

철도건설 사업관리시스템 도입에 따른 탄소저감 효과 분석

An Analysis of Installation of Railway Construction Project Management System on Carbon Reduction

박준태* · 안태봉

Jun-Tae Park · Tae-Bong Ahn

Abstract In response to the global warming crisis, the Kyoto protocol was established by major developed countries in 1997. The Paris Agreement, which imposes a carbon reduction obligation for both developed countries and developing countries, was signed in 2015. Regulations and efforts to reduce greenhouse gas emissions accordingly have been implemented. In this study, we analyzed the reduction of carbon emissions computerizing of the traditional project management system for efficient railway construction at Korea Rail Network Authority. We suggest a model that measures two major effects of carbon reduction, stemming from transportation and from a decrease of paper use. In this paper, we calculate the amount of carbon reduction and the economic effect of carbon reduction with application of the construction project management system at Korea Rail Network Authority. The model and methodology in this study are expected to be helpful to measure the carbon reduction performance for similar e-transformation.

Keywords : Railway construction project management, CO₂ Emissions reduction effect, E-transformation, Paper reduction, Decrease in visit

초 록 지구온난화로 인한 범세계적 위기가 초래됨에 따라 1997년 선진국을 중심으로 교토의정서가 체결되었고 2015년 개발도상국까지 공동의무를 부과하는 파리협정이 체결되어 이를 계기로 온실가스 감축 규제 및 국가적 노력이 본격화 되고 있다. 본 연구에서는 한국철도시설공단에서 효율적인 철도건설을 위해 전통적인 건설사업관리 업무를 전산화함에 따라 저감되는 탄소배출량을 분석하였다. 이를 위해 '방문감소에 의한 탄소발생 저감'과 '종이감소에 의한 탄소발생 저감'효과를 측정하는 산출모델을 제시하고자 한다. 수립된 산출모델을 활용하여 건설사업관리시스템 도입에 따른 탄소저감량을 산출하고 이를 경제적 비용으로 환산한다. 본 연구에서 제시한 산출모델 및 산출방식은 정보화 사업 추진으로 인한 탄소저감 효과를 분석하는데 도움이 될 수 있을 것으로 기대된다.

주요어 : 철도건설사업관리, 탄소저감효과, 정보화, 종이감소, 방문감소

1. 서 론

2015년 12월 프랑스 파리에서 개최된 유엔기후변화 협약 당사국총회(COP21, 파리총회)에서 선진국과 개도국을 포함한 195개 협약 당사국 대표들이 온실가스 감축에 동참하기로 결정한 파리 협정이 채택되었다. 그 동안 일부 선진국에만 감축의무를 부과했던 교토의정서와 달리 개도국까지 공동의무를 부과하였다. 파리 협정에 의거 우리나라는 2030년까지 배출전망치 대비 37%를 감축해야 한다[3]. 이를 위해 공공기관 및 온실가스 규제를 받는 기업들은 친환경기술 개발, 업무프로세스 효율화 등 탄소발생을 줄이기 위한 다각도의 노력을 기울이고 있다. 이와 관련하여 효율적인 정보시스템 도입은 업무프로세스를 효율화하여 탄소발생을 획기적으로 줄일 수 있으며, 특히 대규모 철도건설의 사업관리시스템은 계획수립, 이행, 검사 등 다양한 업무프로세스를 e-transformation 하여 업무간소화 및 불필요한 이동을 감소시킨다[4].

건설사업관리시스템이란 철도건설을 위해 발주처와 계약자간에 복잡한 절차와 서류를 정보기술을 활용하여 IT플랫폼에서 처리하도록 하여 계약자가 발주처를 방문하지 않고 모든 사업관리업무를 전자적으로 처리하는 시스템을 말한다. 철도건설사업의 IT플랫폼 관리로 인한 탄소저감효과는 첫째 발주처와 계약자간 실시간 정보교류로 상호 기관간 방문횟수가 획기적으로 감소한

*Corresponding author. E-mail: jooontae@kr.or.kr.

© 2017 The Korean Society for Railway. All rights reserved.

<https://doi.org/10.7782/JKSR.2017.20.3.382>

다. 둘째 사업착수, 이행, 검사 등 업무과정에서 생산되는 종이서류가 IT플랫폼에서 전자문서로 대체되어 사용량이 크게 감소한다. 본 연구에서는 기후변화에 대한 정부간 협의체인 IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 제공하는 탄소배출량 산출지침과 ECRE모델 및 절차를 근간으로 하여 철도건설사업관리가 전산화됨에 따라 저감되는 탄소배출 저감효과를 분석해 보고자 한다. 이를 위해 제2장에서는 IPCC방법론과 ECRE모델 등 탄소배출관련 연구를 살펴보고 제3장에서는 탄소배출 저감효과를 측정할 모델과 절차를 알아본다. 제4장에서는 측정모델에 따라 건설사업관리시스템 구축으로 인한 탄소저감효과를 산출하고 제5장에서는 연구의 요약정리 및 향후 연구방향에 대해 제시한다.

2. 선행연구

2.1 철도건설을 위한 사업관리시스템 구축

한국철도시설공단은 정부를 대해 철도시설의 건설 및 관리를 시행하는 위탁형준정부기관으로 2004.1.1. 한국고속철도건설공단과 철도청의 건설 부문이 통합되어 출범하였다. 출범초기 두 기관은 철도건설에 있어 계약관리 등 일하는 방식과 업무절차가 달라 업무프로세스 단일화가 필요하였고 CO₂ 감축, 철도투자 확대 등 대외 환경 변화에 대응하고 Global 경쟁력을 갖춘 철도산업 전문조직으로 변화하기 위해 건설사업관리업무를 수행하는 공공기관 중 국내 최초로 ERP기반의 철도사업관리시스템을 구축(2006년)하였다. 시스템 구축은 '05년 2월 착수하여 17개월에 걸쳐 분석/설계 단계, 구현단계, 이행단계로 진행되었고 구현방법으로는 각 단계별로 필요한 프로젝트 계획, 액티비티, 체크사항, 결과물 등을 체계적으로 제공하는 선진기업인 ASAP(Accelerated SAP) 방법론을 적용하였다.

특히 공단에서 시행하는 사업은 노반, 궤도, 건축, 전력, 통신, 신호, 차량기지 등의 분야에 설계, 감리, 시공계약자들이 수천만 원에서 수천억 원까지 다양한 계약을 구성하고 있어 시스템 적용대상 선정에 많은 어려움이 있었으며 시스템 개통방식도 일부 계약자를 우선 개통하고 점차적으로 확대 적용하는 방식과 전체 계약자를 일시에 적용하는 방식을 검토한 끝에 전체계약자를 동시에 적용하여 개통하였다[2]. 개통 당시에는 약 460여 계약자가 연간 약 25만여 건의 문서를 유통하였으나 '16년에 들어서는 사용자 및 문서유통량이 대폭 확대되어 약 1,600여 계약자들이 연간 120만여 건의 문서를 유통하고 있다. 건설사업관리시스템 도입으로 철도건설사업 관련 이해관계자 및 참여자들이 IT플랫폼에서 전자적으로 업무를 처리함으로써 거래비용이 대폭 감소되었다. 발주처와 계약자가 승용차, 철도 등 이동수단으로 상호 방문할 때 발생하는 탄소를 감소시키고 건설사업 단계마다 발생하는 방대한 양의 종이문서가 전자문서로 전환되어 탄소발생이 줄어든다.

2.2 IPCC 가이드라인

인간 활동으로 인한 온실가스 발생을 산정하기 위해 IPCC는 총 5권으로 구성된 가이드라인(2006)을 제공하고 있다. IPCC가이드라인은 '일반지침 및 보고', '에너지', '산업공정 및 제품사용', '농업, 산림 및 기타 토지이용', '폐기물'으로 구성된다. IPCC는 이동수단에 따른 탄소배출량 산출방법을 복잡도에 따라 Tier 1부터 Tier 3까지 구분하였고 Tier 3으로 갈수록 많은 변수를 측정하는 방식을 제공한다. IPCC 가이드라인은 이동거리에 의한 탄소배출량 산정을 Good Practice라고 권고하고 있다. IPCC Tier 2 수준은 이동수단의 연료소비량과 이동거리를 기반으로 탄소배출량을 산정하며 '이동수단에 따른 탄소배출량'은 식(1)과 같이 제시하고 있다[5].

$$Emissions = \sum_{a,b,c} [Fuel_{a,b,c} \times EF_{a,b,c}] \quad (1)$$

$Emissions$ = Total CO₂ emission amount(kg)

$Fuel_{a,b,c}$ = Fuel Consumption on Means of transportation(TJ)

$EF_{a,b,c}$ = Emission factor(kg/TJ)

a = Types of fuel, b = Types of Vehicle, c = Emission control technology

2.3 탄소배출 관련 주요 연구

교통수단, 산업, 연료별 등 분야별로 세분화하여 탄소배출량을 측정하는 연구가 이루어졌다. 김영덕 등(2003)은 차종에 따른 에너지 소모량, 차종, 거리, 에너지 효율 등의 변수를 활용하여 차종별 에너지 소모량을 측정하여 이에 따른 탄소배출량을 측정하였다[6]. Paoella and Taschini(2008)는 탄소 배출량을 탄소거래소 시세에 맞추어 탄소배출가격을 산정하는 연구를 통해 탄소

의 경제적 비용환산 연구도 시도되었다[7]. 한국정보화진흥원(2009)에서는 전자정보서비스를 통한 탄소저감 측정을 시도하였으며 서비스 건수, 종이절감 장수, 이용건수, 교통수단별 탄소배출량 등의 변수를 통해 IT부문의 탄소절감 효과산출 방법을 제시하였다[8]. 임규건 등(2010)은 전자정부 G2B 시스템 도입에 따른 탄소저감효과 분석을 위해 IPCC 방법론을 근간으로 방문감소에 의한 탄소배출 저감량과 종이절감에 의한 탄소배출 저감량을 산출하는 ECRE(Evaluation of CO₂ Reduction in E-transformation) 모델을 제시하여 G2B 시스템 도입에 따른 탄소저감 효과를 산출하였다[1].

Table 1. Major studies of carbon emissions.

Area	Key content	Key variable	Researcher
Traffic	Measurement of energy consumption and carbon emissions according to vehicle type	Energy consumption by vehicle type, Moving distance calculation, Energy efficiency	Kim, Y.D., Jo, K.Y., Yoo, S.J. (2003) Kim, J.Y. (1999), Lee, Y.I. (2004), Yoon, S.W., Jung, T.Y. (2003)
Fuel	Methods for estimating carbon emissions by means of transportation	Amount of fuel used, Carbon emissions, Running distance	IPCC Guideline (2006), Seo, J.H., etc. (2006), Kim, C.S., Lee, H.G. (2006), Lim, G.G., etc. (2010)
Information system	Measurement method of carbon reduction effect by information system	Number of services, The number of paper reduction, Average round distance	National information society agency (2009)
Carbon emission right	Methods for developing a carbon emissions pricing model	Carbon emissions, Emission controls, Contamination decrease etc.	Paoletta and Taschini (2008), Seifert <i>et al.</i> (2006), Fehr and Hinz (2006)

3. 탄소저감 산출모델

건설사업관리시스템 도입으로 인한 탄소저감 산출모델은 ECRE모델을 근간으로 한다. ECRE모델은 G2B 시스템 도입으로 인해 기존의 조달업무프로세스가 전자화됨에 따라 조달업체의 담당자가 조달업무를 위해 관련기관 및 조달기관을 방문하는 횟수가 감소하고, 조달업무에서 필요로 하는 종이문서가 절감되어 저감되는 탄소배출량을 산출한다.

3.1 철도건설사업관리 업무프로세스

건설사업관리시스템을 분석하기 위해서는 우선 업무프로세스의 정의와 범위를 명확히 해야한다. 선진 PM이론을 적용하여 PMBOK 9개 관리영역(통합, 범위, 일정, 원가, 품질, 인사, 의사소통, 조달)을 기초로 하여 업무프로세스를 정의할 수 있으나 본 연구에서는 철도시설공단의 사업관리절차서를 활용하여 분석하였다. 사업관리는 착수단계와 시행단계로 나뉜다. 우선 착수단계에서는 신규사업을 위한 예산배정, 사업개요서 작성, 사업식별번호 부여 및 시스템 등록, 사업관리 담당자 지정 등을 시행한다. 시행단계에서는 설계 및 시공분야 사업관리자 지정, 시스템 개설, 계약단위(WP) 식별 및 시스템 등록, 사업관리계획서 작성, 일정계획표(IPS) 작성 및 시스템 등록, 품질시험, 설계변경, 대금청구, 위험관리계획 수립, 사업관리 수행평가, 준공시 사업문서 및 자료 이관 등을 시행한다. 건설사업관리시스템은 시행단계에서 발주처와 계약자간 사업관리를 위한 문서수발, 정보공유 및 의사소통을 지원한다.

3.2 방문감소에 의한 탄소배출 저감량 산출모델

방문감소에 따른 탄소저감량(V_c)의 산출식은 식(2)와 같이 건설현장 평균거리, 이동수단별 평균 탄소배출량, 방문감소 총 횟수, 왕복 2회의 왕복계수를 곱하여 산출한다. 건설현장 평균거리(D)는 전국 각 지역에 산재되어 있는 건설현장에서 발주처까지의 거리를 산출하기 위해 건설현장을 무작위 표본 추출하여 평균 낸 거리로 산출할 수 있다. 거리 당 이동수단 평균 탄소배출량(C_d)은 국가기관에서 관리하는 국내 차종별 탄소배출량 데이터를 활용하여 승용차, 철도 등 이동수단별 탄소배출량을 가중 평균하여 산출한다. 그리고 건설사업관리시스템 도입으로 인해 방문횟수가 저감된 프로세스의 연간 총 감소 회수(N_d)를 산출한다.

$$Vc = 2 \times D \times Cd \times Nd \tag{2}$$

Vc = Total CO₂ reduction amount due to the decrease in visits to the ordering office

D = Average distance between field office and ordering office(km)

Cd = Average carbon emissions according to distance(g/km)

Nd = Total number of visits decreases

3.3 종이절감에 의한 탄소배출 저감량 산출 모델

종이절감에 따른 탄소저감량(Dc)의 산출식은 식(3)과 같이 종이문서 감소량(장), 종이 탄소배출량(kg/장)을 곱하여 산출한다. 종이문서 감소량(Pd)은 사업관리 과정에서 발생하는 종이문서가 전자화됨에 따라 절감되는 감소량으로 산출한다. 종이 1장당 탄소배출량(Pc)은 국가기관에서 관리하는 종이생산에 드는 탄소배출량 데이터 값을 활용하여 산출한다.

$$Dc = Pd \times Pc \tag{3}$$

Dc = Total CO₂ reduction amount due to the decrease in paper use(g)

Pd = Paper document reduction due to IT system usage

Pc = Carbon emission amount per a A4 paper(g/A4 one page)

4. 탄소저감 산출모델 적용 결과

제3장에서 제시한 탄소저감 산출 모델을 한국철도시설공단에서 운영중인 건설사업관리시스템에 적용하여 탄소저감 효과를 산출하였다.

4.1 방문감소에 따른 탄소저감량 산출

방문감소에 따른 탄소저감량 산출모델은 건설현장 평균거리(D), 이동수단 평균 탄소배출량(Cd), 방문감소 총 횟수(Nd), 2회의 왕복계수를 곱하여 산정한다.

4.1.1 건설현장 평균거리(D)

전체 약 1,600여개의 시공, 자재, 설계 등을 제공하는 계약사가 전국 현장에 산재되어 위치하고 있다. 본 연구에서는 60개 현장을 대상으로 본사(5개), 수도권(15개), 영남권(10개), 호남권(10개), 충청권(10개), 강원권(10개)로 나누어 표본을 추출하여 각 지역 발주처에서 현장까지의 평균거리를 산출하였다. 건설현장 평균거리는 인터넷 포탈의 길 찾기 기능을 이용해 평균이동거리를 산출하였고 이를 평균하여 Table 2와 같이 건설현장 평균거리는 78km로 산출되었다.

Table 2. Distance between field office and ordering office.

Ordering office	The number of sample sites	Average distance(Km)
Head office	5	169
Seoul metropolitan area	15	34
YoungNam area	10	72
HoNam area	10	117
ChungCheong area	10	65
KangWon Area	10	80
Total	60	78

4.1.2 이동수단 평균 탄소배출량(Cd)

시공사, 감리단 등 계약사가 발주처를 방문할 때는 승용차, 철도 등을 이용한다. 본 연구에서는 승용차, 철도 및 버스의 탄소배출량을 각각 산출하여 평균값을 적용한다. 교통수단별 탄소배출량은 임규건 등(2010)의 연구결과를 인용하여 승용차는 에너

지관리공단의 자료를 활용한 중형승용차 8대의 탄소배출량 평균치를 적용, 버스는 미국 환경보호청(EPA)에서 제시한 승차인원수에 따른 시내버스 탄소배출량 평균치를 적용, 철도는 일본통계연감(2005)의 철도 탄소배출량 평균치를 사용하였다. 건설현장은 대부분 오지에 위치해 있고 발주처 위치는 철도역사 인근인 점을 감안하여 교통수단별 가중치를 자동차 60%, 철도 30%, 버스 10%로 각각 부여하였고 이를 적용한 이동수단 가중평균 탄소배출량은 Table 3과 같이 138.9(g/km)로 산출되었다.

Table 3. Average carbon emissions by means of traffic.

Divisions	Car	Train	Bus	The weighted average of carbon emissions
Carbon emissions	200(g/km)	32.9(g/km)	90(g/km)	138.9(g/km)
Sources	Korea energy agency (2009)	Statistical yearbook of Japan (2005)	US. Environmental protection agency	
Weight	60%	30%	10%	

4.1.3 방문감소 총 횟수(Nd)

시공사, 감리단 등 계약자가 발주처를 방문하는 횟수를 측정하기 위해서 계약자가 건설사업관리시스템을 이용해 발주처에 제출하는 문서 건수를 이용하였다. 그리고 건설현장 평균거리(D)를 산출하기 위해 계약자에게 시스템 구축되지 않았다면 발주처에 공문서를 직접 전달하는 비율을 설문하였다. 설문결과 발주처에 제출하는 문서중 67%가 직접 전달하는 것으로 조사되었다. 건설사업관리시스템 담당부서에 문의하여 ‘06년부터 ‘16년까지 계약자가 발주처에 제출한 문서는 1,990,487건으로 조사되었고 이중 계약자가 발주처에 직접 방문하는 건수는 직접전달 비율 67%를 적용하여 1,333,626건으로 산출되었다.

4.1.4 방문감소에 따른 탄소배출 저감량(Vc)

앞서 산출된 각 계수를 근거로 방문감소에 따른 탄소배출 저감량을 산출한 결과 식(4)와 같이 총 28,898(ton)으로 나타났다.

$$\begin{aligned}
 V_c &= 2 \times D \times C_d \times N_d & (4) \\
 &= 2 \times 78\text{km} \times 138.9(\text{g/km}) \times 1,333,626\text{건} \\
 &= 28,898(\text{ton})
 \end{aligned}$$

4.2 종이절감에 따른 탄소저감량 산출

종이문서가 전자문서로 대체됨에 따른 탄소저감량(Dc)은 종이문서 감소량(Pd), A4 장당 탄소배출량(Pc)을 곱하여 산출한다.

4.2.1 종이문서 감소량(Pd)

종이문서 감소량을 산출하기 위해 건설사업관리시스템에 보관중인 문서파일의 총 크기를 A4 1장당 평균 파일크기로 나누어 총 A4 종이 발생량을 산출하였다. 시스템 구축시점인 ‘06.7월부터 ‘16.12월까지 발생된 문서의 보관량 총 크기는 정보시스템 관리부서에 문의하여 25,674,336,400kb인 것으로 파악하였다. 그리고 A4 1장당 평균크기를 산출하기 위하여 유통된 전자문서 45개를 무작위로 추출하여 전체크기를 총 페이지수로 나눈 결과 Table 4와 같이 94KB로 나타났다. ‘16.12월까지 총 문서발생량을 A4 1장 크기로 나누어 종이문서 감소량을 산출한 결과 식(5)와 같이 A4용지 273,131,238장으로 나타났다.

$$\begin{aligned}
 P_c &= \text{total size of electric document} / \text{a size of A4 one page} & (5) \\
 &= 25,674,336,400\text{kb} / 94\text{kb} \\
 &= 273,131,238 \text{ pages}
 \end{aligned}$$

4.2.2 종이문서 탄소배출량(Pc)

종이문서 1장 당 탄소배출량(Pc)은 임규건 등(2010)의 연구결과를 인용하여 ‘A4용지 1장의 탄소배출량’과 ‘인쇄로 인한 탄소배출량 합’으로 산출하였다. 이를 통해 A4용지 1장당 탄소배출량은 29.2(g/장)을 적용하였다[1].

4.2.3 종이저감에 따른 탄소배출 저감량(Dc)

앞서 산출된 각 계수를 근거로 종이저감에 따른 탄소배출 저감량을 산출한 결과 식(6)과 같이 총 7,975(ton)으로 나타났다.

Table 4. File size and the number of pages per document type.

Document type	Number of files	Files size(KB) (A)	Number of A4 pages (B)	Average file size (A/B)
Review opinion sheet	6	4,464	16	279
Construction cost comparison table	5	439	13	34
Schedule of works	2	1,017	3	339
Reference materials	1	1,905	9	212
Unit price quotation	2	364	8	46
Emergency response plan	1	13	1	13
Initial report of accident	1	1,248	2	624
Design drawing	2	2,111	9	235
Design change request	7	1,546	8	68
Set-up report	1	4,626	29	160
Quantity production statement	3	761	32	24
Reasons for new purchases	1	37	1	37
Performance of safety management promotion	3	590	84	11
Performance of safety education	1	424	3	141
Breakdown cost table	1	6,868	24	26
Disability reduction plan	1	202	12	17
Landscaping work plan	1	370	2	185
Document cover	5	279	5	56
Construction plan	1	6,588	94	70
Total	45	33,852	359	94

$$\begin{aligned}
 Dc &= Pd \times Pc & (6) \\
 &= 29.2(\text{g/A4 one page}) \times 273,131,238\text{장} \\
 &= 7,975(\text{ton})
 \end{aligned}$$

4.3 탄소배출권 비용 산출

건설사업관리시스템 도입에 따른 방문감소 및 종이문서 전자화를 탄소저감 산출모델에 적용한 결과 방문감소에 따른 탄소저감량은 28,898(ton), 종이저감에 따른 탄소저감량 7,975(ton)으로 총 36,873(ton)으로 나타났다. 국내 배출권거래시장은 종이와 같은 Scope 3에 대한 감축량을 인정하지 않고 있으므로 방문감소에 의한 경제적 효과만 산출하였다. 이를 배출권 가격으로 환산하기 위해 한국거래소(www.krx.co.kr)의 배출권시장 시세정보에서 '16년도 일별 거래가격을 평균한 결과 톤당 14,300원으로 나타났다. 이를 적용한 배출권 가격은 식(7)과 같이 413백만 원으로 산출되었다.

$$\begin{aligned}
 Tvd &= Vc \times CPkrx & (7) \\
 &= 28,898(\text{ton}) \times 14,300\text{원} = 413\text{백만원}
 \end{aligned}$$

5. 결 론

철도건설 사업관리시스템 도입 이전의 사업관리 업무절차, 정보처리 방식 등이 e-transformation화됨에 따라 시공사, 감리단 등 계약자가 발주처를 방문하는 일이 현저히 감소하고 업무과정에서 필요로 하는 종이문서가 전자문서로 대체되어 그 사용량이 크게 줄었다. 탄소저감 산출모델을 건설사업 관리시스템에 적용한 결과 총 탄소배출 저감량은 36,873톤으로 나타났다. 세부적으로 방문감소에 의한 탄소 저감 효과는 28,898톤, 종이절감에 의한 탄소저감 효과는 7,975톤의 탄소가 각각 저감된 것으로

분석 되었고 경제적 효과는 약 413백만 원으로 나타났다.

본 연구의 시사점은 다음과 같다. 첫째 공공기관에서 정보시스템 도입으로 인한 탄소저감 효과를 산출하기 위해 IPCC 방법론 및 ECRE 모델을 기반으로 탄소저감 산출모델을 제시하였다. 둘째 도출된 모델을 이용하여 건설사업관리시스템 도입에 따른 탄소저감효과를 측정한다. 우선 방문감소에 의한 탄소저감량은 문서전달을 위한 방문하는 횟수, 평균이동거리(왕복), 운송수단 평균 탄소배출량을 곱하여 산출한다. 그리고 종이절감에 의한 탄소 저감량은 전체 전자문서의 총 크기를 A4 전자문서 1장의 평균 크기로 나누어 종이문서 감소량을 산출하고 여기에 A4 1장당 탄소발생량을 곱하여 산출한다. 셋째 전통적인 사업관리 업무의 e-transformation이 온실가스 배출 감소에 기여하는 효과를 정량하여 실증하였다.

향후에는 사업관리시스템과 밀접히 연계되어 운영되고 있는 전자조달시스템에 대한 탄소저감효과 연구도 필요하다. 발주, 입찰, 계약, 기성처리 등 업무절차의 정보화에 의한 탄소저감 효과가 더해지면 정보시스템 도입에 의한 탄소저감 효과는 더 커질 것이다.

References

- [1] K.K. Lim, D.C. Lee, M.H. Lim, J.I. Moon (2010) Development of Model and Methodology for analysis of CO₂ emission reduction effect according to installation of e-Government G2B System, *Society for E-business Studies Journal*, 15(5), pp 163-181.
- [2] S.H. Lee (2006) Current situation of ERP System Installation for efficient Project Management of Railway Construction, *Korea Rail Engineering Association*, 100, pp 8-11.
- [3] H.Y. Cho (2016) The Paris Agreement to economic engines of growth, *Nation Assembly Review*, 591, pp 36-37.
- [4] D.S. Ronald, A.E. James, N.M. Christopher (2000) SGM 2000 : Model Description and Theory, *Pacific Northwest National Laboratory*.
- [5] H.S. Eggleston, L. Buendia, K. Miwa, T. Ngara, K. Tanabe (2006) IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by National Greenhouse Gas Inventories Programme, *IPCC 2006*.
- [6] Y.D. Kim, K.Y. Cho, S.J. Yoo (2003) Emission control and social loss of air pollutants in transport sector, *Energy Economics Research Institute*.
- [7] M.S. Paoletta, L. Taschini (2008) An Econometric Analysis of Emission-Allowances Prices, *Journal of Banking and Finance*, 32(10), pp. 2022-2032.
- [8] National Information Society Agency (2009) Strategy for low-carbon and green growth initiatives based on IT.

(Received 4 May 2017; Revised 14 June 2017; Accepted 21 June 2017)

Jun-Tae Park : jooontae@kr.or.kr

Korea Rail Network Authority, 242, Jungang-ro, Dong-gu, Daejeon City, 34618, Korea

Tae-Bong Ahn : tbahn@wsu.ac.kr

Woosong University, 171, Dongdaejon-ro, Dong-gu, Daejeon City, 300-718, Korea