국토해양부
Ministry of Land, Transport and Maritime Affairs
2012. 4

2011년「국가교통수요조사 및 DB구축사업」

교통비용 및 온실가스 배출량 DB 구축

12

KOTI 한국교통연구원
THE KOREA TRANSPORT INSTITUTE

제 출 문

국토해양부장관 귀하

본 보고서를 국가정보화사업 중 「2011년도 국가교통수요조사 및 DB구축사업」의 최종보고서를 제출합니다.

2012년 4월

한국교통연구원

원장 김 경 철

본 『2011년도 국가교통수요조사 및 DB구축사업』은 다음 연구진에 의해 수행되었습니다.

참 여 연 구 진

<한국교통연구원>	
연구책임자	◦ 김수철 선임연구위원 ◦ 김찬성 연구위원
연 구 진	◦ 최정민 연구위원 ◦ 조종석, 박상준, 박민철, 황순연, 박경아, 홍다희, 박용일, 이석주, 천승훈, 한진석, 연지윤 부연구위원 ◦ 이창렬, 최애심, 신영권, 성홍모, 오연선, 박정하, 성홍모, 김동호, 남혜경, 김진우, 장유진, 강국수, 김근덕, 강재원, 정승연, 홍성표, 김형범, 방형준, 김경현, 박미란, 주진호, 강민구, 주지원, 최병남, 김정은 연구원 ◦ 손희진 연구조원
<한국해양수산개발원>	
연 구 진	◦ 김수엽 부연구위원 ◦ 이호춘 책임연구원 ◦ 박일란, 반영길, 김혜주 연구원

『2011년도 국가교통수요조사 및 DB구축사업』
보고서 구성 및 담당연구진

번 호	과 제 명	연 구 진
제 1권	요약보고서	박용일, 신영권
제 2권	전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측 I II	조종석, 천승훈, 김동호, 남혜경, 강민구, 강국수, 최병남, 박미란, 방형준
제 3권	전국 해상여객 O/D 전수화 및 장래수요예측	김수엽, 이호춘
제 4권	전국 화물 기종점통행량(O/D) 조사	박민철, 홍다희, 한진석, 성홍모, 강재원, 이정엽, 김형범
제 5권	전국 해상화물 기종점통행량(O/D) 조사	김수엽, 이호춘,
제 6권	전국 지역간 화물 O/D 보완갱신	박민철, 성홍모, 강재원
제 7권	해상화물 O/D 보완갱신	김수엽, 이호춘
제 8권	교통네트워크조사 및 GIS DB 구축	최정민, 이석주, 정승연, 김진우
제 9권	교통분석용 네트워크 구축	조종석, 최애심
제10권	국가교통통계조사	박상준, 황순연, 박정하, 김근덕, 홍성표, 김정은
제11권	교통유발원단위조사	황순연, 김근덕
제12권	교통비용 및 온실가스 배출량 DB 구축	박상준, 주진호
제13권	특별교통 통행실태조사	박용일, 박경아, 김경현, 남혜경
제14권	DB시스템 구축 및 운영	이창렬, 오연선
별책	전국 화물 기종점통행량(O/D) 조사 - 기타조사 -	박민철, 홍다희, 한진석, 성홍모, 강재원, 이정엽, 김형범

『2011년도 국가교통수요조사 및 DB구축사업』
과제별 공동참여·위탁·자문 용역 사업자

【공동참여·위탁용역 사업자】

- 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(수도권 : 수도권교통본부, 서울특별시, 경기도, 인천광역시)
  - 수도권 컨소시엄(서울시정개발연구원, 인천발전연구원, 경기개발연구원)
- 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(부산·울산광역시)
  - (주)선일이엔씨 & 부산발전연구원 컨소시엄
- 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(대구광역시)
  - 대구경북연구원
- 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(광주광역시)
  - (주)동아기술공사 & 광주발전연구원 컨소시엄
- 전국여객O/D 전수화 및 장래수요예측 공동사업(대전광역시)
  - (주)드림이엔지 & 대전발전연구원 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 서울·경기북부권역
  - 나이스알앤씨주식회사 & (주)리서치플러스 & (주)티에스기술공사 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 인천·경기남부권역
  - (주)GRI리서치 & (주)대현이앤씨 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 대전·충청권역
  - (주)코리아데이타네트워크 & (주)서영엔지니어링 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 대구·경북·강원권역
  - (주)다산컨설턴트 & (주)네오티시스 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 광주·전라·제주권역
  - 나이스알앤씨주식회사 & 한국기술개발(주) 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 부산·울산·경남권역
  - (주)리서치플러스 & (주)지알아이리서치 & (주)다산컨설턴트 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 물류거점진출입통행량 조사
  - (주)한국교통량데이타베이스 & (주)트랜스데이타 컨소시엄
- 전국 화물 기종점통행량 조사 중 위험물 및 수출입 항공화물 기종점통행량 조사
  - 나이스알앤씨(주) & (주)티에스기술공사 컨소시엄

【위탁용역 사업자】

- 2011년 국가교통네트워크 구축
  - 현대위아(주), (주)팀지오 컨소시엄
- 특별교통 통행실태조사
  - (주)리서치랩
- 국가교통DB 홈페이지 서비스 기획 및 유지보수
  - (주)유에스티21, 이디지(Edg)컨소시엄
- 국가교통DB점검단 운영 및 지원
  - (사)교통투자평가협회
- 국가교통DB Brief 발간
  - (주)피그마리온
- 도로통행비용함수(VDF) 신뢰도 제고 및 VDF 조사방법론 수립에 관한 연구
  - 명지대학교 산학협력단(명지대 김현명 교수, 전남대 임용택 교수)
- 전국 시외버스 노선DB 구축사업
  - (주)팀지오
- 핵안보정상회의 기간중 자율적 자동차2부제 시행에 대한 사전 참여의향조사
  - (주)리서치플러스
- 교통현안 모니터링을 위한 여론조사
  - (주)리서치플러스
- 『2011년 국가교통수요조사 및 DB구축사업』중 교통유발원단위조사
  - (주)아이로드테크 & (주)동림TNS 컨소시엄
- 전국 여객 O/D 기준연도 전수화 결과 검증
  - 연세대학교 도시공학과 정진혁 교수

【자문용역 사업자】

- 횡단면 자료 및 시계열 자료를 활용한 거시적 교통수요 분석모형 개발
  - 경북대학교 경제통상학부 이재민 교수
- 전국 지역간 화물기종점통행량조사 중 「사업체 화물자동차 및 물류시설 표본설계」
  - 한신대학교 산학협력단 변종석 교수
- 장래 추계인구 예측방법론 수립에 관한 연구
  - 고려대학교 정보통계학과 김기환 교수

최종보고서 목차

제 1권 요약보고서

제 2권 전국 여객 O/D 전수화 및 장래수요예측 ⅠⅡ

제 3권 전국 해상여객 O/D 전수화 및 장래수요예측

제 4권 전국 화물 기종점통행량(O/D) 조사

제 5권 전국 해상화물 기종점통행량(O/D) 조사

제 6권 전국 지역간 화물 O/D 보완갱신

제 7권 해상화물 O/D 보완갱신

제 8권 교통네트워크조사 및 GIS DB 구축

제 9권 교통분석용 네트워크 구축

제 10권 국가교통통계조사

제 11권 교통유발원단위조사

제 12권 교통비용 및 온실가스 배출량 DB 구축

제 13권 특별교통 통행실태조사

제 14권 DB시스템 구축 및 운영

별책 전국 화물 기종점통행량(O/D) 조사 - 기타조사 -

목 차

요 약

제1장 과업의 개요 1

제1절 과업의 배경 및 목적 / 3

제2절 과업의 내용 및 범위 / 4

제2장 교통비용 조사 및 분석 7

제1절 총교통비용의 정의 및 분류 / 9

제2절 총교통비용 산정방법론 / 14

제3절 총교통비용 산정 / 47

제3장 교통부문 온실가스 배출량 조사 및 분석 83

제1절 에너지 사용 현황 / 85

제2절 온실가스 배출 현황 / 104

제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정 / 120

제4장 결론 및 향후 추진계획 151

제1절 결론 / 153

제2절 향후 추진계획 / 156

참고문헌 157

표 목 차

<표 1- 1> 과업의 내용 ····· 5

<표 2- 1> 교통비용의 분류(EC) ····· 9

<표 2- 2> 교통비용의 범위 및 성격 ····· 10

<표 2- 3> 교통비용분류(Transport Canada) ····· 11

<표 2- 4> 내부비용의 분류 ····· 12

<표 2- 5> 외부비용의 분류 ····· 13

<표 2- 6> 미국 교통부문 세부 조사항목 ····· 19

<표 2- 7> 영국 교통부문 세부 조사항목 ····· 23

<표 2- 8> 국가물류비의 기능별 구성요소 ····· 25

<표 2- 9> 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외) ····· 26

<표 2-10> 국가물류비 구성요소 및 관련 통계자료 ····· 27

<표 2-11> 대기오염물질이 인체에 미치는 영향 ····· 39

<표 2-12> 도로이동부문 대기오염물질 배출량 ····· 40

<표 2-13> 대기오염물질 배출량 산정방법 ····· 40

<표 2-14> 도로의 대기오염물질 배출계수 ····· 41

<표 2-15> 디젤 기관차 및 디젤동차의 배출계수 ····· 41

<표 2-16> 대기오염물질의 단위 사회적 비용(천원/톤) ····· 41

<표 2-17> 사용연료종류별 용도 ····· 43

<표 2-18> 소음환경기준 ····· 44

<표 2-19> 우리나라와 각국의 소음환경기준 비교 ····· 44

<표 2-20> 교통소음의 한도(도로) ····· 45

<표 2-21> 교통소음의 한도(철도) ····· 45

<표 2-22> 교통수단별 소음 원단위 및 소음가치(2009년 기준) ····· 46

<표 2-23> 연도별 SOC 투자 현황 ····· 47
<표 2-24> 도로부문 재원별 투자실적 ····· 48
<표 2-25> 도로부문 도로종류별 투자실적 ····· 49
<표 2-26> 도로부문 건설비와 운영비 ····· 49
<표 2-27> 연도별 도로유지보수 투자금액 ····· 50
<표 2-28> 철도부문별 투자실적 ····· 51
<표 2-29> 항만부문 건설비와 운영비 ····· 52
<표 2-30> 항만부문 부문별 투자실적 ····· 53
<표 2-31> 항공부문 투자금액 ····· 53
<표 2-32> 항공부문 건설비와 운영비 구분 ····· 54
<표 2-33> 물류시설부문 정부 투자실적 ····· 54
<표 2-34> 교통부문 정부비용 ····· 55
<표 2-35> 교통비용 건설비와 운영비 ····· 56
<표 2-36> 연도별 월평균 가계소비지출 비중 ····· 57
<표 2-37> 교통부문 월평균 가계소비지출 ····· 58
<표 2-38> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준) ····· 59
<표 2-39> 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준) ····· 60
<표 2-40> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외) ····· 61
<표 2-41> 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용 ····· 62
<표 2-42> GDP 대비 전국 교통혼잡비용 추이 분석 ····· 63
<표 2-43> 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용(2009년) ····· 64
<표 2-44> 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용 추이 ····· 64
<표 2-45> 2009년 도시부 도로의 수단별 교통혼잡비용 ····· 65
<표 2-46> 도시부 도로의 교통혼잡비용 추이 ····· 65
<표 2-47> 2009년 도로교통사고비용 ····· 66
<표 2-48> 2009년 철도사고비용 ····· 66

<표 2-49> 2009년 해양사고비용 ····· 67
<표 2-50> 2009년 항공사고비용 ····· 67
<표 2-51> 2009년도 수단별 사고비용 ····· 68
<표 2-52> 도로부문 대기오염물질 총배출량 ····· 69
<표 2-53> 도로부문 대기오염비용 ····· 71
<표 2-54> 철도부문 대기오염물질 총배출량 ····· 73
<표 2-55> 철도부문 대기오염비용 ····· 74
<표 2-56> 2010년도 대기오염물질 총배출량 ····· 75
<표 2-57> 2010년도 대기오염비용 ····· 76
<표 2-58> 국내 교통부문 에너지 사용량 ····· 77
<표 2-59> 교통수단별・16개 광역시도별 온실가스 총 배출량 ····· 79
<표 2-60> 2010년도 온실가스비용 ····· 80
<표 2-61> 교통부문 소음비용 ····· 81
<표 3- 1> 전체 에너지 소비량 ····· 85
<표 3- 2> 부문별 최종에너지 소비 ····· 87
<표 3- 3> 전체 에너지 소비 및 교통부문 소비량 추이 ····· 88
<표 3- 4> 교통부문 총 에너지 소비량 ····· 89
<표 3- 5> 교통부문 수단별 에너지 소비량 ····· 89
<표 3- 6> 육상운수부문 에너지 소비량 ····· 90
<표 3- 7> 철도운수부문 에너지 소비량 ····· 91
<표 3- 8> 해운운수부문 에너지 소비량 ····· 91
<표 3- 9> 항공운수부문 에너지 소비량 ····· 92
<표 3-10> 해외 주요 국가별 1차 에너지 사용량 ····· 92
<표 3-11> 주요국가의 GDP당 1차에너지 소비량 ····· 93
<표 3-12> 2009년 주요국가별 교통부문 에너지 소비 ····· 93
<표 3-13> 교통부문 제품별・수단별 소비 ····· 98

<표 3-14> 2010년도 교통수단별 16개광역시별 에너지 사용량 ····· 99
<표 3-15> 2010년 16개 광역시별 교통부문 에너지소비 ····· 100
<표 3-16> 2010년 전철전력 사용량····· 101
<표 3-17> 2010년 기준 지하철 전력 사용량····· 101
<표 3-18> CNG부문 연료소모량····· 102
<표 3-19> 2010년 국제벙커링 에너지 사용량····· 102
<표 3-20> 바이오디젤 보급량····· 103
<표 3-21> 온실가스별 지구온난화지수(GWP) ····· 104
<표 3-22> 온실가스의 특성····· 105
<표 3-23> 주요국가 온실가스 배출량····· 105
<표 3-24> 세계 CO2 배출 전망(~2030년) ····· 106
<표 3-25> 주요 국가별 1인당 CO_2 배출현황····· 106
<표 3-26> 2009년 주요 국가별 교통 CO_2 배출현황····· 107
<표 3-27> 2009년 주요 국가별 교통부문 1인당 CO_2 배출현황····· 107
<표 3-28> 우리나라 온실가스 배출 관련 주요지표····· 108
<표 3-29> 온실가스별 배출추이····· 109
<표 3-30> 우리나라 온실가스 배출량····· 110
<표 3-31> 에너지부문 CO2 배출량····· 111
<표 3-32> 에너지부문 산업별 온실가스 배출량····· 112
<표 3-33> 교토의정서의 주요 내용····· 114
<표 3-34> 주요 선진국의 기후변화협약 관련 대책····· 115
<표 3-35> 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책····· 116
<표 3-36> 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책····· 118
<표 3-37> IPCC 가이드라인의 수송부문 분류 체계기준····· 124
<표 3-38> 도로부문 각 방법론에 따른 자료요구사항····· 126
<표 3-39> 도로 온실가스 배출량 산정방법····· 129

<표 3-40> 철도부문 각 방법론에 따른 자료요구사항 ····· 129
<표 3-41> 철도 온실가스 배출량 산정방법 정리 ····· 131
<표 3-42> 항공부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항 ····· 131
<표 3-43> 항공부문 온실가스 배출량 산정방법 정리 ····· 133
<표 3-44> 해운부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항 ····· 133
<표 3-45> 해운 온실가스 배출량 산정방법 정리 ····· 134
<표 3-46> IPCC 탄소배출계수 ····· 135
<표 3-47> 총발열량 기준 에너지 열량환산기준 ····· 136
<표 3-48> 순발열량 기준 에너지 열량환산기준 ····· 137
<표 3-49> 2010년 교통수단별・16개 광역시도별 온실가스 총 배출량 ····· 140
<표 3-50> 2010년 대비 2009년도 온실가스 증감량 ····· 141
<표 3-51> 2010년 철도 전환부문 CO2(이산화탄소) 배출량 ····· 142
<표 3-52> CNG부문 온실가스 배출량 ····· 145
<표 3-53> 국제벙커링 수급현황 ····· 147
<표 3-54> 국제벙커링 부문 온실가스 배출량 ····· 148

그림목차

<그림 2- 1> 교통혼잡으로 인한 자중손실 ····· 29

<그림 2- 2> 내부화된 혼잡비용 ····· 31

<그림 2- 3> 교통혼잡비용의 구성요소 ····· 32

<그림 2- 4> 교통부문의 외부 비용이 발생할 경우의 균형 ····· 37

<그림 2- 5> 도로부문 재원별 투자실적 ····· 49

<그림 2- 6> 철도부문 투자추이 ····· 51

<그림 2- 7> 항만부문 건설비와 운영비 증가추이 ····· 52

<그림 2- 8> 20년도 부문별 정부비용 투자비율 ····· 55

<그림 2- 9> 2010년 월별 가계소비지출 항목 비중 ····· 58

<그림 2-10> 2010년 교통부문 가계소비지출 항목 비중 ····· 58

<그림 2-11> 연도별 가구교통비용 ····· 59

<그림 2-12> 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외) ····· 61

<그림 2-13> 연도별 도로부문 교통혼잡비용 추이 ····· 63

<그림 2-14> 수단별 사고비용 비중 ····· 68

<그림 2-15> 도로부문 대기오염물질별 배출량 구성비 ····· 70

<그림 2-16> 도로부문 차종별 대기오염물질 배출량 구성비 ····· 70

<그림 2-17> 도로부문 유종별 대기오염물질 배출량 구성비 ····· 70

<그림 2-18> 도로부문 오염물질별 대기오염비용 구성비 ····· 72

<그림 2-19> 도로부문 차종별 대기오염비용 구성비 ····· 72

<그림 2-20> 도로부문 유종별 대기오염비용 구성비 ····· 72

<그림 2-21> 철도부문 유종별, 수송별 대기오염물질 배출량 구성비 ····· 73

<그림 2-22> 철도부문 유종별, 수종별 대기오염비용 구성비 ····· 74

<그림 2-23> 교통수단별 에너지 사용량 ····· 78

<그림 2-24> 2010년도 수단별 온실가스비용 구성비 ····· 80
<그림 2-25> 교통수단별 소음비용 추세 ····· 81
<그림 3- 1> 전체 에너지 소비량 추이 ····· 86
<그림 3- 2> 부문별 최종 에너지 소비 추이 ····· 87
<그림 3- 3> 총 에너지 소비 중 교통부문 비중(%) ····· 88
<그림 3- 4> 한국석유공사 자료 취합 경로 ····· 95
<그림 3- 5> 국내 석유수급 흐름도 ····· 96
<그림 3- 6> 2010년 제품별 수단별 소비비중 ····· 98
<그림 3- 7> 2010년 바이오디젤 보급현황 ····· 103
<그림 3- 8> 온실가스 총배출량 및 증가율 추이 ····· 110
<그림 3- 9> 에너지부문 부문별 온실가스 배출량(2008) ····· 111
<그림 3-10> 주요국가별 온실가스 감축 목표량 ····· 114
<그림 3-11> CO2(이산화탄소) 배출량 산정 방법 결정 과정 ····· 121
<그림 3-12> 도로부문 연료연소로부터 CO2(이산화탄소) 배출량 산정 과정 ··· 122
<그림 3-13> 도로부문 연소로부터 CH4(메탄) 및 N2O(아산화질소) 배출량 산정 과정 ····· 123
<그림 3-14> 2010년 교통수단별 교통부문 온실가스 총 배출량 ····· 139
<그림 3-15> 2010년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 ····· 139
<그림 3-16> 2009년 대비 2010년의 지역별 온실가스 배출량 증감 ····· 141
<그림 3-17> 철도전환부문 철도노선별 온실가스 배출량 비중 ····· 143
<그림 3-18> 철도전환부문 지하철 지역별 온실가스 배출량 비중 ····· 143
<그림 3-19> CNG부문 지역별 온실가스 배출량 비중 ····· 145
<그림 3-20> 국제 벙커링 석유수급 현황 ····· 147
<그림 3-21> 2010년 국제벙커링 온실가스 배출량 유종별 비중 ····· 148

요 약

요 약

1. 과업의 배경 및 목적

가. 과업의 배경

○ 교통부문에서의 종합교통체계(intermodality of transport system)의 중요성이 요구됨에 따라, 개별 수단만을 고려한 계획 및 운영의 틀에서 벗어나 모든 교통수단을 종합적으로 고려하는 시각과 정책추진이 강조되고 있음

○ 2010년 교통비용 조사사업은 2007년 - 2009년 국가교통DB구축사업 중 수행된 교통비용 산정에 관한 사업의 후속 사업으로 비용의 주요 항목에 대한 개선방안을 적용하여 비용을 개선하는 것을 목표로 함

○ 한편, 기후변화 협약 및 녹색성장과 관련하여 국내외의 여건이 급변하고 있는 상황에서 2005년 발효된 교통의정서에 따라 교통부문의 이산화탄소(CO_2) 배출량 감축이 중요한 사안으로 대두되어, 온실가스에 대한 다양한 수준의 정확한 배출량 정보가 필요함

○ 이를 위해 2010년 국가교통DB구축사업의 교통조사분야 중 교통부문 온실가스 배출량 등 조사 사업의 후속 사업으로 2011년에도 온실가스 배출량 산정 및 배출량 통계 구축방안에 대해 사업을 진행함

나. 과업의 내용 및 범위

1) 과업의 범위

○ 공간적 범위 : 국내에서 발생한 총교통비용을 산정

○ 시간적 범위 : 2010년을 기준으로 산정

○ 내용적 범위 : 4개 수단(도보, 자전거 제외)

2) 과업의 내용

○ 기존 정부, 민간, 외부(혼잡, 사고, 환경)비용의 갱신

- 정부비용 : 도로, 철도, 항공, 항만, 물류시설
- 내부비용(민간비용) : 가구비용, 기업비용(화물 수송 물류비)
- 외부비용 : 도로교통혼잡(지체), 사고, 환경비용(대기오염, 소음, 온실가스)

○ 교통부문 에너지 사용량 조사

○ 교통부문 온실가스 배출량 조사

- 도로, 철도, 해운, 항공의 CO_2, CH_4, N_2O 배출량 DB구축(Tier 1 방법론 적용)

<표 1> 과업의 내용

구 분			세부항목
총교통비용	정부비용		도 로
			철 도
			항 공
			항 만
			물류시설
	내부비용(민간비용)		가구비용
			기업비용(화물 수송 물류비)
	외부비용	혼잡(지체)비용	도 로
			철 도
			항 공
			항 만
		사고비용	수단별
		환경비용	대기오염
			온실가스
			소 음

2. 총교통비용의 정의 및 분류

가. 총교통비용의 정의

○ 총교통비용(full costs of transport)은 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송을 위한 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함

○ 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함

○ 외부비용은 여객이나 화물 수송으로 인해 발생하는 환경오염 및 교통혼잡 등을 실제로 금전적으로 지불하지는 않았음에도 불구하고 이를 비용으로 환산한 것임

나. 총교통비용의 분류

1) 정부비용

○ 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체(민간)를 포함한 교통관련 지출비용

○ 교통시설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

2) 내부(민간)비용

○ 개념

- 내부비용(internal/private costs)이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용
- 내부(민간)비용은 개인과 기업비용으로 구분함

○ 개인비용

- 개인비용 : 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용
- 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음
- 본 연구에서는 개인비용 항목을 가구가 교통부문에 지출한 비용으로 대체함

○ 기업이 교통부문에 지출한 비용

- 화물에 대한 물류비 항목 중 수송비에 대한 비용
- 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외하고 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

3) 외부비용

○ 혼잡비용

- 교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화

○ 교통사고비용

- 교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것

○ 교통환경비용

- 교통으로 인하여 환경에 미친 사회적 비용을 계량화

다. 교통비용 산정

1) 정부비용

○ 산정결과 2010년도 우리나라 총 정부비용은 26조 4,613억원이었으며, 도로부문의 정부지출금액이 약 72.7%로 가장 많았고, 다음으로 철도 20.2%, 항만 6.4%순으로 투자되었음

○ 우리나라에서 정부가 교통 부문에 지출한 재정규모는 GDP 대비 약 2.3% 규모에 달함

○ 2010년도 정부비용은 2009년도 32조 2,285억원 대비 17.9% 감소한 것으로 분석되었음

<표 2> 교통부문 정부비용

단위: 억원

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	GDP 대비(%)
도로	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	1.64%
철도	46,617	46,260	55,904	59,317	70,966	53,512	0.46%
항만	17,630	17,962	19,296	19,497	19,765	16,926	0.14%
항공	4,005	3,919	3,334	2,115	545	666	0.01%
물류시설	0	0	0	1,897	2,020	1,057	0.01%
합계	238,148	226,036	256,619	276,919	322,285	264,613	2.26%

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨

2) 내부비용

① 가구교통비용

○ 2010년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 48조 528억원으로 분석됨

- 이는 2009년도 가구교통비 지출액 대비 8.7% 증가한 수치임

○ 2010년 우리나라 총가구가 지출한 자동차 구입관련 교통비 지출액은 14조 2,689억원으로 분석되어 2009년 대비 35.3% 증가함

<표 3> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

	2006	2007	2008	2009	2010
총 교통비용	451,506	456,858	444,613	480,528	473,615
자동차구입	105,261	107,825	105,439	142,689	127,532
기타운송기구구입	2,059	2,356	2,467	2,576	2,499
운송기구유지및수리	27,313	28,233	26,418	26,811	28,536
운송기구연료비	199,246	199,381	193,856	192,356	190,704
기타개인교통서비스	15,363	15,871	14,478	18,006	25,214
철도운송	10,352	10,644	11,122	10,386	10,195
육상운송	47,056	45,054	45,620	41,157	37,419
기타운송	39,001	41,364	39,914	41,987	46,933
기타교통관련서비스	5,856	6,131	5,302	4,557	4,578

주: 1) 통계청 월별 가계소비지출의 2008년 이전 자료는 소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로 ,2009년 연간 자료 공표시 변경될 수 있으며 이를 토대로 산정하였음 (2인 이상 가구, 실질, 2011년 3월 기준자료)

2) 가구수는 연도별 장례추계가구의 자료 사용

② 기업비용(화물수송 물류비)

○ 2009년 기업비용(화물 수송비)는 90조 351억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음

- 기업비용은 연평균 6.4% 증가하였으나, 2008년 대비 0.55% 하락하였음

<표 4> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

구 분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보비	일반관리비	물류비 총계
2001	55,016	18,353	1,741	1,140	2,297	2,245	80,792
2002	63,265	17,793	1,817	1,348	1,393	1,415	87,032
2003	69,470	15,291	2,012	1,257	1,139	1,176	90,345
2004	70,751	15,571	2,024	1,686	1,192	1,236	92,459
2005	76,957	16,889	2,063	1,809	1,621	1,680	101,019
2006	80,398	18,085	2,123	1,974	1,774	1,840	106,193
2007	88,617	21,318	2,278	1,991	1,668	1,730	117,602
2008	90,847	29,059	2,423	2,519	1,958	2,031	128,835
2009	90,351	26,777	2,504	2,169	193	200	122,194
연평균 증감률	6.40 (3.24)	4.84 (2.08)	4.65 (3.97)	8.37 (4.33)	▽26.62 (22.55)	▽26.09 (▽27.54)	5.31 (2.44)
전년대비 증감률	▽0.55 (▽1.24)	▽7.85 (▽8.90)	3.34 (3.53)	▽13.89 (▽14.19)	▽90.14 (▽89.99)	▽90.15 (▽90.21)	▽5.15 (▽6.29)

주: 1) 연평균 증감률과 전년대비 증감률의 괄호 안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증감률 산정(실질 증감률)

2) 한국은행에서 신기준에 의해 2001년 이후 GDP 재산정하여 발표

자료: 한국교통연구원, 2009년 국가물류비 산정 및 추이 분석, 2011

3) 외부비용

① 도로혼잡비용

○ 한국교통연구원이 추정한 2009년도 도로부문 교통혼잡비용은 27조 7,454억원이었으며, 이중 17조 6,412억원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음

○ 또한, 2009년 도로부문 시간비용만을 고려한 교통혼잡비용은 21조 9,348억원으로 분석되었음

<표 5> 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분		유류비용	시간비용	고정비용	합 계
지역 간 도 로	고속국도	1,491	20,664	6,785	28,940
	일반국도	2,363	36,432	12,729	51,524
	지방도	4,040	13,053	3,485	20,578
	소계	7,894	70,149	22,999	101,042
도시부 도 로	서울	1,631	62,729	10,224	74,584
	부산	1,058	31,196	5,666	37,920
	대구	426	12,335	1,442	14,203
	인천	725	21,115	2,649	24,489
	광주	238	7,959	1,309	9,506
	대전	282	9,869	721	10,872
	울산	135	3,996	707	4,838
	소계	4,496	149,199	22,718	176,412
총 계		12,389 (4.5)	219,348 (79.1)	45,717 (16.5)	277,454 (100.0)

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

② 사고비용

○ 2009년 교통사고비용은 11조 5,821억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 약 11조 4,332억원으로 대부분을 차지하는 것으로 분석되었음

○ 교통수단별로 살펴보면, 해양사고가 약 932억원, 철도사고가 465억원, 항공사고가 약 92억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

<표 6> 2009년도 수단별 사고비용

단위: 억원

항 목	도로교통사고	철도사고	해양사고	항공사고	총합
계	114,332.1	464.8	932.4	91.7	115,821.0
비중(%)	98.7	0.4	0.6	0.3	100

③ 환경비용

○ 대기오염비용

- 2010년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 9,839억원 산정되었으며 GDP의 1.3% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 우리나라 대기오염비용 중 도로부문이 98.8%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음
- 2010년도 우리나라 총 대기오염비용은 2009년도 16조 6,214억원 대비 9.9% 감소한 것으로 분석되었음

<표 7> 2010년도 대기오염비용

단위: 억원/년

구 분			CO	HC	NOx	PM	SO_2	합 계
도로부문	승용차	휘발유	5, 722	831	1, 936	0	81	8, 570
		경유	2, 555	452	2, 840	982	0	6, 829
		LPG	8, 685	844	2, 581	0	47	12, 158
	승합차	휘발유	4	1	1	0	0	6
		경유	3, 845	1, 299	10, 432	985	113	16, 674
		LPG	606	52	165	0	39	861
	화물차	휘발유	5	10	2	0	1	18
		경유	19, 214	6, 860	63, 546	8, 487	52	98, 159
		LPG	430	37	117	0	0	584
	특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	830	296	2, 743	366	18	4, 254
		LPG	1	0	0	0	0	1
	소 계		41, 896	10, 683	84, 365	10, 820	350	148, 114
철도부문	여 객		208	98	613	132	18	1, 069
	화 물		128	60	377	79	11	655
	소 계		336	158	990	212	29	1, 725
합 계			42, 232	10, 841	85, 355	11031. 71903	378. 80778	149, 839

○ 온실가스비용

- 2010년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 13조 5,266억원으로 산정되었으며 교통시설 투자평가지침(2011.11 4차개정)의 원단위를 반영한 값임
- 우리나라 온실가스비용 중 도로부문이 95.1%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 해운, 항공, 철도 순인 것으로 분석되었음

<표 8> 2010년도 온실가스비용

단위: 억원

구분	합 계	도 로	철 도	해 운	항 공
비용	135,266	128,669	937	3,873	1,786

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011.11월 4차 개정안)

○ 소음비용

- 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 3조 1,597억원으로 산정되었으며 GDP의 0.27% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용은 2009년도 3조 475억원 대비 3.7% 증가하였으며, 2009년도 교통부문 소음비용은 2008년도 3조 2,866억원 대비 7.3% 증가한 것으로 분석되었음
- 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용 구성비를 살펴보면 도로부문이 96.7%, 철도부문이 3.3%로 도로부문 소음비용이 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 9> 교통부문 소음비용

단위: 억원

구분	2008년			2009년			2010년		
	도로	철도	합계	도로	철도	합계	도로	철도	합계
비용	28,506	950	29,456	29,502	973	30,475	30,542	1,055	31,597

주: 1) 금번 과업에서는 소음비용 원단위를 도로: 1,410원, 철도: 1,445원을 물가지수를 이용하여 연도별로 재산정

라. 총교통비용 산정

○ 본 과업에서 산정한 2010년도 총교통비용을 살펴보면 아래와 같음

구분	항목	세부항목		금액	GDP 대비(%)
정부비용[1)]	정부비용	도로부문		192, 452	2. 26%
		철도부문		53, 512	
		항만부문		16, 926	
		항공부문		666	
		물류시설부문		1, 057	
		소 계		264, 613	
내부비용	민간비용	가구 비용		473, 615	4. 04%
				(551, 282)	
		기업비용	화물수송비[3)]	903, 510	7. 70%
외부비용	교통혼잡비용	도로혼잡[2)3)]		219, 348	1. 87%
	교통사고비용[3)]	도 로		114, 332	0. 99%
		철 도		464. 8	
		해 운		932. 4	
		항 공		91. 7	
		소 계		115, 821	
	교통환경비용	대기오염		149, 839	2. 70%
		온실가스[4)]		135, 266	
		소 음		31, 597	
		소 계		316. 702	

주: 1) 정부비용은 정부기관의 교통부문 투자 및 지출(expenditure)이기 때문에 다른 비용과는 성격이 다름
2) 교통혼잡비용은 시간가치비용과 차량운행비용으로 구성되는데 본 과업에서는 차량운행비를 제외한 시간가치만을 적용하였음
3) 화물수송비 및 교통사고비용, 도로혼잡비용은 2009년 추정액임
4) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011. 11월 4차 개정안)
5) 개인교통비용의 ()안은 가계지출소비를 명목가격 기준으로 산정한 금액임

3. 교통부문 온실가스 배출량 조사 및 분석

가. Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량

○ Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량은 교통수단별·지역별로 구분하여 전체유종에 대해 국제 벙커링을 제외한 후 산정하였음

○ Tier 1 수준에서 교통수단별·지역별로 구분하여 전체유종 사용량을 반영한 온실가스 배출량 산정 결과는 다음과 같음

<표 10> 2010년 교통수단별・16개 광역시도별 온실가스 총 배출량(전체유종)

단위: tCO_2

	철도	도로	해운	항공	계
합계	569, 338	78, 196, 067	2, 354, 000	1, 085, 416	82, 204, 820
	0. 7%	95. 1%	2. 9%	1. 3%	100. 0%
1.서울	182, 761	8, 796, 508	83, 563	238, 360	9, 301, 191
	32. 1%	11. 2%	3. 5%	22. 0%	11. 3%
2.부산	91, 801	4, 513, 037	747, 200	79, 187	5, 431, 224
	16. 1%	5. 8%	31. 7%	7. 3%	6. 6%
3.대구	25, 688	3, 086, 898	0	0	3, 112, 585
	4. 5%	3. 9%	0. 0%	0. 0%	3. 8%
4.인천	0	4, 018, 435	404, 989	607, 897	5, 031, 321
	0. 0%	5. 1%	17. 2%	56. 0%	6. 1%
5.광주	15, 581	2, 105, 836	0	0	2, 121, 417
	2. 7%	2. 7%	0. 0%	0. 0%	2. 6%
6.대전	34, 110	2, 023, 512	0	0	2, 057, 622
	6. 0%	2. 6%	0. 0%	0. 0%	2. 5%
7.울산	0	2, 010, 564	117, 977	1, 600	2, 130, 141
	0. 0%	2. 6%	5. 0%	0. 1%	2. 6%
8.경기도	42, 532	20, 005, 376	122, 901	800	20, 171, 610
	7. 5%	25. 6%	5. 2%	0. 1%	24. 5%
9.강원도	6, 738	3, 160, 536	32, 267	800	3, 200, 341
	1. 2%	4. 0%	1. 4%	0. 1%	3. 9%
10.충북	25, 688	3, 540, 391	0	24, 396	3, 590, 474
	4. 5%	4. 5%	0. 0%	2. 2%	4. 4%
11.충남	9, 685	5, 015, 265	54, 670	1, 199	5, 080, 819
	1. 7%	6. 4%	2. 3%	0. 1%	6. 2%
12.전북	27, 372	3, 465, 802	66, 866	0	3, 560, 040
	4. 8%	4. 4%	2. 8%	0. 0%	4. 3%
13.전남	53, 902	3, 360, 911	323, 462	0	3, 738, 275
	9. 5%	4. 3%	13. 7%	0. 0%	4. 5%
14.경북	45, 901	5, 969, 342	25, 004	0	6, 040, 247
	8. 1%	7. 6%	1. 1%	0. 0%	7. 3%
15.경남	7, 580	6, 114, 481	331, 823	3, 876	6, 457, 760
	1. 3%	7. 8%	14. 1%	0. 4%	7. 9%
16.제주	0	1, 009, 173	43, 278	127, 178	1, 179, 630
	0. 0%	1. 3%	1. 8%	11. 7%	1. 4%

주: 1) 연료 소모량은 2010년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정
2) 도로와 철도부문은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임
3) 항공과 해운부문은 국제벙커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

나. 철도 전환부문 이산화탄소 배출량

○ 철도의 전력 사용에 따른 온실가스 배출량은 교통부문이 아닌 에너지부문 중 전환부문에 해당한다고 할 수 있음

- 철도의 전환부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 철도공사 및 철도시설관리공단과 관련된 자료는『철도통계연보(2011)』에서, 지하철 및 도시철도와 관련된 전력사용량 자료는 해당 운영기관에서 집계한 자료를 활용하였음

○ 철도전환부문도 Tier 1의 방법으로 사용하였으며 전력에 대한 공식적인 탄소배출계수는 전력거래소에서 발표한 자료를 사용함

○ 전력거래소의 배출계수를 사용한 이산화탄소 배출량은 1,103천tCO_2으로 산정되었음

○ 노선별 비중으로 살펴보면, 수도권이 전체 철도 전환부문의 온실가스 배출량의 46.9%를 차지하였고 경부고속선이 28.4%로 그 다음을 차지함

○ 지하철부문은 서울메트로가 약 46.4%를 차지하였고 서울도시철도가 약 25.4% 순으로 나타났으며, 2009년 대비 CO_2배출량은 7.6% 증가

<표 11> 2010년 철도 전환부문 CO_2(이산화탄소) 배출량

단위: tCO_2

철도	배출량(tCO2)
수도권[1)]	434,528
경부고속선	263,422
경부선	90,575
호남선	45,590
중앙선	35,293
태백선	8,729
영동선	39,610
충북선	8,654
합계	926,401
지하철	배출량(tCO2)
서울메트로	256,102
서울도시철도	140,279
부산도시철도	77,182
대전도시철도	8,561
대구도시철도	32,714
광주도시철도	8,912
인천도시철도	27,880
합계	551,630
총 합계	1,103,260

주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임
2) 전력배출계수는 전력거래소에서 제시한 2010년 전력배출계수 0.4714tco2e/Mwh로 변경하여 적용

다. CNG부문 온실가스 배출량

○ CNG부문 온실가스 배출량은 경기가 652.8천tCO_2로 가장 많은 배출량을 보였으며, 그 다음으로 서울, 인천 각각 611.8천tCO_2, 107.9천tCO_2 이 뒤를 이어 수도권의 배출량이 전체의 64.5%를 차지함

○ 비중별로 살펴보면 서울이 전체 배출량의 약 26.2%를, 경기와 인천이 각각 28.0%, 10.2%를 차지함. 비수도권으로는 대구가 5.5%로 그 다음 순위를 이음

<표 12> CNG부문 온실가스 배출량

단위: tCO_2

지역	배출량(tCO_2)
서 울	611,841
인 천	238,625
경 기	652,751
수도권 계	1,503,216
부 산	144,242
대 구	127,656
광 주	85,624
대 전	47,568
울 산	64,642
강 원	23,911
충 북	35,374
충 남	30,460
전 북	54,292
전 남	38,182
경 북	63,058
경 남	113,241
제 주	-
지 방 계	828,251
전 국 계	2,331,468

라. 국제벙커링부문 온실가스 배출량

○ 2010년 국제벙커링 부문 온실가스 배출량은 2009년보다 8.3% 증가한 22.8백만tCO_2임

○ 유종별 비중을 살펴보면 항만부문에서 주로 사용되는 방카C유가 가장 높은 배출량을 보였으며 항공부문에서 사용되는 항공유도 약 14% 수준에서 사용량을 보임

<표 13> 국제벙커링 부문 온실가스 배출량

단위: tCO_2

배출량(tCO_2)	경유	경질중유	방카C유	항공유	합계
2006년	2,071,486	164,629	19,666,925	2,979,225	24,882,265
	8.33%	0.66%	79.04%	11.97%	100.00%
2007년	1,779,236	191,597	17,996,200	3,290,707	23,257,741
	7.65%	0.82%	77.38%	14.15%	100.00%
2008년	1,641,414	211,297	18,207,331	3,258,552	23,318,593
	7.04%	0.91%	78.08%	13.97%	100.00%
2009년	1,392,337	163,088	16,875,475	2,613,118	21,044,018
	6.62%	0.77%	80.19%	12.42%	100.00%
2010년	1,450,040	229,846	18,028,497	3,073,367	22,781,750
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%

주: %는 각 유종별로 해당 년도별 온실가스 배출량에서 차지하는 비중임

4. 결론

가. 교통비용 산정 과정의 문제점 및 향후 개선 방안

○ 각 비용 항목에 대한 개념 및 산정 범위에 대한 명확한 기준이 필요함

- 주요 비용항목에 대한 개념 정의 및 세부항목들에 대한 범위 설정이 필요함
- 2011년 과업에서는 전체 교통비용의 입장에서 개별 주요 비용항목에 대한 명확한 개념 정의, 범위 설정 등에 대한 기준을 마련하고 개선된 비용을 산정하였음

○ 환경비용 산정방법 개선

- 온실가스비용의 경우, 기존의 에너지 단위 환산기준의 변화로 에너지사용량을 재산정하여 적용하였으며, 원단위 적용도 기존의 철도투자평가편람(2007)의 150,000원을 2010년도의 물가상승률을 적용하여 산정
- 주요 배출권 거래 시장에서 탄소톤에 대한 시장가격을 기준으로 산정하는 것이 바람직함

○ 각 교통비용 항목의 연도 차이에 대한 개선이 필요함

- 금번 과업에서 산정한 2010년도 총 교통비용 항목 중 교통혼잡비용, 국가물류비용, 사고비용은 2009년 자료이므로, 정확히 2010년 총 교통비용이라고 하기 어려움

○ 교통비용을 구성하는 항목간 중복 계산(double counting) 문제 개선

- 본 연구에서는 도로혼잡의 경우 혼잡으로 인한 유류비용 증가는 이미 개인의 유류비에 반영된 항목이기 때문에 중복을 피하기 위해 시간가치만 활용하였음
- 그러나 개인비용에는 보험료, 유류세 및 각종차량관련 세금 등이 정확하게 파악되지 못하고 있어 여전히 개인비용에 포함되어 있음

○ 총교통비용에 대한 제시 방법 및 구체적 활용방안에 대한 제시가 필요함

- 교통비용의 산정과정에서 중복계산된 비용항목이 존재하기 때문에 현재 산정된 총교통비용 규모는 국가 경제에서 교통부문이 차지하는 중요도를 가늠하는 정도의 선에서 활용하는 것이 바람직하며, 향후 총교통비용이라는 틀 내에서 주요 개별 비용에 대한 연차별 과업추진을 통해 총교통비용을 개선한 후 통계로서 정립하거나 정책에 활용하는 방안이 합리적임

나. 교통부문 온실가스 배출량 결론 및 문제점

○ 국가 온실가스 배출량 산정의 정확도 향상에 필요한 통계

- 교통부문의 에너지 사용량은 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하며 이 자료는 도로, 항공, 철도, 해운부문으로만 구분되어 있음
  - 또한 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유 경유 LPG의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표관리제에서 산업부문의 업종별로 파악되는 이동연료에 대한 자료를 파악하여 이를 보완하는 방안이 필요함
  - 에너지 사용량은 각 대리점과 협회가 석유공사에 보고하여 구축되는 자료로서 판매처의 지역 기반으로 작성되기 때문에 실제 온실가스 배출 지역과 상이할 수 있으며, 특히 이동연소가 주로 이뤄지는 교통수단의 경우에 더욱 한계가 있음
- 각 부문 에너지 소비량과 관련된 통합적 통계가 아닌, 각 기관에서 산정하고 있어 이를 통합하여 관리할 담당 기관이 부재

  - 저탄소 녹색성장 기본법에 따라 국가 온실가스 관련 업무를 총괄하는 온실가스 종합정보센터가 2010년 6월 신설되었지만, 부문별 온실가스 산정은 해당 주무부처가 관장기관으로 지정되어 있기 때문에 온실가스종합정보센터의 역할은 제한되어 있는 실정임. 향후 산정기준 및 세부지침 마련에 대한 적극적 역할이 필요할 것임
- 차종 및 기종(해운, 항공기, 철도)별로 구분된 연료 소비량 자료는 제공되지 않기 때문에 Tier 3 이상 단계의 방법론 적용은 한계가 있음
  - 특히, 철도 및 해운, 항공의 기종별 연료 사용량의 자료 구축이 어려운 실정임

○ 방법론상의 문제

- 현재는 Tier 1 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책적 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
- 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있어, IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 사용하고 있으나, 이는 국가 고유의 실정을 반영하지 못하는 원단위임
- 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있는 실정을 감안할 때 배출량 산정에 관한 신뢰성 확보가 필요함
- 전력부문의 배출계수도 각 기관마다 상이하여 배출량 산정에 차이가 발생하기 때문에 표준화된 배출계수가 필요함

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

제2절 과업의 내용 및 범위

제1장 과업의 개요

제1절 과업의 배경 및 목적

○ 교통부문에서의 종합교통체계(intermodality of transport system)의 중요성이 요구됨에 따라, 개별 수단만을 고려한 계획 및 운영의 틀에서 벗어나 모든 교통수단을 종합적으로 고려하는 시각과 정책추진이 강조되고 있음

○ 2010년 교통비용 조사사업은 2007년 - 2009년 국가교통DB구축사업 중 수행된 교통비용 산정에 관한 사업의 계속사업으로 교통비용의 주요항목에 대한 비용을 산정하여 정책의사결정의 기초 자료로 활용하는 것을 목표로 함

○ 한편, 기후변화 협약 및 녹색성장과 관련하여 국내외의 여건이 급변하고 있는 상황에서 2005년 발효된 교통의정서에 따라 교통부문의 이산화탄소(CO_2) 배출량 감축이 중요한 사안으로 대두되어, 온실가스에 대한 다양한 수준의 정확한 배출량 정보가 필요함

○ 이를 위해 2009년 국가교통DB구축사업의 교통조사분야 중 교통부문 온실가스 배출량 등 조사 사업의 후속 사업으로 2010년에도 온실가스 배출량 산정 및 배출량 통계 구축방안에 대해 사업을 진행함

제2절 과업의 내용 및 범위

1. 과업의 범위

○ 기존 정부, 민간, 외부(혼잡, 사고, 환경)비용의 갱신

- 정부비용 : 도로, 철도, 항공, 항만, 물류시설
- 내부비용(민간비용) : 가구비용, 기업비용(화물 수송 물류비)
- 외부비용 : 교통혼잡(지체), 사고, 환경비용(대기오염, 소음, 온실가스)

○ 교통부문 에너지 사용량 조사

○ 교통부문 온실가스 배출량 조사

- 도로, 철도, 해운, 항공의 CO_2, CH_4, N_2O 배출량 DB구축(Tier 1 방법론 적용)

2. 과업의 내용

1) 기존 정부, 민간, 외부(혼잡, 사고, 환경)비용 및 온실가스 배출량의 갱신

○ 2010년을 기준으로 우리나라에서 발생한 총교통비용과 온실가스, 대기오염물질 배출량을 산정

○ 공간적 범위 : 국내로 한정

○ 시간적 범위 : 2010년을 기준으로 산정

○ 내용적 범위 : 4개 수단(도보, 자전거 제외)

2) 교통부문 에너지 사용량 조사

○ 수단별 교통부문 에너지사용량 조사

○ 지역별 교통부문 에너지사용량 조사

<표 1-1> 과업의 내용

구 분			세부항목
총교통비용	정부비용		도 로
			철 도
			항 공
			항 만
			물류시설
	내부비용(민간비용)		가구비용
			기업비용(화물 수송 물류비)
	외부비용	혼잡(지체)비용	도 로
		사고비용	수단별
		환경비용	대기오염
			온실가스
			소 음
온실가스 DB 구축	온실가스 배출량		도 로
			철 도
			항 공
			항 만

3) 교통부문 온실가스 배출량 조사

○ 수단별 교통부문 온실가스 배출량 조사

○ 지역별 교통부문 온실가스 배출량 조사

3. 성과물 및 기대효과

가. 예상 성과물

○ 도로혼잡비용을 포함한 종합교통비용체계 구축

○ 교통부문과 관련된 온실가스 및 대기오염 배출량 구축

나. 기대효과

○ 교통사고비용, 교통혼잡비용, 물류비 등 주요 교통비용의 개선으로 보다 신뢰성 있는 교통비용통계가 확립되고, 또한 혼잡통행료 징수와 같은 가격설정에 관한 교통운영정책 측면에서 보다 정확한 가격설정을 유도함

○ “녹색성장” 국정지표에 대한 교통부문 정책수행에 필수적 기초원단위로 활용 가능함

○ 기타 온실가스 관련 교통정책에 대한 평가에 활용

제2장 교통비용 조사 및 분석

제1절 총교통비용의 정의 및 분류

제2절 총교통비용 산정방법론

제3절 총교통비용 산정

제2장 교통비용 조사 및 분석

제1절 총교통비용의 정의 및 분류

1. 총교통비용의 정의

○ 총교통비용(full costs of transport)은 여객통행 및 화물수송을 위해 수반되는 직접적·간접적 비용 뿐 만 아니라 교통사고, 환경피해, 소음, 혼잡, 교통시설 제공에 따른 비용 등과 같이 수송을 위한 제반활동으로 발생하는 모든 비용을 의미함

○ 총교통비용은 분류기준에 따라 내부비용/외부비용, 고정비용/변동비용, 시장/비시장 비용 등 다양하게 분류할 수 있으나, 본 연구에서는 정부비용/내부비용/외부비용으로 구분함

○ 내부비용은 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용이고, 외부비용은 제3자의 경제활동이나 생활에 영향을 미치지만 생산자나 소비자의 경제활동에 의해 시장가격에 반영되지 못한 비용을 의미함

○ 내부비용은 다시 개인이 지불한 비용과 기업이 지불한 비용을 합한 것으로 정의할 수 있음

○ 외부비용은 여객이나 화물 수송으로 인해 발생하는 환경오염 및 교통혼잡 등을 실제로 금전적으로 지불하지는 않았음에도 불구하고, 이를 비용으로 환산한 것임

○ 아래의 표는 교통부문의 비용을 내부비용과 외부비용으로 분류한 것임(EC, 1996)

<표 2-1> 교통비용의 분류(EC)

비용항목	내부(사적)비용	외부비용
차량운행	유류비, 차량비, 통행료	다른 사람이 부담하는 비용
교통시설	도로이용료, 차량세, 유류세	회수되지 않은 시설비용
교통사고	보험료, 교통사고비용	다른 사람이 부담하는 정신적 육체적 고통 등
환경오염	환경악화에 의한 불편	소음, 대기오염으로 인한 인체피해, 재산피해 등
교통혼잡	시간비용	다른 사람에게 전가하는 교통정체비용

자료: EC(1996)

○ <표 2-2>는 교통비용의 종류를 내부와 외부, 고정과 변동, 시장과 비시장으로 나눈 것으로 차량의 소유와 운영, 통행시간과 내부사고, 내부 주차와 활동을 제외한 대부분의 비용이 외부비용으로 분류됨

- 고정비용이란 차량 구입과 같이 일정하게 지출되는 비용이며 변동비용이란 교통관련 행동이 많을수록 증가하는 비용임
- 시장과 비시장의 구분은 해당 비용이 시장가격에 반영되어 당사자가 직접 비용을 지출하는지 여부에 따른 성격임

<표 2-2> 교통비용의 범위 및 성격

비 용	내부/외부	고정/변동	시장/비시장
1. 차량 소유	내부	고정	시장
2. 차량 운영	내부	변동	시장
3. 운영보조	외부	고정	시장
4. 통행시간	내부	변동	비시장
5. 내부 사고	내부	변동	비시장
6. 외부 사고	외부	변동	혼합
7. 내부 주차	내부	고정	시장
8. 내부 활동	내부	변동	혼합
9. 외부 활동	외부	변동	혼합
10. 외부 주차	외부	변동	시장
11. 혼잡	외부	변동	혼합
12. 도로 시설	외부	변동	시장
13. 도로토지가치	외부	고정	시장
14. 지역서비스	외부	변동	시장
15. 공평 및 선택가치	외부	변동	비시장
16. 대기오염	외부	변동	비시장
17 온실가스	외부	변동	혼합
18. 소음	외부	변동	비시장
19. 자원소비	외부	변동	혼합
20. 장애물 효과	외부	변동	비시장
21. 토지이용 효과	외부	고정	혼합
22. 수질 오염	외부	변동	비시장
23. 폐기물	외부	변동	비시장

자료: Litman(2002), Transportation Cost Analysis.

○ Transport Canada에서는 <표 2-3>와 같이 교통비용의 분류를 크게 외부비용과 내부비용으로 구분함

- 외부비용은 생태비용과 혼잡비용, 사고비용, 공간사용비용, 인프라비용으로 구성됨
- 내부비용는 개인비용으로서 연료, 유지 및 보수, 보험 및 차량 양도와 관련한 비용임
- 캐나다는 본 연구의 산정항목과 달리 생태비용에서도 동식물과 에너지, 토지이용 효과와 차량에 의한 진동효과까지 세분화함

<표 2-3> 교통비용분류(Transport Canada)

<table>
<tr><td rowspan="10">FULL COSTS</td><td rowspan="8">EXTERNAL COSTS</td><td rowspan="6">ECOLOGY COSTS</td><td>FAUNA & FLORAEFFECTS</td></tr>
<tr><td>ENERGY</td></tr>
<tr><td>NOISE</td></tr>
<tr><td>AIR, WATER, LAND, POLLUTION</td></tr>
<tr><td>LANDSCAPE EFFECTS</td></tr>
<tr><td>VIBRATION</td></tr>
<tr><td colspan="2">CONGESTION</td></tr>
<tr><td colspan="2">ACCIDENTS</td></tr>
<tr><td colspan="2">USE OF SPACE</td></tr>
<tr><td colspan="2">INFRASTRUCTURE COSTS</td></tr>
<tr><td rowspan="5">INTERNAL COST</td><td rowspan="5">PRIVATE COSTS</td><td>FUEL</td></tr>
<tr><td>MAINTENANCE</td></tr>
<tr><td>REPAIRS</td></tr>
<tr><td>INSURANCE TAX</td></tr>
<tr><td>VEHICLE AMORTIZATION</td></tr>
</table>

자료: Litman(2002), Transportation Cost Analysis.

2. 총교통비용의 분류

가. 정부비용

○ 중앙 및 지방정부와 관련된 주체 단체(민간)를 포함한 교통관련 지출비용

○ 교통시설 건설 투자 및 유지관리에 필요한 지출도 함께 고려함

나. 내부(민간)비용

○ 개념

- 내부비용(internal/private costs)이란 시장가격에 반영되어 당사자 개인이 직접 지출하는 비용
- 내부(민간)비용은 개인과 기업비용으로 구분함

○ 개인비용

- 개인비용 : 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료, 보험료, 수리비 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용
- 개인이 소비한 시간에 대한 화폐가치 계량화는 포함하지 않음

○ 기업이 교통부문에 지출한 비용

- 화물에 대한 물류비 항목 중 수송비에 대한 비용
- 민간기업의 활동 중 화물수송비를 제외한 교통부분 지출에 대한 비용은 포함하지 않음

<표 2-4> 내부비용의 분류

구 분	세부항목
정부비용	도로
	철도
	항공
	해운
	물류시설
내부(민간)비용	개인비용
	기업비용(화물 수송비)

다. 외부비용

○ 개념

- 외부비용(external costs)이란 외부성(externality)[1]을 화폐화한 것으로, 한 사람의 사회적 혹은 경제적 활동으로 인하여 타인에게 영향을 미치지만 첫 번째 사람으로부터 충분히 지불되지 않을 때 발생함(EC, 2003)
- 교통의 외부비용은 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용, 토지이용에 따른 추가적 비용 등 여러 가지가 있으나, 본 과업에서는 자료의 수집 및 산정방식이 상대적으로 잘 확립된 교통혼잡비용, 사고비용, 환경비용에 대해 고찰함

○ 혼잡비용

- 도로교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화
- 도로 외 수단의 경우

○ 교통사고비용

- 교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐 가치로 환산한 것

○ 교통환경비용

- 교통으로 인하여 환경에 미치는 사회적 비용을 계량화

<표 2-5> 외부비용의 분류

구 분	주요 항목	세부항목
외부비용	혼잡(지체)비용	도 로
		철 도
		항 공
		항 만
	사고비용	수단별
	환경비용	대기오염
		온실가스
		소 음

1) 외부성(externalities)이란 어떤 한 사람의 행동이 제3자에게 의도되지 않은 이득이나 손해를 가져다 주는데도 이에 대한 대가를 받지도 지불하지 않을 때 발생하며, 시장의 테두리 밖에 존재하는 현상으로 보기 때문에 외부성이란 이름이 붙여졌음(이준구, 2002). 마찬가지로 교통부문에서 혼잡, 대기오염과 같이 외부성이 존재함으로써 시간손실, 대기오염으로 인한 피해와 같은 추가적 손실이 발생하는 것을 화폐화한 것을 외부비용이라고 할 수 있음

제2절 총교통비용 산정방법론

1. 정부비용

가. 개요

○ 정부가 지출한 비용을 계량화

- 도로, 철도, 항공, 항만 등 교통시설에의 투자(Delucchi, 2007)
- 주차 등 행정단속, 안전에의 투자
- Anderson(2000)의 경우 정부비용의 특성을 고려하여, 내부비용에 포함시키지 않고 따로 고려하였음

○ 엄밀한 의미에서 교통시설에 대한 투자는 비용(costs)으로 구분할 수 없지만, 본 연구에서는 정부입장에서 지출(expenses)한 비용을 파악하기 위해 정부비용으로 규정함

- 교통시설 건설시 일반적으로 일정 기간의 내구연한(30년 혹은 50년)을 갖기 때문에 이에 대한 감가상각비 및 유지관리비가 비용개념에 더 적합함
- 향후 교통비용 연구에서는 주체별 지출(expenses)/수입(revenues) 분류방식과 비용(costs)/편익(benefits) 분류방식에 대한 방법론 및 활용방안에 대한 논의가 필요함

나. 방법론

○ 특정 방법론 및 모델을 적용하기 보다는 중앙정부에서 투자 및 지출한 각 수단별, 항목별 금액을 집계 및 결과 정리

2. 내부(민간)비용

가. 개인비용

1) 개요

○ 개인비용은 개인이 차량을 구입하고, 운영(주차비, 통행료 등)하거나 대중교통을 이용하면서 지출한 비용임

○ 개인(가계)이 지출한 비용을 계량화

- 차량을 소유하고 운행함으로써 차량 소유 및 유지·관리 등에 따른 비용, 대중교통을 이용하는 비용 등을 계량화
- 본 연구에서는 교통부문의 개인비용을 통계청 자료를 이용한 가구지출 비용으로 산정함

2) 방법론

○ 가구가 지출한 비용을 계량화

- 통계청에서 가구가 지출한 교통비용을 조사한 결과 집계[2)]
  - 정식 명칭은 가계동향 조사로서 가구에 대한 가계수지 실태를 파악하여 국민의 소득과 소비 수준변화의 측정 및 분석 등에 필요한 자료를 제공
  - 통계청은 전국에 거주하는 약 9천가구에 대한 가계부기장에 의한 방식으로 가계지출의 12항목 중 가구가 지출한 교통비용을 조사함
- 본 과업에서는 통계청 방식을 적용하였으며, 가구당 소비지출액은 실질가격을 기준으로, 가구수는 연도별 장례추계인구의 자료를 사용하였음

○ 산정방법론(통계청)

- 표본집단을 대상으로 조사를 실시한 후 전수화하는 방식으로 직접 방문회수 및 전자가계부 기입
- 모집단 : 인구주택총조사 결과[3)]
  - 2005년 인구주택총조사의 아파트조사구와 보통조사구내 가구 및 가구원을 조사모집단(Survey Population)으로 설정
  - 인구주택총조사 10% 표본조사구에 신축아파트조사구(2005. 11. 1~2006. 10. 31)를 추가하여 27,011개 조사구를 표본틀로 사용
- 표본집단 : 부적격가구를 제외한 약 9,000 표본가구를 최종 표본으로 사용
- 조사주기 : 매월조사, 분기공표

2) 자료: 통계청 통계설명자료(www. kosis. kr)
3) 가장 최근 실시된 인구주택총조사는 2005년에 실시되었으며 다음 조사는 2010년 11월에 시행될 예정임

- 모집단 특성 항목

분 류	특 성 항 목
주택사항(4개)	- 주택유형(중소형아파트, 대형아파트, 단독주택, 연립·다세대)
가구사항(5개)	- 농림어가(비농림어가, 농림어가) - 주택점유 형태(자가, 전세, 월세)
인구사항(9개)	- 성별(남자, 여자) - 15세이상 연령그룹별(15~19세, 20~29세, 30~59세, 60세 이상) - 교육정도(중졸이하, 고졸, 대졸이상)
경활사항(6개)	- 경활상태(취업자, 실업자, 비경인구) - 산업별 취업자(농림어업, 광공업, 서비스업)

자료: 통계청

○ 표본설계 방식

- 기초자료의 집계
  - 2005년 인구주택총조사 표본조사구에서 조사구별로 모집단 특성에 대해 기초자료 집계
- 특성항목의 선정
  - 추출된 표본과 모집단의 구조를 비교하기 위해 특성항목 사용
- 표본조사구 명부 작성
  - 어떤 특성에 치우친 표본이 추출된 가능성을 줄이기 위해 각 지역별로 분류기준에 따라 조사구 명부 정렬
- 표본조사구 추출
  - 각 층별 표본규모만큼 확률비례추출방법(Proportionate Probability Sampling)에 의해 표본조사구 추출
- 표본조사구내 구역설정 및 표본가구 선정
  - 2005년 인구주택총조사 조사구요도 및 가구명부를 현지 확인하여 재정비 후 구역설정
- 표본조사구 번호 부여
- 표본규모
  - 999개 조사구에서 부적격가구를 제외한 약 9,000가구 설정
  - 연동표본을 위해 9배수 규모와 지역별 최소조사구 50개를 유지하면서 기존 추정값의 상대표준오차(CV)를 고려하여 표본규모를 결정함. 안정적인 시계열을 볼 수 있는 근로자가구의 소비지출항목에 대한 목표CV를 서울과 경기는 3% 내외, 광역시는 5% 내외, 각 도(道)는 7% 내외로 설정하여 산정

- 가구 교통비용 산정 세부항목 및 분류표

교통	- 자동차 구입	· 신차구입 · 중고차 구입
	- 기타 운송 기구 구입	· 오토바이 · 자전거 등
	- 운송 기구 유지 및 수리	· 부품 및 관련용품 · 유지 및 수리비
	- 운송 기구 연료비	· 휘발유 · 경유 · LPG · 기타연료
	- 기타 개인 교통 서비스	· 운전교습비 · 주차료 · 통행료 · 기타개인교통
	- 철도 운송	· 기차 · 지하철
	- 육상 운송	· 시내버스 · 시외버스 · 택시
	- 기타 운송	· 항공요금 · 교통가드 이용 · 기타여객서비스
	- 기타 교통 관련 서비스	· 화물운송 및 보관

자료: 통계청

3) 해외사례

① 미국

○ 미국은 노동통계국에서 매년 개인비용을 산정하여 발표하고 있음

○ 조사대상 및 범위 : 전국에 거주하는 가구(2만 6천 가구)

- The Interview Survey(면접조사) : 1만 4천 가구
- The Diary Survey(가계부장에 의한 자계식) : 1만 2천 가구

○ 조사방법

- 우리나라 통계청의 경우와 마찬가지로 표본집단을 대상으로 조사를 실시한 후 전수화하는 방식으로 2주에 걸쳐 진행됨
- The Interview Survey(면접조사)
  - 규모가 큰 소비에 대한 조사(재산, 차량 구입 및 정기적으로 지출하는 세금, 보험료 납입 등)
  - 3개월마다 한 번씩 인터뷰가 진행되며, 숙련된 조사원이 70분 동안 인터뷰를 진행하고 응답표를 작성함
  - 차량 구입, 연료비 등 대부분의 교통비용 항목이 인터뷰 방식으로 조사되어짐
- The Diary Survey(가계부장에 의한 자계식) : 일주일 동안 가계의 규모가 작은 소비(식료품, 의류, 생활용품, 교통비용 등)를 조사

○ 조사시기 및 발표 : 매년

- 2005년에 개정된 소비자지출 조사체계에 따라 산정

○ 조사표

- 미국의 개인비용 소비 조사표는 우리나라 통계청의 도시가계조사 조사표와 비슷하며, 가계의 지출내역을 무작위로 기입하는 방식
- 일주일 동안 작성할 수 있는 조사시트가 주어지며, 조사항목은 크게 4부문으로 분류됨
  - Food and Drinks Away from Home
  - Food and Drinks for Home Consumption
  - Clothing, Shoes, Jewelry, and Accessories
  - All Other Products, Services, and Expenses(교통부문 포함)

○ 교통부문 세부 조사항목

- Vehicle purchases(net outlay)
  - 차량을 구입하는데 드는 순 경비를 의미하며, 수입차뿐만이 아니라 이륜자동차, 캠핑카, 트레일러, 개인경비행기 등 개인이 구입한 모든 교통차량이 포함됨
- Gasoline and motor oil
  - 휘발유뿐만 아니라 디젤 등 차량을 운영하는데 필요한 모든 연료비 포함
- Other vehicle expenses

· 차량 보험 및 임대, 면허 등 관련 비용 포함

- Public transportation

· 대중교통, 버스, 택시, 통학차량, 철도 및 지하철 이용과 관련된 모든 요금 포함

<표 2-6> 미국 교통부문 세부 조사항목

Transportation		
Vecicle Purchase	Cars and trucks, new	· Cars · Trucks
	Cars and trucks, used	· Cars · Trucks
	Other vehicles	· New motorsycles · New aircraft · Used motorcycles · Used aircraft
Gasoline and motor oil	Gasoline	
	Diesel fuel	
	Gasoline on out-of-town trips	
	Gasohol	
	Motor oil	
	Motor oil on out-of-woin trips	
Other vehicle expense	Vehicle finance charge	· Automibiles · Trucks · Motocycles and planes · Other vehicle finance charges
	Maintenance and repairs	· Coolant, additives, brake, transmission fluids · Tries-Purchased, replaced, installed · Parts/equipment, /accessories · Vehicle audio equipment · Vehicle products and cleaning services · Vehicle video equipment · Misc. auto repair/servicing · Body work and painting · Clutch, transmission repair · Drive shaft and rear-end repair · Brake work, including adjustments · Repair to steering or front-end · Cooling system repair · Motor tune-up · Lube, oil change, and oil filters

		· Front end alignment, wheel balance · Shock absorber replacement · Gas tank repair, replacement · Repair tires and other repair work · Vehicle air conditioning repair · Exhaust system repair · Electrical system repair · Motor repair/replacement · Auto repair service policy
	Vehicle insurance	
	Vehicle rental, licenses, other charges	· Leased and licenses, other charges · Vehicle registration state · Vehicle registration local · Driver' s license · Vehicle inspection · Parking fees · Tolls or electronic toll passes · Tolls on out-of-town trips · Towing charges · Global positioning services · Automobile service clubs
Public transportation	Airline fares	
	Intercity bus fares	
	Intercity mass transit fares	
	Local transportation, out-of-town trips	
	Taxi fares and limousine service on trips	
	Taxi fares and limousine service	
	Intercity train fares	
	Ship fares	
	School bus	

자료: U. S Bureau of labor statistics

○ 조사결과의 예

Item	All consumer units	One person	Two or more persons				
			Total	Two persons	Three persons	Four persons	Five or more persons
Number of consumer units (in thousands)	117,356	34,339	83,017	37,489	18,451	15,807	11,270
Consumer unit characteristics:							
Income before taxes	$58,712	$30,290	$70,468	$62,195	$74,069	$78,183	$81,275
Age of reference person	48.6	52.8	46.9	52.8	43.6	40.9	40.9
Average number in consumer unit:							
Persons	2.5	1.0	3.1	2.0	3.0	4.0	5.7
Children under 18	.6	n.a.	.9	.1	.8	1.6	2.8
Persons 65 and over	.3	.3	.3	.5	.2	.1	.1
Earners	1.3	.6	1.6	1.3	1.8	2.0	2.2
Vehicles	2.0	1.1	2.3	2.2	2.4	2.5	2.5
Percent homeowner	67	53	73	75	70	74	73
Average annual expenditures	$46,409	$26,773	$54,483	$48,492	$55,096	$62,215	$62,618
Food	5,931	3,073	7,085	5,851	7,088	8,622	9,078
Food at home	3,297	1,638	3,965	3,142	3,925	4,846	5,583
Cereals and bakery products	445	227	533	411	513	666	793
Meats, poultry, fish, and eggs	764	332	938	738	941	1,140	1,332
Dairy products	378	193	453	350	448	556	668
Fruits and vegetables	552	290	657	543	645	780	889
Other food at home	1,158	597	1,384	1,100	1,378	1,704	1,901
Food away from home	2,634	1,435	3,120	2,709	3,163	3,776	3,495
Alcoholic beverages	426	327	466	507	485	412	377
Housing	15,167	9,835	17,366	15,273	17,466	20,076	20,342
Shelter	8,805	6,179	9,891	8,704	10,006	11,333	11,626
Owned dwellings	5,958	3,055	7,159	6,052	7,086	8,702	8,795
Rented dwellings	2,345	2,889	2,120	1,966	2,341	2,066	2,344
Other lodging	502	235	612	686	579	566	487
Utilities, fuels, and public services	3,183	2,024	3,663	3,270	3,725	4,059	4,313
Household operations	801	383	973	675	1,064	1,434	1,169
Housekeeping supplies	611	321	728	673	682	843	824
Household furnishings and equipment	1,767	928	2,111	1,951	1,988	2,406	2,410
Apparel and services	1,886	980	2,253	1,657	2,441	2,850	3,123
Transportation	8,344	4,030	10,128	9,124	10,438	11,553	10,963
Vehicle purchases (net outlay)	3,544	1,395	4,433	4,043	4,639	5,044	4,536
Gasoline and motor oil	2,013	1,032	2,419	2,043	2,524	2,802	2,964
Other vehicle expenses	2,339	1,336	2,753	2,489	2,796	3,160	2,992
Public transportation	448	267	523	549	479	548	471
Healthcare	2,664	1,750	3,042	3,359	2,815	2,786	2,718
Entertainment	2,388	1,335	2,822	2,622	2,615	3,152	3,364
Personal care products and services	541	328	628	583	626	732	631
Reading	126	103	136	149	123	136	117
Education	940	500	1,122	766	1,265	1,491	1,559
Tobacco products and smoking supplies	319	227	357	338	391	361	361
Miscellaneous	808	563	909	947	852	887	908
Cash contributions	1,663	1,313	1,808	1,900	1,683	1,648	1,932
Personal insurance and pensions	5,204	2,409	6,360	5,418	6,809	7,510	7,145
Life and other personal insurance	381	162	472	407	452	515	657
Pensions and Social Security	4,823	2,247	5,888	5,010	6,358	6,995	6,488

자료: U.S Bureau of labor statistics

② 영국

○ 영국은 National Statistics(영국통계청)에서 2001년도부터 매년 Family Expenditure Survey(가계소비지출조사)를 통해 개인비용을 산정하여 발표하고 있음

- Family Expenditure와 National Food Surveys(FES and NFS)의 조사를 2001년부터 통합하여 진행

○ 조사대상(2008년 기준)

- 전국에 거주하는 가구(1만 1,484가구)
- 회수율 : 51%(약 5천가구 이상)

○ 조사방법 : 2주일 동안 1:1 면접방식 및 가계부에 의한 자계식

○ 조사시기 및 발표 : 매년

○ 조사체계 : COICOP(Classification of Individual COnsumption by purpose)

- COICOP란 가계소비지출조사를 위해 국제적으로 통용되는 항목체계이며, 유럽연합이 가계예산을 파악하기 위한 도구로 사용하고 있음
- 우리나라 통계청도 2009년부터 COICOP 방식을 도입하여 가계소비지출 규모를 제공하고 있음
- 영국 가계소비지출조사 항목(COICOP)
  - Food & non-alcoholic drinks
  - Alcoholic drinks, tobacco & narcotics
  - Clothing & footwear
  - Housing(net), fuel & power
  - Household goods & services
  - Health
  - Transport
  - Communication
  - Recreation & culture
  - Education
  - Restaurants & hotels
  - Miscellaneous goods & services

○ 교통부문 세부 항목

<표 2-7> 영국 교통부문 세부 조사항목

Purchase of vehicles	Purchase of new cars and vans	· Outright purchases · Loan/Hire Purchase of new car/van
	Purchase of second hand cars or vans	· Outright purchases · Loan/Hire Purchase of new car/van
	Purchase of motorcycles	· Outright purchases of new or second hand motorcycles · Loan/Hire Purchase of new or second hand motorcycles · Purchase of bicycles and other vehicles
Operation of personal transport	Spares and accessories	· car/van accessories and fittings · Car/van spare parts · Motorcycle accessories and spare parts · Bicycle accessories, repairs and other costs
	Petrol, diesel and other motor oils	· Petrol · Diesel oil · Other mothers oils
	Repairs and servicing	· Car or van repairs, servicing and other work · Motorcycle repairs and servicing
	Other motoring costs	· Motoring organisation subscription (e.g. AA and RAC) · Garage rent, other costs (excluding fines), car washing etc. · Parking fees, tolls, and permits (excluding motoring fines) · Driving lessons · Anti-freeze, battery water, cleaning materials
Transport services	Rail and tube fares	· Season tickets · Other than season tickets
	Bus and coach fares	· Season tickets · Other than season tickets
	Combined fares	· Combined fares other than season tickets · Combined fares season tickets
	Other travel and transport	· Air fares (within UK) · Air fares (international) · School travel · Taxis and hired cars with drivers · Other personal travel and transport services · Hire of self-drive cars, vans, bicycles · Car leasing · Water travel, ferries and season tickets

자료: 영국 통계청(www.statistics.gov.uk)

○ 활용

- 소매물가지수 및 가구소비형태 파악
- 국가계정에서의 가구소비지출 파악 및 평가
- 중앙정부 및 지방정부의 정책적 활용
- 대학교 및 연구기관에서의 활용

○ 조사결과의 예

£ Per week/percentage

(i) Transport (COICOP categories)[1]	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	2001/02	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06
(a) Motoring and bicycle costs									
Purchase of vehicles	20.20	23.90	23.00	23.20	25.80	26.60	28.10	25.10	23.90
New cars and vans	5.80	7.40	7.90	10.60	10.70	11.30	11.40	10.10	9.60
Second-hand cars and vans	13.40	15.90	14.30	11.80	14.40	14.50	16.00	14.10	14.00
Motorcycles and scooters	0.60	0.40	0.50	0.60	0.50	0.70	0.60	0.50	..
Other vehicles (mainly bicycles)	..	..	..	..	0.20	0.20	0.20	0.30	0.20
Bicycle purchase	0.40	0.20	0.30	0.20	..	..	..	..	..
Spares, accessories, repairs and servicing	6.30	6.40	6.40	6.40	7.00	7.30	6.90	7.80	8.00
Car or van	5.90	6.10	6.20	6.00	6.80	6.90	6.60	7.50	7.70
Motorcycle	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10	0.20	0.20	0.10	0.20
Bicycle	0.20	0.20	0.20	0.10	0.10	0.20	0.10	0.10	0.20
Petrol, diesel and other motor oils:	12.60	13.00	14.40	15.80	14.80	14.80	15.00	16.20	17.50
Petrol	11.30	11.50	12.80	14.00	12.70	12.70	12.40	13.40	14.30
Diesel	1.20	1.30	1.40	1.80	2.00	2.10	2.50	2.80	3.10
Other motor oils	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Other motoring costs	1.80	1.90	1.90	1.80	1.80	1.90	1.90	2.40	2.30
All motoring and bicycle costs	40.90	45.20	45.70	47.20	49.40	50.70	51.90	51.40	51.80
(b) Transport services									
Rail and tube fares:	1.40	1.90	1.80	2.00	1.90	1.80	1.90	2.00	2.10
Season tickets	0.40	0.70	0.60	0.60	0.60	0.60	0.70	0.70	0.70
Other tickets	1.00	1.20	1.20	1.40	1.30	1.20	1.20	1.30	1.40
Bus and coach fares:	1.30	1.30	1.40	1.40	1.50	1.40	1.40	1.50	1.50
Season tickets	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.40	0.40	0.40	0.40
Other tickets	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Combined tickets	0.60	0.70	0.90	0.90	1.00	0.80	0.70	0.80	1.00
Season tickets	0.40	0.60	0.70	0.70	0.80	0.60	0.50	0.60	0.80
Other tickets	0.10	0.10	0.20	0.20	0.20	0.20	0.10	0.20	0.20
Air and other travel and transport:	3.80	3.70	4.00	4.30	4.10	4.50	4.80	3.80	5.40
Air fares [2]	1.30	1.00	1.00	1.30	1.20	1.50	1.90	1.00	2.50
Other transport and travel	2.60	2.70	3.00	3.00	2.90	3.00	2.80	2.90	2.90
All transport services	7.10	7.60	8.10	8.60	8.40	8.50	8.80	8.10	9.90
All transport (excluding motor vehicle insurance and taxation and boat purchase and repairs - see below)	48.00	52.70	53.80	55.90	57.80	59.20	60.70	59.60	61.70
All household expenditure	328.80	352.20	359.40	385.70	398.30	406.20	418.10	434.40	443.40
Percentage of household expenditure on transport	*14.6*	*15.0*	*15.0*	*14.5*	*14.5*	*14.6*	*14.5*	*13.7*	*13.9*
(ii) Old FES categories									
Included under transport and travel but excluded above:									
Motor vehicle insurance and taxation	6.30	7.00	7.30	8.20	9.20	11.00	10.40	11.00	11.60
Vehicle taxation	2.20	2.40	2.40	2.50	2.40	2.40	2.50	2.60	..
Vehicle insurance	4.10	4.50	4.90	5.70	6.80	8.60	7.90	8.40	7.40
Boat purchase and repairs	0.50	0.30	0.60	0.50	0.40	0.60	0.30	0.40	0.50
Other costs not included	..	..	..	..	0.60	0.60	0.50	1.10	1.00
Key transport expenditure totals:									
Motoring costs	46.60	51.80	52.60	55.10	58.50	61.70	62.40	62.60	63.80
Fares and other travel costs	8.10	8.30	9.20	9.50	9.50	9.70	9.60	9.50	11.10
All transport and travel	54.80	60.00	61.70	64.50	68.00	71.40	72.00	72.10	74.90
Adjusted for general inflation: 2005/06 prices									
Motoring costs [3]	57.50	61.00	61.00	62.10	64.30	67.10	66.00	64.30	63.80
Fares and other travel costs	10.50	9.80	10.60	10.70	10.40	10.60	10.20	9.70	11.10
All transport and travel	68.00	70.80	71.60	72.80	74.60	77.70	76.20	74.00	74.90

자료: 영국 통계청(www. statistics. gov. uk)

나. 기업비용(화물 수송비)

1) 개요

○ 국가물류비는 수송, 보관·창고, 하역, 포장, 물류정보 및 일반관리 부문에서 국가자원의 투입을 비용으로 산정한 것으로 정의

- 국가물류비는 거시경제 관점에서 물류부문의 활성화 수준을 평가하고, 물류효율화 정책을 수립하는데 있어서 매우 중요한 자료로 활용됨
- 국가물류비는 물류산업의 규모적 성격과 물류활동에 따른 비용적 성격을 동시에 내포하고 있어 중간비용과 부가가치로 구분
- 이중 부가가치 부분은 자가물류 활동으로 인한 가치 증가와 물류산업을 통해 창출되는 가치 증가로 구성되며 국내총생산(GDP)의 주요한 구성요소 중 하나임

○ 본 연구에서는 국가물류비 중 철도, 도로, 수상, 항공화물의 수송비를 기업비용으로 함

<표 2-8> 국가물류비의 기능별 구성요소

구성요소	세부항목
수송비	철도화물수송비, 도로화물수송비, 수상화물수송비, 항공화물수송비
재고유지관리비	보관비, 재고유지비, 재고위험비
포장비	골판지포장비, 팔레트포장비
하역비	육상하역비, 항공화물하역비, 수상화물하역비
물류정보비	-
일반관리비	-
국제물류비	국제화물수송

<표 2-9> 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억 원, %

구분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보비	일반관리비	총계
2001	55,016	18,353	1,741	1,140	2,297	2,245	80,792
2002	63,265	17,793	1,817	1,348	1,393	1,415	87,032
2003	69,470	15,291	2,012	1,257	1,139	1,176	90,345
2004	70,751	15,571	2,024	1,686	1,192	1,236	92,459
2005	76,957	16,889	2,063	1,809	1,621	1,680	101,019
2006	80,398	18,085	2,123	1,974	1,774	1,840	106,193
2007	88,617	21,318	2,278	1,991	1,668	1,730	117,602
2008	90,847	29,059	2,423	2,519	1,958	2,031	128,835
2009	90,351	26,777	2,504	2,169	193	200	122,194
연평균 증감률	6.40(3.24)	4.84(2.08)	4.65(3.97)	8.37(4.33)	▽26.62 (22.55)	▽26.09 (▽27.54)	5.31(2.44)
전년 대비 증감률	▽0.55 (▽1.24)	▽7.85 (▽8.90)	3.34 (3.53)	▽13.89 (▽14.19)	▽90.14 (▽89.99)	▽90.15 (▽90.21)	▽5.15 (▽6.29)

주: 1) ( )안의 수치는 각 연도별에서 차지하는 기능별 비중
2) 연평균 증감율과 전년 대비 증감률은 2005년 대비 산출환가지수를 이용하여 실질화 하여 계산
자료: 『2009 국가물류비 산정 및 추이분석』, 한국교통연구원, 2011

○ 국가물류비 중 수송비 항목을 교통비용에 포함하기 위해서는 개념정의 및 범위에 대한 보다 폭넓은 연구가 필요함

- 현재 국가물류비 구성요소 중 수송비는 운수업체의 수입(매출)을 기준으로 산출되고 있음
- 영업용 수송비에는 고정비를 비롯한 제반 경비와 함께 인건비 및 업체의 이윤을 반영한 부분까지 포함되어 있음
- 비영업용 도로화물수송비에도 연료비 뿐 만 아니라 인건비, 경비, 간접비용 등이 포함되어 있어, 개인비용과 마찬가지로 중복계산의 문제가 존재함

2) 방법론

○ 국가물류비를 기능별로 수송비, 재고유지관리비, 포장비, 하역비, 물류정보비, 물류관련 일반관리비로 나누어 산정

- 철도화물수송비는 수입이 원가보다 적어 적자이므로 수입 대신 원가를 기준으로 수송비를 산출함
- 영업용 도로화물수송비는『운수업통계조사보고서』의 도로화물 운송업의 수입 기준으로 산출
- 비영업용 도로화물수송비는 비용요소를 재료비, 인건비, 경비, 간접비용으로 구분하여 산출
- 항공 및 수상화물수송비 역시 운송수입을 기준으로 산출

<표 2-10> 국가물류비 구성요소 및 관련 통계자료

항목	대분류	중분류	소분류	통 계 자 료	산출근거 및 기준
수송비	철도화물 수송비	차급화물/수소화물		국토해양통계누리	- 화물운송과 관련된 원가를 기준으로 산출
	도로화물 수 송 비	영업용	일반화물	운수업통계조사보고서	- 도로화물 운송업의 수입을 기준으로 산출 - 일반화물, 택배화물, 용달화물, 개별화물, 용달화물, 파이프라인 자동차 운송업
			개별화물		
			용달화물		
			파이프라인운송	대한송유관공사	- 재무제표
		비영업용	운행비용	직접 산출	- 재료비, 인건비, 경비, 간접비용 구분
	수상화물 수 송 비	국 내	내항화물	운수업통계조사보고서 한국국제해운대리점협회 한국선주협회	- 통계조사보고서의 운수수입 및 내륙수상화물운송업의 운수수입으로 파악
			내륙수상화물		
		외 항	국적선사		- 통계조사보고서의 외항화물운송업의 운수수입으로 파악
			외국적선사		
	항공화물 수 송 비	국내		국적항공사 한국공항공사	- 국적항공사의 결산보고서와 한국항공사의 내부자료를 통한 항공화물수송비 파악
		국 제	국적항공사		
			외국적항공사		
	화물운송 대 행 료	화물운송대행료		운수업통계조사보고서	- 복합운송주선업과 화물자동차운송주선업의 수입
재 고 유 지 관리비	보 관 비	영 업 창 고	보통·냉장·위험물·농산물	운수업통계조사보고서	- 영업창고 보관 및 창고업 수입으로 파악
		자가창고		직접 산출	- 기업물류비실태조사 자가·위탁비율
	재고유지비			기업경영분석	-
	재고위험비			대한상공회의소	-
포장비	골판지포장비			한국골판지협동조합	- '2009년도 골판지포장 시장 진단 및 경영예측' 및 조합홈페이지 참조
	파렛트포장비			한국파렛트풀협회	-
하역비	육상 및 항공화물하역비			운수업통계 조사보고서	- 해당 업종의 수입 이용하여 산출
	수상화물하역비				
물 류 정보비	-			한국무역협회 한국은행	- 산업별 매출액 대비 물류정보 및 관리비용을 곱하여 산출
일 반 관리비	-			한국무역협회 한국은행	- 일반관리비율과 물류정보 및 관리비를 곱하여 산출

자료:『2007 국가물류비 산정 및 추이분석』, 한국교통연구원, 2009

3. 외부비용

가. 도로 혼잡(지체)비용

1) 개념 및 구성요소

○ 경제학적인 의미에서 볼 때 교통혼잡비용은 어느 한 차량의 도로 진입으로 인한 교통혼잡이 그 도로를 이용하는 제3자 모두에게 발생하지만 이에 대한 책임을 지지 않기 때문에 발생하는 사회적 비용(social costs)

○ "교통혼잡에 따른 자중 손실(External Cost or Deadweight Loss)"과 운전자가 혼잡으로 인한 책임이 본인에게 있다고 생각하지는 않지만 교통혼잡으로 인한 지체를 감내하는 '내부화된 혼잡비용(Internalized Congestion Cost)의 크기'의 두 가지로 정의됨

○ 교통혼잡에 따른 자중손실

- 도로연장의 총 길이를 h ㎞, 모든 차량의 운행거리를 x ㎞, 1㎞운행하는 드는 비용을 c(x)라 하면 자동차의 밀도는 x/h이고 모든 차량의 통행비용은 x·c(x)가 됨. 도로에서의 운행길이가 길어지면 자동차의 밀도는 증가하고 운행속도는 감소하여 운행비용 c(x)는 증가하게 됨. 각 운전자는 단위 ㎞당 운행비용 c(x)를 이미 알고 있어 자동차 운행이 c(x)보다 가치가 있다고 평가될 때 도로에 진입함. 그러나 추가적인 자동차의 진입은 기존의 모든 차량의 속도를 감소시켜 모든 다른 도로 사용자의 비용을 증대시킴. 따라서 추가적 운행의 한계비용은 특정 운전자의 개별비용 뿐만 아니라 다른 모든 운전자에게 미치는 추가적 비용을 포함함

$$\frac{dc}{dx} = c + x\frac{dc}{dx} \quad (1)$$

단, c : 개인의 사적 한계비용(Private Marginal Cost, PMC)

$x\frac{dc}{dx}$: 다른 모든 도로사용자의 비용증가분을 나타내는 한계외부비용(Marginal Exteranl Cost, MEC)

$$PMC = c(x) < c(x) + cdc/dx = PMC + MEC = SMC \quad (2)$$

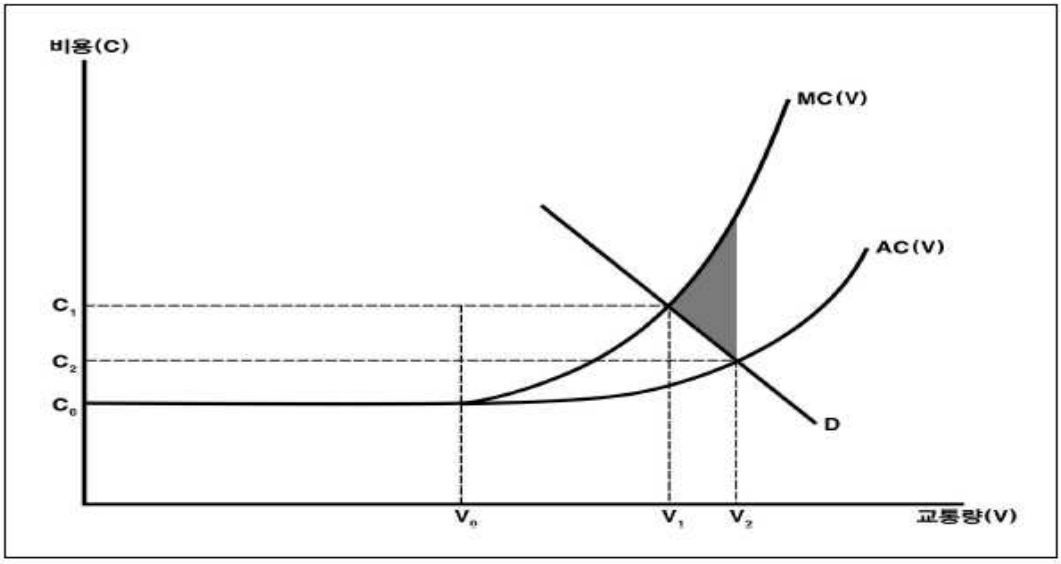
- 도로사용자는 자신의 한계편익(Marginal Benefit, MB)이 한계비용과 일치될 때까지 도로를 사용하게 되는데, 이때의 한계편익은 그의 사적한계편익(PMB)인 동시에 사

회적 한계편익(SMB)이기도 함. 그 결과 결국 사회적 한계비용이 사회적 한계편익보다 크기에 자원배분이 비효율성이 초래되어 시장의 실패가 발생함[4)]

$$SMC = PMB = PMC < SMC \quad (3)$$

- <그림 2-1>에서 현실에서 발생하는 교통량은 수요곡선에 의해서 산출된 지불의사비용(Willingness to Pay) 곡선 D와 평균비용곡선(AC)이 만나는 지점에서 결정됨. 평균의사비용곡선은 특정구간을 통과하는 교통량이 증가함에 따라 증가하는 곡선으로 다음의 식과 같이 도로용량(K)과 교통량(v)의 함수로 정의됨

$$AV = F(V,K) \quad (4)$$



<그림 2-1> 교통혼잡으로 인한 자중손실[5)]

- 한편 혼잡이 발생하는 시점에서 새로운 차량 한 대가 추가적으로 도로에 진입했을 때 현재 도로상 운행하고 있는 전체 차량의 운행속도를 저하시킴으로써 전체 차량의

4) 주학중 외, 『무질서의 경제적 비용에 관한 연구』, 한국개발연구원, 1995.
5) 자료: 한국교통연구원, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」, 조한선・이동민

운행비용을 추가적으로 증가시키게 됨. 이러한 추가운행비용을 한계비용(Marginal Cost)이라 하며 이는 다음의 식과 같이 정의됨

$$MC = \frac{\delta AC(V)V}{\delta V} \quad (5)$$

- 한계비용은 차량운행비용과 같이 일정 교통량에 도달하게 될 때까지는 차량의 통행수요보다 적으나 교통량이 증가함에 따라 점차 증가하는 곡선 형태를 나타냄. 경제학적 의미의 혼잡비용은 한계비용이 한계편익(수요곡선)보다 많은 지점에서부터 발생하며, 현재의 교통수요까지 추가로 지불하는 비용의 합계를 의미하는데 후생손실이 발생한다고 하여 자중손실이라 불림. 혼잡비용(CC)은 <그림 2-2>의 음영부분과 같이 한계편익을 나타내는 지불의사비용(D)과 교통량의 변화에 따른 평균비용함수(AC), 이에 따른 한계비용함수(MC)가 만드는 곡선에 의하여 결정되며 이는 다음과 같은 식으로 계산되며, 교통혼잡에 따른 자중손실의 크기는 <그림 2-2>의 음영부분의 면적과 같음

$$CC = \int_{V1}^{V2} [MC(V) - D(V)]dV \quad (6)$$

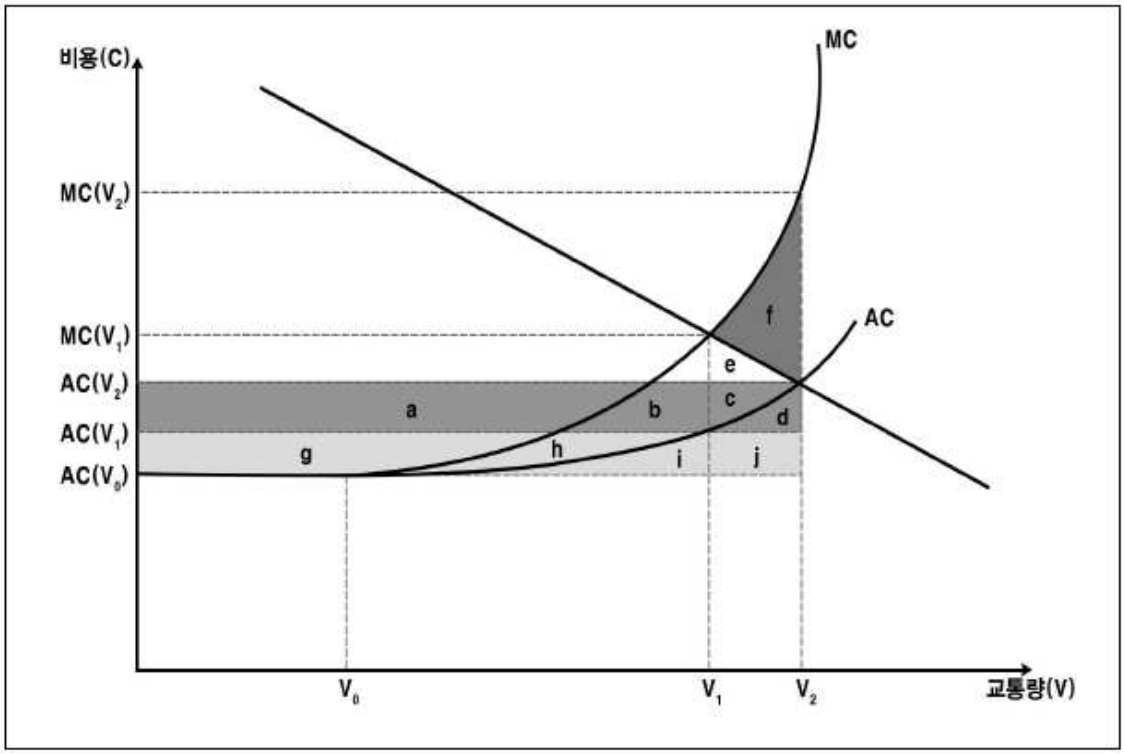
$$= V_2AC(V_2) - V_1AC(V_1) - \int_{V1}^{V2} D(V)dV$$

○ 내부화된 혼잡비용

- 외부효과는 자신의 경제활동과정에서 다른 경제 주체의 효용이나 생산에 의도하지 않은 영향을 미치는 현상을 말하며, 교통혼잡으로 인해서 발생하는 외부효과는 외부불경제에 해당함
- 교통혼잡비용을 '관찰시점의 교통량에 의해 유발되는 혼잡으로 인한 내부화된 외부효과의 크기'라고 한다면 도로상을 주행하는 차량이 설정된 기준속도 이하로 운행하게 될 때 혼잡이 발생하는 것으로 간주하되 이에 따른 추가 비용은 운전자들이 감내하는 것으로 이해됨. 이러한 차원에서 교통의 외부효과는 일부분 내부화되기 때문에 환경이나 소음 등에 의한 외부효과와는 차이가 있음[6)]

6) Transport Canada: The Cost of Congestion in Canada, Canada Department of Transportation, 2006

- 교통 혼잡으로 인한 내부화된 외부효과의 크기는 <그림 2-2>와 같이 시장균형 교통량인 V_2가 관찰시점의 속도로 운행할 때 소요되는 총비용과 기준속도로 교통량 V_0, 즉 혼잡이 발생하지 않을 때의 운행속도로 설정하면 외부비용의 크기는 a+b+c+d+g+h+i+j의 면적이 됨. 이와 달리 기준속도를 V_1비용에서의 속도로 설정하면 외부비용의 크기는 a+b+c+d의 면적이 됨.[7] 그림에서 a+b+c+d의 면적이 내부화된 외부비용이라면 f는 순수한 외부비용이라 할 수 있음



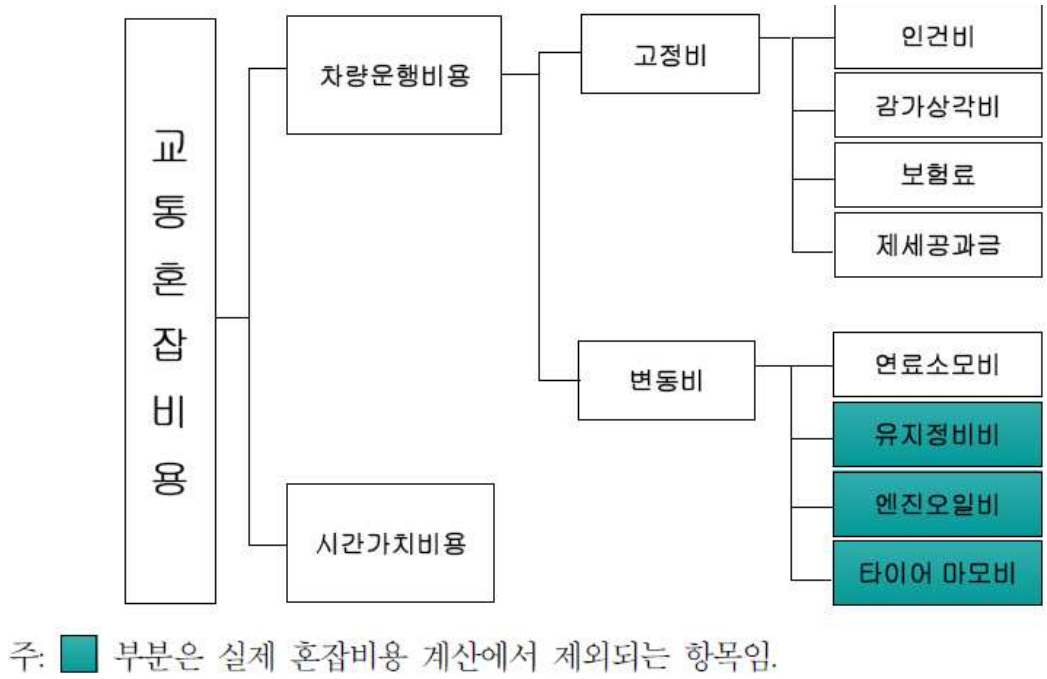
<그림 2-2> 내부화된 혼잡비용[8]

- 따라서, 교통혼잡비용은 도로상에서 발생하고 있는 교통혼잡으로 인하여 추가적으로 발생하는 사회적 한계비용(social marginal costs)의 합으로서 교통량이 도로용량 한계를 넘는 도로에 추가적으로 진입하는 한 대의 자동차가 여타 차량에 미치는 운행비용 및 시간비용의 한계적 증가분을 의미함
  - 우리나라의 경우 혼잡으로 인해 발생하는 비용을 크게 차량운행비용과 시간가치비용 두 가지의 구성요소를 고려하여 집계
  - 차량운행비는 고정비+변동비(유류비)의 합으로 구성

7) 김성수, "교통혼잡비용의 이론적 정립과 사용방안에 대한 소견", 『월간교통』, 1998
8) 자료: 한국교통연구원, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」, 조한선·이동민

- 시간가치비용은 교통혼잡으로 인하여 발생된 손실시간분의 비용(혹은 가치)
- 본 연구에서는 혼잡비용 중 운행비(유류비용+고정비용) 관련 부분은 개인비용에서 이미 반영되었기 때문에 시간가치비용만을 대상으로 함

○ 도로의 교통혼잡으로 인한 사회적 비용을 계량화



<그림 2-3> 교통혼잡비용의 구성요소[9)]

2) 방법론

○ 미국 : Texas Transportation Institute에서 매년 Urban Mobility Report를 발간하는데, 여기에서 미국의 85개 주요도시별로 교통혼잡비용을 추정

- 혼잡비용을 산정하기 위한 기본 데이터는 각 주의 DOT와 US DOT로부터 협조를 받고 있으며, 통행 및 도로 현황은 컴퓨터 모델과 지속적인 연구의 결과로부터 개발된 일정한 절차에 의해 분석
- Urban Mobility Report에서 제시하는 다양한 통계치를 계산하기 위하여 상수, 통행지체, 통행률 지표, 통행시간지표, 연료소모, 연료낭비, 교통혼잡비용, 혼잡통행비율, 도로혼잡지표 등 9가지 세부 항목으로 나뉘어서 진행

9) 자료: 한국교통연구원, 「2007년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이 분석」, 조한선・이동민

- 교통혼잡비용은 지체비용과 연료비용 두 개의 요인으로 나누어지고, 이 값들은 직접적으로 주행속도 계산과 연관됨. 지체비용은 승용차의 손실시간 추정치와 혼잡시의 상업용 차량의 증가된 운영비용의 추정치이며, 승용차의 혼잡으로 인한 연료비용은 첨두시 혼잡통행속도, 평균 연료소모량 및 차량의 지체시간에 의해 산정

○ 유럽 : 1996년 ECMT 보고서에서 계산한바 있으나 최근에는 별도로 산정하지 않은 경우도 있음

○ 우리나라 : 교통혼잡비용의 구성요소로 차량운행비용과 시간가치비용 고려

- 차량운행비용은 고정비와 변동비로 구성
  - 고정비: 인건비, 감가상각비, 보험료, 제세공과금
  - 변동비: 연료소모비, 유지정비비, 엔진오일비, 타이어 마모비 등

- 서울을 포함한 7대 도시에 대해 교통량과 속도 및 차종관련 자료를 수집하여 산정함
  - 현재는 교통량, 속도, 주행거리를 개략적으로 추정하여 활용하고 있으며, 교통량을 위해 자동차 등록대수를 사용하였고, 통행거리를 위해 차종별 1일 평균주행거리를 이용하고 있음

- 세부사항
  - 차량등록대수 : 도로별, 시간대별, 방향별 교통량 이용
  - 1년 평균 양방향 통행속도 : 도로별, 시간대별, 방향별 속도 이용
  - 등록차량 1일 평균주행거리 : 도로연장
  - 일반도로 및 자동차 전용도로 구분

- 교통혼잡비용의 산정 기준
  - 지역간 도로의 혼잡비용을 추정하기 위한 혼잡기준속도는 설계 서비스수준을 기반으로 하여 적정서비스 수준을 결정하고 이에 해당하는 통행속도를 찾아 교통혼잡기준 속도로 설정하여 사용
  - 고속도로의 서비스 수준: C(4차로 이상, 80km/h, 2차로 이상 70km/h)
  - 일반국도 및 지방도의 서비스 수준: D(60km/h)

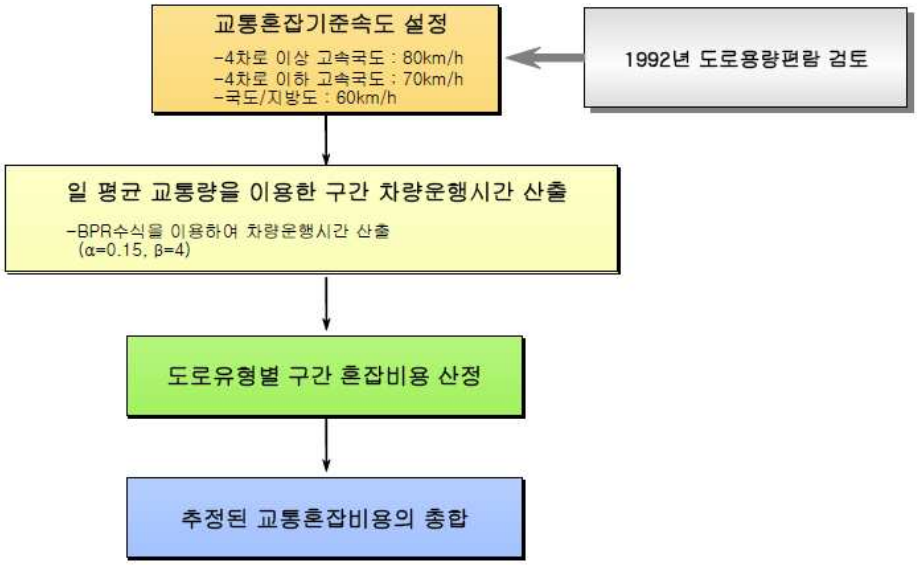
- 도시부 도로의 혼잡비용을 추정하기 위해, 차종별 차량대수는 교통안전공단에서 2년마다 발표하고 있는 차종별 1대당 1일 운행거리를 활용함

- 혼잡기준속도: 서비스 수준D 적용 (도시 고속화 도로: 60km/h, 도심 지역 25km/h, 도시 외곽 지역: 30km/h)), 27km/h를 도시부 혼잡기준속도로 설정
- 교통혼잡 시간대: 오전 Peak 07:30~09:00, 생활시간대 09:00~18:00, 오후 Peak: 18:00~20:00

1일 혼잡비용

$$= \sum_i \sum_j \text{구간별 교통량}_{ij} \times [\text{차종별 유류비}_j \times (\text{운행속도 연료소모량}_j - \text{기준속도 연료소모량}_j) + (\text{시간당 운행비}_j + \text{재차인원}_j \times \text{평균시간가치비용}_j) \times (\text{운행시간}_i - \text{기준운행시간}_i)] \times 0.6$$

여기서 i: 구간, j: 차종



나. 교통사고비용[10)]

1) 개요

○ 교통사고비용은 교통사고로 발생된 모든 경제적 손실을 부담주체와는 상관없이 화폐가치로 환산한 것을 의미

○ 교통사고비용은 크게 의료비용, 교통사고피해자의 생산손실, 물질적 피해, 행정비용, 심리적 비용 등으로 구성

- 의료비용: 교통사고 피해자에게 제공되는 치료와 재활은 만약 교통사고를 피할 수 있다면 다른 환자들의 치료 등과 같이 다른 목적으로 쓰일 수 있음
- 교통사고 피해자의 생산손실: 교통사고로 인해 생산활동에서 제외되어 발생되는 비용을 의미
- 물질적 피해: 차량수리비 및 도로시설물 보수비 등과 같이 자본재가 상하거나 파괴되었을 때 그들의 생산 서비스가 중단되어 발생되는 추가적 복지 손실
- 행정비용: 교통사고가 일어나지 않았다면 다른 목적이나 이익을 위하여 사용될 수 있는 여러 가지 행정비용이 소모됨
- 심리적 비용: 교통사고로 인해 사고 당사자는 물론 가족들이 느끼는 정신적 고통, 슬픔이나 압박정도를 비용으로 환산한 것

2) 방법론

○ 교통사고비용의 가장 대표적인 방식은 인적 자본법(Human Capital Approach)의 하나인 총생산손실법(Gross Outer Method)과 개인선호성법(Willingness to Pay Method)임

- 총생산손실법은 그 나라의 총 생산을 극대화하기 위한 방법이고 개인선호성법은 사회복지 측면에서의 접근 방법임
- 일반적으로 교통사고비용을 산출할 경우에는 실행하기 용이하고 이해하기 쉬우며 추정된 비용이 다소 보수적인 총생산손실법을 이용함

○ 총생산손실법은 교통사고로 인한 직·간접비용을 명확한 방법에 의해 산출하는데 반해 개인선호성법은 복잡한 설문 조사가 필요하며 설문조사 또한 개인적으로 차이가 많음

10) 한국교통연구원, 「2007년 교통사고비용 추정」, 심재익·유정복, , 2009

- 우리나라의 경우 개인선호방법을 채택하더라도 총생산손실법이 선행되어야 하는데 그 이유는 개인선호성방법에서의 교통사고의 직접비용 부분은 총생산손실법에 의한 방법으로 산출되기 때문임

○ 우리나라의 교통사고비용산정은 총생산손실계산법과 지불의사액산출법을 결합하여 사용

- 인적 자본법(Human Capital Approach)에 속하는 총생산손실계산과 지불의사액을 이용해 산정
- 총생산손실계산법은 그 나라의 총생산을 극대화하기 위한 방법이고 지불의사액산출법은 사회복지 측면에서의 접근 방법
- 교통사고비용 = 손실생산비용+차량손실비용+의료비용+행정비용+고통(PGS)비용의 합으로 정의

다. 교통환경비용

1) 개요

○ 교통비용을 구성하는 항목 중 교통환경비용은 외부비용의 다른 항목과 마찬가지로 교통서비스를 이용하는 과정에서 발생하는 비용을 다른 사람에게 부담시키는 비용으로서 대기오염, 소음, 생태계 파괴, 재산피해 등을 포함함[11)]

- 예를 들어, 대기오염물질을 배출하는 제조업체는 제품의 생산에 필요한 장비, 원자재, 인건비 등을 제품생산비용으로 간주하지만, 사회적으로는 배출된 오염물질이 산성비를 통해 산림이나 토양을 척박하게 하고 지역주민에게 호흡기질환 등을 유발하기 때문에 사회적 비용에 포함시켜야함
- 그러므로 교통부문의 외부비용을 내부화(internalising)하기 위한 교통환경비용의 산정이 필요함

○ 본 연구에서는 교통환경부문 중 대기오염, 소음, 온실가스로 인한 사회적 비용을 계량화 함

- 수질오염, 진동, 지반침하, 경관변화 등에 관한 비용은 피해범위의 정의, 추정방법론 등에 따라 비용금액이 크게 차이나고, 원단위 비용에 대한 견해가 일치되어 있지 않기 때문에 포함시키지 않음

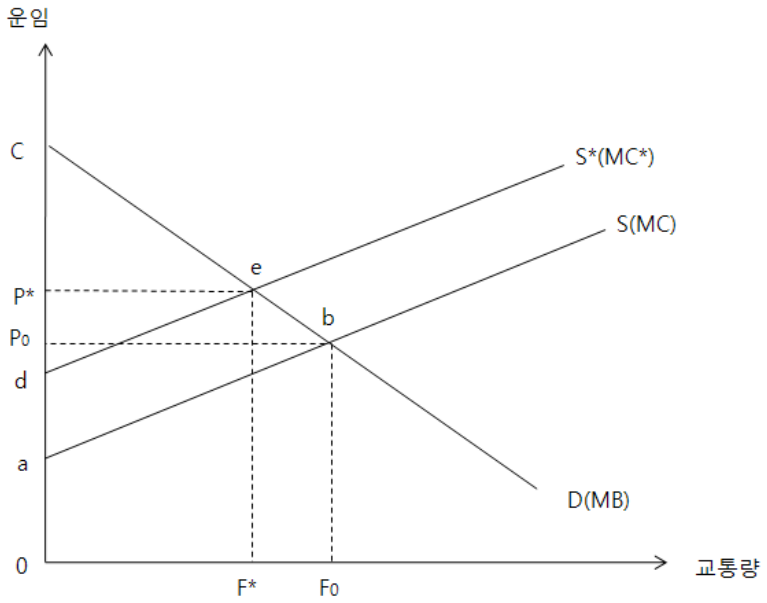
11) 교통환경 관련 사회적 비용의 계량화(2단계), 김강수, 한국교통연구원, 2001

2) 환경비용 내부화의 경제적 의미[12)]

○ 수요공급곡선에서 D는 이용자의 한계편익(Marginal Benefit)이며 장기적으로 이용자의 교통수요에 해당됨. 또한 S는 개별공급자의 한계비용(Marginal Cost)으로 장기적으로는 교통의 공급임

○ S^*(=MC^*)는 사회적으로 야기되는 비용으로서 사회적으로 바람직한 운임과 공급량은 사회적 비용과 수요가 교차하는 e(P^*, F^*)점이지만, 개별 기업이 느끼는 사적비용은 사회적인 비용보다 낮은 수준에 위치하므로 사회적으로 바람직한 가격 P^*보다 더 낮은 P0의 운임으로 사회적으로 바람직한 공급량 F^*보다 더 많은 F_0을 공급하게 됨. 즉, 사적 비용에 의한 균형점은 b점에서 결정됨

○ 이 경우 소비자와 생산자 잉여를 합한 산업의 총잉여는 사회적으로 바람직한 총 잉여 △dec보다 증가한 △abc가 되지만 증가분 □abed는 산업 전반의 효율성 저하와 환경자원의 착취를 통해 이루어짐



<그림 2-4> 교통부문의 외부 비용이 발생할 경우의 균형

○ 따라서 정부가 조세나 기타 경제적 유인정책으로 운송서비스의 공급곡선을 S*으로 이전시켜 외부 비용을 내부화(internalize)시킬 경우 산업내의 총 잉여는 △abc에서 △dec로 줄어들지만 □abed만큼 산업 전반의 효율성이 개선되고 환경자원의 착취 및 비용발생이 감소됨

12) 운송수단별 환경비용 추정과 시사점, 신승식, 한국해양수산개발원, 2001

3) 환경비용 계량화 방법론

○ 환경비용의 경제적 가치는 사용가치(User value)와 본질가치(Intrinsic value)로 나눌 수 있음[13)]

- 사용가치는 우리가 환경을 이용함으로서 얻게 되는 편익을 지칭
- 본질가치는 자연 또는 환경이 실제사용이나 앞으로의 사용 가능성과 상관없이 가지는 본질적인 가치를 말함

○ 환경의 가치를 평가하는 방법은 크게 간접적 계량화 방법과 직접적 계량화 방법이 있음

- 직접적 방법론은 환경피해 또는 편익을 직접적인 금전적 가치로 환산하고자 하는 방법론임
- 간접적 방법론은 환경피해 또는 편익의 추정에 있어서 직접적으로 현시된 환경의 금전적 가치를 추정하는 것이 아니라 대신 환경피해가 인간의 건강이나 농작물, 건축물 등에 끼치는 피해를 상품이나 시장 활동에 묻어 있는 환경적 가치를 추출하는 방법임

○ 직접적 방법론의 대표적 방법론은 조건부 가치측정법(Contingent Valuation Method, CVM)임

- 조건부 가치측정법은 설문조사 등을 이용하여 환경에 대한 선호정도를 지불의사액(Willingness to Pay)이나 수취의사액(Willingness to Accept)을 통해 금전적으로 환산하여 추정하는 방법임
- 사용가치 뿐만 아니라 비사용가치를 모두 측정할 수 있기 때문에 다양한 대상에 사용할 수 있는 장점이 있지만 응답자의 의사능력에 크게 의존하며 환경과 같은 무형재화가 팔리는 시장구조를 잘 묘사하는 것이 중요함

○ 간접적 방법론의 종류는 다음과 같음

- 여행비용평가법(Travel Cost Method)은 비시장재화의 가치를 그 재화와 관련되어 있는 시장에서의 소비행위와 연관시켜서 간접 측정하는 방법으로 환경시설을 이용하기 위하여 도달하는데 소요된 시간과 비용에 관한 정보를 이용함

13) 교통환경관련 사회적 비용의 계량화(1단계), 이성원 외, 교통개발연구원, 2000
물의 가치추정을 위한 경제학적 기법, 류문현, 물과미래, 2009

- 회피비용접근법(Averting Behavior Method)은 환경오염의 피해를 줄이거나 회피하기 위해 지불된 비용을 환경의 가치로 간주하는 방법임
- 헤도닉 가격기법(Hedonic Price Method)은 시장에서 거래되는 상품의 가격에 환경의 가치가 포함되어 있는 경우 이를 이용하여 환경의 잠재적인 가치를 추정해 내는 방법으로 주택가격에 포함되어 있는 환경의 가치가 대표적 예임

○ 본 연구에서는 유지비용법(Maintenance Cost Method)을 통해 환경비용을 추정함

- 유지비용법은 오염물질을 저감시키는데 필요한 추가적 저감기술 사용의 장착 및 유지비용을 환경비용으로 계상하는 방법임
- 한국 환경정책평가연구원(2002)에서 산정한 원단위법 적용사례를 이용함
  - 교통수단별 차종별 대기오염물질 배출량 산정(톤/년)
  - 대기오염물질의 단위 사회적 비용(원/톤)을 적용하여 교통환경비용을 계량화
- 본 과업에서는 한국환경정책·평가연구원(2002)에서 산정한 방법을 기초로 2009, 2010년 기준 획득 가능한 자료를 개선하여 환경비용을 산정함
  - 자료 취득의 어려움 등으로 인해 육상교통수단(도로 및 철도)에 대해서만 환경비용을 추정함

① 대기오염

○ 아황산가스, 질소산화물, 일산화탄소, 오존, 먼지(입자상물질) 등 자동차에서 배출되는 오염물질은 주로 인간에게 호흡기 계통의 질환과 폐기능에 장애를 주어 식물에게는 주로 잎의 고사, 이상낙엽, 개화장애 등의 피해 줌(한국환경정책평가연구원, 2002). 이외에도 인체에 독성, 발암잠재성 및 생체축적 등을 일으켜 낮은 농도에서도 건강에 악영향을 초래할 뿐만 아니라 오존층 파괴와 광화학적 스모그현상 등을 일으킴

<표 2-11> 대기오염물질이 인체에 미치는 영향

항 목	피 해
아황산가스	- 인체 호흡기 질환, 식물의 성장피해
미세먼지	- 아황산가스와 결합하여 호흡기질환 유발
일산화탄소	- 혈중의 헤모글로빈과 결합하여 산소공급 저해, 두통, 현기증 유발
질소산화물	- 코와 인후 자극, 호흡기 장애, HC와 함께 광학적 스모그 생성
탄화수소	- NO2와 혼합될 경우 강렬한 햇빛에 의하여 광화학 스모그 생성
오존	- 눈자극, 농작물 피해

자료: 환경부, 2001.『환경통계연감』

○ 도로이동부문에서 대기오염물질 배출량은 2004년 이후 감소추세를 보임

<표 2-12> 도로이동부문 대기오염물질 배출량

단위: 톤/년

	SOx	NOX	TSP	PM10	CO	VOC	NH3
1999	5,742	352,401	20,619	20,619	717,584	119,669	10,763
2000	6,441	365,242	21,749	21,749	727,548	119,616	10,144
2001	7,209	437,341	26,795	26,795	677,180	120,845	10,304
2002	6,309	462,108	27,225	27,225	647,091	116,732	10,566
2003	6,654	472,245	27,903	27,903	625,812	111,474	10,673
2004	6,600	490,481	28,898	28,898	636,938	112,435	11,332
2005	5,190	455,217	25,312	25,312	584,485	102,198	10,946
2006	1,213	450,080	23,911	23,911	610,762	101,973	10,985
2007	856	495,084	22,694	22,694	546,493	95,404	10,348
2008	690	428,204	17,937	17,937	483,446	91,089	8,449
2009	855	389,134	16,541	16,541	618,328	88,912	9,985

자료: 환경통계연감, 2011, 환경부

○ 도로 및 철도에 대해 CO, HC, NOx, PM, SO2 등의 주요 대기오염물질에 대한 비용을 계량화

- 자동차 등록대수와 연평균 주행거리에 배출계수를 곱하여 차종별·연료별로 구분된 배출량을 산출함
- 계산된 대기오염물질 총배출량을 이용해 오염물질별로 단위 사회적 비용(천원/톤)을 산정하여 총비용을 산정함

○ 도로의 2008년 배출계수는 국립환경과학원(2007)의 배출계수식을 이용하여 속도를 대입하여 구하였으며, 자료획득이 가능하지 않은 것은 2000년 자료를 활용

- 속도는 2005년 서울시 평균속도 22.9km/h를 적용함
- 철도의 배출계수는 자료의 미비로 인해 2000년 값을 수정하지 않고 적용함

○ 대기오염물질별 단위 사회적 비용을 산정하기 위한 오염물질별 원단위는 한국환경정책평가연구원(2002)의 값에 2010년 평균환율(매매기준율) $ 1 = 1156.05원을 적용

<표 2-13> 대기오염물질 배출량 산정방법

수송수단	배출량 산정 방법
도 로	배출량(톤/년)=자동차등록대수(대/년) × 차종별 연평균 주행거리(km/대·년) × 배출계수(g/km) × 10^{-6}(톤/kg)
철 도	배출량(톤/년)=배출계수(kg/kl) × 연간 연료소비량(kl/년) × 10^{-3}(톤/kg)

자료: 건설교통부. 2001. 『교통분야 온실가스 감축관련: 온실가스 감축대책 등 교통환경관련규제의 거시경제효과 분석』(도로 부문). 철도청. 1997. 『디젤기관의 배출가스 대기오염 현황 및 저감방안에 관한 연구』(철도부문)

<표 2-14> 도로의 대기오염물질 배출계수

구분		등록대수[1](대)	주행거리[1] (km/대・년)	도로 배출계수(g/km)				
				CO	HC	NOx	PM	SO_2[2]
승용차	휘발유	8,712,279	10,497.4	0.96	0.12	0.27	0.00	0.01
	경유	2,732,550	15,596.5	0.92	0.14	0.85	0.09	0.00
	LPG	1,875,545	28,309.4	2.51	0.21	0.62	0	0.01
승합차	휘발유	7,694	8,278.2	0.95	0.12	0.28	0	0.00
	경유	703,958	22,772.3	3.68	1.07	8.3	0.24	0.08
	LPG	326,256	14,994.2	1.9	0.14	0.43	0	0.09
화물차	휘발유	11,455	6,967.9	0.95	1.7	0.28	0	0.09
	경유	2,888,614	20,494.8	4.98	1.53	13.69	0.56	0.01
	LPG	233,706	14,873.8	1.9	0.14	0.43	0	0.00
특수차	휘발유	26	4,445.7	0.95	1.7	0.28	0	0.07
	경유	53,753	47,548.5	4.98	1.53	13.69	0.56	0.08
	LPG	410	19,943.6	1.9	0.14	0.43	0	0

주: 1) 교통안전공단, 2010년도 자동차 주행거리 실태조사 보고서
2) SO_2의 배출계수는 한국환경정책평가연구원(2002) 자료에서 재인용 함
자료: 환경부· 국립환경연구원, 2000, 대기오염물질배출량('99)

<표 2-15> 디젤 기관차 및 디젤동차의 배출계수

단위: kg/kℓ

구분	CO	HC	NOx	PM	SO_2
디젤기관차	26.36	10.66	64.36	4.16	1.64
디젤동차	15.07	6.2	37.75	2.68	1.08

자료: 철도청. 1997.『디젤기관의 배출가스 대기오염 현황 및 저감방안에 관한 연구』

<표 2-16> 대기오염물질의 단위 사회적 비용(천원/톤)

구분	일산화탄소	HC	NOx	PM	SO2
단위외부비용	6,517.0	7,573.9	7,840.7	25,599.0	8,806.6

주: 1) 환경정책평가연구원(2002)을 이용하여 재작성

② 온실가스

○ "온실가스"라 함은 적외선 복사열을 흡수하거나 재방출하여 온실효과를 유발하는 대기 중의 가스상 물질로서 이산화탄소(Tier), 메탄(CH_4), 아산화질소(N2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs) 또는 육불화황(SF6)을 말함

○ 온실가스는 현재 규제되고 있는 대기오염물질인 아황산가스(SO_2), 미세먼지(PM10), 오존(O_3), 이산화질소(NO_2), 일산화탄소(CO), 납(Pb) 과는 구별되나 지구온난화 문제는 현재 세계적인 이슈로서 온실가스에 대한 규제의 목소리가 높아지고 있음

○ 기후변화 협약 등 대외여건이 급변하고 있는 상황에서 2005년 발효된 교토의정서에 의해 국가별 온실가스 감축이 시행되고 있으며 현재는 OECD 국가 중에서 한국과 멕시코를 제외한 모든 나라가 1990년 대비 온실가스 배출량을 평균 5.2% 감축하는 것을 의무로 하고 있음

○ 따라서, 기후변화 협약 및 교토의정서에 의한 온실가스 감축 의무 대비를 위해 온실가스 배출량 산정이 필요하며, 국가차원 또는 지자체 차원의 제반 교통계획수립 및 운영전략 구축에 있어서 온실가스 배출량에 대한 분석, 관리, 감축방안 수립에 대한 필요성이 점차 높아지고 있는 실정임

○ 우리나라의 도로부문 온실가스 배출통계는 기본적으로 IPCC guideline에서 제시된 방법론을 사용하여 구축되고 있음(Tier 1 방법)

- 전체 연료별 에너지소비량을 기초하여 수송수단별 연료 소비량을 통해 각 수단별 온실가스 배출량을 구축
- Tier 1 방법을 사용하며 도로, 철도, 항공, 해운 수단별로 사용되는 주요 유종의 에너지 사용량을 바탕으로 산정함

$$CO_2 = \sum_{i=0}^{N} \text{연료소비량}_i \times \text{배출계수}_i \times \text{산화율}_i \times \text{탄소몰입량}_i \times \frac{44}{12}$$

연료별 총 연료 소비량 조사

수송수단별 각 연료 소비량 조사

연료 배출계수를 이용한 배출량 산정

○ 사용연료별 분류

<표 2-17> 사용연료종류별 용도

연료종류	내 용
경유	디젤엔진 장착 승합차, 버스, 화물차에서 사용
휘발유	가솔린엔진을 장착한 승용차 등 소형차에서 사용
LPG	택시에서 주로사용, 일부 승용차에서 사용
제트유	일반적으로 불리는 항공유로 항공기에서 사용

③ 소음

○ 개념 및 정의

- 일반적으로 시끄러운 소리, 듣기 싫은 소리를 뜻하며 『소음·진동규제법 제 2조』에 의하면 "소음"이라함은 『기계·기수·시설 기타물체의 사용으로 인하여 발생하는 강한 소리』를 말함
- 소음을 계량하는 단위는 데시벨(dB)이며, 일상생활에서 보통 30~40dB로부터 최고 80~90dB까지의 소음에 노출되는 것으로 보고되고 있음
- 소음이 인체에 미치는 영향은 다양한 형태로 나타나는데 일상적인 소음이 지속될 경우 짜증유발, 행동변화, 스트레스 등의 영향이 있을 수 있음
- 85dB 이상의 높은 소음에 지속적으로 노출될 경우 심각한 청각장애나 신경계장애가 발생할 수 있으며 혈압증가 등의 심혈관계 장애나 호르몬 분비 이상 등의 문제를 발생시킴[14)]
- 소음으로 인한 피해기준은 보통 60dBA 이하이며, 소음이 60dBA 이상일 때는 생리적 변화로 인한 피로감의 가중, 심장 박동수의 변화, 혈압의 증가, 호르몬 분비의 변화와 같은 신경계통과 관련된 스트레스를 받으며 순환기계통의 질병을 유발할 수 있고, 85dBA 이상일 경우에는 청각장애를 일으킬 수 있음(INFRA/IWW, 2000)
- Babisch(1993) 등은 65dB 이상의 교통소음에 노출될 경우 심장질환의 발병 가능성이 20% 증가하는 것으로 분석한 바가 있으며, Babisch(1994) 등은 심장계 질환의 발병 가능성이 교통소음의 수준이 높아짐에 따라 동반 상승하는 관계를 밝혀냈음

○ 소음환경기준

- 환경기준은 국민의 건강을 보호하고 쾌적한 생활환경을 보전하기 위한 국가목표로서의 기준으로 환경정책·목표지침으로서의 의미를 갖는 것으로 규제기준을 정하는 기초가 됨

14) Berucksichtigung wissenschaftlicher Erkenntnisfortschritte im Umweltschutz fur die Bundesverkehkehreswegeokanung, Planco 1995, p117.

- 우리나라 소음환경기준은 국제표준화기구(ISO)의 주거환경과 작업능률 및 기타 사회활동에서 가장 적합한 소음권고기준을 근거하여 『환경정책기본법』에 규정
- 전국을 『국토이용관리법(도시지역은 도시계획법)』의 지역구분에 따라 4개지역으로 구분하여 시간대별 차등 설정

<표 2-18> 소음환경기준

단위: Leq dB (A)

지역구분	적용대상지역	기준	
		낮(06:00~22:00)	밤(22:00~06:00)
일반지역	"가"지역[1]	50	40
	"나"지역[2]	55	45
	"다"지역[3]	65	55
	"라"지역[4]	70	65
도로변지역[5]	"가" 및 "나"지역	65	55
	"다"지역	70	60
	"라"지역	75	70

주: 1) "가"지역: 녹지, 전용주거, 자연환경보전지역 및 학교, 병원주변 50m 이내 지역
2) "나"지역: 일반주거, 준주거지역, 준도시지역 중 시설용지외의 지구
3) "다"지역: 상업, 준공업 지역
4) "라"지역: 일반공업, 전용공업지역, 도시지역 및 준도시지역 중 시설용지 지구
5) 도로변지역: 도로변지역이라함은 도로단에서 차선수*10m이며 고속도로나 자동차전용도로의 경우 도로단으로부터 150m까지가 도로변지역임

자료: 환경정책기본법 제10조

<표 2-19> 우리나라와 각국의 소음환경기준 비교

단위: Leq dB (A)

구 분		한 국		일 본		독 일		영 국		미 국 시카고
		낮	밤	낮	밤	낮	밤	낮	밤	낮
일반지역	전용주거지역	50	40	55	45	45	35	50	40	-
	일반주거지역	55	45	55	45	50~55	35~40	55~60	45~50	55
	상업, 준공업 지역	65	55	60	50	60~65	45~50	65	55	61
	공업 지역	70	65	60	50	70	70	70	60	-
도로변지역	주거 지역	65	55	60~65	55~60	65	55	-	-	-
	상업, 준공업 지역	70	60	65	60	70	60	-	-	-
	공업 지역	75	70	65	60	75	65	-	-	-

주: 1) 낮(06:00~22:00), 밤(22:00~06:00)
2) 일본은 전국을 3개 지역유형으로 분류하여 시간대별로 차등설정하고 있음
- 일반지역 구분: 학교·병원·도서관(낮 50dB, 밤 40dB), 전용·일반주거지역, 상업·공업지역
- 도로변지역 구분 : 전용주거지역, 일반주거지역, 상업·공업지역
3) 미국은 지방자치단체별로 지역실정에 맞게 기준을 설정
4) 우리나라의 환경기준은 영국과 대체로 유사하고 일본, 독일(주거지역)보다 완화되어 있음

자료: 환경정책기본법 제10조

○ 교통소음의 한도

- 교통소음문제가 날로 심각해짐에 따라 효율적으로 규제하기 위하여 도로와 철도 등의 소음·진동으로 피해를 받는 자에게 대책이 필요하다고 판단되는 수준을 정한 것이며, 한도 초과 시 방음시설을 설치하거나 원인자에게 대책수립을 요청할 수 있음

- 도로

<표 2-20> 교통소음의 한도(도로)

대상지역	구분	한도	
		주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구,자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A))	68	58
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구, 미고시지역	소음 (LeqdB(A))	73	63

주: 1) 대상 지역의 구분은『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』에 따름
2) 대상 지역은 교통소음의 영향을 받는 지역을 말함
자료: 소음·진동규제법 시행규칙 제27조

- 철도

<표 2-21> 교통소음의 한도(철도)

대상지역	구분	한도			
		2000년 1월 1일~2009년 12월 31일		2010년 1월 1일부터	
		주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)	주간 (06:00~22:00)	야간 (22:00~06:00)
주거지역, 녹지지역, 관리지역 중 취락지구 및 관광·휴양개발진흥지구, 자연환경보전지역, 학교·병원·공공도서관의 부지 경계선으로부터 50미터 이내 지역	소음 (LeqdB(A)	70	65	70	60
상업지역, 공업지역, 농림지역, 생산관리지역 및 관리지역 중 산업·유통개발진흥지구,미고시지역	소음 (LeqdB(A))	75	70	75	65

주: 1) 대상 지역의 구분은 『국토의 계획 및 이용에 관한 법률』에 따름
2) 정거장은 적용하지 아니하며, 철교는 2010년 1월 1일부터 적용함
3) 총리령 제474호 소음·진동규제법시행규칙중개정령의 시행일(1994년 11월 21일) 이후 준공되는 철도에 대하여는 2010년 1월 1일부터의 한도를 적용함
4) 대상 지역은 교통소음의 영향을 받는 지역을 말함
자료: 소음·진동규제법 시행규칙 제27조

○ 산정 방법론

- 세계적으로 교통소음에 대한 연구는 아직 매우 부족한 실정이며, 아직까지 소음의 폐해를 측정하는데 어려움이 큰 실정이며, 비록 소음을 화폐적 가치로 표현하는 것이 아직은 그 신빙성이 입증되지는 않았지만 가장 일반적으로 사용되는 방법으로는 시장가격 측정과 피해예방을 위해 드는 비용(방지비용법) 그리고 피해복구를 위한 비용 또는 건강피해 치료비용 등이 있음
- 본 연구에서는 명시선호법, 방지비용법, 자산가치손실 방법 중 방지비용법을 활용하여 교통부문에서 발생되는 소음비용을 산정함
  - 자료의 수집가능성과 방법론에 따라 수단별 소음비용 산정은 도로 및 철도에 한정하여 산정하였음
- 본 분석에서는 「육상교통 수단의 환경성 비교분석」에 따라 소음 비용을 도로 및 철도의 연장과 단위 방음벽 설치비를 내구연한으로 균등화한 연 평균비용의 곱으로 산출함
  - 유료 소음피해율 및 평균소음은 상기 언급한 「육상교통 수단의 환경성 비교분석」에서 제시하고 있는 16.5%와 기준 소음수준은 55dB(A)를 적용하며, 평균소음 70dB(A)에서 15dB(A)를 감소시키는 방식으로 계산
  - 방음벽의 높이에 따라 수음점에서의 소음의 크기는 상이하며 방음벽의 높이가 3m일 때 수음점에서 소음은 평균 10dBA이 감소함

- 소음비용 산정에 이용되는 도로 및 철도의 연장자료는 「국가교통·SOC」의 자료를 참고하였으며 소음가치의 원단위를 살펴보면 다음과 같음
  - 도로 및 철도 등 교통부문에서 발생하는 소음은 동질적(homogeneous)인 것으로 간주하고 교통소음가치를 일반화하여 적용함

<표 2-22> 교통수단별 소음 원단위 및 소음가치(2009년 기준)

단위: 원/db·년·m

구분	도시부	지방부	평 균
소음가치의 평균원단위	4,023	1,737	2,048

자료: 국토해양부, 『교통시설투자평가지침(4차개정)』, 2011. 11

제3절 총교통비용 산정

1. 정부비용

가. 정부비용

○ 우리나라의 중앙정부 예산은 일반회계와 19개의 특별회계(기업특별회계 4, 기타특별회계 15) 등 총 20개의 회계로 구성[15]

- 교통부문 예산 회계는 일반회계와 교통시설 특별회계, 국가균형발전특별회계로 이루어져 있음
- 교통시설특별회계는 '90년대 초반 들어 교통혼잡 증가와 그에 따른 물류비용 증대 등 국가경쟁력 약화라는 사회적 문제에서 발생하여 도로·철도·공항 및 항만의 원활한 확충과 효율적인 관리·운영을 위하여 휘발유·경유 특별소비세를 교통세로 전환하고, 교통세를 주요세원으로 하여 설치함[16]

○ 국가 교통 및 물류 부문 사회간접자본시설의 투자비는 증가하고 있는 추세임

- 도로부문 비중은 점점 줄어들고 있으며 철도부문은 증가 추세임

<표 2-23> 연도별 SOC 투자 현황

단위 : 억원

구 분	2007		2008		2009		2010	
	금액	%	금액	%	금액	%	금액	%
SOC 계	184,218	100	206,207	100	254,974	100	244,406	100.0
(증가율)	(0.0)		(11.9)		(23.6)		(-2.7)	
도 로	75,330	40.9	80,682	39.1	95,850	37.6	74,487	30.5
철 도	34,625	18.8	38,869	18.9	47,654	18.7	44,338	18.1
도시철도	12,845	7.0	13,853	6.7	15,898	6.2	9,717	4.0
해운항만	20,622	11.2	20,491	9.9	21,298	8.4	16,333	6.7
항공및공항	3,334	1.8	2,109	1.1	592	0.2	679	0.3
물류등기타	10,746	5.8	16,125	7.8	22,264	8.7	22,434	9.2
수 자 원	16,210	8.8	15,536	7.5	28,434	11.1	50,182	20.5
지역및도시	6,330	3.4	10,913	5.3	14,177	5.6	16,424	6.7
산업단지	4,176	2.3	7,629	3.7	8,808	3.5	9,811	4.0

자료: 국토해양부 철도정책관실, 철도업무편람(2011)

15) 2005년말 기준
16) 자료: 국토해양부 교통정책실 홈페이지

1) 도로부문

○ 도로부문 주요 재원별 투자를 보면 교통시설 특별회계(도로계정), 국가균형발전특별회계, 지방교부세, 지방비, 한국도로공사 조달액, 민자부담금 등으로 구성됨

- 교통시설 특별회계의 세입은 교통·에너지·환경세(휘발유 및 경유특소세), 승용차 특별소비세, 수입자동차 관세 일부, 고속도로건설융자 원금 이자수입, 도로점용료, 각 교통시설 사용료, 일반회계추가전입금, 균특회계 등으로 구성
- 도로계정 세출항목은 고속도로건설, 국도건설, 도로관리, 지지체도로건설지원, 민자도로건설 및 관리, 책특회계지원, 국도유지보수, 도로차관상환 등으로 편성

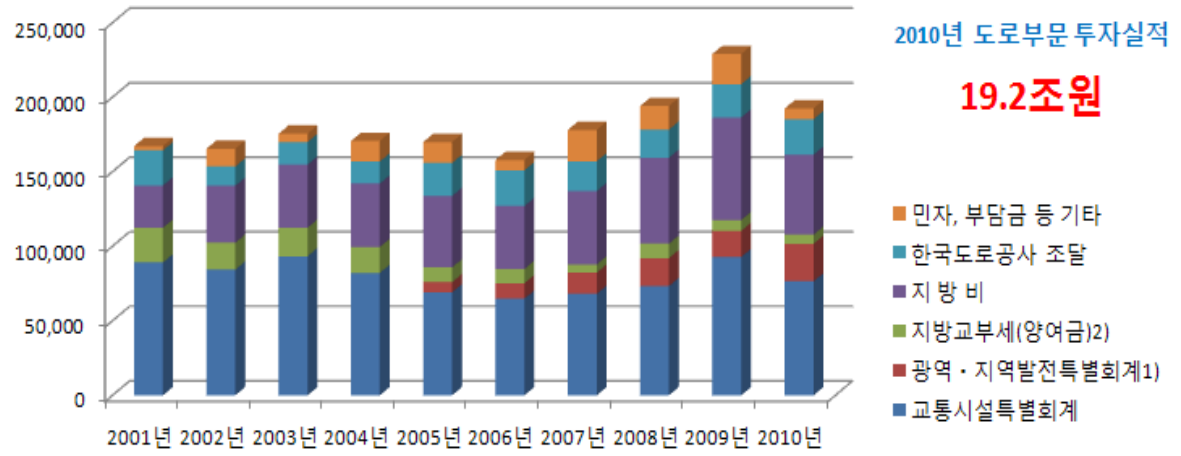
<표 2-24> 도로부문 재원별 투자실적

단위: 억원

구 분	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계	165,436	175,524	170,598	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452
교통시설특별회계	84,287	93,289	82,143	69,164	64,818	68,121	73,354	92,868	76,477
광역·지역발전특별회계[1]	-	-	-	6,754	10,423	14,108	18,709	17,413	25,211
지방교부세(양여금)[2]	18,050	19,210	17,342	9,941	9,562	5,557	9,668	7,345	6,124
지 방 비	38,301	42,272	42,574	47,880	42,196	49,238	57,656	68,811	53,648
한국도로공사 조달	12,859	15,161	14,732	22,119	23,978	19,957	18,795	22,312	23,776
민자, 부담금 등 기타	11,939	5,592	13,807	14,038	6,918	21,104	15,911	20,240	7,215

주: 1) '05년 신설된 국가균형발전특별회계는 09년부터 광역·지역발전특별회계로 명변경
2) 지방양여금 : '04.1 폐지, '05년부터 지방교부세로 흡수
자료: 도로업무편람 2011, 국토해양부

○ 2010년 기준 도로부문 교통비용을 산정한 결과 총 19조 2,452억원이었으며, 2004년 이후 감소 추세였다가 2007년 이후 다시 증가하는 것으로 분석되었음



<그림 2-5> 도로부문 재원별 투자실적

<표 2-25> 도로부문 도로종류별 투자실적

단위: 억원

구 분		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계		167, 247	165, 436	175, 524	170, 598	169, 896	157, 895	178, 085	228, 989	192, 452
고 속 도 로		45, 505	38, 977	40, 279	44, 441	50, 295	44, 328	55, 010	55, 729	42, 382
일반국도	소 계	58, 131	59, 999	63, 467	56, 212	51, 349	43, 716	45, 786	61, 643	63, 409
	시 구 간	3, 132	3, 512	4, 100	5, 892	4, 886	3, 712	4, 825	3, 912	1, 915
	시외구간	54, 999	56, 487	59, 367	50, 320	46, 463	40, 004	40, 961	57, 731	61, 494
특 별 시 도		3, 661	6, 876	6, 835	6, 983	6, 875	5, 706	7, 169	13, 644	9, 179
광 역 시 도		11, 691	9, 798	12, 302	13, 050	11, 260	15, 335	12, 536	17, 659	21, 834
지방도	소 계	18, 559	16, 096	20, 549	18. 95	22, 062	21, 710	25, 674	33, 554	21, 764
	국가지원	11, 874	6, 730	8, 407	9, 454	10, 392	10, 302	13, 493	16, 761	10, 108
	일 반	6, 685	9, 366	12, 142	9, 496	11, 670	11, 408	12, 181	16, 793	11, 656
시 도		11, 884	15, 345	15, 826	13, 864	13, 464	12, 402	17, 767	26, 709	18, 243
군도·구도		11, 132	12, 664	10, 240	11, 140	10, 167	10, 435	9, 751	14, 507	10, 750
농어촌도로		6, 684	5, 682	6, 026	5, 958	4, 424	4, 263	4, 392	6, 543	4, 892

자료: 도로업무편람 2011, 국토해양부

<표 2-26> 도로부문 건설비와 운영비

단위: 억원

구 분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
합 계	167, 247	165, 436	175, 524	170, 598	169, 896	157, 895	178, 085	194, 093	228, 989	192, 452
건 설	150, 923	148, 411	153, 117	154, 267	152, 668	136, 510	158, 671	168, 894	204, 147	170, 328
운 영	16, 324	17, 025	22, 407	16, 331	17, 228	21, 385	19, 414	25, 199	24, 842	22, 124

자료: 국토해양부

<표 2-27> 연도별 도로유지보수 투자금액

단위: 억원

구 분		2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계		17,025	22,407	16,331	17,228	21,385	19,414	25,200	24,842	22,124
보수비	소 계	16,337	19,461	15,377	16,126	21,385	19,414	25,200	24,842	22,124
	고속국도	1,134	1,316	1,423	1,893	2,679	2,519	2,495	3,322	3,022
	일반국도	8,472	9,954	6,957	6,871	7,989	7,470	7,086	10,002	7,966
	특별광역시도	2,639	1,836	2,384	2,185	3,310	3,164	3,717	3,727	3,871
	지방도	953	1,914	1,367	1,746	2,482	2,448	7,237	2,864	2,853
	시 도	1,634	1,695	1,684	2,051	2,738	2,059	2,687	2,709	2,560
	군 도	1,505	2,746	1,562	1,379	2,186	1,754	1,977	2,218	1,852
행정지원비	소 계	688	2,946	954	1,102	-	-	-	-	-
	접도구역관리비	6.4	39.58	9.85	11.43	-	-	-	-	-
	도로보수원(인건비)	682	2,907	944	1,090	-	-	-	-	-

주: 1) 2006년부터는 보수비에 행정지원비가 포함됨
자료: 국토해양부, 도로업무편람(2011)

2) 철도부문

○ 철도부문 부문별 투자실적은 2004년도를 제외하고 계속 증가하고 있으며 도시철도 경영진지원 부문을 제외한 모든 부문에서 투자금액이 증가하고 있음

○ 2010년 기준 철도부문 교통비용을 산정한 결과 5조 3,512억원으로 산정되었음

- 철도 전 부분의 비용이 증가추세이며 특히 광역철도는 지속적으로 증가하고 있음

○ 철도부문 투자실적을 건설과 운용부문으로 나누어 살펴보면 2009년 기준 건설부문이 전체의 75.1%, 운영부문이 24.9%로 건설부문이 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

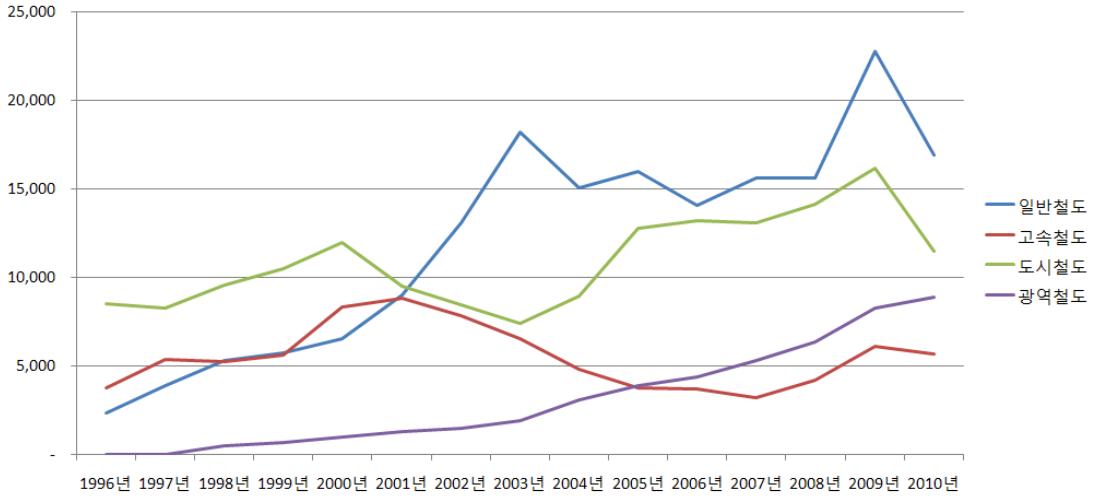
<표 2-28> 철도부문별 투자실적

단위: 억원

구 분		2005	2006	2007	2008	2009	2010
합 계		46, 617	46, 260	55, 904	59, 317	70, 966	53, 512
건설	고속철도	3, 767	3, 700	3, 211	4, 209	6, 085	37, 921
	일반철도	15, 960	14, 056	15, 587	15, 587	22, 772	5, 700
	광역철도	3, 912	4, 401	5, 303	6, 344	8, 288	16, 886
	도시철도	11, 998	12, 843	6, 516	6, 523	8, 729	6, 439
	소계	35, 637	35, 000	29, 036	30, 334	45, 874	37, 921
운영	도시철도 경영지원	805	383	6, 608	6, 340	7, 169 [1)2)]	15, 591
	철도안전 및 운영	9, 370	10, 494	12, 085	12, 729	10, 509[1)]	5, 053
	소계	10, 175	10, 877	18, 694	19, 069	17, 678	10, 538

주: 1) 도시철도 및 철도 운영부문 예산 수치임
2) 도시철도 예산 중 건설부문 제외한 수치임

자료: 국토해양부, 철도업무편람(2011)



<그림 2-6> 철도부문 투자추이 (단위: 억원)

3) 항만부문

○ 신항만 개발 사업이 착수된 1996년 이후부터 항만개발 투자비는 지속적으로 증가하고 있음

○ 2010년 기준 민자부문을 제외한 항만부문 교통비용을 산정한 결과 1조 6, 926억원으로 분석되었음

○ 또한, 항만부문은 최근 동북아 물류중심국가 건설이라는 정책 목표를 달성하기 위해 예산이 집중 배정되고 있음

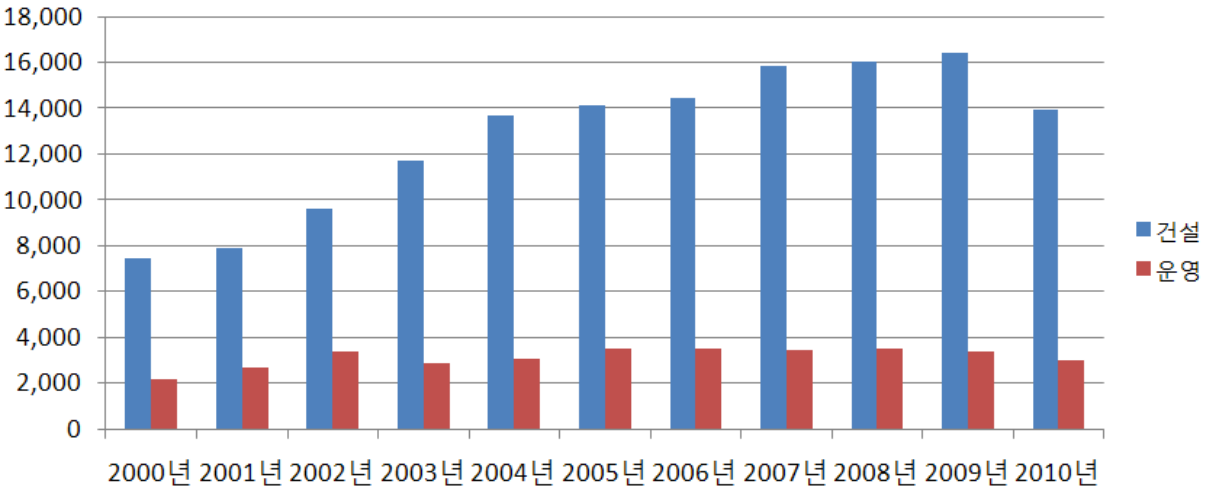
- 낮은 항만시설 확보율, 시설부족으로 인한 체선·체화 등의 문제점을 해결하기 위해 항만에 대한 투자가 확대되고 있음

<표 2-29> 항만부문 건설비와 운영비

단위: 억원

구분	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
합계	12, 961	14, 602	16, 757	17, 630	17, 962	19, 296	19, 497	19, 765	16, 926
건설[1)]	9, 581	11, 721	13, 692	14, 148	14, 465	15, 826	16, 017	16, 389	13, 910
운영[2)]	3, 380	2, 881	3, 065	3, 482	3, 497	3, 470	3, 480	3, 376	3, 016

주: 1) 건설비 : 신항만 개발, 주요항 건설, 일반항 건설, 항만재개발
2) 운영비 : 유지보수, 표지시설, 컨부두 재개발지원 등, 차관 원리금 상환(운영비에서 제외)
자료: 항만업무편람 자료 재구성



<그림 2-7> 항만부문 건설비와 운영비 증가추이 (단위: 억원)

○ 항만부문 부문별 투자실적을 살펴보면 신항만 개발 보다는 주요항 및 일반항 건설 사업, 항만 재개발 사업에 투자를 늘려나감

<표 2-30> 항만부문 부문별 투자실적

단위: 억원

구분	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
합계	10,700	13,059	14,687	16,797	17,636	17,968	19,301	19,502	19,770	16,926
신항만 개발	4,327	5,400	7,431	9,433	9,838	10,402	12,251	11,968	10,942	8,355
주요항 건설	2,376	2,758	2,965	2,702	2,633	2,398	1,948	2,018	2,404	2,393
일반항 건설	1,206	1,423	1,325	1,557	1,677	1,665	1,627	1,931	2,774	2,981
유지보수	1,200	1,225	1,400	1,400	1,413	1,407	1,538	1,433	1,986	1,531
항만 재개발	-	-	-	-	-	-	-	100	269	181
표지시설	297	407	548	646	698	708	732	709	596	548
차관 원리금 상환	77	98	85	40	6	6	5	5	5	0
컨부두 개발지원등	1,217	1,748	933	1,019	1,371	1,382	1,200	1,338	794	937

자료: 국토해양부 항만업무편람(2011)

4) 항공부문

○ 항공부문은 기능에 따라 중추·거점·일반공항으로 위계를 분류하고 이에 맞게 공항 투자 및 국제선을 운영하고 있음

- 교통시설 특별회계 공항계정에서 투자되고 있으며, 주로 인천공항 건설사업, 신설공항 사업, 기존공항 확장사업, 항행안전시설 및 항로관제시설 사업에 지출되었음

○ 2010년 기준 항공부문 교통비용을 산정한 결과 666억원이었으며 항공부문 투자실적을 건설과 운용부문으로 나누어 살펴보면 2010년 기준 건설부문이 전체의 2%, 운용 및 관리부문이 98%로 운영부문이 처음으로 건설부문보다 압도적으로 많아짐

<표 2-31> 항공부문 투자금액

단위: 억원

구분	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
계	3,803	3,617	4,005	3,919	3,334	2,115	592	666
인천공항	980	1,623	2,458	3,071	2,000	1,300	0	0
일반공항	2,823	1,995	1,547	848	1,334	815	592	666

자료: 국토해양부 세출예산자료

<표 2-32> 항공부문 건설비와 운영비 구분

단위: 억원

구분	합 계	건 설			운영 및 관리			
		소 계	인천 국제공항	일반공항	소 계	일반공항 관리	항공안전	항공안전 본부운영
2004년도	3,617	3,417	1,623	1,794	200	32	168	-
2005년도	4,005	3,734	2,458	1,276	271	82	189	-
2006년도	3,919	3,557	3,071	486	362	39	262	61
2007년도	3,334	2,978	2,000	978	356	17	279	60
2008년도	2,115	1,771	1,300	471	344	14	272	58
2009년도	592	10	0[2)]	10	582	13	446	123
2010년도	666	50	0	50	616	21	521	74

주: 1) 항공안전본부운영항목은 일반회계자료이며, 이를 제외한 나머지 항목은 교특회계자료임
2) 2010년도 인천국제공항 정부투자비용은 없으며 인천국제공항공사에 의한 투자임
자료: 국토해양부 세출예산자료

5) 물류시설부문

○ 2010년 기준 물류시설부문 정부 투자비용을 산정한 결과 약 71억원이었으며, GDP대비 약 0.01% 규모에 달하는 것으로 분석되었음

- 2009년에 비하면 약 91% 감소한 수치임
- 건설비 항목은 중부권 및 영남권, 수도권의 복합물류터미널 건설 비용이며 운영비는 화물자동차분야와 물류산업분야지원 항목임

<표 2-33> 물류시설부문 정부 투자실적

단위: 억원

		2008	2009	2010
물류정책		1,897.1	2,019.2	1,052
건설비	중부권복합물류터미널건설	245.4	185.2	937
	영남권복합물류터미널건설	303.6	272.3	-
	수도권복합물류터미널건설	276.4	704.0	-
운영비	화물자동차지원	31.0	24.2	49
	물류산업지원	1,040.8	833.5	71

주: 1) 정부부문의 물류부문 예산 자료를 재가공 하였음
자료: 국토부 세출예산자료

6) 종합

○ 2010년도 우리나라 총 정부비용은 26조 4,613억원이었으며, 도로부문의 정부지출금액이 약 72.7%로 가장 많았고, 다음으로 철도 20.2%, 항만 6.4%순으로 투자되었음

○ 우리나라에서 정부가 교통 부문에 지출한 재정규모는 GDP 대비 약 2.3% 규모에 달함

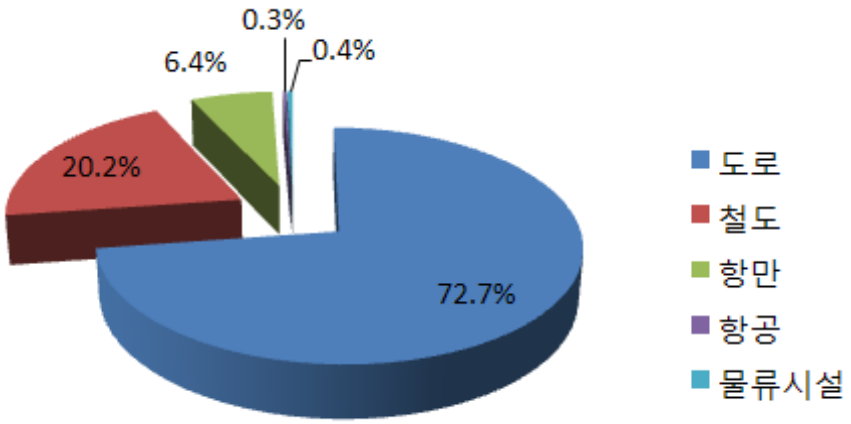
○ 2010년도 정부비용은 2009년도 32조 2,285억원 대비 17.9% 감소한 것으로 분석되었음

<표 2-34> 교통부문 정부비용

단위: 억원

구분	2005	2006	2007	2008	2009	2010	GDP 대비(%)
도로	169,896	157,895	178,085	194,093	228,989	192,452	1.64%
철도	46,617	46,260	55,904	59,317	70,966	53,512	0.46%
항만	17,630	17,962	19,296	19,497	19,765	16,926	0.14%
항공	4,005	3,919	3,334	2,115	545	666	0.01%
물류시설	0	0	0	1,897	2,020	1,057	0.01%
합계	238,148	226,036	256,619	276,919	322,285	264,613	2.26%

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨



<그림 2-8> 20년도 부문별 정부비용 투자비율

○ 산정된 정부비용을 건설비와 운영비로 구분하여 살펴보면 다음과 같음

<표 2-35> 교통비용 건설비와 운영비

단위: 억원

구 분		2005	2006	2007	2008	2009	2010
도로부문	합 계	169, 896	157, 895	178, 085	194, 093	228, 989	192, 452
	건 설	152, 668	136, 510	158, 671	168, 884	204, 147	170, 328
	운 영	17, 228	21, 385	19, 414	25, 199	24, 842	22, 124
철도부문	합 계	46, 617	46, 260	55, 904	59, 317	70, 966	53, 512
	건 설	36, 442	35, 383	37, 210	40, 248	53, 288	37, 921
	운 영	10, 175	10, 877	18, 694	19, 069	17, 678	15, 591
항만부문	합 계	17, 630	17, 962	19, 296	19, 497	19, 765	16, 926
	건 설	14, 148	14, 465	15, 826	16, 017	16, 389	13, 910
	운 영	3, 482	3, 497	3, 470	3, 480	3, 376	3, 016
항공부문	합 계	4, 005	3, 919	3, 334	2, 115	545	666
	건 설	3, 734	3, 557	2, 978	1, 771	10	50
	운 영	271	362	356	344	535	616
물류시설[2)]	합 계	-	-	-	1, 897	2, 020	1, 057
	건 설	-	-	-	825	1, 162	937
	운 영	-	-	-	1, 072	858	120
정 부[1)]	합 계	238, 148	226, 036	256, 619	276, 919	322, 285	264, 613
	건 설	206, 992	189, 915	214, 685	227, 745	274, 996	223, 146
	운 영	31, 156	36, 121	41, 934	49, 164	47, 289	41, 467

주: 1) 정부비용 집계항목의 일부 변경으로 과년도 일부 수치가 변경됨
2) 물류시설의 경우 집계항목의 변동으로 2008부터 산정함

2. 내부(민간)비용

가. 가구비용

○ 가구의 교통비 지출을 자동차 구입, 기타운송기구 구입, 운송기구 유지 및 수기, 운송기구 연료비, 타개인교통서비스, 철도·육상·기타 운송 및 기타교통관련서비스로 구분하여 지출액을 조사함

○ 2009년부터 통계청의 가계동향조사의 항목분류체계 개정으로 교통비용의 항목도 개정됨

- 국민개정체계 및 COICOP(Classification of Individual Consumption by Purpose)로 개정

○ 2010년 대중교통 및 개인교통지출을 포함한 가구의 교통비 지출은 월평균 229,697원으로 가구당 소비지출의 약 11.5%를 차지하여 식료품·비주류음료(12.9%), 음식·숙박(12.6%), 교육(12.1%)에 이어 4번째로 높은 지출비중을 차지하였음[17]

- 교통항목별로 살펴보면, 가구당 운송기구연료비가 월평균 92,538원으로서 가장 많은 비중(40.3%)을 차지하였고 그 뒤를 자동차구입비가 61,852원으로 29.7%를 차지하였음

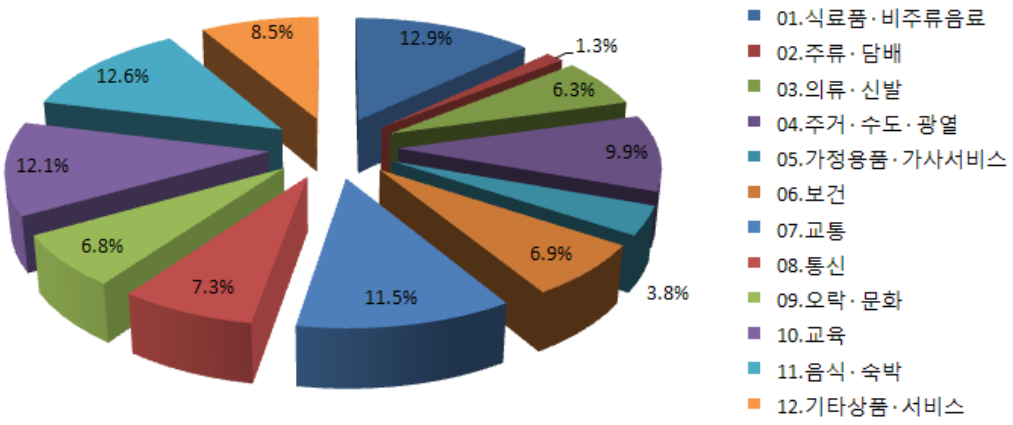
<표 2-36> 연도별 월평균 가계소비지출 비중

단위 : 원

실질 기준	2007	2008	2009	2010	비중	09년대비 10년증가율
소비지출(원)	1,924,277	1,930,922	1,919,595	1,995,304	100.0%	3.9%
1.식료품 · 비주류음료(원)	269,556	277,178	257,067	258,256	12.9%	0.5%
2.주류 · 담배(원)	28,447	28,154	26,158	26,789	1.3%	2.4%
3.의류 · 신발(원)	121,778	121,980	116,473	125,974	6.3%	8.2%
4.주거 · 수도 · 광열(원)	183,151	182,605	185,798	197,592	9.9%	6.3%
5.가정용품 · 가사서비스(원)	72,511	67,585	67,127	75,031	3.8%	11.8%
6.보건(원)	123,829	123,563	130,217	138,516	6.9%	6.4%
7.교통(원)	231,897	222,220	236,709	229,697	11.5%	-3.0%
8.통신(원)	138,894	139,162	137,112	144,716	7.3%	5.5%
9.오락 · 문화(원)	115,900	117,651	119,752	135,830	6.8%	13.4%
10.교육(원)	216,027	230,785	240,806	241,419	12.1%	0.3%
11.음식 · 숙박(원)	261,256	263,722	247,358	251,666	12.6%	1.7%
12.기타상품 · 서비스(원)	161,031	156,318	155,017	169,818	8.5%	9.5%

주: 1)소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로, 2008년 이전 자료는 2009년 연간자료 공표시 변경될 수 있음
자료: 통계청 월별 가계소비지출 (2인 이상 가구, 실질), 2011년 3월 기준

17) 통계청 '가구당 월평균 가계수지 항목'의 2인 이상 실질가격을 기준으로 하였음



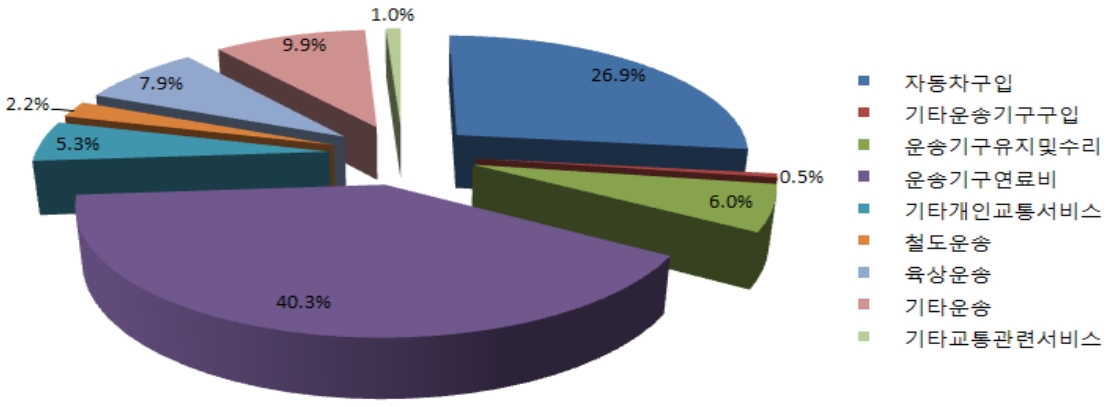
<그림 2-9> 2010년 월별 가계소비지출 항목 비중

<표 2-37> 교통부문 월평균 가계소비지출

단위 : 원

	2006	2007	2008	2009	2010	비중
전체 교통(원)	232, 855	231, 897	222, 220	236, 709	229, 697	100. 0%
자동차구입(원)	54, 286	54, 731	52, 699	70, 289	61, 852	26. 9%
기타운송기구구입(원)	1, 062	1, 196	1, 233	1, 269	1, 212	0. 5%
운송기구유지및수리(원)	14, 086	14, 331	13, 204	13, 207	13, 871	6. 0%
운송기구연료비(원)	102, 757	101, 204	96, 890	94, 755	92, 538	40. 3%
기타개인교통서비스(원)	7, 923	8, 056	7, 236	8, 870	12, 231	5. 3%
철도운송(원)	5, 339	5, 403	5, 559	5, 116	4, 941	2. 2%
육상운송(원)	24, 268	22, 869	22, 801	20, 274	18, 142	7. 9%
기타운송(원)	20, 114	20, 996	19, 949	20, 683	22, 691	9. 9%
기타교통관련서비스(원)	3, 020	3, 112	2, 650	2, 245	2, 219	1. 0%

주: 1)소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로, 2008년 이전 자료는 2009년 연간자료 공표시 변경될 수 있음
자료: 통계청 월별 가계소비지출 (2인 이상 가구, 실질), 2011년 3월 기준



<그림 2-10> 2010년 교통부문 가계소비지출 항목 비중

○ 우리나라 가구당 월평균 소비지출(실질가격 기준) 중 교통비용 항목을 통해 연간 가구 교통비용을 산정함

- 산정과정에서의 가구수 자료는 통계청의 연도별 장례 추계가구수의 자료를 사용함

○ 2010년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 47조 3,615억원으로 분석됨

- 이는 2009년도 가구교통비 지출액 대비 1.4% 감소한 수치임

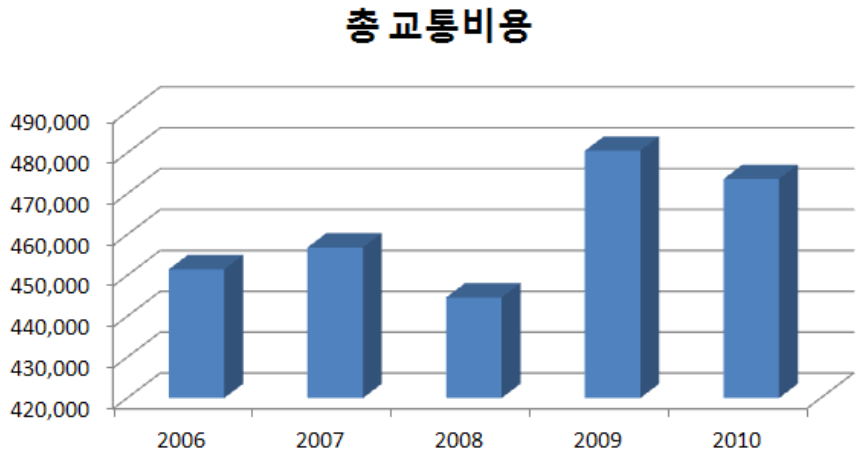
○ 2010년 우리나라 총가구가 지출한 자동차 구입관련 교통비 지출액은 12조 7,532억원으로 분석되어 2009년 대비 10.6% 감소함

<표 2-38> 연도별 총 가구교통비용(실질가격 기준)

단위: 억원

	2006	2007	2008	2009	2010
총 교통비용	451,506	456,858	444,613	480,528	473,615
자동차구입	105,261	107,825	105,439	142,689	127,532
기타운송기구구입	2,059	2,356	2,467	2,576	2,499
운송기구유지및수리	27,313	28,233	26,418	26,811	28,536
운송기구연료비	199,246	199,381	193,856	192,356	190,704
기타개인교통서비스	15,363	15,871	14,478	18,006	25,214
철도운송	10,352	10,644	11,122	10,386	10,195
육상운송	47,056	45,054	45,620	41,157	37,419
기타운송	39,001	41,364	39,914	41,987	46,933
기타교통관련서비스	5,856	6,131	5,302	4,557	4,578

주: 1) 통계청 월별 가계소비지출의 2008년 이전 자료는 소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로 ,2009년 연간 자료 공표시 변경될 수 있으며 이를 토대로 산정하였음 (2인 이상 가구, 실질, 2011년 3월 기준자료 사용)
2) 가구수는 연도별 장례추계가구의 자료 사용



<그림 2-11> 연도별 가구교통비용 (단위: 억원)

○ 한편, 우리나라 가구당 월평균 소비지출의 명목가격을 기준으로 하여 교통비용을 산정함

<표 2-39> 연도별 총 가구교통비용(명목가격 기준)

단위: 억원

	2006	2007	2008	2009	2010
총 교통비용	472,936	492,621	524,943	539,456	551,282
자동차구입	108,419	111,814	110,289	151,270	134,942
기타운송기구구입	2,121	2,443	2,579	2,716	2,643
운송기구유지및수리	27,313	30,265	30,038	31,526	33,635
운송기구연료비	211,797	218,719	249,297	224,481	239,172
기타개인교통서비스	15,607	16,618	15,636	19,505	27,039
철도운송	10,455	11,783	12,581	11,746	11,372
육상운송	48,938	50,326	51,732	48,242	44,040
기타운송	40,717	43,805	46,778	44,606	53,040
기타교통관련서비스	6,090	6,848	6,014	5,361	5,400

주: 1) 통계청 월별 가계소비지출의 2008년 이전 자료는 소득 및 지출부문의 항목분류 개편으로 ,2009년 연간자료 공표시 변경될 수 있으며 이를 토대로 산정하였음 (2인 이상 가구, 명목, 2011년 3월 기준자료 사용)
2) 가구수는 연도별 장례추계가구의 자료 사용

○ 명목가격 기준으로 산정한 결과, 2010년 우리나라 총가구가 지출한 가구교통비 지출액은 55조 1,282억원으로 분석됨

- 2009년 총교통비용에 비하여 2.2% 증가한 수치임

나. 기업비용(화물수송비)

○ 2009년 기업비용(화물 수송비)는 90조 3,510억 원이었으며, 이 중 대부분이 도로부문 비영업용 화물수송에서 발생하는 것으로 분석되었음

- 기업비용은 연평균 6.4% 증가하였으나, 2008년 대비 0.55% 하락하였음

○ 본 과업에서는 자료 수집상의 한계로 화물수송비 및 사고비용, 도로혼잡비용은 2009년 자료를 활용함

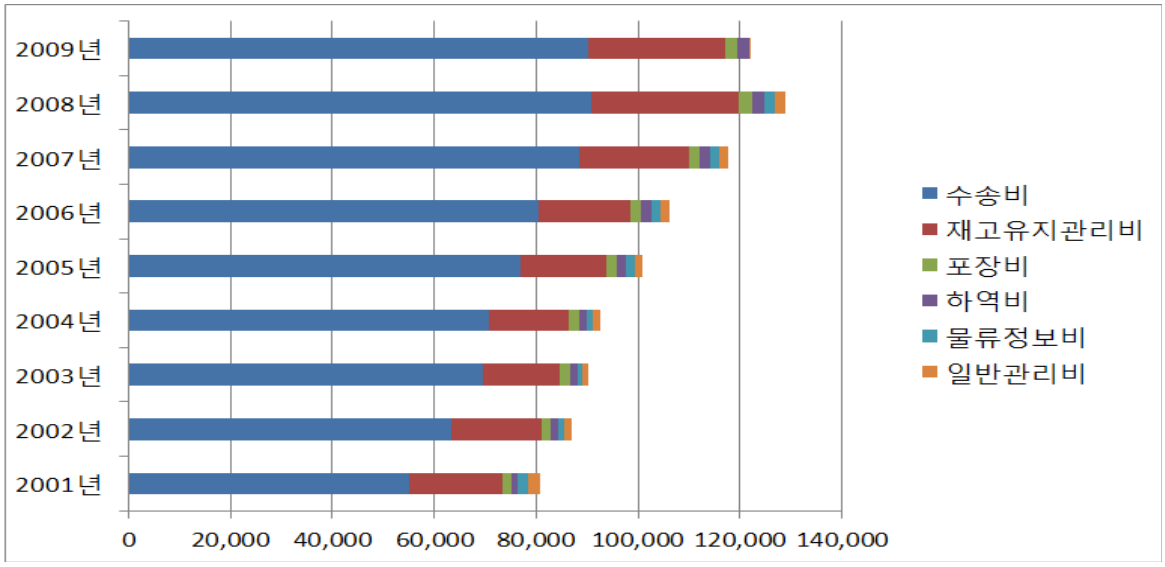
<표 2-40> 국가물류비 투자금액 추이(국제화물수송비 제외)

단위: 십억원, %

구 분	수송비	재고유지 관리비	포장비	하역비	물류정보비	일반관리비	물류비 총계
2001	55,016	18,353	1,741	1,140	2,297	2,245	80,792
2002	63,265	17,793	1,817	1,348	1,393	1,415	87,032
2003	69,470	15,291	2,012	1,257	1,139	1,176	90,345
2004	70,751	15,571	2,024	1,686	1,192	1,236	92,459
2005	76,957	16,889	2,063	1,809	1,621	1,680	101,019
2006	80,398	18,085	2,123	1,974	1,774	1,840	106,193
2007	88,617	21,318	2,278	1,991	1,668	1,730	117,602
2008	90,847	29,059	2,423	2,519	1,958	2,031	128,835
2009	90,351	26,777	2,504	2,169	193	200	122,194
연평균 증감률	6.40(3.24)	4.84(2.08)	4.65(3.97)	8.37(4.33)	▽26.62(22.55)	▽26.09(▽27.54)	5.31(2.44)
전년대비 증감률	▽0.55 (▽1.24)	▽7.85 (▽8.90)	3.34 (3.53)	▽13.89 (▽14.19)	▽90.14 (▽89.99)	▽90.15 (▽90.21)	▽5.15 (▽6.29)

주: 1) 연평균 증감률과 전년대비 증감률의 괄호 안 숫자는 2005년 기준 GDP 디플레이터와 환가지수를 이용하여 실질가치로 전환 후 증감률 산정(실질 증감률)
2) 한국은행에서 신기준에 의해 2001년 이후 GDP 재산정하여 발표

자료: 한국교통연구원, 2009년 국가물류비 산정 및 추이 분석, 2011



<그림 2-12> 기능별 국가물류비 추이(국제화물수송비 제외)

3. 외부비용

가. 도로 혼잡비용

○ 본 과업에서 자료 수집상의 한계로 도로교통혼잡비용은 2009년 자료를 활용함

○ 한국교통연구원이 추정한 2009년도 도로부문 교통혼잡비용은 27조 7,454억원이었으며, 이중 17조 6,412억원이 서울을 포함한 7대 도시의 도시부 도로에서 발생한 비용이었음

○ 또한, 2009년 도로부문 시간비용만을 고려한 교통혼잡비용은 21조 9,348억원으로 분석되었음

<표 2-41> 2009년도 구성요소별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분		유류비용	시간비용	고정비용	합 계
지역 간 도 로	고속국도	1,491	20,664	6,785	28,940
	일반국도	2,363	36,432	12,729	51,524
	지방도	4,040	13,053	3,485	20,578
	소계	7,894	70,149	22,999	101,042
도시부 도 로	서울	1,631	62,729	10,224	74,584
	부산	1,058	31,196	5,666	37,920
	대구	426	12,335	1,442	14,203
	인천	725	21,115	2,649	24,489
	광주	238	7,959	1,309	9,506
	대전	282	9,869	721	10,872
	울산	135	3,996	707	4,838
	소계	4,496	149,199	22,718	176,412
총 계		12,389 (4.5)	219,348 (79.1)	45,717 (16.5)	277,454 (100.0)

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

○ 2009년도 전국의 지역 간 도로와 7대 도시의 교통혼잡비용은 총 27조 7,745억원으로 GDP의 2.61% 규모에 달하는 것으로 추정되었으며, 지역 간 도로보다는 7대 도시 내 교통혼잡비용이 약 1.74배 정도 큰 것으로 분석되었음

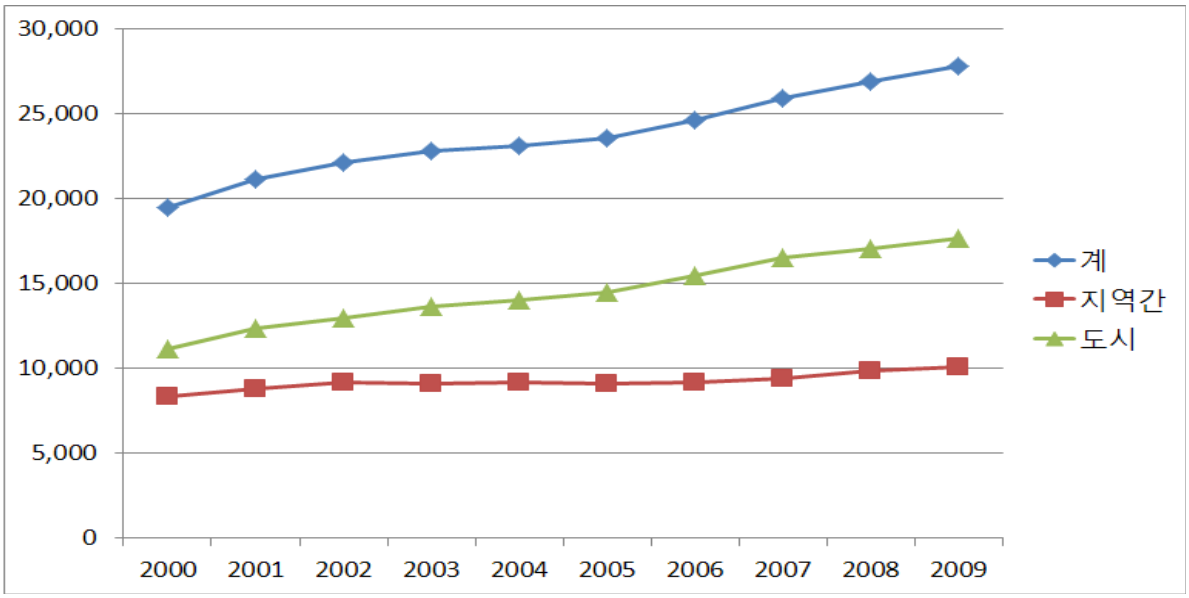
○ 또한, 지난 10년간 도로부문 교통혼잡비용 추이를 살펴본 결과 지역간, 도시부 모두 지속적으로 증가하고 있는 것으로 분석됨

<표 2-42> GDP 대비 전국 교통혼잡비용 추이 분석

단위: 십억원

구분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
전국 교통혼잡비용 (십억 원)	계(A)	19,448	21,108	22,135	22,769	23,116	23,540	24,621	25,862	26,903	27,745
	지역 간	8,299	8,788	9,151	9,113	9,131	9,094	9,180	9,373	9,881	10,104
	도시	11,149	12,320	12,984	13,656	13,985	14,446	15,441	16,489	17,022	17,641
GDP(B, 조 원)		578.7	622.1	684.3	724.7	778.4	806.6	847.9	901.1	1,027	1,065
GDP대비 비중 (A/B, %)		3.36	3.39	3.23	3.14	2.97	2.94	2.90	2.87	2.62	2.61

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석



<그림 2-13> 연도별 도로부문 교통혼잡비용 추이

<표 2-43> 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용(2009년)

단위: 억원/년

구 분	승용차	버 스	화물차	계
고속국도	15,810 (15,810)	6,094 (5,375)	7,036 (970)	28,940 (22,155)
일반국도	27,872 (29,447)	10,564 (9,322)	13,088 (1,601)	51,524 (38,794)
지 방 도	7,824 (9,684)	8,034 (7,306)	4,719 (1,963)	20,578 (17,093)
계	51,506 (51,506)	24,692 (22,003)	24,843 (4,534)	101,042 (78,043)

주: 1) ( )의 수치는 고정비를 제외한 금액임
자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

<표 2-44> 전국 지역 간 도로의 교통혼잡비용 추이

단위: 억원

구 분		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	연평균 증가율 (%)
도로별	고속국도	21,509	19,845	20,651	20,126	20,591	23,055	24,131	28,188	28,315	28,940	3.01
	일반국도	51,381	56,073	57,350	55,980	54,660	50,247	49,204	50,591	50,967	51,524	0.03
	지방도	10,101	11,966	13,512	15,025	16,053	17,635	18,468	18,059	19,528	20,578	7.38
	계	82,991	87,885	91,513	91,130	91,305	90,937	91,802	96,383	98,811	101,042	1.99
차종별	승용차	35,547	38,862	39,793	45,574	44,837	33,969	44,656	54,072	54,640	51,506	3.78
	버 스	24,860	25,294	26,823	25,868	26,432	33,961	26,342	19,058	22,465	24,692	-0.07
	화물차	22,584	23,728	24,897	19,689	20,035	23,007	20,804	23,707	21,705	24,843	0.96
	계	82,991	87,885	91,513	91,130	91,305	90,937	91,802	96,838	98,811	101,042	1.99

주: 1) 고정비 포함 금액
자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

<표 2-45> 2009년 도시부 도로의 수단별 교통혼잡비용

단위: 억원

구 분	승용차	버스	화물차	합 계	비율(%)
서 울	41,203 (41,203)	26,009 (22,886)	7,372 (272)	74,584 (64,361)	42.3 (36.5)
부 산	23,079 (23,079)	10,177 (8,956)	4,665 (219)	37,920 (32,254)	21.5 (18.3)
대 구	9,641 (9,641)	3,498 (3,078)	1,064 (42)	14,203 (12,761)	8.1 (7.2)
인 천	15,486 (15,486)	7,131 (6,275)	1,872 (79)	24,489 (21,840)	13.9 (12.4)
광 주	5,131 (5,131)	3,434 (3,022)	941 (44)	9,506 (8,197)	5.4 (4.6)
대 전	7,141 (7,141)	3,402 (2,994)	328 (16)	10,872 (10,151)	6.2 (5.8)
울 산	2,923 (2,923)	1,342 (1,181)	572 (27)	4,838 (4,131)	2.7 (2.3)
합 계	104,604 (104,604)	54,993 (48,392)	16,814 (698)	176,412 (153,694)	100.0 (100.0)

주: 1) ( )의 수치는 고정비를 제외한 금액임

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

<표 2-46> 도시부 도로의 교통혼잡비용 추이

단위: 억원

구 분	2000	2001	2002	2003	2004	2002	2006	2007	2008	2009
서 울	47,141	50,868	53,100	56,403	57,237	61,014	67,355	71,037	72,315	74,584
부 산	26,610	29,732	30,476	31,031	33,846	32,167	32,897	34,803	36,496	37,920
대 구	7,790	8,535	9,252	10,247	10,856	11,396	12,012	13,166	13,371	14,203
인 천	13,052	14,820	16,024	16,377	16,537	19,735	19,702	21,618	23,487	24,489
광 주	7,111	8,050	8,769	9,287	8,005	7,883	8,414	9,205	9,473	9,506
대 전	6,992	7,978	8,740	9,378	9,482	8,918	9,739	10,383	10,505	10,872
울 산	2,795	3,229	3,483	3,838	3,891	3346	4,292	4,672	4,569	4,838
합 계	111,491	123,212	129,844	136,561	139,851	144,459	154,412	164,885	170,217	176,412

주: 1) 고정비 포함 금액

자료: 한국교통연구원, 2009년 전국 교통혼잡비용 추정과 추이분석, 2011

나. 사고비용

○ 본 과업에서 자료 수집상의 한계로 교통사고비용은 2009년 자료를 활용함

○ 도로교통사고비용

- 2009년 도로교통사고비용의 추정은 인적 피해비용, 물적피해비용, 사회기관비용의 합으로 산정되며 심리적 비용은 제외함
- 도로교통비용은 물적 피해가 약 6조 8천억원, 인적피해가 약 3조 5천억원, 사회기관비용이 약 9천 9백억 원으로 나타났으며 총 도로교통사고비용은 약 11.4조원으로 추정됨

<표 2-47> 2009년 도로교통사고비용

		건수, 인원	금액(억원)	비율(%)
물적피해	차량	3,992,087	39,251.9	34.3%
	대물	2,575,177	29,653.4	25.9%
	소계	6,567,264	68,905.3	60.3%
인적피해	사망	5,835	23,602.9	20.6%
	부상	361,875	11,923.8	10.4%
	소계	367,710	35,526.7	31.1%
사회기관비용	교통경찰	-	2,849.1	2.5%
	보험행정	-	7,051.1	6.2%
	소계	-	9,900.2	8.7%
총비용		6,934,974	114,332.1	100.0%

자료: 2009년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2011

○ 철도사고비용

- 2009년 철도사고비용의 추정은 손실생산비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용의 합으로 산정함
- 항목별 철도사고비용을 종합하면, 2009년에 발생한 철도사고로 인한 사회적 피해비용은 약 465억원으로 추정되었음

<표 2-48> 2009년 철도사고비용

단위 : 억원, %

항목	비용	비율
손실생산비용	416.8	89.7%
의료비용	19.9	4.3%
물적 피해비용	16.4	3.5%
행정비용	11.7	2.5%
계	464.8	100.0%

자료: 2009년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2011

○ 해양사고비용

- 해양사고비용의 추정은 생산손실비용, 의료비용, 물적 피해비용, 행정비용의 합으로 산정함
- 2009년에 발생한 해양사고로 인한 사회적 피해비용은 약 932억원으로 추정되며 손실생산비용이 약 469억원, 물적 피해비용이 약 430억원으로 이들 두 가지 비용이 대다수를 차지함

<표 2-49> 2009년 해양사고비용

항목	비용(억원)	비율(%)
손실생산비용	469.2	50.3
의료비용	16.1	1.7
물적 피해비용	430.2	46.1
행정비용	16.9	1.8
계	932.4	100.0

자료: 2009년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2011

○ 항공사고비용

- 항공사고비용의 추정은 기체손실비용, 사고수습비용, 사고원인분석비용, 의료비용, 생산손실비용, 그리고 영업 및 이미지손실비용의 합으로 산정함
- 2009년 항공사고비용은 기체손실비 약 71억원, 사고수습비 약 2억원, 사고원인분석비 약 5억 7천만원, 영업 및 이미지 손실비용 약 10억원으로 각각 나타나 총 항공사고비용은 약 92억원으로 추정되었음

<표 2-50> 2009년 항공사고비용

비용항목	비용(억원)	비율(%)
손실생산비용	1.7	1.8
의료비용	1.0	1.1
기체손실비용	71.0	77.5
사고수습비용	2.0	2.2
사고원인분석비용	5.7	6.2
영업/이미지 손실비용	10.3	11.2
계	91.7	100.0

자료: 2009년 교통사고비용 추정, 심재익·유정복, 한국교통연구원, 2011

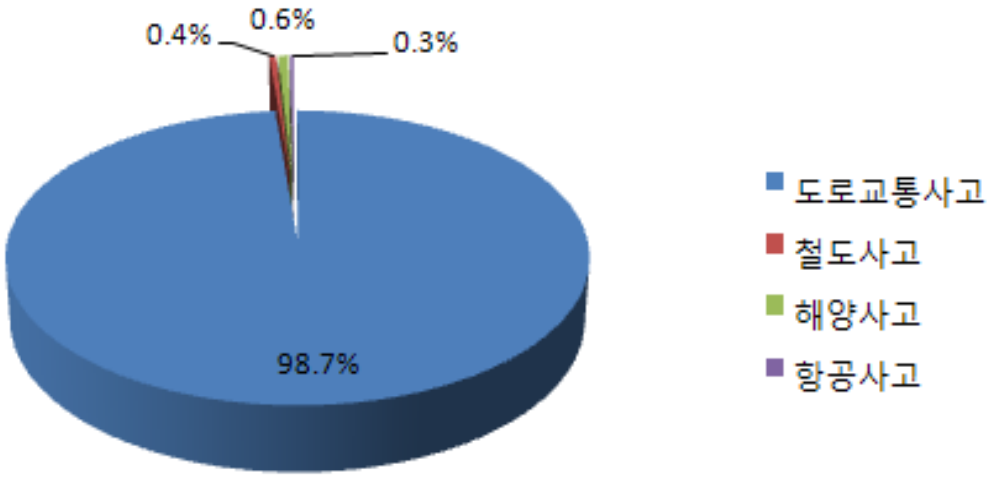
○ 종합

- 2009년 교통사고비용은 11조 5,821억원으로 분석되었으며, 도로교통사고가 약 11조 4,332억원으로 대부분을 차지하는 것으로 분석되었음
- 교통수단별로 살펴보면, 해양사고가 약 932억원, 철도사고가 465억원, 항공사고가 약 92억원 순으로 차지하는 것으로 분석되었음

<표 2-51> 2009년도 수단별 사고비용

단위: 억원

항 목	도로교통사고	철도사고	해양사고	항공사고	총합
계	114,332.1	464.8	932.4	91.7	115,821.0
비중(%)	98.7%	0.4%	0.6%	0.3%	100.0%



<그림 2-14> 수단별 사고비용 비중

다. 환경비용

1) 대기오염물질

① 도로부문

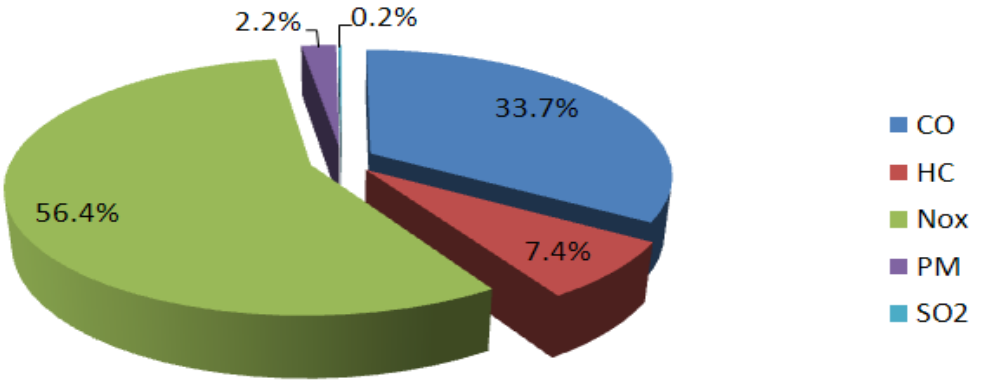
○ 2010년 도로부문 대기오염물질 배출량은 총 1,906,153톤이었으며, NOX가 연 1,075,993톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO, HC 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음

- 차종별로는 화물차가 연 1,238,441톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 승용차가 387,487톤을 배출하였음
- 유종별로는 경유가 1,582,446톤으로 가장 많은 대기오염물질을 배출하였으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음

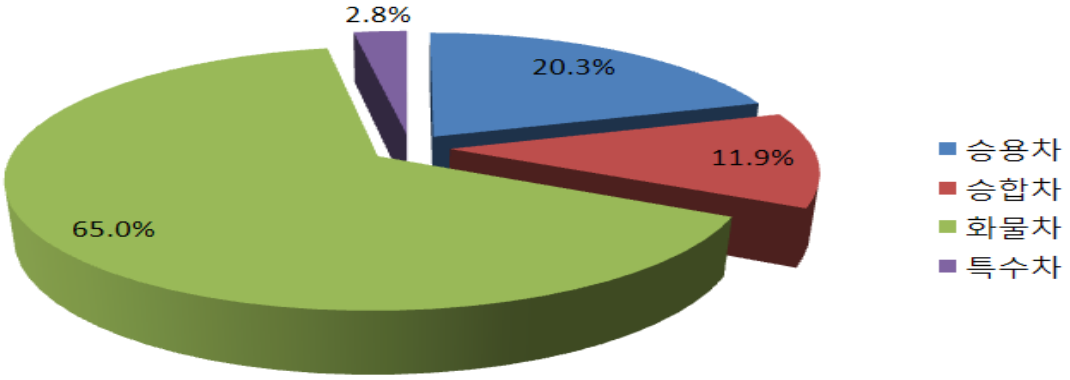
<표 2-52> 도로부문 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

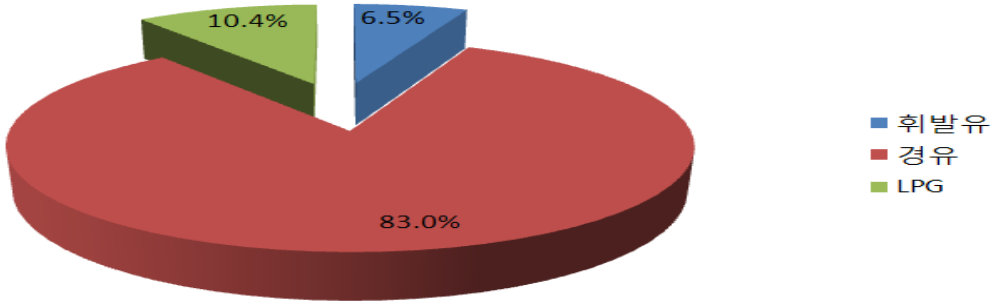
배출량	구분	CO	HC	Nox	PM	SO_2	합계
승용차	휘발유	87,798	10,975	24,693	0	915	124,380
	경유	39,209	5,967	36,225	3,836	0	85,236
	LPG	133,270	11,150	32,919	0	531	177,870
승합차	휘발유	61	8	18	0	0	86
	경유	58,993	17,153	133,055	3,847	1,282	214,332
	LPG	9,295	685	2,104	0	440	12,523
화물차	휘발유	76	136	22	0	7	241
	경유	294,823	90,578	810,467	33,153	592	1,229,614
	LPG	6,605	487	1,495	0	0	8,586
특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
	경유	12,728	3,910	34,990	1,431	204	53,264
	LPG	16	1	4	0	0	20
합 계		642,872	141,049	1,075,993	42,267	3,972	1,906,153



<그림 2-15> 도로부문 대기오염물질별 배출량 구성비



<그림 2-16> 도로부문 차종별 대기오염물질 배출량 구성비



<그림 2-17> 도로부문 유종별 대기오염물질 배출량 구성비

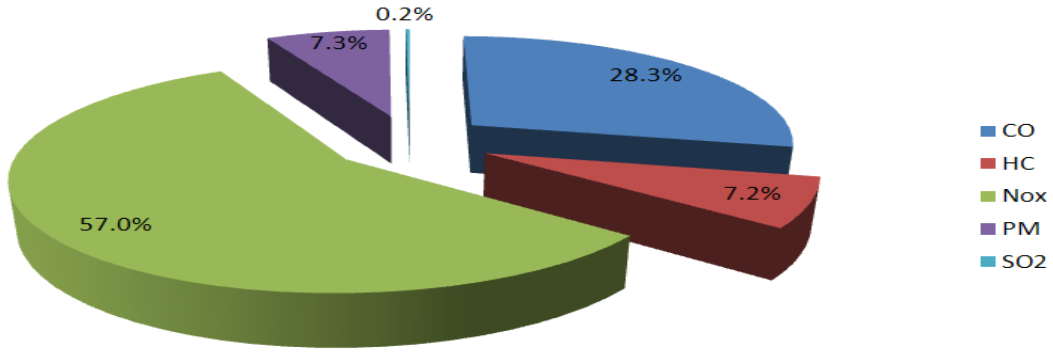
○ 대기오염 비용

- 2010년도 우리나라 도로부문 대기오염비용은 14조 8,114억원으로 산정되었으며 GDP의 1.3% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2010년도 도로부문 대기오염은 2009년 16조 4,254억원 대비 9.8% 감소한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO_X가 8조 4,365억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO, PM 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 차종별로는 화물차가 9조 8,761억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 승용차, 승합차 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 유종별로는 경유가 12조 5,916억원으로 가장 많은 비용을 발생시켰으며, 그 다음으로 LPG, 휘발유 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

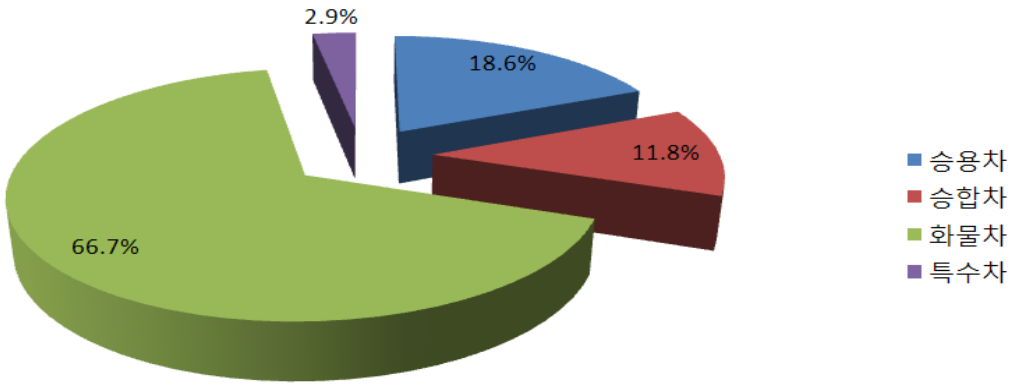
<표 2-53> 도로부문 대기오염비용

단위: 억원/년

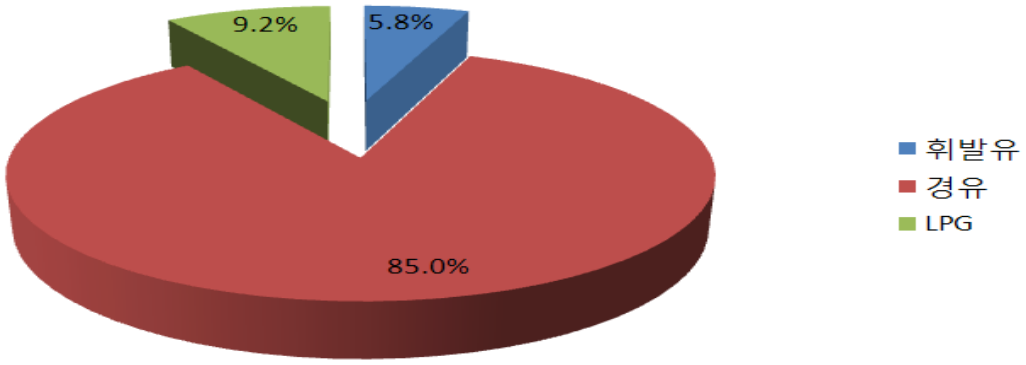
비용	구분	CO	HC	Nox	PM	SO_2	합계
승용차	휘발유	5,722	831	1,936	0	81	8,570
	경유	2,555	452	2,840	982	0	6,829
	LPG	8,685	844	2,581	0	47	12,158
승합차	휘발유	4	1	1	0	0	6
	경유	3,845	1,299	10,432	985	113	16,674
	LPG	606	52	165	0	39	861
화물차	휘발유	5	10	2	0	1	18
	경유	19,214	6,860	63,546	8,487	52	98,159
	LPG	430	37	117	0	0	584
특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
	경유	830	296	2,743	366	18	4,254
	LPG	1	0	0	0	0	1
합 계		41,896	10,683	84,365	10,820	350	148,114



<그림 2-18> 도로부문 오염물질별 대기오염비용 구성비



<그림 2-19> 도로부문 차종별 대기오염비용 구성비



<그림 2-20> 도로부문 유종별 대기오염비용 구성비

② 철도부문

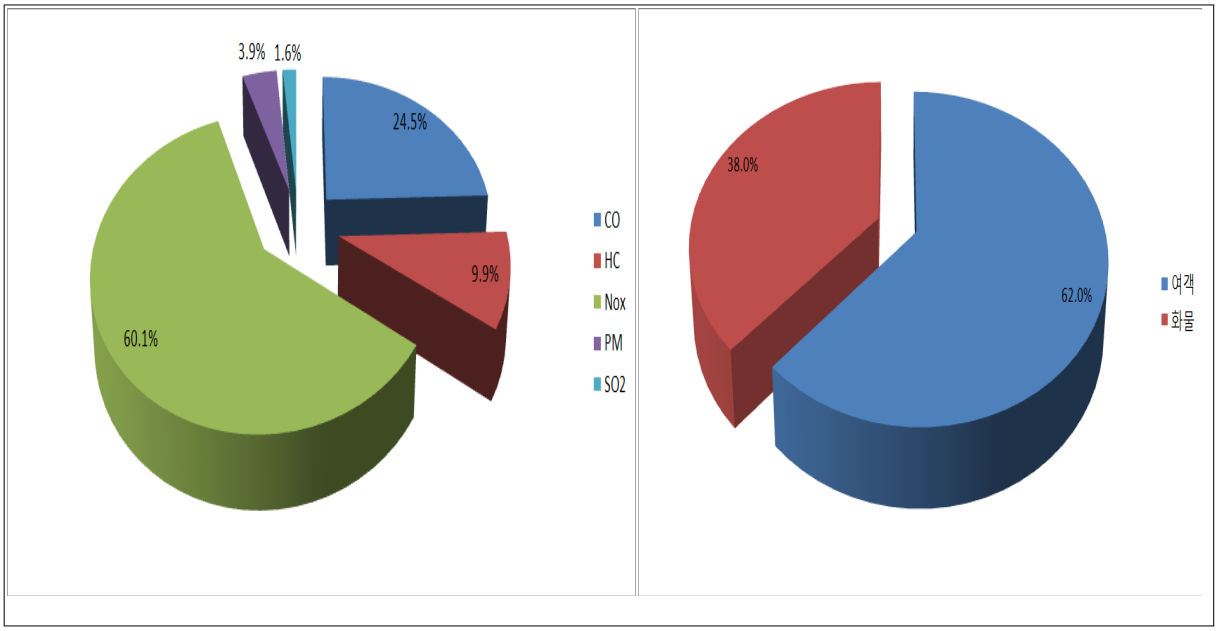
○ 배출량

- 2010년도 철도부문 대기오염물질은 총 21,024톤을 배출하는 것으로 산정되었음
- 대기오염물질별 배출량을 살펴보면 NO_X가 연 12,627톤으로 가장 많은 오염물질을 배출하였으며 그 다음으로 CO, HC 순으로 오염물질을 배출하는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 배출량을 살펴보면, 여객이 13,026톤으로 화물보다 오염물질을 많이 배출하는 것으로 분석되었음

<표 2-54> 철도부문 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

구분	CO	HC	Nox	PM	SO_2	합계
여객	3,187	1,294	7,824	517	205	13,026
화물	1,967	795	4,803	310	122	7,998
합계	5,154	2,089	12,627	827	327	21,024



<그림 2-21> 철도부문 유종별, 수송별 대기오염물질 배출량 구성비

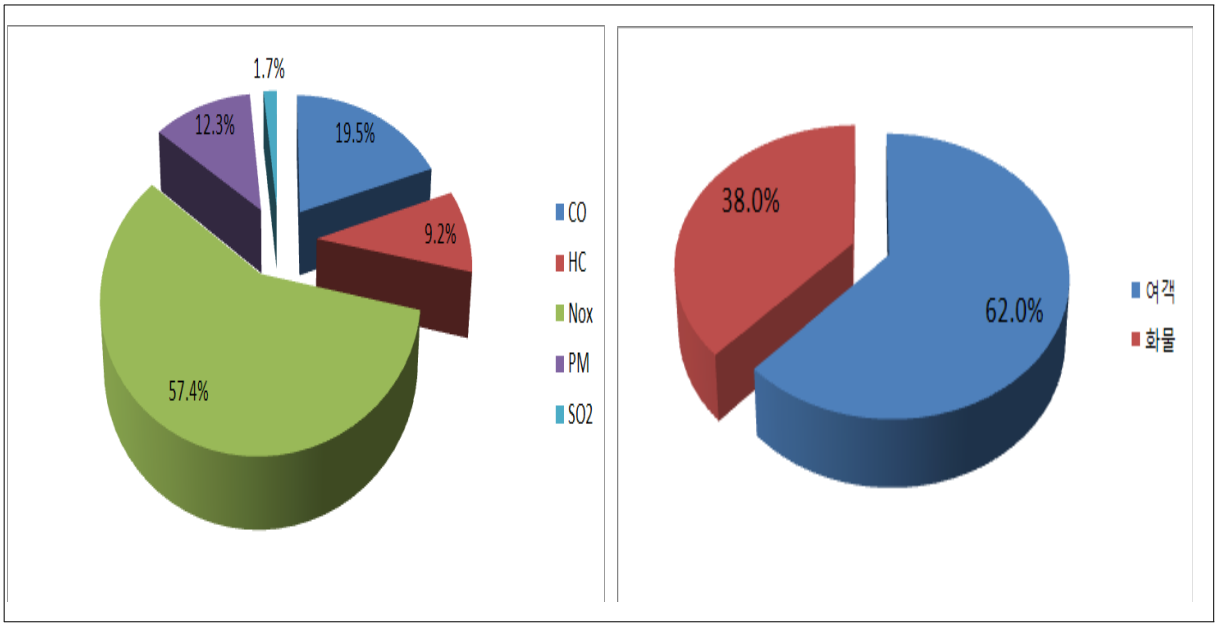
○ 대기오염비용

- 2010년도 우리나라 철도부문 대기오염비용은 1,644억원으로 산정되었으며 GDP의 0.014% 규모에 달하는 것으로 분석되었음
- 2010년도 철도부문 대기오염비용은 2008년도 1,960억원 대비 16.1% 감소한 것으로 분석되었음
- 대기오염물질별로는 NO_X가 944억원 가장 많은 비용을 발생시켰으며 그 다음으로 CO, PM 순으로 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음
- 여객과 화물의 대기오염비용을 살펴보면 여객이 1,019억원으로 화물보다 많은 대기오염비용을 발생시키는 것으로 분석되었음

<표 2-55> 철도부문 대기오염비용

단위: 억원/년

구분	CO	HC	Nox	PM	SO_2	합계
여객	208	98	613	132	18	1,069
화물	128	60	377	79	11	655
합계	336	158	990	212	29	1,725



<그림 2-22> 철도부문 유종별, 수종별 대기오염비용 구성비

③ 종합

○ 2010년도 우리나라 교통부문 대기오염물질은 총 1,927,177톤을 배출하는 것으로 산정되었음

○ 우리나라 교통부문 대기오염물질 배출량 중 도로부문이 98.9%로 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 2-56> 2010년도 대기오염물질 총배출량

단위: 톤/년

구 분			CO	HC	NOx	PM	SO_2	합 계
도로부문	승용차	휘발유	87,798	10,975	24,693	0	915	124,380
		경유	39,209	5,967	36,225	3,836	0	85,236
		LPG	133,270	11,150	32,919	0	531	177,870
	승합차	휘발유	61	8	18	0	0	86
		경유	58,993	17,153	133,055	3,847	1,282	214,332
		LPG	9,295	685	2,104	0	440	12,523
	화물차	휘발유	76	136	22	0	7	241
		경유	294,823	90,578	810,467	33,153	592	1,229,614
		LPG	6,605	487	1,495	0	0	8,586
	특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	12,728	3,910	34,990	1,431	204	53,264
		LPG	16	1	4	0	0	20
	소계		642,872	141,049	1,075,993	42,267	3,972	1,906,153
철도부문	여 객		3,187	1,294	7,824	517	205	13,026
	화 물		1,967	795	4,803	310	122	7,998
	소 계		5,154	2,089	12,627	827	327	21,024
합 계			648,026	143,138	1,088,620	43094	4299	1,927,177

○ 2010년도 우리나라 대기오염비용은 총 14조 9,839억원 산정되었으며 GDP의 1.3% 규모에 달하는 것으로 분석되었음

○ 우리나라 대기오염비용 중 도로부문이 98.8%로 가장 많은 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

○ 2010년도 우리나라 총 대기오염비용은 2009년도 16조 6,214억원 대비 9.9% 감소한 것으로 분석되었음

<표 2-57> 2010년도 대기오염비용

단위: 억원/년

구 분			CO	HC	NOx	PM	SO_2	합 계
도로부문	승용차	휘발유	5,722	831	1,936	0	81	8,570
		경유	2,555	452	2,840	982	0	6,829
		LPG	8,685	844	2,581	0	47	12,158
	승합차	휘발유	4	1	1	0	0	6
		경유	3,845	1,299	10,432	985	113	16,674
		LPG	606	52	165	0	39	861
	화물차	휘발유	5	10	2	0	1	18
		경유	19,214	6,860	63,546	8,487	52	98,159
		LPG	430	37	117	0	0	584
	특수차	휘발유	0	0	0	0	0	0
		경유	830	296	2,743	366	18	4,254
		LPG	1	0	0	0	0	1
	소 계		41,896	10,683	84,365	10,820	350	148,114
철도부문	여 객		208	98	613	132	18	1,069
	화 물		128	60	377	79	11	655
	소 계		336	158	990	212	29	1,725
합 계			42,232	10,841	85,355	11031.71903	378.80778	149,839

2) 온실가스

① 배출량

○ 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 통계 연보로 발행하고 있는 석유류 수급 통계자료를 활용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적을 교통부문 에너지 소모량으로 추정함

○ 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소모량을 추정할 수 있음. 교통수단별·지역별 에너지 사용량은 다음과 같음

<표 2-58> 국내 교통부문 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

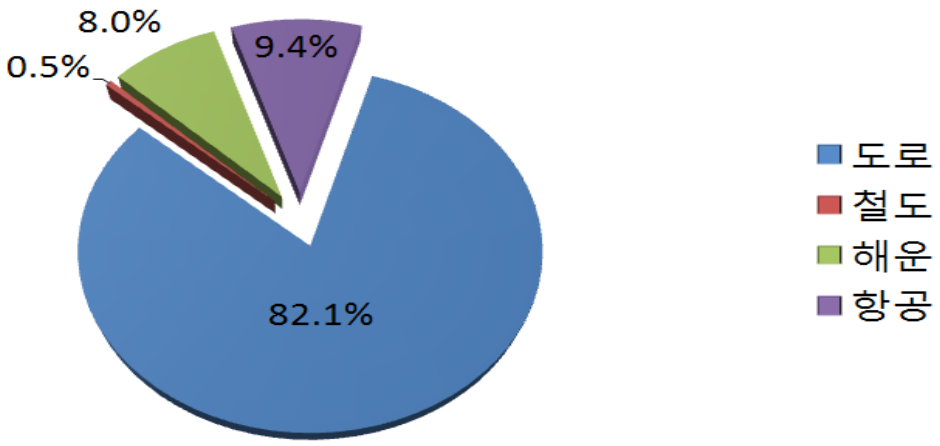
	도로	철도	해운	항공	계
1.서울	26,079	434	385	7,465	34,363
	12.0%	32.0%	1.8%	30.2%	13.0%
2.부산	12,678	218	4,636	347	17,879
	5.9%	16.1%	21.9%	1.4%	6.8%
3.대구	8,712	61	-	26	8,799
	4.0%	4.5%	100.0%	0.1%	3.3%
4.인천	11,074	-	3,485	16,066	30,625
	5.1%	0.0%	16.5%	64.9%	11.6%
5.광주	5,997	37	-	-	6,034
	2.8%	2.7%	0.0%	0.0%	2.3%
6.대전	5,751	82	-	-	5,833
	2.7%	6.1%	0.0%	0.0%	2.2%
7.울산	5,446	-	5,088	54	10,588
	2.5%	0.0%	24.0%	0.2%	4.0%
8.경기도	55,275	103	1,334	8	56,720
	25.5%	7.6%	6.3%	0.0%	21.5%
9.강원도	8,598	16	207	-	8,821
	4.0%	1.2%	1.0%	0.0%	3.3%
10.충북	9,498	61	-	118	9,677
	4.4%	4.5%	0.0%	0.5%	3.7%
11.충남	13,387	23	1,154	4	14,568
	6.2%	1.7%	5.5%	0.0%	5.5%

<표 2-58> 국내 교통부문 에너지 사용량(계속)

	도로	철도	해운	항공	계
12.전북	9, 480	65	193	-	9, 738
	4. 4%	4. 8%	0. 9%	0. 0%	3. 7%
14.경북	16, 092	109	241	-	16, 442
	7. 4%	8. 0%	1. 1%	0. 0%	6. 2%
15.경남	16, 600	18	1, 569	11	18, 198
	7. 7%	1. 3%	7. 4%	0. 0%	6. 9%
16.제주	2, 821	-	97	638	3, 556
	1. 3%	0. 0%	0. 5%	2. 6%	1. 3%
합계	216, 603	1, 355	21, 173	24, 743	263, 874
	82. 1%	0. 5%	8. 0%	9. 4%	100. 0%

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음
2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158, 988L, 프로판 1bbl = 80, 775kg, 아스팔트 1bbl = 16, 155kg
부탄 1bbl = 80, 775kg
3) ( )안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임
4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임
자료: 한국석유공사, 2010년도 석유류수급통계 2011

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음
2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158, 988L, 프로판 1bbl = 80, 775kg, 아스팔트 1bbl = 16, 155kg
부탄 1bbl = 80, 775kg
3) ( )안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임
4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임
자료: 2010년도 석유류수급통계, 한국석유공사, 2011



<그림 2-23> 교통수단별 에너지 사용량 (단위: %)

<표 2-59> 교통수단별・16개 광역시도별 온실가스 총 배출량

단위: tCO_2

	철도	도로	해운	항공	계
합계	569,338	78,196,067	2,354,000	1,085,416	82,204,820
	0.7%	95.1%	2.9%	1.3%	100.0%
1.서울	182,761	8,796,508	83,563	238,360	9,301,191
	32.1%	11.2%	3.5%	22.0%	11.3%
2.부산	91,801	4,513,037	747,200	79,187	5,431,224
	16.1%	5.8%	31.7%	7.3%	6.6%
3.대구	25,688	3,086,898	0	0	3,112,585
	4.5%	3.9%	0.0%	0.0%	3.8%
4.인천	0	4,018,435	404,989	607,897	5,031,321
	0.0%	5.1%	17.2%	56.0%	6.1%
5.광주	15,581	2,105,836	0	0	2,121,417
	2.7%	2.7%	0.0%	0.0%	2.6%
6.대전	34,110	2,023,512	0	0	2,057,622
	6.0%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
7.울산	0	2,010,564	117,977	1,600	2,130,141
	0.0%	2.6%	5.0%	0.1%	2.6%
8.경기도	42,532	20,005,376	122,901	800	20,171,610
	7.5%	25.6%	5.2%	0.1%	24.5%
9.강원도	6,738	3,160,536	32,267	800	3,200,341
	1.2%	4.0%	1.4%	0.1%	3.9%
10.충북	25,688	3,540,391	0	24,396	3,590,474
	4.5%	4.5%	0.0%	2.2%	4.4%
11.충남	9,685	5,015,265	54,670	1,199	5,080,819
	1.7%	6.4%	2.3%	0.1%	6.2%
12.전북	27,372	3,465,802	66,866	0	3,560,040
	4.8%	4.4%	2.8%	0.0%	4.3%
13.전남	53,902	3,360,911	323,462	0	3,738,275
	9.5%	4.3%	13.7%	0.0%	4.5%
14.경북	45,901	5,969,342	25,004	0	6,040,247
	8.1%	7.6%	1.1%	0.0%	7.3%
15.경남	7,580	6,114,481	331,823	3,876	6,457,760
	1.3%	7.8%	14.1%	0.4%	7.9%
16.제주	0	1,009,173	43,278	127,178	1,179,630
	0.0%	1.3%	1.8%	11.7%	1.4%

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임
2) 연료 소모량은 2010년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정
3) 도로와 철도부문은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임
4) 항공과 해운부문은 국제벙커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

② 비용

○ 2010년도 우리나라 교통부문 온실가스비용은 총 13조 5,266억원으로 산정되었으며 교통시설 투자평가지침(2011. 11 4차개정)의 원단위를 반영한 값임

○ 우리나라 온실가스비용 중 도로부문이 95.1%로 가장 많은 비중을 차지하였으며 그 다음으로 해운, 항공, 철도 순인 것으로 분석되었음

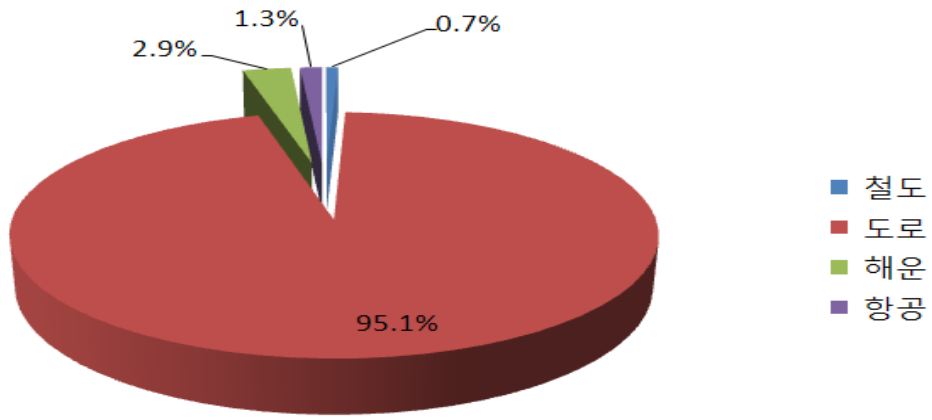
○ 현재 탄소배출권 거래금액이 지속적으로 증가함에 따라 향후 온실가스비용도 지속적으로 증가할 것으로 분석됨

<표 2-60> 2010년도 온실가스비용

단위: 억원

구분	합 계	도 로	철 도	해 운	항 공
비용	135,266	128,669	937	3,873	1,786

주: 1) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011. 11월 4차 개정안)



<그림 2-24> 2010년도 수단별 온실가스비용 구성비

3) 소음비용

○ 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용은 약 3조 1,597억원으로 산정되었으며 GDP의 0.27% 규모에 달하는 것으로 분석되었음

○ 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용은 2009년도 3조 475억원 대비 3.7% 증가하였으며, 2009년도 교통부문 소음비용은 2008년도 3조 2,866억원 대비 7.3% 증가한 것으로 분석되었음

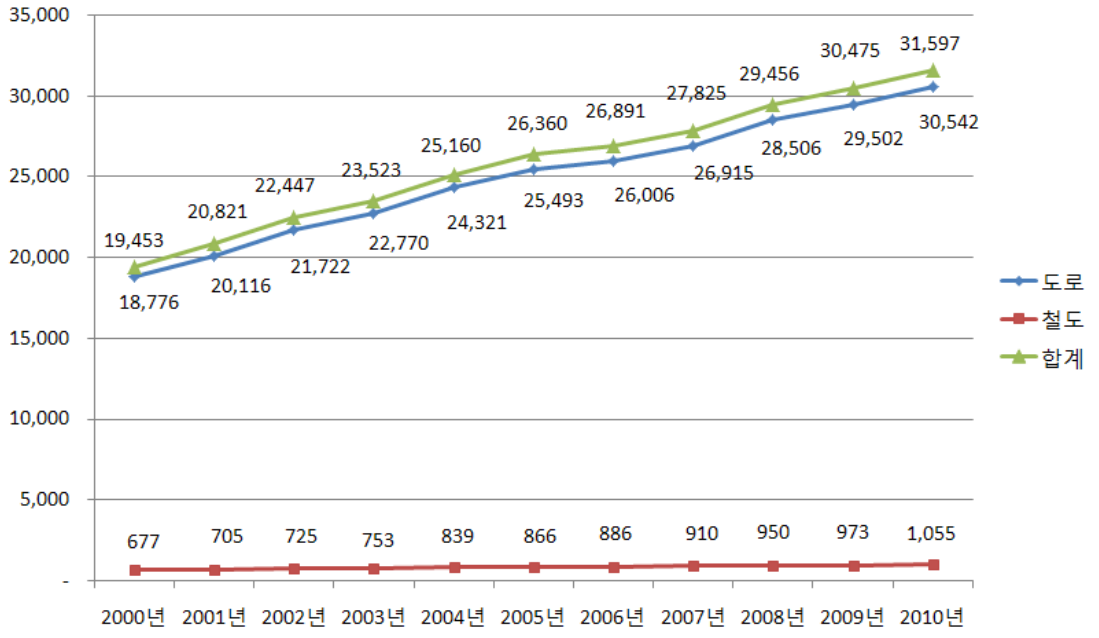
○ 2010년도 우리나라 교통부문 소음비용 구성비를 살펴보면 도로부문이 96.7%, 철도부문이 3.3%로 도로부문 소음비용이 대부분의 비중을 차지하는 것으로 분석되었음

<표 2-61> 교통부문 소음비용

단위: 억원

구분	2008년			2009년			2010년		
	도로	철도	합계	도로	철도	합계	도로	철도	합계
비용	28,506	950	29,456	29,502	973	30,475	30,542	1,055	31,597

주: 1) 금번 과업에서는 소음비용 원단위를 도로: 1,410원, 철도: 1,445원을 물가지수를 이용하여 연도별로 재산정



<그림 2-25> 교통수단별 소음비용 추세 (단위: 억원)

제3장 교통부문 온실가스 배출량 조사 및 분석

제1절 에너지 사용 현황

제2절 온실가스 배출 현황

제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정

제3장 교통부문 온실가스 배출량 조사 및 분석

제1절 에너지 사용 현황

1. 에너지 사용 현황

가. 국내 에너지 사용 현황

○ 국내 에너지 사용 현황은 국가에너지 수급통계 의한 에너지공급 기준으로 작성된 2010년도 에너지통계연보(에너지경제연구원, 2011년) 및 국내 석유수급 및 유통과 관련된 주요정보를 수록한 2010년도 석유류 수급통계(한국석유공사, 2011년) 등의 기초자료를 활용하여 국내 에너지사용 동향 및 현황을 파악하였음

1) 전체에너지 사용량

○ 전체 에너지 소비에서 1차 에너지[1]와 최종 에너지[2]를 살펴보면 2010년 1차 에너지 262.6백만TOE[3], 최종에너지는 193.8백만TOE로 나타나 전년도 대비 각각 7.9% 증가, 6.5% 감소하였음.

<표 3-1> 전체 에너지 소비량

단위: 천TOE

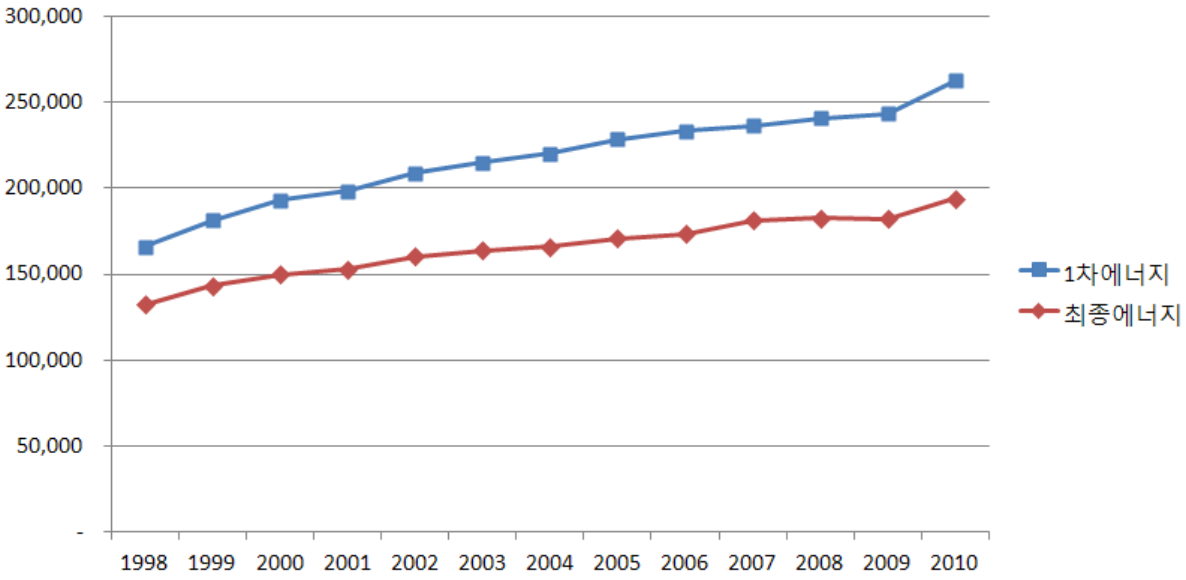
구 분		1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
에너지 소비량 (1,000TOE)	1차 에너지	165,932	181,363	192,887	198,409	208,636	215,067	220,238	228,622	233,372	236,454	240,752	243,311	262,609
	전년 대비 증가율	-8.1%	9.3%	6.4%	2.9%	5.2%	3.1%	2.4%	3.8%	2.1%	1.3%	1.8%	1.1%	7.9%
	최종 에너지	132,128	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,099	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832
	전년 대비 증가율	-8.5%	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.3%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	6.5%

자료: 지식경제부, 에너지통계연보 2011

1) 1차에너지 : 에너지원 중 천연자원 상태에서 공급되는 에너지로 석유, 석탄, 천연가스등이 있음
2) 최종에너지: 최종 소비부문의 에너지 이용설비에 알맞은 형태로 사용되는 에너지로서, 1차에너지 중 일정한 전환과정을 거쳐서 다른 형태의 에너지로 전환된 것으로 전력, 도시가스, 석유제품 등 이 있음
3) TOE(Ton of Oil Equivalent): 석유 1톤을 연소할 때 발생하는 에너지임

○ 1차에너지, 최종에너지 소비 추이를 보면 1998년 이후 꾸준한 증가 추이를 보이며, 1998년 이후 각각의 연평균 증가율은 1차에너지 3.9%, 최종에너지 3.2%의 증가율을 보임

○ <그림 3-1>를 보면 1998년 에너지 소비가 일시적 감소(-8.0%)를 나타내고 있는데, 이는 경제위기로 인한 경기침체로 산업 전반적으로 에너지 사용량이 줄어든 것으로서, 1999년 이후 에너지 소비가 회복된 것을 알 수 있음



<그림 3-1> 전체 에너지 소비량 추이

2) 부문별 최종에너지 사용량

○ 2010년 부문별 최종에너지 소비를 보면 산업부문 115.2백만TOE(58%), 교통부문 36.9백만TOE, 가정/상업부문 373백만TOE(19.6%)의 순으로 나타남

○ 전체 에너지 소비의 58%(2010년)을 차지한 산업부문의 에너지 소비 추이를 보면 1995년 이후 연평균 3.5%의 증가율을 나타냄

○ 교통부문의 에너지 소비는 전체 에너지 소비량에 19.7%(2008년)을 차지하였고, 1995년 이후 연평균 1.5%의 증가율을 보임

○ 에너지 소비가 일시적 감소를 보이고 있는 1998년을 살펴보면, 산업부문의 경우 에너지 사용량은 전년대비 -2.4%인데 반해 교통부문은 -14.8%, 가정/상업부문 -17.1%은 큰 감소를 보임

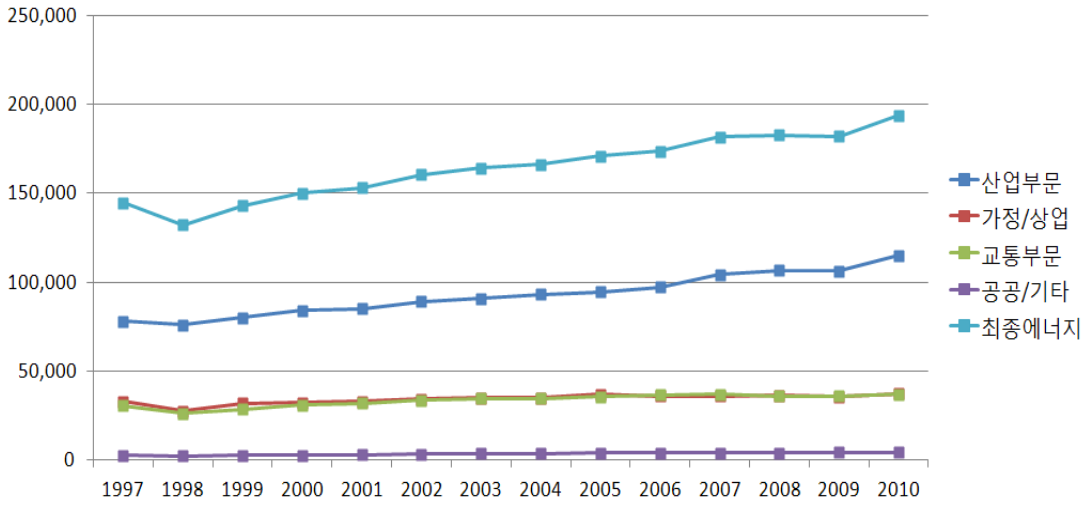
<표 3-2> 부문별 최종에너지 소비

단위: 천TOE

구 분	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
산업부문	77,908	76,039	79,858	83,912	85,158	89,197	90,805	92,992	94,366	97,235	104,327	106,458	106,119	115,155
전년대비 증가율	14.8%	-2.4%	5.0%	5.1%	1.5%	4.7%	1.8%	2.4%	1.5%	3.0%	7.3%	2.0%	-0.3%	8.5%
가정/상업 부문	33,071	27,418	31,929	32,370	32,893	34,299	34,965	34,807	36,861	35,986	35,916	36,225	35,722	37,256
전년대비 증가율	4.3%	-17.1%	16.5%	1.4%	1.6%	4.3%	1.9%	-0.5%	5.9%	-2.4%	-0.2%	0.9%	-1.4%	4.3%
교통부문	30,738	26,184	28,625	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938
전년대비 증가율	3.2%	-14.8%	9.3%	8.1%	3.1%	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.8%
공공/기타 부문	2,715	2,487	2,648	2,625	2,989	3,191	3,593	3,595	4,068	3,836	4,144	4,100	4,295	4,483
전년대비 증가율	2.1%	-8.4%	6.5%	-0.9%	13.9%	6.8%	12.6%	0.1%	13.2%	-5.7%	8.0%	-1.1%	4.8%	9.3%
최종에너지 소비 합계	144,432	132,128	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,009	170,854	173,548	181,455	182,576	182,066	193,832
전년대비 증가율	9.4%	-8.5%	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.2%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	6.2%

자료: 지식경제부, 에너지통계연보 2011

- 산업부문의 부문별 최종에너지 추이는 1998년 -2.4%를 제외하면 1995년 이후 매년 2.5%의 증가를 보임
- 부문별 최종에너지 추이를 보면 가정/상업부문과 교통부문의 최종에너지 소비량은 유사한 패턴을 보임



<그림 3-2> 부문별 최종 에너지 소비 추이

나. 국내 교통부문 에너지 사용량 현황

○ <표 3-3>는 전체 에너지 소비 중 교통부문 소비량 추이에 대한 내용을 나타내고 있음

○ 총 에너지 소비량 대비 교통부문의 에너지 소비량은 1996년 이후 22.56~19.6%의 비중을 차지하고 있음

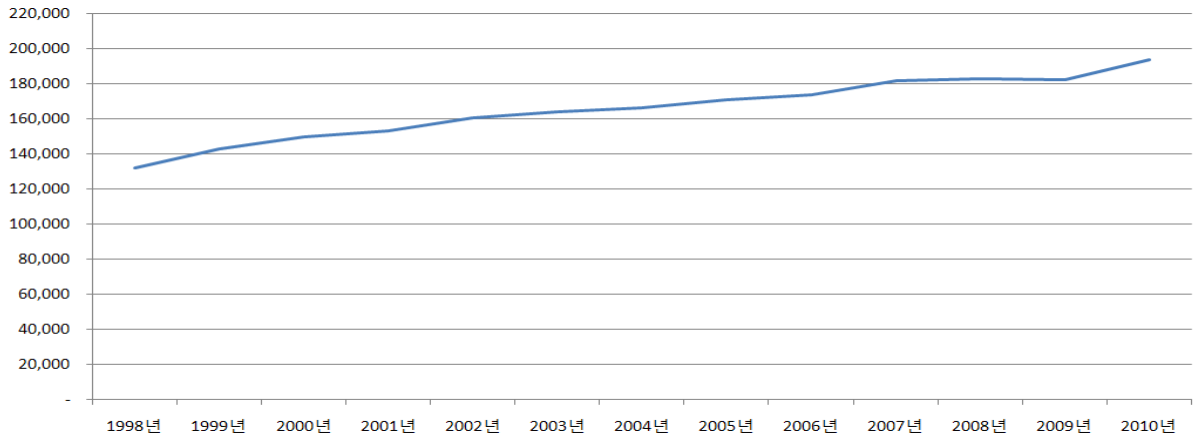
○ 전체 에너지 소비는 1996년 이후 연평균 증가율이 2.5%로 교통부문의 에너지 소비 1.5% 보다 다소 높은 증가율을 보여 결과적으로 총에너지 소비량 대비 교통부문의 에너지 소비 비중은 다소 감소한 것으로 나타남

<표 3-3> 전체 에너지 소비 및 교통부문 소비량 추이

단위: 천TOE

구 분	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
총에너지 소비량	132,128	143,060	149,852	152,950	160,451	163,995	166,099	170,854	173,584	181,455	182,576	182,066	193,832
전년대비 증가율	-8.5%	8.3%	4.7%	2.1%	4.9%	2.2%	1.3%	2.9%	1.6%	4.5%	0.6%	-0.3%	6.5%
교통부문 소비량	26,184	28,625	30,945	31,909	33,763	34,632	34,615	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938
전년대비 증가율	-14.8%	9.3%	8.1%	3.1%	5.8%	2.6%	0.0%	2.7%	2.7%	1.5%	-3.4%	0.4%	2.8%
교통부문 비중	19.82%	20.01%	20.65%	20.86%	21.04%	21.12%	20.84%	20.81%	21.04%	20.43%	19.6%	19.7%	19.1%

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계>에너지통계연보>부문별 최종에너지소비



<그림 3-3> 총 에너지 소비 중 교통부문 비중(%)

1) 교통부문 총 에너지 소비량

○ <표 3-4> 교통부문의 총 에너지 소비량에 대한 내용을 나타내고 있음

○ 2010년 교통부문의 에너지 사용은 36.9백만TOE이며 2009년 대비 2.8% 증가

<표 3-4> 교통부문 총 에너지 소비량

단위: 천TOE

	교통부문			
	계	석유제품	전력	도시가스
2001	31,909	31,708	7	194
2002	33,763	33,488	80	195
2003	34,632	34,286	146	200
2004	34,615	34,160	237	213
2005	35,559	34,982	339	224
2006	36,527	35,780	475	218
2007	37,068	36,149	615	209
2008	35,793	34,642	777	196
2009	35,930	34,529	960	187
2010	36,939	35,282	1,112	188

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계>에너지통계연보>부문별 최종에너지소비>수송

○ <표 3-5>은 교통부문(육상, 철도, 해운, 항공)의 총에너지 소비량 및 수단별 에너지소비량에 대한 내용을 나타내고 있으며, 자세한 내용은 교통수단별로 분석함

<표 3-5> 교통부문 수단별 에너지 소비량

단위: 천TOE

		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
구분	육상부문	24,841	26,485	27,419	27,685	28,144	28,588	29,195	28,532	29,030	29,820
	비율(%)	77.85	78.44	79.17	79.98	79.15	78.27	78.76	79.71	82.03	80.7
	철도(지하철포함)부문	535	536	549	511	505	474	441	424	388	383
	비율(%)	1.68	1.59	1.59	1.48	1.42	1.30	1.19	1.18	1.10	1.0
	해운부문	4,317	4,434	4,477	4,120	4,092	4,437	4,235	3,762	3,321	3,282
	비율(%)	13.53	13.13	12.93	11.90	11.51	12.15	11.42	10.51	9.38	8.9
	항공부문	2,216	2,309	2,188	2,300	2,819	3,028	3,197	3,074	3,191	3,453
	비율(%)	6.94	6.84	6.32	6.64	7.93	8.29	8.62	8.59	9.02	9.3
	전체	31,909	33,763	34,633	34,616	35,559	36,527	37,068	35,793	35,930	36,938
	전년대비 증가율(%)	3.12	5.81	2.58	-0.05	2.72	2.72	1.48	-3.44	-1.13	2.8

자료: 국가에너지통계종합정보시스템(www.kesis.net) 에너지수급밸런스

2) 교통부문 수단별 에너지 소비량

○ <표 3-6>~<표 3-8>은 교통수단별 에너지 소비량에 대해 배럴(BBL)단위로 유종별 및 부문별로 구분하여 보다 상세하게 나타내고 있음

① 육상부문

○ 육상부문은 2010년 주요 에너지 소비는 전체 2652백만bbl로서 2008년 대비 24.7%로 증가 추이를 나타냄

- 육상부문에서 주요 유종으로는 경유 100.9백만bbl(47%) 휘발유 66.8백만bbl (30%), LPG 48.6백만bbl(23%)로 순으로 소비되어 경유가 가장 많은 양이 소비되고 있음

<표 3-6> 육상운수부문 에너지 소비량

단위: 천bbl

	합계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	B-C유	항공유	LPG			기타제품
									계	프로판	부탄	
2001	184,994.8	59,467	106.8	88,797.9	24.6	0	220.2	0	36,376.5	20.4	36,356.1	1.4
2002	196,516.7	60,332.5	185.2	96,816.2	20.2	1.6	163.1	0	38,983.3	94	38,889.7	13.3
2003	202,657.7	57,841.8	166.2	103,875.4	17.1	4.7	42.4	0	40,706	87.1	40,619.2	3.4
2004	203,949.8	55,586.9	86.8	106,124.6	6.8	4.3	35.3	0	42,101.3	77.8	42,023.8	2.8
2005	206,558.5	56,927.6	70.9	106,229.2	34.2	2.3	140.7	0	43,148.9	1.4	43,147.5	4.1
2006	208,999.4	57,396.2	56.3	106,793	14.9	0.8	70.1	0	44,662.8	2.7	44,660.2	4.7
2007	216,526	60,432	38	108,482	14	1	57	0	47,499	1	47,498	3
2008	210,308.9	60,896.2	46.9	101,622.8	13.2	1.4	82.8	0	47,641.4	3.1	47,638.3	3.9
2009	212,608.4	63,729.3	45	99,727.2	28.2	2.2	106.5	0	48,949.7	3.2	48,946.5	15.4
2010	265,199.2	66,815.1	71.5	100,912.7	32.8	14.1	135	0	48,600.5	1.8	48,598.8	16.9

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계연보>석유·가스>부문별 석유제품 소비

② 철도부문

○ 철도부문의 2009년 주요 에너지 소비는 1.4백만bbl이며 경유가 전체 비중에서 99.7% 대부분을 차지함

○ 2003년 이후 철도노선의 전철화로 인해 철도부문의 경유 소비량은 점점 줄어드는 추세임

<표 3-7> 철도운수부문 에너지 소비량

단위: 천bbl

	합계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	B-C유	항공유	LPG			기타제품
									계	프로판	부탄	
2001	2,329.2	0	1.6	2,319.8	0	0	7.2	0	0.6	0.6	0	0
2002	2,329.1	0	1.3	2,320.9	0	0	5.9	0	1	0.6	0.3	0
2003	2,381.6	0	1.9	2,373.8	0	0	5	0	0.9	0.6	0.3	0
2004	2,036.7	0	2.6	2,028.7	0	0	4.6	0	0.8	0.5	0.3	0
2005	1,921.7	0	1.4	1,912.5	0	0.2	7.7	0	0	0	0	0
2006	1,751.4	0	1.5	1,744.3	0	0	5.2	0	0	0	0	0.4
2007	1,607	0	2	1,603	0	0	2	0	0	0	0	1
2008	1,583.3	0	1	1,576.7	0	0	2.5	0	0	0	0	3.1
2009	1,395.9	0	0.5	1,392.2	0	0	0	0	0	0	0	3.3
2010	1,354.6	0	0.2	1351.9	0	0	0	0	0	0	0	2.5

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계연보>석유·가스>부문별 석유제품 소비

③ 해운부문

○ 해운부문의 2010년 에너지 소비는 전체 21.8백만bbl로서 2008년 대비 12% 감소한 수치임

- 경유 14%, 경질중유 5%, B-C유 81%로 나타나 경유와 B-C유가 주요 에너지원으로 사용됨

<표 3-8> 해운운수부문 에너지 소비량

단위: 천 bbl

	합계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	B-C유	항공유	LPG			기타제품
									계	프로판	부탄	
2001	27,748.6	8.9	12.2	3,821.1	747.5	186.8	22,960.4	0	0.6	0.6	0	0
2002	28,506	1.2	35.2	3,983.6	703.9	227.6	23,525.2	0	1	0.6	0.3	0
2003	28,766.9	7.5	9.4	3,829.9	722.3	228.6	23,954.9	0	0.9	0.6	0.3	0
2004	26,496.5	1	9.5	3,843.5	755.2	207	21,671.2	0	0.8	0.5	0.3	0
2005	26,278	0	3.7	3,269.5	831.9	231.2	21,935.9	0	0	0	0	0
2006	28,496.9	2.3	0.6	3,506.3	1,072.2	237.9	23,673.4	0	0	0	0	0.4
2007	27,331	1	0	4,027	1,115	254	21,928	0	0	0	0	1
2008	24,288.3	0.4	0.3	3,622.4	926.2	247.4	19,456.7	0	0	0	0	3.1
2009	21,419.1	0	0.2	2,913.6	996.3	241.8	17,261.6	0	0	0	0	3.3
2010	21,177.8	0	0.1	2885.2	1042.5	259.5	16,981.9	0	4.3	4.3	0	0

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계연보>석유·가스>부문별 석유제품 소비

④ 항공부문

○ 항공부문의 2010년 에너지 소비는 24.8백만bbl로 2009년 대비 8.2% 상승함

- 항공부문의 경우 항공유가 전체 에너지 소비의 99%를 차지하여 대부분의 에너지원으로 사용되고 있음

<표 3-9> 항공운수부문 에너지 소비량

단위: 천 bbl

	합계	휘발유	등유	경유	경질중유	중유	B-C유	항공유	LPG			기타제품
									계	프로판	부탄	
2001	16,023.8	0	11.4	36.9	0	0	1.2	15,968.1	5.2	5	0.1	0
2002	16,693.5	0	5.9	44.2	0	0	0.7	16,639.8	2.7	2.6	0.1	0.1
2003	15,818.7	0	11.7	39.8	3.8	0.2	0	15,750.8	2.6	2.5	0.1	9.9
2004	16,625.3	0	10.8	51.4	3.1	0	0	16,556.4	2.3	2.2	0.1	1.2
2005	20,380.3	0	10.4	41.3	2.5	2.7	0	20,319	0.2	0.2	0	4.2
2006	21,892.4	0.1	7.6	34.4	0.1	3.8	0.1	21,841.7	0.3	0.3	0	4.4
2007	22,981	0	7	36	4	3	0	22,926	0	0	0	5
2008	22,098.1	0	2.4	38.1	2.2	5.7	4	22,040.7	0.4	0.4	0	4.6
2009	22,932.4	0.1	5.9	55.3	4.3	4.9	41.8	22,815.1	1.7	1.7	0	3.1
2010	24,820.4	0.2	6.6	38.2	1.1	4.9	37.8	24,716.5	5.5	5.5	0	4.1

자료: 에너지경제연구원, 국가에너지통계종합정보시스템>에너지통계연보>석유·가스>부문별 석유제품 소비

다. 해외 주요국 교통부문 에너지 사용량 현황

○ 주요국의 에너지 사용량은 다음과 같으며 대부분 교통수단별·연료별 에너지 사용량을 구분하여 산정함

○ 에너지 사용량 현황은 각 국의 전체 에너지 소비량과 교통부문의 소비량을 살펴봄

1) 전체 에너지 사용량

<표 3-10> 해외 주요 국가별 1차 에너지 사용량

단위: 백만TOE

국가	1995년	2000년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년	2010년	'90-'10 연평균변화율(%)
미국	2,121.9	2,313.7	2,351.2	2,332.7	2,372.7	2,320.2	2,204.1	2,285.7	0.5
중국	913.2	1,038.2	1,691.5	1,858.1	1,996.8	2,079.9	2,187.7	2,432.2	6.7
러시아	663.9	620.4	657.4	675.3	685.8	691.0	654.7	690.9	0.3
인도	913.2	1,038.2	364.0	381.4	414.5	444.6	480.0	524.2	-3.6
일본	491.2	514.1	527.2	528.3	523.6	516.2	473.0	500.9	0.1
독일	332.9	332.3	333.2	339.5	324.2	326.8	307.4	319.5	-0.3
캐나다	278.1	302.3	325.3	323.6	329.0	326.6	312.5	316.7	0.9
영국	214.6	224.1	228.3	225.6	218.4	214.9	203.6	209.1	-0.2
한국	147.1	188.9	220.6	222.7	231.3	235.3	236.7	255.0	3.7
이탈리아	162.4	176.5	186.2	185.4	182.4	180.7	168.3	172.0	0.4
World	8,577.9	9,382.4	10,800.9	11,087.8	11,398.4	11,535.8	11,363.2	12,002.4	2.3

자료: 에너지경제연구원, 에너지통계연보 2011

<표 3-11> 주요국가의 GDP당 1차에너지 소비량

단위: TOE

국가	1980년	1990년	1995년	2000년	2005년	2006년	2007년	2008년	2009년
영국	3.52	3.62	3.74	3.8	3.7	3.62	3.48	3.4	3.18
중국	0.61	0.76	0.87	0.86	1.3	1.41	1.48	1.6	1.7
러시아	-	5.87	4.21	4.17	4.55	4.71	4.75	4.85	4.56
인도	0.3	0.37	0.41	0.45	0.49	0.51	0.53	0.54	0.58
일본	2.95	3.55	3.93	4.08	4.06	4.06	4.02	3.85	3.9
독일	4.56	4.43	4.13	4.1	4.11	4.14	4.03	4.07	3.89
캐나다	7.86	7.53	7.88	8.18	8.41	8.25	8.17	8.07	7.53
미국	7.92	7.65	7.77	8.08	7.84	7.68	7.74	7.47	7.03
한국	1.08	2.17	3.25	4.02	4.37	4.43	4.59	4.68	5.05
이탈리아	2.32	2.59	2.8	3	3.12	3.07	3	2.96	2.74
World	1.63	1.67	1.63	1.65	1.77	1.79	1.82	1.84	1.8

자료: OECD Factbook 2011: Economic, Environmental and Social Statistics, statistics>energy>total primary energy supply per capita

2) 교통부문 에너지 사용량

○ 2009년 해외 주요 국가별 교통부문 에너지 소비량을 살펴보면 미국의 경우 601.6백만 TOE로 가장 많은 사용량을 보임

○ 한국의 교통부문 에너지 소비량은 2009년 35.79백만TOE로 나타나 일본 보다 낮은 수준으로 나타남

<표 3-12> 2009년 주요국가별 교통부문 에너지 소비

단위 : 백만TOE

국가	2009년	국가	2009년
미국	601.6	독일	54.45
중국	156.33	캐나다	56.88
러시아	97.24	영국	43.41
인도	45.32	한국	35.79
일본	78.80	이탈리아	40.92
World	2304.47		

자료: 에너지경제연구원, 에너지통계연보 2011

2. 교통부문 에너지 사용 조사

가. 조사개요

○ 교통부문의 에너지 사용량은 온실가스 배출량 산정의 기초 자료로 활용됨

- 에너지 사용량 산정을 통해 수단별로 배출되는 온실가스 배출량의 규모를 파악할 수 있음

○ 교통수단별 에너지는 석유류에 기반하므로 이를 통합적으로 파악할 필요가 있음

- 각 교통수단별로 판매된 에너지량을 통해 사용량을 산정하였음

나. 조사 자료

○ 한국석유공사에서 매년 발간하는 『석유류 수급통계』를 통해 자료를 취합함

○『석유류 수급통계』는 석유 및 석유대체연료 사업법[4]에 의거하여 한국석유공사에 수집된 각 정유사, 석유제품 수입사 및 석유유통업체의 거래상황 기록부를 기초로 작성된 통계연보로서 국내 석유류 수급에 대한 종합적 정보를 제공하고 있음

- 원유 수입에서 석유제품 생산 및 수출입, 소비 등 국내 석유수급 및 유통과 관련된 주요 정보를 수록한 정부 승인 통계집
-『석유류 수급통계』 자료는 매월 모든 정유사, 석유 수출입사 및 석유유통업체를 대상으로 원유도입에서부터 원유처리, 제품생산, 제품수출입, 제품판매, 재고 등에 이르기까지 전반적인 석유 수요·공급 상황을 조사함으로써 정부의 석유산업관련 정책입안 및 집행에 기여함
- 정유사 : SK에너지, GS칼텍스, SK인천, S-Oil, 현대오일뱅크
- 수출입사 : SK가스, E1, 한전, 석유화학사 등
- 조사내용
  - 판매업자 : 석유대리점, 주유소, 일반판매소, 부생연료유판매소, 용제판매업체, LPG판매업체
  - 원유수입 : 항차별, 유종별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 원유수입상황

4) 조사근거는 석유및석유대체연료사업법 제 38조, 제 43조, 석유및석유대체연료사업법 시행령 제45조, 석유및석유대체연료사업법 시행규칙 제 45조, 액화석유가스의안전관리및사업법 제38조, 액화석유가스의안전관리및사업법 시행규칙 제55조에 의거함

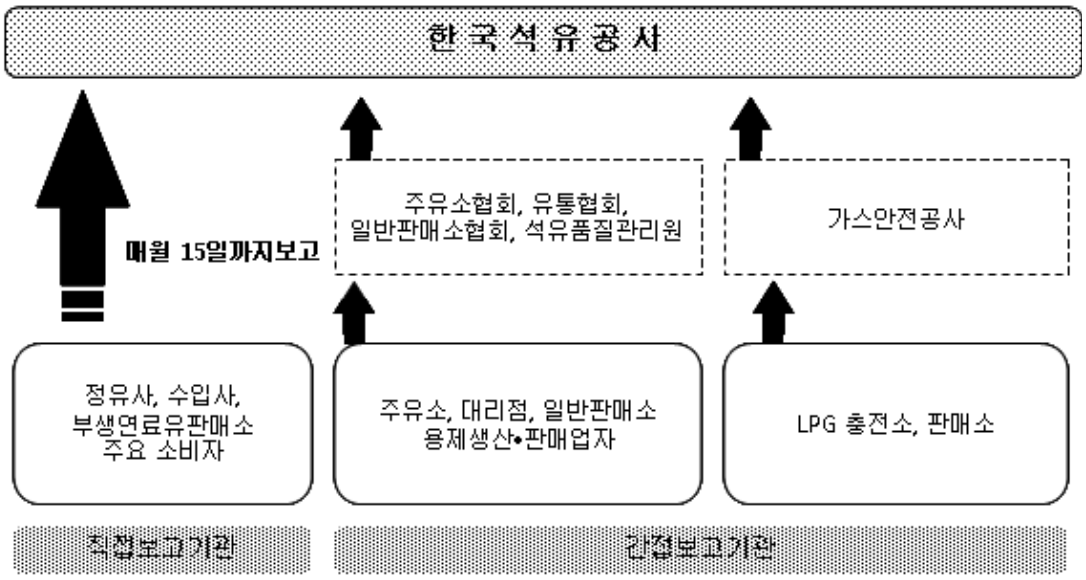
- 정제투입 및 제품생산 : 정제투입량, 제품생산량
- 제품수출입 : 항차별, 제품별, 형태별, 국가별, 선적·통관일별 도입물량, 금액 등 제품수출입상황
- 제품판매 : 거래처별, 제품별, 지역별, 산업분류별 판매물량 등 거래상황
- 재 고 : 원유, 기타원료, 석유제품의 초재고 및 말재고
- 기 타 : 타사입출하, 타산업유출입, 정제연료, 자가소비

○ 조사주기 및 방법은 월간 또는 분기자료를 익월 15일(25일) 또는 익분기(20일)까지 인터넷, 우편, 팩스 등을 통하여 보고받아 통계자료 생성 및 제공함

○ 집계 방식은 1차적으로 주유소, 대리점, 일반판매소 및 용제생산·판매업자가 주유소협회, 유통협회, 일반판매소협회, 석유품질관리원 등 매월 15일까지 해당 협회에 보고하고 한국석유공사는 이를 매달 25일까지 보고받는 방식으로 이루어짐

○ LPG 충전소나 판매소는 가스안전공사에 매분기 15일까지 통보하며 가스안전공사에서는 이를 석유공사에 분기별 20일까지 보고함

○ 직접적으로는 정유사나 수입사, 부생연료유판매소는 매월 15일까지 한국석유공사에 보고함

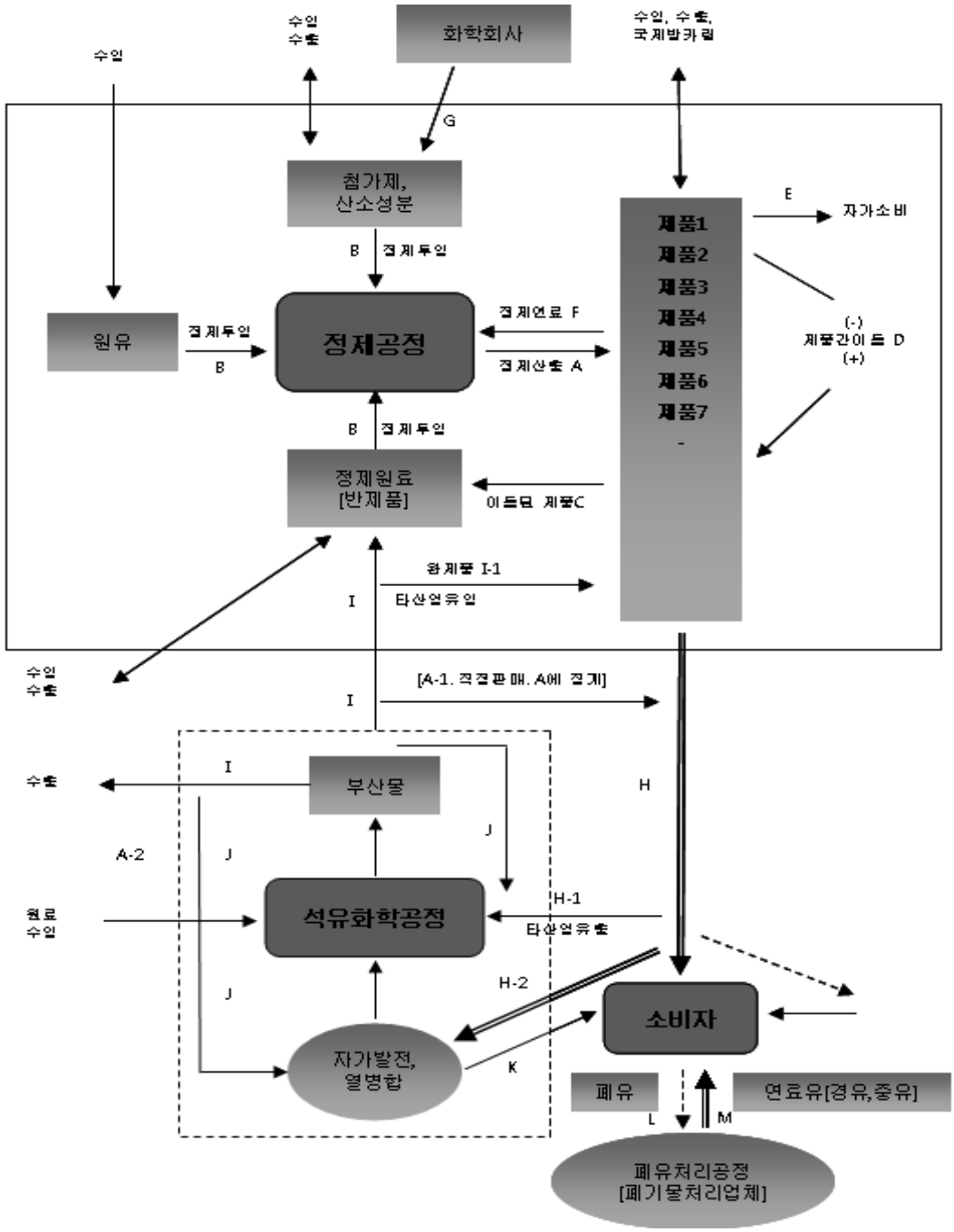


<그림 3-4> 한국석유공사 자료 취합 경로

○ 본 연구에서는 석유류 수급통계의 '수단별·유종별·지역별 판매현황'과 '시군(구)별·유종별 판매현황' 등 을 참고하였음

- 판매현황을 통해 교통부문의 연료 소비량을 산정하였고 온실가스 배출량 산정의 Tier 1 방법에서 활용하였음

- 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소비량을 산정할 수 있음
- 본 통계자료의 집계량은 각 부문별 판매량을 모두 사용하였다는 가정 하에 에너지 사용량으로 간주함



<그림 3-5> 국내 석유수급 흐름도

다. 조사 결과

1) 교통부문 에너지 사용량[5)]

○ 교통부문의 연료 소모량은 한국석유공사에서 통계 연보로 발행하고 있는 석유류 수급 통계자료를 활용하여 지역별·산업별 및 수요처별 연간 대리점과 주유소의 판매실적을 교통부문 에너지 소모량으로 산정함

○ 교통부문은 전년과 거의 비슷한 263,945천bbl로 전체 에너지부문 중 33.2%를 차지함

○ 제품별로는 대부분의 제품이 증가하였으나, 교통부문 전체 소비의 약 40%를 차지하는 경유가 경기회복 지연 여파로 인해 회복되지 못하였고 또한 해운화물 수송량 감소 등의 영향으로 B-C유가 비교적 크게 감소하면서 전체적으로 전년과 거의 비슷한 수준으로 소비

- 경유는 정부의 적극적인 대규모 경기부양 정책에도 불구하고 경유소비의 약 80%를 차지하는 화물차량과 선박운항 감소로 인해 전년대비 1.1% 증가한 105.2백만bbl 소비
- B-C유는 경기회복 지연에 따른 해운 물동량 감소 등으로 인하여 전년에 비해 1.5% 감소한 17.6백만bbl을 소비
- LPG는 상대적으로 비싸진 경유에 비하여 가격경제성을 확보하였지만 가격이 약간 상승하여 LPG 전체 소비는 전년대비 0.7% 감소한 48.6백만bbl이 소비됨
- 항공유는 국내외 여행객의 증가 및 항공 화물량의 수요 증가로 인하여 전년대비 8.3% 증가한 24.7백만bbl을 소비

○ 교통수단별로는 도로와 항공부문은 증가, 해운과 철도부문은 감소

- 도로부문은 휘발유가 증가한 반면 경유, LPG 소비가 감소함으로써 전년대비 1.1% 소폭 증가한 216.6백만bbl이 소비되었고, 해운부문은 해운 물동량 감소의 영향으로 전년대비 1.1% 감소한 21.2백만bbl이 소비됨
- 항공부문은 소비심리 회복에 따른 국내외 여행객 증가와 항공화물 수요 증가로 전년대비 8.2% 증가한 24.8백만bbl이 소비됨
- 철도부문은 2004년 고속철도가 개통된 이래 경유 사용 열차의 운행이 감소하면서 전년대비 2.9% 감소한 1.4백만bbl이 소비됨으로써 6년 연속 감소세를 이어감

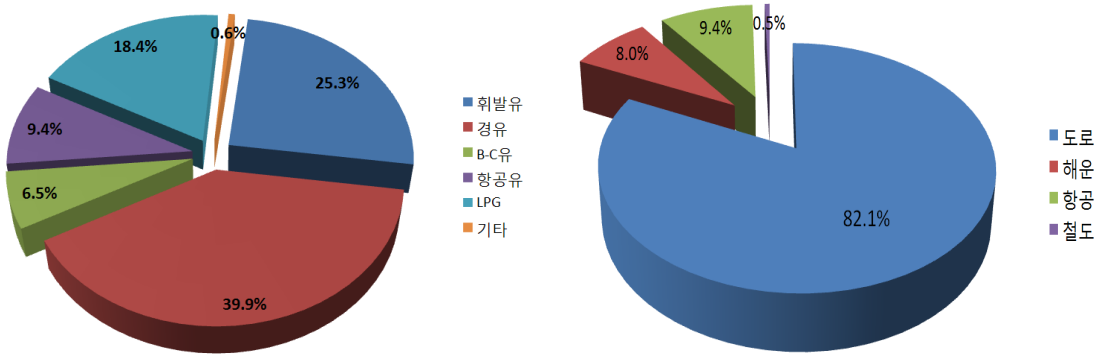
5) 2010년도 석유류 수급통계(2010년 석유류수급통계 자료는 총괄편과 정유사편이 제외됨), 한국석유공사, 2011

<표 3-13> 교통부문 제품별·수단별 소비

단위: 천bbl,

구분		2010년			2009년			2008년		
		소비량	구성비	증감율	소비량	구성비	증감율	소비량	구성비	증감율
제품별	휘발유	66,815	25.3	4.8	63,729	24.7	4.7	60,897	23.6	0.8
	경유	105,188	39.9	1.1	104,088	40.3	-2.6	106,860	41.4	-6.4
	B-C유	17,155	6.5	-1.5	17,410	6.7	-10.9	19,546	7.6	-11.1
	항공유	24,716	9.4	8.3	22,815	8.8	3.5	22,041	8.5	-3.9
	LPG	48,610	18.4	-0.7	48,956	18.9	2.7	47,663	18.5	0.3
	기타	1,461	0.6	7.6	1,358	0.5	6.7	1,272	0.5	-12.2
수단별	도로	216,601	82.1	1.9	212,608	82.3	1.1	210,309	81.4	-2.9
	해운	21,174	8	-1.1	21,419	8.3	-11.8	24,288	9.4	-11.1
	항공	24,815	9.4	8.2	22,932	8.9	3.8	22,098	8.6	-3.8
	철도	1,355	0.5	-2.9	1,396	0.5	11.8	1,583	0.6	-1.5
합계		263,945	100	2.2	258,356	100.0	0.0	258,279	100	-3.8

자료: 한국석유공사, 2010년 석유류수급통계 2011



<그림 3-6> 2010년 제품별 수단별 소비비중

○ 석유수급량 통계자료를 활용하여 교통부문의 수단별(철도, 도로, 해운, 항공) 및 지역별(16개 광역시·도)로 에너지 소모량을 교통수단별·지역별로 정리할 수 있음

○ 또한 사용량이 석유류수급통계에 속하지 않지만, 교통관련 에너지사용량을 파악하기 위해 관련 통계를 조사하여 정리한 결과는 다음과 같음

<표 3-14> 2010년도 교통수단별 16개광역시별 에너지 사용량

단위: 천bbl, %

	도로	철도	해운	항공	계
1.서울	26,079	434	385	7,465	34,363
	12.0%	32.0%	1.8%	30.2%	13.0%
2.부산	12,678	218	4,636	347	17,879
	5.9%	16.1%	21.9%	1.4%	6.8%
3.대구	8,712	61	-	26	8,799
	4.0%	4.5%	100.0%	0.1%	3.3%
4.인천	11,074	-	3,485	16,066	30,625
	5.1%	0.0%	16.5%	64.9%	11.6%
5.광주	5,997	37	-	-	6,034
	2.8%	2.7%	0.0%	0.0%	2.3%
6.대전	5,751	82	-	-	5,833
	2.7%	6.1%	0.0%	0.0%	2.2%
7.울산	5,446	-	5,088	54	10,588
	2.5%	0.0%	24.0%	0.2%	4.0%
8.경기도	55,275	103	1,334	8	56,720
	25.5%	7.6%	6.3%	0.0%	21.5%
9.강원도	8,598	16	207	-	8,821
	4.0%	1.2%	1.0%	0.0%	3.3%
10.충북	9,498	61	-	118	9,677
	4.4%	4.5%	0.0%	0.5%	3.7%
11.충남	13,387	23	1,154	4	14,568
	6.2%	1.7%	5.5%	0.0%	5.5%
12.전북	9,480	65	193	-	9,738
	4.4%	4.8%	0.9%	0.0%	3.7%
13.전남	9,115	128	2,784	6	12,033
	4.2%	9.4%	13.1%	0.0%	4.6%
14.경북	16,092	109	241	-	16,442
	7.4%	8.0%	1.1%	0.0%	6.2%
15.경남	16,600	18	1,569	11	18,198
	7.7%	1.3%	7.4%	0.0%	6.9%
16.제주	2,821	-	97	638	3,556
	1.3%	0.0%	0.5%	2.6%	1.3%
합계	216,603	1,355	21,173	24,743	263,874
	82.1%	0.5%	8.0%	9.4%	100.0%

주: 1) 통계수치는 반올림 되었으므로 세목의 합계가 총계와 일치되지 않을 수 있음
2) 일반석유제품 1bbl(배럴) = 158,988L, 프로판 1bbl = 80,775kg, 아스팔트 1bbl = 16,155kg
부탄 1bbl = 80,775kg
3) ( )안 숫자는 각각의 지역에서 수단별로 차지하는 비중임
4) 각 수단별로 사용되는 주요 유종별 사용량이 아닌 교통부문 전체 에너지 사용량임

자료: 한국석유공사, 2010년도 석유류수급통계 2011

○ 석유류뿐만 아니라 16개 광역시도별 교통부문 에너지소비를 정리한 내용은 다음과 같음

- 경기가 가장 많은 에너지를 사용하였으며, 경기도와 서울 및 인천을 포함한 수도권이 17,107천TOE로 전체 에너지의 46.3%를 차지하였음

<표 3-15> 2010년 16개 광역시별 교통부문 에너지소비

단위: 천TOE

	석유제품	도시가스	전력	신생 및 기타	합계	비율(%)
서울	4,438	292	116		4,846	13.1%
부산	2,439	69	3		2,510	6.8%
대구	1,139	61	18		1,218	3.3%
인천	1,228	114	9		4,351	11.8%
광주	776	41	5		822	2.2%
대전	752	23	4		779	2.1%
울산	1,525	31	0	209	1,765	4.8%
경기	7,471	311	12	116	7,910	21.4%
강원	1,171	11	0		1,183	3.2%
충북	1,292	17	3		1,312	3.6%
충남	1,976	15	2		1,993	5.4%
전북	1,288	26	0	32	1,345	3.6%
전남	1,668	18	1		1,688	4.6%
경북	2,194	30	2		2,226	6.0%
경남	2,445	54	13		2,512	6.8%
제주	479	0	0		479	1.3%
합계	32,281	1,113	188	357	36,939	100.0%

자료: 에너지경제연구원, 2011년 지역에너지통계연보 2011

2) 철도전환부문 에너지 사용량

○ 2010년 기준 전철전력 사용량은 <표 3-16>와 같음

- 총 전철전력 사용량은 1,965백만kwh이며 수도권의 전력 사용량이 921백만kwh로 가장 많은 사용량을 보임

<표 3-16> 2010년 전철전력 사용량

단위: kwh

노선	전력 사용량
수도권[1)]	921,881,782
경부고속선	558,808,165
경부선	192,141,254
호남선	96,711,556
중앙선	74,868,477
태백선	18,516,480
영동선	84,026,028
충북선	18,357,863
합계	1,965,211,605

주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임
자료: 2010년 전철전력 사용량 현황, 철도통계연보 2011

○ 2010년 기준 지하철 전력 사용량은 <표 3-17>과 같음

- 총 지하철 전력 사용량은 1,170천Mwh이며 서울메트로의 전력 사용량이 543천Mwh로 가장 많은 사용량을 보임

<표 3-17> 2010년 기준 지하철 전력 사용량

단위: Mwh

노선	전력 사용량
서울메트로	543,280
서울도시	297,580
부산도시	163,728
대전도시	18,161
대구도시	69,399
광주도시	18,905
인천도시	59,143
합계	1,170,196

자료: 지역별 철도공사 내부자료

3) CNG부문 에너지 사용량

○ CNG부문 연료소모량은 한국도시가스협회의 2010년 용도별 수요가수 및 공급량 자료를 활용하였음

<표 3-18> CNG부문 연료소모량

단위: Nm^3

	연료소모량
서 울	276,530
인 천	107,850
경 기	295,020
수도권 계	679,400
부 산	65,192
대 구	57,696
광 주	38,699
대 전	21,499
울 산	29,216
강 원	10,807
충 북	15,988
충 남	13,767
전 북	24,538
전 남	17,257
경 북	28,500
경 남	51,181
제 주	0
지 방 계	374,340
전 국 계	1,053,740

자료: 한국도시가스협회, 2010년 수요가수 및 공급량(www.citygas.or.kr)

4) 국제벙커링부문 에너지 사용량

○ 2010년 국제벙커링 에너지 사용량은 다음과 같음

- 해운부문과 항공부문에 해당되며 경유, 방카A, 방카C, 항공유로 나누어짐

<표 3-19> 2010년 국제벙커링 에너지 사용량

단위: 천bbl

년	경유	방카A	방카C	항공유	합 계
2006년	4,990	367	40,800	7,691	53,849
2007년	4,287	428	37,333	8,495	50,543
2008년	3,955	472	37,771	8,412	50,610
2009년	3,354	364	35,009	6,745	45,472
2010년	3,493	513	37,401	7,933	49,340

자료: 한국석유공사 석유정보망(www.petronet.co.kr)

5) 바이오디젤 보급현황

○ 바이오디젤은 고유가 시대에 에너지원 다양화, 석유위기 대응, 환경개선 등을 위해 경유에 혼합되어 보급되었으며, IPCC에서 인정하는 탄소중립원으로서 대기환경 개선, 온실가스 감축, 제품 및 기술 수출 등의 성과를 거두며 친환경 대체에너지로서의 보급 정책 지속 필요

○ 보급 활성화를 위해 관계부처 합동으로 「제1차 바이오디젤 중장기 보급계획」을 수립하여 정부차원의 지원 계획을 확정('07. 9월)

- 경유의 바이오디젤 혼합비율은 '07년부터 매년 0. 5%p씩 상향조정하여 '10년까지 2. 0%를 경유에 혼합하여 보급

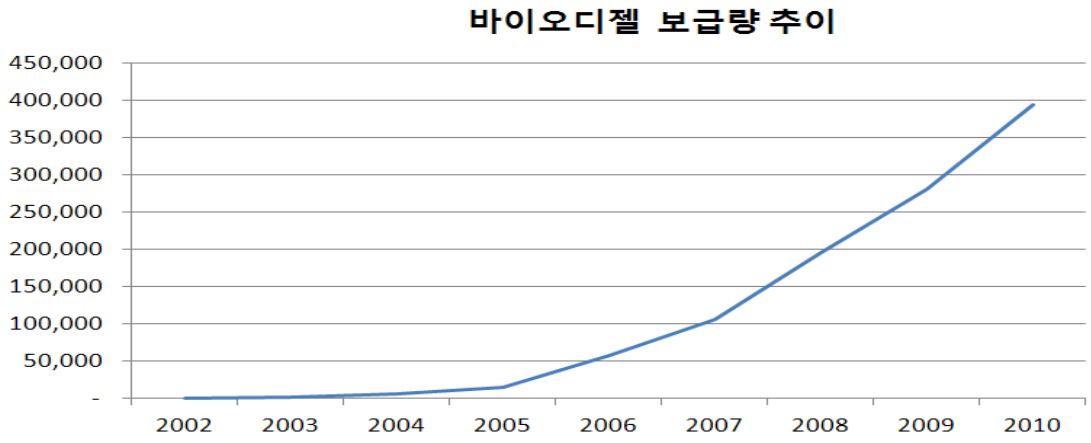
○ <표 3-20>을 살펴보면, 바이오디젤 보급량은 꾸준히 증가추이를 보이고 있으며, 실제 보급계획 목표치는 유사한 비율을 보임

<표 3-20> 바이오디젤 보급량

단위: kl

연도	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
바이오디젤	918	1, 845	5, 900	14, 566	57, 985	105, 705	196, 289	280, 872	394, 279
경유						145, 327	134, 513	132, 308	134, 647
실제치(%)						0. 5	0. 9	1. 3	1. 9
목표치(%)						0. 5	1. 0	1. 5	2. 0

자료: 1) 에너지경제연구원, 에너지통계연보 2011
2) '07년부터 바이오디젤 의무혼합비율 적용
3) 실제 보급비율 산정은 petronet의 경유소비량/(158. 984 L × 해당연도 바이오디젤 보급량)



<그림 3-7> 2010년 바이오디젤 보급현황

제2절 온실가스 배출 현황

1. 온실가스 개요

○ 지구온난화 현상을 유발시키는 온실가스는 이산화탄소(CO_2), 메탄(CH_4), 아산화질소(N_2O), 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6) 등을 일컫음

- 이산화탄소(CO_2)는 주로 에너지사용 및 산업공정에서 발생하며, 메탄(CH_4)은 주로 폐기물, 농업 및 축산활동에서, 아산화질소(N_2O)는 주로 비료사용에서, 수소불화탄소(HFCs), 과불화탄소(PFCs), 육불화황(SF_6) 등은 냉매 및 세척용으로 사용됨

○ IPCC가 제시한 지구온난화에 기여하는 정도를 나타내는 지구온난화지수(Global Warming Potential; GWP)는 가스별로 다르게 나타남

- 지구온난화지수는 이산화탄소(CO_2)를 1로 보았을 때, 각 가스별 기여정도를 명시한 것임

<표 3-21> 온실가스별 지구온난화지수(GWP)

온실가스	지구온난화지수(GWP)
이산화탄소	1
메탄	21
아산화질소	310
수소불화탄소	150~11,700
과불화탄소	6,500~9,200
육불화황	23,900

자료: IPCC 제 2차 평가보고서(1995)

○ 온실가스별 지구온난화 기여율을 보면 이산화탄소(CO_2) 60.1%, 메탄(CH_4) 19.8%, 아산화질소(N_2O) 6.2%, 기타(HFCs, PFCs, SF_6 등) 0.4% 정도임(IPCC 제3차 평가보고서, 2001)

- 이는 석유 및 석탄 등 화석연료의 연소 등에 의해 배출된 이산화탄소가 지구온난화의 최대원인이라 할 수 있음
- 이산화탄소의 농도는 1950년에 280ppm에서 1998년에 365ppm으로 31% 증가하였으며, 현재의 농도는 최고 수준임

- 2100년에는 산업혁명 전보다 3배 이상인 540~970ppm 정도 증가할 것으로 예상되며, 그 결과 21세기 중반까지 전지구상의 평균기온이 5℃ 정도 상승할 것으로 예측되고 있음

<표 3-22> 온실가스의 특성

구 분	이산화탄소 (CO_2)	메탄 (CH_4)	이산화질소 (N_2O)	염화불화탄소 (HFCs, PFCs, SF_6)
대기체류기간	50~200년	20년	120년	65~130년
배출원	- 화석연료 연소 - 산림벌채	- 쌀경작 - 가축사육 - Biomass연소 - 채광 - 천연가스 이용	- 농지경작	- 냉매, 세척제 이용
'90년 수준의 농도유지 조건	60~80% 감축	15~20% 감축	70~80% 감축	-
산업혁명 이전 농도	280ppmv	0.8ppmv	288ppmv	0
1990년 농도 (증가율)	353ppmv (26%)	1.72ppmv (115%)	310ppbv (8%)	280pptv(CFC-11) 484pptv(CFC-12)
연평균 증가율	0.4(1.5ppm)	1.1	0.2 ~ 0.3	-

자료: 『자동차의 온실가스 배출량 조사』, 국립환경연구원, 2001.

2. 온실가스 현황

○ <표 3-23>에서 보는 바와 같이 OECD 주요 국가별 온실가스 배출 현황을 살펴보면 국가마다 다소 차이가 있으나 독일, 캐나다, 영국, 일본은 2008년 대비 2009년 배출량이 감소 추세이며 이를 제외한 국가들은 대부분 지속적으로 증가하고 있음

<표 3-23> 주요국가 온실가스 배출량

단위: 백만 tCO_2

국가	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	'90-'09 연평균 변화율
미국	4,868.7	5,138.7	5,698.1	5,771.7	5,684.9	5762.7	5586.8	5195.0	6.7%
중국	2,244.1	3,022.1	3,077.2	5,103.1	5,649.3	6071.8	6549.0	6877.2	206.5%
러시아	2,178.8	1,574.5	1,505.5	1,516.2	1,579.8	1578.5	1593.4	1532.6	-29.7%
인도	582.3	776.6	972.5	1,160.4	1,249.9	1357.2	1431.3	1585.8	172.3%
일본	1,064.4	1,147.9	1,184.0	1,220.7	1,205.0	1242.3	1152.6	1092.9	2.7%
독일	950.4	869.3	827.1	811.3	823.5	800.1	804.1	750.2	-21.1%
캐나다	432.3	465.2	532.8	558.8	543.6	568.0	551.1	520.7	20.4%
영국	549.3	516.6	523.8	533.1	533.3	521.5	512.1	465.8	-15.2%
한국	229.3	358.6	421.0	468.0	476.5	490.3	501.7	515.5	124.8%
이탈리아	397.4	409.4	426.0	460.8	458.4	447.3	435.1	389.3	-2.0%
World	20,964.8	21,793.7	23,496.5	27,129.1	28,024.0			28999.4	38.3

자료: IEA, CO_2 Emissions from Combustion 2011

<표 3-24> 세계 CO_2 배출 전망(~2030년)

구분	CO_2배출량(10억톤)			비중(%)		증가율(%)
	2007	2015	2030	2007	2030	('07~'30)
총 CO_2 배출	28.8	32.3	40.2	100	100	1.5
석탄	12.2	14.7	18.6	42	46	1.9
석유	10.9	11.3	13.6	38	34	1.0
가스	5.7	6.3	7.9	20	20	1.5
발전	11.9	13.8	17.8	100	100	1.8
석탄	8.7	10.6	13.9	73	75	2.1
석유	0.9	0.7	0.5	8	4	-2.3
가스	2.3	2.5	3.4	19	22	1.7
최종에너지	15.5	16.8	20.4	100	100	1.2
석탄	3.3	3.8	4.3	21	22	1.2
석유	9.3	9.9	12.3	60	60	1.2
교통	6.4	7.0	9.1	42	42	1.5
가스	2.9	3.1	3.8	19	18	1.2

자료: IEA, World Energy Outlook 2009

<표 3-25> 주요 국가별 1인당 CO_2 배출현황

단위: 톤

국가	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009	'90-'09 연평균 변화율(%)
미국	19.46	19.28	20.18	19.48	19.02	19.08	18.33	16.90	-13.2%
중국	1.97	2.50	2.42	3.89	4.29	4.58	4.92	5.14	161.2%
러시아	14.75	10.61	10.25	10.57	11.09	11.10	11.22	10.80	-26.8%
인도	0.69	0.83	0.96	1.06	1.13	1.21	1.26	1.37	100.2%
일본	8.61	9.14	9.33	9.55	9.43	9.72	9.04	8.58	-0.3
독일	11.98	10.65	10.06	9.84	10.00	9.73	9.79	9.16	-23.5
캐나다	15.61	15.88	17.36	17.33	16.69	17.25	16.54	15.43	-1.1
영국	9.60	8.90	8.89	8.85	8.80	8.55	8.34	7.54	-21.4
한국	5.35	7.95	9.31	9.72	9.87	10.12	10.32	10.57	97.7
이탈리아	7.01	7.20	7.48	7.86	7.78	7.53	7.27	6.47	-7.7
World	3.98	3.84	3.87	4.21	4.29	4.40	4.41	4.29	7.8

자료: IEA, CO_2 Emissions from Combustion 2011

○ 우리나라의 교통부문 이산화탄소 배출량은 2009년 약 85.2백만톤(CO_2)이며 미국이나 일본 등 선진국에 비하면 낮은 수치임

○ 교통부문 1인당 온실가스 배출량도 독일 및 일본과 비슷한 수치로 1인당 1,747kg임

<표 3-26> 2009년 주요 국가별 교통 CO_2 배출현황

단위: 백만톤

국가	2009	국가	2009
미국	1,614.3	독일	148.7
중국	476.3	캐나다	157.6
러시아	226.3	영국	119.7
인도	150.1	한국	85.2
일본	220.1	이탈리아	110.8
World	6,543.8		

자료: IEA, CO_2 Emissions from Combustion 2011

<표 3-27> 2009년 주요 국가별 교통부문 1인당 CO_2 배출현황

단위: kg CO_2/인

국가	2009년	국가	2009년
미국	5,250	독일	1,816
중국	356	캐나다	4,670
러시아	1,595	영국	1,936
인도	130	한국	1,747
일본	1,729	이탈리아	1,840
World	968		

자료: IEA, CO_2 Emissions from Combustion 2011

○ 우리나라 1인당 온실가스 배출량에서 2009년에는 12.48tCO_2eq./인으로 계속적으로 증가하고 있으며 1991년에 비해 57.6%가 증가하였음.

○ 1998년에는 경제위기로 인하여 1인당 온실가스 배출량 15.2%가 감소하였음.

○ GDP백만원당 온실가스 배출량에서 2009년은 0.62tCO_2eq./백만원으로 1991년 대비 50%가 감소하였는데 이유는 1인당 GDP가 급속하게 증가로 인하여 상대적으로 감소하는 것으로 나타남

○ 다음 <표 3-28>은 우리나라의 배출관련 주요지표를 나타낸 것으로 2009년 기준으로 1인당 온실가스 배출량은 12.48tCO_2eq./인으로 나타남

○ GDP와 온실가스 배출량이 꾸준히 증가하면서 1인당 온실가스 배출량도 매년 증가하는 추세를 보이고 있음

<표 3-28> 우리나라 온실가스 배출 관련 주요지표

	온실가스 배출량 (백만tCO_2eq.)	인구 (백만명)	GDP (10억원, 2000년 기준)	1인당 온실가스 배출량 (tCO_2eq./인)	온실가스 배출량/GDP (tCO_2eq./백만원)
1991	320.5	43.3	350,820	7.40	0.91
1992	346.1	43.7	371,433	7.92	0.93
1993	381.5	44.2	394,216	8.63	0.97
1994	411.1	44.6	427,868	9.22	0.96
1995	448.1	45.1	467,099	9.94	0.96
1996	491.1	45.5	499,790	10.79	0.98
1997	514.9	46	523,035	11.19	0.98
1998	439.3	46.3	487,184	9.49	0.90
1999	480.7	46.6	533,399	10.32	0.90
2000	513.6	47	578,665	10.93	0.89
2001	532.4	47.4	600,866	11.23	0.89
2002	550.6	47.6	642,748	11.57	0.86
2003	561.7	47.9	662,655	11.73	0.85
2004	568.9	48	693,996	11.85	0.82
2005	570.4	48.1	723,127	11.86	0.79
2006	575.6	48.3	760,251	11.92	0.76
2007	588.9	48.5	798,057	12.14	0.74
2008	602.4	48.6	977,786	12.40	0.62
2009	607.6	48.7	978,498	12.48	0.62

자료: 온실가스종합정보센터(GIR); 통계청; 에너지경제연구원, 통계 DB, 온실가스 배출통계

<표 3-29> 온실가스별 배출추이

단위: 백만tCO2eq

	CO_2 배출량	CH_4 배출량	N_2O 배출량	HFCs 배출량	PFCs 배출량	SF6 배출량	총배출량
1991	278.5	30.2	10	1.8	0	0	320.5
1992	302.1	29.6	12.5	1.9	0	0	346.1
1993	337.4	29.1	12.9	2.1	0	0	381.5
1994	359.4	29.2	13.6	3.8	0	5.1	411.1
1995	389	29.1	14.9	5.6	2.4	7.1	448.1
1996	421.4	29.6	15.7	5.8	1.7	16.9	491.1
1997	448	30.2	16.6	7.2	1.7	11.2	514.9
1998	381.5	28.7	17	4.9	1.6	5.6	439.3
1999	413.5	29	17.8	8.1	1.9	10.4	480.7
2000	444.3	29.1	18.3	8.4	2.2	11.3	513.6
2001	458.7	29.5	18.2	5.9	2	18.1	532.4
2002	477.3	29.8	17.6	8.7	2	15.2	550.6
2003	485.7	29.8	21	6.4	2.3	16.5	561.7
2004	491.8	29.2	23.6	6.6	2.8	14.9	568.9
2005	494.6	28.8	22.2	6.7	2.8	15.3	570.4
2006	501.9	28.4	20.3	6.1	2.9	16	575.6
2007	521.8	27.8	11.9	7.4	3.1	16.9	588.9
2008	535	27.9	12.3	6.9	2.9	17.4	602.4
2009	540.6	27.7	12.5	5.9	2.3	18.6	607.6

자료: 온실가스종합정보센터, 2009년 국가 온실가스 인벤토리 보고서(1-2장 개요)

○ 우리나라의 2009년 온실가스 배출량은 607.6백만tCO_2로 2008년 602.4백만tCO_2에 비해 약 5.2백만tCO_2, 0.9%가 증가하였음

○ 이 중 교통부문이 포함되어 있는 에너지 부문의 경우 08년 대비 1.3% 증가하였으며, 총 배출량의 84.9%를 차지하였음. 우리나라 온실가스 배출량을 부문별로 살펴보면 다음 <표 3-30>과 같음

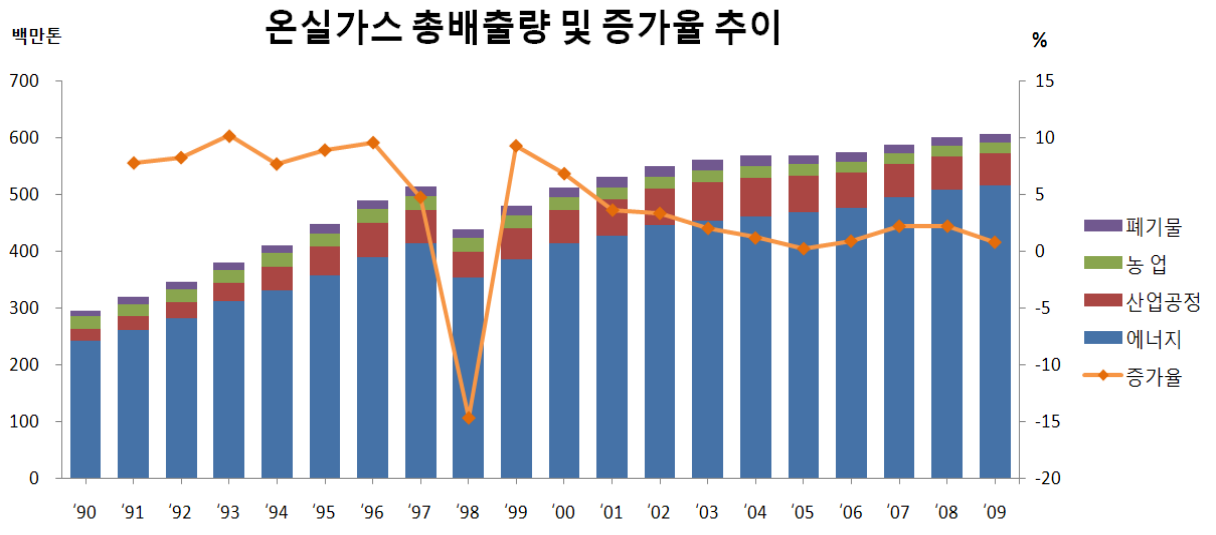
<표 3-30> 우리나라 온실가스 배출량

단위: 백만 tCO_2, %

부 문	'90	'95	'00	'05	'06	'07	'08	'09	'90~'09 증가율	연평균 증가율
에너지	243.1 (82.0)	357.7 (79.8)	414.4 (80.7)	469.6 (82.3)	476.6 (82.8)	495.8 (84.2)	509.6 (84.6)	516.0 (84.9)	112%	4.0%
산업공정	20.2 (6.8)	51.3 (11.4)	58.4 (11.4)	64.1 (11.2)	62.8 (10.9)	58.6 (10.0)	58.3 (9.7)	56.7 (9.3)	181%	5.6%
농 업	22.7 (7.7)	23.5 (5.2)	22.4 (4.4)	20.3 (3.6)	19.7 (3.4)	19.3 (3.3)	19.4 (3.2)	19.8 (3.3)	-13%	-0.7%
폐기물	10.4 (3.5)	15.5 (3.5)	18.5 (3.6)	16.3 (2.9)	16.6 (2.9)	15.2 (2.6)	15.1 (2.5)	15.1 (2.5)	45%	2.0%
총배출량	296.4	448.1	513.7	570.3	575.7	588.8	602.3	607.6	105%	3.9%

주: 1) ( )는 구성비

자료: 온실가스종합정보센터, 2009년 국가 온실가스 인벤토리 보고서(1-2장 개요)



<그림 3-8> 온실가스 총배출량 및 증가율 추이

○ 국내 교통부문의 온실가스 배출량은 에너지 부문에 포함되어 산정되고 있음

○ 교통부문에서 배출되는 온실가스 종류는 CO_2, CH_4, N_2O, HFCs가 있으며 연료연소에 의한 배출은 CO_2, CH_4, N_2O이고 이 중 이산화탄소가 99% 정도로 대부분을 차지하고 있음(한국 환경정책 평가연구원, 1999)

○ 교통부문의 온실가스 배출량은 08년도 기준으로 에너지 부문에서 18.2%를 차지하고 있으며 90년도 대비해서 4.9%가 증가하였다.

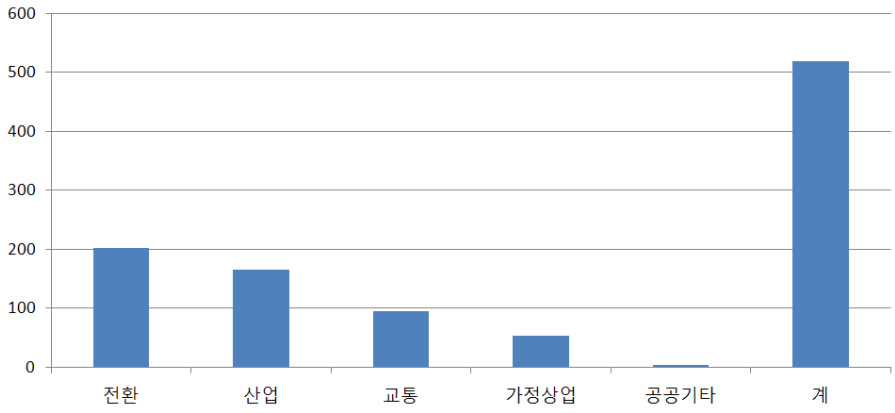
○ 현재 산정되고 있는 교통부문의 CO_2배출량과 교통부문의 수단별 에너지 소비량 정도를 살펴보면 <표 3-31>과 같음

<표 3-31> 에너지부문 CO_2 배출량

단위: 백만 tCO_2, %

부 문	'90	'95	'00	'05	'06	'07	'08	'08 증가율	'90~'08 증가율
전환	38.6 (16.3)	86.0 (23.5)	125.7 (29.5)	169.8 (35.2)	179.6 (36.7)	189.9 (37.4)	201.1 (38.8)	5.9	9.6
산업	86.1 (36.5)	129.8 (35.5)	147.9 (34.7)	151.1 (31.3)	151.8 (31.0)	161.7 (31.6)	165.0 (31.8)	2.7	3.7
교통	39.7 (16.8)	75.4 (20.6)	85.2 (20.0)	95.1 (19.7)	96.8 (19.8)	98.7 (19.4)	94.6 (18.2)	△4.2	4.9
가정상업	64.7 (27.4)	69.7 (19.1)	63.5 (14.9)	61.1 (12.7)	56.7 (11.6)	54.5 (10.7)	53.5 (10.3)	△1.8	△1.0
공공기타	7.0 (3.0)	4.6 (1.3)	4.0 (0.9)	4.9 (1.0)	4.3 (0.9)	4.5 (0.9)	4.2 (0.8)	△6.3	△2.8
계	236.0	365.5	426.3	482.1	489.2	508.3	518.4	2.0	4.5

자료: 지식경제부, 기후변화 정책과 보도자료(2010. 10. 28)



<그림 3-9> 에너지부문 부문별 온실가스 배출량(2008)

○ <표 3-32>는 에너지 부문에서 산업별로 구분하여 온실가스 배출량을 구분하였는데 2009년에 에너지산업부문은 50.6%, 제조업 및 건설업은 31.1%이고 교통부문은 18.3%로 나타났음

○ 에너지 부문에서 교통부문은 1990년 35.4백만톤 CO_2 eq. 대비해서 2009년에는 82.6백만톤 CO_2 eq.으로 53.6%가 증가하였음

<표 3-32> 에너지부문 산업별 온실가스 배출량

단위: 백만톤 CO_2 eq.

연도	소계	에너지산업		제조업 및 건설업		교통	
		배출량	비중(%)	배출량	비중(%)	배출량	비중(%)
1990	161.1	48.7	30.2%	77	47.8%	35.4	22.0%
1991	184.2	56	30.4%	89.5	48.6%	38.7	21.0%
1992	205.9	64.4	31.3%	97.3	47.3%	44.2	21.5%
1993	234.7	72.2	30.8%	106.8	45.5%	55.7	23.7%
1994	255.2	86.2	33.8%	111.3	43.6%	57.7	22.6%
1995	275.9	95.8	34.7%	115.2	41.8%	64.9	23.5%
1996	303.3	111.6	36.8%	122.8	40.5%	68.9	22.7%
1997	327	124.5	38.1%	128.2	39.2%	74.3	22.7%
1998	285.3	108.1	37.9%	119.2	41.8%	58	20.3%
1999	305.5	117.9	38.6%	124.9	40.9%	62.7	20.5%
2000	336.6	137	40.7%	129.6	38.5%	70	20.8%
2001	350.5	147.3	42.0%	130	37.1%	73.2	20.9%
2002	369.5	155.7	42.1%	135.6	36.7%	78.2	21.2%
2003	378.9	160.1	42.3%	137.8	36.4%	81	21.4%
2004	390.1	173.7	44.5%	135.3	34.7%	81.1	20.8%
2005	394.0	177.5	45.1%	134.6	34.2%	81.9	20.8%
2006	405.8	187.2	46.1%	135.9	33.5%	82.7	20.4%
2007	426.8	198.2	46.4%	144.6	33.9%	84	19.7%
2008	442.9	211.1	47.7%	150.1	33.9%	81.7	18.4%
2009	452.1	228.7	50.6%	140.8	31.1%	82.6	18.3%

자료: 온실가스종합정보센터, 2009년 국가 온실가스 인벤토리 보고서

3. 온실가스 관련 동향

가. 국제 동향

○ 기후변화협약(UNFCCC)[6]

- 지구온난화에 따른 기후변화에 적극 대처하기 위해 국제사회는 1988년 UN총회 결의에 따라 세계기상기구(WMO)와 유엔환경계획(UNEP)에 '기후변화에 관한 정부간 패널(IPCC)'를 설치하였고, 1992년 유엔환경개발회의(UNCED)에서 기후변화협약(UNFCCC)를 채택하였음
- 우리나라는 1993년 12월에 47번째로 가입함
- 지구온난화 방지를 위하여 모든 당사국이 참여하되, 온실가스 배출의 역사적 책임이 있는 선진국은 차별화된 책임을 지도록 협의함
- 모든 당사국은 지구온난화 방지를 위한 정책 및 조치, 국가 온실가스 배출통계가 수록된 국가보고서를 UN에 제출해야함

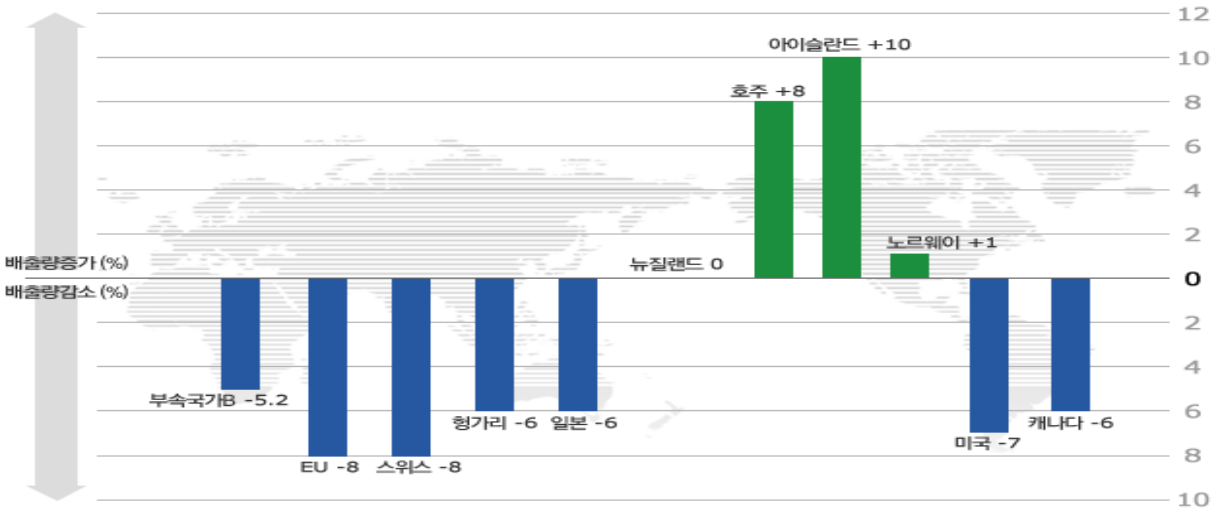
○ 기후변화협약에 관한 감축 구속력을 강화하기 위하여 1990년도 배출량 대비 평균 5.2%를 감축하는 교토의정서가 2005년 2월 공식발효 됨

- 공동이행제도(Joint Implementation)란 선진국이 다른 선진국에 투자하여 얻은 온실가스 감축분을 감축실적으로 인정하는 제도임
- 청정개발체제(Clean Development Mechanism)란 선진국이 개도국에 투자하여 얻은 감축분을 선진국의 감축실적으로 인정하는 제도임
- 배출권거래제도(Emission Trade)는 온실가스 감축의무가 있는 국가들에 배출쿼터를 부여한 후 동 국가간 배출쿼터의 거래를 허용하는 제도임

○ <그림 3-10>은 교토의정서의 주요 내용과 각 국가별 감축목표를 보여주고 있음

- 목표량은 국가마다 다르며 유럽연합은 8%, 미국은 7%, 일본과 캐나다는 6%를 줄여야함 호주는 8%, 아이슬란드는 10%이상 증가해서는 안 됨
- 단, 유럽연합은 15개 회원국이 공동으로 목표량을 달성하되 회원국간의 분담내용은 따로 정하게 됨(EU Bubble)
- 러시아의 경우는 1990년도 배출량 수준을 유지하면 되나 대부분의 국가가 온실가스 배출량이 해마다 늘어나므로 약 20년 전 수준 이하로 하기 위해서는 실제 배출량에서 20~30%를 감축해야하는 실정임

6) 자료: 기후변화홍보포털(www.gihoo.or.kr)



주: 교토의정서에 명시된 주요 국가의 제1차 공약기간 감축목표임(1990년 배출량 대비)
자료: 기후변화홍보포털(www.gihoo.or.kr)

<그림 3-10> 주요국가별 온실가스 감축 목표량

○ <표 3-33>는 선진국들의 주요 전략 및 세부내용에 대해 보여주고 있음

<표 3-33> 교토의정서의 주요 내용

목표 년도(3조)	2008년~2012년	
감축대상 온실가스	CO_2, CH_4, NO_2 : 1990년 기준	
기준 년도(3조)	HFCs, PFCs, SF6 : 1990년 또는 1995년 기준	
온실가스 감축목표	-8%	유럽연합, 동유럽, 스위스
	-7%	미국
	-6%	일본, 캐나다, 헝가리, 폴란드
	-5%	크로아티아
	0%	뉴질랜드, 러시아, 우크라이나
	1%	노르웨이
	8%	호주
	10%	아이슬란드
흡수원(3조)	1990년 이후의 조림, 재조림, 벌채 등에 의한 흡수원(sink)의 변화 인정	
공동달성(4조)	복수의 국가가 감축목표를 공동 달성하는 것을 허용(EU버블)	
공동이행(6조)	부속서 I 국가 간의 공동 프로젝트 실시로 감축분 획득	
청정개발체제(12조)	부속서 I 국가와 비부속서 I 국가의 공동프로젝트 실시로 감축분 획득	
국제배출권거래(17조)	선진국 간에 감축 할당량의 거래	
발효조건(25조)	① 55개국 이상이 비준 ② 비준국들이 90년도 부속서 I국가의 온실가스 배출총량의 55% 차지 ③ 비준이 끝난 시점에서 90일 이후에 발효	

자료: 에너지경제연구원, 『기후변화협약 대응을 위한 중장기 정책 및 전략 수립에 관한 연구(제2차년도)-기후변화협약 대응을 위한 교토 메카니즘 기반구축과 정책 및 조치』, 2005.8.

<표 3-34> 주요 선진국의 기후변화협약 관련 대책

국가	기후변화방지대책
EU	- 교토의정서에 의한 1차 공약기간 이전부터 온실가스 감축을 위한 노력 지속 · 2005-2007년까지 EU내에서 배출권거래제도 시행 후 2단계 배출권거래제 시행중 - EU "Energy and Climate package"발표(2008) · 2020년까지 1990년 기준 배출량 20% 감축, 신재생에너지 비율 20% 확대 및 에너지 효율 개선 촉진 · EU 집행위는 '20년까지 EU의 온실가스 배출량을 '90년 대비 최소 20%, 여타 선진국 동참 시 30%까지 감축하겠다는 정책 기조 설정 · 2050년까지 60-80% 감축(전 지구적으로 50% 감축
영국	- 2020년까지 1990년 대비 온실가스 배출량 80% 감축 설정(2007. 11) · UK climate Change Bill 상원통과(2008. 3)
미국	- 2012년까지 온실가스배출집약도(온실가스 배출량/GDP)를 18%까지 낮춘다는 자체 목표 수립 시행 - 동북부(RGGI)와 서부(WCI)의 주를 중심으로 배출권거래제 시행 준비 중 - 2025년까지 배출량 증가억제를 목표로 설정 - Lieberman-Warner's Act 상원 환경위 통과(2007. 12) · 2050년까지 2005년 대비 70% 감축, Cap & Trade 도입 등 - 2017년까지 휘발유 소비량 20% 감축을 위한 대체에너지 비중 확대(3%→15%) 등 대책 발표(2007. 1) · 켈리포니아주는 온실가스 배출을 2020년까지 25% 감축하는 법안 제정(2006년) 그 밖에 버몬트, 뉴욕 등 29개 주에서 온실가스 감축 목표 수립
일본	- 본지구 온난화 대책의 추진에 관한 법률 제정(1998) 및 개정(2006) · 내각총리를 본부장으로 하는 「지구온난화대책 추진본부」운영 중 · 2050년까지 현재수준에서 60-80%의 온실가스 배출량 감축을 설정 · 2008년 말까지 국내 배출권거래제 시범사업 도입을 공표(2008. 06)
중국	-『National Climate Change Programme』발표(2007. 6) · 2010년까지 2005년 대비 GDP당 에너지 소비량 20% 감축, 2020년까지 30% 추가 감축 신재생에너지 10% 확대 목표 설정
멕시코	-『National Climate Change Programme』 발표(2007. 5) · 주요 산업별로 2007년~2014년까지 약 1억CO_2 톤 감축잠재량 제시

자료: 기후변화홍보포털-기후변화대책(www. gihoo. or. kr)

나. 우리나라 동향

○ 우리나라는 비의무감축국이나, 국제사회에서의 온실가스 배출량 감축의무가 요구되고 있어 2009년 11월에 2020년 BAU 대비 30%를 자발적으로 감축하는 계획을 국제사회에 선언하였음

- 이를 달성하기 위해 에너지 및 온실가스 목표관리제를 실시하고, 2010년 6월 말까지는 부문별 및 업종별 감축량을 확정하여 고시할 예정임

○ 현재까지 추진되고 있는 우리나라 온실가스 감축 전략 및 종합대책 세부 내용은 <표 3-35>에 정리되어 있으며 <표 3-36>은 교통부문에 대해 요약이 되어있음

<표 3-35> 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책

대분류	중분류	세분류
협약 이행기반 구축사업	협상기반 구축	· 적정 의무부담 참여방식 및 협상 대응논리 개발 · 의무부담협상에 대비 국제 공조 강화 · 기후변화관련 국제기구에 전문가 진출지원 강화
	온실가스 관련 통계·분석 시스템 구축	· 국가 오신가스 배출통계 체계 구축 · 업종별 · 기기별 배출통계 DB 구축 · 온실가스 저감 잠재량 분석 평가 · 온실가스 감축실적 등록 및 관리
	온실가스 감축관련 연구개발	· 중대형 에너지절약 기술개발 · 고효율 수소에너지 제조 · 저장 · 이용기술 개발 · 신재생 에너지 기술 개발 · 조력, 조류, 파력 등 해양에너지 기술개발 · 고연비 저공해 자동차 개발 · 제4세대 원자력 개발 · 차세대 초전도 응용기술 개발 · 이산화탄소 저감 및 처리기술 개발 · 축산분뇨 자원화 연구 · 음식물 쓰레기 퇴비화 연구 · 기후변화대응 차세대 환경기술 개발 · CO_2 해양처리기술 개발사업 · 온실가스 분리이용 상용화 기술 등 개발

<표 3-35> 우리나라 중앙정부의 부문별 기후변화협약 종합대책(계속)

대분류	중분류	세분류
협약 이행기반 구축사업	기후변화협약 대응 관련 교육·홍보	· 일반국민 및 산업계 대상 교육·홍보 강화 · 초·중·고 교육과정에 관련내용 반영 및 교육 강화 · 기후변약협약 특성화 대학원 지원 · 업종별 대책반 운영 및 자체 감축계획 수립·추진 지원 · 산업계 조기감축활동 인정 · 지자체 기후변화대책 추진지원
	교토메커니즘 활용기반 구축	· 청정개발사업 적극적 활용 및 기후변화 협약 전문기업 육성 · 흡수원 활용기반 구축 · 온실가스 배출권거래제 도입 방안 수립
부문별 온실가스 감축사업	통합형 에너지 수요 관리	· 자발적 협약의 지속적 확대 · 에너지관리 진단·지도 강화 · 에너지절약전문기업(ESCO) 사업 확대 · 에너지절약시설 투자 지원 확대 · E-Top 프로그램 추진 · 공공기관 에너지소비 총량제 실시 · 산업공정상 온실가스 감축지원
	교통·교통부문 에너지 관리	· 공차율 저감시스템 구축(화물자동차 운송가맹사업 제도) · 통행료 전자지불시스템(ETCS) 구축 · 첨단도로교통체계(ITS) 구축 · 간선급행버스(BRT) 도입 · 자동차 공회전 규제 강화 · 하이브리드 등 무저공해자동차 보급 확대 · 경차보급 확대

<표 3-36> 우리나라 중앙정부의 교통부문 기후변화협약 종합대책

구 분	저감 대책
1차 (1999년-2001년)	- 연비개선 자동차 보급 ・자동차 CO_2 배출기준(안) 마련 - 경차보급을 확대하고 대체연료 자동차개발을 가속화 - 내항 해운 및 철도교통 분담율을 제고하고 종합물류 정보망을 구축함으로써 교통 부문에서의 효율제고 - 대중교통대책 - 교통원활화를 위하여 교통수요관리(TDM)시책을 강화하고 지능형 교통시스템(ITS) 도입을 추진 - 환경보전형 교통정책 및 국토・도시계획의 수립 추진
2차 (2002년-2004년)	- 국가기간 교통망 및 교통수요의 효율적 관리 ・교통분담구조의 개선 ・교통혼잡구간의 정비 ・지하철, 경전철 등 도시철도망 확충 ・교통수요관리 종합대책의 강력한 시행 ・사업용 차량의 공회전 규제 도입 ・승용차 자율운행제도 실시 검토 - CNG 차량 및 경차 보급 촉진 ・CNG 버스 운행확대 ・경차보급 확대 ・디젤승용차의 개발 지원 - 종합물류정보망 구축 및 물류장비 표준화 ・종합물류정보망 구축 ・물류 표준화 추진계획 수립
3차 (2005년-2007년)	- 화물운송의 직거래와 공동 운송을 유도하는 화물자동차 운송가맹사업제도 운영 - 무정차 상태에서 자동징수하는 고속도로 통행료 전자지불시스템(ETCS)을 구축하고, 실시간으로 교통정보를 제공하는 첨단도로교통체계(ITS) 구축 - 대중교통 이용률 확대를 위하여 간선급행버스를 도입하고, 전용차로와 지능형 교통체계(ITS) 등을 확대 - 하이브리드 차량 등 무・저공해 자동차와 경차보급 확대를 위한 각종세제 감면 등 지원 - 자동차공회전 규제 강화
4차 (2008년-2012년)	- 자동차 에너지효율 개선 및 대중교통체계 개편(교통・물류) ・첨단도로교통체계(ITS)의 도입・확충에 따른 효율적 교통운영으로 지정체(遲停滯)에 따른 배기가스 감축 ・자동차 온실가스 저감을 통해 2012년까지 0.6백만 CO_2톤 감축 ・자동차・항공기 온실가스 배출규제 검토(EU 등 국제수준 고려) ・청정연료를 사용하는 친환경자동차 보급(2012년까지 하이브리드자동차 7,920대, 연료전지자동차 1,750대, 천연가스 버스 및 청소차를 각각 13,080대・1,122대 보급) - 친환경・고효율 그린카(Green Car)를 신성장동력으로 집중 육성 ・그린카 보급 확대를 위한 사회 기반시설 구축 및 실증사업 지원 - 철도・자전거 등 친환경교통수단 확대와 간선급행체계 등 新대중교통체계 도입을 통한 대중교통 이용 활성화 - 저탄소친화형 교통수단인 철도 우선의 교통정책 추진 ・철도교통분담율을 2019년까지 2배 수준으로 제고 ・철도의 복선화와 전철화 지속적 추진 및 고속화를 통한 철도 경쟁력 강화 ・연계교통네트워크 구축과 물류시설과 장비 등 철도물류 취급시설 확충 및 접근성 제고 ・ KTX 고속특송, EDI(Electronic data interchange) 연계 운송정보 제공 시스템 등 고품격 철도물류 서비스 개발 - 지속가능 물류 정책 추진을 위한 법적・제도적 장치 마련 - 탄소시장 활성화 추진 ・배출권거래제 도입

4. 온실가스 산정의 문제점

○ 현재 수행되고 있는 온실가스 배출량 산정은 산업부문에서 중분류까지 구분되어 있고 소분류 업종으로는 산정이 되지 않기 때문에 정부의 구체적인 정책시행 및 온실가스 계획을 수립하는 데 있어 수단별 업종을 세분화하여 산정할 필요가 있음

○ 향후에 온실가스 배출량 감축을 위하여 정책시행 및 세부적인 지침을 제공하기 위하여 지역별·연도별·교통수단별 등의 기초적인 시계열 자료가 필요하고 구체적인 온실가스 배출에 대한 통제가 용이하지 않음[7)]

○ 온실가스 산출량 방법론에서 Tier 1방법의 낮은 단계를 이용하여 온실가스를 산정하고 있기 때문에 보다 정확한 산정을 위한 방법론의 적용이 필요함

○ 그러나 높은 단계(Tier 2, Tier3)의 온실가스 산출방법론을 적용하기 위해서 국가배출계수 및 차량의 운행조건 등의 자료를 획득하기 어렵고 높은 단계의 산출방법론 적용시 기존방법과의 차별성에 관한 연구자료 또한 부족한 실정임

7) 국가교통DB센터에는 2007년 이후 지역별·수단별 온실가스 배출량 자료를 구축하여 매년 발표하고 있었지만 2007년 이전의 자료는 구축되어 있지 않음

제3절 교통부문 온실가스 배출량 산정

1. 개요

○ 최근까지 교통부문 온실가스 배출량 통계는 교통수단별·지역별로 구분되어 있지 않아서 국가 및 지자체 수준의 관리 및 감축방안에 관한 제반 정책 수립시 필요한 효과 측정에 한계가 있었음. 이를 위해 국가교통DB센터에서는 「2008년 국가교통수요조사 및 DB구축사업」이후 2007년 기준으로 교통부문 온실가스 배출량을 산정하여 매년 발표하고 있으며, 교통부문 온실가스 배출량 산정에 관한 통계구축 및 관리 업무를 계속사업으로 수행하고 있음

○ 따라서 본 절에서는 2010년 기준 교통부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 연료소비량을 기초로 산정하고자 함. 이를 위해 UNFCC의 IPCC Guideline에서 제시하는 방법론(Tier 1) 및 배출계수를 활용하여 온실가스 배출량을 산정할 것임

- 본 연구에서는 앞에서 규정된 CO_2(이산화탄소), CH_4(메탄), N_2O(아산화질소), HFCs(수소불화탄소), PFCs(과불화탄소), SF_6(육불화황) 등 6가지 온실가스 중 교통부문 주요 온실가스인 CO_2(이산화탄소), CH_4(메탄), N_2O(아산화질소)를 대상으로 산정하기로 함

○ 2010년 사업에서는 교통수단별·16개 광역시(廣域市) 및 도(道) 온실가스 배출량 산정 이외에 교통부문 정책에 필요한 기초자료를 구축하기 위해 세부부문별 온실가스 배출량을 산정하였음

- 철도전환부문 온실가스 배출량 산정
- CNG 연료부문 온실가스 배출량 산정
- 국제 벙커링부문 온실가스 배출량 산정

2. 산정절차 및 산정방법론

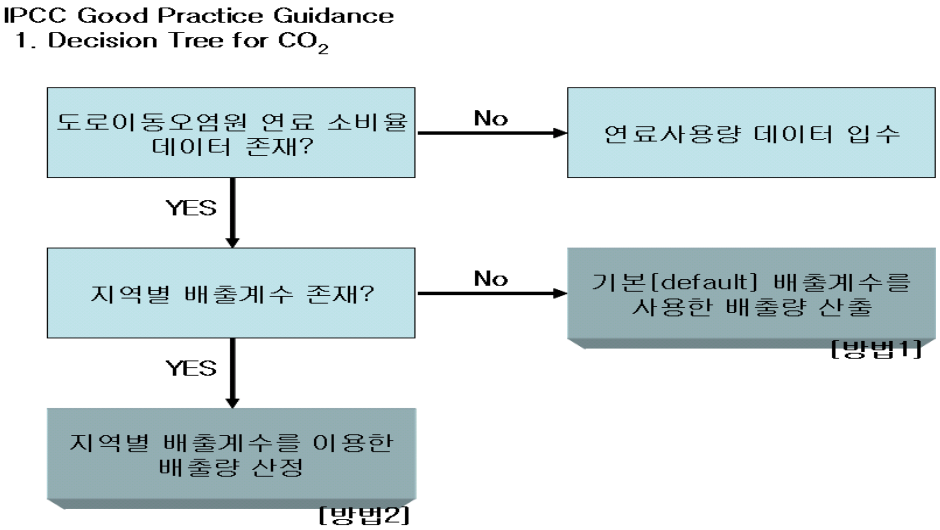
가. 배출량 산정

1) CO_2(이산화탄소) 배출량 산정 절차

○ 세계 각국의 온실가스 배출통계중 이산화탄소 배출량은 기본적으로 IPCC guideline에서 제시된 방법론을 사용하여 구축함

- IPCC는 1996년에 『Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories』 보고서를 발표하고 부문별 이산화탄소 배출량 산출을 위한 기본적인 방법론과 이에 사용되는 배출계수 및 활동도 자료 등을 제시함
- 2006년에도 산정지침을 발표하였으나 교통부문의 산출량 방법론은 기존 1996년의 산정지침과 일부 상이함

○ 개발된 배출계수식으로 배출량을 산출 시는 아래의 <그림 3-11>과 같은 수용도(decision tree)를 통하여 배출량 산정방법을 결정하게 됨



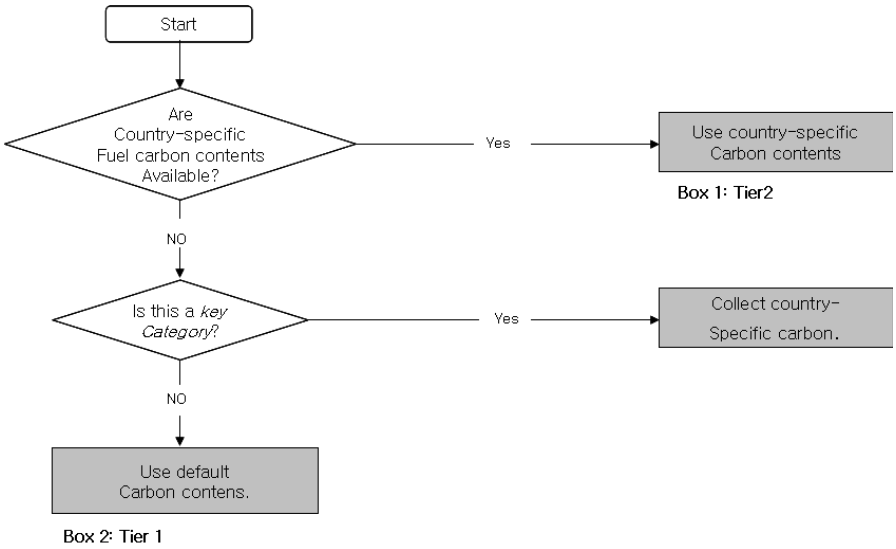
<그림 3-11> CO_2(이산화탄소) 배출량 산정 방법 결정 과정

○ 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있으나, 국내 온실가스 배출원 특성에 맞는 배출계수가 마련될 경우에는 이를 최대한 활용되고 있으며, 그렇지 못한 경우에는 IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 적용하고 있음

○ 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며, 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있음

○ IPCC Guideline에서 제시하고 있는 이산화탄소 배출량 산정 방법은 Tier1, 2, 3 방법으로 각 국가별로 보유하고 있는 배출계수와 같은 기초자료의 종류와 형태 등을 고려하여 적절한 것을 사용하도록 권고하고 있음

○ 일반적으로 활용되는 자동차 온실가스 배출량(CO_2) 산정방법(Tier 1)은 아래의 <그림 3-12>와 같은 절차를 따름



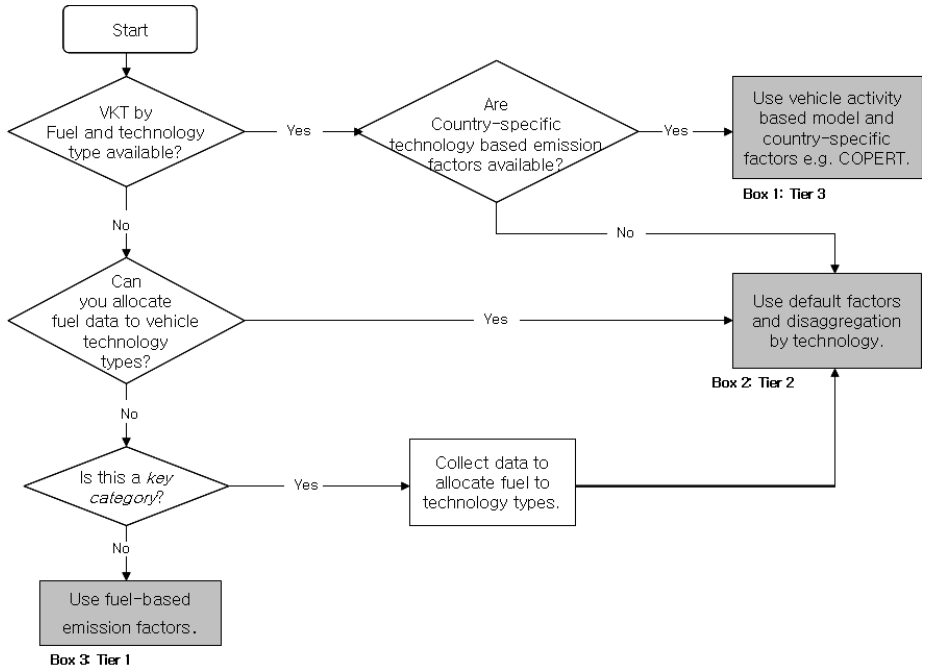
<그림 3-12> 도로부문 연료연소로부터 CO_2(이산화탄소) 배출량 산정 과정

2) Non-CO_2(非 이산화탄소) 배출량 산정 절차

○ Non-CO_2(非 이산화탄소) 온실가스인 CH_4(메탄) 와 N_2O(아산화질소)에 대해 IPCC에서 제시하는 Tier 1방법에 의한 배출량 산정방법은 사용연료의 종류와 해당 온실가스의 배출계수를 고려하여 배출량을 산정함

○ 아래의 식에서 사용되는 배출계수 역시 IPCC에서 제시하고 있으며 연료사용량을 에너지량으로 환산한 값과의 곱으로 계산됨

○ 일반적으로 활용되는 자동차 온실가스 배출량(CH_4, N_2O) 산정방법은 아래의 <그림 3-13>과 같은 절차를 따름



<그림 3-13> 도로부문 연소로부터 CH_4(메탄) 및 N_2O(아산화질소) 배출량 산정 과정

나. 교통부문 배출량 산정방법론[8)]

○ 기후변화협약 가입국은 국가보고서를 제출하게 되어 있으며, 이때 자국의 온실가스 배출 및 흡수에 대한 통계자료를 제시해야 함

- IPCC는 온실가스 통계 작성 지침인 「IPCC 가이드라인 1996년 개정판」을 통해 방법론을 제시하고 있으며, 통계 작성의 정밀도 및 난이도를 고려하여 Tier 1/2/3의 방법론을 제시하고 있음

○ IPCC의 수송부문 배출량 산정지침의 내용은 다음과 같이 정리함

<표 3-37> IPCC 가이드라인의 수송부문 분류 체계기준[9)]

코드 및 이름				설명
1A3			수송(Transport)	부문(sector)에 관계없이, 아래의 하위 카테고리에 명시되어 있는 모든 수송활동(군사적 수송 제외)에 대한 연료의 연소와 증발에 의한 배출을 말함 국제수송(1A3ai와 1A3i)을 담당하는 항공이나 수상운수에서 소비된 연료로부터의 배출은 이 카테고리의 총계 및 소계로부터 가능한 제외시켜 따로 분리하여 보고해야 됨
	a		민간항공 (Civil Aviation)	이·착륙을 포함하는 국제 및 국내 민간항공 운항으로부터 민간항공은 여객 및 화물용 정기·전세항공, 출퇴근용 항공(air taxiing), 일반항공(general aviation)을 포함하는 민간 상업용 항공기 이용을 말함. 국제/국내항공의 구분은 항공기의 국적이 아닌 각 비행단계의 출·도착지점으로 구분되어야 함. 1A3e 기타수송(other transport)에 보고된 공항에서의 육상운송 연료사용은 제외됨. 또한 공항에서의 고정연소용 연료함.
		i	국제항공(international Aviaion) (국제벙커-International Bunkers)	한 나라에서 출발하여 다른 나라에 도착하는 항공기로부터의 배출, 이·착륙 과정도 포함. 국제 군사항공의 경우 국제항공에 대한 명확한 구분이 적용될 수 있고 국제항공의 정의를 뒷받침할 수 있는 자료가 있다면, 국제 군사항공으로부터의 배출을 국제항공의 하위카테고리로 포함시킬 수 있음

8) 『수송부문 온실가스 배출통계체계 구축 및 관리방안』, 조준행 외 2, 한국교통연구원, 2008

9) 수송부문의 배출량 산정에 대한 내용은 IPCC 지침의 "제 2권: 에너지" 중 "제 3장: 이동연소원"부문에서 다루어짐
- 이산화탄소, 메탄, 아산화질소와 같은 직접적인 온실가스 측정방법을 다룸
- 도로, 항공, 철도, 해운과 같은 주요 교통수단별로 배출량이 산정됨

코드 및 이름				설명
		ii	국내항공(Domestic Aviation)	이·착륙 장소가 같은 나라 내일 경우의 국내 민간 여객기 및 화물수송기(상업용, 개인용, 농업용 등)로부터의 배출을 말하며, 이·착륙을 포함함. 동일 국가 내의 상당히 멀리 떨어진 두 공항 사이의 비행도 포함됨
	b	도로수송(Road Transportation)		포장도로에서 농업용자동차의 사용을 포함한, 도로차량의 연료사용으로부터 발생한 모든 연소배출 및 증발배출
		i	승용차(Car)	주로 12인승 이하의 승객운송용으로 차량등록국가에서 그렇게 지정된 자동차로부터의 배출
		i 1	삼원촉매장치 장착 승용차	삼원촉매장치가 장착된 승용차로부터의 배출
		i 2	삼원촉매장치 미장착 승용차	삼원촉매장치가 없는 승용차로부터의 배출
		ii	소형트럭(light duty trucks)	주로 소형화물이나 비도로 운행을 위한 4륜 구동장치와 같은 특별한 장치를 장착한 차량으로 차량등록국가에 그렇게 지정된 차량으로부터의 배출. 차량 총중량은 3500-3900kg 이하
		iii 1	삼원촉매장치 장착 소형트럭	삼원촉매장치가 장착된 소형트럭으로부터의 배출
		iii 2	삼원촉매장치 미장착 소형트럭	삼원촉매장치가 없는 소형트럭으로부터의 배출
		iii	중형트럭과 버스(Heavy duty trucks and buses)	차량등록국가에서 중형트럭이나 버스라고 지정된 차량으로부터의 배출. 대개 차량 총중량은 3500-3900kg 이상으로, 대형트럭과 12인승 이상 버스
		iv	오토바이(Motocycle)	중량 680kg이하이면서 지면과 닫는 바퀴가 3개 이하인 오토바이로부터의 배출
		v	자동차로부터의 증발배출(Evaporative emissions from vehicles)	차량으로부터의 증발 배출(예. 'hot soak', 'running losses' 등) 연료주입시 배출은 제외함
		vi	요소촉매장치(urea-based catalysts)	촉매변환장치의 요소첨가제 사용으로 인한 CO_2 배출(비연소성 배출)
	c	철도(railways)		여객 및 화물운행노선의 철도수송으로부터의 배출
	d	수상운수(water-borne navigation)		어선을 제외하고 호버크래프트와 수중익선을 포함한 해운의 추진으로 부터의 발생. 국제/국내 수상운수는 해운의 국적이 아닌 출라항과 도착항을 기준으로 구분함
		i	국제수상운수(International water-borne navigation) (국제벙커-international bunkers)	국제 수상운수에 사용된 모든 국적해운에 사용되는 연료로부터의 배출. 국제 수상운수는 바다, 내륙호수와 수로, 연안해역에서 일어날 수 있으며 출발과 도착이 다른 나라일 경우의 수상운수에 의한 배출을 말함. 어선은 제외됨 국제 군사 수상운수의 경우 국제 수상운수에 대한 명확한 구분이 적용될 수 있고, 국제 수상운수의 정의를 뒷받침 할 수 있는 자료가 있다면, 국제 수상운수의 독립된 하위카테고리에 포함시킬 수 있음
		ii	국내수상운수(Domestic water-borne navigation)	같은 국가 내에서 출항하고 입항하는 모든 국적의 해운에 사용되는 연료로부터의 배출. 동일 국가내의 상당히 멀리 떨어진 두 항만 사이의 수상운수도 포함(예. san francisco에서 honolulu까지)

자료: 국가 온실가스 인벤토리 작성을 위한 2006 IPCC 가이드라인 제 2권, 환경부

1) 도로부문 온실가스 배출량 산정방법

○ 도로부문은 승용차, 소형트럭과 같은 소형차량, 트랙터 트레일러, 버스와 같은 중형차량과 오토바이를 포함함

○ 온실가스 배출량은 연료소비량 또는 차량주행거리를 이용하여 측정할 수 있음

- 연료소비량은 CO_2(이산화탄소) 배출량 산정에 적합
- 차종별, 도로종류별 주행거리는 CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 배출량 산정에 적합

○ 온실가스 배출량 산정방법에 필요한 자료는 다음과 같음

<표 3-38> 도로부문 각 방법론에 따른 자료요구사항

자료	CO_2		요소촉매의 CO_2	CH_4와 N_2O		
	Tier 1	Tier 2		Tier 1	Tier 2	Tier 3
연료 종류별 연료소비량	○	○		○	○	
연료 종류별 국가고유 탄소함유량		○				
촉매변환기에 사용한 요소첨가제의 양			○			
요소첨가제 내 요소의 질량 비율			○			
차종별 연료 소비량					○	
배출제어장치에 따른 연료 소비량					○	
연료 종류별 차량주행거리						○
차종별 차량주행거리						○
배출제어기술에 따른 차량주행거리						○
운전조건에 따른 차량주행거리						○

① CO_2(이산화탄소) 배출량

○ CO_2(이산화탄소) 배출량은 연소된 연료의 종류 및 양(연료 판매량)과 탄소함유량을 기준으로 계산하는 것이 가장 정확함

- 방법론은 Tier 1과 Tier 2 두 단계가 있으며 국가고유의 연료 탄소함유량 자료가 확보되었을 경우 Tier 2를, 그렇지 않을 경우 탄소함유량의 기본값을 활용한 Tier 1을 활용함

○ Tier 1

- Tier 1에서는 식(1)과 같이 연료판매량에 CO_2 배출계수의 기본값을 곱하여 CO_2 배출량을 산정함

식 (1) $Emission = \sum_{a}^{E}[Fuel_z \times EF_z]$

$Emission = CO_2$ 배출량(kg)
$Fuel_a =$ 연료a의 판매량(TJ)
$EF_a =$ 배출계수(kg/TJ). (= 연료a의 탄소함유량 * 44/12)
$a =$ 연료의 종류(휘발유, 디젤, 천연가스, LPG 등)

○ Tier 2

- Tier 2는 연료의 국가고유 탄소함유량을 사용하는 것을 제외하면 Tier 1과 같음
- 즉, 식(1)이 동일하게 적용되지만, 인벤토리 산정년도에 해당 국가에서 판매된 연료의 실제 탄소함유량을 기준으로 한 배출계수를 이용하게 됨
- 따라서 Tier 1 방법으로는 배출량의 국가 특성을 반영할 수 없고, Tier 2에서는 Non-CO_2(非 이산화탄소) 가스로 배출되는 탄소를 고려하여 배출계수가 조정될 수 있음
- 현재 Tier 2보다 CO_2(이산화탄소) 배출량을 정확하게 산정하는 것은 불가능하기 때문에 Tier 3은 존재하지 않음

② Non-CO_2(非 이산화탄소) 배출량

○ 도로 차량에서 CH_4(메탄) 과 N_2O(아산화질소) 배출량 산정을 위해 Tier 1/2/3 방법이 사용될 수 있는 데 Tier 3은 차량주행거리(VKT : Vehicle Kilometers Travelled)를 기준으로 하고 다른 두 가지는 연료판매량을 기준으로 함

○ Tier 3 방법은 차량의 하위 카테고리에 따른 활동도를 기준으로 한 배출계수를 생성하기 위해 세부적인 국가고유의 자료를 필요로 함

- 각 하위 카테고리 및 가능한 도로유형에 따른 차량 활동도 수준(VKT)을 근거로 배출량을 산정하며 차량 하위 카테고리는 차종, 차령, 배출 제어기술을 기준으로 구분됨

○ Tier 2 방법은 차량 하위 카테고리별 세부적인 연료 기반(Fuel-based) 배출계수를 사용

○ 차종에 따른 연료소비량 자료를 사용할 수 없을 경우 연료 기반 배출계수를 사용하는 Tier 1 방식을 적용함

○ Tier 1

- CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 산정을 위한 Tier 1은 다음 식(2)와 같음
- 연료 종류별 소비량은 국가 자료, 또는 IEA, UN의 국제적인 자료를 이용하여 산정하며, 모든 값은 테라주울(terajoules)로 기록함

식 (3) $Emission = \sum_{z} [Fuel_a \times EF_a]$

$Emission$ = 배출량(kg)
EF_z = 배출계수(kg/TJ)
$Fuel_a$ = 연료소비량(연료판매량)(TJ)
a = 연료의 종류(디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)

○ Tier 2

- CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 배출량 산정을 위한 Tier 2는 다음 식 (3)과 같음
- 차종은 승용차, 경량 또는 중량 차량, 오토바이로 구분함

식 (3) $Emission = \sum_{z,b,c} [Fuel_{a,b,c} \times EF_{a,b,c}]$

$Emission$ = 배출량(kg)
$EF_{z,b,c}$ = 배출계수(kg/TJ)
$Fuel_{a,b,c}$ = 주어진 수송수단의 활동에 대한 연료소비량(연료판매량)(TJ)
a = 연료의 종류(디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)
b = 차량의 종류
c = 배출제어기술(제어장치 부재, 촉매변환장치 등)

○ Tier 3

- CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 배출량 산정을 위한 Tier 3은 다음 식 (4)와 같음

식(4)

$$Emission = \sum_{z,b,c,d} [Distance_{a,b,c,d} \times EF_{a,b,c,d}] + \sum_{a,b,c,d} C_{a,b,c,d}$$

$Emission$ = 메탄 또는 아산화질소 배출량(kg)
$EF_{z,b,c,d}$ = 배출계수(kg/km)
$Distance$ = 주어진 수송수단의 활동에서 열적으로 안정된 엔진 작동 단계의 주행거리(VKT)(km)
$C_{a,b,c,d}$ = 예열단계에서의 배출량

a= 연료의 종류
b= 차량의 종류
c= 배출제어기술
d= 작동조건(도시 또는 교외의 도로 유형, 기후, 그 외 환경요소 등)

<표 3-39> 도로 온실가스 배출량 산정방법

ROAD	Tier 1	Tier 2	Tier 3
CO_2	-연료 종류별 연료소비량 -IPCC 가이드라인 배출계수	- 연료 종류별 연료소비량 - 국가고유 배출계수	- (의미없음)
Non-CO_2 (CH_4, N_2O)	-연료 종류별 연료소비량 -IPCC 가이드라인 배출계수	-연료 종류별 연료소비량 -차종별 연료 소비량 -배출제어기술(제어장치 미장착, 촉매변환장치 등)	-연료 종류별 차량주행거리 -차종별 차량주행거리 -배출제어기술에 따른 차량주행거리(제어장치 미장착, 촉매변환장치 등) -운전조건에 따른 차량주행거리 (cold start)

2) 철도부문 온실가스 배출량 산정방법

○ 철도기관차는 일반적으로 디젤, 전기, 증기 세 가지가 있으며 각 방법론에 따른 자료요구사항은 다음과 같음

<표 3-40> 철도부문 각 방법론에 따른 자료요구사항

자료	CO_2		CH_4와 N_2O		
	Tier 1	Tier 2	Tier 1	Tier 2	Tier 3
연료 종류별 연료소비량	○	○	○		
연료 종류별 국가고유 탄소함유량		○			
기관차 종류별 연료소비량				○	○
운행유형 및 기관차 종류별 이동거리에 따른 연료소비량					○

○ 철도 차량으로부터의 CO_2(이산화탄소) 배출량은 연료의 총 탄소함량을 기준으로 산정함
- 연료탄소함유량에 대한 국가고유의 자료가 확보 가능하면 Tier 2를, 그렇지 않을 경우 배출계수의 기본값을 이용하는 Tier 1을 사용함

○ CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 산정에는 기관차 고유 활동도 자료의 배출계수를 사용할 수 있는 경우 Tier 3, 기관차 종류별 연료 통계자료가 사용 가능할 경우 Tier 2, 이러한 자료들을 사용할 수 없는 경우 Tier 1을 사용함

○ Tier 1

- Tier 1에서 배출량은 연료별 배출계수 기본 값을 사용하여 산정함. 단, 각 연료별 모든 연료는 단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정함

식 (5) $Emission = \sum_j (Fuel_j \times EF_j)$

EF_j = 연료 j의 배출계수 (kg/TJ)
$Fuel_j$ = 연료 j의 소비량(연료판매량) (TJ)
j = 연료의 종류

○ Tier 2

- CO_2(이산화탄소) 배출량에 대한 Tier 2는 연료의 탄소 함유량에 대한 국가고유의 자료를 적용하여 산정함
- CH_4(메탄)과 N_2O(아산화질소) 배출량에 관한 Tier 2는 국가고유 및 연료고유 배출계수를 사용하여 산정함

식 (6) $Emission = \sum_i (Fuel_i \times EF_i)$

EF_i = 기관차 i의 배출계수 (kg/TJ)
$Fuel_j$ = 기관차 i의 소비량(연료판매량) (TJ)
i = 기관차 기종

○ Tier 3

- Tier 3에서는 부하량에 따라 배출계수가 달라져 배출량에 영향을 미칠 수 있는 엔진과 기관차 종류별 연료 사용량에 대한 세부적 모형을 사용
- 필요 자료로는 운행 유형과 기차 종류별 이동 거리에 따라 심층 분류되는 연료 소비량이 포함됨
- 다음 식(7)은 Tier 3의 한 예로 여기서 사용된 입력변수 H, P LF, EF는 하위개념으로 세분될 수 있음 (예) 변수 H의 사용패턴은 연령별로 다름

식 (7) 배출량 $= \sum_i (N_i \times H_i \times P_i \times LF_i \times EF_i)$

N_i = 기관차 i의 수
H_i = 기관차 i의 연간 사용 시간(h)
P_i = 기관차 i의 평균 정격동력(kW)
LF_i = 기관차 i의 일반적 부하계수(0과 1사이의 소수)

<표 3-41> 철도 온실가스 배출량 산정방법 정리

RAIL	Tier 1	Tier 2	Tier 3
CO_2	-연료 종류별 연료 소비량 (단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정)	-연료 종류별 연료 소비량 -국가고유 탄소배출계수	-
Non-CO_2 (CH_4, N_2O)	-연료 종류별 연료 소비량 (단일 기관차 종류에 의해 소비된다고 가정)	-기관차 종류별 연료소비량	-기관차 종류별 연료소 비량 -운행유형 및 기관차 종류별 이동거리에 따른 연료소비량 -기관차 고유 배출계수

3) 항공부문 온실가스 배출량 산정방법

○ 항공부문은 민간 및 일반항공을 포함하여 모든 민간 상업용 항공기로부터의 배출을 다룸

- 배출 인벤토리를 위해 국내와 국제 항공으로 구분되며, 단, 국제 항공벙커나 UN헌장에 입각한 다국적 작전에 사용된 연료에 의한 배출은 국가 총합에서 제외됨

○ Tier 1과 Tier 2는 연료 종류별 소비량 자료를 사용하며, Tier 3은 각 비행편별 이동자료를 사용함

<표 3-42> 항공부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항

국내/국제 자료	Tier 1	Tier 2	Tier 3 A	Tier 3 B
항공용 휘발유 소비량	○			
제트 연료 소비량	○	○		
총 이착륙				
항공기 기종별 이착륙		○		
기종별 출발/도착지			○	
항공기와 엔진자료를 포함한 총 비행이동자료				○

○ Tier 1

- Tier 1은 평균 배출계수에 항공 연료소비량 자료를 곱한 값의 양적 합산으로 산정
- CH_4(메탄) 의 배출계수는 이착륙 단계에서 연료의 10%가 사용된다는 가정 하에 총 비행 단계의 평균이 산출됨
- Tier 1은 항공부문 연료 소비량의 1% 이하를 차지하는 항공 휘발유를 사용하는 소형 항공기 등의 배출량을 산정하는데 사용되며, 항공기의 운행 자료를 사용할 수 없는 경우 제트 연료에 의한 비행에도 사용됨

식 (9) 배출량 = 연료소비량 * 배출계수

○ Tier 2

- Tier 2는 제트 항공기 엔진에서 제트 연료를 사용하는 경우에만 적합하며, 국내 및 국제 비행의 이착륙 횟수를 알아야함
- 또한 914m(3000피트) 이상과 이하를 구분하여, 이착륙 단계와 순항 단계에서 발생되는 배출량을 산정함
- 1단계 : 국내 및 국제 비행의 총 연료 소비량 산정
  2단계 : 국내 및 국제 비행의 이착륙 단계의 연료 소비량 산정
  3단계 : 국내 및 국제 비행의 순항단계의 연료 소비량 산정
  4단계 : 국내 및 국제 비행의 이착륙과 순항 단계의 배출량 산정

식 (10) 총배출량 = 이착륙 단계의 배출량 + 순항 단계의 배출량

(11) 이착륙 단계의 배출량 = 이착륙 횟수 * 이착륙 단계의 배출계수

(12) 이착륙 단계의 연료 소비량 = 이착륙 횟수* (연료소비량 /이착륙)순항단계의 배출량

(13) 순항 단계의 배출량 = (총 연료소비량-이착륙 단계의 연료소비량)*순항단계의 배출계수

○ Tier 3

- Tier 3은 실질적인 비행이동자료를 근거로 함
- Tier 3A : 출발지 및 도착지 자료
  Tier 3B : 총 비행항로 정보

- Tier 3A를 사용하기 위해서는 국내/국제 출발 및 도착 공항과 기종에 대한 세부자료가 필요하며 EMEP/CORINAIR 인벤토리 지침서(EEA)에서는 Tier 3A의 방법론 사례가 제시되어 있음
- Tier 3B는 항공기와 엔진 특유의 공기역학적 성능 정보를 이용한, 각 비행 구획의 총 궤도에 걸친 배출량과 연료 연소 계산에 의해 Tier 3A와 구분되며 Tier 3B를 사용하기 위해서는 장비, 성능, 궤도 변수와 대상연도 모든 비행에 대한 계산을 지정하기 위한 복잡한 컴퓨터 모형이 필요함

<표 3-43> 항공부문 온실가스 배출량 산정방법 정리

AIR	Tier 1	Tier 2	Tier 3A	Tier 3B
CO_2, Non-CO_2 (CH_4, N_2O)	-항공용 휘발유 소비량 (제트 연료 소비량) -CO_2 : IPCC 배출계수 -Non-CO_2 : IPCC Non-CO_2 배출계수	-제트 연료 소비량 -항공기 기종별 이착륙(LTOs)횟수와 연료사용량	-기종별 출발/도착지	-항공기와 엔진자료를 포함한 총 비행이동자료

4) 해운부문 온실가스 배출량 산정 방법

○ 해운부문의 온실가스 배출량 산정 방법에는 Tier 1과 Tier 2의 두 가지가 있으며 이 두 가지 방법론에서는 연료 소비 활동도 자료에 대한 배출계수를 적용함

<표 3-44> 해운부문 각 방법론에 따른 자료 요구사항

자료	이산화탄소, 메탄, 아산화질소	
	Tier 1	Tier 2
연료 종류별 연료소비량	○	○
해운 종류별 연료소비량		○
엔진 종류별 연료소비량		○

○ Tier 1

- 가장 단순한 방법으로 배출량의 기본수치 또는 국가 특성 수치로 사용
- 소비된 연료의 양에 연료마다, 온실가스 마다 다른 배출계수를 적용하여 산출

식 (14) $Emission = \sum[\text{연료소비량}_{a,b} \times \text{배출량계수}_{a,b}]$

a= 연료의 종류(디젤, 휘발유, 천연가스, LPG 등)
b= 수상 항해의 유형

○ Tier 2

- Tier 2에 의한 배출량의 산정에는 Tier 1에서 사용한 연료의 종류별 배출계수 외에도 해상운송 해운 혹은 엔진의 종류별 배출계수가 필요함
- Tier 2 방식을 이용하여 산정할 경우 해운에 의한 온실가스 배출량에 대한 측정 지침과 엔진 및 선종에 근거한 해운별 배출계수 및 해운이동거리 산정 방법론이 필요함

<표 3-45> 해운 온실가스 배출량 산정방법 정리

SEA	Tier 1	Tier 2
CO_2 Non−CO_2 (CH_4, N_2O)	- 연료 종류별 연료소비량 - IPCC 배출계수	- 연료 종류별 연료소비량 - 해운 종류별 연료소비량 - 엔진 종류별 연료소비량 - 국가별 배출계수

다. 탄소배출계수

○ 연료소비량을 이용하여 CO_2(이산화탄소) 배출량을 산정시에는 탄소배출계수를 사용함

○ 현재 우리나라 고유의 탄소배출계수가 없기 때문에 1996년의 IPCC Guideline에서 제시한 탄소배출계수를 현재에도 사용하고 있음

- 교통부문에 주로 사용되는 연료에 대한 탄소배출계수는 아래의 <표 3-46>와 같음

<표 3-46> IPCC 탄소배출계수

연료구분			탄소 배출 계수	
			C Kg/Gj	C Ton/TOE[1)]
액체화석연료	1차연료	원 유	20	0.829
		천 연 액 화 가 스	17.2	0.63
	2차연료	휘 발 유	18.9	0.783
		Avi-Gas	18.9	0.783
		등 유	19.6	0.812
		항 공 유	19.5	0.808
		경 유	20.2	0.837
		중 유	21.1	0.875
		L P G	17.2	0.713
		납 사	20	0.829
		Bitumen	22	0.912
		윤 활 유	20	0.829
		Petoleum Coke	27.5	1.14
		Refinery Feedstock	20	0.829
기체화석연료		LNG	15.3	0.637

주: 1) 에너지원별 IPCC Guideline에서 제시하고 있는 용도별 연소율 적용
2) 임산연료 및 기타(바이오매스) 에너지원의 연소로 인한 CO_2 배출량은 국가CO_2배출 통계에서 제외

○ 온실가스 배출량 산정 및 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 『에너지기본법 시행령 제15조제1항』 규정에 따름

- 에너지 열량환산기준은 총발열량 기준과 순발열량 기준 방법이 있음
- 총발열량 기준은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
- 순발열량 기준은 총발열량에서 수증기의 잠열을 제외한 발열량을 기준으로 환산하는 방법임
- 리터 단위의 에너지 소비량을 탄소배출계수 단위로 맞추려면 리터를 열량으로 환산하여 산정해야하므로 에너지 열량환산기준이 필요함

○ 에너지 사용량 산정에 활용되는 에너지 열량환산기준은 총발열량 및 순발열량 기준으로 나뉘며, 이에 대한 내용은 다음 표를 참고함

<표 3-47> 총발열량 기준 에너지 열량환산기준

에너지원	단위	총발열량		석유환산계수
		kcal	MJ환산	
원유	kg	10,730	44.9	1.073
휘발유	L	7,780	32.6	0.778
등유	L	8,790	36.8	0.879
경유	L	9,010	37.7	0.901
B-A유	L	9,290	38.9	0.929
B-B유	L	9,670	40.5	0.967
B-C유	L	9,950	41.6	0.995
프로판	kg	12,050	50.4	1.205
부탄	kg	11,850	49.6	1.185
나프타	L	7,710	32.3	0.771
용제	L	7,950	33.3	0.795
항공유	L	8,730	36.5	0.873
아스팔트	kg	9,910	41.5	0.991
윤활유	L	9,500	39.8	0.950
석유코크스	kg	8,000	33.5	0.800
부생연료유1호	L	8,800	36.9	0.880
부생연료유2호	L	9,550	40.0	0.955
천연가스(LNG)	kg	13,040	54.6	1.304
도시가스(LNG)	Nm3	10,430	43.6	1.043
도시가스(LPG)	Nm3	15,000	62.8	1.500
국내무연탄	kg	4,500	18.9	0.450
연료용 수입무연탄	kg	5,020	21.0	0.502
원료용 수입무연탄	kg	5,900	24.7	0.590
연료용 유연탄(역청탄)	kg	6,160	25.8	0.616
원료용 유연탄(역청탄)	kg	7,000	29.3	0.700
아역청탄	kg	5,420	22.7	0.542
코크스	kg	6,960	29.1	0.696
전기(발전기준)	kWh	2,110	8.8	0.211
전기(소비기준)	kWh	2,300	9.6	0.230
신탄	kg	4,500	18.8	0.450

자료: 2011년 에너지법 시행규칙, 산업자원부· 에너지관리공단, 2011. 12월 개정.

주: 1) "총발열량"이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함

2) "석유환산계수"라 함은 에너지원별 열량을 석유환산톤(TOE: Ton of Oil Equivalent)으로 환산하기 위한 계수이며, TOE는 원유 1톤에 해당하는 열량으로 약 107kcal를 말함 (1kg = 10,000kcal)

3) 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh = 860kcal를 적용함

4) 에너지원별 실측결과는 50kcal에서 반올림함

5) 석탄의 발열량은 인수식 기준을 적용하여 측정함

6) 1cal = 4.1868J로 함

7) MJ = 10^{6}J로 함

8) Nm^3 = 0℃, 1기압 상태의 체적을 의미함

<표 3-48> 순발열량 기준 에너지 열량환산기준

에너지원	단위	순발열량		석유환산계수
		kcal	MJ환산	
원유	kg	10,080	42.2	1.008
휘발유	L	7,230	30.3	0.723
등유	L	8,200	34.3	0.820
경유	L	8,420	35.3	0.842
B-A유	L	8,700	36.4	0.870
B-B유	L	9,080	38.0	0.908
B-C유	L	9,360	39.2	0.936
프로판	L	11,050	46.3	1.105
부탄	kg	10,900	45.6	1.090
나프타	kg	7,160	30.0	0.716
용제	L	7,410	31.0	0.741
항공유	L	8,140	34.1	0.814
아스팔트	L	9,360	39.2	0.936
윤활유	kg	8,830	37.0	0.883
석유코크스	L	7,550	31.6	0.755
부생연료유1호	kg	8,200	34.3	0.820
부생연료유2호	L	9,050	37.9	0.905
천연가스(LNG)	L	11,780	49.3	1.178
도시가스(LNG)	kg	9,420	39.4	0.942
도시가스(LPG)	Nm3	13,780	57.7	1.378
국내무연탄	Nm3	4,450	18.6	0.445
연료용 수입무연탄	kg	4,920	20.6	0.492
원료용 수입무연탄	kg	5,820	24.4	0.582
연료용 유연탄(역청탄)	kg	5,890	24.7	0.589
원료용 유연탄(역청탄)	kg	6,740	28.2	0.674
아역청탄	kg	5,100	21.4	0.510
코크스	kg	6,900	28.9	0.690
전기(발전기준)	kWh	2,110	8.80	0.211
전기(소비기준)	kg	2,300	9.60	0.230
신탄	kg	-	-	-

자료: 2011년 에너지법 시행규칙, 산업자원부·에너지관리공단, 2011. 12월 개정.

주: 1) "총발열량"이라 함은 연료의 연소과정에서 발생하는 수증기의 잠열을 포함한 발열량을 말함

2) "석유환산계수"라 함은 에너지원별 열량을 석유환산톤(TOE: Ton of Oil Equivalent)으로 환산하기 위한 계수이며, TOE는 원유 1톤에 해당하는 열량으로 약 107kcal를 말함 (1kg = 10,000kcal)

3) 최종에너지사용기준으로 전력량을 환산하는 경우에는 1kWh = 860kcal를 적용함

4) 에너지원별 실측결과는 50kcal에서 반올림함

5) 석탄의 발열량은 인수식 기준을 적용하여 측정함

6) 1cal = 4.1868J로 함

7) MJ = 10^{6}J로 함

8) Nm^3 = 0℃, 1기압 상태의 체적을 의미함

3. Tier 1 방법론에 따른 관련 자료

○ Tier 1 방법론으로 온실가스 배출량을 사용하기 위해서는 에너지 사용량 자료가 필요함

○ 교통수단별·지역별 온실가스 배출량 산정에 이용된 자료는 한국석유공사에서 발간한 『2010년도 석유류수급통계』를 이용

○ 지역별로 사용된 연료를 기초로 지역별 온실가스 배출량을 산정함

- 16개시도 지역을 대상으로 수단별 온실가스 배출량을 산정

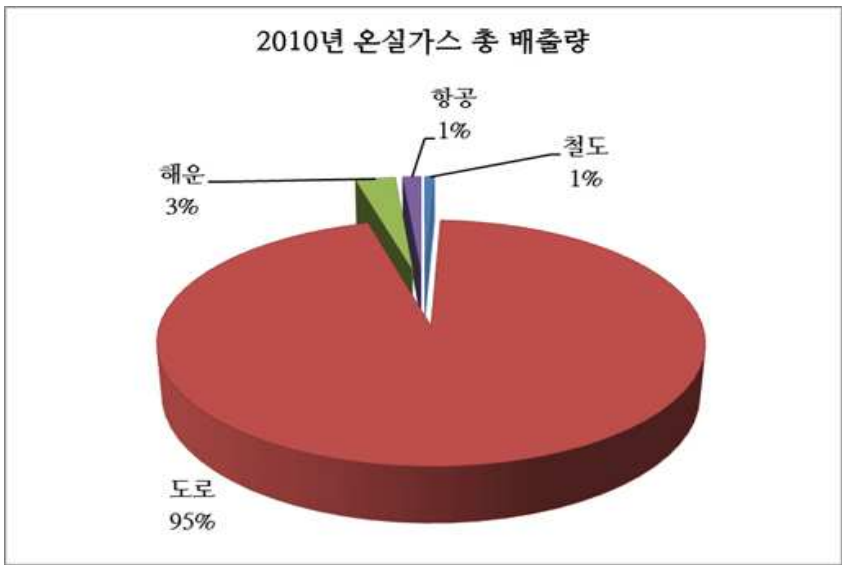
○ 지역별로 사용된 연료를 기초로 지역별온실가스 배출량을 산정한 것과 마찬가지로 수단별로 사용된 연료를 기초로 교통부문의 온실가스 배출량을 산정함

- 도로부문 연료소비량 : 자동차별(승용차, 승합차, 개인화물차)의 연료사용량(휘발유, 경유, LPG)
- 철도부문 연료소비량 : 차종별(KTX, 새마을호, 무궁화호)의 연료사용량(경유)
- 해운부문 연료소비량 : 국내 및 국제 연료소비 총량
- 항공부문 연료소비량 : 국내 및 국제 연료소비 총량

4. 온실가스 배출량 산정

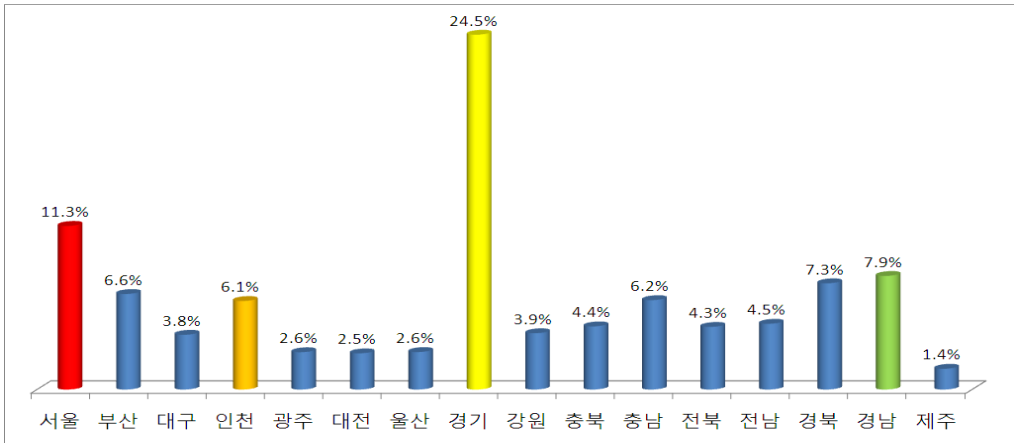
가. 온실가스 배출량 산정결과

○ Tier 1 방법을 적용한 온실가스 배출량은 교통수단별·지역별로 구분하여 전체유종에 대해 국제 벙커링을 제외한 후 산정하였음



주: 해운과 항공부문의 각 부문별 국적사의 국내활동과 국제활동을 제외한 범위의 값

<그림 3-14> 2010년 교통수단별 교통부문 온실가스 총 배출량 (단위: tCO_2)



<그림 3-15> 2010년 지역별 교통부문 온실가스 총 배출량 (단위: tCO_2)

○ 본 연구에서 산정된 2010년 기준 교통부문 총 배출량은 82.2백만tCO_2로 2008년 대비 0.6% 증가하였음

○ 교통수단별로 살펴보면 철도가 전체배출량의 약 0.7%, 도로가 95.1%, 해운이 2.9%, 항공이 1.3%로 도로 교통부문 전체 배출량에서의 대부분의 비중을 차지함

○ 16개 지역별로 살펴보면 경기도가 24.5%로 가장 많은 배출량을 보였고 서울과 경남이 각각 11.3%, 7.9%로 뒤를 이음

<표 3-49> 2010년 교통수단별・16개 광역시도별 온실가스 총 배출량

단위: tCO_2

	철도	도로	해운	항공	계
합계	569,338	78,196,067	2,354,000	1,085,416	82,204,820
	0.7%	95.1%	2.9%	1.3%	100.0%
1.서울	182,761	8,796,508	83,563	238,360	9,301,191
	32.1%	11.2%	3.5%	22.0%	11.3%
2.부산	91,801	4,513,037	747,200	79,187	5,431,224
	16.1%	5.8%	31.7%	7.3%	6.6%
3.대구	25,688	3,086,898	0	0	3,112,585
	4.5%	3.9%	0.0%	0.0%	3.8%
4.인천	0	4,018,435	404,989	607,897	5,031,321
	0.0%	5.1%	17.2%	56.0%	6.1%
5.광주	15,581	2,105,836	0	0	2,121,417
	2.7%	2.7%	0.0%	0.0%	2.6%
6.대전	34,110	2,023,512	0	0	2,057,622
	6.0%	2.6%	0.0%	0.0%	2.5%
7.울산	0	2,010,564	117,977	1,600	2,130,141
	0.0%	2.6%	5.0%	0.1%	2.6%
8.경기도	42,532	20,005,376	122,901	800	20,171,610
	7.5%	25.6%	5.2%	0.1%	24.5%
9.강원도	6,738	3,160,536	32,267	800	3,200,341
	1.2%	4.0%	1.4%	0.1%	3.9%
10.충북	25,688	3,540,391	0	24,396	3,590,474
	4.5%	4.5%	0.0%	2.2%	4.4%
11.충남	9,685	5,015,265	54,670	1,199	5,080,819
	1.7%	6.4%	2.3%	0.1%	6.2%
12.전북	27,372	3,465,802	66,866	0	3,560,040
	4.8%	4.4%	2.8%	0.0%	4.3%
13.전남	53,902	3,360,911	323,462	0	3,738,275
	9.5%	4.3%	13.7%	0.0%	4.5%
14.경북	45,901	5,969,342	25,004	0	6,040,247
	8.1%	7.6%	1.1%	0.0%	7.3%
15.경남	7,580	6,114,481	331,823	3,876	6,457,760
	1.3%	7.8%	14.1%	0.4%	7.9%
16.제주	0	1,009,173	43,278	127,178	1,179,630
	0.0%	1.3%	1.8%	11.7%	1.4%

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임
2) 연료 소모량은 2010년을 기준으로 산정함/ 순발열량 기준 산정
3) 도로와 철도부문은 전체유종을 대상으로 산정한 수치임
4) 항공과 해운부문은 국제벙커링 제외 및 GWP 반영한 수치임

<표 3-50> 2010년 대비 2009년도 온실가스 증감량

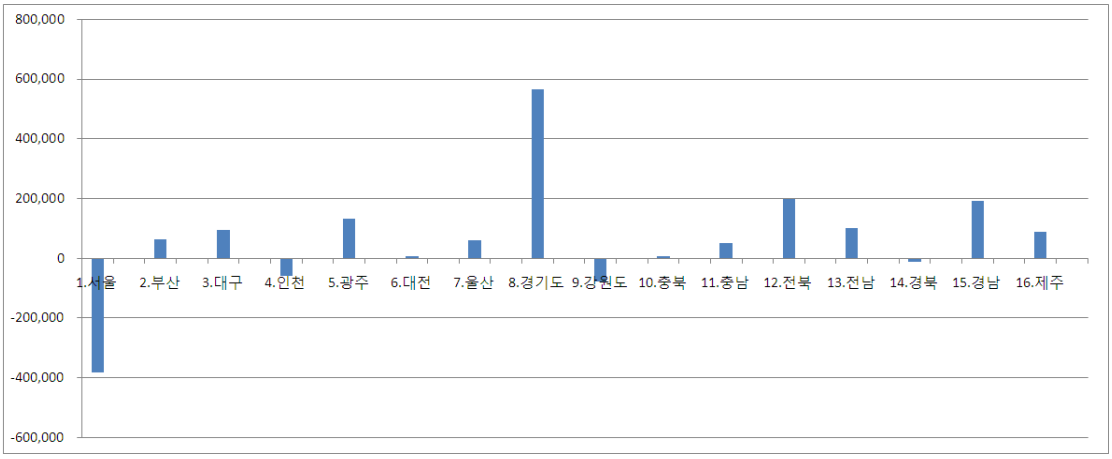
단위: tCO_2

구 분	철도	도로	해운	항공	계
합계	-17,218	1,200,578	-164,081	18,371	1,037,650
1.서울	-10,893	-441,389	6,237	65,185	-380,860
2.부산	-3,352	121,600	-81,968	26,794	63,074
3.대구	-1,676	100,385	-	-2,400	96,309
4.인천	-	-62,307	17,651	-15,213	-59,868
5.광주	419	132,663	-421	-	132,660
6.대전	7,122	946	-	-	8,068
7.울산	-	109,284	15,492	-63,991	60,785
8.경기도	18,015	505,679	41,730	800	566,224
9.강원도	-2,095	-75,115	-203	800	-76,613
10.충북	-9,217	10,819	-	5,999	7,600
11.충남	-1,257	167,986	-116,178	-1	50,550
12.전북	-2,514	200,725	-338	-	197,873
13.전남	-1,676	30,543	72,642	-	101,509
14.경북	-2,095	-11,839	2,657	-	-11,277
15.경남	-8,001	334,402	-116,336	-18,521	191,545
16.제주	-	76,197	-5,046	18,794	89,944

주: 1) %는 각 총계 내에서 해당 지역이 차지하는 비율임

○ 2009년 대비 2010년의 온실가스 배출량은 전체 1,037.7천tCO_2의 증가치를 보이고 있으며 도로부문이 전년대비 1,200.6천tCO_2으로 1.6% 증가하였음.

○ 서울이 -3.8천tCO_2 감소량으로 가장 큰 폭으로 감소함. 반면 경기도의 경우 566.2천tCO_2으로 가장 큰 증가량을 보였음



<그림 3-16> 2009년 대비 2010년의 지역별 온실가스 배출량 증감

나. 철도 전환부문 온실가스 배출량

○ 철도의 전력 사용에 따른 온실가스 배출량은 교통부문이 아닌 에너지부문 중 전환부문에 해당한다고 할 수 있음

- 철도의 전환부문 온실가스 배출량을 산정하기 위해 철도공사 및 철도시설관리공단과 관련된 자료는『철도통계연보(2011)』에서, 지하철 및 도시철도와 관련된 전력사용량 자료는 해당 운영기관에서 집계한 자료를 활용하였음

○ 철도전환부문도 Tier 1의 방법으로 사용하였으며 전력에 대한 공식적인 탄소배출계수는 전력거래소에서 발표한 자료를 사용함

○ 전력거래소의 배출계수를 사용한 이산화탄소 배출량은 1,103,260tCO_2으로 산정되었음

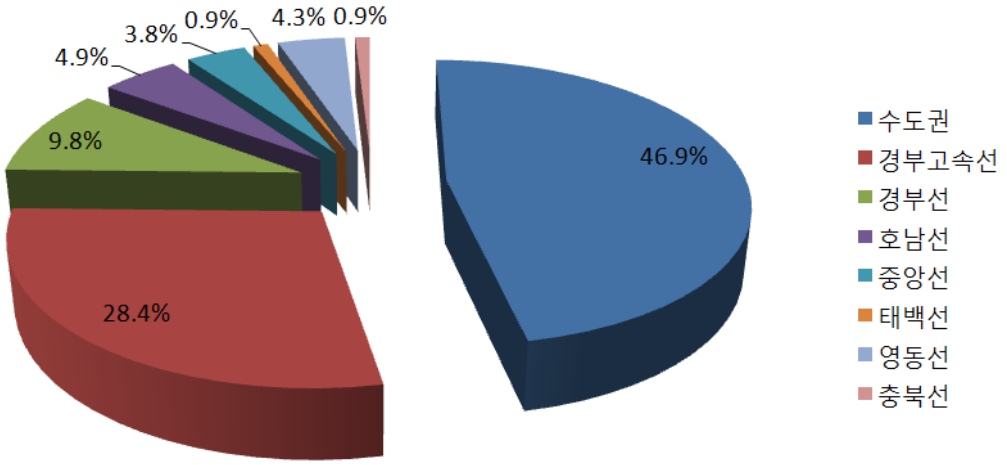
<표 3-51> 2010년 철도 전환부문 CO2(이산화탄소) 배출량

단위: tCO_2

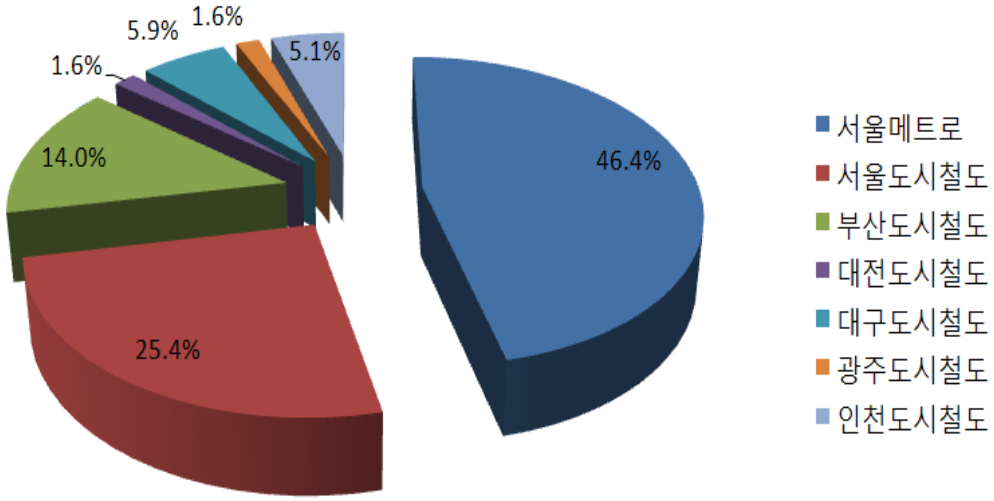
철도	배출량(tCO2)
수도권[1)]	434,528
경부고속선	263,422
경부선	90,575
호남선	45,590
중앙선	35,293
태백선	8,729
영동선	39,610
충북선	8,654
합계	926,401
지하철	배출량(tCO2)
서울메트로	256,102
서울도시철도	140,279
부산도시철도	77,182
대전도시철도	8,561
대구도시철도	32,714
광주도시철도	8,912
인천도시철도	27,880
합계	551,630
총 합계	1,103,260

주: 1) 수도권 전력사용량은 철도공사와 철도시설관리공단에서만 집계한 통계량임
2) 전력배출계수는 전력거래소에서 제시한 2010년 전력배출계수 0.4714tco2e/Mwh로 변경하여 적용

○ 노선별 비중으로 살펴보면, 수도권이 전체 철도 전환부문의 온실가스 배출량의 46.9%를 차지하였고 경부고속선이 28.4%로 그 다음을 차지함



<그림 3-17> 철도전환부문 철도노선별 온실가스 배출량 비중



<그림 3-18> 철도전환부문 지하철 지역별 온실가스 배출량 비중

○ 지하철부문은 서울메트로가 약 46.4%를 차지하였고 서울도시철도가 약 25.4% 순으로 나타났으며, 2009년 대비 CO_2배출량은 7.6% 증가

다. CNG부문 온실가스 배출량

○ 최근 정부는 대중교통수단인 시내버스를 천연가스버스로 대체하도록 근거조항을 신설하는 등 천연가스버스보급사업의 제도적 장치를 마련하여 운영하고 있으며, 그 보급을 점차 확대하고 있음

- 2012년까지 전국 도시지역의 경유 시내버스 등 28,000대 교체 목표이며 2008년까지 천연가스버스 19,078대를 보급하였음
- 천연가스청소차는 2012년까지 전국 주요도시의 청소차 1,700대를 천연가스청소차로 교체 목표를 가지고 있으며 2008년까지 429대를 보급하였음
- 천연가스충전소는 2012년까지 440기를 보급할 계획을 가지고 있으며 2008년까지 277대를 보급하였음

○ CNG란 Compressed Natural Gas의 약자로서 천연가스를 200~300bar의 고압으로 압축하여 연료용기에 저장하여 사용하며 현재 대부분의 천연가스자동차가 사용하는 방식임

- 천연가스를 연료로 사용하는 천연가스버스는 기존의 경유버스보다 70% 이상까지 배출가스를 저감시킬 수 있으며, 특히 시민들이 체감하는 매연은 전혀 배출되지 않고 오존영향물질도 70%이상까지 저감시킬 수 있음
- 천연가스를 연료로 사용할 경우 가솔린 자동차와 비슷한 연비를 유지할 수 있으며 디젤 엔진에 비해 소음, 진동이 상당히 감소하고 기체 연료를 사용 하므로 저온에서의 시동성이 우수함

○ 다음은 CNG부문의 연료소모량과 Tier1 방식에 따른 온실가스 배출량임

- CNG부문의 배출계수와 순발열량 적용은 천연가스(LNG)의 것을 이용하였음

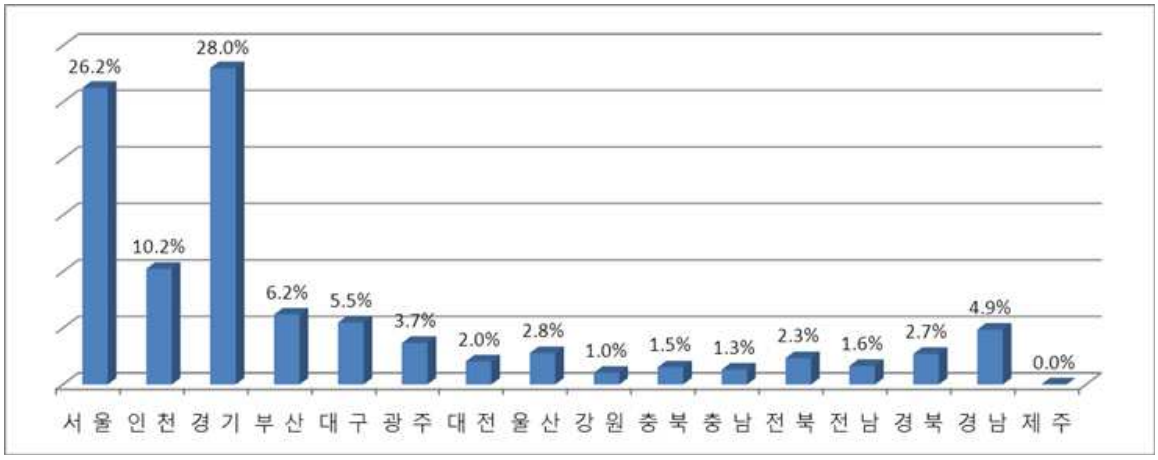
○ CNG부문 온실가스 배출량은 경기가 652.8천tCO_2로 가장 많은 배출량을 보였으며, 그 다음으로 서울, 인천 각각 611.8천tCO_2, 107.9천tCO_2 이 뒤를 이어 수도권의 배출량이 전체의 64.5%를 차지함

<표 3-52> CNG부문 온실가스 배출량

단위: tCO_2

지역	배출량(tCO_2)
서 울	611,841
인 천	238,625
경 기	652,751
수도권 계	1,503,216
부 산	144,242
대 구	127,656
광 주	85,624
대 전	47,568
울 산	64,642
강 원	23,911
충 북	35,374
충 남	30,460
전 북	54,292
전 남	38,182
경 북	63,058
경 남	113,241
제 주	-
지 방 계	828,251
전 국 계	2,331,468

○ 비중별로 살펴보면 서울이 전체 배출량의 약 26.2%를, 경기와 인천이 각각 28.0%, 10.2%를 차지함. 비수도권으로는 대구가 5.5%로 그 다음 순위를 이음



<그림 3-19> CNG부문 지역별 온실가스 배출량 비중

라. 국제벙커링부문 온실가스 배출량

○ IPCC가 정한 국제벙커링 개념은 민간항공 또는 해상해운이 국제운송을 위해 사용한 연료로써 연료를 판매한 국가에서 국제벙커링으로 처리하도록 정리하고 있음[10)]

- 전세계적으로 국제벙커링에서의 온실가스 배출이 급격히 늘어나고 있는 추세
- 우리나라는 석유소비량이나 에너지 소비규모를 고려할 때 국제벙커링이 비교적 많은 국가로써 지정학적인 위치에 의한 영향이 큼. 또한 우리나라는 내수 위주가 아닌 수출지향적 국가로 해운의 입출항이 빈번하게 일어나 해상 벙커링 수요가 많은 편임

○ 국제벙커링 부문은 국가 총배출량에 포함되지 않는 반면 전세계적으로 국제벙커링에서의 온실가스 배출이 급격히 늘어나고 있어 국제벙커링은 기후변화협약에서 새로운 이슈로 부각되고 있음

○ 우리나라의 벙커링 현황

- 우리나라는 에너지 소비통계 작성시 국제벙커링을 별도 구분하여 처리함. 이때의 국제벙커링은 국적에 근거한 것으로 외국 국적의 항공기나 해운이 국내에서 연료를 구매할 경우 그 양을 국제벙커링으로 구분하여 처리함
- 벙커링의 기준에 대해서는 국가, 국제기구별로 약간 차이가 있는데, 현재 국제에너지기구(International Energy Agency, IEA)에서는 해운에 의한 소비만을 포함
- 따라서 국내 에너지통계 기준에 의하면 외국 국적의 항공기나 해운에 대한 국내 급유량을 국제벙커링으로 분류하고 있으며, 국내 총에너지소비에서 제외하고 있음

10) 자료: 『교통분야 온실가스감축관련: 온실가스 감축 대책 등 교통환경 관련규제의 거시경제효과분석』, 한국건설기술연구원, 2001
『항공교통 부문 온실가스 배출규모 추정 및 관리방안』, 김민정 외 1, 한국교통연구원, 2008

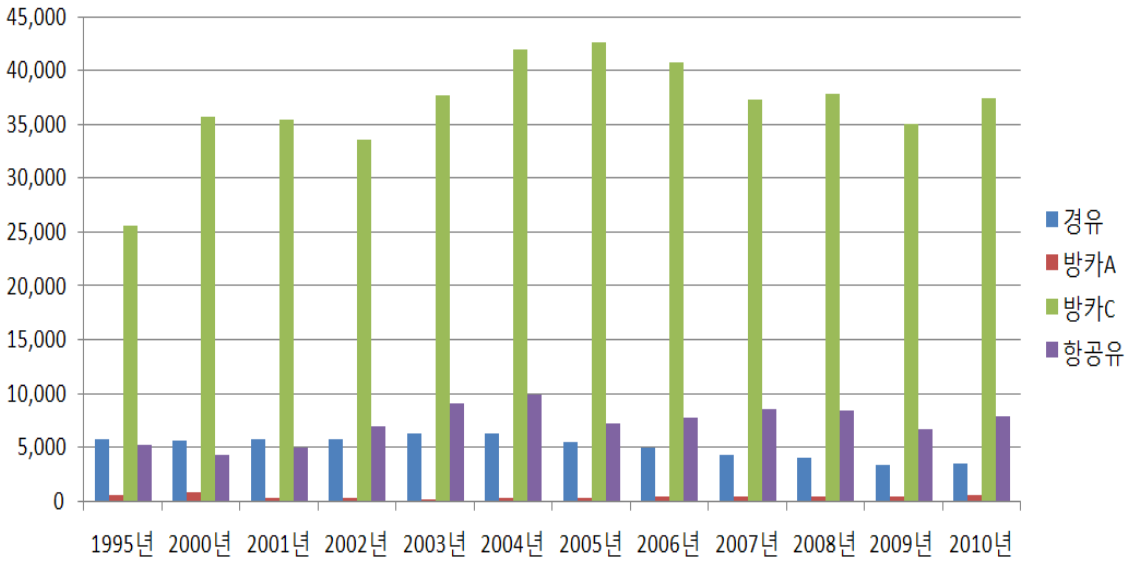
<표 3-53> 국제벙커링 수급현황

단위: 천bbl, 만$

	경유		방카A		방카C		항공유		합 계	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액	물량	금액
1995년	5,691	14,142	605	1,328	25,610	39,113	5,164	13,363	37,070	67,945
2000년	5,638	19,974	843	2,664	35,714	88,386	4,273	16,772	46,468	127,796
2001년	5,701	17,631	327	959	35,379	75,234	4,923	16,838	46,330	110,662
2002년	5,775	17,598	243	726	33,499	82,934	6,950	22,831	46,466	124,089
2003년	6,307	21,693	146	482	37,644	105,883	9,042	33,356	53,139	161,414
2004년	6,303	28,101	295	1,137	41,911	133,156	9,878	54,049	58,387	216,444
2005년	5,501	33,076	325	1,673	42,612	180,815	7,196	51,485	55,632	267,048
2006년	4,990	37,618	367	2,317	40,800	210,242	7,691	65,649	53,849	315,826
2007년	4,287	36,544	428	3,326	37,333	224,692	8,495	76,613	50,543	341,176
2008년	3,955	51,381	472	5,023	37,771	322,415	8,412	109,795	50,610	488,614
2009년	3,354	25,748	364	2,863	35,009	211,025	6,745	48,940	45,473	288,576
2010년	3,493	33,016	513	4,833	37,401	279,570	7,933	74,130	49,341	391,548

자료: 한국석유공사 국내동향분석 (www.petronet.co.kr)

○ 국제벙커링 수급현황은 2010년 49,341천bbl을 기록하였으며 2009년에 비해 8.5% 증가하였음



<그림 3-20> 국제 벙커링 석유수급 현황 (단위: 천bbl)

○ 국제벙커링부문 에너지 사용량에 근거한 Tier1 방법의 온실가스 배출량은 다음과 같음

<표 3-54> 국제벙커링 부문 온실가스 배출량

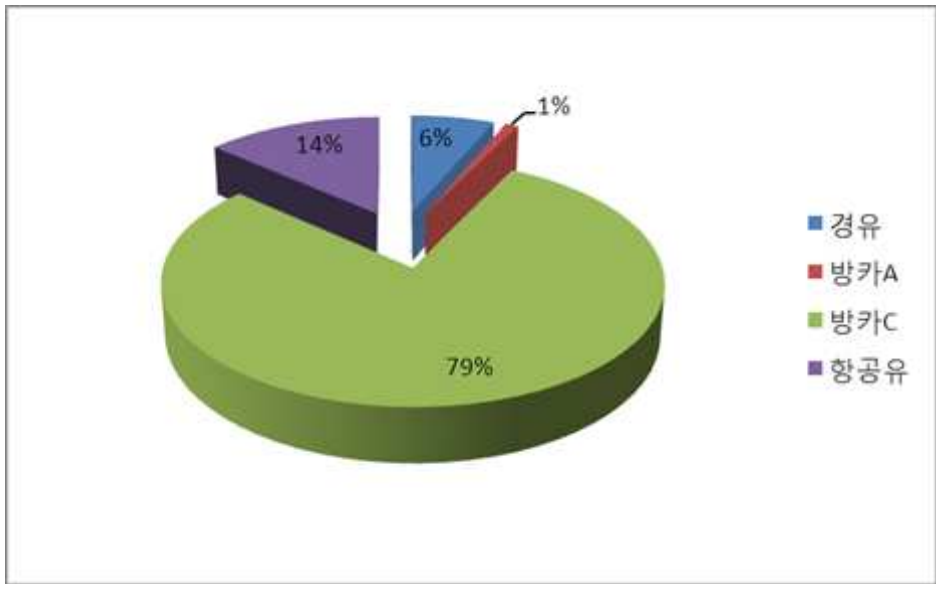
단위: tCO_2

배출량(tCO_2)	경유	경질중유	방카C유	항공유	합계
2006년	2,071,486	164,629	19,666,925	2,979,225	24,882,265
	8.33%	0.66%	79.04%	11.97%	100.00%
2007년	1,779,236	191,597	17,996,200	3,290,707	23,257,741
	7.65%	0.82%	77.38%	14.15%	100.00%
2008년	1,641,414	211,297	18,207,331	3,258,552	23,318,593
	7.04%	0.91%	78.08%	13.97%	100.00%
2009년	1,392,337	163,088	16,875,475	2,613,118	21,044,018
	6.62%	0.77%	80.19%	12.42%	100.00%
2010년	1,450,040	229,846	18,028,497	3,073,367	22,781,750
	6.36%	1.01%	79.14%	13.49%	100.00%

주: %는 각 유종별로 해당 년도별 온실가스 배출량에서 차지하는 비중임

○ 2010년 국제벙커링 부문 온실가스 배출량은 2009년보다 8.3% 증가한 22.8백만tCO_2임

○ 유종별 비중을 살펴보면 항만부문에서 주로 사용되는 방카C유가 가장 높은 배출량을 보였으며 항공부문에서 사용되는 항공유도 약 14% 수준에서 사용량을 보임



<그림 3-21> 2010년 국제벙커링 온실가스 배출량 유종별 비중

마. 결론 및 한계점

○ 국가 온실가스 배출량 산정의 정확도 향상에 필요한 통계

- 교통부문의 에너지 사용량은 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하며 이 자료는 도로, 항공, 철도, 해운부문으로만 구분되어 있음
  - 또한 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유 경유 LPG의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표관리제에서 산업부문의 업종별로 파악되는 이동연료에 대한 자료를 파악하여 이를 보완하는 방안이 필요함
  - 에너지 사용량은 각 대리점과 협회가 석유공사에 보고하여 구축되는 자료로서 판매처의 지역 기반으로 작성되기 때문에 실제 온실가스 배출 지역과 상이할 수 있으며 특히 이동연소가 주로 이뤄지는 교통수단의 경우에 더욱 한계가 있음
- 차종 및 기종(해운, 항공기, 철도)별로 구분된 연료 소비량 자료는 제공되지 않기 때문에 Tier 3 이상 단계의 방법론 적용은 한계가 있음
  - 특히, 철도 및 해운, 항공의 기종별 연료 사용량의 자료 구축이 어려운 실정임

○ 방법론상의 문제

- 현재는 Tier 1 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책적 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
- 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있어, IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 사용하고 있으나, 이는 국가 고유의 실정을 반영하지 못하는 원단위임
- 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있는 실정을 감안할 때 배출량 산정에 관한 신뢰성 확보가 필요함

제4장 결론 및 향후 추진계획

제1절 결론

제2절 향후 추진계획

제4장 결론 및 향후 추진계획

제1절 결론

1. 총 교통비용

○ 본 과업에서 산정한 2010년도 총교통비용을 살펴보면 아래와 같음

구분	항목	세부항목		금액	GDP 대비(%)
정부비용[1]	정부비용	도로부문		192,452	2.26%
		철도부문		53,512	
		항만부문		16,926	
		항공부문		666	
		물류시설부문		1,057	
		소 계		264,613	
내부비용	민간비용	가구 비용		473,615	4.04%
				(551,282)	
		기업비용	화물수송비[3]	903,510	7.70%
외부비용	교통혼잡비용	도로혼잡[2)3)]		219,348	1.87%
	교통사고비용[3]	도 로		114,332	0.99%
		철 도		464.8	
		해 운		932.4	
		항 공		91.7	
		소 계		115,821	
	교통환경비용	대기오염		149,839	2.70%
		온실가스[4]		135,266	
		소 음		31,597	
		소 계		316,702	

주: 1) 정부비용은 정부기관의 교통부문 투자 및 지출(expenditure)이기 때문에 다른 비용과는 성격이 다름
2) 교통혼잡비용은 시간가치비용과 차량운행비용으로 구성되는데 본 과업에서는 차량운행비를 제외한 시간가치만을 적용하였음
3) 화물수송비 및 교통사고비용, 도로혼잡비용은 2009년 추정액임
4) 교통시설 투자평가지침의 원단위(150,000원/ton) 활용하여 산정한 값(2011.11월 4차 개정안)
5) 개인교통비용의 ()안은 가계지출소비를 명목가격 기준으로 산정한 금액임

2. 교통비용 산정 과정의 문제점 및 향후 개선 방안

○ 각 비용 항목에 대한 개념 및 산정 범위에 대한 명확한 기준이 필요함

- 주요 비용항목에 대한 개념 정의 및 세부항목들에 대한 범위 설정이 필요함
- 2011년 과업에서는 전체 교통비용의 입장에서 개별 주요 비용항목에 대한 명확한 개념 정의, 범위 설정 등에 대한 기준을 마련하고 개선된 비용을 산정하였음

○ 환경비용 산정방법 개선

- 온실가스비용의 경우, 기존의 에너지 단위 환산기준의 변화로 에너지사용량을 재산정하여 적용하였으며, 원단위 적용도 기존의 철도투자평가편람(2007)의 150,000원을 2010년도의 물가상승률을 적용하여 산정
- 주요 배출권 거래 시장에서 탄소톤에 대한 시장가격을 기준으로 산정하는 것이 바람직함

○ 각 교통비용 항목의 연도 차이에 대한 개선이 필요함

- 금번 과업에서 산정한 2010년도 총 교통비용 항목 중 교통혼잡비용, 국가물류비용, 사고비용은 2009년 자료이므로, 정확히 2010년 총 교통비용이라고 하기 어려움

○ 교통비용을 구성하는 항목간 중복 계산(double counting) 문제 개선

- 본 연구에서는 도로혼잡의 경우 혼잡으로 인한 유류비용 증가는 이미 개인의 유류비에 반영된 항목이기 때문에 중복을 피하기 위해 시간가치만 활용하였음
- 그러나 개인비용에는 보험료, 유류세 및 각종차량관련 세금 등이 정확하게 파악되지 못하고 있어 여전히 개인비용에 포함되어 있음

○ 총교통비용에 대한 제시 방법 및 구체적 활용방안에 대한 제시가 필요함

- 교통비용의 산정과정에서 중복계산된 비용항목이 존재하기 때문에 현재 산정된 총교통비용 규모는 국가 경제에서 교통부문이 차지하는 중요도를 가늠하는 정도의 선에서 활용하는 것이 바람직하며, 향후 총교통비용이라는 틀 내에서 주요 개별 비용에 대한 연차별 과업추진을 통해 총교통비용을 개선한 후 통계로서 정립하거나 정책에 활용하는 방안이 합리적임

3. 교통부문 온실가스 배출량 결론 및 문제점

○ 국가 온실가스 배출량 산정의 정확도 향상에 필요한 통계

- 교통부문의 에너지 사용량은 석유공사의 석유류 수급통계의 자료를 사용하며 이 자료는 도로, 항공, 철도, 해운부문으로만 구분되어 있음
  - 또한 교통부문 외에 제조업 등의 기타 산업으로 집계되는 에너지 사용량 중 휘발유 경유 LPG의 일부는 이동수단의 연료로 사용되고 있어 교통부문의 에너지 사용량은 축소 집계되는 경향이 있으나 이에 대한 실태 파악은 어려운 실정임. 따라서 향후 온실가스 목표관리제에서 산업부문의 업종별로 파악되는 이동연료에 대한 자료를 파악하여 이를 보완하는 방안이 필요함
  - 에너지 사용량은 각 대리점과 협회가 석유공사에 보고하여 구축되는 자료로서 판매처의 지역 기반으로 작성되기 때문에 실제 온실가스 배출 지역과 상이할 수 있으며 특히 이동연소가 주로 이뤄지는 교통수단의 경우에 더욱 한계가 있음
- 차종 및 기종(해운, 항공기, 철도)별로 구분된 연료 소비량 자료는 제공되지 않기 때문에 Tier 3 이상 단계의 방법론 적용은 한계가 있음
  - 특히, 철도 및 해운, 항공의 기종별 연료 사용량의 자료 구축이 어려운 실정임

○ 방법론상의 문제

- 현재는 Tier 1 수준에서 국가 온실가스 배출량을 산정하여 보고하고 있으나, 실제 정책적 활용 및 평가를 위해서는 Tier 3 수준의 방법론이 필요함. 국내의 경우 이를 위한 활동자료 구축 및 모델링 기법의 고도화가 필요함
- 현재 국내의 경우 연료별 특성을 감안한 탄소배출계수가 일관되게 정립되어 있지 않고 있어, IPCC guideline(1996)에서 제시하고 있는 배출계수를 보조적으로 사용하고 있으나, 이는 국가 고유의 실정을 반영하지 못하는 원단위임
- 최근 각 국가별로 개별적인 배출계수를 산출하는 추세를 보이고 있으며 특히 미국 등은 자체적인 시험결과 등을 토대로 자국의 실정에 맞는 배출계수를 개발하고 있는 실정을 감안할 때 배출량 산정에 관한 신뢰성 확보가 필요함

제2절 향후 추진계획

1. 향후 연차별 사업

○ 매년 지속사업으로 정착하여 국가교통모형과의 연계성 고려 및 국가교통계정체계 구축

- 정부비용 항목의 체계적 구축 및 다양화
- 비용산정방식의 합리적 이론 정립

○ 비용 외에 수입(Revenue)을 산정하여 회계의 개념으로 확장

- 교통비용과 수입의 두 항목의 비교
- 국가 SOC에 대해 기업회계 관점에서 접근하여 운영에 대한 모니터링

○ 교통부문 온실가스 배출량 산정에 관한 모형 개발

- 데이터 수집의 구조화 및 보다 정확한 온실가스 배출량 산정을 위한 모형 개발

○ 에너지 사용량(Tier 1)으로 산정하는 방법론의 경우에 자동차의 이동성을 고려할 때 한계가 있을 수 있음

○ 도로단위에서 배출량 산정이 가능한 Tier 3 방법론은 광범위한 지역에 대한 자료를 구축하는데 한계가 있기 때문에 결론적으로 합리적인 기준과 원칙에 따라 차량에서 발생하는 온실가스를 다양한 수준의 지역범위로 할당할 수 있는 방법론 개발이 필요

2. 2012년 사업

○ 기존 정부, 민간, 외부(혼잡, 사고, 환경)비용의 갱신

○ 추가 교통부문 온실가스 배출량 산정

- 이륜자동차부문 온실가스 배출량 산정을 위한 기초 연구 및 발판 마련

○ 기타 교통부문의 세부적인 온실가스 배출량 산정

- CNG
- 철도 전환부문
- 벙커링 등

참 고 문 헌

- Anderson, D. "The full cost of transportation in the Twin Cities region", University of Minnesota, 2000
- Canada Department of Transportation, Transport Canada: The coat of Congestion in canada, 2006
- Delucchi, M. (2007), Do motor-vehicle users in the US pay their way?, Transportation Research Part A, 982-1003
- Department for Transport, Transport Statistics Great Britain 2007 Edition, 207
- ECMT, Internalizing the Social Costs Transport, 1994
- ECMT. Efficient Transport for Europe, 1998, p. 185.
- English, G. et al. "Internalizing the social costs of the transportation sector", Transport Canada, 2000
- Federal Aviation Administration, Airport Capacity and Delay, 2005
- Gillen D. and Levinson, D., "The Full Cost of Air Travel", Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board 1662, 1999, pp. 1-9
- Greene, D. et al. "The full costs and benefits of transportation", Springer, 1997.
- IEA, World Energy Outlook 2009
- IEA, CO_2 Emissions from Combustion 2011, 2011
- INFRAS/IWW "The way to sustainable mobility: cutting the external costs of transport", 2000
- IPCC Guideline, 2006
- Levinson, D, Mathieu, J.M., Kanafani, A and Gillen, D., "The Full Cost of High-Speed Rail: An Engineering Approach", Annals of Regional Science Vol. 31, No. 2, 1997, pp. 189-215
- Levinson, D, and Gillen, D., "The Full Cost of Intercity Highway Transportation", Transportation Research -D Vol. 3, No. 4, 1997, pp. 207-223

○ Levinson, D, Gillen, D. and Kanafani, A., "A Comparison of the Social Costs of Air and Highway", Transport Reviews Vol. 18, No. 3, 1998, pp. 215-240

○ Levinson, D, Financing transportation networks, Edward Elgar Publishing, 2002

○ Link, H., Transport accounts-methodological concepts and empirical results, Journal of transport geography, 2005, pp. 41-57

○ Litman, Transportation Cost and Benefit Analysis, Victoria Transport Policy Institute, 2009

○ Money. cnn. com, "Flight Delays Cost $ 41B In 2007", 2008 May 23

○ OECD, OECD Factbook 2011: Economic, Environmental and Social Statistics, 2011

○ USCENSUSBUREAU, Consumer Expenditure Surveys, 2007

○ 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, 2006

○ 건설교통부, 국가기간교통망계획 수정계획 연구, 2007

○ 건설교통부, 교통분야 온실가스 감축관련: 온실가스 감축대책 등 교통환경관련규제의 거시경제효과 분석(도로 부문), 2001

○ 교통안전공단, 2009년도 자동차 주행거리 실태조사 보고서, 2010

○ 국가 온실가스 배출량 종합정보 DB(netis. kemco. or. kr), 수송수단별 연료사용

○ 국립환경과학원, 소음지도 작성을 위한 연구, 2007

○ 국토해양부, 각 연도별 예산개요

○ 국토해양부, 교통시설투자평가지침, 2010 12

○ 국토해양부, 도로업무편람, 2011

○ 국토해양부, 철도사업 (예비)타당성조사의 편익산정방안 개선연구, 2008

○ 기획재정부, 각 연도별 교통시설특별회계 세출예산

○ 기획재정부, 디지털 예산회계시스템, 연도별 예·결산 자료

○ 김상겸·홍종호, 교통부문 개발사업에 대한 환경비용 추정과 사례분석, 2003

○ 김준순 등 (2002), 육상교통 수단의 환경성 비교연구, 한국환경정책·평가연구원

○ 에너지경제연구원 자료실(www. keei. re. kr), 석유류 용도별 소비

○ 지식경제부·에너지경제연구원, 각 연도별 에너지통계연보

○ 한국개발연구원, 공항부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구, 2001
○ 한국개발연구원, 도로·철도 부분사업의 예비타당성 조사 표준지침 수정·보완연구(제4판), 2004
○ 한국개발연구원, 항만부문사업의 예비타당성조사 표준지침 연구, 2001
○ 한국개발연구원, 예비타당성조사 수행방법 수정사항, 2007. 5
○ 한국교통연구원, 연도별 교통사고비용 추정과 추이분석
○ 한국교통연구원, 2008년 국가물류비 산정 및 추이 분석
○ 한국교통연구원, 2008년 전국 교통혼잡비용 산출과 추이 분석
○ 한국교통연구원, 교통부문의 시설별 자본스톡, 2000
○ 한국도시가스협회, 2010년 수요가구 및 공급량, 2010
○ 한국석유공사, 2010년도 석유류수급통계, 2011
○ 환경부, 각 연도별 『환경백서』
○ 환경부, 『환경통계연감』, 2001
○ 환경부· 국립환경연구원, 대기오염물질배출량('99), 2000