

# 전과정평가(LCA) 소프트웨어 특성 평가

연성모 · 노재성 · 이건모

(아주대학교 환경·도시공학부)

## Evaluation of the Life Cycle Assessment Softwares

Sung-Mo Yeon, Jae-Sung Noh, Kun-Mo Lee

(School of Environmental & Urban Engineering, Ajou University)

### Abstract

Nowadays, the licensed and developmental LCA softwares have a varieties in database used, functions and costs, that is, each of them have some advantages and disadvantages at the same time in the aspects of economical and functional points. In this study, we reviewed software being used and developed all over the world and evaluated GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro and TEAM<sup>TM</sup> among them, containing comprehensive database and functions according to the predefined standards. GaBi follows the LCA's procedure more firmly as defined in ISO 14040 than the others and contains diverse user's friendly interfaces.

Although this study examined only the functional aspect of them, it is recommended to choose a suitable LCA software considering the LCA goal and cost as well as functional aspect

**Keywords:** LCA software, GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro, TEAM<sup>TM</sup>

### 요약문

현재 상용화되거나 개발중인 전과정평가 소프트웨어는 데이터베이스, 기능 및 가격 등이 다양하다. 즉, 경제적 및 기능적인 측면에서 소프트웨어마다 장·단점을 가지고 있다. 따라서 이 연구에서는 전세계적으로 사용되거나 개발중인 소프트웨어에 중에서 광범위한 데이터베이스 및 기능을 포함하고 있는 GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro 및 TEAM<sup>TM</sup>을 일정 기준에 의거 선택한 후 특성을 비교 평가하였다. 이중 GaBi가 ISO 14040에서 언급한 절차에 따라 전과정평가를 수행할 수 있는 형식을 갖추고 있으며 사용자가 사용하기 편리한 다양한 인터페이스를 포함하고 있는 것으로 판단된다. 이 연구에서는 소프트웨어의 기능적인 측면만을 평가하였기 때문에 전과정평가 수행자가 가격, 데이터베이스 충실도 등을 고려하여 전과정평가의 목적에 맞는 소프트웨어를 선택하는 것이 가장 좋은 방법이라 사료된다.

**주제어:** 전과정평가, 소프트웨어, GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro, TEAM<sup>TM</sup>

## I. 서론

최근 들어 전세계적으로 환경보호에 대한 관심이 수동적인 입장에서 적극적인 입장으로 변해가고 있다. 즉, 기업들은 배출되는 오염물의 종말처리(end-of-pipe treatment)가 아닌 원료취득과 사용 후의

폐기처리까지를 포함하는 제품의 전과정에 걸쳐 발생하는 환경영향을 고려하는 전과정평가 기법을 기업활동에 적용하려는 작업을 활발히 진행하고 있다. 또한, 국제적으로는 ISO의 TC 207에서 표준화를 수행하고 있다.

전과정평가는 제품의 전과정에 걸쳐 제품 및 서비스에서 야기된 환경부하를 계산하고 환경에 미치는

영향을 평가하는 도구이다. 여기서 환경부하란 자원 소모(resources consumption) 및 환경오염물 배출(environmental emissions) - 수질 오염물, 대기오염물, 폐기물 -을 지칭한다.<sup>1)</sup> 그러나 가전제품 및 자동차와 같이 수많은 부품이 사용되는 제품은 전과정평가 수행시 많은 데이터를 저장하고 처리해야 한다. 이에 따라 많은 연구기관과 기업들이 목록분석(Inventory analysis)을 용이하게 수행하기 위해 전과정평가용 소프트웨어를 개발하였고 이제는 영향평가 및 해석 단계까지 수행할 수 있는 소프트웨어를 개발하고 있다.

전과정평가 소프트웨어는 데이터베이스 부분과 계산을 수행할 수 있는 두 부분으로 나눌 수 있다. 이 두 부분들은 사용자가 사용하기 편리한 소프트웨어가 되도록 통합되거나 상호 보완된다.

현재 소프트웨어 개발자들은 계속해서 데이터베이스에 들어가는 데이터를 추가하고 있으며 사용자가 편리하게 전과정평가를 수행할 수 있도록 다양한 기능들을 추가하고 있다. 현재 전세계적으로 쓰이고 있는 상업용 소프트웨어는 37개 정도이며 이 중 목록분석, 영향평가 및 해석을 모두 수행할 수 있는 소프트웨어도 있다. 이번 연구에서는 37개 소프트웨어 중에서 광범위한 데이터베이스와 다양한 기능을 내장하고 있는 GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro 및 TEAM<sup>TM</sup>을 선정하여 비교 평가하였다.

위에서 선정한 소프트웨어를 평가할 때 투명성을 보장하기 위해 평가 기준들을 미리 선정하였다. KCL-ECO, LCAiT, SimaPro 및 TEAM<sup>TM</sup>은 실제 버전을 사용하여 가상의 metal 케이싱 시스템을 대상으로 전과정평가를 수행한 후 소프트웨어의 특징을 비교하였다. 그러나 GaBi는 데모버전을 사용하여 특징을 평가하였다.

## II. 연구방법

### 1. 소프트웨어 평가기준

소프트웨어를 평가하는데 사용한 기준들은 다음과 같다. 즉, 그래픽 인터페이스와 시스템 구성 및 편집

기능, 데이터 보호, 단위유연성, 할당, 방정식사용, 운송과정, 전과정영향평가, 민감도분석, 결과비교, 그래픽 출력과 응용프로그램과의 호환성이다. 물론 이 밖에도 가격 등과 같은 평가 기준이 있을 수 있지만 이번 연구에서는 소프트웨어의 기능을 중심으로 평가 기준을 설정하였다.

### 2. Metal 케이싱 시스템

소프트웨어를 평가하기 위해 설정한 metal 케이싱 시스템은 원광석을 외국에서 수입하여 철괴를 생산하는 Plant A, 철괴를 Plant B로 운반하는 운송과정, 냉연코일을 생산하는 Plant B, 냉연코일에서 metal 케이싱을 생산하는 Plant C로 구성되며 process tree와 목록분석 결과는 각각 Fig. 1 및 Table 1과 같다.

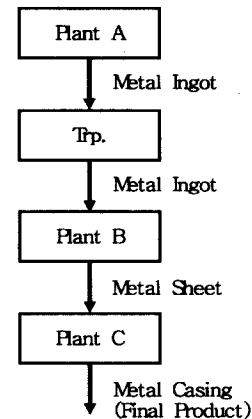


Fig. 1. Process tree of the metal casing system.

Table 1. Inventory Result of the Metal Casing System

Parameter	Load <sub>i</sub>	Unit/(f.u.)
Iron ore(r)	1.60E+05	g
HC(a)	64.212	g
HCl(a)	20	g
NOX(a)	209.06	g
CO2(a)	8.71E+04	g
Cu(w)	20	g
Solid Waste	1.27E+05	g
Electricity	312	MJ
Oil	430	MJ
Diesel	20	MJ

Note : (r) : resource, (a) : air, (w) : water

### III. 평가 결과

#### 1. GaBi

GaBi 3.0은 이번 연구에서 평가된 소프트웨어 중 사용자 인터페이스가 가장 윈도우 시스템에 가깝게 만들어졌으며 사용자가 마우스를 사용하여 거의 모든 기능을 수행할 수 있다. 또한, ISO 14040에서 규정한 절차에 따라 소프트웨어가 구성되어 있으며 “drag & drop” 기능 등 사용자가 편리하게 시스템을 구성하도록 다양한 기능들을 제공하고 있다.

데이터베이스는 “GaBi DB manager”에서 관리되며 물질과 생산공정을 12가지 주제로 나누었다. 데이터베이스보호는 소프트웨어를 시작할 때 사용자의 이름과 암호를 넣어야 한다. 사용자 이름과 암호는 DB manager의 시스템에서 사용자가 지정할 수 있다. 소프트웨어에는 이미 많은 단위들이 지정되어 있으며 “quantity”를 지정하기 위해 사용자가 단위를 지정할 수 있다. Fig. 2에 DB manager를 나타내었다.

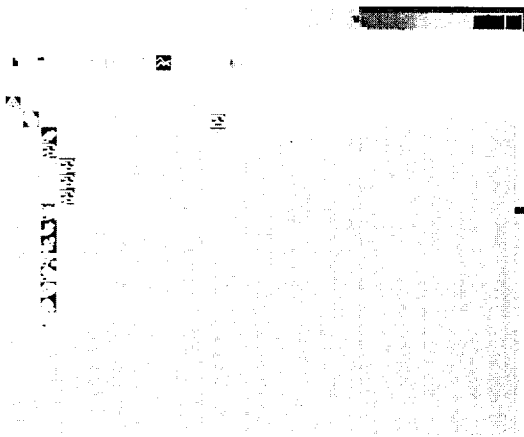


Fig. 2. Schematic diagram of DB manager.

할당은 할당기준을 마우스로 선택하여 부산물에 대한 할당을 손쉽게 수행할 수 있도록 하였다. 소프트웨어내에서 여러 가지 수식을 사용할 수 있으며 운송공정은 DB manager에서 운송 공정을 만들어 사용할 수 있다. 또한, 운송에 사용되는 연료에 대한 emission factor를 사용하여 환경배출물을 산출한다.

전과정영향평가는 DB manager에서 정규화와 가

중치부여에 대한 값을 선정한 후 수행할 수 있으며 “GaBi Analyst”의 “Parameter variation” 기능을 사용하여 여러 변수에 대한 민감도 분석(Sensitivity analysis)을 수행할 수 있다. 또한, “Scenario analysis”를 사용하여 여러 가지 시나리오를 비교할 수 있다. 그러나 두 가지 이상의 시스템을 비교하는 기능은 없다. 결과는 다양한 형태의 2, 3차원그래프로 나타낼 수 있으며 워드 프로그램 및 MS- Excel과의 호환성이 가장 뛰어나다.

#### 2. KCL-ECO

KCL-ECO는 현재 버전 2.1까지 개발되었으며 사용자가 방정식을 사용하여 input /output을 정의하는 것을 제외하면 거의 모든 기능을 마우스를 사용하여 수행할 수 있다. 또한, Window/Split 메뉴를 사용하면 같은 화면상에서 process tree와 전과정평가 결과를 동시에 검토해 보면서 작업을 할 수 있는 독특한 기능도 있다.

데이터베이스는 “DataMaster”라는 프로그램에서 관리되며 200개 이상의 모듈을 포함하고 있다. 그러나 데이터를 보호하는 기능은 없기 때문에 데이터보호에 주의가 필요하다. 소프트웨어에서 사용하는 단위는 사용자가 변경시킬 수 있으며 전과정평가를 수행하기 전에 Edit/Variable Names 메뉴를 사용하여 모든 환경부하를 입력한 후 전과정평가를 수행하는 것이 수월할 것이라 판단된다. 방정식을 입력시킬 때 정확히 입력시키지 않으면 결과에 많은 영향을 미치므로 주의가 필요하다. 운송공정은 “Mode of Conveyance” 메뉴에서 input 및 output를 입력한 후 “Connect variable”에서 거리를 입력한다. 즉, 운송공정의 데이터베이스를 분리해서 관리하는 경우이다.

할당은 Flowsheet/Allocation 메뉴를 사용하거나 모듈에서 할당에 합당한 방정식을 입력하여 할당을 수행할 수 있으며 할당 결과는 별도로 출력도 할 수 있다. Fig. 3은 시스템 1에서 제품을 생산할 때 발생한 부산물(Co-product)과 사용 후 시스템 2에서의 재활용(Recycling)에 대한 할당을 수행한 process tree이다.

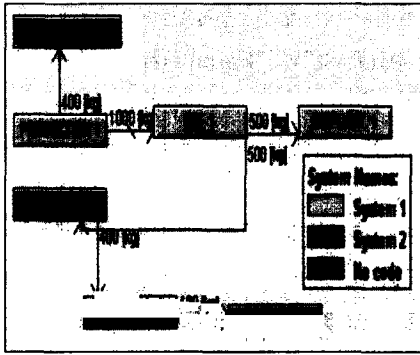


Fig. 3. Process tree for allocation in KCL-ECO.

사용자는 1차 방정식을 사용할 수 있으며 기능단위(Functional unit)는 “변수-수” 형식으로 입력해야 한다. Fig. 4는 metal 케이싱의 process tree이며 밑줄이 그어진 단위공정은 기능단위가 선정된 공정을 나타내며 화살표에 사선표시는 운송공정을 가리킨다.

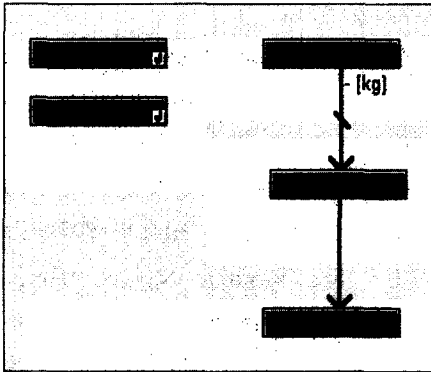


Fig. 4. Process tree of the metal casing system in KCL-ECO.

전과정영향평가(Life Cycle Impact assessment : LCIA)는 분류화, 특성화 및 가중치부여를 하나의 단계로 통합한 지수 방법(Index method)을 사용한다. 소프트웨어에는 Ecoscarcity (Sweden), Ecoscarcity(Switzerland), EPS 2.0 (Sweden)에서 사용하는 가중치가 포함되어 있으며 사용자가 새로운 지수방법을 만들어 가중치를 입력시킬 수도 있다. 지수방법에서 가중치를 입력하는 대신 각 영향범주의 상응인자를 입력하여 각 영향범주별로 영향평가를 수행할 수도 있다. 따라서 전과정영향평가의 하위 단계인 분류화, 특성화 및 가중치부여를 수행하기

위해서는 상당한 시간이 필요할 것이다. 전과정평가 결과는 text 파일로 저장할 수 있다.

민감도분석은 불확실한 변수 및 방정식에 대해 불확실성(+/-X%)을 지정할 수 있으며 비정규분포도 가능하다. KCL-ECO는 전과정평가 결과를 비교하거나 그래프로 출력하는 기능은 없다. 그러나 결과를 텍스트 파일로 만들어 워드 및 MS-Excel 및 워드 프로그램에서 편집 및 출력할 수 있다. Table 2는 전과정평가 결과를 텍스트 파일로 만든 후 워드 프로그램에서 편집한 것이다. 가중치는 EPS 2.0을 적용하였다.

Table 2. KCL-ECO LCA Result for the Metal Casing System

SUMMARY OF Entire system				
Values calculated per 40 kg of Metal casing				
Valuation method: EPS-system 2.0 (Sweden)				
Variable	Inputs	Outputs	Unit	Valuation index :
CO <sub>2</sub>		87147.6	g	7.74742
HC		64.212	g	
HCl		20	g	
NO <sub>x</sub>		209.06	g	0.045366
Cu(aq)		20	g	
Diesel	20		MJ	
Iron ore	160000		g	
Metal casing		40	kg	
Soild waste		126800	g	
				7.79279

### 3. LCAiT

LCAiT는 현재 버전 3.0까지 개발되었으며 다른 소프트웨어와는 달리 환경부하를 Process card, Transport card에 일일이 기입해야 한다. Tool bar는 사용할 수 없으며 접고 펴는식(Pull-down) 메뉴만을 사용할 수 있다. 소프트웨어 내에서 에너지와 수송 데이터베이스는 별개로 관리되며 사용자가 새로운 데이터베이스를 만들 수도 있고 화학제품, 플라스틱, 펄프/종이, 및 유리제품에 대한 cradle-to-gate 결과가 소프트웨어에 내장되어 있다. 또한,

KCL-ECO와 마찬가지로 데이터를 보호하는 기능은 없으므로 주의가 필요하다.

환경부하에 사용되는 단위는 소프트웨어에서 지정한 단위를 사용해야 한다. 따라서 사용자는 조사한 모든 환경부하 데이터를 소프트웨어에서 사용되는 단위로 바꾸어야 하는 단점이 있다. 운송공정은 KCL-ECO에서처럼 운송 데이터베이스가 따로 있으며 운송공정에 운송거리를 입력하도록 되어 있다. 할당을 지원하는 기능은 없지만 사용자가 할당 시나리오를 만들어 할당을 수행할 수는 있다. 이 할당 시나리오는 전과정평가 초보자에게는 어려울 것이라 판단되며 방정식은 사용하지 않는다.

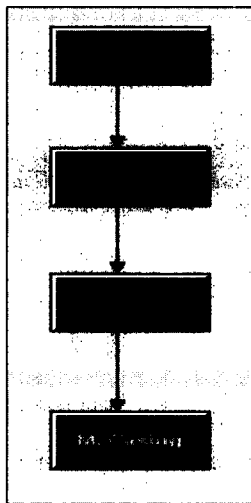


Fig. 5. Process tree of the metal casing system in LCAiT.

LCAiT에서는 실질적으로 전과정영향평가를 수행할 수 있는 기능은 없다. 따라서 목록분석을 수행한 후 도출된 Inventory Matrix를 Export 메뉴를 사용하여 MS Excel로 보내어 영향평가를 수행해야 한다. 이때 Excel의 매크로를 이용하여 영향평가를 간편하게 수행할 수 있으며 영향평가 결과를 이용하여 dominance 분석도 가능하다. 민감도분석과 결과를 비교하는 기능은 없다.

전과정목록분석 결과는 막대그래프로 나타내는 Inventory Profile과 각 단위 공정별로 환경부하를 나타내는 Inventory Matrix를 사용하여 출력할 수 있다. 그러나 결과를 3차원상의 그래프로 표현하는 기능은 없다. Metal 케이싱의 process tree와 In-

ventory Profile을 Fig. 5, 6에 나타내었다. 또한, LCAiT는 “Copy to Clipboard” 메뉴를 사용하여 워드 프로그램과 호환이 가능하다.

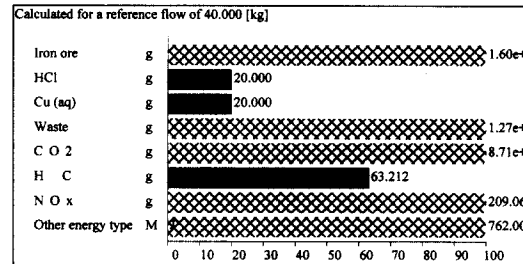


Fig. 6. Inventory Profile of the metal casing system in LCAiT.

#### 4. SimaPro

SimaPro 4.0은 환경성 디자인(Eco-design)과 전과정평가 등에 광범위하게 사용된다. 다른 소프트웨어와 다른 점은 먼저 Main data에서 Processes 범주인 material, energy, transport, processing, use, waste scenario, waste treatment에 대한 하위범주(sub-category)를 정의하여 데이터를 입력한 후 Box에서 수행할 전과정평가의 타입을 결정한다. 이 연구에서 예를 든 metal 케이싱의 경우 Processes에서 processing 범주와 하위범주를 선택한 후 3개 공정에 대한 데이터를 입력하고 수송에 대한 데이터는 transport 범주에 입력한다.

모든 데이터를 입력한 후 Box의 Type에서 Life cycle을 선택한 후 연구중인 제품 시스템의 명칭을 기입한 후 앞에서 데이터를 입력한 processing과 transport를 선택하여 전과정평가를 수행한다. SimaPro는 데이터를 입력시키는 기능이 간편하므로 초보자도 전과정평가를 손쉽게 수행할 수 있을 것이라 판단된다. SimaPro를 이용한 metal 케이싱의 process tree는 Fig. 7과 같다.

SimaPro 4.0은 데이터보호 기능 외에 모든 데이터를 SPOLD 형식에 맞추어 입력하도록 되어 있다. 그러므로 차후에 이미 만들어진 데이터베이스를 이용할 때 데이터베이스에 대한 자세한 내용을 알 수 있으므로 전과정평가의 목적과 범위에 맞는 데이터 질을 갖는 데이터베이스를 선택할 수 있을 것으로

판단된다. 환경부하 단위는 사용자가 Quantities 및 Units 데이터베이스를 이용하여 지정할 수 있으며 Unit conversion에서는 단위 전환에 대한 데이터베이스를 만들 수도 있다. 운송은 “Transport”에서 운송데이터베이스를 만든 후 전과정평가를 수행할 때 이미 지정된 데이터베이스를 사용하면 된다.

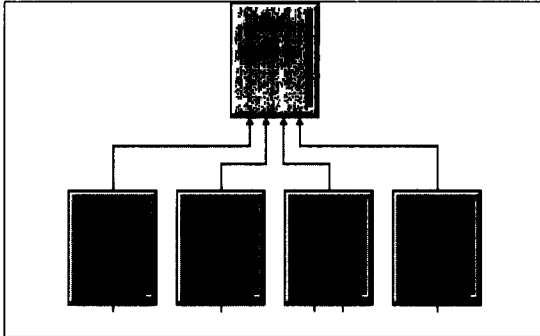


Fig. 7. Process tree of the metal casing system in SimaPro.

할당은 각 데이터베이스를 만들 때 시나리오를 선택하거나 “avoided product를 사용하여 수행할 수 있다. 아래 Fig. 8은 SimaPro에 내장되어 있는 Model Pro+의 알루미늄의 재활용과 재사용의 결과를 나타낸 것으로 폐기시 환경영향이 감소되었음으로 보여주고 있다. 방정식은 사용하지 않지만 모든 공정들이 데이터베이스로 연결되어 한 단위공정의 데이터가 변하면 연결된 다른 단위공정들의 값도 변하게 되므로 주의해야 한다.

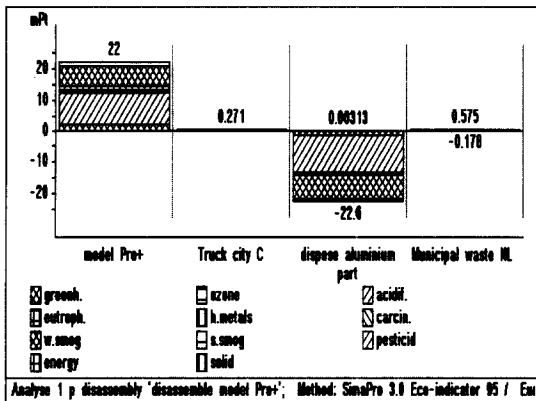


Fig. 8. Reduction of environmental impact in Model Pro+ due to recycling and reuse.

전과정영향평가는 지수 방법뿐만 아니라 분류화, 특성화 및 가중치부여 순으로 영향평가를 수행할 수도 있다. 또한, 데이터베이스의 Methods에서는 소프트웨어 사용자가 상응인자(Equivalency factor), 정규화값(Normalization reference) 및 영향범주의 가중치를 넣어 새로운 전과정영향평가 데이터베이스를 만들어 사용할 수도 있으며 이미 소프트웨어에는 Ecopoint, SimaPro 및 Eco-indicator 95 값들이 내장되어 있다. Fig. 9는 metal 케이스의 목록분석 결과에 소프트웨어에 내장된 SimaPro 3.0 Eco-indicator 95를 적용했을 때의 결과를 나타내며 metal ingot를 만드는 단위공정이 다른 공정보다 환경에 더 큰 영향을 미치는 것으로 판단할 수 있다.

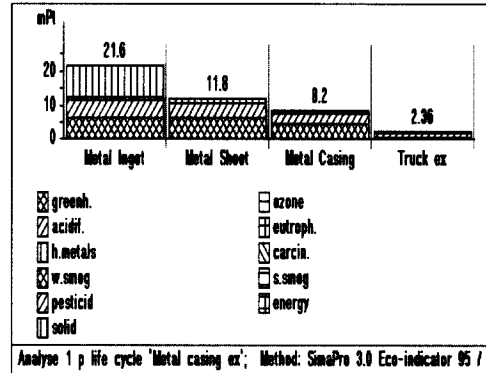


Fig. 9. LCA result of the metal casing system in SimaPro 4.0.

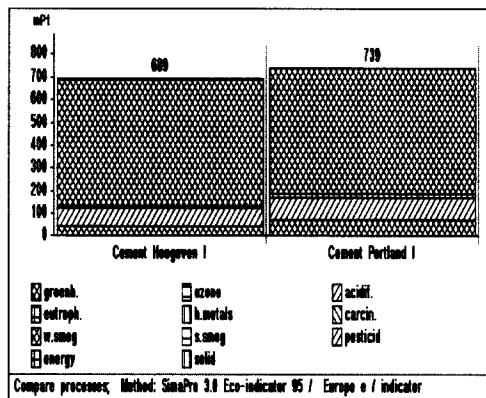


Fig. 10. LCA result comparison between Cement Hoogoven and Cement Portland in Building material.

SimaPro는 민감도 분석은 수행할 수 없으나 결과를 비교할 수 있는 기능은 포함되어 있다. Fig. 10

은 건축재료 중 Cement Hoogoven과 Cement Portland를 비교한 것이다. 아래 그림에서 Cement Hoogoven가 Cement Portland보다 환경적으로 더 친화적인 건축재료라고 판단할 수 있을 것이다. SimaPro의 장점은 결과를 출력시 process tree나 그래픽 결과를 File/Store 메뉴를 사용하여 bmp 화일로 저장하여 워드 프로그램과 호환이 가능하고 테이블 결과도 text 파일로 저장하여 다른 프로그램과 호환이 가능하다.

5. TEAM™

TEAM™은 버전 2.5까지 개발되었으며 Article, Atomic Module, Atomic Node, System Node 등을 사용하여 전과정시스템을 만들며 Module 수에 제한을 받지 않는 장점이 있다. 그러나 다른 소프트웨어와는 달리 전과정목록분석과 전과정영향평가를 DEAM과 TEAMplus에서 분리해서 수행해야 한다.

데이터보호 기능은 SimaPro와 거의 동일하며 DEAM에는 500개 이상의 모듈을 포함하고 있으며 영향평가 데이터베이스도 광범위하나 실제로 영향평가 데이터베이스는 각 영향범주를 하나의 데이터베이스로 보기 때문에 소프트웨어내에서 영향평가에 대한 데이터베이스의 수만 늘려놓은 것으로 여겨진다. 환경부하 단위는 전과정평가를 수행하기 전 미리 정의한 후 사용하는 것이 수월할 것이다. 운송은 하나의 "Node"로 만들어 모든 input 및 output를 계산하여 입력해야 한다. 할당은 두 가지 방법으로 수행할 수 있다. 첫 번째는 아래 Fig. 11의 Allocation 열에 승수(multiplier)를 입력하는 방법과 부산물이 사용되는 "Node"에 부산물을 연결하는 시나리오에 근거한 방법이 사용된다.

Fig. 11의 Formula에 방정식과 여러 가지 연산 기호 및 함수들을 사용할 수 있다. 전과정영향평가는 TEAMplus에서 수행되며 각 영향범주가 하나의 데이터베이스로 되어 있으므로 각 영향범주마다 영향평가를 수행하거나 지수 방법도 사용할 수 있다. SimaPro처럼 영향평가의 하위 단계를 순차적으로 수행하기에는 상당한 시간이 소요될 것으로 판단된다.

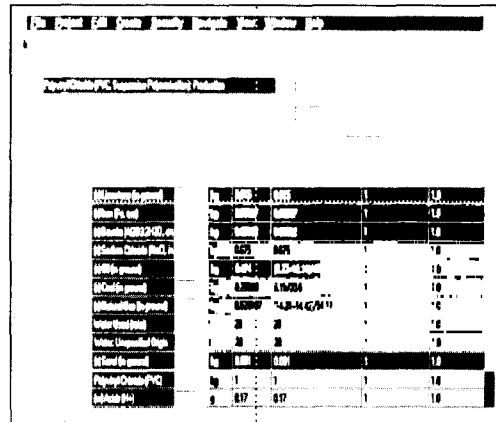


Fig. 11. Schematic diagram of Atomic Node in TEAM™.

민감도 분석도 TEAMplus에서 수행되고 결과 비교시 단점은 datasheet의 각 환경부하가 같아야 비교가 가능하다. 따라서 결과를 비교하기가 어려운 경우가 많을 것으로 생각된다. TEAM™의 장점은 결과를 3차원 그래프등 다양한 형태로 출력할 수 있다. 또한 목록분석 결과를 텍스트 파일로 저장하여 MS Excel상에서 편집도 가능하다.

6. 비교평가 결과

소프트웨어를 평가한 결과는 Table 3에 상·중·하로 나누어 나타내었다.

Table 3. Evaluation Result for LCA Softwares

	GaBi	KCL-ECO	LCAiT	SimaPro	TEAM™
그래픽 인터페이스	상	중	중	상	중
시스템구성 및 편집 기능	상	중	중	상	중
데이터보호	상	-	-	상	상
단위유연성	상	상	하	상	상
할당	중	상	중	중	상
방정식사용	상	상	-	-	상
운송공정	상	상	상	상	중
전과정영향평가	상	중	중	상	중
민감도분석	상	상	-	-	중
결과비교	-	-	-	상	중
그래픽출력과 응용프로그램과의 호환성	상	-	중	상	상

Table 3에 의하면 다섯 가지의 소프트웨어 중 GaBi가 10 개의 비교항목 중 8개의 '상'을 차지하여

가장 우수함을 알 수 있다. 그 뒤를 SimaPro, TEAM™ 및 KCL-ECO가 따르고, LCAiT가 가장 성능이 낮은 것으로 나타났다. 그러나 GaBi는 데모버전으로 평가했기 때문에 정규 버전으로 시험시 결과는 달라질 수 있다고 본다. 또한, LCAiT는 98년 12월 완전히 내용이 개조된 새로운 버전이 나오기 때문에 평가 결과와 다를 수 있다.

비교평가 기준 중 할당과 같이 절차가, 복잡한 경우는 Table 3의 평가 결과와 상이할 수 있다고 판단된다. 또한, 위에서 언급한 평가기준은 대표적인 기능을 선정하여 평가하였다는 것을 염두에 두어야 한다.

#### IV. 결 론

전과정평가에서는 수많은 데이터를 다루어야 하고 결과적으로 시간적, 경제적으로 많은 부담이 소요되기 때문에 전과정평가를 용이하게 수행하기 위해 소프트웨어를 개발하게 되었다. 그러나 소프트웨어는 개발한 주체에 따라 기능 및 데이터베이스도 다양하다. 현재 전세계적으로 광범위하게 사용되고 있는 소프트웨어는 GaBi, KCL-ECO, LCAiT, SimaPro 및 TEAM™이다. 이 연구에서는 미리 선정한 기준에 따라 상기에서 언급된 5개의 소프트웨어를 평가하였다.

Table 3의 비교평가 결과에 나타난 것처럼 GaBi가 가장 뛰어난 소프트웨어로 판단되지만 위에서 선정한 비교 기준은 기능을 중심으로 평가하였기 때문에 이외에도 가격 및 내장된 데이터베이스 등을 고려하여 전과정평가의 목적에 맞는 소프트웨어를 선택하는 것이 가장 좋은 방법이라 생각된다.

또한, 전과정평가 소프트웨어를 개발할 때는 크게 목록분석, 영향평가 및 해석 부분으로 나누어 사용자가 용이하게 전과정평가를 수행하도록 해야 하고 사용자 인터페이스, 데이터질, 할당, 다른 프로그램과의 호환성도 고려하여야 한다. 위의 평가 결과는 기준을 선정하여 주관성을 배제하려고 하였지만 어느 정도 주관성이 포함되었다고 판단된다.

#### 참 고 문 헌

- 1) 이진모, "전과정평가의 개요", 월간 표준화, 1월호, pp 56~60(1997).
- 2) Dean M. Menke and Gary A. Davis, "EVALUATION OF LIFE-CYCLE ASSESSMENT TOOLS", University of Tennessee Center for Clean Products and Clean Technologies, pp. 3(1996).
- 3) ISO/FDIS 14040, Environmental management - Life Cycle Assessment - Principles and framework(1997).
- 4) GaBi User's manual, Department of Life Cycle Engineering University of Stuttgart (1998).
- 5) KCL-ECO User's manual, The Finnish Pulp and Paper Research Institute(1995).
- 6) Inventory Tool Demo Manual, Chalmers Industriteknik(CIT)(1998).
- 7) SimaPro User Manual, Pré Consultants B. V.(1997).
- 8) TEAM User's Manual, Ecobilan(1997).
- 9) <http://141.58.236.21/englisch/indexe.htm>
- 10) KCL-ECO, <http://www.kcl.fi>
- 11) <http://www.ekologik.cit.chalmers.se/software.htm>
- 12) SimaPro, <http://www.pre.nl>
- 13) TEAM™, <http://www.ecobalance.com>