

ITS (Intelligent Transport Systems) 를 통한 위험물 수송관리 방안

오 주 삼 (한국건설기술연구원 토목연구부 첨단도로시스템 선임연구원)

최 속 양 (한국건설기술연구원 토목연구부 첨단도로시스템 연구원)

최 대 순 (한국건설기술연구원 토목연구부 첨단도로시스템 수석연구원)

1. 서론

위험물이라 하면 낯선 물품으로 생각하지만, 실상은 우리의 일상생활 가까이에서 대부분 접할수 있는 물품들이거나 그 원료인 화학물질들이 주종을 이루고 있다. 물론 일반인들에게는 전혀 생소한 품목들도 있지만 페인트와 페인트 관련제품들을 비롯하여 향수, 가스라이터, 살균제, 살충제, 에어로졸 제품 등 일상에서 접하는 것들이 많다.

이와 같은 화학물질은 에너지, 재료, 정밀화학, 생명공학 등의 분야에서 중요한 역할을 하고 있으나 발화, 폭발, 유해 위험성이나 환경오염성 등의 잠재적인 위험성을 갖고 있어서 제조에서부터 저장, 수송, 사용, 폐기 시 세심한 주의가 필요하다.

오늘날 산업계의 전반에 걸쳐서 사용되고 있는 위험물의 종류 및 그 양은 날로 증가하고 있다. 이에 따라 국가간 및 국내에 있어 이러한 위험물의 운송도 그 만큼 증가하는 추세라 할 수 있으며, 그 취급에 있어서도 세심한 주의가 필요한 대상이라 할 수 있다. 재해가 발생하면 이해 당사자뿐만이 아니라 주변사회와 환경에 중대한 영향을 끼치게 되므로 이를 막기 위한 사전 및 사후 관리 체계가 필요

하다.

따라서, 본 연구에서는 차세대 교통체계인 지능형교통관리체계(ITS)에서 규정하는 화물운송효율화 분야의 위험물 차량관리 서비스의 동향을 검토하고, 이를 통한 위험물 탑재 차량의 수송관리 방안을 제시하였다.

2. 위험물 수송관리 현황

2.1 국내 위험물 관리 관련법

현재 국내에서 유해물질을 규제하는 법규들은 20여 가지에 달하고 있다. 그 중에서 식품위생법(86종), 수도법(34종), 먹는물 관리법(42종), 해양오염방지법(33종), 대기환경보전법(63종), 수질환경보전법(41종), 폐기물관리법(59종), 사료관리법(6종) 등은 위험물의 함유기준을 따지는 것으로 유해물질의 관리에 관한 법에서 제외된다.

해상 운송의 경우 선박안전법 제16조의2의 규정 에 의하여 위험물선박운송 및 저장규칙의 적용을 받고 있다. 항공의 경우에는 항공법 제61조와 항공법 시행규칙 제188조에 국제민간항공기구(ICAO)에서 정한 위험물은 운송할 수 있다는 포괄적인 내

학술 기사

용만 있고 시행에 관련된 세부적인 법규가 없다. 소방법 제16조 제1항에서는 위험물 제조 등의 적정한 허가 절차 유지 및 위험물 안전관리를 규정하고 있다. 실제로 유해물질의 관리를 규제하는 법률은 9가지로 볼 수 있으며, 이는 <표 1>과 같다.

<표 1>에서 보는 바와 같이 해당부처와 관리목적에 따라 분류기준이 정해지고 이에 따른 운송규정 등이 정해진다. 이 중에서도 운송과 관련하여 비중이 높은 것은 유해화학물질관리법, 소방법, 총포, 도검, 화약류 등 단속법, 선박안전법이다. 선박안전법은 UN의 기준에 근거한 IMDG Code(International Maritime Dangerous Goods Code)에 의하여 국제

간 수송기준을 따르고 있다. 이 외에 가장 중요한 운송관련 규정은 핵연료물질을 포함하는 방사성물질의 포장과 운송에 관련된 원자력법이다.

2.2 위험물 수송관련 사고 현황

위험물과 관련되어 연도별로 발생한 사고건수를 보면 <표 2>와 같다. 위험물 관련 사고건수를 사업용 고속버스와 비교하면 약 20~59% 수준을 보이고 있음을 알 수 있다. 연도별로는 1993년을 정점으로 1996년까지 점점 감소하다가 1999년부터 증가한 후 2000년부터 다시 감소 추세를 보이고 있다.

표 1. 국내 위험물 관리 관련 법규

관련 법규	관리대상 물질의 수	내 용
유해화학물질 관리법 (환경부)	470종	유독물의 안전관리 건강 및 환경 위해방지
산업안전보건법 (노동부)	697종	산업재해 예방 및 쾌적한 작업환경 조성
고압가스안전 관리법 (산업자원부)	91종 (고압가스 31종, 독성가스 17종 외)	고압가스 위해방지(제조, 저장, 판매, 운반, 사용)
소방법 (행정자치부)	64종	화재의 예방경계 및 진압, 생명 신체 및 재산보호
농약관리법 (농림부)	674종 (원제 248종 포함)	품질향상 및 유통의 원활, 적정사용, 유효성과 안전성 확보 (제조, 수입, 판매, 사용)
비료관리법(농림부)	42종	비료 종류별 관리
약사법 (보건복지부)	2,629종 (독·극약 320종 포함)	품질 및 수급관리 유행성과 안전성확보(제조, 수입, 판매, 사용)
총포, 도검, 화약류 등 단속법(경찰청)	9종 (화약, 폭약, 화공품)	총포, 도검, 화약류 등으로 인한 위험과 재해방지 (제조, 거래, 소지, 사용, 취급)
선박안전법 (해양수산부)	2,998종	선박에 의한 위험물운송 및 저장과 취급(포장포함), UN의 권고안에 따른 IMDG code 사용

표 2. 연도별 위험물 관련 사고건수 추이

연도	위험물 관련 사고건수(A)	사업용 고속버스(B)	A/B
1990	249	757	0.33
1991	261	752	0.35
1992	283	698	0.41
1993	338	571	0.59
1994	260	517	0.50
1995	266	545	0.49
1996	177	610	0.29
1997	169	715	0.24
1998	166	792	0.21
1999	258	865	0.30
2000	198	909	0.22

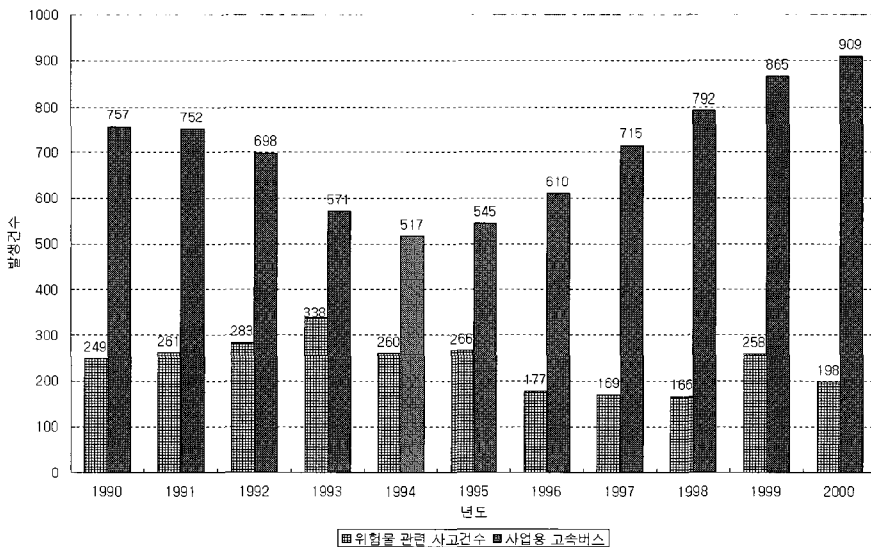


그림 1. 연도별 위험물 관련 사고건수 추이

3. ITS에서의 위험물 수송 관련 서비스

3.1 지능형교통시스템(ITS, Intelligent Transport Systems)의 정의

지능형교통시스템(ITS, Intelligent Transport Systems, 이하 'ITS')은 도로와 차량 등 기존 교통의 구성요소에 첨단 전자·정보·통신 기술을 적용시켜 교통시설을 효율적으로 운영하고, 통행자에

게 유용한 정보를 제공하여 안전하고 편리한 통행과 전체 교통체계의 효율성을 기하도록 하는 교통부문의 정보화 사업이다.

ITS의 기본 작동원리는 교통정보수집 장비인 검지기를 도로변에 설치하여 차량운행 상황정보를 수집하고, 이를 ITS 센터에 전송하고, 센터에서는 신호등과 같은 교통시설을 자동조작하거나 실시간 교통정보를 제공한다. <그림 2>는 ITS 개요도이다.

ITS의 서비스는 도로상의 위험상황을 노변장치 및 차량내 장치를 통해 운전자에게 사전에 경보하거나, 필요시 차량 자동제어장치를 통해 사고 위험을 예방하거나 피할 수 있도록 운전자의 안전운전을 지원한다. 즉, 차량자체의 감지장치뿐만 아니라 첨단화된 도로로부터 전달받은 정보를 바탕으로 차량 전후방·측방 충돌예방, 교차로에서의 충돌예방, 전방 교통사고 및 급커브, 노면결빙 등 감속을 요하는 위험상황을 사전에 피할 수 있도록 해 준다.

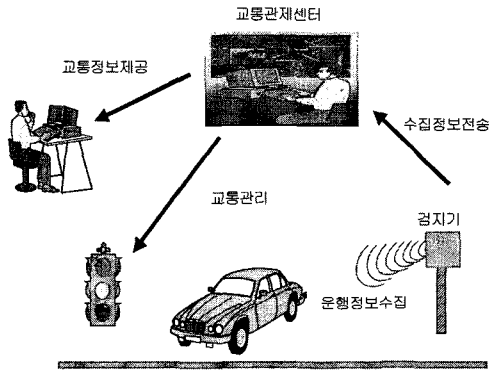


그림2. ITS 개요도

이 밖에도 차량안전 자동진단, 사고발생시 자동 경보를 통한 긴급구난 서비스, 음주 및 졸음운전 방지, 차선이탈 방지, 운전자 시계향상, 보행자 및 장애인 안전지원 등의 서비스가 있다. 이와 같은 안전 지원 서비스를 통하여 도로상의 잦은 접촉사고 및 대형사고를 방지하여 교통안전성을 획기적으로 향상시킬 수 있다.

지능형교통시스템의 기대효과는 <표 3>과 같다. 지능형교통시스템의 서비스 효과를 측정할 수 있는 평가척도(MOE)는 통행시간, 교통사고건수, 소통량, 연료절감, 운영비용, 정시성확보, 환경오염 등을 들 수 있다. 지능형교통시스템의 구축·운영을

표 3. 지능형교통시스템의 기대효과

기대효과	세부 내용
교통혼잡완화 및 통행효율성 증대	교통상황에 대한 즉각적인 정보의 제공으로 도로에 차량이 적절하게 배분되고, 이로 인해 교통혼잡이 완화되어 사회적 비용이 감소된다.
교통서비스 개선 효과	교통상황에 대응한 즉각적인 정보의 제공은 교통소통의 개선으로 통행서비스가 향상된다.
안전성 향상	실시간 교통정보 및 첨단제어를 통해 차량과 도로의 위험상황을 사전에 인지 / 조치하도록 하여 사고를 방지한다.
ITS 관련 산업 및 시장의 활성화	ITS서비스의 구축과 운영은 관련된 산업의 육성과 고용창출, 시장 확대 등의 경제적인 파급효과를 가져온다.
에너지 효율증대와 환경보전	교통혼잡의 완화로 차량 매연가스 등의 환경오염물의 배출량이 감소되며 대중교통으로의 수요전환을 통해 에너지 절감효과를 가져온다. 국내·외에 구축된 지능형교통시스템 사례를 서비스 분야별로 분석한 결과이다.

통한 효과로는 통행시간 감소(통행속도향상)가 가장 높은 것으로 분석되며, 다음으로 교통사고건수 감소, 운영비용 절감 순인 것으로 알려져 있다.¹⁾

3.2 ITS 아키텍처 상에서의 위험물 수송 관리 서비스

ITS 기본계획에서는 ITS 사용자 서비스를 7개 서비스분야(대분류), 16개 사용자서비스(중분류)와 60개 세부서비스(소분류)로 정의하고 있다.

- 교통관리 최적화(21가지 서브시스템 포함)
- 전자지불처리(2가지 서브시스템 포함)
- 교통정보유통 활성화(2가지 서브시스템 포함)
- 여행정보 고급화(3가지 서브시스템 포함)
- 대중교통 활성화(8가지 서브시스템 포함)
- 화물수송 효율화(6가지 서브시스템 포함)

1) 자료: 「과천 ITS시범사업 사례를 통한 ITS사업의 발전적 추진방안에 관한 연구 중 ITS 기본계획 수정·보완 및 ITS 사업 비용/효과분석 모형개발과 검증」, 교통개발연구원, 대한교통학회, 1999

□ 차량 및 도로의 첨단화(18가지 서브시스템 포함)

ITS 국가 기본계획의 ITS 사용자 서비스중 위험물 수송과 관련된 서비스를 살펴본 결과, 교통관리 최적화 분야와 화물운송효율화 분야에서 돌발상황과 위험물차량 관리 부분을 직, 간접적으로 다루고 있음을 알 수 있다.

지능형교통시스템의 부시스템중 첨단화물운송시스템(CVO : Commercial Vehicle Operation) 분야는 화물차량의 위치, 적재화물의 종류, 운행상태, 노선상황, 화물알선정보 등을 파악하여 화물차량의 운행최적화, 관리 효율화 및 안전성 제고를 도모함으로써 기존 물류체계의 효율성 극대화를 목표로 한다.

화물운송효율화 분야는 효율적으로 화물운송체계를 구축하여 물류비 절감 및 사고를 예방하는 서비스 분야로 3개 서비스와 9개의 단위서비스로 구성되어 있다. 이 중 물류정보관리 서비스는 화물 및 화물차량의 위치·종류·적재량 등 물류정보를 수집·관리하여 화물운송을 최적화하는 서비스를 말한다. 위험물 수송관리와 가장 관련이 큰 위험물차량관리 서비스는 위험물 적재차량의 운행경로, 사

고상황 등 실시간 운행정보를 수집·관리하여 위험물을 효율적으로 관리하고 사고발생시 체계적으로 대처하는 서비스를 말한다.

또한 교통관리최적화 분야는 5개 서비스와 14개의 단위서비스로 구성되어 있으며, 이중 돌발상황관리에서 돌발상황감지와 돌발상황 대응조치, 긴급차량 운행관리 지원 등을 다루고 있다.

정부는 '97년 '첨단화물운송시스템 기본설계(안)'을 제시하여 향후 국가 첨단화물운송시스템 구축계획을 구체적으로 제시하였는데, 이 기본설계(안)에서는 서비스 기능별로 화물 및 화물차량관리 시스템(FFMS), 위험물차량관리시스템(HMMS)으로 구분하여 아키텍처 기본설계를 하였고, 기술시스템 아키텍처는 서비스 기능별 아키텍처 기본설계에 대한 기술적 타당성을 검토하고, 통신 전산 사용자 시스템에 대한 기본설계와 첨단화물운송 시스템 관련 요소기술이다.

특히, 첨단화물운송 시스템의 구축을 '98년 3월부터 상용서비스중에 있는 종합물류정보망과 연계할 경우 그 파급효과가 클 것으로 전망하였다. 한편 기술이 검증된 서비스는 확대 제공하고, 나머지 서비스는 기술개발 및 시범 서비스를 거쳐 전국에 확

표 4. ITS 국가 기본계획 상의 위험물 수송관련 서비스

대분류	중분류	소분류
1) 교통관리최적화	(1) 돌발상황 관리	1) 돌발상황 탐지 2) 돌발상황 대응조치 3) 긴급차량 운행관리 지원
2) 화물운송효율화	(1) 물류정보관리 4) 화물차량 경로안내	1) 화물 추적관리 2) 화물차량 운행 관리 3) 화물차량안전관리지원
	(2) 위험물차량 관리	5) 위험물사고처리 6) 위험물 관리 7) 위험물차량 경로안내 및 관리
	(3) 화물 전자 행정	8) 화물전자통관 9) 화물전자행정

학술 기사

대 <표 5>과 같이 제공하는 것을 계획하고 있다.

3.3 국외 ITS에서의 위험물 수송관련 서비스 현황

가. 미국

미국은 ITS에 의해 실현되는 서비스의 유기적 협조와 시스템간의 상호관계를 분명하게 하기 위해 연방 교통성이 중심이 되어 1996년 국가 ITS 아키텍처를 완성하였다. 31개 사용자 서비스를 대상으로 하는 국가 ITS 아키텍처는 ITS 시스템이 미국 전체에서 통일된 형태로 전개, 새로운 ITS 시스템이 기존의 시스템과 완전하게 양립성할 수 있는 틀

을 제시하고 있다. 위험물질 수송과 직접적으로 관련이 있는 항목으로는 Commercial Vehicle Operation의 위험물 관련 사고 대응 서비스이다.

나. 일본

일본에서는 ITS가 실현하는 서비스에 있어서 필요한 정보와 기능을 9가지의 개발 분야, 21개 이용자 서비스를 세분화하여 56개의 개별 이용자 서비스, 172개의 서브 서비스를 체계적으로 설정하였다. 이중 위험물 수송과 직접적으로 관련 있는 분야는 도로관리효율화 분야로 이중 하나가 특별 허가 차량에 대한 관리이다.

표 5. 정부의 추진 전략

수단 \ 단계	제1단계	제2단계	제3단계
물류정보관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화물추적, 화물운행관리 및 화물차량경로안내 - 시범서비스 및 고속도로·주요 도시지역에 서비스 제공 ○ 화물차량안전관리지원 - 기술개발 및 시범 서비스 	전국 단위의 서비스 제공	새로운 교통환경에 맞는 서비스 제공
위험물차량관리	<ul style="list-style-type: none"> ○ 위험물차량경로안내·관리 - 시범서비스 및 주요 간선도로·도시지역에 서비스 제공 		
화물전자행정	<ul style="list-style-type: none"> ○ 화물전자행정 - 시범서비스 및 항만·공항 등 주요지역에 서비스 제공 ○ 화물전자통관 - 기술개발 및 시범서비스 		

표 6. 미국의 위험물 수송관련 사용자 서비스

서비스 분야	사용자 서비스
Travel Management	· Incident Management
Commercial Vehicle Operation	· Automated Roadside Safety Inspections
	· Commercial Vehicle Administrative Processing
	· On-Board Safety Monitoring
	· Hazardous Material Incident Response
	· Commercial Fleet Management
Emergency Management	· Emergency Notification and Personal Security
	· Public Traveling Security
	· Emergency Vehicle Management

표 7. 일본의 위험물 수송관련 사용자 서비스

개발분야	사용자 서비스
Assistance for Safe Driving	· Danger Warning
Optimization for Traffic Management	· Provision of Traffic restriction information in Case of Incident
Increasing Efficiency in Road Management	· Management of Specially Permitted Commercial Vehicle
Increasing Efficiency in Commercial Vehicle Operations	· Assistance for Commercial Vehicle Operations Management · Automated Platooning of Commercial Vehicles

특별 허가차량에 대한 이용자 서비스에서는 차량의 통행 허가 신청 및 사무 처리의 자동화, 통행 허가 경로의 데이터베이스화 및 허가 차량의 통행 경로의 파악, 차중계, 적재 중량계에 의한 통과 차량의 적재량 등의 자동 파악하고 차량의 허가 수속의 신속화, 통행 허가의 적정화를 도모하며, 위험물 수

송 차량의 수송 경로 등을 감시하게 된다.

3.4 서비스 제공을 위한 시스템 구성

첨단화물운송분야(CVO: Commercial Vehicle Operations)의 서비스를 수행하는데 필요한 기기와 정보수집 방법은 <표 8>과 같다.

표 8. CVO 서비스 기능별 구성요소

구분	서비스	기능	요구정보	정보수집방법
화물 및 화물차량 관리 시스템 (FFMS)	화물차량군 관리	실시간차량위치 추적정보제공	실시간 차량위치, 거점별 화물위치	GPS위성, 차량내 단말장치, 유무선 통신기기
	수배송 알선	화물과 공차정보 연계 및 각종 운송정보 제공	화물정보, 공차정보, 시설정보, 이용안내정보	사용자 단말, GPS 위성, CVO센터 내 DB
	화물차량 자동 통관	운행허가 차량은 지체없이 자동통관	운행허가 관련사항 (차종, 중량, 운행제한정보 등)	관련기관, 노변검색장비, WIM 장비, ETC 장비
위험물 차량관리 시스템 (HMMS)	위험물 차량군 관리	위험화물 및 위험물 적재차량에 대한 실시간 관리	적재화물종류, 차량위치	사용자 단말, GPS 위성, 차량내 단말장치
	위험화물 관리	위험지역에 대한 정보를 운전자에게 사전제공	화물위치정보, 화물상태정보	차량내 단말장치, 차내안전감지장치, 화물부착 Tag
	구난체계 관리	조난상황 및 자동감지 및 사고시 신속대응	적재화물종류, 차량위치정보, 사고내역정보	GPS 위성, 차량내 경보장치, 차내안전감지장치

첨단화물운송분야(CVO; Commercial Vehicle Operations)는 화물 및 화물차량관리(FFM: Freight and Fleet Management)와 위험물 차량관리(HMM: Hazardous Material Monitoring)로 나뉘어진다. 여기서, 화물 및 화물차량관리는 화물 및 화물차량의 위치를 계속 추적하고 각종 운전 정보를 제공함으로써 공차율을 최소화하고 효율적인 차량 및 배차관리를 위한 시스템이다. <그림 3>은 첨단화물운송분야의 업무 흐름도이다.

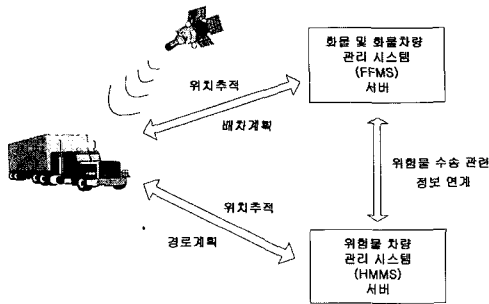


그림3. 위험물 수송관리 시스템 구성도

또한 위험물차량관리는 차량내 단말장치, 차내 안전감지 장치와 인공위성, 유무선 통신 등을 통해 위험화물 및 위험물 적재차량에 대한 실시간 추적 및 관리를 가능하게 한다. 또한, 지정 노선 운행여부를 파악할 수 있고, 특정지역에 운행을 제한하는 등 관리서비스와 통행에 유용한 정보 제공, 조난상황의 자동감지로 사고에 신속하게 대응하는 등의

서비스로 위험물이 안전하고 신속하게 수송되도록 한다.

4. 결론

관련 산업의 필요에 따라서 위험물은 생산되고 또한 수송된다. 따라서 위험물 운송관리의 목적은 위험물의 흐름과 그에 관련되는 사람과 수단을 규제하여 안전하고 효율적인 흐름을 확보함으로써 일어날지도 모르는 재난을 예방하고, 사고 발생시에도 신속하게 대처하여 안전을 언고자 하는 것이다.

이러한 목적을 달성하기 위하여 위험물, 사람, 운송수단, 흐름, 예방과 대처체계를 일괄하는 프로그램이 필수적이다. 또한, 위험물들이 어떠한 잠재적인 위험성을 갖고있는지에 대한 구체적인 자료가 데이터베이스화될 필요성이 있다. 완벽한 자료가 구축되지 않으면 위험물의 운송 및 관리에 대한 전반적인 활동들이 체계적으로 이루어질 수 없다.

따라서 국가차원에서 위험물을 생산하는 모든 업체들과 생산제품들에 대한 정보를 등록하게 하고 관리, 감독, 지원을 체계적으로 해에 할 필요가 있다. 이러한 일련의 활동은 첨단교통관련 기술(ITS)을 통하여 손쉽게 운용될 수 있을 것이다.

이러한 위험물 관리시스템을 통하여 위험물관련 사회적 비용을 최소화시키고, 또한 물류비용을 절감하는 하나의 방안이 될 수 있으며, 나아가 해외 경쟁력을 획득 할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

1. 도로산업개발기부, ITS Handbook, 1999.11
2. 건설교통부, 지능형교통체계 기본계획 21, 2001.3
3. 건설교통부, 지능형교통시스템 기본계획, 1997
4. 건설교통부, ITS 핸드북, 2000
5. 국토개발연구원, 국가 ITS 아키텍처 최종보고서, 2000
6. 대한교통학회, 교통개발연구원, 과천 ITS시범사업 사례를 통한 ITS사업의 발전적 추진방안에 관한 연구, 1999.
7. 김종희, 수도권 남부 국도교통관리체계 구축에 따른 물류비 절감효과 연구, 2002

8. Ministry of International Trade and Industry
Ministry of Transport, System Architecture For
ITS in Japan, 1999. November
9. Federal Highway Administration US Department
of Transportation Washington D.C., ITS
Evaluation Results, 1996
10. U.S Department of Transportaion, Developing
Freeway and Incident Management Systems
Using the National ITS Architecture, 1998,
February