



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월04일
(11) 등록번호 10-1486759
(24) 등록일자 2015년01월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06Q 50/26 (2012.01)
(21) 출원번호 10-2013-0086310
(22) 출원일자 2013년07월22일
심사청구일자 2013년07월22일
(56) 선행기술조사문헌
KR101106220 B1*
KR101184982 B1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한밭대학교 산학협력단
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(72) 발명자
김태영
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
박희성
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX
(74) 대리인
추혁, 박종경, 원성수

전체 청구항 수 : 총 1 항

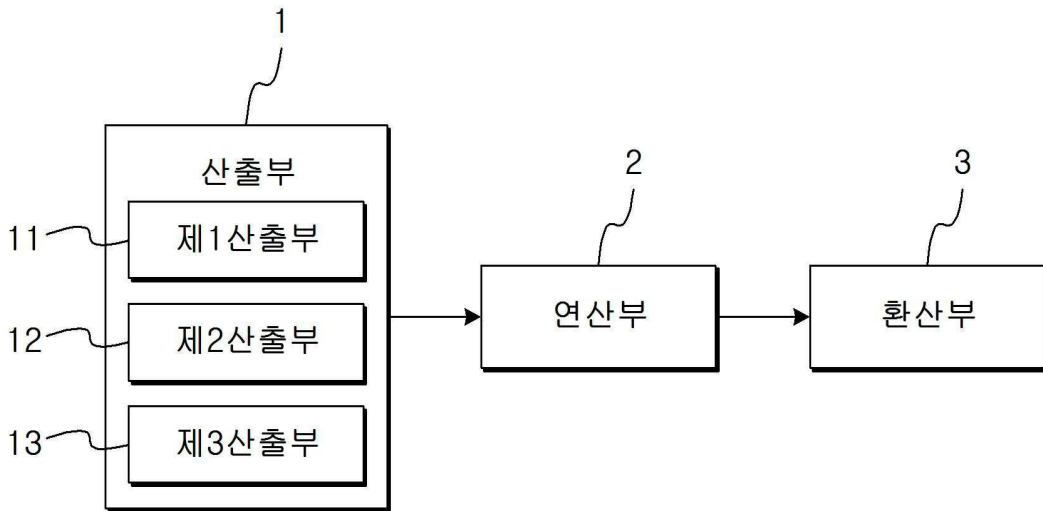
심사관 : 육성원

(54) 발명의 명칭 **건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법**

(57) 요약

본 발명은 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법에 관한 것으로서, 구매단계에서 이루어지는 프로젝트의 투입자재에 의한 온실가스 배출량을 산출하고, 자재의 출하지에서 현장까지의 운송에 의한 온실가스 배출량을 산출하고, 현장시공단계에서 이루어지는 건설장비 사용에 의한 온실가스 배출량을 산출하는데 있어, 각각의 배출량에 대한 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 연산하여 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 경제적 가치로 환산하도록 함으로써, 건설사업 설계시점에서 배출전망치 산정을 통한 친환경 설계의 의사결정 지원과 실제 시공 및 운영시점에서 실제배출치 산정을 통한 녹색건설현장 구현, 그리고 배출전망치와 실제배출치 간의 비교·평가를 통한 녹색건설 성과평가 지원도구로서의 활용될 수 있다.

대표도 - 도5



이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 2012-0448
부처명 한국연구재단
연구관리전문기관 한밭대학교
연구사업명 일반연구자지원사업
연구과제명 지속가능한 녹색건설 성과분석 체계
기 여 율 1/1
주관기관 한밭대학교
연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

기획/설계단계, 시공단계, 운영단계 및 해체/재활용단계를 포함하는 프로젝트의 투입자재에 의해 배출되는 온실가스를 산출하며, 상기 시공단계에서는 배출전망치와 실제배출치를 각각 산출하는 산출부;

상기 산출부에서의 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 연산하는 연산부; 및

상기 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 온실가스 배출권 거래제의 탄소거래가격으로 나타내는 환산부를 포함하며,

상기 기획/설계단계에서는, 건설프로젝트 참여 인력이 사용하는 전력, 상수도 및 유류에 의해 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 시공단계에서는, 필요한 건설자재를 조달하는 구매단계, 건설현장까지 필요한 자재 및 장비를 운반하는 운송단계, 건설장비를 사용하여 시설물을 완성하는 현장시공단계에서 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 구매단계에서는, 자연에서 얻어진 물질을 가공하여 만들어진 건설자재가 건설 현장으로 투입되는 단계에서 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 운송단계에서는, 사업에 투입되는 자재의 운송, 장비의 운송, 인력의 운송 단계에서 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 현장시공단계에서는, 상기 기획/설계단계에서 작성되는 물량·단가산출서와 시공단계에서 작성되는 장비투입계획서 및 기성내역서를 이용하여 투입장비의 물량을 파악하고, 건설장비의 온실가스 배출계수를 이용하여 건설장비 사용에 의한 온실가스를 산출하며,

상기 운영단계에서는, 시설물이 준공된 후 해체하기 이전까지 시설물 자체를 사용하기 위해 투입되는 전력, 유류, 상수도, 가스를 포함한 에너지와 시설물의 유지관리를 위한 개·보수시 발생하는 투입물량에서 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 해체/재활용단계에서는, 시설물을 해체하고 그 자재들을 폐기하거나 재활용하는 단계에서 발생하는 온실가스를 산출하며,

상기 온실가스의 종류별 배출량은 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)를 이용하여 CO₂에 상응하는 값인 CO₂-e(CO₂당량, CO₂-equivalent)로 환산하여 산정하며,

CH₄, N₂O를 포함하는 Non-CO₂ 온실가스는 상기 지구온난화지수를 적용하여 상기 CO₂-e로 산정하며,

온실가스 배출량은 아래 (식)에 의해 산정되는 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템.

$$E_{GHG, fuel, technology} \text{ (kg GHG)} \\ = F \cdot C_{fuel, technology} \text{ (TJ)} \cdot E \cdot F_{GHG, fuel, technology} \text{ (kg GHG/TJ)} \quad \text{--- (식)}$$

여기서, $E_{GHG, fuel, technology}$ 은 연료 종류 및 연소 기술에 의한 온실가스 배출량, $F \cdot C_{fuel, technology}$ 은 연소 기술에 의해 연소되는 연료량, $E \cdot F_{GHG, fuel, technology}$ 는 연료 종류 및 연소 기술에 의한 온실가스 배출계수를 각각 의미함.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 건설산업의 설계단계에서의 온실가스 배출전망치와 실제 시공단계에서 온실가스 실제배출치의 차이를 경제적 가치로 환산하여 관리하는 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 지난 수십년간 지속된 급격한 경제성장은 환경보다는 생산성과 효율성을 중요시하여 왔다. 이로 인해 무분별한 에너지의 소비가 이루어지고 있으며, 지구의 오존층을 파괴시키는 온실가스가 제재없이 배출되어 왔다. 그 결과, 현재 전 세계는 인류의 생존을 위협하는 지구온난화라는 심각한 환경위기에 직면하고 있다. 이에 따라 지구온난화에 대한 범지구적 차원의 노력이 필요하다는 인식이 확산되면서 1992년 '기후변화에 관한 UN협약(UNFCCC)'의 채택을 시작으로 국제적이고 구속력 있는 온실가스 배출 규제방안을 담은 '교토의정서(Kyoto Protocol)'가 2005년 공식 발효되었으며, 온실가스 감축에 대한 논의가 활발히 이루어지고 있다.

[0003] 우리나라는 교토의정서에 개발도상국으로 분류되어 온실가스 감축에 대한 의무는 없으나, OECD(Organization for Economic Cooperation and Development) 국가 중 온실가스 배출량 세계 9위, 온실가스 배출량 증가율 1위 국가로써 '저탄소 녹색성장(Low Carbon, Green Growth)' 국가비전을 선포한 이후 2020년까지 배출전망치(BAU, Business As Usual) 대비 30% 감축을 목표로 2010년 녹색성장기본법을 마련하였고, 온실가스 목표관리제, 탄소 배출권거래제의 시행 등 온실가스 배출에 대한 체계적인 관리와 감축을 위한 기반을 구축하고 있다.

[0004] 그런데, 건설분야는 사후처리 기술과 관련된 요소기술 개발에 치중되어 있을 뿐 아니라, 전체 화석연료의 1/4 이상을 소비하고 있음에도 불구하고 국내 건설산업에 따른 환경영향조차 파악하지 못하고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허공보 제10-2011-0077572호(공개일 2011.07.07.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 따라서, 본 발명은 상기한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 이루어진 것으로서, 본 발명의 목적은 토목시설물의 시공단계에서의 온실가스 배출전망치의 추정과 실제배출치의 산정을 통해 사업단계별, 일정별로 모니터링하고 이를 비교·평가하여 배출전망치와 실제배출치의 차이를 경제적 가치로 환산하여 관리할 수 있도록 하는 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법을 제공하는데 있다.

[0007] 이에 본 발명은 건설 프로젝트의 일반적인 생애주기에 따르는 온실가스 배출요인을 분석하고, 이를 설계도서 등 기초 데이터자료의 수집용이성, 배출계수의 구축여부를 기준으로 온실가스 모니터링 분석범위를 결정하고, 시스템의 프레임워크 설정과 사업단계별 배출량 산정방법을 구축한다.

과제의 해결 수단

- [0008] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명의 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템은, 프로젝트의 투입자재에 의해 배출되는 온실가스를 산출하는 산출부; 상기 산출부에서의 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 연산하는 연산부; 및 상기 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 경제적 가치로 환산하는 환산부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0009] 상기 산출부는, 구매단계에서 이루어지는 프로젝트의 투입자재에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 제1산출부; 자재의 출하지에서 현장까지의 운송에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 제2산출부; 및 현장시공단계에서 이루어지는 건설장비 사용에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 제3산출부를 포함한다.
- [0010] 상기 배출전망치는 물량산출서, 공사비 산출내역서, 시공계획서, 단가산출서를 포함하는 예상정보를 선택적으로 이용하여 산정하며, 상기 실제배출치는 기성내역서, 자재관리대장, 장비사용계획서를 포함하는 사용정보를 선택적으로 이용하여 산정하는 것이 바람직하다.
- [0011] 여기에, 사용되는 전력, 상수도, 유류에 의한 시공 및 운영에 따른 일정별 온실가스 배출량을 산정하는 제4산출부를 더 포함할 수 있다.
- [0012] 한편, 본 발명의 건설산업의 온실가스 모니터링 방법은, 구매단계에서 이루어지는 프로젝트의 투입자재에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 단계; 자재의 출하지에서 현장까지의 운송에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 단계; 현장시공단계에서 이루어지는 건설장비 사용에 의한 온실가스 배출량을 산출하는 단계; 상기 각각의 배출량에 대한 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 연산하는 단계; 및 상기 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 경제적 가치로 환산하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

- [0013] 상술한 바와 같이, 본 발명에 의한 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법에 따르면, 건설사업 설계시점에서 배출전망치 산정을 통한 친환경 설계의 의사결정 지원과 실제 시공 및 운영시점에서 실제배출치 산정을 통한 녹색건설현장 구현, 그리고 배출전망치와 실제배출치 간의 비교·평가를 통한 녹색건설 성과평가 지원도구로서의 활용이 기대된다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 건설 생애주기의 나타낸 도면이다.
- 도 2는 시멘트 제조공정의 흐름도이다.
- 도 3은 본 발명의 온실가스 모니터링 시스템의 프레임워크를 나타낸 도면이다.
- 도 4는 본 발명의 온실가스 모니터링 프로세스를 나타낸 도면이다.
- 도 5는 본 발명의 공종별 모니터링 시스템의 구성도이다.
- 도 6은 본 발명의 프로젝트 개요 시트의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 본 발명의 사업단계별 온실가스 모니터링 시트의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 본 발명의 일정별 온실가스 모니터링 시트의 구성을 나타낸 도면이다.
- 도 9는 구매단계 온실가스 모니터링 결과를 나타낸 표이다.
- 도 10은 운송단계 온실가스 모니터링 결과를 나타낸 표이다.
- 도 11은 현장시공단계 온실가스 모니터링 결과를 나타낸 표이다.
- 도 12는 일정별 시공단계 온실가스 모니터링 결과를 나타낸 표이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] 이하, 본 발명의 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템 및 방법에 대하여 첨부된 도면을 참조하여 상세히 설명하기로 한다.

[0016] 본 발명은 토목시설물(도로, 철도, 댐, 항만 등)을 대상으로 건설활동에 의해 발생하는 온실가스 배출량 산정방법과 이를 통한 모니터링 시스템 및 방법을 제안한다.

[0017] 구체적으로, 구매단계에서 이루어지는 프로젝트의 투입자재에 의한 온실가스 배출량, 자재의 출하지에서 현장까지의 운송에 의한 운송단계의 온실가스 배출량, 현장시공단계에서 이루어지는 건설장비 사용에 의한 온실가스 배출량을 배출전망치와 실제배출치로 구분하여 산정한다. 또한, 이를 통해 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 온실가스 배출권 거래제의 탄소거래가격으로 나타내고, 시공단계와 운영단계의 온실가스 배출량을 일정별로 산정하여 나타낸다.

[0018] 이산화탄소 배출량 산정방법은 활용데이터와 분류 기준, 국가 고유의 온실가스 배출계수의 구축여부에 따라서 각각 제1방법, 제2방법, 제3방법의 3가지 방법으로 구분된다. 제1방법은 IPCC의 기본 계수값(Default)을 이용하여 온실가스 배출량을 산정하는 가장 기본적으로 단순한 방법이며, 제2방법은 국가고유의 온실가스 배출계수를 이용하여 온실가스 배출량을 산정하는 방법이고, 제3방법은 국가고유의 온실가스 배출계수, 모형, 사업장 단위 등의 보다 상세한 자료를 이용해야 온실가스 배출량을 산정하는 방법이다. 온실가스 산정의 정확성은 제3방법으로 갈수록 높게 되며, 제2방법 이상의 작성방법은 국가고유의 온실가스 산정방법으로 간주된다. CO₂를 비롯한 N₂O, CH₄ 등의 온실가스 종류별 배출량의 산정은 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)를 이용하여 대표적인 온실가스인 CO₂에 상응하는 값인 CO₂-e(CO₂당량, CO₂-equivalent)로 환산하여 산정한다.

[0019] 1) 제1방법

[0020] 제1방법은 각각의 배출원에서 사용되는 연료소비량과 배출계수를 이용하여 온실가스 배출량을 산정하는 방법이다. IPCC 가이드라인은 연료의 평균적인 온실가스 배출계수를 제공하고 있으며, 식 (1)을 활용하여 각 연료별 산정된 온실가스 배출량의 총합으로 식 (2)를 통해 총 온실가스 배출량을 산정한다.

$$E_{GHG, fuel}(kg\ GHG) = F \cdot C_{fuel}(TJ) \cdot E \cdot F_{GHG, fuel}(kg\ GHG/TJ) \quad \text{--- 식 (1)}$$

$$E_{GHG}(kg\ GHG) = \sum_{fuels} E_{GHG, fuel}(kg\ GHG) \quad \text{--- 식 (2)}$$

[0023] 여기서 $E_{GHG, fuel}$ 은 연료유형에 의한 온실가스 배출량, $F \cdot C_{fuel}$ 은 연소된 연료의 양, $E \cdot F_{GHG, fuel}$ 은 연료유형에 의한 온실가스 배출계수로 CO₂에 대해 1로 가정된 지구온난화지수를 각각 의미한다.

[0024] 2) 제2방법

[0025] 제2방법을 활용한 온실가스 산정방법은 제1방법 산정식의 배출계수를 국가고유의 배출계수로 대체하여 산정한다. 국가고유의 배출계수는 예를 들어 이용된 연료의 탄소 함유량, 탄소 산화계수, 연료 품질, 특히 non-CO₂ 가스에 대한 배기가스 저감기술 등을 고려하여 개발할 수 있다.

[0026] 또한, 고체 연료의 경우 시간의 변화 및 회분(ash) 속의 잔여 탄소량을 고려하여 개발하여야 한다. 국가고유의

온실가스 배출계수는 IPCC에서 제공하는 기본 배출계수와 같거나 혹은 차이가 있을 수도 있으나, 이는 자국의 실정에 따라 보다 잘 적용되므로 제1방법의 산정보다 정확하게 온실가스 배출량을 산정할 수 있다.

[0027] 3) 제3방법

[0028] 제1방법과 제2방법의 온실가스 산정방법은 연료 조합(fuel combination)에 대한 평균적인 배출계수를 이용하여 산정하는 반면, 제3방법의 산정방법은 연료의 종류, 연소 기술, 작동 조건, 통제 기술, 유지관리의 방법, 장비의 연식 등 식 (3)과 같이 매우 상세한 자료를 필요로 한다.

$$E_{GHG, fuel, technology}(\text{kg GHG}) = F \cdot C_{fuel, technology}(\text{TJ}) \cdot E \cdot F_{GHG, fuel, technology}(\text{kg GHG/TJ}) \quad \text{--- 식 (3)}$$

[0029]

[0030] 여기서 $E_{GHG, fuel, technology}$ 은 연료의 유형 및 기술에 의한 온실가스의 배출량, $F \cdot C_{fuel, technology}$ 은 기술의 유형에 의해 연소되는 연료의 양, $E \cdot F_{GHG, fuel, technology}$ 는 연료의 유형 및 기술에 의한 온실가스의 배출계수를 각각 의미한다.

[0031] 이외에 건설분야의 온실가스 배출량 산정방법으로는 산업연관표를 이용하여 간접적으로 온실가스 배출량을 산정하는 방법 등이 있을 수 있다.

[0032] 도 1은 건설 생애주기의 나타낸 도면이다.

[0033] 도 1을 참조하면, 건설사업의 생애주기는 기획/설계단계, 시공단계, 운영단계, 해체/재활용단계로 구분되며, 온실가스 배출은 건설프로젝트 완수를 위한 각 단계를 거치면서 업무특성에 따라 수많은 종류의 투입물과 활동에 의해 온실가스를 배출하게 된다. 따라서, 건설사업의 전 생애주기에 걸쳐 배출되는 온실가스를 일괄적으로 산정하는 것은 무리가 따르며, 건설사업의 생애주기에 따라 배출되는 온실가스를 각 단계별 수행되는 업무의 특성에 따른 각각의 배출요인을 분석할 필요가 있다.

[0034] 이에 본 발명에서는 온실가스 배출량의 모니터링 분석범위 설정을 위해 건설사업의 생애주기에 따르는 온실가스 배출요인을 분석한다. 또한, 이를 통해 온실가스 배출량 산정을 위한 설계도서 등 데이터구축에 필요한 자료의 수집 용이성, 온실가스 배출계수의 구축여부를 기준으로 온실가스 모니터링 분석범위를 설정한다.

[0035] 건설사업 단계별 온실가스 배출요인으로는, (1) 기획/설계단계의 온실가스 배출요인, (2) 시공단계의 온실가스 배출요인, (3) 운영단계의 온실가스 배출요인, (4) 해체 및 재활용 단계의 온실가스 배출요인을 포함한다.

[0036] (1) 기획/설계단계의 온실가스 배출요인

[0037] 기획 및 설계단계는 건설프로젝트의 필요성에 대한 검토 및 사업목표의 수립부터 공사가 가능하도록 시방서와 공사비 산출내역서 등을 포함한 설계도서를 작성하는 단계로 실질적인 공사는 이루어지지 않는 비공사부분이며 건설프로젝트 참여 인력의 제반활동에 의해 온실가스가 발생하게 된다.

[0038] 기획 및 설계단계에서의 온실가스 배출요인은 [표 1]과 같이 실질적인 설계를 위한 사무활동에 의해 발생하는 배출요인과 설계의 진행을 위해 필요한 지원활동에 의해 배출되는 요인으로 구분할 수 있다.

[0039] 먼저, 사무활동에 의한 배출요인은 사무공간 내에서의 전력 및 상수도, 유류 등의 에너지 사용이 가장 큰 영향 요인으로 판단된다. 그리고 지원활동에 의한 배출요인은 현장답사, 업무협의 등의 외부활동시 활용하는 교통수단, 프로젝트 참여인원의 출·퇴근을 위한 자가용, 대중교통 등의 통근수단을 온실가스 배출요인으로 꼽을 수 있다.

표 1

구분	온실가스 배출요인
사무활동	◦ 사무공간의 전력, 상수도, 유류, 기타 에너지원의 사용
지원활동	◦ 프로젝트 참여인원의 통근수단 ◦ 현장답사 등 외부활동에 따르는 교통수단 등

[0040]

[0041]

그러나, 한정된 공간에 많은 인원이 동시에 여러 프로젝트를 진행하게 되는 설계사무소의 특성상 해당 프로젝트만의 수행을 위해 소비된 에너지의 사용량 파악이 불가능할 수 있다. 또한, 지원활동의 경우에는 여건에 따라 바뀔 수 있는 프로젝트 참여인원의 통근형태와 외부활동을 위한 교통수단을 일일이 확인하여 온실가스 배출량 산정을 위한 데이터를 구축하는 것 또한 현실적으로 불가능할 수 있다. 이에 기획 및 설계단계의 온실가스 배출 산정은 분석영역에서 제외될 수 있다.

[0042]

(2) 시공단계의 온실가스 배출요인

[0043]

시공단계는 이전의 설계단계에서 완성된 설계도서를 토대로 건설자재와 건설장비를 활용하여 시설물을 실제로 완성해 나가는 단계이다. 세부적으로는 필요한 건설자재를 조달하는 구매단계, 건설현장까지 필요한 자재, 장비 등을 운반하는 운송단계, 건설장비를 사용하여 시설물을 완성해 나가는 현장시공단계로 구분할 수 있다.

[0044]

1) 구매단계

[0045]

구매단계는 설계가 이루어진 후 시공단계에서 시설물에 투입될 건설자재를 조달하는 단계이다. 건설자재는 도 2의 시멘트 제조공정 흐름과 같이 원료의 채취에서부터 분쇄, 가공, 화학공정 등의 가공단계를 거치면서 만들어지면서 온실가스를 배출하게 된다.

[0046]

즉, 시설물을 건설하기 위해 사용되는 많은 자재들은 자연 그대로의 것을 직접적으로 사용하는 것이 아니라, 자연으로부터 여러 물질들을 채취하여 가공함으로써 만들어지는 하나의 제품으로 건설자재가 건설 현장으로 투입되는 순간에 이미 시설물은 이러한 건설자재의 생산단계에서의 환경부하를 포함하게 되는 것이다. 따라서, 본 발명에서는 구매단계를 프로젝트에 필요한 건설자재가 생산되는 단계로 간주하고, 사업에 투입되는 주요자재와 일반자재 등의 건설자재를 구매단계의 온실가스 배출요인으로 한다.

[0047]

2) 운송단계

[0048]

운송단계는 사업에 투입되는 건설자재 등을 출하지에서 건설현장 또는 자재저장소까지 운반하는 단계이다. 운송 단계에 고려되어야 할 온실가스 배출요인은 [표 2]와 같이 자재의 운송, 장비의 운송, 인력의 운송으로 구분할 수 있다.

표 2

구분	온실가스 배출요인
자재운송	◦ 자재의 물량, 운송장비의 종류, 규격, 소요대수, 운송거리 등
인력운송	◦ 운송 수단의 종류, 소요대수, 운송거리 등
장비운송	◦ 장비의 물량, 운송장비의 종류, 규격, 소요대수, 운송거리 등

[0049]

[0050]

자재운송의 경우 건설자재 조달 및 관리계획을 통해 자재의 물량, 운송거리 등의 기초데이터 자료수집이 가능할 것으로 판단된다. 그러나 장비와 인력의 운송은 현장여건 및 제반사항에 따라 크게 달라지므로 일괄적인 데이터의 수집이 어려울 수 있다. 따라서, 본 발명에서는 장비와 인력의 운송에 따른 온실가스 산정은 분석범위에서

제외할 수 있다. 또한, 자재의 운송을 육로운송, 항공운송, 해상운송으로 구분하여 자재의 물량, 운송장비의 종류, 규격 등을 운송단계의 온실가스 배출요인으로 한다.

3) 현장시공단계

현장시공단계는 구매단계와 운송단계를 거쳐 건설현장으로 투입되는 건설자재를 장비를 활용하여 시설물을 완성시켜 나가는 단계이다. 현장시공단계의 온실가스 배출요인은 [표 3]과 같이 건설장비의 사용에 의해 온실가스를 배출하는 건설활동이 가장 큰 영향요인으로 판단된다. 그리고 현장사무실 운영에 소비되는 전력, 상수도, 도시가스 등의 에너지 사용과 투입인력의 출퇴근, 업무용 차량의 사용 등 관리활동에 의해 온실가스를 배출하게 된다.

표 3

구분	온실가스 배출요인
건설활동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 건설장비의 투입량
관리활동	<ul style="list-style-type: none"> ○ 현장사무소의 전력, 상수도, 가스 등 에너지 사용량 ○ 투입인력의 출퇴근, 업무용 차량의 사용량

먼저, 건설현장에서 사용되는 건설장비는 작업의 종류와 운반거리에 따라 구분되어 선정하게 된다. 또한, 선정된 장비에 대해 공사의 규모와 제반사항을 감안하여 규격을 결정하게 되며, 작업종류에 따라 사용되는 건설장비는 [표 4]와 같다.

표 4

작업종류	건설기계 종류
벌개, 제근	불도저(레이크 도우저)
굴삭	로더, 굴삭기(유압식 백호), 불도저, 리퍼, 셔블계 굴삭기(파워셔블, 백호, 드래그라인, 크랩셸)
적재	로더, 버킷식 엑스커베이터, 셔블계 굴삭기(파워셔블, 백호, 드래그라인, 크랩셸)
굴삭, 적재	로더, 굴삭기(유압식 백호), 버킷식 엑스커베이터, 셔블계 굴삭기(파워셔블, 백호, 드래그 라인, 크랩셸)
굴삭, 운반	불도저, 스크레이퍼
운반	불도저, 덤프트럭, 벨트컨베이어
부설	불도저, 모터그레이더
합수량조절	살수차
다짐	롤러(타이어, 탬핑, 진동, 로드), 불도저, 진동콤팩터, 래머, 탬퍼
정지	불도저, 모터그레이더
도랑파기	굴삭기(유압식 백호), 트렌처

이러한 건설장비 사용에 의한 온실가스 산정은 설계단계에서 작성되는 물량·단가산출서와 시공단계에서 작성되는 장비투입계획서, 기성내역서 등을 활용하여 투입장비의 물량을 파악하고 국토해양부에서 구축하여 제공하는 건설장비의 온실가스 배출계수 활용을 통해 산정이 가능하다. 그러나, 현장사무소의 운영과 투입인력의 출퇴근 차량, 업무용차량에 의한 온실가스 배출량 산정은 기획/설계단계와 마찬가지로 데이터 구축이 불가능할 수 있으므로 분석에서 제외할 수 있다.

[0057] (3) 운영단계의 온실가스 배출요인

[0058] 운영단계는 시설물이 준공된 후 해체하기 이전까지 시설물을 사용하고 유지를 위한 개·보수를 진행하는 단계이다. 이 단계는 시설물의 종류와 형태에 따라 달라질 수 있으나, 크게 시설물 운영에 의한 온실가스 배출과 시설물 사용에 의한 온실가스 배출요인으로 [표 5]와 같이 구분할 수 있다. 먼저, 시설물 운영에 의한 온실가스 배출은 시설물 자체를 사용하기 위해 투입되는 전력, 유류, 상수도, 가스 등의 에너지와 시설물의 유지관리를 위한 개·보수시 발생하는 투입물량을 배출요인으로 볼 수 있다. 예를 들어, 도로의 경우 가로등, 터널조명, 신호등 등의 시설물 사용을 위한 전력의 사용과 관리사무소의 전력, 유류, 가스 등의 에너지 사용, 주기적으로 이루어지는 재포장, 도색 등에 투입되는 물량이 이에 해당된다. 또한, 시설물의 사용에 의한 온실가스 배출은 시설물을 사용하는 이용자에 의해 온실가스가 배출되는 부분으로 예를 들어, 도로의 경우 교통량에 의한 온실가스 배출, 철도의 경우 기차에 의한 온실가스 배출 등이 포함된다.

표 5

구분	온실가스 배출요인
시설물의 운영	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 시설물 자체의 전력, 유류, 상수도 등의 에너지 사용량 ◦ 관리사무소의 에너지 사용량 ◦ 개·보수시 발생하는 투입물량
시설물의 사용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 도로의 교통량, 철도의 기차 통행량 등 시설물 이용자에 의한 사용량

[0059]

[0060] 시설물의 운영에 따르는 배출요인은 전력, 유류, 가스, 상수도 등의 에너지 사용에 의한 것으로 설계단계에서는 작성되는 부하계산서, 실제 운영단계에서는 사용량에 따라 매달 청구되는 사용명세서(요금금지서) 등에 각 에너지원의 배출계수를 통해 온실가스 배출량 산정이 가능하다. 그러나, 개·보수에 의한 온실가스 배출과 시설물의 사용에 의한 온실가스 배출은 데이터 구축의 한계가 있을 수 있으므로 범위에서 제외할 수 있다.

[0061] 또한, 시설물의 생애주기동안 가장 많은 온실가스가 발생하는 시설물의 사용에 의한 온실가스 배출도 다양한 토목시설물별 데이터 구축의 한계로 본 발명의 범위에서 제외할 수 있다. 그러나, 현재 도로 또는 철도수송에 의한 온실가스 배출량 산정을 위한 발명이 꾸준히 진행되고 있으므로 시설물의 사용에 의한 온실가스 배출은 추후 반드시 포함되어야 할 것이다.

[0062] (4) 해체 및 재활용 단계의 온실가스 배출요인

[0063] 해체 및 재활용 단계는 건물을 해체하고 그 자재들을 폐기하거나 재활용하는 단계이다. 해체단계의 온실가스 배출요인은 [표 6]과 같이 시설물의 해체시 투입되는 자재와 장비의 투입량이며, 재활용단계의 온실가스 배출요인의 고려해야 할 가장 중요한 요인은 폐기되는 자재의 양과 재활용되는 자재의 양이다.

표 6

구분	온실가스 배출요인
시설물의 해체	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 자재, 장비의 투입량
시설물의 재활용	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 폐기되는 자재의 양 ◦ 재활용되는 자재의 양

[0064]

[0065] 그러나, 해체된 시설물에 대한 폐기 및 재활용 자재의 양을 데이터화하는 것을 현실적으로 불가능 할 것으로 판단된다. 또한, 재활용되는 건설자재가 다른 건설공사에 투입되어 재사용되지 않고, 다른 산업분야에 투입되는지 등을 파악하기가 현실적으로 불가능하여 정확한 온실가스 배출량 측정이 어렵다고 판단된다. 따라서, 해체 및 재활용 단계의 온실가스 배출량 산정은 포함하지 않기로 한다.

[0066]

지금까지 분석한 건설사업 단계별 온실가스 배출요인을 정리하면 [표 7]과 같다. 상기한 바와 같이 온실가스 배출량 산정을 위한 설계도서 등 데이터구축에 필요한 자료의 수집용이성, 온실가스 배출계수의 구축여부를 기준으로 온실가스 분석의 범위를 설정한다.

표 7

사업단계		온실가스 배출요인		분석범위
기획/ 설계단계	사무활동	◦ 사무공간의 전력, 상수도 등 에너지의 사용		×
	지원활동	◦ 프로젝트 참여인원의 통근수단 ◦ 현장답사 등 외부활동에 따르는 교통수단 등		×
시공 단계	구매	자재투입	◦ 주요자재, 일반자재의 투입량	○
	운송	자재운송	◦ 운송장비의 종류, 자재의 물량, 운송거리 등	○
	현장 시공	건설활동	◦ 건설장비의 투입량	○
		관리활동	◦ 현장사무소의 전력, 상수도 등 에너지 사용량 ◦ 투입인력의 출퇴근, 업무용 차량의 사용량	×
운영단계	시설물의 운영	◦ 시설물 자체의 전력, 유류 등 에너지 사용량	○	
		◦ 관리사무소의 에너지 사용량	×	
		◦ 개·보수시 발생하는 투입물량	×	
	시설물의 사용	◦ 도로의 교통량, 철도의 기차 통행량 등 시설물 이용자에 의한 사용량	×	
해체/ 재활용 단계	해체	◦ 자재, 장비의 투입량	×	
	재활용	◦ 폐기되는 자재의 양 ◦ 재활용되는 자재의 양	×	

[0067]

[0068]

본 발명의 모니터링 시스템의 구축을 위한 프레임워크를 설명한다. 또한, 건설 사업단계별 온실가스 배출요인의 온실가스 배출량 산정방법 구축을 통해 온실가스 배출량 산정 프로세스를 제안한다.

[0069]

도 3은 본 발명의 온실가스 모니터링 시스템의 프레임워크를 나타낸 도면이다.

[0070]

기존의 온실가스 배출량 측정을 위한 LCA(Life Cycle Assessment) 또는 기타 온실가스 배출량 산정 프로그램은 제조업 중심의 복잡한 구성에 의한 사용편의성의 한계, 데이터 구축을 위한 자료수집의 한계, 입력 데이터의 과다 등에 의해 활용도가 낮았다.

[0071]

따라서, 본 발명에서 개발하고자 하는 온실가스 배출량 모니터링 시스템은 이러한 한계점을 극복하고자 한다. 이를 위해 본 시스템은 활용 편의성, 데이터의 구축, 수식활용, 업데이트 되는 온실가스 배출계수의 관리와 수정이 용이하고, 일반 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 Microsoft사의 Excel워크시트를 기반으로 구축하는 것이 바람직하다. 이에 프로젝트 진행시 수집이 용이한 자료를 활용하여 데이터 구축의 간소화, 온실가스 배출량 산정을 위한 입력데이터 최소화, 온실가스 배출량 산정수식의 단순화를 통해 사용자 편의성을 향상시킬 수 있다. 그리고 국가 고유의 온실가스 배출계수를 활용하여 정확성을 높일 수 있다.

[0072]

또한, 본 발명의 온실가스 모니터링 시스템은 건설사업 설계시점에서 배출전망치 산정을 통해 친환경 설계 의사결정을 지원하도록 한다. 그리고 실제 시공 및 운영시점에서 실제배출치 산정을 통해 배출전망치와 비교·평가함으로써 녹색건설현장 구현과 녹색건설 성과평가 지원도구에 활용할 수 있도록 한다.

[0073]

도 3을 참조하면, 본 발명의 온실가스 모니터링 시스템은 구매단계, 운송단계, 현장시공단계, 운영단계에서 발생하는 온실가스의 배출량 산정을 분석범위로 시스템 활용의 목적에 따라 설계, 시공, 운영 과정에서 사용될 수

있다.

[0074] 온실가스 배출량의 산정은 위에 제시한 자재의 투입량 또는 자재의 운송장비 종류 및 거리, 장비의 사용대수, 에너지 사용량 등의 데이터를 기준으로 국토해양부, 환경부, 지식경제부 등에서 구축한 '시설물별 탄소배출량 산정 가이드라인'과 '국가 LCI 데이터베이스 정보망'에서 제공하는 국가 고유의 온실가스 배출계수를 활용할 수 있다. 또한, 온실가스 배출량 산정식은 IPCC 가이드라인의 산정식을 기본 토대로 분석단계별 특성에 맞도록 구축한다.

[0075] 온실가스 배출량 산정을 위해 필요한 데이터의 기초자료는 '건설공사의 설계도서 작성지침' 등을 활용하여 배출 전망치의 산정을 위해 필요한 시공 전 기초자료와 실제배출치의 산정을 위해 필요한 시공 후 기초자료로 구분하여 [표 8]과 같이 제시할 수 있다.

표 8

구분	입력데이터	기초자료	
		배출전망치 (시공 전)	실제배출치 (시공 후)
구매단계	◦공종별·자재 별 투입량	◦물량산출서	◦기성내역서 (전단계 공통) ◦자재관리대장
운송단계	◦운송장비의 종류 ◦소요대수 ◦유류종류 ◦운송거리	◦물량산출서 ◦공사비 산출내역 서 ◦시공계획서	◦자재관리대장 ◦조달업체정보 등
현장 시공단계	◦공종별·장비 별 투입대수	◦물량산출서 ◦단가산출서	◦장비사용계획서 ◦기성내역서
운영단계	◦월별 전력, 가스, 상수도, 기타에너지 사 용량	◦부하계산서 등 사용량 예측자료	◦사용명세서 (예 : 요금고지 서)

[0076]

[0077] 배출전망치의 산정은 공사 착공 이전의 설계과정에서 착공 후 시공단계에 발생 될 온실가스 배출량을 설계과정에서 완성되는 물량산출서, 단가산출서 등의 설계도서를 활용하여 미리 예측하여 산정할 수 있다. 그리고, 실제 배출치의 산정은 공사 착공 후인 시공단계 시점에서 실제 투입되는 물량을 토대로 온실가스 배출량을 산정하는 것으로 시공단계에서 작성되는 기성내역서, 자재관리대장, 장비사용계획서 등의 문서를 활용할 수 있다.

[0078] 여기서, 건설사업 단계별 온실가스 배출량 산정방법에 대해 설명한다.

[0079] 먼저, 온실가스 배출량 산정의 기준에 대해 설명한다.

[0080] 온실가스 배출량 산정시 고려되는 온실가스는 기후변화협약에서 온실가스로 규정하고 있는 CO₂(이산화탄소), CH₄(메탄), N₂O(아산화질소), HFCs(수소불화탄소), PFCs(과불화탄소), SF₆(육불화황)의 6종의 온실가스 중 탈루 배출이 있는 경우 고려되는 HFCs, PFCs, SF₆은 산정대상에서 제외될 수 있다.

[0081] 또한, 온실가스 배출량 산정시 Non-CO₂ 온실가스인 CH₄, N₂O는 지구온난화지수(GWP, Global Warming Potential)를 적용하여 CO₂-e로 산정한다. 이때, Non-CO₂ 온실가스에 적용되는 지구온난화 잠재력은 CO₂ 대비 Non-CO₂ 온실가스의 유해 정도를 나타내는 계수로 지구온난화에 기여하는 정도가 다른 각각 온실가스를 이산화탄소를 기준으로 각 온실가스별의 기여정도를 명시한 것이다. 이는 기후변화협약에서 제시한 값을 적용하여 산정하며 고려 대상 온실가스의 지구온난화지수는 [표 9]와 같다.

표 9

온실가스	화학식	지구온난화지수
Carbon dioxide(이산화탄소)	CO ₂	1
Methane(메탄)	CH ₄	25
Nitrous oxide(아산화질소)	N ₂ O	298

[0082]

[0083]

단계별 온실가스 배출량 산정방법은, 1) 구매단계의 온실가스 배출량 산정 단계, 2) 운송단계의 온실가스 배출량 산정 단계, 3) 현장시공단계의 온실가스 배출량 산정 단계, 4) 운영단계의 온실가스 배출량 산정 단계를 포함한다.

[0084]

1) 구매단계의 온실가스 배출량 산정

[0085]

구매단계에서는 투입되는 자재에 의한 온실가스 배출량을 산정하며 3단계를 거쳐 총 배출량을 산정하게 된다. 먼저 각 공종에 투입된 자재별 온실가스 배출량 산정은 식 (4)와 같이 투입 자재량에 각 자재의 온실가스 배출계수의 곱으로 산정한다. 산정된 공종별 투입자재 온실가스 배출량의 합으로 식 (5)와 같이 공종별 온실가스 배출량을 산정하며, 공종별 온실가스 배출량의 총합으로 식 (6)과 같이 구매단계의 총 온실가스 배출량을 산정한다.

[0086]

- 1단계 : 자재별 온실가스 배출량 산정

[0087]

$$E_{Mi} (\text{tCO}_2) = I_{Mi} (\text{unit}) \times EF_{Mi} (\text{tCO}_2/\text{unit}) \quad \text{--- 식 (4)}$$

[0088]

여기서 E_{Mi} 는 자재별 온실가스 배출량이며, I_{Mi} 는 자재별 투입물량, EF_{Mi} 는 자재별 온실가스 배출계수이다.

[0089]

- 2단계 : 공종별 온실가스 배출량 산정

[0090]

$$E_{Wcj} (\text{tCO}_2) = \sum E_{Mi} (\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (5)}$$

[0091]

여기서 E_{Wcj} 는 공종별 온실가스 배출량이며, E_{Mi} 는 자재별 온실가스 배출량이다.

[0092]

- 3단계 : 구매단계 총 온실가스 배출량 산정

[0093]

$$E_{PP} (\text{tCO}_2) = \sum E_{Wcj} (\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (6)}$$

[0094]

여기서 E_{PP} 는 구매단계의 총 온실가스 배출량이며, E_{Wcj} 는 공종별 온실가스 배출량이다. 투입되는 자재의 단위는 kg, m, m², m³ 등으로 자재의 종류마다 다르게 적용되므로 위의 식에서는 unit으로 표현한다. 또한, 시스템에 총 37종의 자재에 대한 온실가스 배출계수를 구축하고 있다.

[0095] 2) 운송단계의 온실가스 배출량 산정

[0096] 운송단계에서는 자재운송을 위해 사용되는 운송장비에 의한 온실가스 배출량을 산정하며 구매단계와 마찬가지로 3단계를 거쳐 총 배출량을 산정하게 된다. 먼저 자재의 운반을 위해 투입된 운송장비별 온실가스 배출량 산정은 식 (7)과 같이 운송거리에 자재의 물량, 각 운송장비의 온실가스 배출계수의 곱으로 산정한다. 산정된 공중별 운송장비의 온실가스 배출량의 합으로 식 (8)과 같이 공중별 온실가스 배출량을 산정하며, 공중별 온실가스 배출량의 총합으로 식 (9)와 같이 운송단계의 총 온실가스 배출량을 산정한다.

[0097] - 1단계 : 운송장비별 온실가스 배출량 산정

[0098]
$$E_{Vi} (\text{tCO}_2) = D_i (\text{km}) \times M_i (\text{ton}) \times EF_{Vi} (\text{tCO}_2/\text{km} \cdot \text{ton}) \quad \text{--- 식 (7)}$$

[0099] 여기서 E_{Vi} 는 운송장비별 온실가스 배출량이고, D_i 는 자재의 운송거리, M_i 는 운송자재의 적재량, EF_{Vi} 는 운송장비별 온실가스 배출계수이다.

[0100] - 2단계 : 공중별 온실가스 배출량 산정

[0101]
$$E_{WCj} (\text{tCO}_2) = \sum E_{Vi} (\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (8)}$$

[0102] 여기서 E_{WCj} 는 공중별 온실가스 배출량이며, E_{Vi} 는 운송장비별 온실가스 배출량이다.

[0103] - 3단계 : 운송단계 총 온실가스 배출량 산정

[0104]
$$E_{TP} (\text{tCO}_2) = \sum E_{WCj} (\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (9)}$$

[0105] 여기서 E_{TP} 는 운송단계 총 온실가스 배출량이며, E_{WCj} 는 공중별 온실가스 배출량이다.

[0106] 3) 현장시공단계의 온실가스 배출량 산정

[0107] 현장시공단계에서는 건설장비에 의한 온실가스 배출량을 산정하며, 본 발명에서는 공중별 모니터링을 위한 산정 방법과 일정별 모니터링을 위한 산정방법을 구분하여 제시한다.

[0108] 공중별 모니터링을 위한 산정방법은 구매단계, 운송단계와 마찬가지로 3단계를 거쳐 총 배출량을 산정하게 된다. 먼저 각 공중에 투입된 장비별 온실가스 배출량 산정은 식 (10)과 같이 장비투입대수에 일(day) 작업시간의 곱으로 산정한다. 산정된 공중별 투입장비 온실가스 배출량의 합으로 식 (11)과 같이 공중별 온실가스 배출량을 산정하며, 공중별 온실가스 배출량의 총합으로 식 (12)와 같이 현장시공단계의 총 온실가스 배출량을 산정한다.

[0109] - 1단계 : 건설장비별 온실가스 배출량 산정

$$E_{Ei}(\text{tCO}_2) = I_{Ei}(\text{Unit}) \times OT_{Ei}(\text{hr}) \times EF_{Ei}(\text{tCO}_2/\text{hr}) \quad \text{--- 식 (10)}$$

[0111] 여기서 E_{Ei} 는 건설장비별 온실가스 배출량, I_{Ei} 는 장비별 투입대수, OT_{Ei} 는 장비의 가동시간, EF_{Ei} 는 건설장비별 온실가스 배출계수를 각각 의미한다.

[0112] - 2단계 : 공중별 온실가스 배출량 산정

$$E_{WCj}(\text{tCO}_2) = \sum E_{Ei}(\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (11)}$$

[0114] 여기서 E_{WCj} 는 공중별 온실가스 배출량이고, E_{Ei} 는 건설장비별 온실가스 배출량이다.

[0115] - 3단계 : 현장시공단계 총 온실가스 배출량 산정

$$E_{CP}(\text{tCO}_2) = \sum E_{WCj}(\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (12)}$$

[0117] 여기서, E_{CP} 는 현장시공단계 총 온실가스 배출량이며, E_{WCj} 는 공중별 온실가스 배출량이다.

[0118] 일정별 모니터링을 위한 산정방법은 2단계를 거쳐 일별 배출량을 산정하게 된다. 먼저 일일단위로 투입되는 장비별 온실가스 배출량 산정은 위의 식 (10)과 같은 산정식을 사용하며, 산정된 일별 투입장비의 온실가스 배출량의 합으로 식 (13)과 같이 일별 총 온실가스 배출량을 산정한다.

$$E_D(\text{tCO}_2) = \sum E_{Ei}(\text{tCO}_2) \quad \text{--- 식 (13)}$$

[0120] 여기서 E_D 는 시공단계 일정별 온실가스 배출량이고, E_{Ei} 는 건설장비별 온실가스 배출량이다.

[0121] 4) 운영단계의 온실가스 배출량 산정방법

[0122] 운영단계의 온실가스 배출량은 일정별 모니터링을 위해 산정하며, 사용되는 전력, 상수도, 유류에 의한 온실가스 배출량을 각각 산정한다. 먼저, 전력과 상수도의 사용에 따른 온실가스 배출량 산정은 각 에너지사용량에 각각의 탄소배출계수의 곱으로 산정하며 식 (14), (15)와 같다.

$$E_{EPi}(\text{tCO}_2) = EP(\text{kWh}) \times EF_{EP}(\text{tCO}_2/\text{kWh}) \quad \text{--- 식 (14)}$$

[0124] 여기서 E_{EP} 는 구매전력의 온실가스 배출량이고, EP 는 구매전력량이며, EF_{EP} 는 구매전력의 온실가스 배출계수이다.

[0125]
$$E_{WW}(tCO_2) = WW(\text{ton}) \times EF_{WW}(tCO_2/\text{ton}) \quad \text{--- 식 (15)}$$

[0126] 여기서 E_{WW} 는 상수도의 총 온실가스 배출량, WW 는 상수도 사용량, EF_{WW} 는 상수도의 온실가스 배출계수를 각각 의미한다.

[0127] 위의 구매전력, 상수도 사용에 의한 온실가스 배출량 산정과는 달리 유류사용에 의한 온실가스 배출량 산정은 기본적인 연료사용량과 연료의 온실가스 배출계수에 순발열량과 산화율 등의 곱하여 산정하며 식 (16)과 같다.

[0128]
$$E_{oil}(tCO_2) = Oil(\ell) \times EF_{oil}(tCO_2/\ell) \quad \text{--- 식 (16)}$$

[0129] 여기서 E_{oil} 는 유류의 총 온실가스 배출량이며, Oil 은 유류 사용량, EF_{oil} 는 유류의 온실가스 배출계수이다. 위의 산정식으로 산정된 에너지별 온실가스 배출량은 각 에너지의 월별 사용량을 기준으로 합하여 월단위로 산정한다.

[0130] 도 4는 본 발명의 온실가스 모니터링 프로세스를 나타낸 도면이다.

[0131] 도 4를 참조하면, 본 발명의 온실가스 모니터링 프로세스는 크게, 사업단계와 일정으로 구분하여 발생하는 온실가스 배출량을 모니터링한다.

[0132] 먼저 사업단계별 모니터링은 구매단계, 운송단계, 현장시공단계에서 발생하는 온실가스를 설계투입량과 실제투입량을 구분 입력하여 공종별 배출전망치와 실제배출치를 산정한다. 구매단계의 온실가스 모니터링을 위한 입력 데이터는 자재명, 자재규격, 투입량을 필요로 하며, 운송단계는 운송장비의 종류, 규격, 투입대수의 데이터를 필요로 한다. 그리고, 현장시공단계의 입력데이터는 건설장비의 종류와 규격, 투입대수가 입력 데이터로 활용된다.

[0133] 이와 같이, 구매단계, 운송단계, 현장시공단계는, 도 6에 도시된 바와 같이, 프로젝트의 투입자재에 의해 배출되는 온실가스를 산출하는 산출부(1)(구매단계에서 이루어지는 프로젝트의 투입자재에 의한 제1산출부(11), 자재의 출하지에서 현장까지의 운송에 의한 제2산출부(12), 현장시공단계에서 이루어지는 건설장비 사용에 의한 제3산출부(13))와, 산출부에서의 배출전망치와 실제배출치 간의 차이를 연산하는 연산부(2)와, 배출전망치와 실제배출치의 차이를 경제적 가치로 환산하는 환산부(3)를 포함하는 시스템에 의해 온실가스에 대한 경제적 가치의 환산이 이루어지게 된다.

[0134] 일정별 모니터링은 구매단계와 운송단계를 일정별로 진행되는 현장시공단계의 준비과정으로 간주하여 제외하기로 하며, 착공 시점을 기준으로 시공단계의 온실가스 배출량은 일별, 시설물의 완공 이후 운영단계에서의 온실가스 배출량은 월별로 산정한다.

[0135] 본 발명의 모니터링 시스템은, 1) 프로젝트 개요 시트, 2) 사업단계별 모니터링을 위한 3개의 시트, 3) 일정별 모니터링을 위한 2개의 시트, 데이터 관리를 위한 4개 시트(미도시)를 포함하여 총 10개의 시트로 구성되어 있다.

[0136] 1) 프로젝트 개요 시트

[0137] 프로젝트 개요 시트는 분석하고자 하는 프로젝트의 정보를 입력하는 시트이며, 프로젝트 기본정보와 온실가스

배출량 분석을 기본설정의 데이터를 입력하게 된다. 프로젝트 기본정보의 입력은 도 6과 같이 프로젝트명, 프로젝트 종류, 공사규모, 공사기간, 공사금액, 현장의 위치를 입력하도록 한다. 이 중, 공사기간의 입력데이터는 일정별 모니터링 시트와 연계되어 시공단계의 모니터링을 위한 기간이 자동으로 설정되며 최대 5년의 공사기간 동안 모니터링 할 수 있도록 한다. 또한, 운영단계의 일정별 모니터링을 위해 입력된 완공일 이후의 기간이 자동으로 설정되어 최대 40년간의 온실가스 배출량을 모니터링 하도록 한다.

[0138] 그리고, 프로젝트 기본설정의 입력은 장비가동시간, 가동율, 탄소거래가격, 환율의 데이터를 입력하게 되며 각각의 데이터는 온실가스 배출량 산정을 위한 시트와 연계된다. 장비가동시간(hr/day)과 가동율(%)은 현장시공단계에서의 장비사용에 의한 온실가스 배출량 산정에 연계되어 온실가스 배출시 고려하여 산정하며, 탄소거래가격(EUA)과 유로화 환율의 입력을 통해 탄소의 가격을 결정한다. 탄소거래가격은 현재 세계 최대의 탄소배출권거래소인 유럽의 Blue Next에 링크하여 확인 가능하다. 그러나 2015년 이후 설립예정인 우리나라의 탄소배출권거래소가 설립되면 우리나라의 탄소거래가격을 활용할 수 있다.

[0139] 2) 사업단계별 모니터링 시트

[0140] 사업단계별 모니터링 시트는 구매단계, 운송단계, 현장시공단계 시트로 구분하여 구성한다. 사업단계별 모니터링을 위한 데이터의 입력은 먼저 프로젝트명, 공종명을 통해 온실가스 산정의 범위를 지정하며 분석공종과 자재 또는 운송장비, 건설장비의 추가 및 삭제는 시스템 화면 우측상단(도 7)의 공종 또는 자재 등의 추가와 삭제버튼으로 할 수 있도록 한다.

[0141] 그 다음으로 분석단계, 자재명 또는 운송장비명, 건설장비명과 규격을 입력하면 해당 자재 또는 운송장비, 건설장비의 단위와 온실가스 배출계수가 자동으로 지정된다. 이를 통해 설계투입량의 입력으로 배출전망치가 산정되고 실제투입량의 입력으로 실제배출치가 자동으로 산정되도록 한다.

[0142] 또한, 배출전망치와 실제배출치의 배출량 차이를 경제적 가치로 나타내기 위해 앞서 프로젝트개요 시트에서 입력한 탄소가격을 적용하여 화폐단위로 자동 계산하여 나타내며, 그 예시는 도 7과 같다.

[0143] 3) 일정별 모니터링 시트

[0144] 일정별 모니터링 시트는 시공단계와 운영단계 시트로 구분하여 구성한다. 먼저, 시공단계의 일정별 모니터링은 일단위로 앞서 프로젝트 개요 시트에서 입력한 공사기간과 연계되어 공사의 착공일부터 입력되도록 설정한다.

[0145] 입력데이터는 73종의 건설장비를 해당일자에 투입대수를 입력하면 장비사용에 의한 일배출량이 자동으로 산정되어 도 8과 같이 그래프에 바(bar)형태로 표시된다. 또한 공사가 진행되는 일정에 따라 해당일자의 온실가스 배출량과 공사기간동안의 누적 배출량이 자동으로 계산되어 그래프에 선(line)형태로 나타나도록 한다.

[0146] 그리고, 운영단계의 일정별 모니터링은 시공단계의 일정별 모니터링 구성과 동일하나 운영단계에서 분석하는 요인의 데이터 수집 특성을 고려하여 월단위의 온실가스 배출량을 모니터링하는 것이 바람직하다.

[0147] [실시예]

[0148] 본 실시예에서는, 온실가스 모니터링 시스템에 대한 적용성을 검증하기 위해 실제 수행되고 있는 도로사업을 대상으로 사례평가를 실시하여 결과를 분석하였다.

[0149] 본 시스템의 검증은 대표적인 토목시설물이며, 최근 급증하는 교통수요와 사회·경제적 여건 발달에 따라 발주물량이 확대되고 있는 도로 확·포장공사를 대상사업으로 하였다. 또한, 대상사업의 주요 공종 중 일반적인 도로공사에서 가장 핵심적인 공종이라고 할 수 있는 포장공종을 대표공종으로 선정하여 분석하였다. 실시설계도서의 수량산출서, 단가산출서를 기준으로 물량데이터를 산출하여 적용하였다. 단, 실제배출치 산정을 위한 실제물량데이터는 실시설계도서를 기준으로 산출한 물량을 토대로 물량과 작업일수를 임의로 설정하여 분석하였다. 그리고 투입물량 중 공사규모에 비해 매우 소량이 투입되는 자재와 온실가스 배출계수가 미구축되어 있는 자재는 분석의 범위에서 제외하였다.

[0150] 대상사업의 온실가스 배출량 모니터링은 상기한 바와 같이 포장공종을 분석범위로 하여 구매단계, 운송단계, 현

장시공단계에서 배출되는 온실가스를 공종별로 모니터링 하며, 시공단계에서 운영단계까지의 온실가스 배출량을 일정별로 모니터링 하게 된다.

[0151]

이를 위해, 본 모니터링 시스템에서 요구하는 프로젝트명, 종류, 공사규모 등 프로젝트 기본정보는 검증대상 사업의 설계내역서를 기준으로 적용하였으며, 공사기간은 분석의 편의를 위해 지반안정, 양생기간 등을 제외하고 1개월(30일)로 설정하였다. 또한, 배출량 분석을 위해 가동시간은 8시간으로, 장비 가동율은 70%로 가정하였다. 그리고, 탄소거래가격은 유럽의 탄소배출권 거래소인 Blue Next33의 2012년 4분기 탄소배출권 거래가격은 10월 1일부터 11월 15일까지 평균치인 톤(ton)당 8유로로 설정하였고, 환율은 평균적인 유로환율인 1,400원으로 설정하였다. 기본정보의 설정에 대한 내용은 [표 10]과 같다.

표 10

구 분		내 용
프로젝트 기본정보	프로젝트명	00도로 확포장공사
	프로젝트종류	도로 확·포장(포장공)
	공사규모	L=2.24km, B=18.5m
	공사기간	2012년 11월 ~ 2012년 11월(1개월)
	현장위치	충청북도 00군 일원
프로젝트 기본설정	장비가동시간	8 hr/day
	장비가동율	70 %
	탄소거래가격(EUA)	8.00 유로
	환율(KRW)	1,400 원
	탄소가격(KRW)	11,200 원

[0152]

[0153]

본 모니터링 시스템의 사업단계별 모니터링은 구매단계, 운송단계, 현장시공단계를 구분하여 각 단계의 예상투입물량과 실제투입물량에 따라 온실가스의 배출전망치와 실제배출치를 모니터링 하게 된다. 이를 위해 검증대상 사업의 예상투입물량은 실시 설계도서를 토대로 투입물량을 산출하여 적용하였다. 그리고 실제 투입물량은 분석의 편의를 위해 예상투입물량을 토대로 임의 설정하여 적용하였다. 검증을 위해 구축한 사업단계별 투입자재 및 장비의 종류는 [표 11]과 같다.

표 11

공종명	구매단계	운송단계	현장시공단계
포장공			
동상방지층 포설 및 다짐	골재	덤프트럭	모터그레이더 물탱크 진동롤러_자주식 타이어롤러
보조기층 포설 및 다짐	골재	덤프트럭	모터그레이더 물탱크 진동롤러_자주식 타이어롤러
프라이코팅	RSC-3	-	아스팔트스프레어_수동식
택코팅	RSC-4	-	아스팔트스프레어_수동식
아스콘 기층	아스콘	덤프트럭	아스팔트피니셔 마카담로라 타이어로라 진동롤러 살수차
아스콘 중간층	아스콘	덤프트럭	아스팔트피니셔 마카담로라 타이어로라 탠덤롤러 살수차
아스콘 표층	아스콘	덤프트럭	아스팔트피니셔 마카담로라 타이어로라 탠덤롤러 살수차

[0154]

[0155]

일정별 모니터링은 시공단계와 운영단계에 걸쳐 배출되는 온실가스를 실제투입물량에 따라 일별 또는 월별로 모니터링 하게 된다. 이를 위한 시공단계의 일자별 장비투입량은 앞서 공종별 모니터링에서 적용한 현장시공단계의 장비투입량을 기본정보입력에서 설정한 1개월의 공사기간에 맞춰 일자별 투입대수를 임의로 설정하였다.

[0156]

사업단계별 온실가스 모니터링 결과 온실가스 배출전망치는 378.41tCO₂로 산정되었고, 실제배출치는 341.09tCO₂로 산정되어 설계내역 대비 실제 건설단계에서 약 37.32tCO₂의 온실가스가 저감되었음을 확인하였다. 또한, 이에 따른 경제적 가치는 약 418,033원으로 산정되었다.

[0157]

이상에서 몇 가지 실시예를 들어 본 발명을 더욱 상세하게 설명하였으나, 본 발명은 반드시 이러한 실시예로 국한되는 것이 아니고 본 발명의 기술사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 다양하게 변형실시될 수 있다.

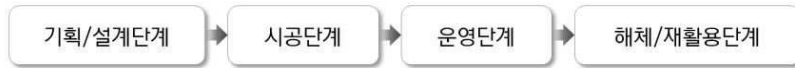
부호의 설명

[0158]

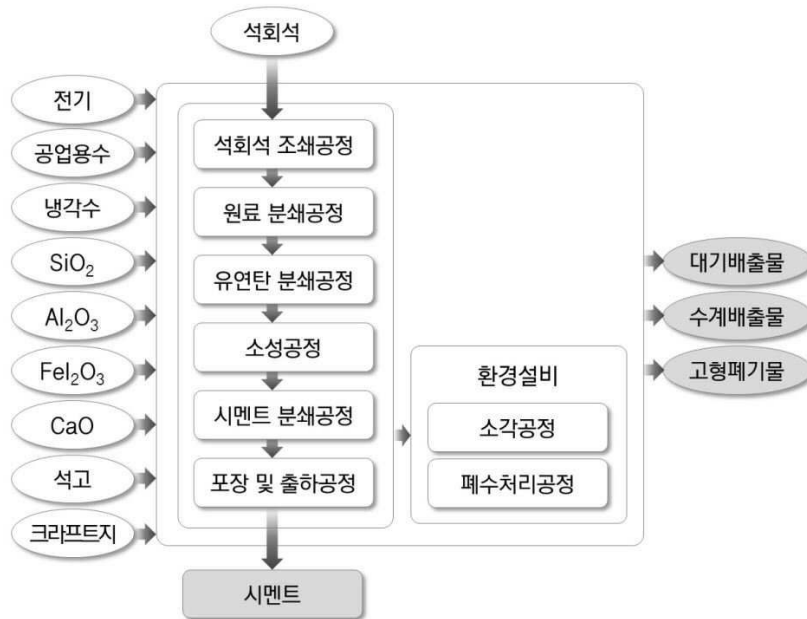
- 1 : 산출부
- 2 : 연산부
- 3 : 환산부

도면

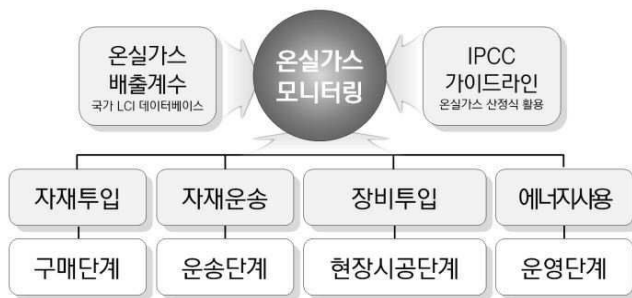
도면1



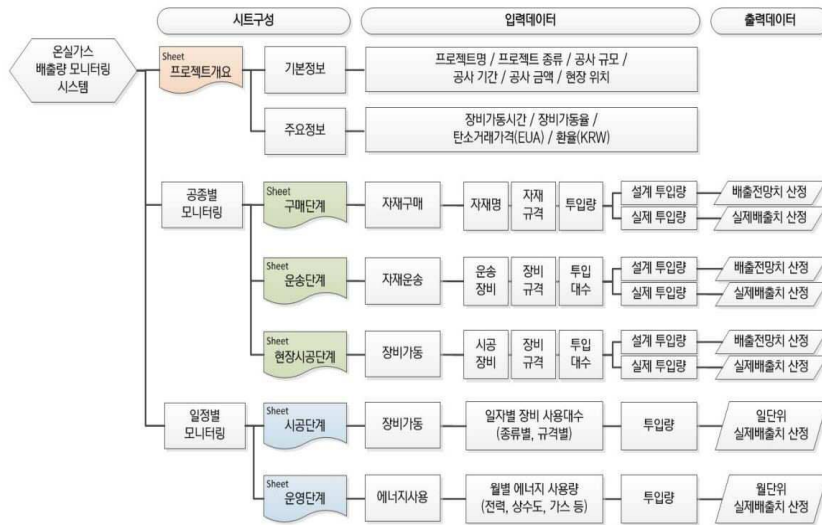
도면2



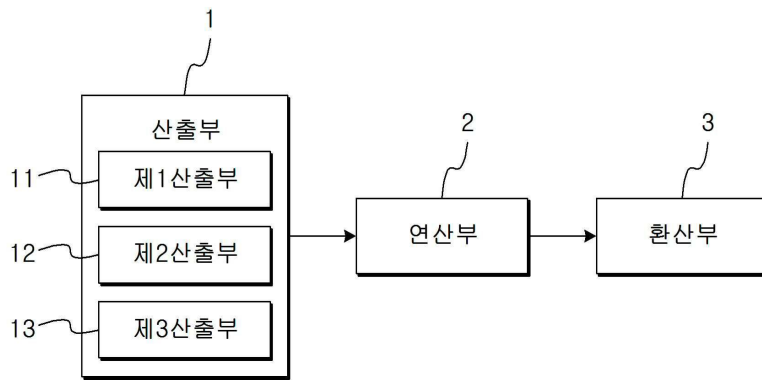
도면3



도면4



도면5



도면6

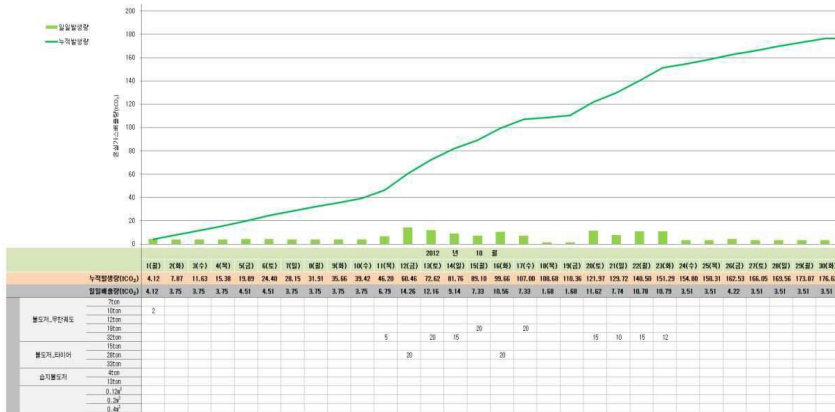
프로젝트 기본정보		프로젝트 기본설정	
프로젝트명	0000 건설공사	장비가동시간	8 hr/day
프로젝트종류	도로신설	장비가동율	100 %
공사규모	L=00km, B=00m	탄소거래가격(EUA)	10.00 유로/CO ₂
공사기간	2012년 1월 ~ 2012년 11월	환율(KRW)	1,000.00 원
공사금액	10,000,000,000 원	탄소가격(KRW)	10,000.00 원/CO ₂
현장위치	대전광역시 00구	거래가격정보	http://www.bluenext.eu/



도면7

프로젝트명	공종	건설장비명	규격	단위	설계수량	실제수량	온실가스배출계수 (tCO ₂ e/t)				배출전망치(CO ₂)	실제배출치(CO ₂)	절감치(CO ₂)	절감액(원)
							CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Total				
							94.40	82.50	11.90	133.239				
							96.34	51.26	5.87	56.839				
토목공사	토목공사	모터고래머드	3.6m (동반용)	대	49	46	4.20E-02	4.26E-05	1.01E-04	4.21E-02	11.56	10.82	0.94	10,573
		물받이	16,000L	대	49	45	3.20E-02	3.28E-05	8.06E-05	3.26E-02	9.22	8.47	0.75	8,493
		간동물리, 가우시	100m	대	49	41	3.74E-02	3.78E-05	9.02E-05	3.75E-02	10.39	8.82	1.58	16,030
		타이어물리, 가우시	9~190m	대	49	45	2.08E-02	2.10E-05	5.01E-05	2.09E-02	5.73	5.26	0.47	5,236
		모터고래머드	3.6m (동반용)	대	18	17	4.20E-02	4.26E-05	1.01E-04	4.21E-02	4.25	4.01	0.24	2,443
		물받이	16,000L	대	18	17	3.20E-02	3.28E-05	8.06E-05	3.26E-02	3.39	3.20	0.19	2,109
		간동물리, 가우시	100m	대	18	19	3.74E-02	3.78E-05	9.02E-05	3.75E-02	3.78	3.99	0.21	2,259
		타이어물리, 가우시	9~190m	대	18	17	2.08E-02	2.10E-05	5.01E-05	2.09E-02	2.10	1.99	0.12	1,309
		아스팔트스트레머	400L	대	6	7	2.95E-03	2.76E-06	6.58E-06	2.96E-03	0.09	0.10	0.01	161
		아스팔트스트레머	400L	대	12	10	2.95E-03	2.76E-06	6.58E-06	2.96E-03	0.17	0.14	0.03	301
		아스팔트롤러	3m	대	13	11	3.07E-02	3.01E-05	8.14E-05	3.06E-02	2.46	2.68	0.22	4,242
		유체압출기, 가우시	10~130m	대	13	11	2.81E-02	2.84E-05	5.92E-05	2.82E-02	1.75	1.49	0.27	3,053
		타이어물리, 가우시	9~190m	대	13	11	2.08E-02	2.10E-05	5.01E-05	2.09E-02	1.52	1.23	0.23	2,618
							28.91	18.29	2.42	28.319				
토목공사	토목공사	분도저, 무장제도	100m	대	20	22	3.24E-02	3.28E-05	7.65E-05	3.25E-02	3.64	4.01	0.36	4,070
		습지물받이	130m	대	21	11	3.78E-02	3.84E-05	9.14E-05	3.80E-02	4.47	2.34	2.13	23,092
		습지물받이, 무장제도	0.7m	대	15	12	2.05E-02	2.09E-05	4.99E-05	2.06E-02	2.40	1.82	0.68	5,393
		습지, 쇠머	0.95m	대	10	9	1.61E-02	1.63E-05	3.88E-05	1.62E-02	0.90	0.81	0.09	1,013
		물받이, 쇠머	0.9m	대	25	24	4.23E-02	4.28E-05	1.02E-04	4.24E-02	5.94	5.70	0.24	2,662
		물받이, 무장제도	0.2m	대	20	22	1.30E-02	1.31E-05	3.11E-05	1.30E-02	1.46	1.61	0.15	1,536
		콘크리트믹시트럭	60t	대	11	10	3.37E-02	3.41E-05	8.14E-05	3.38E-02	1.99	1.89	0.10	2,121
							12.16	12.95	4.29	41.091				
토목공사	토목공사	콘크리트호반머우시	7.9m	대	5	6	1.01E-02	1.02E-05	2.44E-05	1.01E-02	0.29	0.34	0.06	636
		디젤가동차	90m	대	6	7	3.08E-03	3.13E-06	2.11E-05	3.11E-03	0.31	0.36	0.05	571
		습지물받이	130m	대	15	14	3.78E-02	3.84E-05	9.14E-05	3.80E-02	3.19	2.98	0.21	2,395
		콘크리트물받이머우시	13m	대	32	29	3.71E-03	3.61E-06	2.25E-05	3.74E-03	1.53	1.42	0.11	1,469
		고상물받이	335, 7x4 (45M)	대	10	7	1.03E-01	1.04E-04	2.47E-04	1.03E-01	5.79	4.05	1.74	19,447
		물받이, 쇠머	0.6m	대	20	11	3.01E-02	3.05E-05	7.26E-05	3.02E-02	3.39	1.86	1.52	17,049
		습지물받이, 무장제도	0.4m	대	13	14	2.47E-02	2.50E-05	5.96E-05	2.48E-02	2.64	1.96	0.69	7,772

도면8



도면9

자재명	규격	단위	설계투입량	실제투입량	배출전망치(CO ₂)	실제배출치(CO ₂)	절감치(CO ₂)	절감액(원)
					201.98	184.41	17.57	196,839
					201.98	184.41	17.57	196,839
아스콘	-	kg	10,945,000	9,954,000	95.75	87.08	8.67	97,097
아스콘	-	kg	6,624,000	6,124,000	57.95	53.57	4.37	48,989
아스콘	-	kg	5,520,000	5,002,000	48.29	43.76	4.53	50,753

도면10

운송장비명	규격	단위	배상운송		실제운송		배출전망치(CO ₂)	실제배출치(CO ₂)	절감치(CO ₂)	절감액(원)
			운송량	운송거리	운송량	운송거리				
							81.17	71.82	9.35	104,711
							81.17	71.82	9.35	104,711
트럭	8.1 - 15 ton	ton-km	59,600	4.50	58,600	4.30	16.92	15.89	1.02	11,459
트럭	8.1 - 15 ton	ton-km	59,600	4.50	55,025	4.20	16.92	14.58	2.34	26,206
트럭	8.1 - 15 ton	ton-km	10,945	32.50	10,002	31.20	22.44	19.68	2.75	30,837
트럭	8.1 - 15 ton	ton-km	6,624	32.50	5,998	31.30	13.58	11.84	1.74	19,458
트럭	8.1 - 15 ton	ton-km	5,520	32.50	4,990	31.20	11.32	9.82	1.50	16,752

도면11

건설장비명	규격	단위	설계투입	실제투입	배출전망치(CO ₂)		절감액(원)	
					95,26	84,86	10,40	116,483
					95,26	84,86	10,40	116,483
모터그레이더	3.6m (일반용)	대	49	45	11.56	10.62	0.94	10,573
물탱크	16,000L	대	49	45	9.22	8.47	0.75	8,433
진동롤러_자주식	10ton	대	49	45	10.30	9.46	0.84	9,415
타이어롤러_자주식	8-19ton	대	49	45	5.73	5.28	0.47	5,236
모터그레이더	3.6m (일반용)	대	18	17	4.25	4.01	0.24	2,643
물탱크	16,000L	대	18	17	3.39	3.20	0.19	2,108
진동롤러_자주식	10ton	대	18	17	3.78	3.57	0.21	2,354
타이어롤러_자주식	8-19ton	대	18	17	2.10	1.99	0.12	1,309
아스팔트스프레이어	400L	대	6	5	0.09	0.07	0.01	151
아스팔트스프레이어	400L	대	12	10	0.17	0.14	0.03	321
아스팔트레이버	3m	대	13	11	2.46	2.08	0.38	4,242
매캐입몰러_자주식	10-12ton	대	13	11	1.76	1.49	0.27	3,033
타이어롤러_자주식	8-19ton	대	13	11	1.52	1.29	0.23	2,618
진동롤러_자주식	10ton	대	13	11	2.73	2.31	0.42	4,788
물탱크	16,000L	대	13	11	2.45	2.07	0.38	4,217
아스팔트레이버	3m	대	24	21	4.54	3.98	0.57	6,363
매캐입몰러_자주식	10-12ton	대	24	21	3.25	2.84	0.41	4,550
타이어롤러_자주식	8-19ton	대	24	21	2.81	2.45	0.35	3,927
탄입몰러_자주식	5-8ton	대	24	21	1.75	1.53	0.22	2,454
물탱크	16,000L	대	24	21	4.52	3.95	0.56	6,325
아스팔트레이버	3m	대	24	20	4.54	3.79	0.76	8,484
매캐입몰러_자주식	10-12ton	대	24	20	3.25	2.71	0.54	6,067
타이어롤러_자주식	8-19ton	대	24	20	2.81	2.34	0.47	5,236
탄입몰러_자주식	5-8ton	대	24	20	1.75	1.46	0.29	3,273
물탱크	16,000L	대	24	20	4.52	3.76	0.75	8,433

도면12



【심사관 직권보정사항】

【직권보정 1】

【보정항목】 청구범위

【보정세부항목】 청구항1, 33번째 줄

【변경전】

는 건설산업의 온실가스 모니터링 시스템.

【변경후】