

국내 기존 및 대체방법을 통한 알루미늄 생산의 전과정적 온실가스 배출량과 전기차 경량화에 미치는 영향 분석

고 인 영¹⁾·곽 규 나²⁾·이 주 하¹⁾·Sobit Sapkota³⁾·Anup Paudel³⁾·최 준 기³⁾·최 원 재^{*1)}

이화여자대학교 휴먼기계바이오공학부¹⁾·School of Sustainability Engineering and Environmental Engineering, Purdue University²⁾·Department of Mechanical Engineering, University of Dayton³⁾

Life cycle analysis of conventional and alternative aluminium production and effects of lightweight electric vehicles in South Korea

Inyoung Ko¹⁾ · Gyuna Kwak²⁾ · Juha Lee¹⁾ · Sobit Sapkota³⁾ · Anup Paudel³⁾ · Jun-Ki Choi³⁾ · Wonjae Choi^{*1)}

Department of Mechanical and Biomedical Engineering, Ewha Womans University¹⁾, School of Sustainability Engineering and Environmental Engineering, Purdue University²⁾, Department of Mechanical Engineering, University of Dayton³⁾

Key words : Life cycle assessment(전과정분석), Greenhouse gas emissions(온실가스 배출), Aluminium production(알루미늄 생산), Recycling(재활용), lightweighted vehicle(경량화 차량), Battery electric vehicles (전기 자동차)

최원재, E-mail: wj_choi@ewha.ac.kr

차량 경량화 트렌드로 인해 전 세계적으로 알루미늄 수요가 증가했다. 한국, 일본 등은 자동차를 포함한 제조업 위주 국가임에도, 알루미늄은 전량 수입하고 있다. 이러한 알루미늄 수입 의존국가들에서 소비되는 알루미늄의 정확한 전과정적 온실가스 배출량 데이터는 여전히 부족하다. 기존 알루미늄 전과정분석 선행연구들은 대부분 미국, 중국 등의 주요 생산국이나 전 세계 평균값에 집중되어 있어, 이를 수입 의존국의 차량 전과정 분석에 그대로 적용할 경우 실제 배출량을 과대 또는 과소평가할 위험이 있다. 따라서 본 연구는 GREET 모델 기반으로 국내로 수입되는 1차 알루미늄 잉곳의 온실가스 배출량을 수입구조를 반영하여 분석한다. 아울러 직접전기화, 불활성음극, 탄소 포집 및 저장, 재활용의 네 가지 대체 생산방법에 대한 온실가스 감축 효과를 비교 분석한다. 도출된 수입 알루미늄 잉곳 온실가스 배출량을 적용하여, 경량화 EV의 전과정적 온실가스 배출량을 파악하였다. 경량화로 인해 공차중량이 감소하면 전비가 향상되어 필요한 리튬이온배터리의 용량이 감소한다. 배터리의 중량 감소가 다시 공차중량 감소로 이어지는 상호작용이 반복적으로 발생한다. 따라서 이를 정확히 반영하기 위해 GT-SUITE 시뮬레이션을 통해 공차중량 변화에 따른 전비 변화를 계산하였다. 개선된 전비에 따라 감소되는 리튬이온배터리의 용량을 고려하여, 배터리와 차량 생산에서 배출되는 온실가스를 GREET 모델을 통해 도출하였다. 마지막으로 차량 수명동안의 EV 충전으로 인한 전력 배출량을 연간주행거리, 연간 전력배출량 변화를 고려하여 계산하였다. 이 세 가지 요인 배출량을 모두 종합하여 기존 EV와 경량화 EV의 전과정적 온실가스 배출량 차이를 논의한다. 또한 경량화 EV가 기존 EV 대비 환경적 이점을 가질 수 있도록 하는 1차 알루미늄 잉곳의 배출량과 2차 알루미늄 사용 비율의 임계점 대해 분석하였다. 추가적으로 전력배출량과 수입믹스에 따른 1차 알루미늄 잉곳 온실가스 배출량 민감도 분석을 진행하여, 알루미늄 수입 의존국에서의 자동차 산업 탈탄소화 전략에 대한 실질적인 근거와 정보를 제공하고자 한다.