

교통방재의 추진방안과 사례



신 성 일 >>

서울시정개발연구원
연구위원

방안과 위험물차량의 도심 진입 시 경로 및 스케줄 관리 등과 같은 부분별 사례를 통한 재난의 예방, 대응 대비 및 복구의 교통방재체계 구축방안을 모색한다.

1. 서론

도시 내에서 교통소통에 대한 원활한 대비와 대책이 수립되어 있지 않은 상태에서 도로·터널·교량 등 교통시설물의 붕괴 및 위험물 차량의 사고가 발생할 경우 교통망이 단절되어 적절한 교통통제 및 우회로 확보가 어려워진다.

더 나아가 이는 1차적으로는 구급·구조의 지연으로 인명피해의 증가를 불러올 수 있고 2차적으로는 장시간 교통단절로 인하여 물류이동 마비 등과 같은 사회적 재난으로 확산되는 결과를 낳게 된다.

이렇듯 도시 방재에서 교통은 재난발생 시 피해자 수송과 응급차 접근과 같은 구급 및 구조 등의 중요한 역할을 수행한다.

본 연구에서는 기존 방재체계에서의 교통의 중요성을 인식하고, 아직 생소한 교통방재의 개념을 정립함과 동시에 서울시에서 요구되는 총체적 교통방재체계를 제안한다. 또한 재난 발생지역 주변의 교통처리

2. 서울시 방재체계의 문제점

2.1. 교통방재 개념의 부재

서울시는 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 타 도시에 비해 월등히 높은 특징을 지니고 있다. 이는 도시 내에서의 재난이 발생할 경우 대형재난으로 확산될 가능성이 높음을 시사한다.

그러나, 이런 위험 가능성을 내포함에도 불구하고 현재 서울시 방재체계에서 교통의 역할이 불분명할 뿐만 아니라, 교통방재에 대한 개념과 역할이 정립되어 있지 않다.

2.2. 총체적 재난 관리 기구의 부재

서울시의 재난관리는 서울시, 서울종합방재센터, 전기·가스·통신 등을 관리하는 각 유관기관 및 중앙정부에서 각기 담당하고 있어 효율적으로 재난을 관리하는 데 어려움이 있다.

최근에 와서 중앙정부 차원에서의 통합방재체계구

축을 시도하고는 있으나 대부분 재난발생 이후 대응 위주의 통합관리체계 차원에서 이루어진다.

또한 중앙정부 차원에서의 통합방재체제구축은 통합과 조정이라는 측면에서 그 효율성은 인정받을 수 있으나, 이는 과도한 관료제적인 성향에 의하여 신속성과 지방의 접근성을 떨어뜨리는 결과를 낳을 수 있을 뿐만 아니라 중앙정부가 스스로 모든 재난을 관리하려면 오히려 재난을 위한 규제를 새로이 만들 우려가 있다.

서울의 도시화로 인한 재난발생시 피해규모는 지속적으로 증가하고 있고, 산업화가 진행되면서 새로운 형태의 재난이 발생하고 있어 새로운 재난관리체계 구축이 요구된다.

2.3. 대응·복구 위주의 서울시방재체계

방재는 예방, 대비, 대응, 복구의 4단계로 이루어지고 각 단계는 시간의 흐름에 따라 순차적으로 진행된다.

현재의 서울방재체제는 주로 대응과 복구 위주로 이루어지고 있고, 이러한 대응과 복구 위주의 재난관리 방식은 자연스레 예방과 대비 중심의 사전관리 기능을 제대로 수행하지 못하고 있다.

그 결과 방재관련 정책 예산 중 복구비 비중은 선진국(예, 일본)의 그것을 크게 웃돌고 있는 것이 사실이다. 또한 복구비 문제 이외에도 대응과 복구 위주의 관리 체계는 자원 및 인력 동원, 그리고 피해규모 증가 등 재난 관리의 비효율성을 나타낸다.

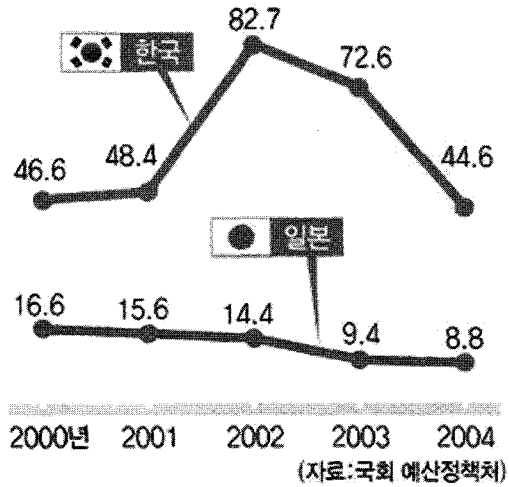


그림 1. 방재예산의 복구비 비율

3. 교통방재 개념정립

3.1. 교통방재 개념

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 피해를 감소시키고 피해의 확산을 방지하는데 기여하고 그 영향이

Area로 확산되어 2차 재난으로 확대되는 것을 막는 재난 방지 활동이다.

표 1. 분산·관리되고 있는 재난 관리체계

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

표 2. 재난의 범위

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

이런 교통방재를 구성하는 요소에는 사전예측, 교통네트워크 효율의 최적화 그리고 가상 시나리오의 시뮬레이션 등 교통기법을 통한 접근로 및 우회정보 안내, 대피 그리고 시설 및 차량 관리를 들 수 있다.

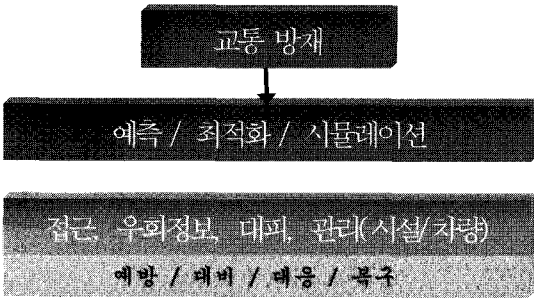


그림 2. 교통방재 개념 및 구성요소

3.2. 도시재난에서 교통방재의 역할

서울시의 경우 도로망이 복잡해지고 차량이 증가함에 따라 상습 정체구간의 발생 빈도가 높아지고 있다. 재난발생시 도로혼잡 등의 이유로 방재차량의 현장

표 3. 교통방재 목표 및 전략방향

도시 재난 유형	목표	서울시 도시교통방재 전략방향
화재 등 긴급 상황 발생시	- 재난 예측·예방·대비 - 신속한 상황관단 - 지속적인 교통상황 모니터링	- 교통방재 전문 관리센터 구축 - 사전 예측, 스케줄관리, 경로안내 기법 - 구급차량 위치파악, 부상 종류별
침수지역 우회정보	- 부상자 병원 이송 - 인근 주민 대피	- 최단경로 대피(Evacuation Route) - 대상차량 위치파악, 최단경로 접근
위험물 차량관리	- 소방경찰·특수차량의 현장 접근 - 교통통제 - 우회정보 제공	- 신호제어, 경찰 통제 - 정보·통신 기법

접근이 늦어질 경우 1차 피해뿐만 아니라 인근지역으로 확산되어 2차 피해를 불러오게 된다.

서울시에서 발생하는 재난으로는 화재, 위험물질에 의한 사고, 집중호우 및 태풍으로 인한 침수 등이 있다. 이러한 재난이 발생하였을 경우 공통적으로 인명, 재산피해와 함께 도시교통망의 혼잡으로 인한 피해가 확산되어 대형재난으로 발전할 가능성이 있다.

이러한 도시재난으로부터 발생하는 피해는 인명피해, 재산피해, 교통 혼잡 등이 있으며, 이러한 피해의 최소화 및 확산 방지를 위해 도시재난 유형별 교통방재전략이 수립되어야 하겠다.

도심에서 발생가능성이 높으며 그 피해가 클 것으로 예상되는 몇몇 재난 유형별 교통방재 목표 및 전략방향은 표 3과 같다.

표 4. 도시재난의 유형 및 피해

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

4. 교통방재체계 구축

4.1. 총체적 재난관리체계 구축

앞서 언급되었듯이, 방재는 각 단계가 서로 유기적인 관계에 위치하고 있기 때문에 효과적인 재난관리를 위해서는 예방에서 복구까지 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 관리체계가 구축되어야 하겠다.

총체적 재난관리체계의 주체 선정 기준으로는 방재 관리의 실질적인 기관이라고 할 수 있는 지방자치단체들의 접근용이성, 정보관리의 신속성 등을 고려하여 결정하여야 한다.

서울종합방재센터는 지방정부에 속해 있으므로 중앙정부보다 신속성과 접근성이 높고, 지방지향적인 재난관리를 하고 있으며, 재난관련정보를 가장 많이 보유하고 있다.

또한 타 기관과는 달리 전문 인력으로 구성되어 있으며 각종 재난사고를 119를 통해 신고·접수받고 있다.

따라서, 서울종합방재센터를 예방, 대비, 대응, 복구의 방재 전 단계를 종합적으로 관리할 수 있는 총체적 재난관리체계의 중심이 되는 기관으로 승격시키

는 것이 바람직하다.

4.2. 사전관리 기능 강화

현행 대응과 복구 위주의 방재체계는 앞서 언급되었듯이 여러 문제점을 안고 있다.

따라서 이러한 문제점을 보완하기 위해서는 대응과 복구 위주의 방재체계가 아닌 예방과 대비 위주의 사전 관리 기능을 중심으로 하는 방재관리체계 조직의 개편 및 정책 제언이 이루어져야 하겠다.

구체적으로는 ITS(Intelligent Transportation System)와 유비쿼터스 기술을 활용한 사전예측 콘텐츠가 개발되어야 하겠고, 더 나아가 종합사전예측관리 시스템이 구축되어야 하겠다.

장래 바람직한 서울시 재난대처 방향은 아래와 같다.

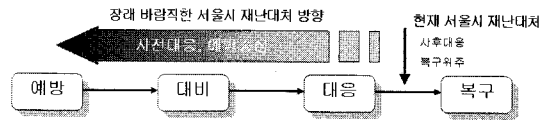


그림 3. 장래 바람직한 재난대처 방향

표 5. 도시 재난별 문제 현황 및 교통방재 전략 제언

도시 재난 유형	문제 현황	교통방재 전략
화재 등 긴급 상황 발생시	<ul style="list-style-type: none"> ▶정체로 인해 화재현장 접근지연 ▶일반병원 응급지원 차량 정보 전무 	<ul style="list-style-type: none"> ▶접근/대피경로 선정 및 신호운영기법 <ul style="list-style-type: none"> - 최소시간 접근/대피 - 일정규모 이상 건축물에 대한 방재 매뉴얼
침수지역 우회정보	<ul style="list-style-type: none"> ▶침수예상지역에 대한 교통정보 부족 ▶침수지역으로 진입하는 차량에 대해 일괄적인 통제지역에 대한 피해 가중 	<ul style="list-style-type: none"> ▶침수지역 통제요원 배치 및 우회정보 제공기법 <ul style="list-style-type: none"> - 재난지역 예측에 의한 교통망 피해예측 - 복수지점으로부터 접근 가능한 차량의 경로탐색에 의한 통제 인원배치 및 우회 도로정보제공 - 신호최적화 모형을 통한 교통망의 차량지체 및 소거시간의 최소화
위험물 차량관리	<ul style="list-style-type: none"> ▶위험물 수송차량의 이동경로 파악 불가능 ▶서울시에서 일반 화물차량과 동일 관리 	<ul style="list-style-type: none"> ▶위험물 차량의 실시간 이동경로 관리기법 <ul style="list-style-type: none"> - 위험물 이동차량의 신고 의무화 - 다 기준 위험요소를 고려한 대안경로 탐색기법 - 위험물 차량의 실시간 스케줄 관리

5. 교통방재 적용사례

발생빈도가 높거나 대규모 재난피해가 발생하는 화재 등 긴급 상황 발생시, 시설물 내 대피상황 발생, 상습침수, 위험물차량 관리의 사례를 통하여 교통방재 전략을 모색해 보았다.

5.1. 화재 등 긴급 상황 발생시 대응방안

화재발생시 대형 인명피해가 발생될 가능성이 있는 복합이용 건축물과 일정규모 이상의 대형 건축물에 대해 인근 소방서 및 응급시설에 대한 방재경로를 사전에 지정하여 관리함으로써 만일의 재난에 대비한다.

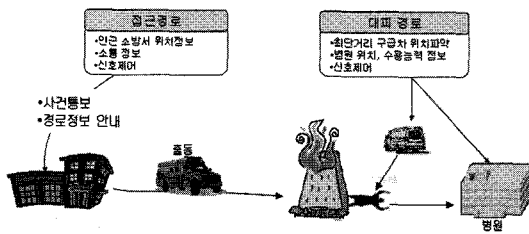


그림 4. 화재발생시 교통방재 개념

방재경로는 크게 서울시, 자치구, 구역 방재루트로 구분 가능하다. 표 6.에서는 각 방재경로의 특성 및 용도에 따라 관리주체를 지정하고, 방재경로별 문제 원인을 파악하여 개별적인 전략 및 대안을 수립한다.

또한, 고층 건물이나 지하공간 등 시설물에서의 화재 발생 시 인명피해 감소를 위해 보행교통의 개념을 적용하여 시설물 내 이용자들을 대상으로 대피를 위한

최단경로 선정 및 경로 안내체계가 구축되어야 하겠다.

이러한 경우 시설물의 특성 상 다중 출발지 및 다중 목적지로의 경로탐색이 필요하며 개략적인 프로세스는 그림 5와 같다.

5.2. 상습침수지역 우회정보 제공방안

우리나라는 하절기 기후 특성으로 인해 매년 집중호우와 태풍에 의한 수해를 경험하고 있다. 특히, 도심에서의 도로 침수는 1차적인 시설물 피해에서 침수사실을 모르는 운전자로 하여금 위험지역으로 진입하게 하여 인명피해를 확산시킬 여지가 발생한다.

따라서, 침수로 인한 교통망의 피해 정도를 미리

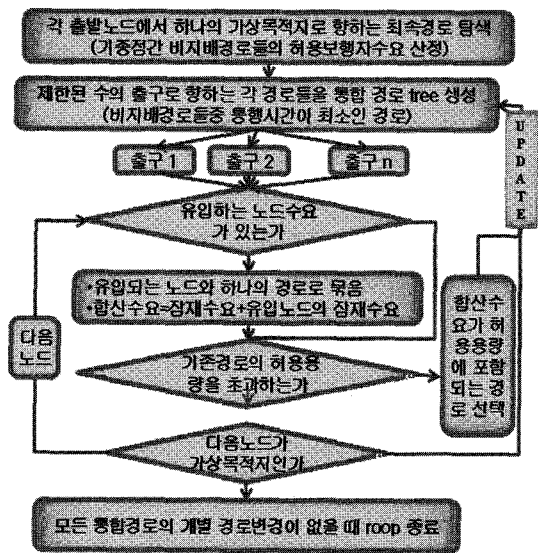


그림 5. 대피경로 탐색 프로세스

표 6. 방재루트별 관리주체, 문제원인, 전략 및 대안

방재루트종류	관리주체	문제 원인	전략	대안	
서울시 방재루트	서울시	주	정체	정체해소	신호운영 / 수요관리
		부	-	-	-
자치구 방재루트	자치구	주	정체	정체해소	신호운영 / 수요관리
		부	불법 주·정차	주·정차 금지	단속
구역 방재루트	구역	주	불법 주·정차	주·정차 금지	단속 / 소방차량 전용공간 확보
		부	정체	정체해소	신호운영 / 수요관리

예측하고 이 사실을 운전자에게 전달하여 제2의 피해를 예방해야 할 것이다.

본 연구에서는 운전자들이 피해 가능 지점을 통과하지 못하도록 인원 배치 및 우회 정보 제공, 신호운영을 통하여 침수로 인한 2차 피해를 미연에 방지하는 전략을 제안한다.

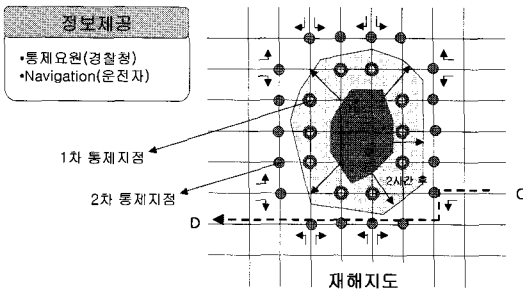


그림 6. 침수지역 우회전략 개념

침수지역 우회전략의 과정은 그림 7에서와 같이 ① 피해지역 예측, ② 교통망 유실지점 예측, ③ 교통망 유실을 고려한 신호 시간 산정으로 구분된다.

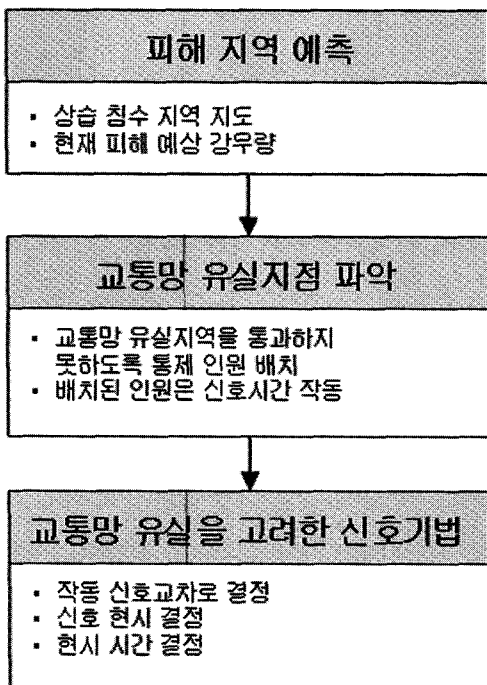


그림 7. 침수지역 우회전략 과정도

5.3. 위험물차량 관리방안

위험물 운송차량은 사고발생 시 위험물의 종류에 따라 일반차량의 교통사고와는 비교도 안 될 정도의 인명, 재산, 환경피해를 유발한다. 또한 산업화와 도시화의 심화에 따른 위험물의 양과 종류의 증가는 시민의 안전한 삶을 보장하기 위한 위험물의 안전한 운송과 처리 문제를 매우 민감한 사항으로 대두시키는 데 기여하였다.

본 연구에서는 위험물 차량의 도심 진입에 따른 전자신고제 도입으로 만약의 사고에 대비할 수 있는 실시간 관리체계를 그림 8과 같이 제안한다.

①차주가 위험물질의 출발 스케줄, 도착 스케줄, 위험물 종류, 운전자 정보 등을 입력하면, ②그 시점에 서울지역을 통과하는 위험물 차량의 통과지역의 예상 위험대상(인구 노출, 복합작용 물질 여부, 학교)을 파악하여, ③시스템에서 자동적으로 이용 가능한 이동 경로를 선정하여 선정된 대안 경로를 나열하고, ④위험 물질 이동 주체는 스케줄의 가장 적합한 경로를 선택함으로써 신고가 종료하게 된다.

위험 물질 운반차량이 출발지를 떠나서 도착지까지 이동하는 과정에서 차량의 정차시간, 일부 통과지역의 통과시간을 엄격하게 적용함으로써 위험물 차량간 혹은 위험물 차량 관련 고를 미연에 관리함, 만일 사고 발생한다 하더라도 종합위험물차량관리시스템에서 차량의 위치 및 위험 물질의 종류를 파악하고 있으므로 신속한 대처가 가능하다.

6. 결론

도시의 특성은 인구밀집도 및 주거공간의 밀도가 높으며 인공적 건축물 및 기반시설에 의존하는 특성으로 인해 도시 내에서의 재난발생은 대형재난으로의 확산 가능성이 높다. 특히, 재난이 발행한 후 신속한 대응이 이루어지지 못할 경우 2차 재난을 유발하기도 한다.

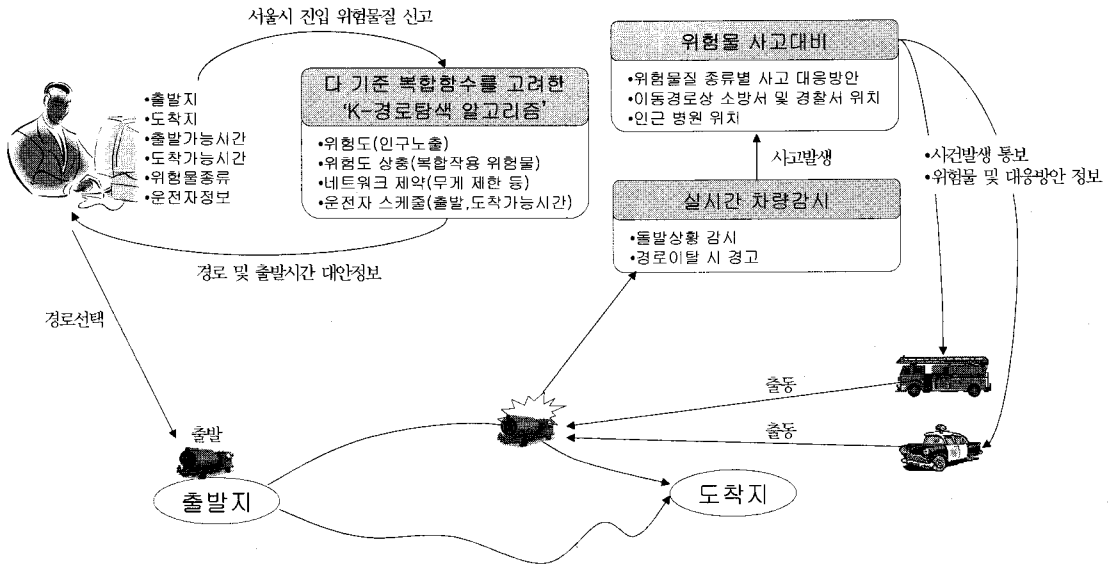


그림 8. 위험물 차량관리 개념

과거 삼풍백화점 붕괴시 초기 종합적 판단 미숙과 동시다발적으로 많은 구급 인력의 투입으로 구조작업에 혼란이 발생하고, 교통통제 미흡으로 구조·구급 차량의 현장접근이 지연되기도 하였다. 이로 인해 인명피해가 증가되고 주변 교통 혼잡으로 차량의 소통에도 많은 어려움이 발생하였다.

따라서, 본 연구에서는 기존의 분산된 재난관리의 통합관리체계를 제안하였고, 재난에 대한 사전관리의 중요성을 언급하였다. 또한, 기존의 방재체계에서 교통의 중요성을 인식하고 재난 관리에 있어 예측, 최적화, 시뮬레이션이라는 교통기법을 적용한 교통방재를 제안하였으며, 긴급 상황 발생시, 침수대비, 위험물 차량관리 등과 같은 사례를 통해 교통방재체계의 적용 방안을 제안하였다.

지금까지 교통에서의 안전이란 교통사고(차량사고)의 피해를 줄이는 방안이 주를 이루고 있었으나 앞으로는 자연 재해, 인적 재난, 사회적 재난 등 전반적인 재난의 피해를 줄이기 위한 하나의 방편으로 기존의 국지적인 차량안전이 아닌 사회 전반의 안전을 도모하는 도구로서 그 범위를 확대해야 할 것이다.

참고문헌

서울특별시(2004), 극한강우시 침수예상지역 대피 계획 수립, 서울시정개발연구원
 서울특별시(2004), 서울시방재관리계획, 서울시정개발연구원
 서울특별시(2000), 서울시 운행제한차량 허가제도 개선 및 운영체계 구축방안, 서울시정개발연구원
 서울시정개발연구원(2006), 긴급상황발생시 인명대피 및 구조를 위한 교통망제어
 서울시정개발연구원(2002), 서울시 교통안전업무 추진체계정립에 관한 연구
 서울시정개발연구원(2001), 대도시 교통안전체계 비교연구(서울과 뉴욕시를 중심으로)
 소방방재청(2006), 다중이용시설의 화재위험과 피난대책
 경찰청(2001), 도로교통안전백서
 대한건축학회(2003), 건축물 화재안전을 위한 용도별 화재하중 적용에 관한 연구
 교육인적자원부(2005), 풍수해 재난 위기대응 실무 매뉴얼

김시곤·안승범(1999.6), GIS를 활용한 위험물 수송관리시스템개발(울산시 사례연구), 대한교통학회지, 제17권 제2호, P.29~40, 대한교통학회
안승범(2001.9), “육상에서의 위험물 수송(사고 및 개선 방안을 중심으로)”, 월간 교통, p.6~12, 한국교통연구원
김시곤(2001.9), 위험물 수송시 위험도 분석 및 차량 관리 방안, 월간 교통, p.20~25, 한국교통연구원
송철호(2003), 대도시 시민자율방재와 체계구축, 도시문제
신성일(2007), 위험물 운송차량의 다목적 경로 및

스케줄 관리방안, 대한교통학회지 제25권 제5호, P.161~172, 대한교통학회
조용찬·신성일·이창주(2007), 방재경로 구축방안 연구, 대한교통학회지, 제25권 제6호, 대한교통학회
신성일·조용찬·서용희(2007), 건물화재시 Quickest Path를 이용한 Adaptive 피난경로 유도방안, 대한교통학회지, 제25권 제6호, 대한교통학회
신성일·조용찬·이창주(2007), 수해 재난 시 우회 교통정보 제공 및 교통류 관리전략, 제55회 대한교통학회 학술발표회

