

철도교통부문 온실가스배출 관리체계 구축방안에 관한 연구

Establishment on management system for greenhouse gas emission of Railroad

김용기† 이재영* 이철규* 이영호**
Yong-Ki, Kim Jae-Young, Lee Cheul-Gyu, Lee Young-Ho, Lee

ABSTRACT

United Nations Framework Convention on Climate Change(UNFCCC) is one of the international environmental convention with the goal of stabilizing Greenhouse Gas(GHG) concent in the atmosphere and preventing potentially dangerous change in the earth's climate. The purpose of this convention is to reduce fossil fuel consumption and to prevent GHG emission. The Republic of Korea was one of the Annex-II parties submitted its national communication to the UNFCCC. As a developing county, there is no GHG emission reduction commitments made by South Korea during first commitment period(2008~2012). On the contrary, South Korea' status as an OECD member, joining in 1996, ranks 6th in GHG emission. Furthermore the rate of increase of GHG is first among OECD countries in year 2005. As a result, Korea will probably be incorporated into Annex-I in second commitment period (after 2013). So, Korea government established and announced Voluntary GHG Reduction scheme to reduce emissions of 4%(accounting for 30% reduction base on Business As Usual) from the 2005 level by the year 2020 for mitigation of reduction duty impact. In specific case of Korea, transportation section occupied almost 21% of total energy consumption and nearly 17% of total GHG emission at 2005, so systematic emission management is required. To do so, in this research, we focus on systematic way of GHG management system to handle GHG reduction duties in Railroad section.

1. 연구배경

기후변화협약은 지구온난화에 따라 가속화되어가는 이상기후현상을 늦추고 더 나아가 이를 방지하기 위해 체결된 국제환경협약 중 하나이다. 이 협약의 목적은 화석연료의 소비를 감소시키고, 온실가스 배출을 억제시키는 데에 있다. 한국의 경우, 기후변화협약에 가입할 당시 부속서 II로 분류되어 있었기 때문에 1차 의무이행기간(2008~2012년)에는 온실가스감축 의무가 주어지지 않았었다. 그런데, 1996년 한국은 OECD의 회원국으로 가입하여, 2005년 당시 회원국 중 온실가스 배출량 6위, 배출량 증가율 1위를 기록하였다. 이러한 이유로 2차 의무 이행기간(2013년 이후)에는 부속서I로 편입될 것이 확실시 되고 있는 실정이다. 이에 따라 정부는 온실가스 감축의무에 의한 충격을 완화시키기 위해 2020년까지 2005년 대비 4%(BAU 대비 30%) 자발적 감축목표를 설정하고 이를 선언하였다. 우리나라는 수송부문에서 에너지 소비 약 21%, 온실가스 배출량의 약 17% 를 배출하고 있어 온실가스 배출에 관한 체계적인 배출관리가 필요하다. 한편 유럽연합철도(UIC)에서도 기후변화협약 대응 및 지속가능한 철도산업 발전을 추구하고 온실가스배출저감을 위해 에너지 절약 및 자원절감 등을 통해 에너지효율화 기술개발, 자원절약 및 재활용 혁신 기술개발에 역점을 두고 있다. 국가적 차원에서 기후변화협약에 대한 효율적인 대응의 일환으로 철도교통부문의 온실가스감축계획 수립 및 이행을 위해서는 철도산업 분야의 온실가스

† 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실, 책임연구원
E-mail : ykkim@rkri.re.kr
TEL : (031)460-5382 FAX : (031)460-5279
* 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실, 선임연구원
** 정회원, 한국철도기술연구원, 철도환경연구실, 연구원

발생량에 대한 실질적인 데이터 확보가 필요하다. 그러나 철도산업의 에너지 소비량과 온실가스 분석과 감축을 위한 국제환경규제에 대응하기 위한 온실가스 배출량에 대한 통계는 절대적으로 부족한 실정으로 철도산업부문에서의 배출특성에 대한 정량적인 분석과 감축할당에 따른 대응방안 수립이 필요하다. 따라서 본 연구에서는 향후 교통부문 온실가스감축 할당에 대응코자 철도교통부문 배출계수의 개발과 온실가스인벤토리 구축을 통한 온실가스 통계체계 구축 및 온실가스배출 관리체계 구축방안 수립을 위해 검토하고 기초연구를 수행하였다.

2. 국내외 온실가스 배출통계 구축동향

기후변화협약(제4조, 제12조)에 의해 당사국은 국가 온실가스 배출통계를 작성 공표 및 당사국총회에 제출해야 하며, 이를 위해 온실가스 인벤토리 작성체계 구축을 의무화하고 있으므로 온실가스 공급통계는 IPCC Guideline 1996 기준에 따라 연료형태별 총 공급량을 산정하고 관련부처가 부문별 통계를 작성·관리하고 있다.

2.1 국내동향

1) 환경부

온실가스감축 대책을 보다 더 체계적으로 추진하고 국제협상에도 착실하게 대비하기 위하여 실측치에 근거한 상향방식(Bottom-up)의 과학적·체계적인 온실가스 배출통계 및 배출계수(Inventory)의 개발 추진 계획을 발표(2005.5)하였음. 환경부가 추진하는 온실가스 배출통계 조사의 특징은 기존에 추진하고 있는 대기오염물질 측정 모니터링과 배출량 조사사업을 활용하는 Bottom up 방식으로 부문별/업종별 특수성을 반영할 수 있는 배출원 인벤토리 구축 및 배출계수를 개발하는 실측치에 근거한 과학적, 체계적 배출통계 구축 사업이다. 시멘트/철강/석유화학/수송/제지 등의 산업부문 뿐만 아니라 자동차부문과 자연생태계중의 온실가스 배출원 목록작성, 배출량산정 및 배출계수 개발 등을 목표로 하였으며 국립환경과학원과 환경관리공단 외 4개 기관이 참여하고 있다.

2) 지식경제부

2002년부터 국가 통계기반 구축을 위해 온실가스 국가인벤토리시스템 구축, 온실가스 통계 부문별 개선, DB활용을 통한 온실가스 감축 잠재량 분석온실가스통계 DB구축 등을 추진하여 왔으며 2007년에 온실가스 배출통계 시스템 구축을 완료하여 계획을 발표한바 있다(2006.3). 에너지·산업공정부문 배출통계 작성, 관리에 관한 법적근거를 에너지기본법에 신설하고, 『온실가스통계 DB구축 추진협의회』를 구성, 온실가스 인벤토리시스템(KONIS : Korean National Inventory System) 구축하여 산업, 가정·상업, 수송부문 최종소비단계의 온실가스 배출량 조사를 추진하여 국가에너지종합정보DB를 구축하였고, 2005년에 산업부문 5인 이상 사업장(11만 개소)에 대한 지역별, 에너지원별, 업종별 DB를 완료하여 2006년에는 가정·상업부문(10만 개소)을 조사, 2007년에는 항공·선박·육상교통 부문으로 확대 추진하였다.

3) 국토해양부

국토해양부는 지속가능교통물류발전법 제16조에 따라 온실가스 통계 DB 구축 및 온실가스 배출계수 작성 법적 근거 마련(2008.11)하여 타 부처에 비해 온실가스 통계 DB 구축 및 배출계수 구축은 이제 시작하는 단계이나 교통부문만을 중점적으로 구축하려는 것이 차이점이다. 지속가능물류발전법 제16조(온실가스 배출 감축 조치) ②국토해양부장관은 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 교통물류의 단위당 온실가스 배출량을 산출하는 계수(이하 “온실가스 배출계수”라 한다)를 개발하여 관련 자료를 작성하여야 하며, 이를 활용하여 지속가능 교통물류발전 정책을 추진하여야 함 ③국토해양부장관은 온실가스 배출계수를 효율적으로 개발하기 위하여 관계 중앙행정기관의 장과 협의하여 공동으로 전담기관을 지정·운영할 전망이다.

2.2 국외동향

1) 미국

미국은 IPCC 기준 배출계수를 따르고 있으나 차종별, 유종별로 세분화하여 매년 업데이트를 하고 있다. 각각의 배출계수는 새로운 연구결과와 시험데이터를 이용하여 지속적으로 보완하여 연료별로 배

출계수는 2007년 EIA 조사값을 기준으로 하고 있다. 수송부문 온실가스 중 CH₄, N₂O의 배출계수는 FTP-75모드라는 차량 시험모델을 사용해서 결과를 산출한 뒤, MOBILE 6.2를 이용하여 보정하여 미국의 지역적 차원에서 온실가스 산정은 지방정부 인벤토리와 커뮤니티 인벤토리로 구분하여 지방정부 인벤토리는 지자체 소유의 시설물 또는 지방정부 운영과 관련한 활동에서 발생하는 온실가스 산정하고 있고, 해당 지자체 관할 구역 내의 주거, 상업, 교통 등 각 영역별로 발생하는 총 온실가스를 포함시켜 온실가스를 관리하고 있다.

3) 영국

영국은 환경부에서 온실가스 배출량을 산정하는데 도로부문 CO₂ 배출량은 연료소비에 의해 산출하되 속도의 Activity를 적용하여 연료소비를 산출하여 도시지역과 지방지역으로 구분하여 지역별 주요 도로별로 차종별 평균속도를 제시하고 이에 따라 연료소비를 추정하고 있다. 영국의 Calderdale지역은 2000년부터 도로, 보일러, 상업용 전력사업, 쓰레기 매립지, 가구 배출원 등에 대해 인벤토리 작성하였다. 도로부문은 일일평균 경차와 대형차의 교통량, 경차와 대형차의 평균시속과 도로의 너비를 이용하여 온실가스 배출량 산정하고 있다.

4) 일본

일본은 IPCC 가이드라인의 Tier 1을 준용하되 CO₂는 차종구분이 되어 있지 않고 있다. 연료별로 휘발유, 경유, LPG로 구분하고 CH₄와 N₂O의 경우 차종별로 구분하여 활동도 자료로는 통계청의 연료소비량과 환경성의 연도별, 연료별 배출계수를 이용하여 온실가스를 산정하고 관리하고 있다.

3. 온실가스 배출통계체계 구축방향

국제협약에 따른 국가 온실가스 배출량 보고에 따른 교통부문 온실가스 배출 정보 확보하여 교통부문 온실가스 감축 목표 수립 및 성과 평가를 위해 온실가스 배출량 정보가 필요하다. 국가 온실가스 배출량 보고보다 높은 수준의 온실가스 배출 정보 확보를 위해 교통부문 온실가스 배출 관리 체계 구축에 있어서 단계적 접근을 통해 우선순위 선정을 통하여 단계적 체계구축이 이루어져야 한다. 단계적 체계 확대를 위하여 유연한 관리 체계 설계, 교통부문 온실가스 관리 체계의 구축을 위한 통합적 접근, 도로, 해운, 항공, 철도를 포괄하는 체계 구축이 이루어져야 한다. 특히 해외 선진 사례를 검토하여 교통부문 온실가스 관리 체계 구축사례를 검토하고 분석하여 시행착오를 최소화하여 경제적 체계 구축이 이루어져야 한다.

3.1 통합관리체계

기후변화 대응 정책 효율성 확보를 위하여 체계적인 교통부문 온실가스 배출 관리 체계 구축을 위해 정확하고 신뢰성 있는 온실가스 제시, 수송부문의 온실가스 배출량 산정을 위해서는 수단별 에너지 사용량이나 판매량뿐만 아니라 각종 활동량 통계와 그에 맞는 배출계수의 확보가 절대적이다. 교통관련국 토해양부 주관으로 교통부문 온실가스 배출관리 체계 구축을 수행하고 있으며 공신력 있는 기관에서 가장 신뢰도가 높은 자료들을 선별하여 수집하고, 통계자료의 작성을 위한 조사와 분석 및 온실가스 산정 과정을 일관된 원칙에 따라 관리하면 통계의 상이함으로 생기는 혼선을 예방할 수 있다. 특히 전문성 및 업무 효율성 측면에서 지식경제부의 온실가스 배출 관리보다 주무부처에서 담당하는 것이 적절하다고 판단된다. 수송부문 협의체 구성(안)을 통해 원활한 통계구축을 위하여 수송부문 협의체 구성이 필요하고 협의체는 정리한 각종 통계들을 생산하는 기관들이 참여하여 수송부문의 온실가스 통계를 보다 정확하고 신뢰성 있게, 효율적으로 작성하기 위한 방안을 논의하고 관련 정보를 교환하는 기능을 수행하는 논의 기구가 필요하고 통합관리체계는 다음과 같은 방안을 고려하여야 할 것이다.

1) 품질관리·보증방안

품질관리란 데이터의 신뢰성과 정확성, 완전성을 확보하기 위한 정기적이고 일관성 있는 점검활동으로서, 오류와 누락사항의 발견을 통한 데이터의 완결성 확보를 목적으로 한다. 데이터의 취급과 문서화, 저장, 보고 절차를 교차검토, 검산, 육안 검사 등을 통하여 확인하는 활동으로 구성되며, 이때 모든 데이터를 확인하는 것이 불가능할 경우에는 표본을 선별하여 확인하고 모든 절차는 미리 내부 문서에

의해 계획되고, 그 과정과 결과는 모두 문서화되어야 하고 제3자 검증을 통한 품질보증 방안 수립을 통해 온실가스 통계 구축에 참여하지 않았던 외부 전문가를 선임하여 품질 평가가 필요하다

2) 법·제도 개선 방안

수송부문 온실가스 배출량 산정을 위하여 필요한 통계를 일관된 체계로 관리하고 유지하기 위해서 국가 온실가스 통계시스템의 구축과 운영에 관한 법적 규정 필요하며 조사관련 비밀 보장 방안 등 기업의 영업 기밀에 속하는 자료나 개인의 프라이버시를 침해할 수 있는 자료들에 대한 완전한 기밀 보장을 통해 제공자로부터 정확한 관련 자료를 원활하게 수집하고 관련 비밀사항을 철저히 보장될 수 있는 조사체계를 갖추는 것이 필요하다.

3) 모니터링 시스템 구축 및 QA/QC

일반적으로 사업자 수준에서의 온실가스 배출 데이터 집계 방식은 크게 두가지로 분류할 수 있으며, 첫 번째는 중앙집권식 접근법으로써, 개별 시설들이 사업활동/연료사용 데이터를 사업자 수준에 보고하면 사업자 수준에서 이를 토대로 온실가스 총배출량을 산정하고, 두 번째는 개별 시설들이 사업활동/연료사용 데이터를 수집, 검증된 방법을 사용하여 온실가스 배출을 직접 계산한 후 이 데이터를 사업자 수준으로 보고하여야 한다.

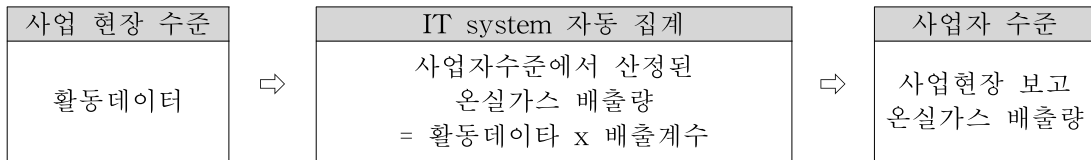


그림 1. 활동데이터 수집 접근법

4) 활동데이터의 수집 절차

활동도 데이터는 단계 별, 데이터 수집절차에 따라 수행되어야 한다. ①배출원 파악은 각 시설 및 배출원의 변동 사항을 매년 1회씩 확인함 ② 데이터 수집/측정은 배출원의 자료 수집 절차에 따라 매달 수집함 ③ 데이터 기록은 수집된 자료는 관리책임자의 확인 후, IT system에 입력함 ④데이터 보관은 컴퓨터 파일 자료는 문서 보존기간(10년)동안 보관함 ⑤ 배출량 보고는 매월 IT system에 의해 산정된 배출량을 담당부서의 담당자가 검토 한 후 보고하도록 함 ⑥ 내부검증은 자료의 내부 검증은 매년 1회 비교 검증하여야 한다

5) 배출량 보고서 산정절차 및 내부심사/수정조치 절차

인벤토리 보고서 결과에 대해 내부 심사를 통해 평가하고 배출량 산정 진행 절차는 배출원 별 모니터링에서는 정해진 배출원별 활동데이터 수집방법을 통해 활동 데이터를 수집하여 인벤토리 보고서에 입력한다. 데이터 검증을 위해 배출원별 샘플링을 하여 활동데이터를 수집한 원본 데이터(Raw data)와 비교 검토하고 배출량 산정 검증 절차를 배출원별 모니터링 후 인벤토리 자료를 검증 후 가이드라인에 제시한 절차에 따라 자료 제출한다. 모니터링 시 자료를 제출하기 전 샘플링하여 검증은 일반적으로 자료의 검증을 년 1회로서 주요배출원은 샘플링 기법을 적용하여 5회, 기타 배출원의 경우 2회 실시하고 자료 검증과 작성된 인벤토리 보고서에 대한 검토가 완료되면 전체 인벤토리 보고서를 작성하고배출량 산정 결과 보고를 배출량 산정결과가 있는 인벤토리 보고서를 보고 및 발행하여 인벤토리 보고서 품질관리 및 배출원의 추가/삭제 관리, 배출량 공식의 변경 및 신규 도입된 배출원 포함 여부 결정, 온실가스 인벤토리 작성 교육 훈련 등 매년 분기별로 인벤토리 작성을 위한 자료를 수집하기 직전에 모든 배출원에 대하여 1년에 2번 2시간씩 교육을 수행한다. 온실가스 인벤토리 산정 틀 이용방법 및 산정 및 보고 가이드라인에 관한 교육을 통하여 올바른 데이터 수집 및 정확한 배출량산정을 할 수 있도록 실시되어야 한다.

4. 철도부문 온실가스배출 관리체계 관리방안

수송부문의 온실가스 통계는 모두 Tier-1수준의 통계만을 산출하였다. 향후 Tier-2, 3 이상의 정확하고 신뢰성 있는 국가온실가스의 통계의 작성을 추진하고 있기 때문에 활동도 데이터와 배출계수의 개발도 필요하다. 활동도 통계와 배출계수의 개발을 위해서는 철도부문의 여건과 고도의 전문성이 필요하고, 활동도 데이터와 배출계수를 효율적으로 관리할 경우 정책의 효율성을 크게 높일 수 있다. 본 연구에서는 추후 철도부문에서의 온실가스 관리를 위한 관리체계의 구축방안에 대한 기초 연구를 통해 체계적인 관리방안을 검토하고자 하였다. 철도부문 온실가스 배출 관리 체계방안으로 ① 배출계수 개발 및 관리 ② 인벤토리 작성 및 배출원 관리 ③ 배출량 산정관리 ④ 데이터 수집·보고 및 통계 관리로 구성할 수 있다. 온실가스 관리 체계는 통합 지침 및 세부 지침 마련을 통하여 구축될 수 있고 여기에 원활한 관리 및 산정을 위하여 전산 시스템이 지원될 수 있도록 구축할 예정이다.

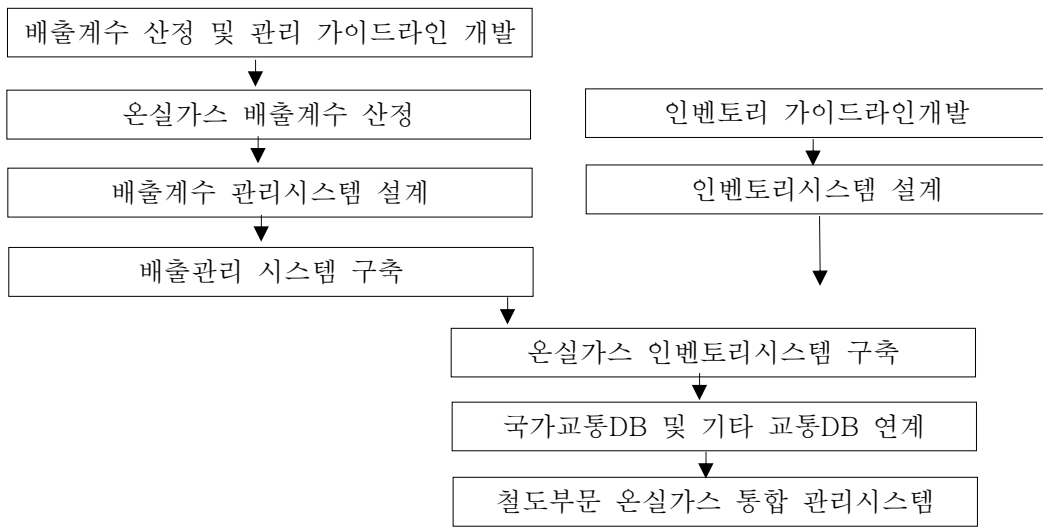


그림 2. 철도부문 온실가스 통계작성 체계

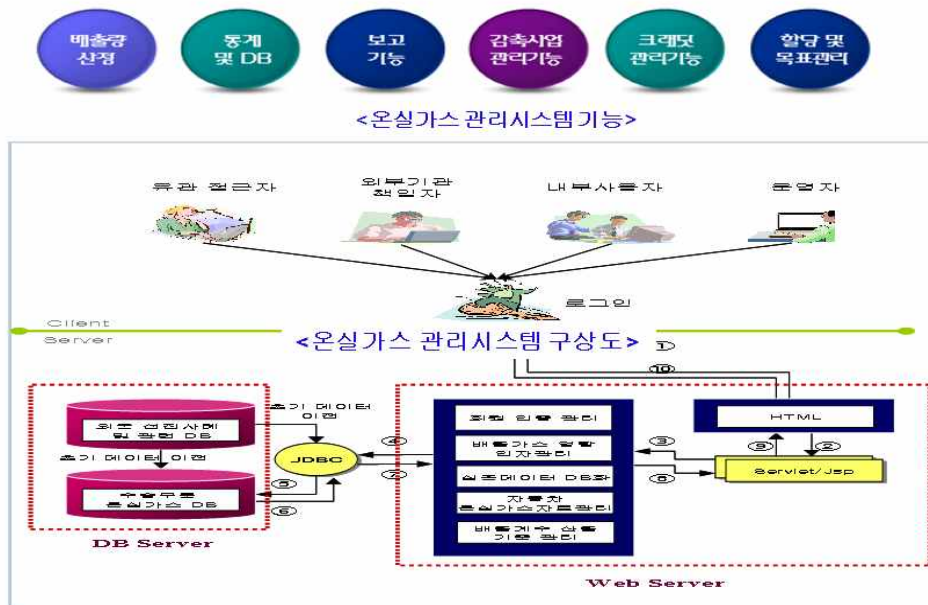


그림 3. 온실가스 통합관리 구축 체계

5. 맺음말

철도부문 온실가스 배출 관리 체계 구축에 있어서 단계적 접근이 필요하며 단계적인 체계 확대를 위하여 유연한 관리 체계 설계가 필요하다. 철도교통부문 온실가스 통계체계는 국가 온실가스 통계체계의 한 부문으로서의 기능을 수행하면서 기후변화 대응을 위한 각종 철도정책개발과 연관분석, 연관사업등에 유용하게 활용될 수 있는 형태로 구축되고 관리되어야 한다. 철도부문 온실가스 통계의 정확성 향상을 위해서는 기존 통계에 대한 개선과 함께 활동량 통계와 배출계수의 개발이 필요하다. 철도부문에서는 기관차 종별 및 노선별 운행거리와 연료소비량 등에 관한 조사를 시행할 필요가 있다. 철도부문의 온실가스 배출량산정의 타당성 평가를 포함한 각종 정책수립에 활용을 위하여 우리 실정에 맞는 배출계수 개발이 시급하다. 이를 토대로 본 연구에서는 국내외 사례분석을 통해 향후 배출원 분류체계 및 배출계수개발, 온실가스 인벤토리를 작성 및 시스템 구축을 통해 철도부문 온실가스통합 정보시스템과 연계하고 더 나아가 교통부문 온실가스 통합정보시스템과 인터페이스를 고려하여 좀더 심도 있는 연구개발을 통해 설계할 계획이다.

참고문헌

1. 국토부, 지속가능 교통시스템 기획(2009)
2. 조준행, 수송부문 온실가스 배출통계체계 구축 및 관리방안(2008)
3. U.K. Defra UK, Greenhouse Gas Inventory, 1999 to 2006, 2008
4. U.S. EPA, Inventory of U.S, Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990 to 2006, 2008
5. 鹿島茂, 성에너지 운전이 교통안전에 미치는 효과분석, 일본교통정책연구회, 2009

감사의 글

본 연구는 국토해양부 “교통부문 온실가스저감 및 통합관리기술 개발”사업으로 수행되었으며 지원에 감사드립니다.