Vol. 60, No. 6 (2023) pp. 480-489, https://doi.org/10.32390/ksmer.2023.60.6.480

ISSN 2288-0291(print) ISSN 2288-2790(online)

연구논문

광해방지사업 표준품셈 기반 탄소배출원단위 적용에 관한 연구

곽인호¹ · 김수로²* · 박관인² · 위대형¹ · 이한솔³

'(주)예스오알지 지속가능전략연구소, '한국광해광업공단 기술연구원 기술개발처, '한국산업·건설기계재제조진흥회

A Study on the Application of the Carbon Emissions DB Based on the Standard Quantity per Unit in Mine Rehabilitation Projects

Inho Kwak¹, Soolo, Kim²*, Gwanin Bak², Daehyung Wie¹ and Hansol Lee³

Received

16 November 2023

Final version Received

4 December 2023

Accepted

27 December 2023

Abstract

A KOMIR-included Carbon Emissions DB Based on the Standard Quantity per Unit in Mine Rehabilitation Projects for use in the design of "Mine Rehabilitation Projects as carbon neutral C codes" in the "Guidebook: Mine Rehabilitation Technology in Korea – 2022 Edition Appendix." In this study, a method of utilizing the "Mine Rehabilitation Projects as carbon neutral C codes" was proposed and the applicability of carbon emissions to eight "Mine Rehabilitation Projects" was reviewed through case studies.

Key words: mine rehabilitation projects, carbon emissions, carbon emissions DB, C code for mine rehabilitation projects, application of carbon emissions DB

요약

한국광해광업공단은 2022년에 광해방지사업의 설계시 활용할 수 있는 표준품셈 기반 탄소배출원 단위를 2022 광해방지기술기준에 광해방지사업용 탄소중립 C 코드로 수록하였다. 본 연구에서는 광해방지사업용 탄소중립 C 코드를 활용하는 방법을 구체적으로 제시하고, 8가지 광해방지사업 에 대하여 탄소배출량을 시범 분석을 통하여 적용성을 검토하였다.

주요어: 광해방지사업, 탄소배출량, 탄소배출원단위, 광해방지사업용 C 코드, 탄소배출량 원단위 적용

서 론

온실가스 배출량 증가로 인한 기후변화는 인간에 의한 것임이 명백해졌으며, 기후변화로 인한 피해는 갈수록 심 각해지고 있다. 이러한 지구온난화로 인한 기후변화에 대 응하기 위하여 1992년 브라질 리우데자네리우에서 열린 환경 및 개발에 관한 유엔 회의(UNCED, United Nations Conference on Environment and Development)에서 체결 된 기후변화협약(UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change)을 시작으로 전세계적으

¹YESSorg Co., Ltd., Seoul, Korea

²Technology Research & Development Institute, Korea Mine Rehabilitation and Mineral Resources Corp. (KOMIR), Wonju, Korea

³Korea Remanufacturing Association of industrial Machinery and Construction Machinery. (KRACIM), Gyeongsan, Korea

^{*}Corresponding Author. Soolo Kim, kimsoolo@komir.or.kr, Technology Research & Development Institute, Korea Mine Rehabilitation and Mineral Resources Corp. (KOMIR), Wonju, Korea

로 기후 위기 대응을 위한 다방면의 노력이 시도되고 있다.

IPCC(Intergovernmental Panel on Climate Change)에서 발표한 '지구온난화1.5°C 특별보고서(SPECIAL REPORT: Global Warming of 1.5°C, 이하 SR15)에 따르면, 산업화이전 수준 대비 현재 전지구 평균온도는 약1.1°C 상승하였고 온실가스 배출이 현재 수준으로 지속될 경우1.5°C 지구온난화 도달 시점이 예상보다 더 빠를 것으로 예측하였다(IPCC, 2018). 또한, 이러한 기온 상승폭을 1.5°C 이하로 제한하기 위해서는 2030년까지 2010년 대비 최소 45% 감축이 되어야 하며, 2050년 경에는 순배출량을 0(Net-Zero)으로 하는 탄소중립 상태가 되어야 한다고 분석했다.

탄소중립은 온실가스 배출량을 획기적으로 줄이고, 남은 온실가스는 흡수나 제거하여 실질적인 배출량이 "0" 수준 으로 낮추는 것을 의미하며 전 세계 각국에서는 탄소중립 을 위한 목표를 자체적으로 수립 및 선언하고 장기저탄소 발전전략(LEDS, Long-term low greenhouse gas Emission Development Strategies)을 수립, 감축 목표 설정을 위한 로드맵 등을 발표하고 있다.

우리나라도 기후위기의 심각한 영향을 예방하기 위하여 온실가스 감축 및 기후위기 적응대책을 강화하고 탄소중립 사회로의 이행 과정에서 발생할 수 있는 경제적·환경적·사회적 불평등을 해소하며 녹색기술과 녹색산업의 육성·촉진·활성화를 통하여 경제와 환경의 조화로운 발전을 도 모함으로써, 현재 세대와 미래 세대의 삶의 질을 높이고 생태계와 기후체계를 보호하며 국제사회의 지속가능발전에 이바지하는 것을 목적으로 「기후위기 대응을 위한 탄소중립・녹색성장 기본법」(약칭: 탄소중립법)을 제정하여 운영중이다. 이에 따라, 2050년까지 탄소중립을 목표로 하는 국가비전과 전략을 수립하였고, 이를 지원하기 위한 다양한 정책을 펼치고 있다.

우리나라의 공기업, 준정부기관, 공공기관 등 역시 정부 정책기조와 전세계적인 탄소중립 흐름에 따라 자체적으로 탄소중립 추진 방안을 발표하는 등 기관별 활동 영역에 적합한 다양한 전략을 수립하여 추진중에 있다. 한국광해광업공단은 「한국광해광업공단법」제1조에 따라 광산피해의 관리 및 광물자원 육성ㆍ지원으로 광산지역의 경제활성화와 광물자원의 안정적 수급을 도모하기 위하여 설립된기관으로 광해방지를 위한 다양한 사업을 수행하는 기관이며, 「기후위기 대응을 위한 탄소중립ㆍ녹색성장 기본법」제26조 및 같은 법 시행령 제17조에 따라 공공부문 온실가스목표관리를 수행하는 기관으로 지정되어 있다. 하지만, 조직경계 내에서 탄소배출량을 줄이기 위한 노력에는 한계가 있으며, 탄소중립을 위하여 LCA(Life Cycle Assessment) 기반으로 한국광해광업공단이 추진하는 사업의 투입되는 재료 생산부터 시설물의 해체 및 폐기까지 전과정에 대하

여 탄소배출량을 산정하고 관리해야 할 필요성이 지속적으로 대두되고 있다.

한국광해광업공단에서 수행하는 사업인 광해방지사업에서 발생되는 탄소 중 상당 부문은 각종 건축재료를 시공한 뒤 사용, 유지관리 및 폐기단계에서 발생하는 내재탄소 (embodied carbon emissions) 또는 원자재나 건설 공정 과정 중에 발생하는 "업프론트(upfront) 탄소"가 약 95% 정도 차지하는 것으로 알려져 있다(Kim et al., 2022).

광해방지사업을 총괄하여 탄소배출량을 정량화하는 연구는 2021년 광해방지사업에 적합한 탄소배출량 산정 방법 마련을 시작으로(Kim et al., 2021), 2022년에는 광해방지사업의 설계시 활용할 수 있는 탄소배출원단위를 표준품셈 기반으로 도출하였다(Kim et al., 2022). 이에 따라, 해당결과물 기반으로 광해방지사업의 설계시 활용할 수 있는 표준품셈 기반 탄소배출원단위를 2022광해방지기술기준에 광해방지사업용 탄소중립 C 코드로 수록하였다(KOMIR, 2022).

따라서, 본 연구에서는 한국광해광업공단의 주요 활동인 광해방지사업에 대하여 광해방지사업용 탄소중립 C 코드를 활용하는 방법을 구체적으로 제시하고, 8가지 광해방지사업에 대한 탄소배출량을 산정하여 비교 분석하고, 개선 방안을 제안하였다.

광해방지사업 탄소배출량 산정 방법

광해방지사업 전과정 탄소배출량 산정 방법

일반적으로 탄소배출량을 정량적으로 산정하는 방법은 직접적인 조직·경계(사업장, 기업 등)에서 배출하는 탄소를 관리하는 방식(온실가스 인벤토리 등의 총량관리)과 사업단위의 전 과정(life cycle)을 통해 해당 사업의 내재탄소 및 업프론트 탄소(scope 3: 사업장외에서 건설자재 생산에 의해서 배출이 대표적이며, 감축의무대상 아님)를 포함·관리하는 방식이 있다. 이중 총량 관리 방식은 국가 또는 조직이 당해연도 기준 온실가스 배출량을 산정하여 매년 감축 목표를 달성하기 위한 수단으로 활용되는 것이고, 사업단위의 전과정을 통해 탄소배출량을 산정하고 관리하는 방식은 제품의 Life cycle을 고려하는 것으로 생산 단계에서 배출량이 늘었다고 하더라도 사용 및 폐기단계에서 탄소를 감축하면, 전체 탄소배출량은 감소할 수 있으므로, 탄소중립 활동에 더 적합한 탄소배출량 산정 방법이라고 할수 있다.

광해방지사업은 추진 절차별로 사업계획과 기초조사는 한국광해광업공단이 수행하고, 세부 사업의 설계와 사업 활동은 전문광해방지사업자가 추진하는 구조이므로, 조 직경계기반의 총량관리 방식보다 사업하나의 life cycle을

Table 1. Estimation methods of GHGs emissions for Mine reclamation Projects

	Category	Composition							
	Assessment target	Assessment target and method definition							
	Assessment of life cycle	• Life cycle definition, method							
Scope and boundary	Target greenhouse gases	Consideration of the kinds of greenhouse gases							
definition	Assessment scope of life cycle	• Life cycle definition by assessment scope and target, method							
	Identify source	• Direct emissions, Indirect emissions, other indirect emissions separated by sources calculations							
Data collection	Data collection	Data collection of life cycle for carbon emissions calculations							
and analysis	Data analysis for emissions calculation	• Input analysis for emissions analysis							
Carbon	Emissions formula definition	Construction stage: carbon emissions formula according to input materials, equipment usage Operation stage: carbon emissions formula according to utility usage Demolition and recycling stage: carbon emissions formula according to waste transportation							
calculation	Connection with carbon emissions factor	Connection with materials DB and energy DB							
	Carbon emissions calculation	Calculations of life cycle carbon emissions							
	Cut-off level for data analysis	Cut-off level setting for life cycle							

Table 2. Calculation of the life cycle of GHG emissions and the applicable DB for Mine reclamation projects

Life cycle stage	Calculation items	Equation	Applicable data		
	Material input (ton, m ³ , etc)	Work amount (unit) \times Material inputs (ton, m ³ /unit)	Estimation system of Design / Calculation basis		
	Energy usage due to equipment usage (L)	Work amount (unit) / amount per hour (unit/hr) × fuel efficiency (L/hr) or Work amount (unit) × Equipment usage time(hr/unit) × fuel efficiency (L/hr)	Select according to the calculation method in the estimation of design Only for diesel or gasoline		
Construction	CO ₂ emissions due to material input (tCO ₂ -eq)	Σ [Material input (kg, m ³ etc) × Emission coefficient (tGHG(CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O)/kg, m ³ etc) × GWP]	"National LCI DB, UNEP-GLAD DB ^{a)} , Ecoinvent DB etc can be applied		
	CO ₂ emissions from equipment use (tCO ₂ -eq)	Σ[Energy usage(kWh, m³ etc) × Permutations(MJ/kWh, m³ etc) × Emission coefficient (tGHGs (CO ₂ /CH ₄ /N ₂ O)/TJ) × 10 ⁻⁹ × GWP]	National calorific value ^{b)} and IPCC 2006 calorific amount ^{c)} can be applied. The basic emission coefficients by fuel and greenhouse gas in the mobile combustion (road) sector may be applied.		
Operation and maintenance	CO ₂ emissions from energy use (tCO ₂ -eq)	Same as CO ₂ emissions due to construction-stage equipment use	The emission coefficient for power uses the nationally unique power emission coefficient.		
End of life	S	ame as CO ₂ emissions due to construction	n-stage equipment use		

a) UNEP-GLAD: Global LCA Data Access.

b) Energy Law Enforcement Rules.

c) GWP: IPCC (2006) Guideline.

기반으로 각 단계 사업별로 전과정 배출량 산정 방식이 타당하다.

광해방지사업의 전과정 탄소배출량 산정 방법은 광해 방지사업의 세부사업별로 사업 추진절차와 RICS(Royal Institution of Chartered Surveyors)의 "Whole life carbon assessment for the built environment(WLCA)", 즉, EN 15978과 PAS(Publicly Available Specification) 2080에 서 제시한 탄소 배출원과 관리대상 온실가스의 범위를 선 정하고, 국토교통부의 "시설물별 탄소배출량 산정 지침"에 서 제시한 국내 건설공사 시 수집해야 하는 데이터 수집 목 록과 방법을 준용하여 life cycle 단계를 구분하여 분석하고 자 하는 사업에 대하여 Table 1과 같이 평가범위 및 경계설 정, 활동 데이터 수집 및 분석 그리고 탄소배출량 산정이라 는 3가지 단계를 거쳐 산정한다(Kim et al., 2021). 탄소배 출량 산정 단계에서의 시공, 운영, 폐기 단계별 산정식 및 활용자료는 Table 2와 같으며 대상사업의 설계내역서를 기 반으로한 자재투입량, 장비사용량의 자료를 바탕으로 산 정한다.

광해방지사업용 C 코드 활용 탄소배출량 산정 방법

광해방지사업과 같은 토목공사 위주 활동이 주를 이루는 사업은 공사 및 세부 공종의 수가 많고 모든 건설 활동에 대한 탄소배출계수를 직접 연계하기에 어려움이 있으므로, 공 사별 또는 공종별 탄소배출량 표준원단위(Carbon Emissions DB Based on Standard Quantity per Unit)를 구축하여 관 리하는 것이 필요하다(Kim *et al.*, 2022).

공사별 또는 공종별 탄소배출량 표준원단위란 광해방지사업 설계시 설계내역서를 작성하기 위하여 제공되는 표준품셈을 활용하여 표준품셈내 공종별로 자재, 장비 등이 투입된 기본 작업 단위당 탄소배출원별 탄소배출량을 1단위작업당 산정해둔 데이터베이스이다. 이러한 공종별로 구축된 탄소배출원단위를 활용하면 직접적으로 탄소배출량산정에 필요한 자재 투입량, 장비 사용량 등의 물량을 계산할 필요 없이 해당 공사명이나 공종명, 규격 등이 일치하는 탄소배출원단위를 활용하여 필요한 부분에 대한 탄소배출량당을 쉽게 산정할 수 있다.

즉, 2.1에서 제시한 탄소배출량 산정 방법과 Table 2의 건설단계 탄소배출량 산정 방법 중 자재투입량과 장비 사용량에 따른 배출계수 연계의 과정을 통하여 공종별로 원단위가 구축되어 있다면 식(1)과 같이, 공종별 탄소배출 원단위에 내역별 작업량을 곱하는 과정만으로 탄소배출량을 간단히 산정할 수 있다.

Work amount (unit) × Carbon Emissions DB Based on Standard Quantity per Unit (CO₂e/unit) (1)

Where, Work amount: Quantity of work by construction type in the design statement
Unit: Basic units such as m³, m², m, kg, ton, EA,
Etc.

전술한 바와 같이, 한국광해광업공단은 "탄소중립을 위한 광해방지사업 공종별 이산화탄소 발생량 분석 및 평가연구"(2021~2023)를 통하여 2021년도에 광해방지사업에 적합한 탄소배출량 산정 방법을 제시하고, 2022년에 광해방지사업별 설계과정에서 탄소배출량을 정량적으로 쉽게 산정할 수 있도록 탄소배출량 원단위를 광해방지사업 표준품셈 기준으로 구축하였으며, 그 결과를 "광해방지사업용 C 코드"로 구분하여 2022 광해방지 기술기준 부록 6에 수록하였다.

광해방지사업용 C 코드는 탄소배출량을 산정하기 위한 배출계수로 Fig. 1에 나타낸 것과 같이, 광해방지사업에 투입되는 자재 600개의 탄소배출계수(KOMIR-M-0001~0600), 장비 492개에 대한 탄소배출계수(KOMIR-E-0001-0492), 그리고 광해방지시설 표준품셈 기반 공종별 탄소배출 원단위 3,755개(KOMIR-C-0001~3755)로 구성되어 있다.

따라서, 광해방지사업 탄소배출량 산정한 표준품셈 기반 탄소배출원단위는 광해방지사업용 C 코드라고 할 수 있으며, 이 C 코드를 활용하면, 식(2) 및 식(3)과 같이 탄소배출 량을 산정할 수 있다. 즉, 탄소배출 C 코드와 공종을 매칭할 수 있으면, 별도의 자재, 장비에 대한 사용량을 계산하지 않고도 탄소배출량을 산정할 수 있다.

 CO_2 Emissions form Work = Work amount (unit) \times C code for Mine Rehabilitation Projects (2) $(CO_2e/unit)$

Where, Work amount: Quantity of work by construction type in the design statement
Unit: Basic units such as m³, m², m, kg, ton, EA,
Etc.

 CO_2 Emissions form Mine Rehabilitation Projects = ΣCO_2 Emissions from Work (3)





단위 유형 <u>전소제화(NigODy/unit)</u> 지대해를 참비해를 함께

任中 교 부분 공사 공사오 공사의 공사 서부경종

부록 4. 광해방지사업용 탄소배출 원단위

													KOMIR-C-0061	8846	가살병사				24060000000	MCS/INSIDE		44(10)	00000	0002100	G00,E+00
								_			###Kin00	A-std	KOMR-C-0062	*845	71484				건축물현상생리	MAX	-	4400	0.00 E-00	QOD FHOD	0.00.E+00
원단위 코드	부분	공사1	공사원	공사3	공사4	APP 200		단위	유럽	XIZB60	2HH0	824	KOMIR-C-0063	384E	가설용사				46646460 46646660 46646660	発性可分 分(6000)	1	장비	Q0QE-00	598.E-08	598,848
KOMR-C-000	-				_		842/6412/84	-	20.00	OM Fred	0003+00	0007+00	KOMB-C-006	2848	7984		-	-	469548484	60+346	-	2001100	omeo	omeo	Q00,E+00
	8848	가실용사			· ·	가실식무실		*					KOMIR-C-006	#84E	가설용사		- :-	-	48784944	25454E7	滑血		QUID-00	1302900	1,30,2+00
KOMR-C-0002	8845	가설용사				가설장고	참세조선시 12개설	12	44(44)	QME-00	G00,E+00	Q00.E+00		8845	가설용사		-	-	46/10/10/	200×5150×1000	711	494.840	OWE-00	GOD FHOD	G00,5+00
KOMIR-C-0008	공동부분	가설용사				가설사무실	본타이너영3×2.4×2.6m),3개념	7	제대(영비)	0.00.E+00	Q00,E+00	Q.00LE+00	KOMR-C-0067	2840 2840	71004		_	•	*******	12/99	780	40050	QMEO	Q00,FH00	QCQ.E+00
KOMIR-C-0004	8848	가설봉사				가십시무실	전투이너행6×3×2.6m),3개월	7	제대(영비)	Q002E+00	Q00,E+00	Q00E+00									782				
KOMIR-C-0005	공동부분	가실용사				가설식무실	전략이라행6×3×26m),6개열	7	मग्रासन	OWF-00	G00.E+00	Ø007E+00	KOMIR-C-0068	3846	가설용사				인데소운반	佐みず やまき	le.	20(9)0)	0.001E+00	G002E+00	0,00,E+00
KOMIR-C-0006	공동부분	가설용사				가설식무실	본테이터행6×3×2.6m),12개별	71	제시(영리)	Q00_E+00	G00,E+00	Q01E+00	KOMIR-C-0069	8845	가살병사				연하소운반	현망목모사하(제상되다)	Ħ	*PK(1/10)	Q00,000	00032900	0,00,E+00
KOMR-C-0007	공용부분	가설용사				가설시무실	콘테이터행(6×3×2.6m),24세월	7	제4(생비)	0.002.E+00	Q00,E+00	Q001E+00	KOMIR-C-0070	공용부분	가설생사				연락소운반	ઇકપા નંત્રન	E E	44(50)	0.0010-00	G0025+00	Q00,E+00
KOMIR-C-0008	공동부분	가설용사				가설식무실	전략이너행9×3×2.6m),3개월	71	제대(영비)	0.001E+00	Q00,E+00	Q00E+00	KOMR-C-0071	공동부분	가설용사				인력소운반	현장내 자갑다	1	49(10)	Q.00LE+00	000EH00	0.00.E+00
KOMIR-C-0009	8848	가실용사				가설식무실	전략하나병(5×3×2,6m),6개념	71	44(94)	Q002E+00	Q00,E+00	Q001E+00	KOMIR-C-0072	3846	가설봉사			•	考验	18	4	49(10)	0.00.E+00	000E+00	0.00.E+00
KOMR-C-0000	8848	가설용사				가실적무실	콘테이니행9×3×2.6m),12개설	7	44(94)	0.002,E=00	G00,5+00	Q002E+00	KOMIR-C-0073	공동부분	黑岩中				모사원위	190	H.	49(50)	Q00,1900	COOLEHOD	0.00LE+00
KOMR-C-0011	3872	가설문사				764444	2401189×3×2.6m),2499	75	4430	Q00_E+00	Q00,E+00	Q00E+00	KOMIR-C-0074	공용부분	도장사				디파기	보사인적	H.	神代性の	0.0010-00	CONTHOO	0.00LE+00
KOMR-C-0012	3875	가설문사				76444	254014912×3×2,6m),3/99	71	44(30)	0.00.E+00	Q00,E+00	Q(0)E+00	KOMIR-C-0075	3845	도공사				59427	호사인적	1	44(50)	Q00,E+00	000,E+00	0.00LE+00
KOMB-C-0013	2572	가실분사				79494	25400-19012.x3x2.6e4.6/98	75	44(90	omero	0002+00	ome+m	KOMIR-C-0076	3846	584				전도처리	도사인데	-	49(50)	Q00,E+00	Q00,E+00	0,00,E+00
KOMB-C-0014	8845	75584		-	-	79474	2491-1902×3×26e),12/99	71	44(94)	OM/HO	G002+00	Q00,E+00	KOMIR-C-0077	2870	284				인비효다지기	보석 인터, 설보부터30cm	- 11	49(t)(t)	Q00,E400	G00,E+00	G00,E+00
KOMR-C-0015	3845	가설용사				76474	240141012×3×2.6ml,24/19	71	4430	000 F+00	000,5+00	Q00,E+00	KOMIR-C-0078	8878	2.84				축구목당기	\$4.98		44000	QCD FHOD	om#o	0007+00
KOMR-C-006	3878	71684	-	-	-	76494	5/4014802×3×26e).49/88	74	4430	0005-00	000E+00	Q00,E+00	KOMR-C-0079	#848	234				3-M5444	2498	1	44(10)	Q00,E+00	QCD,F+CD	0.00.E+00
KOMR-C-0007	2845 2845	가설문사	-	-	-	7692 2	290-196×3×26m,399	7	44.90	OWE-00		Q00E+00	KOMIR-C-0000	2870	584				9495404	소청장에(제문이센도)	-	24	om E-m	3.79.E-02	3.79.E-02
			_	-	<u> </u>			-					KOMR-C-0001	4840	284	-	-	-	7889939	소영상에(제도이영도)	-	24	Q00,000	379,8-02	379,8402
KOMIR-C-0018	8845	가실용사	-:-	-	· ·	가실장고	299196×3×26n),699	71	44(84)	Q00_E=00	G00.E+00	Q00E+00	KOMIR-C-0082	#87E	284		-	-	Water Strated	ACOME.	-	84	000000	2002-02	200,5-02
KOMR-C-0019	공용부분	가설용사	_			가설탕고	본테이터행6×3×2.6m),12개월		제시(영리)		G00,E+00		KOMIR-C-0083	8845	234		<u> </u>	_	기소자갑자성	제대에도	-	장비	00000	2.77.5-02	277.5-02
KOMIR-C-0030	공동부분	가설용사				가설탕고	콘테이너형(6×3×2,6m),24개월	71	제4(장비)	Q002E+00		Q00E+00			584	-			기본적단지점	제도이에도 제도이에도	+ 5		QMEO		
KOMIR-C-0021	공동부분	가실용자				가심장고	2040中1號9×3×2.6m),3相報	7	제기(영리)	OWF-00	0.00.E+00	@00E+00	KOMIR-C-0084	3846				•				장비		3.13.5-02	313.6-02
KOMIR-C-0022	8848	가실용사				가실받고	전투아(행9×3×26m),6개월	1	44(94)	0001900	G00,E+00	CO13200	KOMR-C-0085	*846	284				설보였고(12)	54	- 1	장네	0.001E+00	8,87,8-08	8,87,848
KOMR-C-0023	공용부분	가설용사				가설장고	콘테이터행9×3×2.6m),12세점	71	제4(생비)	Q00_E+00	Q00,E+00	Q001E+00	KOMIR-C-0086	8845	모장사			•	정도연고(2)	중화함	Ħ	장미	Q00,E400	266.8-02	2668-02
KOMIR-C-0024	공동부분	가설용사				가설탕고	본테이터행9×3×2.6m),24개념	7	제대(생비)	0.00.E+00	Q00,E+00	Q.001E+00	KOMIR-C-0087	공용부분	도장사				정도연고도기	선명	ď	장미	Q0QE-00	9,70,5-02	9,70,5-02
KOMIR-C-0025	공동부분	가설봉사				가실장고	2999118(12×3×2,6m),398	71	제제(영비)	0.001E+00	Q00,E+00	Q00E+00	KOMIR-C-0088	공동부분	도공사				성보면고리기	54	n nd	장비	0.00.E+00	532E-08	532,648
KOMIR-C-0026	8848	가실봉사				가실장고	본테이터병(12×3×2,6m),6개념	71	제미(영미)	OWE:00	G00.E+00	Q001E+00	KOMIR-C-0099	3846	도본사				北京の名中公司	블루시	#	장비	0.00.E+00	1.10.E-01	1.10.E-01
KOMB-C-0027	4848 4848	가성공사				가성받고	お40年1902×3×2.6m入12年報	24	44(94)	0.00.E-00	G00,E+00	Q00E+00	KOMIR-C-0090	중등부분	交替件				2000000000	보장도용에	m	44	5,38,E-01	COOLEHOO	538,8401
KOMR-C-0028	공동부분	가설문사		-		가설탕고	콘테이터행)2×3×2.6m),2/개념	71	제4(장비)	Q00_E+00	Q00,E+00	Q00E+00	KOMR-C-0091	공동부분	도봉사				핫마운넷다림	MS284	nf.	장미	QOLE-00	365,5-02	365,5402
KOMR-C-0029	3575	가설문사				가설탕고	전4이너행12×3×2.6m),48명됨	71	44(94)	Q00_E+00	Q00,E+00	Q00E+00	KOMIR-C-0092	3845	도공사				방계하는	일목본수도,50~60%	- 2	장비	0.00.E+00	1,09,5-08	1.09.5-08
KOMIR-C-0090	8848	가실봉사				시센트왕고	290196×3×26n),699	75	44(90	00029-00	0002+00	Q00E+00	KOMIR-C-0093	3846	584				48	나무는이번군처음	-	장비	Q.00,E+00	1.05.E-08	1.05.6-08
KOMR-C-001	8848	75584				000000000000000000000000000000000000000	H2-fm×W2.0m,12/99	m	74	VIST-00	1,42,8-02	\$18,0±00	KOMIR-C-0096	2872	584				당면고르기	2,000ervite	nf.	장비	0.00.E+00	1.11.15-05	1.11.8-05
KOMR-C-0032	2572	가설문사				RCRRS-SPRINGS	H2.4mxW2.0m.24/99	- n	74	475.FH01	1425-02	475.E+01	KOMIR-C-0095	공동부분	모장사				양연고조기	200-683-400-689		정비	0.00,5:00	7,75,8-06	7,75,8-04
KOMIR-C-0033	3875	가설용사	-	-	-	76250404	H-Sm/4EN	<u> </u>	30	Q00,F+00	398.E-02	398.E-02	KOMR-C-0096	8898	234				당연고로기	4mmets-6mmets	1	24	QCD FHOO	5,95,8-04	595,844
KOMB-C-0036	257E	7554	-	-	-	7989491	Hon/400	-	장비	0002900	158E-02	1,58,8402	KOMIR-C-0097	8846	도공사				swizeri	6,000ePt3-8,000ePt5	-	장비	Q0QE-00	483.E-04	483.E-04
		75084	<u> </u>	<u> </u>	<u> </u>	79869604		_		Chicago de			KOMIR-C-0008	3846	284				99.257	smeki-nmeki	10	24	OME-00	406E-06	406 E-06
KOMIR-C-0035	8848						H=im/ICB	m	장미	OWE HOD		3,98,8402	KOMIR-C-0099	4840	284	-	-		84207	2000v99	-	84	0.00,000	5.16.E-08	5168-03
KOMIR-C-0036	8845	가실용사				792504924	H=fm/FE'®	m	정비	OWF-00	158,8402	1,58,8402	KOMIR-C-0000	#84#	284	-	<u> </u>	_	86227	2.000/19/99/99/04:0	-	84	amen	1865-08	1865-08
KOMR-C-0087	공용부분	가설용사				호롱구선등	바람구선들	脞	자체	656E+00	Q00,E+00	656E+00	KOMIR-C-0000		도본사	- :	- : -	-	전반고도기 전반고도기	2,000e9999999999 2,000e999-4,00e989	- 5		Q00,000		
KOMIR-C-0038	공동부분	가설용사				보충구선분	수평규준함	松	재	9.17.E+00		9.17.E+00		공용부분				_			=	장미		3,59,5-08	359,548
KOMR-C-0039	8848	가실용자				수영구선등	병구선원	推负	자체	9.17.E+00	G00,E+00	9.17.E+00	KOMIR-C-0002	3846	토공사		· ·		전면교로기	4,000ePt3-6,000ePt5		장비	Q00,E+00	276E-08	276.5-08
KOMIR-C-0040	8848	가실용사				수영구선등	취공선원	准金	자체	1.44E+01	000E+00	1.44E+01	KOMIR-C-0003	3846	토공사				전면고리기	6,000ents'-8,000ents	#	장비	000E00	224.5-08	2245-05
KOMIR-C-0041	생생부분	가설용사				경관등하다	3/14(2.5mPM	8/≥	자배	7,63,E-01	Q00,5+00	7.63.5401	KOMER-C-0004	8846	모본사				전면고르기	8,000±932-10,000±955	Ħ	장비	0.00.E-00	188,5-05	1,88,846
KOMR+C+0042	공동부분	가설용사		-		경관등하다	3/88/2.5m#24~3.5m9/#	₹/#	자배	7.63.E-01	Q00,E+00	7.63.5401	KOMIR-C-0005	8872	모장사				불투기	영수기Le150mm	hr	장미	00000	1,27,5+00	1,27,5+01
KOMR-C-0043	공동부분	가설용사		-		강한동아리	3/863.5mt24-4.2m9/4	8/1	자제	7,63,E-01	Q00,E+00	7.63.5-01	KOMIR-C-0006	공동부분	도공사		-		불투기	설치릿운반	准公	44(50)	Q00,E+00	G002E+00	0.00LE+00
KOMR-C-0044	8848	가실봉사				강한동아리수평면경제	3/11/19/0/m///	*	재	9.05,E+00	Q00,E+00	9.05.E+00	KOMIR-C-0007	공동부분	조정봉사				관다분임	- 24	of a	자체	Q00,E400	5.32.E-08	5328-08
KOMIR-C-0045	8872	가실용사				장관등이라수병연결제	3年記事配6m2年~G8m9時		지배	9.05,E+00	G00.E+00	305E+00	KOMIR-C-0008	3846	조정봉사				잔다분임	84	Ħ	74	Q004EH00	1.01.8-02	1.01.6-02
KOMIR-C-0046	공동부분	가설문사			٠.	강관등마리수병연결제	3/14/9/0.8m2/4	1	74	9/5.FH00	G00,5+00	905,E+00	KOMIR-C-0009	8872	조정생사				호류통파살보		nf.	44	1,25,0-01	6962-06	1,26,8-01
KOMR-C-0047	2572	71584			١.	Andread	3/94.10m/dd	7/1/	4499	000E+00	Q00,E+00	Q(0)E+00	KOMIR-C-0110	공용부분	조정생사				부동식제	8cm	본	44	1,27,5-01	00025+00	1,27,5-01
KOMR-C-0048	2846 2846	71684	- : -	- : -	+ :-	2004	3/94.00000	878	제제(전략) 지배	8687900	0002+00	8.66.E+00	KOMR-C-0111	2840	2354				부동식제	10cm	2	44	1,27,E-01	Q00,F+00	1,27,5-01
KOMIR-C-0049	2845 5845	가설문사	H:	<u> </u>	+ -	2044	6/9/10/00/04 6/9/10/00/04	1.5	74	8/8E00		8.65.E+00	KOMIR-C-0112	3846	조정봉사				75544	8cm	2	74	1,27,E-01	omero	1,27,5-01
			H :	H :	H :	2014			74	SALFO	0002+00		KOMIR-C-0113	2840	2384	-	<u> </u>	-	268844	Sen	2	74	1,27,8-01	omero	1,27,840
KOMIR-C-0090	공동부분	가실용사	<u> </u>	_	<u> </u>		12/194,11+10mPM	#				8.65E+00	KOMIR-C-0014	#84E	고정당사	<u> </u>	<u> </u>	-	1045414	2-524	2	44	1,27,8-01	0002900	127,5-01
KOMR-C-0051	공용부분	가설용사				01E438944	34% holim	4	자체	Q00_E+00		Q01E+00	KOMIR-C-0014	8845	고정성사 조정성사		<u> </u>	•	संस्कृतस्य अस्यस्य	2-52-9 8m	2	74 74	1.27.E-01	GOODE+CO	1,27,5-01
KOMIR-C-0052	공동부분	가설용사		· ·	<u> </u>	01E438994	3/HL\m\(100)	4	자체	0.001E+00	Q00,E+00	Q00E+00					<u> </u>								
KOMIR-C-0053	공동부분	가설봉사				가섭세단	정부점3개점(H6m의하	*	자체	1.83.E+02	G00.E+00	1.83.E+02	KOMIR-C-0016	3845	조정공사		<u> </u>	-	द्वपन्य	10cm	*	74	1.27.E-01	G00,E+00	1,27,5-01
KOMIR-C-0054	8848	가실봉사				가심제안	정시법6개립(H-6m)이라	Ħ	자비	305EH02	G00.E+00	305E+02	KOMIR-C-0017	3846	조정봉사		· ·		7-65/88/04	2-389	*	자개	1.27.E-01	G002E+00	1,27,6-01
KOMIR-C-0055	공용부분	가실용사				93991391		Ħ	자매	506,5-02	G0025+00	5.04.842	KOMIR-C-0118	공동부분	조정봉사				문이색시계	8cm	*	74	1,27,E-01	G002E+00	1,27,8-01
KOMIR-C-0056	공동부분	가설용사				1999/21991	연락+크레인	· ·	재	504E-02		7.86.5402	KOMIR-C-0119	8845	조정병사				거작보기		Ħ	44	1,55,E-01	000,5+00	1,55,8-01
KOMIR-C-0057	공동부분	가설용사		-		병원병설의	eleptinge)		자제	3.78 F-01	235.E-02	401.F-01	KOMIR-C-0120	공용부분	조정봉사			-	AND CONTROL OF THE PERSON NAMED IN CONTROL OF THE PERSON NAMED	北平各中公里+ 不明显了	1	44	280E-01	696.E-04	281.5-01
KOMIR-C-0058	2572	가설봉사				병단병합기				_	_				1		_	_)	₹4.003-07m	φ	44	1.27.E+00	Q00,E+00	1,27,E+00
KOMIR-C-0099	8845	가실봉사				20842				\subseteq	\oplus	150	196 🗸	595	(595)	/ 626)	\bigcirc	\bigcirc	-	24,190.8~1.1m	φ	74	1.27.E+00	G002E+00	1,27,E+00
KOMIR-C-0000	8845	가살용사	-	-	H :-	25849			-N2	\circ		130		353	(555)	520)		()		24003×003	4	74	635E-01	0002900	635,840
moral*C*000	work:	-14011				CHRES.													_		_				

Fig. 1. C code for Mine Rehabilitation Projects (Komir, 2022).

광해방지사업용 C 코드 활용 탄소배출량 사례분석

사례 분석 개요

광해방지사업용 C 코드를 활용하여 모든 광해방지사업에 탄소배출량 산정 및 분석의 가능 여부를 판단하기 위하여 사례 분석을 실시하였다. 광해방지사업은 『광산피해의 방지 및 복구에 관한 법률』제11조(광해방지사업 범위)에 따라 광해방지사업의 범위를 명시적으로 규정하고 있다. 따라서, 사례분석 대상은 관련 법률에서 규정하는 대분류 9개 사업에 대하여 기초자료를 수집하여 수행하였고, 광산 GIS 사업(정보화) 사업은 GIS 및 소프트웨어 등 정보화관

련 사업으로 다른 8개 사업과 달리 토목공사의 특징을 가지지 않으므로 내역서 기반의 광해방지사업용 C코드 활용이불가능하여 분석 대상에서 제외하였다.

기초자료는 해당 사업의 대표성을 확보하기 위하여 광해 정보종합시스템 및 한국광해광업공단의 각 사업별 실무사업부서와 협의를 통하여 사업분야내 대표공정이 포함되어 있으며, 설계 준공이 완료된 사업을 대상으로 2023년 기준 5년이내 시행된 사업을 중심으로 분석 대상을 선정하고 설계·준공내역서를 수집하였다. 세부 분석 대상 사업은 8개분야 15개 사례로 Table 3과 같다.

Table 3. Overview of a case study of CO₂ emissions calculation by the mine reclamation projects

Project	A place of business	acronym	Year	Construction costs (hundred million won)	Material cost (million won)①	Main Work		
Waste Stone Loss	Omyakorea	OM	2018	2.33	74.51	Retaining wall		
Prevention Project	SAMPYO	SP	2022	7.01	204.88	Erosion control facilities (retaining wall etc.)		
Prevention of Loss of Tailings	Goseong mine	KS	2019	7.87	348.38	Structure work, HDPE, water-stop work		
Prevention of Ground Subsidence project	Gwanhan-ri	КН	2019	9.15	154.56	Mortar changing, barrier		
Pollution water quality improvement project	Waryong Coal mine	WR	2018	108.62	4,711.70	Demolition, installation work, appurtenant work (control, electricity, waste) etc.		
Soil Improvement and Restoration Project	Jeonbo mine	JB	2019	16.03	513.64	Soil improvement (overburden, stabilization) etc.		
	Asiacement	AS	2020	28.08	805.22	Dust cover		
	Ssangyong Cement Donghae Plant	SYD	2020	3.73	95.63	Dust collector		
Prevention of Dust	EF	EF	2020	1.01	46.56	Automatic Tire Washer		
Scattering project	Hallacement	HL	2021	28.69	-	Conveyor cover		
	Gangwonmaterial	GW	2019	2.44	86.73	Dust barrier		
	Ssangyong Cement Donghae Plant	SYD	2018	0.62	107.07	Noise barrier		
Demolish of waste facilities project	Bongyang Coal mine	BY	2020	2.91	32.96	Demolition, service (waste, scattering, inspection])		
Forest restoration	Dongwon Coal mine	DW	2020	21.02	636.20	Earth work, Structure work, Revegetation Measures		
project	Donghae Coal mine Zone 2 Section 1.2	DH	2022	17.72	444.37	Slope Protection (Design Book 1 type)		

사례 분석 결과

8개 사업 유형, 15개 사업에 대하여 탄소배출량 산정 결과를 해석하는데 있어, 사업별 배출 총량을 비교하는 것은 사업의 특성과 투입된 공사비가 다르기 때문에 의미가 없다. 즉, 8개 사업간 상호 비교가 아닌 사업내 설계 요소 변경에 따라 탄소배출량의 변화도 분석이 필요하며, 공법의 변경 및 재료의 변경에 따라 공사비가 달라지기 때문에 투입된 재료비 대비 탄소배출량을 기준으로 원단위를 산정하여 상호 비교하는 것이 필요하다. 그리고, 광해방지사업용 C코드를 적용하여 탄소배출량을 산정하였을시, 현재 광해

방지사업 표준품셈을 기준으로 작성된 C 코드가 설계시고 려된 모든 내역에 대해서 산정할 수는 없는 한계가 존재하 므로, 탄소배출량 산정 후 상호 비교시 Cut-off 룰이 동일한 기준에서 분석이 필요하다. 따라서, 사례분석 결과 해석은 다음과 같은 기준에 의해서 분석하였다.

- 전체 사업별 총 배출량을 한눈에 보고 비교할 수 있도록 탄소배출총량 정보를 표로 정리하되 상호 비교는 수행하지 않음.
- 2) 각 사업별로 배출원의 특성을 확인하기 위하여 장비 사용시 연료소비에 의한 배출(Scope 1), 자재투입에

Table 4. Results of a case study of CO₂ emissions calculation by the mine reclamation projects

	CO ₂	emissions (t	CO ₂ e)	Cost of calculated	CO ₂ emissions per Material cost	Calculation	
Project	Total2	Total ² Scope 1 Scope 3		CO_2 emissions (million won) (3)	(tCO ₂ e/million won) $(2/(1)^a)$	rate (%) $(3/1)^{b}$	
prevention of waste stone	OM	206.89 (100%)	0.10 (0.05%)	206.79 (99.95%)	72.01	2.78	96.6
loss	SP	598.88 (100%)	0.62 (0.10%)	598.26 (99.90%)	201.34	2.92	98.3
Prevention of Loss of Tailings	KS	113.14 (100%)	1.25 (1.11%)	111.89 (98.89%)	282.22	0.32	81.0
Prevention of Ground Subsidence project	КН	581.30 (100%)	56.26 (9.68%)	525.05 (90.32%)	149.92	3.76	97.0
Pollution water quality improvement project	WR	88 722 85 17 14 88 705 71				18.83	90.7
Soil Improvement and Restoration Project	JВ	124.12 (100%)	10.71 (8.62%)	113.41 (91.37%)	476.55	0.24	92.8
J	AS	617.47 (100%)	0.89 (0.14%)	616.58 (99.86%)	699.75	0.77	86.9
	SYD	83.94 (100%)	0.01 (0.008%)	83.93 (99.992%)	79.39	0.88	83.0
Prevention of Dust	EF	42.25 (100%)	0.14 (0.34%)	42.10 (99.66%)	46.53	0.91	99.9
Scattering project	HL	1,143.99 (100%)	51.30 (4.2%)	1,092.69 (95.8%)	2,793.18	-	97.4 ^{c)}
	GW	147.58 (100%)	0.08 (0.05%)	147.50 (99.95%)	80.85	1.70	93.2
	SYD	300.89 (100%)	0.02 (0.006%)	300.88 (99.994%)	97.40	2.81	91.0
Demolish of waste facilities project	BY	-2.51 (100%)	0.37 (-14.68%)	-2.87 (114.68%)	30.85	-0.08	93.6
	DW	174.58 (100%)	26.79 (15.35%)	147.78 (84.65%)	574.32	0.27	90.3
Forest restoration project	DH	108.13 (100%)	3.84 (3.55%)	104.29 (96.45%)	434.98	0.24	97.9

a) Refer to Table 3.

b) Indicates an analysis rate as a ratio of: the calculated material cost of carbon emissions to the total material cost; refer to Table 3. The cost of calculated carbon emissions among material costs/Total Material cost.

c) Cost of calculated carbon emissions among construction cost/Total Construction cost, no material costs.

따라 자재 생산단계에서 배출되어 온 배출(Scope 3) 로 구분하여 비율에 대한 분석

- 3) 장비의 사용, 자재의 투입은 설계내역서에서 재료비 항목과 연관되므로, 사업간 상호 비교를 위해 총 투입 재료비당 탄소배출량을 나누어 산정한 재료비당 탄 소배출 원단위를 산출하고, 해당 결과 값의 비교
- 4) 상호 비교시 분석 수준과 광해방지사업용 C 코드를 활용하여 각 사업별 탄소배출량의 정량적 탄소배출 량 산정 가능률을 확인할 수 있는 분석률(Cut-off 룰) 로 구분하여 분석

앞서 선정한 8개 사업 유형 15개 사업에 대하여 상기 분석 조건에 부합되도록 탄소배출량 산정 결과를 정리하여 나타내면, Table 4 및 Fig. 2와 같다.

광해방지사업 8개 사업 모두 장비 사용보다 자재투입에 의한 탄소배출량이 95%이상 차지하는 것으로 나타났으며, 대부분 99% 이상 자재투입에 의한 탄소배출량이 높게 산정되었다. 즉, 광해방지사업을 추진하기 위하여 필요한 레미콘, 시멘트, 철근 등을 생산하는 과정에서 다량의 탄소를 배출한 자재를 사용하여 해당 사업을 추진했다는 것을 의미하며, 광해방지사업 추진시 사용 자재별 탄소배출량을 비교분석하여 생산과정에서 탄소배출이 낮은 자재의 선택이 요구된다. 폐시설물 철거 사업의 경우, 철거된 자재를 재

활용 공정에 투입하여 재활용되는 자재로 투입함에 따라 신재를 제조하는 자재의 탄소배출 회피효과에 따라 음수로 배출량이 산정된 것으로, 모든 사업 추진시 투입되는 자재 를 자원순환 과정을 통하여 생산된 자재로 대체 투입시 탄 소저감이 발생할 수 있을 것으로 사료된다.

재료비당 탄소배출량을 비교 분석하면, 오염수질개선사업의 배출량이 18.83 tCO₂e/백만원으로 타 사업대비 높게 나타났다. 타 사업과 달리 수질개선을 위한 기계장비를 설치하고, 관련 시설 운영을 위한 레미콘 등의 고탄소자재를 많이 사용함에 따라 탄소배출량이 높은 것으로 사료된다.

마지막으로 광해방지사업용 C 코드만을 활용하여 탄소 배출량을 산정했을 시 현재 사례분석 결과에서 재료비 대비 탄소배출량 산정 가능률은 광물찌꺼기 유실방지사업이 81%, 먼지날림방지사업 중 쌍용향회 동해 사업지에 대해서 83%가 나타나 재료비 대비 최소 80% 이상 분석이 가능한 것으로 판단된다. 분석률이 낮은 사업은 표준품셈에서 제공되는 자재, 장비 목록과 공종 코드를 매칭할 수 없는 공종이나 자재가 포함되어 있거나 세부 사업을 추진시 특정 공종 및 자재에 대해서 견적가를 적용함에 따라 세부 내역을 확인 할 수 없어 분석률이 낮아진 것으로 사료되며, 이러한 사례를 지속적으로 수집하여 분석률을 높이는 방안 모색이 필요하다.

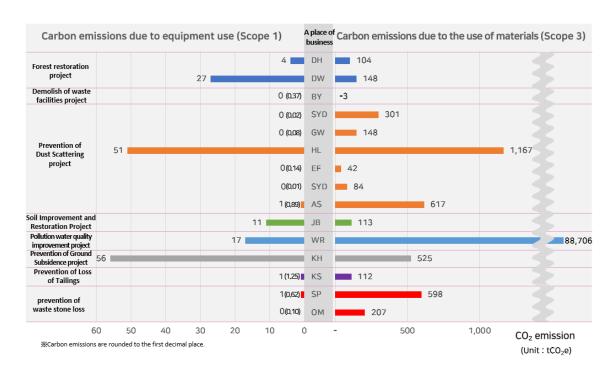


Fig. 2. Results of the case study of CO₂ emissions calculation by the mine reclamation projects.

결 론

본 연구는 한국광해광업공단의 주요 사업인 광해방지사업에 대하여 탄소배출량 산정을 위해서 구축된 광해방지사업용 C 코드를 활용하는 방법을 구체적으로 제시하고, 8가지 광해방지사업에 대해서 대표 사업지를 선정하여 시범분석을 실시하고, 그 적용성을 검토하였다.

광해방지사업은 사업 추진시 조직경계내에서 배출되는 직접적인 탄소배출량은 적으나 광해방지사업으로 인하여 소비되는 자재로 인한 탄소배출량이 월등히 높게 나타남이 사례 분석 결과를 통하여 정량적으로 분석되었다. 이는 탄소중립을 위하여 관리해야 하는 영역을 현재 관리되는 직접적인 탄소배출원의 관리에서 Scope 3로 확장하여 내재 탄소 및 업프론트 카본의 관리까지 확장되어야 함을 의미한다. 따라서, 지속적인 광해방지사업의 탄소중립을 위해 서는 본 연구에서 제시된 광해방지사업의 단소중립을 위해 서는 본 연구에서 제시된 광해방지사업용 C 코드를 활용한 탄소배출량 산정 방법을 활용하여 사업전 탄소배출량에 대하여 예측하고 저감가능한 요소를 발굴하여 현장에 적용시킬 필요가 있다.

본 연구에서는 광해방지사업 추진시 사업전 간편하게 정 량적인 탄소배출량을 산정할 수 있도록 광해방지사업용 C 코드를 적용하는 방법을 제시하고 사례분석을 실시하였으나, 현재 지속적으로 탄소배출계수가 변화하고 설계 기준 등의 변화로 인하여 품셈도 업데이트 되므로 광해방지사업용 C 코드의 업데이트 주기를 설정하여 지속적인 업데이트 가 필요할 것으로 판단된다. 또한, 현재 C 코드만을 활용하여 탄소배출량을 산정했을 시 사례 분석 결과 최소 분석기준이 80%로 나타났기 때문에 모든 배출원의 탄소배출량을 산정할 수 없으므로, 최소 분석기준을 80% 이상으로 설정하고, 하여 활용토록하고, 상호 비교를 위한 원단위를 모든 사업으로 확장하여 구축하는 방안 마련이 필요하다.

광해방지사업의 탄소배출량을 지속적으로 산정하고 관리하기 위해서는 광해방지사업의 추진 전 탄소배출량의 산정 결과를 상호 비교할 수 있는 MRV(Measurement, Reporting, and Verification)의 체계 구축이 반드시 선행되어야한다. 또한, MRV 체계 구축시 분석 기준을 ISO 14067에서정하는 95% 이상으로 설정하기 위한 방안과 분석기준을 재료비로 선정한 사유에 대한 타당성 확보 방안을 반드시검토해야 하며, 이를 통하여 광해방지사업의 계획 단계에서부터 해당 사업의 최대 허용 탄소배출량을 제시하고 관리방안에 대한 전략이 수립된다면, 광해방지사업별 탄소배출량의 정량화와 저감 기술 적용시 탄소배출량 산정을 위한 기준 배출량을 산정할 수 있을 것으로 판단된다.

사 사

이 연구는 한국광해광업공단의 "탄소중립을 위한 광해 방지사업 공종별 이산화탄소 발생량 분석 및 평가 연구"의 지원을 받아 수행된 연구이고, 한국화학연구원의 "공정촉 때 재제조품 시험분석법, 공정패키지, 품질인증 및 탄소배 출량 산출 표준모델 개발"의 지원을 받아 수행된 연구임 (No. 20228A10100020).

References

IPCC, 2006. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S, BuendiaL., Miwa K., NgaraT. and Tanabe K. (eds). Published: IGES, Japan.

IPCC, 2018. Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty, World Meteorological Organization, Geneva, Switzerland, 32p.

Kim, S.L., Kwak, I.H., Wie, D.H., Bak, G.I., and Baek, S.H., 2022. A study on the calculation method of carbon emissions in mine rehabilitation projects for net-zero strategy, *Journal of the Korean Society of Mineral and Energy Resources Engineers*, 59(6), p.619-633.

Kim, S.L., Kwak, I.H., Wie, D.H., Park, K.H., and Baek, S.H., 2021. Study on estimation methods of life cycle GHGs emission for the mine reclamation project, *Economic and Environmental Geology*, 54(6), p.733-41.

Korea Mine Rehabilitation and Mineral Resources Corp. (KOMIR), 2022. *Guidebook: Mine Rehabilitation Technology in Korea* – 2022 Edition, South Korea (in Korea).



곽 인 호

2017년 인하대학교 대학원 환경안전융합 전공 공학박사

현재 예스오알지 지속가능전략연구소 책임연구원 (E-mail; dlsgh81@yess.or.kr)



김 수 로

2007년 기술사(지질 및 지반)

현재 한국광해광업공단 기술연구원 기술개발처 차장 (E-mail; kimsoolo@komir.or.kr)



박 관 인

2006년 서울대학교 대학원 자원공학과 공 학석사

현재 한국광해광업공단 기술연구원 기술개발처 팀장 (E-mail; kipark@komir.or.kr)



위 대 형

2011년 국민대학교 산림환경시스템학과 학사

현재 예스오알지 지속가능전략연구소 책임연구원 (E-mail; dnleogud@yess.or.kr)



이 한 솔

2018년 건국대학교 환경보건과학과 학사

현재 한국산업 · 건설기계재제조진흥회 연구원 (E-mail; s201224@naver.com)