

온실가스 감축인지 예산제도 내 녹색조달 확대를 위한 LCA 활용 방안

조정식¹, 김수빈², 이성규³, 전의찬^{4*}¹성남시의회, ²스마트에코(주), ³(사)한국기후환경원, ⁴세종대학교 기후에너지융합학과

Leveraging Life Cycle Assessment (LCA) to Expand Green Procurement in GHG Reduction Budgeting Systems

JungSik Jo¹, Subin Kim², Sunggyu Lee³, Euichan Jeon⁴¹Seongnam City Council, Korea, ²SMaRT ECO, Korea
³KICCE, Korea, ⁴Sejong University, Korea

ABSTRACT

The parties agreed to limit the global average temperature increase to well below 2°C above pre-industrial levels, and to pursue efforts to limit the increase to 1.5°C. Budget policies in the public sector for responding to the climate crisis can serve as powerful drivers to accelerate the green transition, with green procurement and the GHG Reduction Cognitive Budgeting System emerging as key policy instruments. Green procurement is a policy tool that aims to reduce GHG emissions by purchasing low-carbon products or services. The study used Life Cycle Assessment (LCA) to calculate GHG emission reductions and expressed the results in economic terms. Based on this, a strategy to expand green procurement within the GHG Reduction Cognitive Budgeting System was proposed.

Key words: GHG reduction cognitive budgeting system, life cycle assessment, scope 3 emissions, green procurement

요 약

당사국들은 산업화 이전 수준 대비 지구 평균 기온 상승을 2°C 이하로 제한하고, 1.5°C 이하로 억제하기 위한 노력을 기울이기로 합의하였다. 기후 위기에 대응하기 위한 공공 부문의 예산 정책은 녹색 전환을 가속화하는 강력한 추진력이 될 수 있으며, 녹색조달과 온실가스 감축인지 예산제도가 핵심 정책 수단으로 부상하고 있다. 녹색조달은 저탄소 제품이나 서비스를 구매함으로써 온실가스 배출을 줄이는 것을 목표로 하는 정책 수단이다. 본 연구는 전 과정 평가를 활용하여 온실가스 감축량을 산정하고, 그 결과를 경제적 가치로 환산하여 제시하였다. 이를 활용하여 온실가스감축인지 예산제도의 녹색조달 확대 방안을 제시하였다.

주제어: 온실가스감축인지 예산제도, 전과정평가, Scope 3, 녹색조달

1. 서 론

2015년 제21차 유엔기후변화협약(UNFCCC) 당사국총회에 서 파리협정이 채택되었다. 파리협정은 기후위기에 대응하기

위해 지구 평균기온 상승을 산업화 이전 대비 2°C 이내로 억제하며, 더 나아가 1.5°C 이내로 억제하기 위해 당사국들의 노력을 요구하고 있다[1]. 정부는 2020년 12월 30일 『국가 2050 탄소중립 전략』을 수립하여 UNFCCC에 제출하였다[2]. 2023

Date Received: Jul. 16, 2025, Date Revised: Aug. 18, 2025, Date Accepted: Aug. 27, 2025

* **Corresponding author** : Euichan Jeon, Tel: +82-2-3408-4353, E-mail: ecjeon@sejong.ac.kr

© Copyright 2025 The Korean Society for Life Cycle Assessment. This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

년 3월 25일부터 시행된 탄소중립·녹색성장 기본법 시행령에 따라, 국가 온실가스 감축목표(NDC) 달성을 위한 국가 탄소중립 기본계획과 지방자치단체 탄소중립 기본계획을 수립해야 한다[3].

탄소중립을 위해 공공부문의 역할은 더욱 중요해지고 있다. 정부는 단순한 규제자가 아니라, 막대한 규모의 예산 집행을 통해 경제 전체의 녹색 전환을 선도할 수 있다. 특히, 정부 예산 정책은 탄소중립 사회로의 전환을 위한 핵심적인 수단으로 그 중요성이 강조되고 있다[4]. 정부 예산은 자원을 배분하는 기능을 넘어, 탄소 감축 기술에 대한 투자 촉진, 친환경 산업 육성, 지속가능한 소비와 생산방식 유도 등 시장에 탄소중립 이행을 위한 신호를 보내고, 방향성을 제시하는 역할을 한다.

기후위기 대응을 위한 공공부문의 예산 정책은 녹색 전환을 가속화하는 강력한 동인이 될 수 있으며, 녹색조달(green public procurement)과 온실가스 감축인지 예산제는 대표적인 예산 정책 수단으로 주목받고 있다. EU는 회원국의 녹색조달 관련 정책 수립과 집행을 지원하기 위해 녹색조달에 관한 지침을 제정하였다[5]. 지침은 크게 에코라벨(Ecolabel)과 전과정비용(life cycle costing, LCC)을 녹색제품 평가기준으로 제시하였으며, 이들 기준은 모두 Scope 3 배출량을 포함한 전과정평가(life cycle assessment, LCA) 결과에 근거한다[6].

온실가스감축인지 예산제도는 정부 예산과 기금 집행이 온실가스 감축에 미치는 영향을 분석하고, 그 결과를 재정 운용에 반영함으로써 정부 사업이 탄소중립 목표에 부합하도록 유도하는 제도적 장치이다[7]. 현재 시행되고 있는 온실가스감축인지 예산제는 감축 사업만을 사업 대상으로 한정하고 있다. 명시적으로 온실가스 감축을 목표로 하는 특정 사업의 온실가스 감축효과가 평가되는 방식이다. 이는 예산 집행 전반을 통해 온실가스 감축을 유도하려는 원래의 입법 취지, 즉 예산의 전 과정에서 기후 영향력을 인식하고 관리하려는 목표와는 상당한 격차가 존재한다. 일상적인 사업은 상당한 온실가스 배출을 유발하지만, 감축 사업만을 대상으로 하는 현행 제도에서는 이들 사업의 온실가스 배출 영향이 전혀 고려되지 않는다[8].

본 연구는 녹색조달을 통해 현행 온실가스 감축인지 예산제의 한계를 보완하고, 그 적용 범위를 확대할 수 가능성을 확인하고자 한다. 녹색조달은 저탄소 제품이나 서비스를 구매하는 행위 자체를 통해 온실가스를 감축하고자 하는 정책으로, 지방자치단체의 공공조달에서 녹색조달을 적용할 경우, 온실가스 감축효과를 평가해 보고자 한다. 구체적으로 녹색조달이 온실가스감축인지 예산제에 어떻게 통합될 수 있으며, 조달 예산 집행의 온실가스감축 기여도를 어떻게 측정하고 관리할 수 있을지 전과정평가를 통해 연구하고자 한다.

2. 연구절차 및 내용

2.1 연구 대상 선정

Scope 1, Scope 2, Scope 3은 온실가스 배출량을 구분하는 국제적인 분류체계로, 기업이나 조직의 온실가스 인벤토리 구축 및 보고 시 사용한다. Scope 1 배출량은 조직이 소유하거나 통제하는 자산에서 발생하는 직접배출을 의미하며, Scope 2 배출량은 외부에서 구매한 전기, 열, 증기 사용에 따른 간접배출을 의미한다. Scope 3 배출량은 조직의 경제 밖에서 발생하지만, 조직활동에 의해 유발되는 기타 모든 간접배출을 포괄한다. 본 연구에서는 특정 품목의 공공조달의 온실가스 배출량을 산정하기 위해 Scope 3까지 포함하여 산정하는 것을 목표로 하였으며, 이는 Fig. 1로 확인할 수 있다[9].

본 연구는 건설자재 조달 구매 내역 자료를 활용하여 공공조달 자재의 온실가스 감축량을 분석하였다. 조달청 자료는 일부 품목에 국한되거나 세부 품명, 단위, 단위 정보가 누락되어 있는 경우가 많아, 구매 내역을 기반으로 한 정량적 온실가스 배출량 분석에는 제약이 따른다. 정확하고 포괄적인 데이터를 확보하기 위해 시로부터 2023년도 건설자재 조달 구매 내역 전체 데이터를 받아 분석에 활용하였다.

연구대상 지역은 대도시권에 위치한 지방자치단체로서 연간 공공조달 규모가 상당히 크고, 다양한 건설 프로젝트가 활발히 진행된다는 점에서 지방자치단체 공공조달의 대표성을 갖는다고 할 수 있다. 건설자재 조달 데이터를 체계적으로 관리하고 있어, 이를 통해 구매 금액, 품명, 단위 등 분석에 필요한 기본정보를 확인하였다.

공공조달 중 가장 높은 비율을 차지하고, 단위 구분이 명확하여 비교 분석이 용이한 건설자재를 연구대상으로 선정하였다. 연구의 정확성을 높이기 위해 구매 내역을 세부품명이 아닌 품명 기준으로 정리하였다. 세부품명 기준으로 분류하면 데이터가 방대하여 비교가 어려우므로, 품명 기준으로 구매 내역을 정리하고 단위를 통일하여 연간 총 판매 금액을 산출하였다. 금액이 큰 순서대로 정리한 후, 상위 20개 품목을 선정하여 예비 연구 대상으로 삼았다. 위 상위 20개 품목을 친환경 건설자재 물가정보 데이터와 비교하여 공통되는 품명을 가진 항목을 추출하였다.

2.2 전과정평가 방법

전과정평가를 적용하여 대상 품목의 온실가스 배출량을 산정하였다. 연구 목적은 제품별 온실가스 배출량을 산정하여 예산 및 정책의 의사결정의 기초자료로 활용하기 위함이며, 시스템

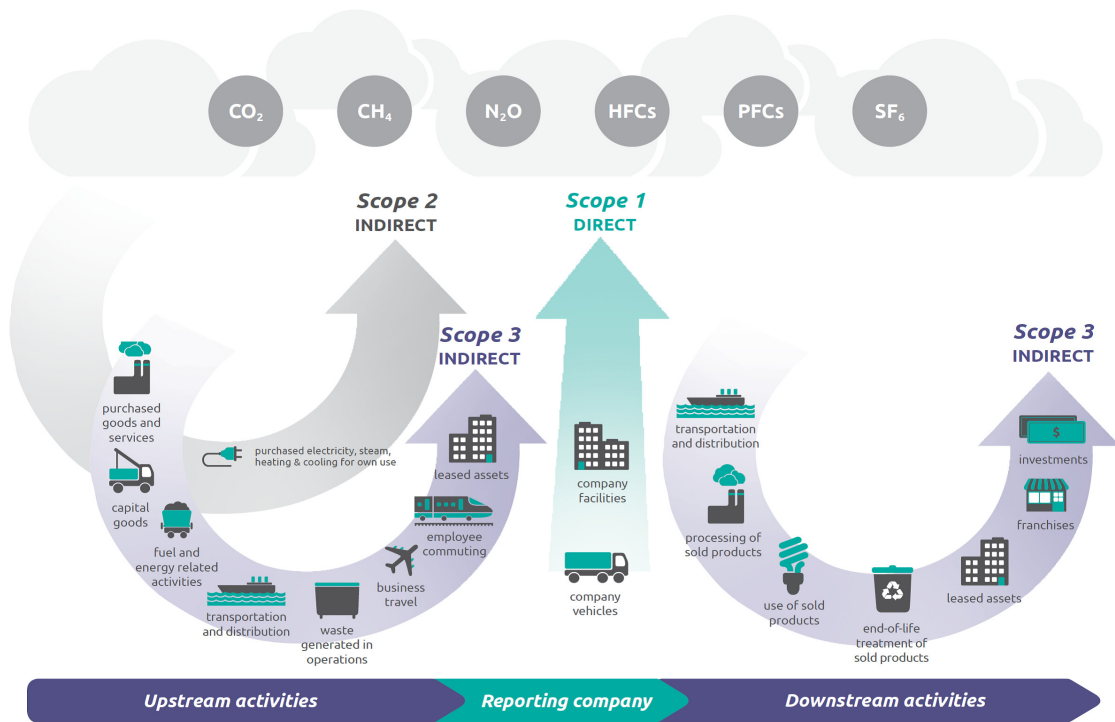


Fig. 1. Overview of scope 1, 2, and 3 GHG emissions [9].

템 경계는 Cradle-to-Gate로 설정하였다. 원료의 채굴 및 에너지 사용 등 Upstream을 포함하나, 제품이 사용되거나 폐기 및 재활용 Downstream은 제외하였다. 본 연구의 시스템 경계는 2차 데이터셋을 기반으로 설정되었으며, 이는 각 데이터베이스가 내포하는 범위를 바탕으로 한다. 연구에서 확인한 자료로는 제품의 운송에서 발생하는 온실가스 배출량을 산정하기 어렵기 때문에, 제품을 생산하여 사용되는 현장으로 이동되는 운송 데이터는 본 연구에서 제외되었다.

기능 단위당 배출계수를 산정하기 위해 대표적인 전과정평가 소프트웨어인 SimaPro를 사용하였다. SimaPro는 전과정평가와 관련된 국제표준인 ISO 14040과 14044에 부합하며, 정교한 공정 기반 모델링이 가능하고, 다양한 국제 데이터베이스와 연계되어 있어 제품의 환경 영향을 계산하기에 적합하였다. SimaPro는 Ecoinvent, Agri-footprint, ELCD 등 국제적으로 널리 사용되는 데이터베이스를 통합하여 제공하기 때문에 SimaPro 내에서 사용 가능한 2차데이터 2~3개를 자재에 같은 비율로 적용하고 모델링하여 온실가스 배출량을 산출하였다.

품목별로 선정한 데이터셋은 동일한 기능단위를 기준 동일한 비율로 입력 후 모델링하여 기능 단위당 온실가스 배출량을 도출하는 데 활용하였다(Table 1 참조). 이처럼 동일 품목군 내에서 유사한 특성을 지닌 다수의 2차 데이터를 통합하여

평균 모델을 구성한 점은, 단일 데이터 기반 분석 대비 더 높은 신뢰성을 확보하기 위함이다. 실제 제조회사의 공정 차이나 원재료 조성의 변동성을 반영할 수 있다는 점에서 다수의 2차 데이터를 기반으로 한 모델링함으로써 LCA 분석의 정밀도와 대표성을 동시에 확보하고자 하였다. 또한 연구 과정에서는 각 데이터 간의 주요 변수 차이에 대해서도 검토되었으며, 동일한 기능 단위로의 정규화를 거쳐 최종 온실가스 배출량을 산정하였다.

활용한 2차 데이터는 SimaPro에 포함된 여러 글로벌 DB 중 품목별 특성을 고려해 선별하였다. 사용한 DB는 Ecoinvent 3.8과 European Commission의 Environmental Footprint (EF) 3.1이며, 환경영향평가 방법으로는 EF 3.1을 사용하였다. 온실가스 배출량 계산은 EF 3.1 평가 기준에 따라 CO₂eq 기준으로 수행하였다. 온실가스의 종류에 따른 지구온난화지수(GWP)를 반영하여 전체 기후변화 영향을 통합적으로 산출한다. GWP는 SimaPro 내 EF 3.1 영향평가 방식에 내장되어 있다.

2.3 온실가스 감축 효과 분석

특정 품목의 온실가스 배출량을 확인하기 위해서 사용한 공공조달 건설자재 구매 내역 데이터는 금액과 단위만 제공되었

Table 1. List of secondary data used for LCA modeling

Subject	Name of secondary data	Source
Asphalt concrete	Concrete, asphalt and other mineral products, DK	EU & DK input output database
	Mastic asphalt {RoW} production cut-off, U	Ecoinvent
	Concrete, asphalt and other mineral products, EU27	EF 3.1 DB
Ready-mixed concrete	Concrete, 30MPa {RoW} concrete production 30MPa cut-off, U	Ecoinvent
	Concrete, 30MPa {RoW} concrete production, 30MPa, ready-mix, with cement blast furnace slag 6-34% cut-off, U	Ecoinvent
	Concrete, 30MPa {RoW} concrete production, 30MPa, ready-mix, with cement limestone 6-10% cut-off, U	Ecoinvent
Concrete block	Concrete block {RoW} production cut-off, U	Ecoinvent
	Autoclaved aerated concrete block {RoW} production cut-off, U	Ecoinvent

기 때문에 실제 조달 물량을 직접 파악하기 어렵다. 이 한계를 보완하기 위해 건설자재 물가정보를 이용하여 물량으로 환산하는 방식을 적용하였다. 한국물가협회의 2023년 친환경 건설자재 물가정보 데이터를 활용하였다. 이 데이터는 공공조달 시장에서 실제 거래되는 친환경 건설자재의 평균 가격 정보를 제공하는 신뢰성 높은 데이터베이스로, 이를 활용하여 각 품목의 단위당 평균 가격을 산정하였다. 구매 금액을 평균 단가로 나누어, 품목별 조달량을 계산하였다.

첫째로 전과정평가를 통하여 공공조달에서 발생하는 온실가스 배출량을 분석하였다. 각 품목 당 건설자재 구매내역 및 건설자재 물가정보에 기재된 해당 단위를 기능단위로 설정하였다. 연구 대상 지역의 공공조달에서 일반환경인증 제품과 저탄소인증 제품을 구분하고 있지 않기 때문에, 공공조달에서 모두 일반환경인증을 구매하였다고 가정하였다.

둘째로 환경성적표지 인증제품 중 저탄소인증을 구분하여 동일한 자재 품명의 단위당 총 온실가스 배출량을 산정하였다. 환경성적표지 인증은 기업의 자발적인 참여로 제품의 전과정 평가를 수행하여 환경성 정보를 제공하는 인증제도이다. 한국 환경산업기술원 제공하는 저탄소 인증 제품의 환경성 정보를 이용하여, 연구에서 전과정평가를 수행한 특정 제품의 온실가스 배출량과 저탄소인증 제품의 온실가스 배출량의 차이로 예상 탄소감축량을 산정하였다. 이는 공공조달에서 일반환경인증 제품을 저탄소인증 제품으로 대체할 경우 감축가능한 온실가스량을 의미한다.

품명별 단위당 온실가스 배출량을 기반으로 1년간 조달한

총 물량에 대한 온실가스 배출량을 정량적으로 평가하였다. 이 과정에서 단순한 제품별 배출량 비교를 넘어 전체 공공조달 규모에서의 감축 효과를 도출하는 데 초점을 맞추었다. 일반환경인증 제품에서 저탄소인증 제품으로 전환할 경우, 온실가스 배출량 감축 효과가 가장 큰 품목과 상대적으로 효과가 낮은 품목을 구분하여 효율적인 감축 전략을 마련할 수 있다고 판단하였다. 위 계산 방식은 아래의 식(1)~(3)으로 제시하였다.

$$\begin{aligned} & \text{연간 공공조달의 제품별 총금액(원)} / \\ & \text{제품별 단위당 평균금액(원/기능단위)} \\ & = \text{연간 제품별 예상 조달량(기능단위)} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} & \text{연간 제품별 예상 조달량(기능단위)} \\ & \times \text{제품별 탄소배출량}(kgCO_2eq/\text{기능단위}) / 1000 \\ & = \text{연간 제품별 탄소배출량}(tonCO_2eq) \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} & (\text{일반환경인증})\text{연간 제품별 탄소배출량}(tonCO_2eq) \\ & - (\text{저탄소인증})\text{연간 제품별 탄소배출량}(tonCO_2eq) \\ & = \text{연간 제품별 탄소감축량}(tonCO_2eq) \end{aligned} \quad (3)$$

2.4 온실가스 감축에 따른 경제적 효과 분석

본 연구는 일반환경인증 제품을 저탄소인증 제품으로 전환할 경우 공공조달에서 감축되는 온실가스 배출량을 정량적으로 분석하고, 이를 탄소배출권 가격을 적용하여 금액으로 환산하였다. 2025년 1월 기준 국내 탄소배출권 가격과 EU의 배출권가격을 활용하여, 품목별 1년간 저탄소인증 자재로 변경했

을 때 감축가능한 탄소량을 금액으로 평가하였다. 탄소배출권 시장은 수요와 공급, 국제 협약, 정책 변화에 따라 가격이 크게 변동될 수 있기 때문에, 한국배출권거래제와 EU ETS에서 거래되는 탄소배출권 가격을 적용하였다. 온실가스 감축에 따른 경제적 효과 계산은 아래 식(4)와 같다.

$$\begin{aligned} & \text{연간 제품별 탄소감축량} (tonCO_2eq) \\ & \times \text{탄소배출권 가격} (\text{원}/tonCO_2eq) \\ & = \text{연간 탄소감축량의 탄소배출권 금액} (\text{원}) \end{aligned} \quad (4)$$

3. 연구 결과 및 고찰

3.1 연구 대상 분석

연구대상을 선정하기 위해 공공조달 품목을 구매액 기준으로 정렬하였다. 구매액 기준 상위 20개 품목은 아스팔트 콘크리트, 레미콘, 계장제어장치, 콘크리트 블록 등이다. 분석 대상은 환경성적표지 유효인증 제품목록과 대조를 통해 선정하였다. 구매 내역 품명과 환경성적표지 제품명을 비교하여 일치 여부를 확인하고, 일치하는 품목 중 저탄소인증을 받은 제품의 온실가스 배출량 정보가 명확히 제시된 자재를 최종 연구대상으로 확정하였다.

아스팔트 콘크리트의 경우 공공조달에서 차지하는 비중이 크나, 저탄소 인증 온실가스 배출량 정보가 없기 때문에 일반 환경 인증의 온실가스 배출량 정보에 3.3%가 감축된 값을 사용하였다. 이는 환경성적표지의 저탄소 제품으로 인정받기 위한 최소 탄소 감축률이다(한국환경산업기술원, 2025).

최종 선정된 품목은 아스팔트 콘크리트, 레미콘, 콘크리트 블록이다. 전체 건설자재 공공조달 금액 중 아스팔트 콘크리트, 레미콘, 콘크리트 블록의 비중은 각각 19.21%, 8.89%, 4.34%로 세 품목을 합산하면 전체 조달액의 32.4%를 차지하였다.

아스팔트 콘크리트는 일반환경인증 제품의 평균 가격은 847,734원/톤으로 나타났다. 아스팔트 콘크리트는 저탄소인증 제품에 대한 가격 정보가 존재하지 않아 비교가 불가하였다. 레미콘의 경우 일반환경인증 제품의 평균단가는 88,471원/m³, 저탄소인증 제품의 평균 가격은 87,011원/m³로 나타났다. 콘크리트 블록의 또한 저탄소인증 제품에 대한 가격 정보가 존재하지 않아 비교 불가능하였으며, 본 연구에서는 레미콘을 대상으로 가격 분석을 진행하였다.

분석 결과, 레미콘을 대상으로 보았을 때 일반환경인증과 저탄소인증 제품 간의 시장가격 차이가 1.65%로 차이가 거의 나지 않아, 일반환경인증과 저탄소인증 시장가격이 동일하다

Table 2. GHG emissions of study materials

Product item	Emissions per unit	Total emissions (tCO ₂ eq)
Asphalt concrete	247 kgCO ₂ eq/ton	67,790
Ready-mixed concrete	276 kgCO ₂ eq/m ³	38,013
Concrete block	699 kgCO ₂ eq/m ³	5,320

는 전제 하에 연구를 진행하였다. 대상 지역에서는 일반환경인증 제품과 저탄소인증 제품을 별도로 구분하여 조달하고 있지 않기 때문에 모든 건설자재가 일반환경인증 제품을 기준으로 조달되었다고 가정하였다.

3.2 전과정평가 분석 결과

아스팔트 콘크리트의 단위당 온실가스 배출량은 247 kgCO₂eq/t, 레미콘은 276 kgCO₂eq/m³, 콘크리트 블록은 699 kgCO₂eq/m³으로 산정되었다(Table 2 참조). 아스팔트 콘크리트의 경우, 전체 배출량 중 가열 혼합 공정이 약 60%를 차지하며, 레미콘은 시멘트 사용량에 대한 온실가스 배출량의 차이가 큰 것으로 확인하였다. 콘크리트 블록으로 단위당 700kg에 가까운 온실가스를 배출하는 것으로 평가되어 연구 대상 중 온실가스 배출량이 가장 많았다. 콘크리트 블록 제조에 사용되는 시멘트 함량과 가열 공정 등 고정형 에너지 소비의 영향을 크게 받았기 때문으로 해석된다.

아스팔트 콘크리트, 레미콘, 콘크리트 블록은 각각의 조달 물량과 단위당 온실가스 배출량을 곱하여 온실가스 총배출량을 산정하였다. 아스팔트 콘크리트는 연간 약 274,454톤이 조달되었으며, 총 온실가스 배출량은 약 67,790 tCO₂eq이었다.

레미콘은 총 121,564 m³가 조달되었고, 단위당 온실가스 배출량은 약 276 kgCO₂eq/m³로 산정되었다. 레미콘 생산 시 사용되는 원재료와 시멘트 종류, 혼화제 사용 여부 등을 종합적으로 고려하여 도출된 값이며, 전과정평가 방식에 따라 원료 채취부터 제조, 수송까지의 전 과정에서 발생하는 환경 부하를 통합적으로 반영한 수치다. 레미콘의 전체 배출량은 약 38,013 tCO₂eq이었다.

콘크리트 블록의 경우, 연간 조달량은 약 39,853 m³였으며, 단위당 온실가스 배출량은 699 kgCO₂eq/m³로 평가되었다. 해당 배출계수는 일반 콘크리트 블록과 기포 콘크리트 블록을 포함한 평균값으로 설정되었으며, 블록 생산 시 필요한 시멘트, 골재, 첨가제 등의 재료 외에도 건조 및 경화 공정에서의

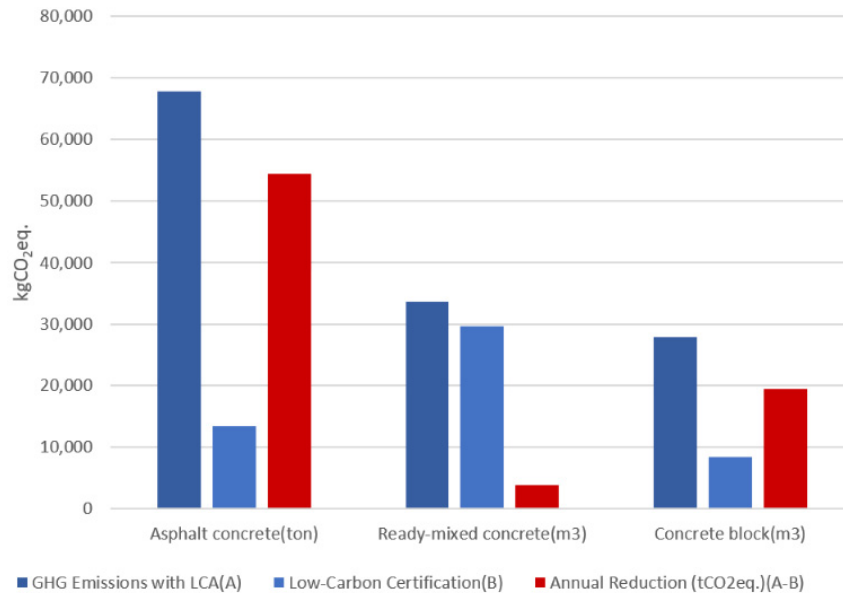


Fig. 2. Annual total GHG emissions and reductions graphs.

Table 3. Comparison of GHG emissions with LCA and low-carbon certification products

Product Item	GHG emissions per unit (kgCO ₂ eq)		Annual total GHG emissions (tCO ₂ eq)		Annual reduction (tCO ₂ eq)
	GHG emissions with LCA	Low-carbon certification	GHG emissions with LCA	Low-carbon certification	
Asphalt concrete	247	48.61	67,790.12	13,342.00	54,448.12
Ready-mixed concrete	276	243.97	33,552.67	29,657.66	3,895.01
Concrete block	699	211.54	27,857.98	8,430.31	19,427.67

에너지 소비도 반영된 수치다. 콘크리트 블록 구매로 인한 온실가스 배출량은 약 5,320 tCO₂eq이었다.

3.3 온실가스 감축 효과 분석 결과

연구대상 건설자재는 저탄소인증 제품과 일반환경인증 제품 간의 구분을 하고 있지 않기 때문에 전부 일반제품인 것으로 가정하고, LCA 모델링을 통해 온실가스 배출량을 산정하였다. 이들 LCA 모델링으로 배출량을 산정한 일반제품을 환경성적표지의 저탄소 제품으로 전환할 경우를 가정하여 일반제품과 저탄소인증 제품 간의 차이로 온실가스 감축량을 산정하였다(Fig. 2, Table 3 참조).

아스팔트 콘크리트의 경우 LCA 모델링을 통해 산정한 단위당 온실가스 배출량은 247 kgCO₂eq이며, 저탄소인증의 온실가스 배출량은 48.61 kgCO₂eq로 나타났다. 아스팔트 콘크

리트는 혼합 시 고온에서 제조되나, 저탄소 아스팔트 콘크리트는 일반적으로 낮은 온도에서 생산하기 때문에 연료 사용량과 연료 배출이 크게 줄어 모델링한 온실가스 배출량과 저탄소인증 온실가스 배출량의 차가 큰 것으로 확인하였다[10]. LCA 모델링을 통해 산정한 레미콘의 단위당 온실가스 배출량은 276kgCO₂eq이며, 저탄소인증 제품의 온실가스 배출량은 243.97kgCO₂eq로 나타났다. 콘크리트 블록의 단위당 온실가스 배출량은 699kgCO₂eq이며, 저탄소인증 제품의 온실가스 배출량은 211.54kgCO₂eq였다.

일반환경인증 제품을 저탄소인증 제품으로 100% 구매 전환하면, 자재별 연간 온실가스 감축량은 아스팔트 콘크리트 54,448.12 tCO₂eq, 레미콘 6,895.01 tCO₂eq, 콘크리트 블록 19,427.67 tCO₂eq으로 총 77,770.8 tCO₂eq을 감축할 수 있을 것으로 추산된다. 세 품목 모두 저탄소인증 제품과 일반환경인

증 제품의 단위당 온실가스 배출량 차이가 커, 저탄소인증 제품을 전환하면 공공조달 부문에서 상당량의 온실가스 감축 효과를 기대할 수 있음을 시사한다.

3.4 경제적 효과 분석 결과

앞서 각 품목의 연간 조달 물량과 단위당 온실가스 배출량을 바탕으로 연간 잠재 감축량을 산출하고, 2025년 1월 기준 국내 탄소배출권 가격과 2025년 1월 평균 EU ETS 배출권 가격을 기준으로 감축량의 경제적 가치를 산출하였다(Table 4 참조).

국내 탄소배출권 가격을 적용한 아스팔트 콘크리트는 저탄소인증 제품으로 전환할 경우, 약 54,448.12 tCO₂eq 감축이 가능하고, 이는 약 511.27백만 원의 국내 탄소배출권 가치로 환산된다. 레미콘은 전환 시 3,895.01 tCO₂eq의 감축 효과가 기대되며, 약 36.56백만 원의 경제적 가치를 지닌다. 콘크리트 블록은 19,427.67 tCO₂eq의 감축이 가능하며, 그에 따른 탄소배출권 환산 금액은 약 182.42백만 원에 달한다. 이처럼 세 품목에 대한 저탄소 전환만으로도 지방자치단체 차원에서 연간 약 77,770 tCO₂eq의 온실가스 감축과 약 730.25백만 원에 가까운 경제적 효과를 창출할 수 있다.

EU ETS의 배출권 가격은 매일 변동하기 때문에, 국내 탄소배출권을 적용한 시점과 동일한 2025년 1월 평균 가격으로 적용하였다. EU ETS의 배출권 거래가격은 2025년 1월의 국내 탄소배출권 가격보다 약 11.5배 높은 가격이다. 2025년 연초 EU ETS 평균 가격은 온실가스 1톤당 71.52유로이며, 당시 평균 유로 가격인 1,505.16원을 적용하여 온실가스 1톤당 107,700원을 기준으로 경제적 효과를 분석하였다.

EU ETS 금액을 적용한 아스팔트 콘크리트의 경우, 저탄소

제품으로 전환될 경우 약 5,864.06백만 원의 경제적 효과가 발생하며, 레미콘의 경우 전환 시 419.38백만 원의 경제적 효과가 발생하는 것으로 산정되었다. 콘크리트 블록은 전환 시 2,092.25백만 원의 경제적 효과가 발생한다.

4. 결 론

본 연구는 2023년 건설자재 조달 구매 내역을 수집하여 총 5,265개의 조달 항목을 품명 기준으로 재정리 후, 연구 대상을 선정하였다. 품명별 금액을 합산한 후 구매액 상위 20개 품목을 선별하였고, 이 중 구매 금액 중 32.44% 비중을 차지하는 아스팔트 콘크리트, 레미콘, 콘크리트 블록을 연구 대상으로 선정하여 전과정평가를 통한 온실가스 배출량을 분석하였다. 조달 구매 내역에는 조달량 정보가 없기 때문에, 한국물가협회의 친환경 건설자재 물가 정보의 조달 단가를 활용하여 조달량을 산정하였다. 전과정평가 소프트웨어인 SimaPro를 이용하여 일반 제품의 제품 단위당 온실가스 배출량을 산정한 후, 이를 물량을 곱하여 품목별 연간 온실가스 배출량을 산출하였다. 일반 제품 구매를 환경성적표지 저탄소인증 제품 구매로 전환하는 것으로 온실가스 감축량을 산정하였다.

2023년 구매량 기준 아스팔트 콘크리트, 레미콘, 콘크리트 블록의 연간 예상 온실가스 감축량은 각각 54,448.12 tonCO₂eq, 3,894.01 tonCO₂eq, 19,426.68 tonCO₂eq로 산정되었다. 세 품목을 합산하면 총 77,768.81 tonCO₂eq를 감축할 수 있다. 전체 조달량의 10%, 20%만 저탄소 제품으로 전환했을 경우의 온실가스 감축량도 산정하였으며, 이에 따른 기대 탄소 감축 효과를 확인하였다. 이는 환경영향평가뿐 아니라, 조달정책 수립에도 직접 활용될 수 있다. 단위당 배출량을 조달 물량과 연계함으로써 전체 배출량 산정이 가능하고, 향후 저탄소 인증제품으로의 전환 시 기대되는 감축 효과도 정량적으로 예측할 수 있다. 유사 제품 간 비교도 가능하여 조달 우선순위를 재조정하거나 공공조달 기준을 개선하는 데에 실증자료로 활용할 수 있다.

저탄소 제품으로의 구매 전환은 단순한 환경적 선택을 넘어 경제적 측면에서도 가치를 창출할 수 있다. 공공조달을 통해 주요 건설자재의 구매를 저탄소 인증 제품으로 전환했을 경우 발생할 수 있는 온실가스 감축 효과와 그에 따른 경제적 가치를 품목별로 산정하였다. 온실가스 감축량을 경제적 가치로 환산하기 위해 2025년 1월 기준 배출권 거래시장의 월평균 KAU 가격을 적용한 결과, 아스팔트 콘크리트의 경우 연간 약 511.27백만 원의 감축 효과가 나타났으며, 이는 전체 품목 중 가장 큰 비중을 차지한다. 레미콘의 감축 효과는 약 36.56백만

Table 4. Economic impact based on Korean emissions trading system and the EU ETS

Product item	Economic impact (KRW million)	
	Korean emissions trading system (K-ETS)	EU emissions trading system (EU ETS)
Asphalt concrete	511.27	5,864.06
Ready-mixed concrete	36.56	419.38
Concrete block	182.42	2,092.25
Total	730.25	8,375.69

원, 콘크리트 블록은 약 182.42백만 원으로 각각 산정되었다. 이들 세 품목을 모두 합산하면, 저탄소 제품 구매 전환을 통해 창출되는 연간 총 경제적 가치는 약 730.25백만 원으로 나타났다. 이는 국내 배출권 거래제도에서 적용된 KAU(한국배출권단위)의 2025년 1월 평균 거래가격을 기준으로 산출되었기 때문에 온실가스감축인지 예산제도나 회계적 측면에서도 탄소 중립 전환에 따른 정당성과 타당성을 입증하는 지표로 활용될 수 있다.

온실가스감축인지 예산제도의 실효성을 높이기 위한 방안으로 녹색조달의 Scope 3 배출량을 포함한 온실가스 감축효과와 경제적 효과를 분석하였다. 저탄소 제품으로의 공공구매 전환은 단순한 친환경 정책이 아니라, 경제적 가치 창출이라는 관점에서 지자체의 재정 운용에 긍정적인 영향을 미칠 수 있다. 향후 후속 연구에서는 본 연구에서 제시된 방법론을 바탕으로 다양한 조달 품목에 대한 전과정평가를 수행하여 조달로 인한 Scope 1, 2, 3 배출량을 평가하고, 이를 바탕으로 구매정책을 추진함으로써 현행 온실가스감축인지 예산제에서 고려되지 않고 있는 배출사업이나 중립사업으로 예산제 적용 범위가 더 넓어지는 것이 바람직할 것이다.

References

1. IPCC. Global Warming of 1.5°C: Summary for Policymakers. IPCC: Incheon (2018).
2. Government of the Republic of Korea. 2050 Carbon Neutral Strategy. Government of the Republic of Korea: Government of the Republic of Korea: Sejong (2023).
3. Government of the Republic of Korea. Nationally Determined Contributions (NDC). Government of the Republic of Korea: Sejong (2023).
4. Chersan, I.C., Dumitru, V.F., Gorgan, C., Gorgan, V. Green Public Procurement in the Academic Literature. (2020).
5. European Commission. Public Procurement: Guidance on Green Public Procurement. European Commission. 1. European Commission: Brussels (2014).
6. European Commission. Buying Green! – A Handbook on Green Public Procurement, 3rd Edition. Publications Office of the European Union: Luxembourg (2021).
7. Government of the Republic of Korea. Enforcement Decree of the Act on the Promotion of the Purchase of Green Products. Government of the Republic of Korea: Sejong (2023).
8. National Assembly Forum on Climate Change. Review and Improvement Measures of the GHG Reduction Cognitive Budgeting System. National Assembly Forum on Climate Change: Seoul (2024).
9. Greenhouse Gas Protocol. Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard. World Resources Institute and World Business Council for Sustainable Development. Greenhouse Gas Protocol: Washington, DC (2011).
10. Korea Road Traffic Research Institute. A Study for Drawing up Guidelines on the Low-Carbon Asphalt Mixture for Applying to Expressway Pavement. Korea Road Traffic Research Institute: Seoul (2011).