

ILCD 등록요건에 따른 국가 LCI 데이터베이스 개정 방향

Revision Direction of Korea national LCI DB
according to ILCD Entry Level requirement

이준재¹, 방혜원¹, 김경호¹, 김 익²

¹한국환경산업기술원, ²스마트에코 컨설팅

Joon Jae Leel¹, Hye Won Bang¹, Gyung Ho Kim¹, Ik Kim²

¹Korea Environmental Industry & Technology Institute, ²SMART-Eco Consulting

ILCD 등록요건에 따른 국가 LCI 데이터베이스 개정 방향

이준재¹, 방혜원¹, 김경호¹, 김 익²

¹한국환경산업기술원, ²스마트에코 컨설팅

Revision Direction of Korea national LCI DB according to ILCD Entry Level requirement

Joon Jae Lee^{1*}, Hye Won Bang¹, Gyung Ho Kim¹, Ik Kim²

¹Korea Environmental Industry&Technology Institute , ²SMART-Eco Consulting

Abstract

In Europe, PEF(Product Environmental Footprint) is be promoting for efficient use of resources. In order to calculate the PEF, only the LCI DB that satisfy the entry level requirement of the ILCD(International Reference Life Cycle Data System) Data Network should be used. The entry level requirement are divided into documentation, nomenclature, data quality assessment, methodology, and review. Most of them provide similar conditions to the national LCI DB(Life Cycle Inventory Database) construction method. In this study, the calcium oxide(CaO) that is national LCI DB was revised and supplemented to satisfy the entry level requirement of ILCD Data Network. As a result, documentation, data quality, methodology, and review could be supplemented to satisfy the entry level requirement, but there are significant differences in nomenclature so further analysis and research should be done.

요약문

유럽에서는 자원의 효율적인 이용을 위해 제품환경발자국(PEF, Product Environmental Footprint) 제도 도입을 추진 중에 있다. 제품환경발자국 산정을 위해서는 ILCD Data Network의 등록요건에 부합하는 LCI DB(Life Cycle Inventory Database)만을 사용하여야 한다. 그 등록요건은 문서화, 명명법, 데이터 품질평가, 방법론, 검토 등으로 나누어 제시되고 있으며 대부분은 국가 LCI DB 구축 방법과 유사한 조건을 제시하고 있다. 이에 본 연구에서는 ILCD Data Network의 등록요건에 부합하도록 산화칼슘 국가 LCI DB를 수정·보완하였다. 그 결과 문서화, 데이터품질, 구축 방법론, 정밀검토 등은 ILCD Data Network의 등록요건에 부합하도록 보완이 가능하였으나 명명법에서 큰 차이를 보이고 있어 이에 대한 분석 및 연구가 추가적으로 진행되어야 하겠다.

1. 서론

지속가능한 발전을 위해서는 효율적인 자원 사용을 통해 환경에 미치는 영향을 감소시키는 방향으로

*교신저자: 이준재 전임연구원 (03367) 서울특별시 은평구 진흥로 215, Tel: 02-2284-1577, Fax:02-02284-1592, Email: twoj@keiti.re.kr

로 제조업뿐만 아니라 모든 영역이 변화되어야 한다. 이에 유럽에는 2011년에 ‘자원 효율성이 높은 유럽’을 신경제전략으로 수립하고, 이를 달성하기 위하여 2013년 유럽 단일시장화계획(Single Market for Green Product Initiatives)을 발표하였다. 유럽 단일시장화계획의 주요 내용 중 주목해야 할 사항은 제품에 부착하는 환경성정보를 유럽 주도로 산정하고 표기하기 위한 제품환경발자국 제도를 도입하고자 하는 것이다. 이는 제품환경발자국을 통해 자원 효율성이 높은 제품을 생산하고 소비자가 사용할 수 있도록 유도한다는 목적을 갖고 있으며 유럽 역내의 적용뿐 아니라 국제 표준 제정을 통해 글로벌 프로그램으로 확대하고자 하고 있다. 따라서 제품환경발자국은 향후 탄소세와 같이 신규 환경규제로 발전할 가능성을 내포하고 있기에 이에 대한 선제적 대응이 필요한 시점이다.

유럽의 제품환경발자국 산정을 위해서는 ILCD(International Reference Life Cycle Data System) Handbook 방법론에 따라 데이터를 수집·구축하고 ILCD Data Network의 등록요건¹⁾에 맞추어 시스템에 등록된 LCI DB를 사용하여 산정해야 한다. 따라서 유럽 제품환경발자국 산정을 위해서는 각국의 LCI DB를 ILCD Data Network에 등록할 수밖에 없는 상황이 되었다. 이에 국내 기업 제품이 유럽 제품환경발자국 산정을 위해서는 국가 LCI DB가 ILCD Data Network 등록요건에 부합할 수 있도록 제·개정이 이루어져야 한다.

이에 본 논문은 ‘2016 국가 LCI 데이터베이스 제·개정 최종보고서²⁾에서 분석한 ILCD Data Network의 등록요건과 현재 국가 LCI DB와의 비교를 통하여 향후 국가 LCI DB 개정 방향을 제시하고자 한다.

2. ILCD Data Network 등록요건 개요

2.1 ILCD 방법론

ILCD Data Network의 등록요건을 살펴보면 LCI DB 구축 방법론적 요건은 ILCD Handbook을 따르도록 되어 있다. 이에 등록요건을 살펴보기 전에 ILCD Handbook의 방법론적 요건을 살펴볼도록 하겠다.

ILCD Handbook은 LCI DB 및 LCA 연구를 기획, 개발, 보고하는 일련의 과정을 제시하는 지침서로 Table 1과 같이 LCA를 수행하는 목적에 따라 3가지 분류를 통해 LCA 수행 요건을 제시하고 있다. 국가 LCI DB는 제품 또는 생산 공정에 대한 LCA는 물론 환경성적표지·탄소발자국 등의 인증에 활용되기에 Situation A에 해당된다.

Table 1. LCA 수행 목적·상황 분류

구 분	내 용	
Situation A	<ul style="list-style-type: none"> • 제품 또는 생산공정 등 micro level에서의 LCA 결과를 통한 의사결정에 활용 • LCI DB 개발 및 제품환경발자국 인증 	
Situation B	<ul style="list-style-type: none"> • 정책개발 및 기술시나리오 등에 LCA 결과 등의 활용과 같은 의사결정 지원 	
Situation C	C 1	<ul style="list-style-type: none"> • 재활용 등 외적요인의 크레딧을 반영한 분석적 측면의 연구
	C 2	<ul style="list-style-type: none"> • 재활용 등 외적요인의 크레딧을 제외하고 순수한 내부 상황을 반영한 분석적 측면의 연구

ILCD Handbook의 Situation A의 요건은 크게 필수적 요건, 권고적 요건, 지향적 요건등으로 구

분될 수 있으며 이중 반드시 따라야하는 필수적 항목만을 살펴보면 ISO 14044^{3),4)}를 따르고 있다. 하지만 ILCD Handbook의 요건의 큰 특징은 유럽의 제품환경발자국과의 호환을 고려하고 있기에 다음과 같은 큰 특징을 보이고 있다.

첫 번째로 LCI 포맷 및 물질명 작성 등에 있어 유럽의 제품환경발자국 환경성정보를 산출하기 위해 추가적인 강제요건을 가지고 있으며 목록화 물질에 대한 처리 및 환경영향과의 연계성을 고려한 물질분할 및 통합 등의 구체적인 방안이 제시되고 있다. 일례로 고갈성 에너지 자원의 경우 채취유형에 따라 세분화하여 목록화하고 원단위 발열량도 함께 제공해야 하는 요건이 제시되어 있으며, 기본흐름의 부분적 분할 금지 및 개별적으로 측정되는 물질은 기본흐름 그룹으로 통합불가와 같은 요건이 제시되어 있다. 두 번째로는 LCI 모델링에서 Multi-functionality에 의한 할당방법과 토지변형 및 바이오소재 등 특성분야에 대한 구체적인 모델링 방안이 제시되고 있다는 점이다. 이에 토양에서 유래된 토탄에 의한 배출물과 최초산림의 바이오매스 등에 의한 배출물은 CO₂(fossil)로 처리하고 이차산림의 바이오매스 등에 의한 배출물은 CO₂(biogenic)으로 처리하며, 식물에 의한 CO₂ 흡수는 'Resource from air'로 목록화 해야 한다. 또한 바이오 제품 또는 매립 등에 의한 일시적 CO₂ 저장 및 자연배출의 경우도 모델링을 통해 목록화 해야 한다.

2.2 ILCD 등록요건(Entry Level Requirement)

ILCD Data Network에 등록하기 위해서는 방법론적 기반은 ILCD Handbook Situation A의 요건을 만족해야 한다. 게다가 ILCD Data Network 등록 목적이 유럽의 제품발자국 인증과 연계되어 있기에 Table 2에서 보는 것과 같은 문서화, 명명법, 데이터 품질평가, 방법론, 검토 등의 요건을 추가적으로 만족시켜야 한다.

Table 2. ILCD Data Network 등록요건

평가항목	ILCD 등록요건
문서화	<ul style="list-style-type: none"> ILCD Data Format에 따라 데이터를 구체적으로 문서화해야 함
명명법	<ul style="list-style-type: none"> 등록할 DB의 물질명은 ILCD Data Network에서 제시한 표준 물질명 및 flow properties 등을 따라야 함
데이터 품질평가	<ul style="list-style-type: none"> 품질평가 항목은 지리적 · 시간적 · 기술적 대표성, 완전성, 정밀성, 일관성 등 6개 항목 데이터 품질등급을 High, Basic, Estimate로 구분하고 있는데, 최소 Estimate 등급은 되어야 함을 제시(평균 4점 이상) 품질평가는 데이터별로 수행하되, 단위공정별 통합결과를 제시함
방법론	<ul style="list-style-type: none"> 방법론은 ISO 14044를 따르되, ILCD-Compliance를 요구하지는 않음 특히, Process-based LCI 방법(attribution approach)을 따르도록 함
검토	<ul style="list-style-type: none"> ISO 14025에 따른 적격자(공정, LCA전문가 등)가 검증해야 함 ISO 14044에 따른 이해관계자에 의한 검증일 경우에는 별도의 검증보고서가 불필요, 다만 내부검증자에 의한 검증의 경우 검증보고서 필요

3. ILCD Data Network 등록요건에 따른 국가 LCI DB 개정 방향

ILCD Data Network 등록요건의 형식과 국가 LCI DB 형식과 비교하면 Table 3과 같다. 먼저 국가 LCI DB 형식에서 추가되어야 할 사항은 살펴보면, 데이터의 유효날짜, 정밀검토 사항에 대한 결과, ILCD 등록요건에 대한 선언, 수집 데이터의 표준편차 등이 있다. 그 이외에 상세문서화, Data Modelling 방법, 생산공정 제조 시설에 대한 상세 설명 등은 보완이 필요한 것으로 보인다.

이처럼 ILCD Data Network 등록형식의 대부분을 국가 LCI DB 형식에서 고려하고 있는 것을 살펴 볼 수 있었다.

하지만 ILCD Data Network 등록형식에 따라 국가 LCI DB를 개정할 시 가장 큰 문제점은 LCI DB 목록 물질의 명명 방법이다. 자원 및 배출물에 대해 명명을 할 때에 자원의 채취유형, 배출되는 방향에 대해 명확히 표기하도록 ILCD Data Network 등록형식에서는 요구하고 있으나 국내 LCI DB 목록 물질 명명법은 이를 만족하기에는 미흡하다. 또한 국가 LCI DB에서 사용하고 있는 1,330개의 물질명 중 869개의 물질명만 ILCD 등록요건과 부합하고 461개의 물질명은 부합하지 않다. 부합하지 않은 물질명을 살펴보면 유럽 제품환경발자국 환경성정보에 고려되지 않은 물질이 266개, elementary flow가 아닌 물질명이 136개, 주괴(鑄塊, ingot) 물질이 22개, 알 수 없는 물질이 37개로 나타나고 있다.

Table 3. ILCD Data Network 등록 형식과 국가 LCI DB 형식과의 비교

ILCD 형식	국내 LCI DB 형식
Calcium oxide; Production; at plant	추가 작성 필요
Table of Contents: Process information - Modelling and validation - Administrative information - Inputs and Outputs	추가 작성 필요
Process information	추가 작성 필요
Key Data Set Information	추가 작성 필요
Location	프로세스 정보
Geographical representativeness description	프로세스 정보
Reference year	프로세스 정보
Name	프로세스 정보
Use advice for data set	추가 작성 필요
Technical purpose of product or process	프로세스 정보
Classification	추가 작성 필요
General comment on data set	프로세스 정보
Quantitative reference	
Reference flow(s)	프로세스 정보
Time representativeness	
Data set valid until:	추가 작성 필요
Time representativeness description	프로세스 정보
Technological representativeness	
Technology description including background system	프로세스 정보
Flow diagramme or picture	프로세스 정보
Modelling and validation	
LCI method and allocation	
Type of data set	추가 작성 필요
LCI method principle	모델링 및 타당성 확인
Deviation from LCI method principle / explanations	추가 작성 필요
LCI method approaches	모델링 및 타당성 확인
Deviations from LCI method approaches / explanations	모델링 및 타당성 확인
Modelling constants	모델링 및 타당성 확인
Deviation from modelling constants / explanations	모델링 및 타당성 확인
Data sources, treatment, and representativeness	

ILCD 형식		국내 LCI DB 형식	
	Data cut-off and completeness principles	모델링 및 타당성 확인	
	Data selection and combination principles	프로세스 정보	
	Deviation from data selection and combination principles /explanations	프로세스 정보	
	Data treatment and extrapolations principles	프로세스 정보	
	Deviation from data treatment and extrapolations principles / explanations	프로세스 정보	
	Data collection period	프로세스 정보	
Completeness			
	Completeness product model	모델링 및 타당성 확인	
Validation			
	Review	모델링 및 타당성 확인	
	Review details	모델링 및 타당성 확인	
	Subsequent review comments	모델링 및 타당성 확인	
	Reviewer name and institution (contact data set)	모델링 및 타당성 확인	
Compliance declarations			
	Compliance	추가 작성 필요	
	Compliance system name	추가 작성 필요	
ILCD Data Network - Entry-level	Approval of overall compliance	Fully compliant	추가 작성 필요
	Nomenclature compliance	Fully compliant	추가 작성 필요
	Methodological compliance	Fully compliant	추가 작성 필요
	Review compliance	Fully compliant	추가 작성 필요
	Documentation compliance	Fully compliant	추가 작성 필요
Administrative information			
Commissioner and goal			
	Commissioner of data set (contact data set)	관리정보	
	Intended applications	모델링 및 타당성 확인	
Data set generator / modeller			
	Data set generator / modeller	관리정보	
Data entry by			
	Time stamp (last saved)	추가 작성 필요	
	Data set format	추가 작성 필요	
	Converted original data set form	추가 작성 필요	
	Official approval of data set by producer/operator	추가 작성 필요	
Publication and ownership			
	UUID of Process data set	추가 작성 필요	
	Data set version	추가 작성 필요	
	Permanent data set URI	추가 작성 필요	
	Workflow and publication status	추가 작성 필요	
	Owner of data set	관리정보	
	Access and use restrictions	관리정보	

4. 결 과

상기와 같이 ILCD Data Network 등록요건을 분석한 결과를 바탕으로 2013년에 제정한 산화칼슘 국가 LCI DB를 Table 4와 같이 ILCD 형식으로 변환시켜 보았다. 그 결과 일부분은 설명을 추가하고 다른 부분은 보완하여 작성할 수 있었는데 이는 국가 LCI DB 구축 방법론^{5),6),7)}이 ISO 14044를 따르고 있기 때문이다. 따라서 현재 국가 LCI DB 구축 방법론의 문서화, 정밀검토 보고 등을 보완하면 문서화에 대한 ILCD Data Network 등록요건을 만족시킬 수 있을 것으로 사료된다. 또한 ILCD Data Network에 대한 다른 등록요건인 방법론, 정밀검토, 데이터 품질평가 등도 ILCD Data Network 등록요건에 부합할 수 있게 국가 LCI DB 개정이 가능할 것으로 판단된다.

하지만 LCI DB목록 물질명에 대한 명명에 대해서는 추가적인 연구가 필요할 것으로 보인다. 특히, 유럽 제철환경발자국에서 고려되지 않거나 알 수 없는 물질, elementary flow가 아닌 물질에 대한 명명방법과 기존 LCI DB 물질명에 채취유형을 추가하는 것에 대해서는 지속적인 분석 및 연구를 통해 개정방향을 정립하여야 할 것이다.

Table 4. ILCD Data Network 등록요건에 따른 산화칼슘의 문서화

Calcium oxide; Production:at plant	
Table of Contents: Process information – Modelling and validation – Administrative information – Inputs and Outputs	
Process information	
Key Data Set Information	
Location	South Korea
Geographical representativeness description	South Korea, Production sites are located in Youngwoul city and Samchuk city in Gangwon province
Reference year	2012
Name	Calcium Oxide(CaO)
Use advice for data set	The data set is a cradle to gate life cycle inventory (LCI) of calcium oxide. The LCI data set should be used for LCI/LCA generic screening purposes, whenever generic data for calcium oxide production are needed. Calcium oxide corresponds to a mineral that is extracted, with or without crushing, and without drying. For more details and further LCI data sets related to mineral products, please contact KEITI(Korea Environmental Industry and Technology Institute)
Technical purpose of product or process	Properties of Calcium oxide are dephosphorization, desulfurization, reaction of hydration and sterilize neutralization etc. Calcium oxide is used in the steel, chemical, fertilizer, construction industry.
Classification	KEITI Classification in Korea: Material production/Basic chemicals/ Calcium oxide
General comment on data set	Specific data collection and process modelling were performed in accordance with ISO 14040 and 14044 series. Process-related data were collected on 2 mineral production sites located in Gangwon province, Korea. The data were then consolidated by process stage (horizontal aggregation). The resulting LCI calculation is based on the calcium oxide production process route and corresponds to generic industry screening results. The electricity used for the project is Korea average generic data. For modelling and other upstream processes and materials, Korea average LCI database has been used. Also TOTAL software has been used to generate this Korea LCI data set for calcium oxide.
Quantitative reference	
Reference flow(s)	Calcium oxide – 1.0 kg (Mass)
Time representativeness	
Data set valid until:	2016

Time representativeness description	The data related to minerals quarries and site were collected in 2012, and the calculation were made in 2013. Other processes (e.g. electricity) and consumables (lubricants, additives, etc.) are specified within Korea national average LCI database.
Technological representativeness	
Technology description including background system	Calcium oxide is produced after mining, transportation to calcination plant, grinding, screening and calcination of limestone, and classification into ingot and power.
Flow diagram(s) or picture(s) (source data set)	<pre> graph TD Limestone([Limestone]) --> Mining[Mining] Mining --> Transportation[Transportation] Transportation --> Manufacturing[Manufacturing] subgraph Manufacturing direction TB GMP[Grinding mills process] SP[Screening process] KB[Kontinuierliches brennen] PD[Particle division] GMP --> SP SP --> KB KB --> PD end Powder([Powder]) --> GMP Beat([Beat]) --> GMP Lubricant([Lubricant]) --> GMP Grease([Grease]) --> GMP Coke([Coke]) --> GMP Electricity([Electricity]) --> SP Kerosene([Kerosene]) --> SP Diesel([Diesel]) --> KB Anthracite([Anthracite]) --> KB B-C([B-C]) --> PD Mining --> AirEmission([Air emission]) GMP --> WasteOil([Waste oil]) PD --> WasteSlagIron([Waste slag iron]) PD --> CaOIngot([CaO ingot]) PD --> CaOPowder([CaO powder]) </pre>
Modelling and validation	
LCI method and allocation	
Type of data set	LCI result
LCI method principle	Attributional, bottom-up calculation
Deviation from LCI method principle /explanations	none
LCI method approaches	
Deviations from LCI method approaches/explanations	Two cases: sites without by-product: 100% allocation to main product /sites with by-product: mass allocation (considering dry matter)
Modelling constants	For the mass balance, separate flows were used to model dry matter and water in the product. Evaporated water was neglected. Overburden and other mining waste extracted in the quarry are followed up : - in input of the inventory as "Inert Rock" flow - in output, as mining waste; therefore not included in total waste
Deviation from modelling constants /explanations	none
Data sources, treatment, and representativeness	
Data cut-off and completeness principles	According to ISO14040 and 14044 standard: 99% cut-off criteria (mass) applied for non-hazardous inputs and outputs - No cut-off criteria for hazardous products or emissions. For this datasheet, non traced back flows represent less than 1% of total input mass. Infrastructure is not included. All upstream processes (electricity, consumables, etc.) are included.
Data selection and combination principles	This dataset is based on average site-specific data collected on 2 sites using technologies which are representative of the mineral production within Korea territory. To generate typical values, a horizontal aggregation was used, i.e. an average was calculated for every process stage (e.g. quarry, transportation, crushing, blending etc.). At least 2 sites are used for every process stage. The general procedure adopted during the project for data collection and LCI calculation was: 1. Collect information from the selected sites, per process stage. 2. Aggregate these individual information per process stage, using an horizontal aggregation method 3. Calculate the LCI of CaO, based on the process route detailed in enclosed figure
Deviation from data selection and combination principles/explanations	On some industrial sites, data were provided from central source (energy consumption, water treatment or example); in this case the attribution of the consumption to a specific process was a matter of estimating according to experts knowledge on the plant.

Data treatment and extrapolations principles	Missing data are substituted by the average value calculated from the data supplied by those plants that made positive returns.	
Deviation from data treatment and extrapolations principles/explanations	none	
Data collection period	2006	
Completeness		
Completeness product model	All relevant flows quantified	
Validation		
Review	Independent internal review	
	Scope of review	
	Method(s) of review	
	Raw data	
	Expert judgement	
Review details	-	
Compliance declarations		
ILCD Data Network – Entry-level	Approval of overall compliance	Fully compliant
	Nomenclature compliance	Fully compliant
	Methodological compliance	Fully compliant
	Review compliance	Fully compliant
	Documentation compliance	Fully compliant
Administrative information		
Commissioner and goal		
Commissioner of data set (contact data set)	Industrial Minerals Association Europe	
Intended applications	The aim of the project was to provide generic industry screening results to ELCD (via specific data collection and process modelling). They should be used for LCI/LCA generic screening purposes, whenever generic data for mineral production are needed.	
Data set generator/modeller		
Data set generator/modeller	Ecobilan a business of PricewaterhouseCoopers	
Data entry by		
Time stamp (last saved)	2012-09-14T19:00:50.417+02:00	
Data set format(s) (source data set)	ILCD format	
Converted original data set from: (source data set)	Ecobilan a business of PricewaterhouseCoopers	
Official approval of data set by producer/operator: (contact data set)	Industrial Minerals Association Europe	
Publication and ownership		
UUID of Process data set	6006d87e-ccee-42b1-b203-f67c7c0bad97	
Data set version	03.00.000	
Permanent data set URI		
Workflow and publication status	Data set finalised; subsystems published	
Owner of data set (contact data set)	Industrial Minerals Association Europe	
Access and use restrictions	The data set can be used free of charge to perform LCI/LCA generic screening purposes, to distribute it to third parties, to convert it to other formats, to derive own data sets etc. if the copyright and license conditions for the ELCD data sets and format are met that can be accessed from http://lca.jrc.ec.europa.eu . Please note e.g. that reference must be given to the 'Owner of data set' and to the 'ELCD core database' plus version number, when using the data. Please note also, that any modifications of the data set results in invalidity of the 'Official approval of data set by producer/operator' and that the content of further fields needs to be adjusted.	

5. 참고문헌

- 1)EC JRC, "ILCD Handbook: general guide for life cycle assessment - detailed guidance" (2010)
- 2)한국환경산업기술원, "국가 LCI 데이터베이스 제·개정 최종보고서" (2016)
- 3)ISO, "ISO 14040: Environmental management - Life cycle assessment - Principles and framework" (2006)
- 4)ISO, "ISO 14044: Environmental management - Life cycle assessment - Requirements and guidelines" (2006)
- 5)환경부, "LCI 데이터베이스 표준지침서" (2003)
- 6)한국환경산업기술원, "LCI 데이터베이스 일반지침" (2006)
- 7)국가기술표준원, "KS I 7004: 환경경영 - 전과정평가 - 전과정 목록분석 - 데이터베이스 구축 방법" (2016)

