

# Eco-Mg 소재의 자발적 온실가스 감축방법론(K-VER) 개발

이한경, 김정구, 김윤미  
이에프컨설팅 컨설팅본부

## Voluntary Emission Reduction(K-VER) Methodology of Eco-Mg

Han Kyoung Lee, Jeong Gu Kim, Yoon Mi Kim

EF Consulting Co.

hklee@ecofrontier.com, jgkim@ecofrontier.com, ym\_kim@ecofrontier.com

### Abstract

Demand and supply of Mg-alloys are growing in automobile, electrical and electronics industry, where weight reduction of product is needed. Especially, the world's first Eco-Mg alloy manufacturing technology, which is a part of eco-friendly alloy technology for new material, is widely applicable. Therefore it is expected to apply to nation's core work such as automobile, aircraft, mobile, and other industry. If domestic magnesium enterprises obtain emission permits through greenhouse-gas emissions reduction project, they can cope with Target Management and Emissions Trading System. Moreover it is expected to create added-value. Thus, in this study, we analyzed the existing methodology for registering domestic greenhouse-gas emissions reduction project. Furthermore, we drew restraints and limits of application of the methodology, so that the domestic magnesium enterprises can improve its availability.

*keywords:* co-Mg, Mg-alloys, greenhouse-gas emissions reduction, Emissions Trading System, eco-friendly alloy technology

### 요약문

Mg 합금은 제품경량화가 요구되는 자동차, 전기-전자 등 산업계를 중심으로 수요와 공급이 증가하고 있는 소재이다. 특히 세계 최초로 개발된 Eco-Mg, 합금 기술(친환경 신소재 합금 기술의 일부)은 그 응용 범위가 넓어 자동차, 항공기, 휴대폰 등 국가 주력산업에 적용이 가능할 것으로 예상된다. 국내 마그네슘 사업장들이 사업장 자체적인 국내 온실가스 배출 감축 사업을 통해 배출권을 획득한다면 목표관리제 및 배출권 거래제 등 국가 제도에 대비할 수 있을 뿐만 아니라 이를 통해 추가적인 부가가치의 창출이 가능할 것으로 보인다. 따라서 본 연구에서는 마그네슘 사업장들이 국내 온실가스 배출 감축사업 등록을 위해서 필요한 기 등록된 방법론을 분석하고자 한다. 더 나아가 방법론 적용성의 제한 및 한계점을 도출하여 국내 마그네슘 사업장의 활용성을 향상시키고자 한다.

*주제어 :* Eco-Mg, 전과정평가, K-VER, 방법론

## 1. 서론

마그네슘 합금은 제품 경량화가 요구되는 자동차, 전기-전자 등 산업계를 중심으로 수요와 공급이 증가하고 있는 소재이다. 마그네슘 합금은 제품 가공성 및 생산성이 뛰어난 소재이나 제품 생산을 위한 주조공정 중 용탕의 산화 및 발화 방지를 위해 용탕보호가스의 사용이 반드시 필요하다. 용탕보호가스로 널리 사용되는 SF<sub>6</sub>(육불화황, Sulphur hexafluoride)는 지구온난화 주범인 대표적 온실가스 중 하나로, 동일한 양의 CO<sub>2</sub>가스와 비교하였을 경우 23,900배의 온실가스를 배출한다. 이 때문에 선진국을 시작으로 사용 제한이 시작되었고, 온실가스 감축 사업에 있어 배출 제한이 되는 물질이다.

마그네슘 관련 공정에서 용탕보호가스에 의한 온실가스 배출을 감축하는 기술에는 두 가지가 있다. 하나는 용탕보호가스를 SF<sub>6</sub>에서 기타 가스로 대체하는 방법이며, 다른 하나는 마그네슘합금에 첨가물을 투입하여 합금 자체가 산화와 발화에 의해 내성을 가지게 하는 기술이다. 전자의 경우 온실가스 배출감축 사업방법론과 SF<sub>6</sub>를 대체할 수 있는 복수의 대체물질이 개발 및 발굴된 상태이나 대체물질이 가진 한계점으로 인해 기술 활용에 어려움이 존재한다. 반면 후자의 경우 용탕보호가스의 대체물질을 사용하는 경우에 비해서도 기술적 우수성을 가지고 있고, 온실가스를 저감하는 내용에 있어서도 우수성을 가지고 있다.

산업통상자원부의 산하기관인 한국생산기술연구원에서는 기존 Mg 합금에 CaO(산화칼슘) 등 칼슘계 화합물을 첨가하여 소재 표면에 치밀하고 얇은 보호막을 형성시킴으로써 기존 마그네슘 소재의 산화 및 발화위험성을 방지하는 기술을 개발하였다. 이 기술은 SF<sub>6</sub>를 대체할 수 있는 온실가스 감축 사업으로서 최적의 기술이며, 이에 본 연구에서는 온실가스 감축실적을 인정받기 위해 국내 에너지관리공단에서 운영하고 있는 자발적 온실가스 감축사업(KVER) 방법론을 개발하였다. 따라서 본 연구에서는 기존에 개발된 마그네슘 관련 개발 방법론 검토 결과를 바탕으로 새롭게 개발한 온실가스 감축 방법론을 소개하고, 개발된 기술을 방법론에 적용하여 기대할 수 있는 효과에 대해 살펴보고자 한다.

## 2. Eco-Mg 합금 및 기존 방법론 검토

마그네슘은 특유의 우수한 물성에 의해 크게 주목 받고 있는 금속 소재이다. 특히 비중이 1.74 g/cm<sup>3</sup>이고 철과 비교하여 ¼, 알루미늄과 비교하여 ⅔ 수준으로 현재 사용되고 있는 금속 중 가장 가볍다. 그럼에도 철에 비해 6배 이상 뛰어난 비강도로 인해 제품의 경량화가 필요한 산업(자동차, 무선통신 기기 등)에 있어 특히 매력적이다. 제품 생산성에 있어서도 가공성이 뛰어나고 특히 주조 공정과정에서 제품 생산성과 장비의 소모도 적은 등 매우 우수한 특성을 가지고 있다.

또한 재활용이 쉬울 뿐 아니라 전체 광물의 약 2.7%를 차지할 정도로 부존량이 풍부하여 지속적인 활용 가능성도 높은 소재이다. 이러한 많은 장점들로 인해 마그네슘 수요는 증가하고 있는데 이는 마그네슘 합금소재에 대한 공급량의 폭발적인 증가를 통해 확인할 수 있다. 국제 마그네슘 협회(International Magnesium Association)에서 제공하는 통계에 따르면 연간 세계 마그네슘 1차 생

산량<sup>22)</sup>이 80, 90년대 20만 톤 수준에서 2000년 479,000톤으로 폭발적으로 증가하였고, 2000년 이후 10년간 2배 가까이 증가했다.

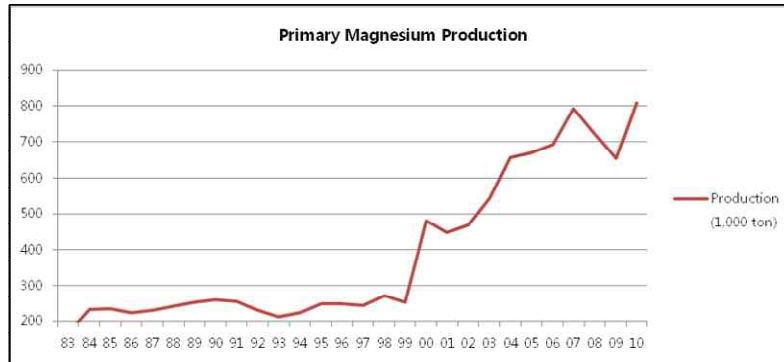


Fig 1. Primary magnesium production.

### 2.1. Eco-Mg 합금 개요

기존 마그네슘 합금은 용탕 상태에서 공기 중의 산소 및 수분과 반응하는 성분이 있어 자연적으로 발화하거나 폭발하는 한계점이 있다. 이 때문에 주조 공정에서의 산화 및 발화 방지를 위해 SF<sub>6</sub>가 필수적으로 투입되어 용탕보호가스로 사용된다. 이 과정에서 투입되는 SF<sub>6</sub> 가스는 대표적인 지구 온난화 가스로 지구온난화 지수(GWP, Global Warming Potential)가 23,900배로 SF<sub>6</sub>가스 1톤은 CO<sub>2</sub> 23,900톤과 동일한 온실효과를 가지게 된다. 또한 SF<sub>6</sub> 가스는 대기 중에 한 번 방출되면 1,000년 이상 머무르며 온실효과를 유발하기 때문에 EU 등 선진국에서는 SF<sub>6</sub>를 포함한 F-gas를 별도로 관리하고 있다.

용탕보호가스에 의한 온실가스의 발생을 감축하는 기술에는 이미 감축사업방법론화가 이뤄진 용탕보호가스의 성분을 대체하는 기술과 마그네슘 합금에 첨가물을 투입하여 용탕에 자체적인 보호막을 형성, 마그네슘 합금 용탕의 산화, 발화를 억제하는 기술이 있다. 산업통상자원부의 산하기관인 한국생산기술연구원에서 개발한 기술은 후자에 해당하는데 이 기술은 전자의 기술과 비교했을 때 SF<sub>6</sub> 절감을 달성하기 위한 접근 방법, 내용 등이 상이하여 기존에 개발된 마그네슘 용탕보호가스 관련 온실가스 감축사업방법론의 틀을 적용하여 감축량을 추정하고 모니터링 하는 등의 과정에 어려움이 뒤따른다. 이에 새로운 방법론을 개발하여 온실가스 감축 사업을 추진하고자 하였다.

### 2.2. 마그네슘 용탕보호가스 대체 온실가스 감축 사업방법론

마그네슘 용탕보호가스를 SF<sub>6</sub>에서 기타 가스로 대체하는 내용의 온실가스 감축 사업 방법론으로 UNFCCC(UN 기후 변화 위원회, United Nations Framework Convention on Climate Change)의 CDM(청정개발체제, Clean Development Mechanism)의 방법론 AM0065와 J-CDM(일본 국내크레딧 제도, Japan-Clean Development Mechanism) 방법론 036이 있다.

22) Primary Magnesium Production, 재활용이 아닌 마그네슘의 원자재 정련을 통한 마그네슘 생산량

### 2.2.1. 기 등록된 방법론 적용 사례

CDM(Clean Development Mechanism, 청정개발체제)사업이란 기후변화협약 총회에서 채택된 교토의정서 제12조 규정에 따라 지구온난화현상 완화를 위해 선진국과 개발도상국이 공동으로 추진하는 온실가스 감축사업 제도로 지구 온난화 현상 완화를 위해 교토의정서 부속국가(Annex 1 국가)와 비부속국가(non-Annex 1 국가)가 공동으로 추진하는 온실가스 감축사업이다. CDM 사업 등록을 위해 사용되는 CDM 방법론은 사업 분야의 범위가 넓고 그 내용이 엄정할 뿐 아니라 사업 등록 및 모니터링에 있어 객관적이고 정확한 검증을 요구하기 때문에 국제적으로 신뢰성이 높다. 대규모방법론 AM0065가 마그네슘 업계에서의 보호가스 대체에 대한 내용을 다루고 있다.

J-CDM제도는 교토의정서 온실가스 감축 목표 달성을 위해 일본에서 자체적으로 시행하고 있는 제도로, 자체적인 사업방법론 체계를 가지고 있다. J-CDM 사업의 경우 대기업-중소기업 간 연계 구도를 바탕으로 온실가스 감축을 달성하는 구도를 가지고 있으며, 이는 J-CDM 제도가 여타의 상쇄, 감축사업 제도와 구별되는 특성으로 볼 수 있다. 마그네슘 보호가스과 관련된 방법론은 방법론 036 마그네슘 용해주조용 커버가스(용탕보호가스)의 변경이 있다.

Table 1. Case of Methodology Application

항목	AM0065	방법론 036
사업명	SF <sub>6</sub> Switch at Ortal Diecasting 1993 Ltd.	마그네슘 용해주조용 커버가스 변경 프로젝트
사업장 위치	이스라엘 Kibbutz Neve Ur	츠쿠바 다이캐스트 공업 주식회사 미야기 공장
사업개요	마그네슘 다이캐스팅 공정에 용탕보호가스로 투입되는 SF <sub>6</sub> 를 HFC134a가스로 대체	SF <sub>6</sub> 를 온난화지수가 낮은 기타 가스로 대체 * 기타 가스 : ZEM-Screen (일본 센트럴 유리(硝子) 주식회사 제품, GWP 9)
활동 바운더리	마그네슘 다이캐스팅 설비 전체	마그네슘 용해주조용 설비
배출 저감량 (tCO <sub>2</sub> /yr)	11,025	8,192

CDM방법론 AM0065와 J-CDM 방법론 036은 적용 범위를 용탕보호가스를 SF<sub>6</sub>에서 대체물질로 변경하는 내용으로 한정시키고 있다. 이 때문에 마그네슘 소재의 특성을 개선하여 SF<sub>6</sub>의 사용량을 절감하는 에코마그네슘은 물론 용탕보호가스의 성분대체가 아닌 접근법을 통해 SF<sub>6</sub>의 사용량을 저감하는 기술의 경우 기존 개발된 방법론의 적용대상이 될 수 없다. CDM 방법론의 경우 방법론 개정을 통해 사업의 적용 범위를 확장하여 추진이 가능할 수는 있으나 개정 절차가 까다롭고 소요시간이 많이 걸리는 단점이 있다. 또한 J-CDM 제도의 경우 기본적으로 일본 내의 사업을 대상으로 하기 때문에 설블리 사업 방법론의 개정/개발과 사업 실시를 시도하기가 어려운 것이 사실이다.

또한 위 두 사례에서 SF<sub>6</sub> 대체가스로 사용한 용탕보호가스들이 나름의 한계를 가지고 있다는 점이다. CDM 사업에서 대체 가스로 사용된 HFC134a의 경우 SF<sub>6</sub> 가스와 마찬가지로 온실가스로 분류되는 가스이며 감축의 대상이다. 또한 J-CDM에서 대체가스로 사용된 Trans-1,3,3,3-Tetraflu

oropropene(상표명: ZEM-screen)의 경우에는 온실효과가 매우 낮지만(GWP 9) 사업계획서에 따르면 등록된 사업장에서는 ZEM-screen의 증기압 확보를 위해 배관온열을 시행하였다는 점이 기술되어 있다. 이는 용탕보호가스로서 개발된 ZEM-screen의 경우 상용화 과정에서 불안정성 문제를 제거하고 주위 온도에 따른 성능 저하를 최소화하는 등의 개선을 시행하였을 것으로 기대할 수 있는데 한국 등 사업장 지역과 유사한 기후의 지역에서 활용하는 경우에는 안정적 운영을 위해 온열 설비를 설치할 필요가 있음을 짐작할 수 있다.

### 3. 국내 온실가스 배출감축사업 방법론

산업통상자원부로부터 전담기관으로 지정된 에너지관리공단의 온실가스 감축사업 등록소는 2005년 7월에 개소하였다. 국내 온실가스 배출감축사업은 에너지관리공단 감축사업 등록·거래시스템(<http://kver.kemco.or.kr:8282>)에서 온실가스의 계획량 등록 및 감축실적 인증이 가능하다.

그러나 에너지관리공단 감축사업 등록·거래시스템에 등록된 방법론 중에는 Eco-Mg 사업 등록을 위해 적용하기 위해 국내 온실가스 배출감축사업을 추진하기에 적용가능한 방법론이 부재한 상황이다. 따라서 마그네슘 주조관련 업계의 온실가스 저감 수단이 될 수 있는 에코마그네슘의 개발 및 상용화, 실제 사업이 개시되는 현상에 발맞추어 사업장에서 활용하여 부가가치를 창출할 수 있는 사업을 진행 할 수 있도록 신규 방법론을 개발하였다.

#### 3.1. 방법론 개발

##### 3.1.1 방법론의 구성

국내 온실가스 배출감축사업의 등록을 위해서는 사업계획서를 작성해야 한다. 사업계획서를 작성하기 위해서는 방법론을 참고해야 하는데 방법론은 구성 항목에 따라 크게 사업 일반 사항, 배출량 관련 사항, 모니터링 관련 사항으로 나눌 수 있다. 각 항목별로 배출량을 계산하기 위하여 적용되는 기준, 가정, 계산방법, 절차 등이 자세히 서술되어 있다.



Fig 2. Methodology structure.

### 3.1.2. 방법론 소개

2013년 6월 12일에 등록된 방법론의 정식 명칭은 “방법론\_013\_ver 1 원재료 대체를 통한 주조 공정에서의 공정용 온실가스 감축 방법론”이다. 기존에 등록된 CDM 방법론과 J-CDM 방법론을 분석한 후, 국내 현장의 현실성을 반영하기 위하여 실제로 국내에서 Eco-Mg으로 제품을 생산하고 있는 업체 및 전문가의 자문을 통해 정확도 및 적용성을 향상시켰다.

방법론을 사업에 적용하기 위해서는 가장 먼저 사업의 적용 요건을 방법론에서 확인해야 한다. 이 방법론은 주조 공정을 통한 금속소재 제품 생산 시 금속원료를 기존의 소재에서 친환경적인 신소재로 전환하여 공정 중 다양한 목적으로 투입되는 공정용 온실가스의 배출량을 절감하는 사업에 적용이 가능하다. 기존에는 마그네슘 합금을 통해 용탕보호가스인 SF<sub>6</sub>를 저감하는 사업에 한정시켰으나 전문가 의견을 반영하여 다이캐스팅 공정상 원료소재를 신소재로 대체하는 것을 유지하되 대상 소재를 다이캐스팅을 적용한 소재 전반으로 확대하여 방법론 적용 범위를 확장하였다. 사업장에서는 다이캐스팅 적용 금속으로 사용한 기존 소재, 대체 친환경 신소재 사용을 통한 제품 생산 계획 여부, 공정에 투입되는 온실가스 종류의 파악을 통해 적용 요건을 확인하여 사업 추진 여부를 결정할 수 있다.

따라서 기존 소재를 대체하여 친환경 신소재가 투입되어도 기존에 생산하던 동일 제품에 대한 생산이 이루어지게 될 것이다. 이는 사업 등록을 위한 타당성 조사(Validation) 절차나 사업 등록 이후 배출권 발행을 위한 검증(Verification) 절차 시 제 3자에 의해 제품 생산량 데이터를 통해 확인이 가능하다.

방법론의 사업 경계는 공정 안정성, 생산성 증가 등을 목적으로 공정용 온실가스를 투입하는 금속소재 주조 공정으로 하였다. 사업 전/후 경계는 다음과 같다.



사업 전 후 온실가스 배출 감축량의 차를 이용해 온실가스 배출 감축량을 산정할 수 있으며 산식은 다음과 같다.

$$\text{온실가스 배출 감축량} = \text{사업 전 온실가스 배출량} - \text{사업 후 온실가스 배출량}$$

이를 방법론 용어에 적용해보면 다음과 같이 된다.

$$\text{온실가스 배출 감축량} = \text{베이스라인 배출량} - \text{사업 후 배출량}$$

### 3.1.2.1. 베이스라인 시나리오

금속소재 제품을 생산하는 전체 시설 규모를 기준으로 공정용 온실가스 투입량 및 금속소재 제품 생산량에 대한 과거 연간 데이터를 활용하여 베이스라인 배출량을 산정한다. 산정식은 다음과 같다.

$$BE_y = P_{Metal,PJ,y} * GWP_{GHG} * EF_{GHG,Metal}$$

기호	정의	단위
BE <sub>y</sub>	y년도 베이스라인 배출량	tCO <sub>2e</sub> /yr
EF <sub>GHG,Metal</sub>	베이스라인 공정용 온실가스 배출계수	tGHG/tMetal
P <sub>Metal,PJ,y</sub>	y년도 프로젝트 실행 후 금속소재 제품 생산량	tMetal/yr
GWP <sub>GHG</sub>	공정투입 공정용 온실가스의 지구온난화 계수	tCO <sub>2e</sub> /tGHG

EF<sub>GHG,Metal</sub>은 공정용 온실가스를 주요 공정에 투입할 시 금속소재 제품 생산량 1톤당 공정용 온실가스의 배출량을 의미한다. 공정용 온실가스 배출량은 프로젝트 시행 직전 3개년도의 데이터를 사용하여 산정하는 것을 원칙으로 하나 프로젝트 시행 직전 3개년 데이터가 부재한 경우 프로젝트 시행 직전 1년치 데이터를 사용하여 산정할 수 있다.

프로젝트 실행 후 금속소재 제품 생산량 P<sub>Metal,PJ,y</sub>은 최종제품이 아닌 주요 공정의 특성상 발생하는 런너 등 부속재를 포함한 샷의 전체 생산량을 의미한다<sup>23)</sup>. 단, 샷의 전체 생산량의 모니터링이나 객관적, 보수적인 추정이 기술적으로 불가능한 경우 최종제품의 생산량을 y년도 제품 생산량으로 활용할 수 있다.

베이스라인 공정용 온실가스 배출계수 EF<sub>GHG,Metal</sub>의 산정방법은 다음과 같다.

#### ㉔ 베이스라인 배출계수의 산정

$$EF_{GHG,Metal} = Min \left\{ \frac{C_{GHG,EM,BL,y}}{P_{Metal,BL,Total,y}} \right\} \quad (2)$$

기호	정의	단위
EF <sub>GHG,Metal</sub>	베이스라인 공정용 온실가스 배출계수	tGHG/tMetal
P <sub>Metal,BL,Total,y</sub>	y년도 베이스라인 금속소재 제품 생산량	tMetal/yr
C <sub>GHG,EM,BL,y</sub>	y년도 베이스라인 공정용 온실가스 배출량	tGHG/yr

EF<sub>GHG,Metal</sub>는 프로젝트 실행 직전 3개년도 데이터(3개년도 이상 누적 데이터 부재시 프로젝트 실행 직전년도 데이터)를 활용하여 각 y년도 베이스라인 공정용 온실가스 배출량을 해당 년도 금속

23) 샷은 주요 공정에서의 제품 생산 단위로, 최종제품에 런너, 오버플로우, 플래쉬, 비스킷(스프루) 등이 모두 합쳐진 금형의 형태를 가진다. 최종제품과 샷의 금속 용탕 소모량은 금형의 형상에 따라 상이하나 최종제품이 샷에서 차지하는 비중은 제한적인 경우가 많아 제품 생산량 P<sub>Metal,PJ,y</sub>을 최종제품의 생산량으로 결정하는 경우 온실가스 배출량이 실제 배출량에 비해 과소하게 계상될 가능성이 있다.

소재 제품생산량으로 나눈 값 중 최소값으로 선택한다. y년도 베이스라인 공정용 온실가스 배출량은 다음과 같이 산정한다.

㉔ y년도 베이스라인 온실가스 배출량<sup>24)</sup>의 산정

y년도 베이스라인 온실가스 배출량은 y년도 베이스라인 공정용 온실가스 소비량에 열화계수(주조 과정에서 금속용탕과 반응한 후 잔존하여 배출되는 공정용 온실가스의 비율)를 곱한 값으로 산출한다. 열화계수는 현장에서의 측정값, 연구에 의한 이론값이 존재하는 경우 해당 값을 사용하나 해당 데이터가 부재하거나 신뢰성이 떨어지는 경우 IPCC 가이드라인 등 국제적으로 인정된 표준값을 적용한다. 특히 SF<sub>6</sub>를 사용하는 마그네슘 주조의 경우 열화계수의 측정값이나 연구에 의한 이론값이 부재한 경우 CDM 방법론 AM0065 Ver 2.1 에 따라 표준값 0.5를 열화계수로 적용한다.<sup>25)</sup> 산정식은 다음과 같다.

$$C_{GHG,EM,BL,y} = C_{GHG,CON,BL,y} * DF_{GHG} \quad (3)$$

기호	정의	단위
CGHG,EM,BL,y	y년도 베이스라인 공정용 온실가스 배출량	tGHG/yr
CGHG,CON,BL,y	y년도 베이스라인 공정용 온실가스 소비량	tGHG/yr
DFGHG	생산공정에서의 공정용 온실가스의 열화계수	-

공정용 온실가스 소비량(CGHG,CON,BL,y)은 1) 시설 전체에서 과거 금속소재 제품 생산 과정에서 소비한 공정용 온실가스 소비량에 대한 실적 데이터를 기준으로 산정한 값과 2) 금속소재 제품 생산량을 바탕으로 2006 IPCC 가이드라인 등 국제적인 원단위 표준값(생산량 원단위 당 공정용 온실가스 소비량)을 사용하여 산정한 공정용 온실가스 소비량의 총합 중 작은 값을 선택한다. 산정식은 다음과 같다.

$$C_{GHG,CON,BL,y} = \text{Min} \{ C_{GHG,track,BL,y}, C_{GHG,Standard,BL,y} \} \quad (4)$$

기호	정의	단위
CGHG,CON,BL,y	y년도 베이스라인 공정용 온실가스 소비량	tGHG/yr
CGHG,track,BL,y	y년도 실적 데이터 기준 산정 공정용 온실가스 소비량	tGHG/yr
CGHG,Standard,BL,y	y년도 금속소재 제품 생산량 기준 공정용 온실가스 소비량	tGHG/yr

24)주조 공정중 베이스라인 온실가스 배출량의 산정법은 CDM방법론 AM0065 Ver. 2.1의 내용을 바탕으로 작성하였다.  
 25)일반적으로 마그네슘 표면 가스 내의 SF<sub>6</sub>는 비활성 상태이므로 마그네슘 산업에서 사용된 모든 SF<sub>6</sub>가스는 대기중으로 배출되는 것으로 알려져 왔으나 2000년대의 연구들을 통해 SF<sub>6</sub>가 액체/가스 형태의 마그네슘과 접촉하여 특정 정도까지 파괴된다는 사실이 입증되었다.



1) 실적 데이터 기준 공정용 온실가스 소비량 산정

프로젝트 시행 직전 3개년도 연간 공정용 온실가스 소비량을 측정한 데이터 값을 각 y년도의 소비량(CGHG,CON,BL,y)으로 선택한다. 3개년도 누적 데이터가 부재한 경우 프로젝트 시행 직전 1년분의 데이터를 선택한다.

2) 금속소재 제품 생산량 기준 공정용 온실가스 소비량 산정

$$C_{GHG,Standard,BL,y} = C_{GHG,SPStandard} * P_{Metal,BL,TOTAL,y} \quad (5)$$

기호	정의	단위
CGHG,Standard,BL,y	표준 원단위 값을 사용하여 추정된 베이스라인에서의 연간 공정용 온실가스 총 소비량	tGHG/yr
CGHG,SPStandard	금속용탕 1톤의 주조과정에서 소비되는 공정용 온실가스의 표준 값 (표준 원단위값)	tGHG/tMetal
PMetal,BL,TOTAL,y	y년도 베이스라인 금속소재 제품 생산량	tMetal/yr

CGHG,SPStandard,y 값은 주조 공정상 공정용 온실가스를 배출하는 설비에서 금속용탕 1톤의 주조 과정에서 소비되는 공정용 온실가스량으로, 주조에 사용하는 금속과 투입하는 공정용 온실가스의 표준 원단위 값을 적용한다.(ex. 마그네슘 주조 공정에서 SF<sub>6</sub>를 사용하는 경우 2006 IPCC 가이드라인에 따라 마그네슘 제품 생산량 1톤당 SF<sub>6</sub> 0.001톤을 적용한다.)

금속소재 제품 생산량 PMetal,BL,TOTAL,y는 PMetal,PJ,y와 마찬가지로 최종적인 제품 생산량에 더해 주조 공정의 특성상 발생하는 런너 등 부속재를 포함한 샷의 전체 생산량으로 한다. 단, 과거의 제품 생산량 데이터를 통해 샷의 전체 생산량을 객관적, 보수적으로 산정하기 어려운 경우 최종 제품 생산량을 PMetal,BL,TOTAL,y 값으로 사용할 수 있다.

이 경우 PMetal,PJ,y 값 역시 최종제품 생산량 값으로 적용한다. 또한 PMetal,PJ,y 값을 최종제품 생산량 값으로 적용한 경우 샷 생산량의 추정 가능성과 관계없이 최종제품 생산량 값을 PMetal,BL,TOTAL,y 값으로 한다.

3.1.2.2. 사업 후 배출량

프로젝트 시행 후 프로젝트 활동과정에서 사용된 공정용 온실가스에 의한 배출량을 사업 후 배출량으로 산정한다. 산정방법은 다음과 같다.

$$PE_y = PE_{GHG,y} \quad (6)$$

기호	정의	단위
PE <sub>y</sub>	y년도 사업 후 배출량	tCO <sub>2</sub> e/yr
PEGHG,y	y년도 공정용 온실가스 사용에 의한 사업 후 배출량	tCO <sub>2</sub> e/yr

㉔ y년도 공정용 온실가스 사용을 통한 사업 후 배출량의 산정

공정용 온실가스 사용에 의한 사업 후 배출량은 다음의 산정식에 따라 산정한다.

$$PE_{GHG,y} = C_{GHG,EM,PJ,y} * GWP_{GHG} \quad (7)$$

기호	정의	단위
PEGHG,y	y년도 사업 후 공정용 온실가스 사용에 의한 온실가스 배출량	tCO2e/yr
CGHG,EM,PJ,y	y년도 프로젝트 시행 후 공정용 온실가스 배출량	tGHG/yr
GWPGHG	공정투입 공정용 온실가스의 지구온난화 계수	tCO2e/tGHG

㉕ y년도 프로젝트 시행 후 온실가스 배출량의 산정

프로젝트 시행 후 배출될 실제 온실가스량은 다음의 산정식에 따라 산정한다.

$$C_{GHG,EM,PJ,y} = C_{GHG,CON,PJ,y} * DF_{GHG} \quad (8)$$

기호	정의	단위
CGHG,EM,PJ,y	y년도 프로젝트 시행 후 연간 온실가스 배출량	tGHG/yr
CGHG,CON,PJ,y	프로젝트 시행 후 연간 공정용 온실가스 총소비량	tGHG/yr
DFGHG	생산공정에서 투입된 공정용 온실가스의 열화계수	-

프로젝트 시행 후 연간 공정용 온실가스 총 소비량은 지속적인 모니터링 대상으로 프로젝트 시행 후 지속적으로 모니터링 되어야 한다. 모니터링과 관련된 자세한 내용은 모니터링 방법 항목에서 기술한다. 금속용탕과 반응하는 공정용 온실가스의 열화계수는 베이스라인 배출 산정 시와 마찬가지로 측정값, 혹은 공정 표준값을 적용하되 해당 값에 대한 자료 혹은 신뢰성이 확보되지 않는 경우 국제 표준값을 적용한다.

3.1.2.3. 누출량

본 방법론의 적용대상인 사업 활동에서의 누출량은 고려하지 않는다.

3.1.2.4. 온실가스 배출 감축량

온실가스 배출 감축량은 베이스라인 배출량과 사업 후 배출량의 차이로 산정하며, 계산식은 다음과 같다.

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (9)$$

기호	정의	단위
ERy	y년도 온실가스 감축량	tCO2e/yr
BEy	y년도 베이스라인 배출량	tCO2e/yr
PEy	y년도 사업 후 배출량	tCO2e/yr

온실가스 배출량 산정 시 최종제품의 정의를 정확히 내려야 배출량을 정확히 산정할 수 있으며 제품의 생산량 데이터는 정확하고 신뢰도가 높아야 향후 검증이 가능하다는 점을 고려해야 한다. 또한 사업자는 사업유효기간 중 온실가스 감축량 산정에 사용된 데이터에 대한 보수적, 객관적 근거 제시가 가능해야하며, 국가 온실가스 저감사업 등록 후에도 비정상적인 사업 운영을 통한 과도한 배출권 발급을 방지하기 위해 타당성 평가 과정에서 금속소재 제품 생산량이 제품 판매량과 비교 검증되어야 한다.

#### 3.1.2.4. 방법론 적용의 제한 및 한계점

개발된 방법론을 적용하여 사업을 추진하고자 하는 사업장이 기존 공정 라인에 친환경신소재 공정 라인을 추가로 신설하였다면 베이스라인 및 프로젝트 배출량을 산정에 영향을 줄 수 있는 민감한 사항이다. 따라서 사업 등록을 위한 타당성 조사 시 사업 경계 변경에 따른 명확한 설명이 있어야만 방법론 적용에 대한 설명이 가능하여 사업 등록에 무리가 없을 것이다.

또한 발주처에서 간헐적으로 물량을 발주 받아 친환경신소재를 이용하여 제품을 생산하는 사업장이 있다면, 발주시기에 따라 베이스라인이 달라지므로 베이스라인을 잡는데 어려움이 발생할 수 있다. 베이스라인이 정해져서 사업이 등록되었다고 해도, 향후 발주에 대한 물량 및 시기를 알 수 없는 리스크가 여전히 존재하는데 이는 모니터링에 영향을 줄 수 있는 사안이므로 사업 진행에 어려움이 따를 수 있다. 베이스라인에 비해 발주 물량이 증가할 경우 사업 후 배출량에 비해 베이스라인 배출량이 많이 산정될 수 있는 경우에는 베이스라인에 캡을 씌우는 방안을 고려할 수 있을 것이다.

친환경신소재를 사용하기 전 최소 1년 동안 기존 소재로 물건을 생산한 실적 데이터가 있어야 방법론의 적용이 가능하다. 친환경신소재를 구입하여 제품을 제작하는 사업장의 경우에는 사업 초기부터 SF<sub>6</sub>가스의 사용이 없었으므로 이는 방법론 적용성에 해당되지 않는 한계점이 존재한다.

현재 개발된 ECO-Mg 소재 제조 공정인 AZ91/31계열 합금 제조 공정과 성형 공정인 Cold Chamber 다이캐스팅, 열간 압출, 열간 압연 공정, 그리고 후처리 공정인 디스크 레이저 용접, 복합산화막 표면 처리 공정을 대상으로 지구온난화, 무생물 자원고갈, 산성화에 대한 3가지 영향 범주를 고려하여 전과정평가를 수행한 결과 ECO-Mg 공정이 기존 Mg 합금 공정보다 모든 영향이 저감되는 것으로 도출되었다(황윤영, 2013). ECO-Mg 공정과 Mg 공정은 보호가스의 투입 여부에서만 공정이 상이하다. 3가지 영향의 저감 원인은 ECO-Mg 합금 제조 시 SF<sub>6</sub>가 배제되어 공정에서 직접 대기로 배출되는 SF<sub>6</sub> 부재에 의한 것으로 나타났고 지구온난화의 경우 SF<sub>6</sub>의 지구온난화 영향 효과가 크기 때문에 저감 효과가 크게 나타났으며, 무생물 자원고갈과 산성화 영향의 경우 저감이 적게 나타났다. 그러나 실제 Mg 합금 제조 공정, 성형 공정, 후처리 공정의 종류는 매우 다양하기 때문에 ECO-Mg 공정 개발 시 기존에 수행되지 않은 공정에 대하여 전과정평가가 이루어져야 할 것이다.

#### 4. 기대효과

경량성, 자원의 무한성 그리고 재활용성으로 대표되는 마그네슘은 Eco-Mg 개발을 통하여 무한한 가능성을 가지게 되었다. Eco-Mg은 공정에 있어 용탕보호가스 사용을 배제함으로써 환경적인 측면에 있어서도 경쟁력을 갖추게 되었다.

국내 마그네슘 사업장들은 사업장 자체적인 국내 온실가스 배출감축사업 등록을 통해 목표관리제 및 배출권거래제에 대비할 수 있을 뿐만 아니라 이를 통해 기업의 배출권 획득이 가능할 것이다. 현재 시행중인 에너지 목표관리제 및 차년도 시행 예정인 온실가스 배출권 거래제하에서 다수의 대기업이 온실가스 배출 감축 의무를 부여 받았다. 온실가스 배출 감축 의무 대상인 기업들 대부분은 자체적인 온실가스 배출 감축 노력을 계속해 왔으며, 이로 인해 오히려 자체적인 온실가스 배출 감축의 여지가 많이 줄어든 상태이다. 이러한 상황에서 감축 의무 기업, 특히 제품생산관련 배출량이 큰 대기업의 경우 외부감축실적을 통해 온실가스 배출 감축을 유도하고 해당 감축분을 자사의 감축분으로 인정받는 방안을 선택하게 될 가능성이 높으며, 외부 감축 실적으로 관심이 높아질 수밖에 없을 것이다. 이 때 Eco-Mg 기술을 통해 획득한 온실가스 배출권 감축 실적을 외부감축실적으로 제공한다면 마그네슘 사업장들은 부가가치를 창출이 가능할 것이다.

Eco-Mg 기술을 활용한 사업화는 무엇보다도 폭발적으로 성장하고 있는 마그네슘 시장에서 효과적인 온실가스 감축 달성을 통해 추가적으로 부가가치를 창출할 수 있는 사업화가 가능한 기술이라는 측면에서 큰 의미가 있다고 할 수 있다. 또한 향후 마그네슘 시장에서 증가 할 것으로 예상되는 온실가스 배출량 증가에 대한 방지 수단을 사전에 마련한다는 유의미한 결과를 도출할 수 있을 것이다.

#### 5. 참고문헌

- 1) 황윤영, 허탁, “기존 Mg과 Eco Mg 소재, 공정 및 부품의 환경성 평가”, (2013).
- 2) 이진규, 김세광, “친환경 마그네슘 개발”, 한국주조공학회지, 제29권 제3호, 101~112, (2009).
- 3) 친환경 저비용 고기능 Eco-Mg 합금 개발, 한국생산기술연구원 소식지, (2009).
- 4) 환경부하 및 에너지 저감을 위한 Eco-Mg 생산기반기술 개발 4차년도 보고서, 산업통상자원부
- 5) 방법론\_013\_ver 1 원재료 대체를 통한 주요 공정에서의 공정용 온실가스 감축 방법론, 에너지관리공단 감축사업 등록·거래 시스템, (2013).
- 6) J-CDM 배출감축사업 계획: 마그네슘 용해주조용 커버가스 변경 프로젝트 (排出削減事業計画 : マグネシウム溶解鑄造用カバーガスの変更プロジェクト)
- 7) <http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1233931497.2/view>