrow 2^7$

▶경로 2 :  $0^0 \rightarrow 1^4 \rightarrow 2^7$

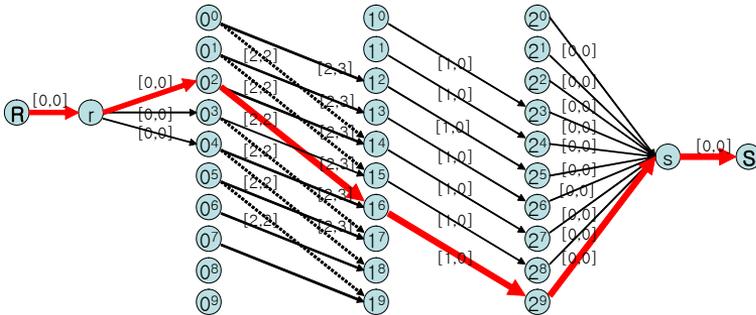
- 43 links, 34 Nodes
- 출발시간선택 ( $0^0$ )



<그림 68> 출발시간  $0^0$ 으로 제약

<그림 69>는 출발시간이  $0^2, 0^3, 0^4$ 의 시간창으로 정해진 경우 통행가능경로는  $0^2 \rightarrow 1^6 \rightarrow 2^9$ 의 단일 경로만 형성됨을 보여주고 있다.

- 31 links, 31 Nodes
- 출발노드와 출발시간 고정
- 노드O에서 2t, 3t, 4t에 S로 출발가능

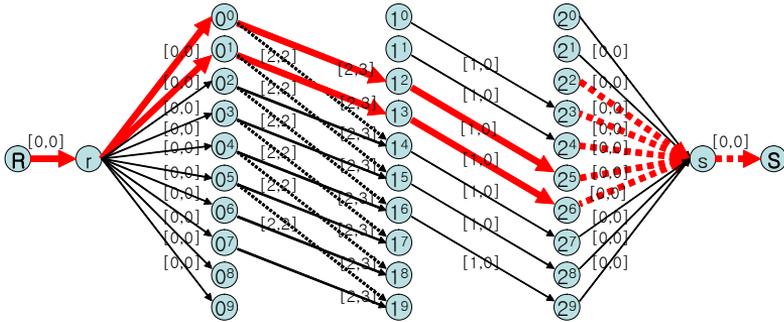


<그림 69>출발시간  $0^2, 0^3, 0^4$ 로 제약

<그림 70>은 도착시간창이  $[2^2, 2^6]$ 인 경우에 대하여 출발시간 제약이 없는 경우 2개의 경로가 탐색 가능한 것으로 나타난다.

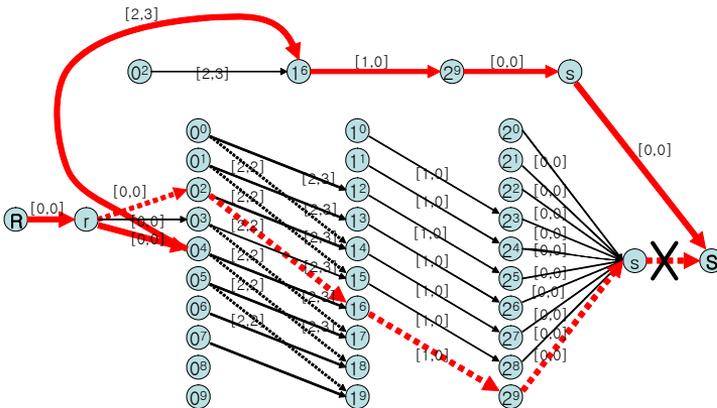
- ▶경로 1 :  $0^0 \rightarrow 1^2 \rightarrow 2^5$
- ▶경로 2 :  $0^0 \rightarrow 1^3 \rightarrow 2^6$

- 43 links, 34 Nodes
- 도착시간선택 ( $2^{2t} \sim 2^{6t}$ )



〈그림 70〉 도착시간차 제약

〈그림 71〉은 속성이 (3, 2)인 첫 번째 탐색경로  $0^2 \rightarrow 1^6 \rightarrow 2^9$ 가 출발시간차가  $[0^2, 0^4]$ 인 경우 두 번째 경로를 탐색하기 위하여 유입링크기반 네트워크 변형으로 속성 (3, 3)의  $0^4 \rightarrow 1^6 \rightarrow 2^9$ 인 두 번째 경로를 탐색하는 것이다.

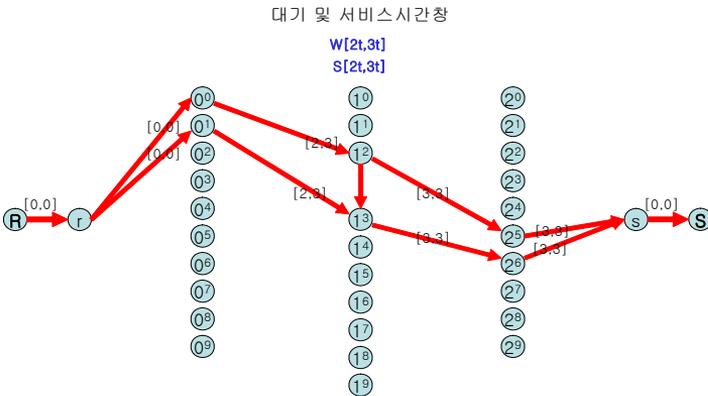


〈그림 71〉 네트워크변형 경로탐색

<그림 72>는 1번 노드에서 서비스시간창이 [2, 3]으로 제한된 경우 목적지까지 2개의 경로대안만 존재하는 것을 나타내며, <그림 73>은 <그림 72>에 대기시간창 [2, 3]이 부과된 경우 총 통행경로는 3개로 늘어남을 보여준다.

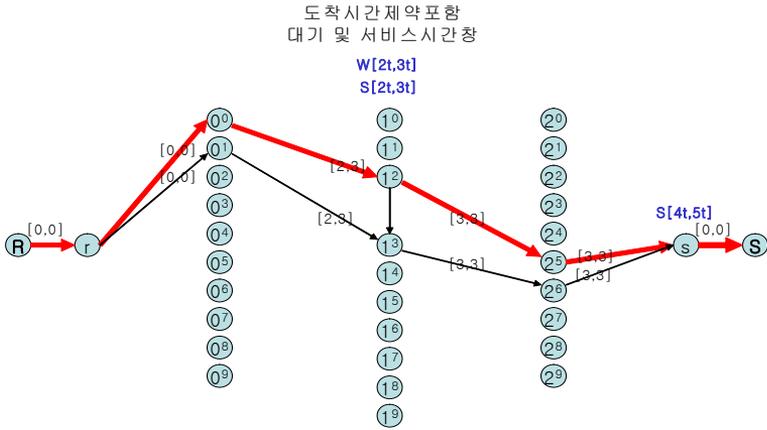


<그림 72> 서비스시간창 제약



<그림 73> 대기 및 서비스시간창 제약

<그림 74>는 총 통행시간을 제약하기 위하여 목적지에 도착하는 시간은 서비스시간창 [4, 5]로 부과한 경우 경로의 수가  $0^0 \rightarrow 1^2 \rightarrow 2^5$ 로 감소하는 것을 나타내고 있다.

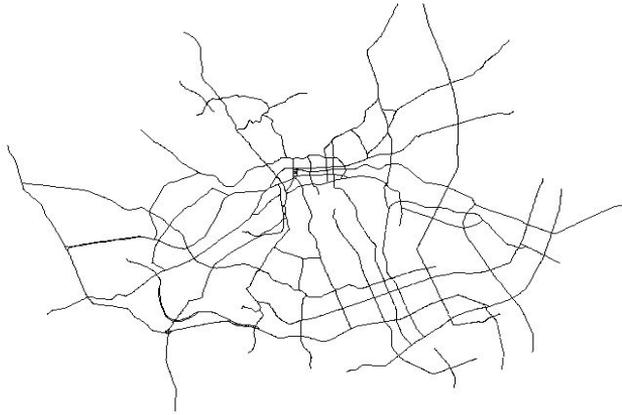


〈그림 74〉 총 통행시간 제약

## 2. 사례연구 및 결과분석

### 1) 자료구축

본 절에서는 제안된 알고리즘의 현실 적용 가능성과 적합성을 판단하기 위해 서울시를 대상으로 사례 연구를 실시하였다. 적용된 교통망은 <그림 75>에 서와 같이 주간선도로 위계이상의 도로를 대상으로 하였으며, 127개의 노드와 207개의 링크로 구축되었다. 임의의 출발지에서 도착지로의 경로를 선택하는 속성으로는 사고위험과 운송업자의 비용을 선택하였다. 사고위험요소로는 위험도와 운송차량의 경로변경횟수, 그리고 운송업자의 비용요소로는 통행시간으로 구성하였다. 여기서, 편의상 위험도는 링크(도로)를 중심으로 200m내의 평균인 구밀도로 단순화하여 정의하였다.



〈그림 75〉 서울시 주간선도로망

〈그림 76〉는 위험물 노출가능인구를 ArcView를 사용하여 도출하는 과정을 보여주고 있으며, 세부사항은 아래와 같다..



〈그림 76〉 위험물 노출가능 인구 산출 절차

(1) 서울시 주간선도로망 선정

위험물 차량의 경우 그 차량의 규모와 운반 물질의 특성상 일반적으로 주간선도로를 위주로 통행한다고 볼 수 있다. 따라서 사례 연구 시 서울시정개발연구원의 서울시 GIS 데이터베이스를 활용하여 서울시 주간선도로망만 추출하였다.

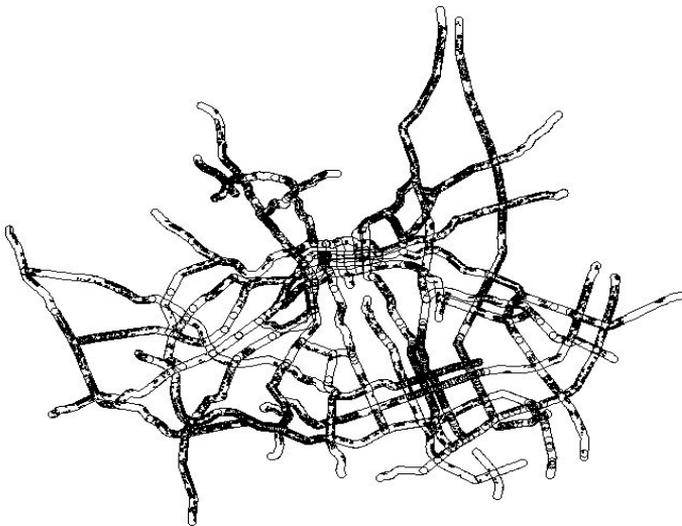
## (2) 위험물 노출 가능 존 설정

ArcView의 버퍼(Buffer) 기능을 활용하여 서울시 주간선도로망의 각 링크별 반경 200m의 버퍼링을 실시하였다. 이는 위험물 차량 사고 시 치명적인 피해가 사고지점으로부터 200m를 넘지 않는다고 가정하였기 때문이다.

## (3) 위험물 노출 가능 건축물 추출

주상복합시설과 주거시설이 포함된 건축물 대장 데이터베이스를 위험물 노출 가능 존에 결합하여 위험물 노출 가능 존상의 주상복합시설과 주거시설 데이터베이스를 추출하였다.

<그림 77>은 최종적으로 경로선택 속성을 산출하기 위해 노출가능건축물을 도식화한 것이다.



<그림 77> 위험물 노출 가능 건축물 추출

<표 58>은 위험도 산정을 위해 입력되는 네트워크 자료의 형태를 나타낸다.

〈표 58〉 위험물 노출 가능 인구 및 인구밀도

링크번호	출발노드	도착노드	도로명	인구밀도(인/km <sup>2</sup> )	링크길이(m)
1	0	1	동1로	7.3	8248.4
2	1	2	동1로	6.2	2600.4
3	2	3	동2로	7.1	3531.6
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
205	125	126	을지로	7.3	407.0
206	127	84	흥인문로	0.0	412.0
207	126	127	을지로	7.3	600.8

## 2) 결과 분석

앞서 구축된 자료를 제안한 알고리즘에 입력하여 결과를 도출해 보았다.

### (1) 통행 비규제 결과 분석

먼저, 서울시를 통행하는 위험물 운송차량이 통행상의 규제가 없다는 전제 하에 분석을 실시하였다.

금천구의 한 출발지점과 노원구의 한 도착지점을 선정하였으며, 교통망에서는 노드번호 0과 56으로 나타났다. 분석시간대는 오전 7:00~12:00로 총 5시간을 설정하였으며, 시간간격은 1분 단위로 나누어 분석하였다. 또한, 편의상 모든 링크를 시속 30km로 주행한다고 가정하였으며, 이를 분으로 환산된 통행 속도는 500m/분이 된다.

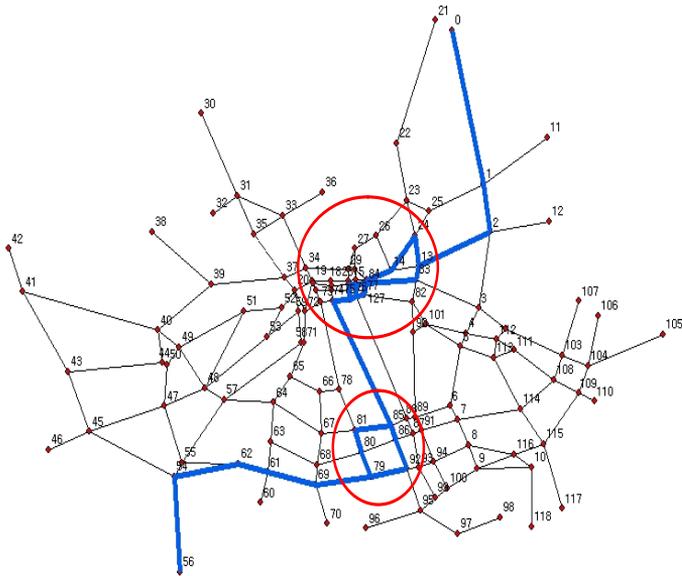
출발지에서 오전 7:00 정각에 출발한 차량이 통행제한 가정이 없는 경우에 대해 최대 10개의 비지배경로를 탐색하였다. <그림 78>은 위험도(인구밀도)에 따라 탐색된 비지배경로를 요약한 것이다. 총 10개의 경로가 탐색되었으며 모두 도심을 통과하는 것으로 나타났다 이는 도심지역엔 거주인구가 적기 때문에 인구밀도가 상대적으로 낮아 위험도가 낮게 산정되고 위험도에 따라 탐색된 비지배경로는 도심지역을 지나게 되는 것으로 판단된다. 결국 자료 구축 상 거주

인구만을 고려하여 위험도를 산정한 자료 구축의 한계로 여겨진다.

또한 여기서 나타나듯이 비지배경로만으로는 대안의 수가 너무 많아지기 때문에 대안경로 정보로 제공하기에는 어려운 것으로 판단된다.

〈표 59〉 위험도에 따른 비지배경로 결과값

경로	위험도	통행시간(분)	통행거리(Km)	경로변경횟수
0	34.6	96.1	48.1	11
1	34.6	95.3	47.7	11
2	34.6	93.1	46.5	12
3	34.6	93.9	47.0	12
4	34.6	92.4	46.2	12
5	34.6	94.6	47.3	11
6	34.6	96.3	48.2	16
7	34.6	98.6	49.3	15
8	36.3	97.7	48.8	12
9	36.3	95.5	47.7	13



〈그림 78〉 위험도에 따른 비지배경로

아래<표 60>은 위험도(인구밀도)에 따라 탐색된 비지배경로의 통행경로(노드, 통행시간)와 통행도로를 나타낸다.

<표 60> 위험도에 따른 비지배경로 통행경로 및 도로

구분	내용
통행 경로	56 <sup>0</sup> →54 <sup>11</sup> →62 <sup>19</sup> →61 <sup>24</sup> →69 <sup>30</sup> →79 <sup>36</sup> →92 <sup>40</sup> →86 <sup>45</sup> →85 <sup>47</sup> →74 <sup>53</sup> →75 <sup>55</sup> →76 <sup>56</sup> →126 <sup>57</sup> →119 <sup>58</sup> →84 <sup>59</sup> →83 <sup>65</sup> →13 <sup>66</sup> →2 <sup>74</sup> →1 <sup>79</sup> →0 <sup>95</sup>
통행 도로	시흥대로→남부순환로→봉천로→남부순환로→강남대로→한남로→퇴계로→훈원로→청계천로→고산자로→망우로→동1로

## (2) 통행 규제 결과 분석

도심 지역은 법적 규제를 통해 10톤 이상 화물차, 가스 및 유류운반탱크로리, 폭발물 운반차량, 건설기계, 트레일러·레커차 등 특수 자동차와 3.5톤 이상~10톤 미만 화물차는 통행의 규제를 받고 있다. 따라서 이번 절에서는 결과 분석을 도심 4대문 안에 오전 7:30~9:00시까지 통행 규제가 있다는 가정 하에 분석을 실시하였다.

이때, 탐색된 경로를 비교하기 위한 통행 속성은 대안경로의 특성을 고려하기 위하여 위험도, 통행시간, 경로변경횟수에 가중치를 주는 방법을 적용하였다.

$$\rho_a^R = \alpha \cdot R_a + \beta \cdot T_a + \gamma \cdot T_n^R$$

$\rho_a^R$  : 출발지 R에서 링크 a의 통행속성

$R_a$  : 링크 a의 위험도(노출인구밀도(인/km<sup>2</sup>))

$T_a$  : 링크 a의 통행시간(분)

$T_n^R$  : 출발지 R에서 링크 a까지 발생한 경로 변경 횟수

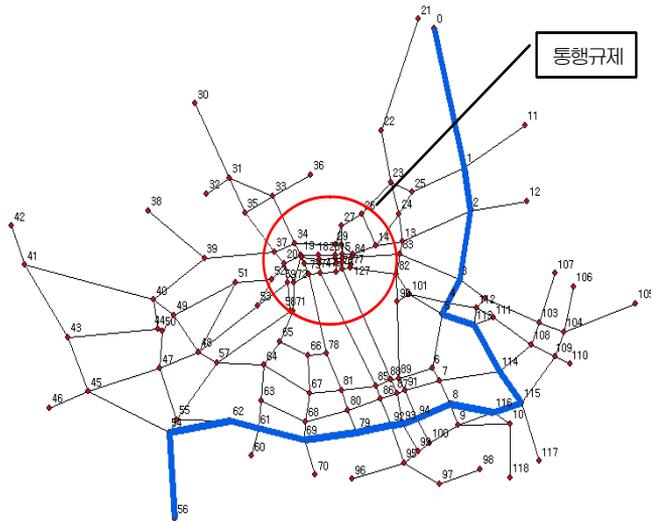
$\alpha, \beta, \gamma$  : 파라메타(여기서는 0.3, 0.4, 0.3)

<그림 79>는 통행규제 동안에는 위험물 운송차량이 도심을 통과할 수 없기 때문에 통행경로가 남부순환로, 송파대로, 동1로 등을 통과하는 외곽지역으로 선택됨을 알 수 있다.

다소 장시간의 운행시간이 소요되더라도 노출인구와 경로변경 등을 고려하여 위험도가 적은 지역으로 통행함을 볼 수 있다. 그리고 위험도 측면에서 60 이하의 경로를 대안경로로 정의하자면, 3개의 경로가 선택되어짐을 볼 수 있다.

<표 61> 통행규제를 적용한 통행경로 결과값

경로	위험도	노출인구	통행시간(분)	통행거리(Km)	경로변경횟수
0	58.5	49.7	103.1	51.5	8
1	58.6	50.1	102.8	51.4	8
2	58.9	52.4	102.0	51.0	8
3	60.8	74.4	91.7	45.8	6
4	61.7	56.5	105.2	52.6	9
5	62.3	78.0	91.3	45.7	8
6	62.4	52.7	109.7	54.8	9
7	62.7	58.8	104.4	52.2	11
8	62.9	52.4	111.1	55.6	9
9	62.9	78.0	93.5	46.8	7



<그림 79> 통행 규제를 적용한 통행경로

아래 <표 62>는 통행규제 동안의 위험물 운송차량의 통행경로(노드, 통행시간)와 통행도로를 나타낸다.

<표 62> 통행 규제를 적용한 통행경로 및 도로

구분	내용
통행 경로	$56^0 \rightarrow 54^{11} \rightarrow 62^{19} \rightarrow 61^{24} \rightarrow 69^{30} \rightarrow 79^{36} \rightarrow 92^{40} \rightarrow 93^{41} \rightarrow 94^{43} \rightarrow 8^{48} \rightarrow 116^{53} \rightarrow 115^{57} \rightarrow 114^{62} \rightarrow 113^{67}$ $\rightarrow 5^{71} \rightarrow 4^{72} \rightarrow 3^{75} \rightarrow 2^{82} \rightarrow 1^{87} \rightarrow 0^{103}$
통행 도로	시흥대로→남부순환로→봉천로→남부순환로→송파대로→자양로→구의로→동2로→동1로

## 제VI장 결론 및 정책제안

제1절 결 론

제2절 정책 제안



## 제1절 결론

### 1. 재난 및 방재현황

서울시 도시 특성상 대형건물 및 인구의 밀집 등으로 인해 재난이 발생할 경우 대형재난으로 확산될 가능성이 매우 높고, 산업화로 인해 위험물의 사용량이 증가하면서 위험물 운송차량의 도심 진입이 늘고 있는 실정이다.

이처럼 도심내 재난에 대한 경각심이 고조되고 있는 가운데 서울시의 재난관리는 서울시, 서울종합방재센터, 전기·가스·통신 등 각 유관기관 및 중앙정부에서 개별적으로 시행하고 있어 효율적인 재난관리가 어렵다.

최근에 와서 이러한 문제점을 개선하고자 통합방재체계구축을 시도하고 있으나 대부분 재난발생 이후 대응위주의 통합관리체계로 올해 여름 집중호우로 인한 올림픽대로 및 안양천 일대의 침수 이후 사전예방의 중요성이 다시 한번 거론되었다.

서울시의 지속적인 노력으로 재난빈도는 감소하는 추세이나, 도시화로 인하여 재난발생시 피해규모는 지속적으로 증가하고 있고, 산업화가 진행되면서 새로운 형태의 재난이 발생하고 있어 새로운 재난관리체계 구축이 요구된다.

### 2. 교통방재 관련 국내·외 사례

선진방재국가인 미국과 일본의 방재체계를 살펴본 결과, 미국의 재난관리체계는 지원역할을 하는 연방정부와 주정부, 그리고 현장대응중심의 지방정부로

구분되고, 연방정부의 FEMA는 “재난피해 사전경감”을 기본목표로 하여 재난을 종합적이며 통합적으로 관리할 수 있도록 구성·운영되고 있다.

미국은 중앙정부 및 지방정부 타원에서 각각의 표준화된 방재정보시스템을 구축하고 있어 각 정부간 정보공유가 자유롭고 용이할 뿐만 아니라, 시스템이 현장지휘시스템과 연계되어 있어 현장과 비상운영센터간의 정보전달도 손쉽게 이루어지고 있다.

일본역시 지형적인 영향으로 홍수, 화산, 지진, 산사태등의 피해가 빈번하게 발생함으로 인하여 일찍부터 방재에 대해 국가적인 투자를 게을리 하지 않았을 뿐만 아니라, 방재에 대해서는 민·관이 합심하여 대책을 수립·시행하여 왔으며, 그에 따라 방재에 관한 국민들의 관심이 지대할 뿐만 아니라 재난관련 기관간의 업무협조가 유기적으로 잘 이루어지고 있다.

특히 방재시스템에 있어 기상, 지진, 홍수, 방사능 등 재난 유형별 예측시스템을 구축하여 재난예방에 많은 노력을 기울이고 있다.

현재 서울시 재난관리체계는 재난 유형별 유관부서에서 개별적으로 관리하고 있으며, 재난발생 후 서울종합방재센터를 중심으로 한 대응체계만 구축되어 있는 실정이다. 그러나 최근 중앙정부에서는 통합방재체계 구축을 위해 국가안전관리시스템을 구축 중에 있으며 현재 2단계 사업이 진행되고 있다. 서울시는 TOPIS 설립으로 서울시 교통정보를 통합·관리하는 등 정보 및 관리의 통합을 지속적으로 시도하고 있는 실정이다.

소방방재청은 “재해지도 작성기준 등에 관한 지침”(2006.7, 소방방재청)을 기본으로 한 재해지도 작성을 시작하고 있으며, 부산시 등 각 지자체에서도 홍수 및 지진 등에 대비한 재해지도 작성을 시작하고 있다.

재난 및 재난피해의 감소를 위해 미국이나 일본과 같이 중앙정부와 지방정

부의 역할을 분담하고, 사전관리기능을 강화하는 한편, 예측시스템 및 지원 Contents의 개발로 재난의 피해최소화에 힘써야할 때이다.

### 3. 교통방재 개념정립

도시의 특성은 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

이러한 도시재난으로부터 발생하는 피해는 인명피해, 재산피해, 교통혼잡 등이 있으며, 이러한 피해의 최소화 및 확산 방지를 위해서 피해 유형별 교통방재 체계 구축이 시급한 실정이다.

도시에서의 재난은 대부분 교통망의 한 지점(Point)이나 하나의 축(Line)에서 발생하지만, 사고처리가 늦어지거나 적절한 대처를 하지 못할 경우 교통망 전체(Area)로 그 피해가 확산되는 특징을 가지고 있다.

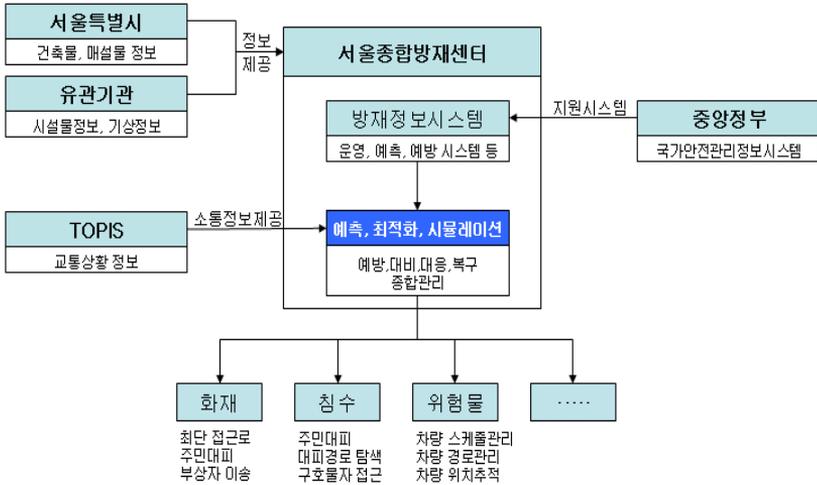
교통방재는 Point 및 Line에서 발생하는 재난의 결과로 인해 발생하는 1차적인 재난의 피해 감소와 확산을 방지하고, 그 영향이 Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 방재활동이다.

### 4. 총체적 재난관리체계 구축

방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 하기 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 재난관리체계가 구축되어야 하겠다.

서울종합방재센터는 지방정부에 속해있어 지방지향적인 재난관리를 하고 있고, 재난관련 정보를 가장 많이 보유하고 있다, 또한 타 기관과는 달리 전문 인

력으로 구성되어 있으며 각종 재난사고를 119를 통해 신고·접수받고 있다. 따라서 본 연구에서는 서울종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계를 제안한다.



(그림 80) 종합방재센터를 중심으로 하는 총체적 방재체계 제안

## 5. 사전관리기능 강화

미국의 연방정부 재난관리기구인 FEMA는 “재난피해 사전경감”을 기본으로 재난의 예방과 대비 위주의 방재시스템을 구축하고 있다. 일본의 경우 전체 방재예산 중 80% 이상을 사전관리에 투자하는 한편 우리나라는 방재예산의 60%를 사후관리에 투자하고 있는 실정이다.

소방방재청의 2006년 월간보고에서는 "지구환경 보고서에 따르면 평균적으로 자연재해 예측 및 저감 기술 개발에 1달러 투자하면 재해 복구비용을 7달러를 절약할 수 있다"고 하며 방재의 사전관리의 중요성을 언급하였다.

〈표 63〉 전체 예산 중 피해복구비가 차지하는 비율

구분	2000년	2001년	2002년	2003년	2004년	5년평균
우리나라	46.6%	48.4%	82.7%	72.6%	44.6%	59.0%
일본	16.6%	15.6%	14.4%	9.4%	8.8%	13.0%

자료 : 국회 예산정책처

전국적으로 태풍 및 집중호우 등의 각종 재난으로 올해만 3조원 이상의 비용이 드는 등 재난에 따른 피해와 복구가 반복되고 있다. 이에 불구하고 아직까지도 사전 예방시스템의 구축보다는 임기응변적인 사후 복구에만 치중한 방재 정책이 시행되고 있다.

이러한 때 서울시는 사후 복구보다는 예방에 중심을 둔 방재정책 수립과 관련 연구개발 및 산업육성에 적극 나서야 할 것이다.

## 6. 지원 프로그램 개발

현재 행정자치부에서 구축중인 국가안전관리정보시스템은 각 지방자치단체의 범위를 벗어나 국가에서 관리하여야 할 정보를 중심으로 개발되어야 한다.

중앙정부차원에서의 정보관리시스템은 운영이 아닌 정책·전략적이어야 하고, 지방정부는 운영시스템과 정보지원시스템, 의사결정지원시스템 등 전문·전략 정보관리시스템이 필요하다.

서울시는 국가안전관리정보시스템과의 상호 보완적이면서 전문·전략적인 정보관리시스템의 개발에 힘을 기울여야 할 것이다.

## 7. 교통방재 적용사례

### 1) 화재발생시 대응전략

기존의 소방도로는 법적 개념이 아닌 편의상 지칭하는 명칭으로 도로교통법이나 지방경찰청장 고시 등에 의한 주·정차 단속구간이 아니다. 이러한 이유로 화재 등 긴급 상황 발생시 소방차량의 현장접근이 늦어져 재산 및 인명피해가 확대되는 일이 빈번히 발생하고 있다.

따라서 본 연구에서는 첫째, 기존의 애매했던 소방통로의 개념을 보완하고 새롭게 소방통로의 개념을 정립하고자 새로운 용어인 방재경로라는 개념을 도입하였다. 둘째, 방재경로상의 불법 주정차 근절을 위해 법적 근거를 제안하였으며, 셋째, 지속적인 관리/감독을 위해 방재경로 전담 관리 부서를 제안하였다. 넷째, 방재경로 선정기법을 제안하였으며, 다섯째, 서울시 한개 동을 대상으로 실제 방재경로를 선정하여 화재발생 가상 시나리오를 통한 방재경로의 효과분석을 하였다.

본 연구에서는 한개 동을 대상으로 하여 방재경로 효과분석을 실시하였으나 지역별로 소방서 위치, 도로 폭원 및 주변 환경 특성 등이 모두 상이하기 때문에 GIS 분석을 통한 소방영향권 분석이 요구되며, 지역 특성에 맞는 방재경로 선정기법에 대하여 좀 더 연구가 필요하겠다.

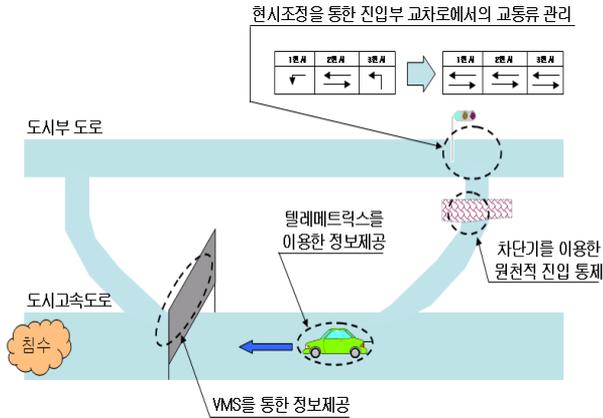
또한 불법 주·정차 단속에 대한 조례/규정 등의 법적 근거가 마련되어야 하며, 고층건물/공공시설물에 대한 재난영향평가 차원의 접근이 필요하며, 이러한 사항을 모두 포함할 수 있는 소방안전을 위한 구 차원의 안전기본계획 수립이 요구된다.

방재경로 선정은 수요관리에 대한 생존권 차원의 접근으로 불법 주정차 단속의 기반 강화로 지구내 차량의 통행속도 증가와 외국의 경우와 같이 도시방재루트 개념으로의 확대시 수요관리 효과가 기대된다.

## 2) 침수시 우회전략

우리나라 하절기 기후 특성으로 매년 집중호우와 태풍으로 수해를 경험하고 있다. 자연재해인 수해는 많은 재산피해와 인명피해를 유발시킬 수 있으며 이에 대한 관리대책이 요구된다.

본 연구의 결론은 첫째, 특히 수해에 있어 그 피해규모가 클 것으로 예측되는 도시고속도로의 침수에 대비하여 진입램프에 차단기를 설치하는 방안을 제안하였고,



〈그림 81〉 도시고속도로 교통류 관리사례

둘째, 폭우나 폭설로 인한 감속운행시 교통상황에 적합한 연동신호운영으로 평균통행속도가 증가할 여지가 있었으며,

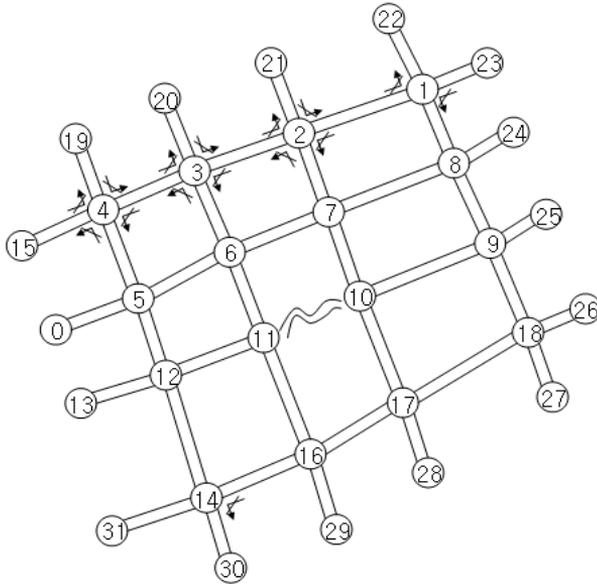
〈표 64〉 연동제어 시나리오

시나리오	상황
현황	연동속도가 60km/h인 도로구간
시나리오 1.	환경적 요인으로 주행속도 감소 (50, 40, 30km/h)
시나리오 2.	주행속도가 감소(30km/h)하였을 때 연동속도를 30km/h로 변경

〈표 65〉 시나리오별 효과분석

연동 값 적용	주행속도 (km/h)	Control-Delay (s/veh)	Queue-Delay (s/veh)	Stop-Delay (s/veh)	평균통행속도 (km/h)
현황	60	3.55	4.54	3.99	18.7
시나리오1	50	3.60	4.58	4.02	17.4
	40	3.90	4.93	4.34	15.4
	30	4.51	5.56	4.78	12.6
시나리오2	30	4.00	4.90	4.14	13.5

셋째, 도시부 도로에서 일부구간 침수시 Route Guidance를 통해 차량/운전자를 위험으로부터 안전하게 보호하고 또한 그로인한 네트워크 전체의 소통악화를 비상 신호Mode(좌회전 규제 해제) 등을 통해 개선할 수 있었다.



〈그림 82〉 분석 네트워크

〈표 66〉 시나리오별 비교분석

구분	현황	시나리오 1 (⑩~⑩침수)	시나리오 2 (우회정보제공)	시나리오 3 (회전규제해제)
위험노출(대)	0	3,451	0	0
총 주행거리(mile/veh)	1,80	1,81	1,93	18,5
평균통행속도(mile/h)	16.1	12.6	9.7	10.1

본 연구의 한계점으로는, 분석에 사용된 네트워크가 서울시 강남구 일부 지역을 대상으로 한 소규모 지역이기 때문에 교통량 및 차로 수 변화에 민감하게 나타났다. 또한 폭우로 인한 차량의 감속정도를 10km/h 단위로 임의 감속시켜 분석을 수행하였으나 실제 폭우시 차량이 얼마만큼 감속하는가에 대한 연구가 필요할 것이다.

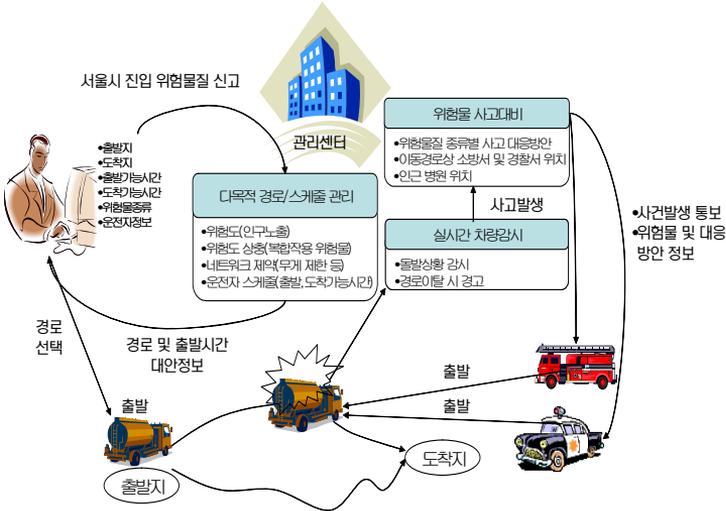
침수시 우회정보제공을 통해 위험지역으로 진입하려는 차량을 우회시키는 과정에서 나타날 수 있는 네트워크상의 소통악화를 해소하기 위한 기법으로 본 연구에서는 좌회전 금지를 해제하는 방안만을 고려하여 효과분석을 수행하였으나 향후 신호현시 최적화나 연동신호운영 등을 고려하면 상당부분 해소가 가능하다고 판단된다.

2005년 소방방재청에서는 홍수재해지도 입법예고안을 발표하고 2006년 초부터 홍수재해지도 작성에 들어갔다. 홍수재해지도가 완성되면 상습침수지역을 사전에 파악할 수 있게 되고, 향후 분석에 있어 실제 침수지역을 대상으로 한 사전 우회대책 수립이 가능할 것이다.

서울시는 종합교통관리센터(TOPIS)를 운영하고 있으며 실시간으로 차량의 주행속도를 모니터링 할 수 있기 때문에 폭우로 인한 차량의 감속정도를 실시간으로 파악하여 해당 속도에 적합한 연동속도를 실시간으로 산정하여 적용할 수 있을 것이다.

### 3) 위험물차량 관리

위험물 운송차량에 대한 경로 및 스케줄 관리는 인명과 환경보호를 위해 선진국에서는 오래전부터 연구와 투자를 병행해왔다. 따라서 서울시와 같은 대도시에서도 시민의 생존을 보장하기 위한 위험물 운송차량의 체계적인 관리가 무엇보다도 선행되어야 한다.



〈그림 83〉 위험물 운송 차량 이상적 관리체계

본 연구에서는 위험물 차량의 실시간적 관리체계 구축을 위해 동적교통망, 통행규제, 운송업자의 비용 등을 다각도로 고려할 수 있는 최적해의 도출이 가능한 다목적 경로 및 스케줄 관리 기법을 제안하였다.

#### (1) 동적 교통망과 스케줄

동적교통망에 대하여 적용되는 스케줄은 시간창(Time Window)으로 표현

되며 크게 출발시간시간창(DTW: Departure Time Window), 도착시간시간창(ATW: Arrival Time Window), 서비스시간창(STW: Service Time Window), 대기시간창(WTW: Waiting Time Window), 운행시간시간창(OTW: Operational Time Window)으로 구분된다.

## (2) 시간-공간 네트워크 변형

시간-공간네트워크 변형을 통하여 동적교통망은 정적교통망으로 전환된다. 시공간변형은 매 시간단위로 존재하는 노드와 링크에 대하여 정적인 개별링크 및 노드로 변형한다. 시간창이 포함되는 동적교통망에서 변형된 네트워크를 이용하면 가장 빠른도착(Earliest Arrival) 또는 가장 느린도착(Latest Arrival)만을 고려하여 해를 도출하던 것에서 실제의 최적해의 계산이 가능하다.

## (3) 다목적 경로탐색

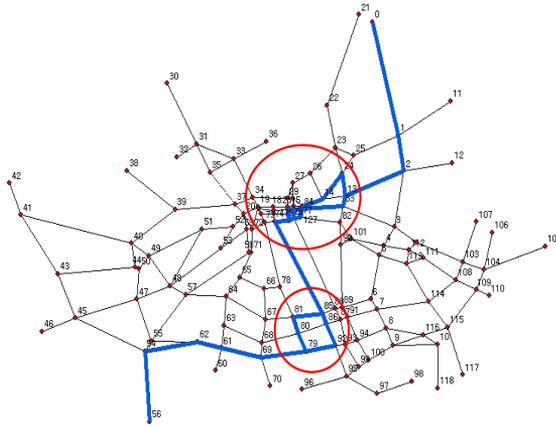
본 연구에서는 유입링크기반 K 경로 탐색 알고리즘을 활용하여 비지배경로와 대안경로를 동시에 탐색하는 알고리즘을 제안한다

## (4) 사례연구

또한, 이를 서울시를 대상으로 사례 연구를 실시하였으며, 이를 통해 알고리즘의 활용성이 있음을 몇 가지 측면에서 검토하였다.

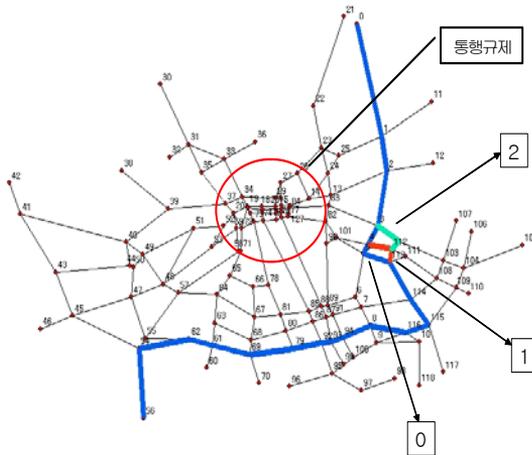
먼저, 서울시를 통행하는 위험물 운송차량이 통행상의 규제가 없다는 전제하에 분석을 실시한 경우 위험도(인구밀도)에 따라 탐색된 비지배경로를 상위 10개를 나열해본 결과 모두 도심을 통과하는 것으로 나타났다. 이는 도심지역엔 거주인구가 적기 때문에 인구밀도가 상대적으로 낮아 위험도가 낮게 산정되고 위험도에 따라 탐색된 비지배경로는 도심지역을 지나게 되는 것으로 판단된

다. 결국 자료 구축 상 거주 인구만을 고려하여 위험도를 산정한 자료 구축의 한계로 여겨진다.



〈그림 84〉 위험도에 따른 비지배경로

도심 4대문 안에 오전 7:30~9:00시까지 통행 규제가 있다는 가정 하에 분석을 실시한 경우 다소 장시간의 운행시간이 소요되더라도 노출인구와 경로변경 등을 고려하여 위험도가 적은 지역으로 통행함을 볼 수 있었다.



〈그림 85〉 통행 규제를 적용한 통행경로

위와 같은 결과 외에 본 연구에서는 몇 가지 보완 사항이 나타났다.

첫째, 본 연구에서는 위험물 수송 차량의 최적 경로 선정 시 위험도 산정 요소로 노출 거주 인구만을 고려하였다. 그러나 실제 위험물 운송은 주·야간으로 이루어질 수 있기 때문에 거주 인구뿐만이 아니라 상업인구 즉, 유동인구까지 고려할 필요가 있다.

둘째, 사례 연구 시 본 연구에서는 서울시 주간선도로망 네트워크를 사용하였다. 이는 위험물 수송 차량이 주간선도로망 위주로 통행한다는 가정을 한 것으로 실제와는 차이가 있을 수 있다. 따라서 향후 연구에서는 승용차 전용도로인 내부순환로(고가도로)는 통행가능노선에서 제외하거나, 한강교량 중 하중통과 능력이 떨어지는 교량을 포함하는 노선은 최적 경로 선정 시 제외할 필요가 있는 것으로 판단된다.

셋째, 미연방도로청(FHWA)에 따르면 유동 가능한 위험물의 잠재적 영향 가능 존을 800m로 제시하고 있다. 따라서 향후에는 본 연구에서 가정한 위험물 노출 가능 존을 좀 더 확대하여 위험도 산정 및 최적 경로를 선정할 필요가 있다고 본다.

넷째, 탐색된 경로를 비교하기 위해 본 연구에서는 통행속성인 위험도, 통행 시간, 경로변경횟수에 가중치를 주는 재량적인 접근방법을 적용하였다. 이번 연구에서는 임의로 0.3, 0.4, 0.5의 값을 주었으나, 향후 실제 교통망에 적용할 때에는 파라메타에 가중치를 적절히 주는 방법에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

## 제2절 정책제안

### 1. 교통방재 개념정립

도시의 특성은 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하여 구성되어 있는 특징을 가지고 있으며, 이러한 특징으로 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산가능성이 높다.

서울시의 경우 도로망이 복잡하고 차량증가로 상습정체구간이 발생하고 재난발생시 도로혼잡 등의 이유로 방재차량의 현장접근이 늦어질 경우 1차 피해뿐만 아니라 인근지역으로 확산되어 2차 피해를 불러오게 된다.

도시에서의 재난은 대부분 교통망의 한 지점(Point)이나 하나의 축(Line)에서 발생하지만, 사고처리가 늦어지거나 적절한 대처를 하지 못할 경우 교통망 전체(Area)로 그 피해가 확산되는 특징을 가지고 있다.

교통방재는 Point 및 Line에서 발생하는 재난의 결과로 인해 발생하는 1차적인 재난의 피해 감소와 확산을 방지하고, 그 영향이 Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 방재활동이다.

### 2. 총체적 재난관리체계

방재는 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 이루어지고 각 단계는 시간의 흐름에 따라 순차적으로 진행된다. 그 중 예방, 대비 단계는 재난발생 전 사전발생을 미연에 방지하거나 대비하는 단계임과 동시에 복구시 필요한 자원을 확보하는 단계이기도 하다. 복구는 단순히 재난으로 손상된 시설물 등을 원래상태로 되돌리는 단계이기도 하지만 동일한 재난이 반복되지 않게 하기 위한 예방이기도 하다. 이러한 이유로 방재의 각 단계는 순차적으로 진행되어지기는 하나 상호유기적인 관계 위치해 있다.

그러나 현재 서울시의 재난관리는 서울시, 서울종합방재센터, 전기,가스,통신 등 각 유관기관 및 중앙정부에서 개별적으로 시행하고 있으며 방재 4단계 전반에 걸쳐 종합적인 관리를 하는 부서가 별도로 존재하고 있지 않은 실정이다.

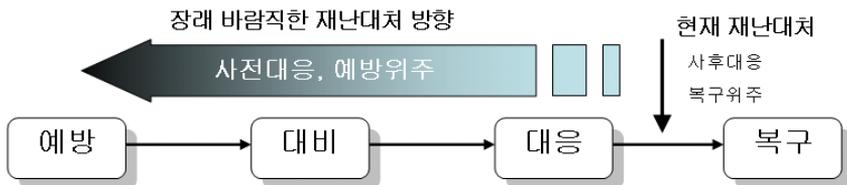
방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 하기 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있으며, 재난에 대한 접근 용이성, 정보관리의 신속성, 전문성 등을 고려한 총체적 재난관리 체계가 구축되어야 하겠다.

### 3. 사전관리기능 강화

2006년 9월 30일 소방방재청의 종합상황보고에서 김대기 과학방재팀장은 "지구환경 보고서에 따르면 평균적으로 자연재해 예측 및 저감 기술 개발에 1달러 투자하면 재해 복구비용을 7달러를 절약할 수 있다"고 말해 방재의 사전관리의 중요성을 언급하였다.

전국적으로 태풍 및 집중호우 등의 각종 재난으로 올해만 3조원 이상의 비용이 드는 등 재난에 따른 피해와 복구가 반복되고 있다. 이에 불구하고 아직까지도 사전 예방시스템의 구축보다는 임기응변적인 사후 복구에만 치중한 방재 정책이 시행되고 있다.

이러한 때 서울시는 사후 복구보다는 예방에 중심을 둔 방재정책 수립과 관련 연구개발 및 산업육성에 적극 나서야 할 것이다.



〈그림 86〉 장래 바람직한 재난대처 방향

#### 4. 지원 프로그램 개발

중앙정부차원에서 필요한 정보는 운영시스템이 필요한 것이 아니라 정책·전략적인 정보시스템이 필요하다. 정책·전략적인 정보시스템이란 전문가시스템과 전략정보시스템 등을 말할 수 있는데 이는 공통데이터 및 지식베이스를 기반으로 한다.

현재 행정자치부에서 구축중인 국가안전관리정보시스템은 각 지방자치단체의 범위를 벗어나 국가에서 관리하여야 할 정보를 중심으로 개발되어야 한다.

미국 FEMA에서 운영하고 있는 국가비상정보관리시스템(National Emergency Management Information System:NEMIS)은 실제 대응기능보다는 지원기능을 위주로 하여 설계되어 있다. 우리나라의 국가안전관리정보시스템도 예방, 대비, 대응, 복구의 재난관리 전 단계를 포괄하는 정보시스템보다는 지원정보시스템 위주로 개발되어야 하며, 지방자치단체에서 개발되어 운영되고 있는 방재정보시스템과 중복되지 않도록 하여야 하겠다.

광역자치단체 및 기초자치단체에서 필요한 정보시스템은 운영시스템과 정보지원시스템, 의사결정지원시스템 등 전문·전략 정보시스템의 개발이 요구된다.

## 참 고 문 헌



# 참고문헌

---

- 서울특별시(2004), 극한강우시 침수예상지역 대피계획 수립, 서울시정개발연구원
- 서울특별시(2004), 서울시방재관리계획, 서울시정개발연구원
- 서울특별시(2004), 서울시방재관리계획
- 서울특별시(2000), 서울시 운행제한차량 허가제도 개선 및 운영체계 구축방안, 서울시정개발연구원
- 서울시정개발연구원(2006), 긴급상황발생시 인명대피 및 구조를 위한 교통망 제어
- 서울시정개발연구원(2002), 서울시 교통안전업무 추진체계정립에 관한 연구
- 서울시정개발연구원(2001), 대도시 교통안전체계 비교연구(서울과 뉴욕시를 중심으로)
- 소방방재청(2006), 다중이용시설의 화재위험과 피난대책
- 경찰청(2000), 도로교통안전백서
- 경찰청(2001), 도로교통안전백서
- 대한건축학회(2003), 건축물 화재안전을 위한 용도별 화재하중 적용에 관한 연구
- 교육인적자원부(2005), 풍수해 재난 위기대응 실무 매뉴얼,
- 송철호(2003), 대도시 시민자율방재와 체계구축, 도시문제
- 최영박(1999), 최근의 수해동향과 홍수방재(1999년 8월의 임진강 유역 대홍수에 관하여), 건설교통저널
- 안승범(2001.9), "육상에서의 위험물 수송(사고 및 개선 방안을 중심으로)",

월간 교통, p.6~12, 한국교통연구원

- 신성일(2004), 교통망에 적합한 K 비루프 경로탐색 알고리즘, 대한교통학회지, 제22권 제6호, P.121-131
- 조종석(2006), 환승과 운행시간 스케줄을 고려한 통합교통망에서의 동적K경로탐색알고리즘, 박사학위논문, 서울대학교
- 김시곤(2001.9), 위험물 수송시 위험도 분석 및 차량 관리 방안, 월간 교통, p.20~25, 한국교통연구원
- 안승범 · 김시곤 · 김용진 · 홍우식(2004.6), 수송안전정보시스템 개발, 안전경영과학회지, 제6권 제2호, p.49~65, 안전경영과학회
- 황기연 · 이청원(1999), 도시화물의 효과적인 수송체계 구축방안 연구, 서울시정개발연구원
- 조용성 · 오세창(1999.3), 위험물 수송을 위한 위험도 및 최적경로산정(수도권 사례를 중심으로), 대한교통학회지, 제17권 제1호, p.75~89, 대한교통학회
- 김시곤 · 안승범(1999.6), GIS를 활용한 위험물 수송관리시스템개발(울산시 사례연구), 대한교통학회지, 제17권 제2호, P.29~40, 대한교통학회
- Review of Policies and Practices for Hurricane Evacuation.II: Traffic Operations, Management, and Control, Brian Wolshon, Elba Urbina Hamilton, Marc Levitan, and Chester Wilmot
- Traffic Simulation for Effective Emergency Evacuation, Edmond Chin-Ping Chang, Ph.D.,P.E.
- Paolo Serafini(2005.3), Dynamic Programming and Minimum Risk Paths, European Journal of Operational Research
- Pasquale Carotenuto · Stefano Giordani · Salvatore Ricciardelli(2005.6),

Finding Minimum and Equitable Risk Routes for Hazmat Shipments, Computers & Operations Research, p.1304~1327

- Qiang Meng · Der-Horng Lee · Ruey Long Cheu (2005.9), Multiobjective Vehicle Routing and Scheduling Problem with Time Window Constraints in Hazardous Material Transportation, Journal of Transportation Engineering, p.699~707
- List. G. F., Mirchandani, P. B., Turnquist, M.A.. and Zografos. K. G.(1991), Modeling and Analysis for Hazardous Materials Transportation: Risk Analysis, Routing/ Scheduling and Facility Location, Transp. Sci., 25, 100–114
- Erkut, E., and Verter, V.(1995), Hazardous Materials Logistics. Facility Location: A Survey of Application and Methods. Z. Drezner, ed., Springer, New York, 466–506
- Iakovou, E. T., Douligeris, C., Ip, C., Liu, H., and Yudhibir. L.(1999), A Maritime Global Route Planning Model for Hazardous Materials Transportation, Transp. Sci., 33, 34–48
- Wijeratne. A. B., Turnquist. M. A., and Mirchandani. P. B.(1993), Multiobjective Routing of Hazardous Materials in Stochastic Networks, European Journal of Operational Research., 65, 33–43
- Turnquist. M. A.(1987). Routes, Schedules and Risks in Transporting Hazardous Materials. Strategic Planning in Energy and Natural Resources, B. Lev., J. A. Bloom, A. J. Gleit, F. H. Murphy and C. Shoemaker. eds., Elsevier Science, Amsterdam, 289–302
- Nozick, L. K., List, G. G., and Turnquist. M. A.(1997), Integrated Routing and Scheduling in Hazardous Materials Transportation,

Transp. Sci., 31, 200–215

- Sulijoadikusumo, G. S., and Nozick, L. K.(1998), Multiobjective Routing and Scheduling of Hazardous Materials Shipments, Transportation Research Record 1613, Transportation Research Board, Washington, D.C., 96–104
- Cox, R. G.(1984). "Routing and Scheduling of Hazardous Materials Shipments: Algorithmic Approaches to Managing Spent Nuclear Fuel Transport, Ph.D. Dissertation, Cornell Univ., Ithaca, N.Y.
- Azevedo, J. A., Costa, M. E. O. S., Madeira J.J.E.R.S., and Martins E.Q.V(1993), An Algorithm for the Ranking of Shortest Paths, European Journal of Operational Research, Vol.69, 97–106
- 조선일보 (<http://www.chosun.com>)
- 동아일보 (<http://www.donga.com>)
- <http://www.dot.gov/>
- <http://www.dot.ca.gov/>
- <http://www.wsdot.wa.gov/>
- <http://www.dot.wisconsin.gov/>

영양요약



# Improving Transportation Disaster System in Seoul

<u>Project Number</u>	<u>SDI 06-R-09</u>
<u>Research Staff</u>	<u>SeongIl Chin (in Charge)</u> <u>YongChan Cho</u>

Since the mid eighties, Korea has been changing to the high industrial society with the advent of large-scale industrial complex, rapid urbanization and the changes of transportation modes. Finally, this gives the increase of new types of disasters such as the collapse of Sampoong department store and the catastrophe of subway accident in Daegu.

Especially, because Seoul has heavily populated residences and many artificial buildings, small accidents in city can become large disasters. In this situation, if users (drivers) can not find appropriate detours and have suitable traffic control when transportation networks are disconnected, this makes lots of victims basically and, furthermore, this causes the social disasters due to long time traffic jams.

Therefore, the objects of this research are to reexamine the previous studies and to propose transportation treatment methods for disaster areas by fire and flood disasters.

In addition, this research proposes the methods of routes and schedule management when vehicles transporting hazardous materials enter the downtown. With this, final goal is to construct transportation disaster prevention systems of four steps -prevention, preparation, response and recovery.

## The main results of research

### 1. The establishment of transportation disaster prevention concept

The disasters in city occur one point or one line on transportation networks mostly but it can be spread to total areas of transportation networks because of too late treatments of accidents or improper responses.

The transportation disaster prevention means the activities which prevent spreading the first disaster damage occurred at a point or line to area-wide on transportation networks.

## 2. The construction of total disaster management system

Disaster prevention activities consist of four steps— prevention, preparation, response, recovery. Although each step progresses successively with time, they have complementary relationships. However, in fact, the roles of disaster prevention systems in Seoul are separated as each relevant government agency and a total management agency or department about managing disaster prevention four steps does not exist yet.

In order to manage disasters effectively, total disaster management system considering access possibility, flexibility and specificity of information management should be established. Moreover, this system should manage total four steps from prevention to recovery.

## 3. The strength of pre-management function

According to previous studies, if one dollar is invested to the prediction of natural disasters and the technical development of disaster decreasing, seven dollars can be saved for disaster recovery. This means how much the pre-management of disaster is important. In this year, about three billion dollars are spent to recover the damages of natural disasters such as typhoons and local downpours. However, only disaster prevention policies about recovery are still carried out extemporaneously without the construction of advance prevention systems.

At this point, Seoul should make disaster prevention policies which put emphasis in advance prevention and also develop the related research and industry.

## 4. The development of support programs

The central government is constructing "National Disaster Management System (NDMS)" centering around Ministry of Government Administration and Home Affairs and local governments are also constructing and operating their own safety management systems.

In central government level, central government needs information systems about policies and supports and local governments also need information systems laying stress on strategies and responses including operational systems, information support systems and decision support systems. Furthermore, the roles of central and local government should not be overlapped.

# **Table of Contents**

---

## *Summaries and Policy Recommendations*

### *Chapter I Introduction*

1. Background and Purpose
2. Scope and Structure

### *Chapter II Disasters and Disasters Prevention Effort*

- 1 Disasters and Disasters Prevention
- 2 State of Disasters and Disasters Prevention
- 3 Present Condition of Disasters Prevention System in Seoul
- 4 Learned from the Present Condition

### *Chapter III Domestic and Foreign Countries's Experience*

- 1 Disasters Systems of Advanced Countries
- 2 Domestic Disasters Prevention System Plans
- 3 Disaster Related Plans and Countermove
- 4 Learned from the Experience

### *Chapter IV A Proposition for Transportation-Centered Disaster Prevention System*

- 1 Definition of Transportation-Centered Disaster Prevention System
- 2 Organization and Support System

### *Chapter V Applications of the Proposed Transportation-Centered Disaster Prevention System*

- 1 A Response Strategy for Fire Disaster (Reliable Quickest Access to Disaster Areas)

- 2 De-Route of Flooded Disaster Area (Access Prevention and Route Information)
- 3 Management of Vehicle Transporting Hazardous Materials (Comprehensive Real-Time Management)

## ***Chapter VI Conclusions and Policy Recommendations***

- 1 Conclusions
- 2 Policy Recommendations

시정연 2006-R-09

서울시 교통방재체계 구축방안 연구

---

발행인 강만수

발행일 2006년 12월 30일

발행처 서울시정개발연구원

137-071 서울시 서초구 서초동 391번지

전화 (02)2149-1099 팩스 (02)2149-1120

---

값 10,000원 ISBN 89-8052-460-9-93530

본 출판물의 판권은 서울시정개발연구원에 속합니다.

