



속도가 만드는 경제적 편익:

철강산업 저탄소 전환의 사회경제적 효과 분석



속도가 만드는 경제적 편익:

철강산업 저탄소 전환의 사회경제적 효과 분석

발간월

2026년 1월

저자

권영민 | 기후솔루션 철강팀 | yeongmin.kweon@forourclimate.org

도움주신 분

강혜빈 | 기후솔루션 철강팀

데이터 분석 및 모델링

PLANiT

디자인

sometype

기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다.

리서치, 법률, 대외 협력, 커뮤니케이션 등의 폭넓은 방법으로 기후위기를 해결할 실질적 솔루션을 발굴하고, 근본적인 변화를 위한 움직임을 만들어 나갑니다.

목차

| | |
|-----------------------------------|-----------|
| 1. 서론 | 4 |
| 2. 방법론 및 데이터 | 6 |
| 시나리오 설정 | 7 |
| 3. 주요 결과 | 9 |
| 지연된 전환에 따른 경제적 대가 | 9 |
| 전환에 따른 효과와 시나리오간 격차 발생 이유 | 10 |
| 전환 초기 단계에서의 사회경제적 효과 역전 | 13 |
| 전환 속도가 결정하는 장기적인 경제적 편익 | 14 |
| 4. 정책 제언 | 15 |
| 국가차원의 전략적 계획을 통한 철강산업의 저탄소 전환 가속화 | 15 |
| 초기 전환 부담을 완화하기 위한 지원정책 강화 | 15 |
| 그린수소의 안정적 공급 기반 확보 | 16 |
| 참고 문헌 | 17 |

1. 서론

전 세계적으로 탄소중립 목표 달성을 위한 노력이 가속화되고 있는 가운데, 특히 산업 부문의 저탄소 전환이 기후위기 대응 및 국가 경쟁력 확보의 핵심 과제로 떠오르고 있다. 그 중에서도 특히 철강산업은 대표적인 난감축 산업으로 분류되며, 주요 철강 생산국들은 철강부문의 탈탄소화를 국가 차원의 핵심 전환 과제로 인식하고 있다.¹ 이는 철강산업이 제조업 가치사슬 전반에 높은 연계효과를 갖는 기초소재 산업인 동시에, 전 세계 산업부문 온실가스 배출량의 약 7%를 차지²할 정도로 생산공정 내 온실가스 배출량이 많은 특성에 기인한다. 따라서, 철강산업의 저탄소 전환은 단순한 기술적 개선을 넘어 국가 온실가스 감축목표 달성과 제조업 가치사슬 전반의 지속가능성을 확보하기 위한 필수 조건으로 간주되고 있다.

이와 같은 맥락에서, 한국의 철강산업 역시 저탄소 전환의 중요성이 더욱 부각되고 있다. 국내 철강산업은 산업부문 온실가스 배출의 약 40%, 국가 총배출량의 약 17%를 차지³하는 최대 배출 산업이자, 조선·자동차·건설 등 국가 주요 산업의 기반 소재를 공급하는 핵심 산업이다. 따라서, 국내 철강산업의 저탄소 전환은 단순한 환경 문제를 넘어 국가 경제 수준에 지대한 영향을 미치는 변수로 작용한다. 또한, 최근 국제사회에서는 고탄소 제품을 대상으로 한 환경규제가 강화되고 있으며, 이러한 흐름 속에서 수출 의존도가 높은 한국 경제 구조를 고려할 때 주요 수출 품목의 핵심 공급망을 구성하는 철강산업의 탄소중립 달성은 국가적인 과제로 볼 수 있다.

지난 해 말 한국 정부가 발표한 「철강산업 고도화 방안」이나 비슷한 시기 국회를 통과한 K-스틸법⁴ 등을 살펴보면 철강산업의 저탄소 전환 필요성 자체에 대해서는 이미 공감대가 형성되어 있으며, 그 중요성에 대해 이의를 제기하는 목소리는 크지 않다. 하지만, 이러한 공감대와 정책적 방향성에도 불구하고 산업계의 전환 속도는 여전히 더딘 것으로 평가된다. 다수 철강기업의 탄소중립 로드맵은 저탄소 기술의 상용화 시점, 높은 초기 투자비용, 재생에너지 공급 안정성 등을 제약 요인으로 지적하며 보수적인 감축 목표를 제시하고 있으며, 국내 탄소배출권 거래시장에서의 낮은 탄소가격과 수요 산업으로부터의 미약한 시장 신호 등은 조속한 전환을 유도할 경제적 유인을 충분히 제공하지 못하고 있다.

또한, 철강산업의 저탄소 전환을 둘러싼 논의는 주로 초기 투자비용에 따른 생산비용의 증가, 산업 구조 변화에 따른 고용 조정 및 지역경제 위축 등 단기적 부담에 초점이 맞춰져 있다. 특히 포항, 광양 등 철강산업 의존도가 높은 지역에서는 전환 과정이 지역경제와 노동시장에 부정적인 영향을 미칠 수 있다는 우려가 지속적으로 제기되고 있다. 그러나 이러한 우려의 상당 부분은 저탄소 전환 그 자체보다는, 오히려 전환이 지연되거나 불충분하게 이루어질 경우 발생할 수 있는 구조적 위험에 기인하는 측면이 크다.

¹ Climate Action Tracker. (2024). *Decarbonising steel: national circumstances and priority actions*.

² Worldsteel. (2025). *Sustainability Indicators Report 2025*.

³ 환경부. (2025). 온실가스종합정보센터.

⁴ 「철강산업 경쟁력 강화 및 탄소중립 전환을 위한 특별법」

이러한 상황 속에서, 철강산업의 저탄소 전환 속도가 국가 경제 전반의 생산, 부가가치, 고용에 장기적으로 어떠한 영향을 미치는지, 그리고 전환 시점의 차이가 경제적 성과의 크기와 경로를 어떻게 달라지게 하는지에 대한 정량적 분석은 여전히 제한적이다. 특히 철강산업은 다수의 연관산업과 긴밀히 연결되어 있어, 개별 업종이나 단기 효과에 국한된 분석만으로는 전환의 순효과를 충분히 평가하기 어렵다. 이러한 문제의식을 바탕으로, 본 연구는 철강산업의 저탄소 전환 시나리오를 두 가지로 설정하고, 각 시나리오가 국가경제 전반에 미치는 사회경제적 영향을 정량적으로 산출하였다. 이를 통해 전환 속도의 차이가 생산, 부가가치, 고용 등 주요 경제 변수에 미치는 영향을 비교하고, 전환 지연이 초래할 수 있는 기회비용을 구체적인 수치로 도출하고자 하였다. 궁극적으로, 철강산업의 저탄소 전환이 단순한 기후 정책적 비용이 아니라, 국가 경제 전반의 새로운 성장 및 고용 창출 기회로 기능할 수 있음을 실증적으로 확인하고, 향후 정부와 산업계가 고려해야 할 정책적 시사점을 도출하는 것을 목적으로 한다.

2. 방법론 및 데이터

본 연구에서는 철강산업의 저탄소 전환이 국내 경제 전반에 미치는 사회경제적 파급효과를 정량적으로 평가하고, 전환 속도의 차이가 유발하는 사회경제적 효과를 비교하기 위해 산업연관분석(Input-Output Analysis)을 활용하였다. 산업연관분석은 한 산업의 최종수요 변화가 전후방 연관 산업을 통해 국가 경제 전체에 미치는 생산, 부가가치, 고용, 수입 등의 파급효과를 계량적으로 추정할 수 있다는 점에서, 저탄소 전환과 같이 구조적 변화가 동반되는 미래 시나리오 분석에 적합한 도구이다. 특히 철강산업의 전환은 에너지 수요구조의 변화, 연료의 전환, 새로운 생산 공정의 도입 등 복합적 변화를 수반하므로, 단일 산업 차원의 변화뿐 아니라 경제 전체의 연쇄적 파급효과를 분석할 필요가 있다. 본 연구에서 산업연관분석 방법을 통해 분석한 주요 산출항목은 다음과 같다.⁵

- **생산유발효과**: 어떤 상품의 최종 수요가 1단위 발생하였을 때, 이를 충족하기 위해 해당 상품을 만드는 부문을 포함한 모든 부문에서 직·간접적으로 유발되는 생산액의 크기
- **부가가치유발효과**: 어떤 상품의 최종 수요가 1단위 발생하였을 때, 이를 충족하기 위해 해당 상품을 만드는 부문을 포함한 모든 부문에서 직·간접적으로 유발되는 부가가치의 크기
- **고용유발효과**: 총산출 10억원 발생에 따라 이를 충족하기 위해 해당상품을 만드는 부문을 포함한 전산업에서 직·간접적으로 유발되는 전업환산 취업자수(임금근로자수)

* **전업환산 취업자**: 시간제 근로자의 근무시간을 전일제 근로자의 평균 근로시간 기준으로 환산한 고용량 측면의 취업자 수

철강산업의 저탄소 전환 시, 다배출 공정인 고로의 비중이 축소되면서 석탄 사용량은 감소하게 되고, 전기로 및 수소 환원제철 설비 등 저탄소 생산설비의 확대에 따라 재생에너지 및 수소 사용량은 증가하게 된다. 이러한 변화가 철강산업과 연관된 다른 산업들에 미치는 영향을 분석하기 위해, 기존 산업연관표 내 '석탄제품' 및 '재생에너지' 항목⁶을 활용하였다. 이 때, 재생에너지의 경우 풍력과 태양광 간 부가가치유발계수 및 고용유발계수에 차이가 크지 않다는 선행연구⁷에 근거하여 세부 기술별로 구분하지 않고 '재생에너지' 단일 항목으로 분석하였다.

한편, 수소의 경우 현재 산업연관표에 포함된 제품군이 아니기에 기존의 산업연관분석 방법을 직접적으로 적용하는데 한계가 있다. 이에 본 연구에서는, 수소 산업의 연관구조를 분석하고 2050년까지의 수소경제 규모를 추정을 시도한 선행연구⁸를 참고하여 수소 가치사슬의 각 단계를 정의한 후, 이를 기반으로 철강 생산용 수소와 연관된 산업 간 연쇄효과 분석을 시도하였다 (표 1 참조). 이 때, 그린수소 생산 과정에서 발생하는 효과는 재생에너지 항목에서 이미 반영된 것으로 간주하였으며, 수소 활용에 따른 효과 또한 철강산업 단일 항목으로 범위를 한정하고자 하였다. 이에 따라, 표 1에서 제시된 수소 가치사슬 가운데 '저장 및 운송' 부문에서 발생하는 산업연관효과만을 본 분석의 대상으로 설정하였다.




⁵ 한국은행. (2014). 산업연관분석해설.

⁶ 석탄제품: 기본부문 1610, 재생에너지: 기본부문 4506

⁷ 김기환, 서유정. (2020). 재생에너지 확대의 국민경제 파급효과 분석(1/4). 에너지경제연구원.

⁸ 최수빈, 김주희, 유승훈. (2023). 산업연관분석을 이용한 수소경제의 경제적 파급 효과 분석. 한국수소및신에너지학회논문집

[표 1] 수소 산업 가치사슬 분류

| 항목 |  생산 (Production) |  저장 및 운송 (Storage and transportation) |  활용 (Utilization) |
|-------|---|--|--|
| 화석연료 | <ul style="list-style-type: none"> • 산업공정 → 부생수소 • 천연·바이오가스 → 개질수소 | <ul style="list-style-type: none"> • 파이프라인 • 튜브 트레일러 • 액화수소 탱크로리 • 수소 충전소 (* 교통에 활용 시) | <ul style="list-style-type: none"> • 연료전지(가정용 및 산업용) • 교통(버스·택시·선박·기차·드론) |
| 재생에너지 | <ul style="list-style-type: none"> • 재생에너지 → 수전해 | | <ul style="list-style-type: none"> • 가스터빈 • 수소환원제철(철강) |
| 수입 | <ul style="list-style-type: none"> • 해외 수소 생산 → 수입수소 | | |

위와 같은 가정을 토대로, 2026년부터 국가 탄소중립 달성 목표 시점인 2050년까지의 산업연관분석을 실시하였다. 이 때, 석탄 및 재생에너지 부문의 경우 한국은행이 지난 해 발표한 2023년 산업연관표(연장표)를 활용하였으며, 수소 부문의 경우 앞서 언급한대로 선행연구(최수빈 외 2인, 2023)의 분석 방법을 활용하였다. 미래 산업연관표의 예측은 개별 항목에 대한 가격 변화 시나리오를 가정하고 이를 투입계수 행렬에 반영하는 방식으로 추정하였으며, 이 때 석탄 산업은 이미 성숙된 산업으로 향후 구조적 변화 가능성이 낮다고 판단, 석탄 가격은 현재 수준으로 고정된 채 추가적인 변동은 없는 것으로 가정하였다. 수소 및 재생에너지 가격은 제11차 전력수급기본계획의 전력 생산 비중, 블룸버그뉴에너지파이낸스(BNEF)의 재생에너지 발전 원가 전망, 국제에너지기구(IEA)의 수전해 설비 운영비용 전망 등을 반영한 선행연구⁹의 가정치를 토대로 전망하였다.

시나리오 설정

본 연구에서는 철강산업의 저탄소 전환 속도와 기술 도입 경로에 따른 사회경제적 파급효과의 차이를 비교하기 위해 두 가지 상이한 전환 시나리오를 설정하였다. 두 시나리오는 산업계가 제시한 전환 계획과 기술·경제적 효율성을 기준으로 도출된 최적의 전환 경로를 각각 반영하여 구성되었으며, 이를 통해 저탄소 전환 전략의 차이가 생산, 부가가치, 고용 등 사회경제적 지표에 어떠한 영향을 미치는지 정량적으로 분석하고자 하였다.

시나리오 1: 보수적인 전환 시나리오

첫 번째 시나리오는 포스코가 2024 지속가능경영보고서¹⁰를 통해 공개한 전환 계획을 기반으로 구성하였다. 이 시나리오에서는 기존의 석탄 기반 생산 공정인 고로·FINEX 공정의 비중이 시간이 지남에 따라 완만하게 감소하고, 전기로의 비중은 점진적으로 확대된다. 온실가스 감축 잠재량이 가장 크다고 평가받는 수소환원제철 공정은 2050년에 이르렀을 때 전체 공정의 약 50% 수준까지 도달하는 것으로 설정하였으며, 해당 연도 전기로 비율은 약 30%를 차지하는 것으로 가정하였다. 또한, 포스코는 해당 로드맵을 통해 2038년부터 탄소 포집, 저장 및 활용(이하 CCUS, Carbon

⁹ 김다슬, 권영민(2025). 수소환원제철 국내 정착을 위한 핵심 과제: 그린수소 조달 방안을 중심으로. 기후솔루션

¹⁰ 포스코. (2025). 2024 포스코지속가능경영보고서

Capture, Utilization, and Storage) 기술을 병행하는 계획을 공개하였으나, CCUS 기술에 대한 투자 규모 및 운영 비용 산정의 불확실성, 철강 생산 공정 내 CCUS 기술 도입 가능성에 대한 회의적인 선행 연구 결과¹¹ 등을 종합적으로 고려하여, 본 연구에서는 이를 사회경제적 효과 분석 대상 기술에서 제외하였다.

[표 2] 시나리오 1 철강 생산 공정 비중 변화

| 연도 | 고로/파이넥스 비율 | 수소환원제철 설비 비율 | 전기로 비율 |
|-------|------------|--------------|--------|
| 2026 | 80% | 0% | 20% |
| 2030 | 78% | 0% | 22% |
| 2040* | 42% | 30% | 20% |
| 2050* | 0% | 50% | 30% |

* 2040년 CCUS 비중 8%, 2050년 CCUS 비중 20%

시나리오 2: 조속한 전환 시나리오

두 번째 시나리오는 선행연구인 「수소환원제철 국내 정착을 위한 핵심 과제: 그린수소 조달 방안을 중심으로」¹²에서 제시된 한계감축비용곡선(Marginal Abatement Cost Curve, MACC) 분석 결과를 토대로 구성하였다. 해당 연구는 국내 최대 철강사이자 가장 높은 온실가스 배출 기업인 포스코의 온실가스 감축 목표¹³를 기준으로, 주요 감축기술별 감축 잠재량과 단위 감축비용을 비교하여 가장 비용효과적인 저탄소 전환 경로를 도출한 바 있으며, 본 연구에서는 이를 기반으로 한 조속한 전환 시나리오를 설정하였다. 이 때, 선행연구에서 도출한 전환 경로에서는 2033년부터 수소환원제철 설비가 도입되는 것으로 가정하였으나, 본 연구에서는 보수적인 전환 시나리오(시나리오 1)와의 대비를 위해 수소환원제철 설비 도입 시점을 2030년으로 설정하였다.

이 시나리오에서는 고로-FINEX 기반 고탄소 공정 비중이 상대적으로 빠르게 축소되고, 수소환원제철 설비는 2050년 약 87%까지 확대되어 해당 기술의 도입 속도와 규모가 첫 번째 시나리오에 비해 현저히 높다. 또한 비용 대비 효율성이 낮고 실제 도입이 불투명한 것으로 평가되는 CCUS 기술로 인한 산업연관효과는 분석에서 제외하였으며, 이에 따라 첫 번째 시나리오와 달리 2050년에는 수소환원제철 공정과 전기로 공정만을 통해 탄소중립 목표를 달성하는 것으로 설정하였다.

[표 3] 시나리오 2 철강 생산 공정 비중 변화

| 연도 | 고로/파이넥스 비율 | 수소환원제철 설비 비율 | 전기로 비율 |
|------|------------|--------------|--------|
| 2026 | 94.4% | 0% | 5.6% |
| 2030 | 70.4% | 16.2% | 13.4% |
| 2040 | 21.4% | 65.2% | 13.4% |
| 2050 | 0% | 86.6% | 13.4% |

¹¹ Nicholas, S., & Basirat, S. (2024). *Carbon capture for steel?*. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA).

Nicholas, S., & Basirat, S. (2024). *Steel CCUS update: Carbon capture technology looks ever less convincing*. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA).

¹² 김다솔, 권영민(2025). 수소환원제철 국내 정착을 위한 핵심 과제: 그린수소 조달 방안을 중심으로. 기후솔루션

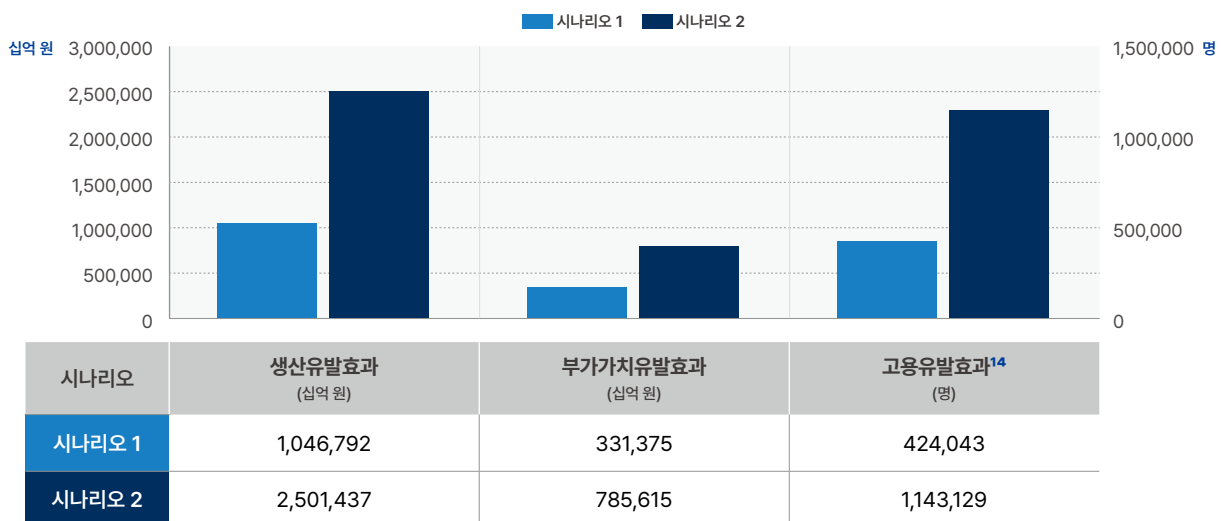
¹³ 기준연도('17~'19) 대비 2030년 10%, 2035년 30%, 2040년 50%, 2050년 탄소중립 달성

3. 주요 결과

지연된 전환에 따른 경제적 대가

두 가지 시나리오를 대상으로 산업연관분석을 실시한 결과, 철강산업의 저탄소 전환을 조기에 추진하는 시나리오(시나리오 2)는 보수적인 전환 경로를 가정한 시나리오(시나리오 1)에 비해 생산, 부가가치, 고용 등 모든 지표에서 현저히 높은 누적 성과를 창출하는 것으로 나타났다. 이는 저탄소 전환의 속도와 경로가 단순히 온실가스 감축 수준의 차이에 그치는 것이 아니라, 장기적으로 국가 경제 전반의 사회경제적 효과에 실질적인 차이를 유발함을 의미한다. 분석 기간 전체(2026년~2050년)에 걸친 누적 사회경제적 효과는 [\[그림 1\]](#)과 같다.

[그림 1] 전환 속도에 따른 누적 사회경제적 효과 비교 (2026-2050)



구체적으로 살펴보면, 분석 기간 동안의 누적 생산유발효과는 시나리오 1에서 약 1,046조 원 수준에 그친 반면, 시나리오 2에서는 이보다 약 2.4배 높은 약 2,501조 원의 생산유발효과를 유발하는 것으로 나타났다. 이는 저탄소 전환을 조기에 추진할 경우 저탄소 설비 투자와 공정 전환이 보다 이른 시점부터 본격화되며, 이에 따른 수요가 연관 산업 전반으로 확산되어 추가적인 생산액을 유발하는 결과로 해석된다. 부가가치 유발효과 또한 시나리오 1의 약 331조 원에 비해, 시나리오 2에서는 약 786조 원으로 증가하여 약 2.37배 높은 수준을 기록하였다. 이는 전환을 선제적으로 추진할수록 저탄소 기술, 고부가가치 공정, 관련 서비스 산업으로의 확장이 조기에 이루어지며 그 효과가 장기간에 걸쳐 누적되기 때문으로 해석할 수 있다. 이는 반대로, 전환이 지연될 경우 이러한 생산 및 부가가치 창출 기회의 상당 부분이 상실될 수 있음을 의미한다.

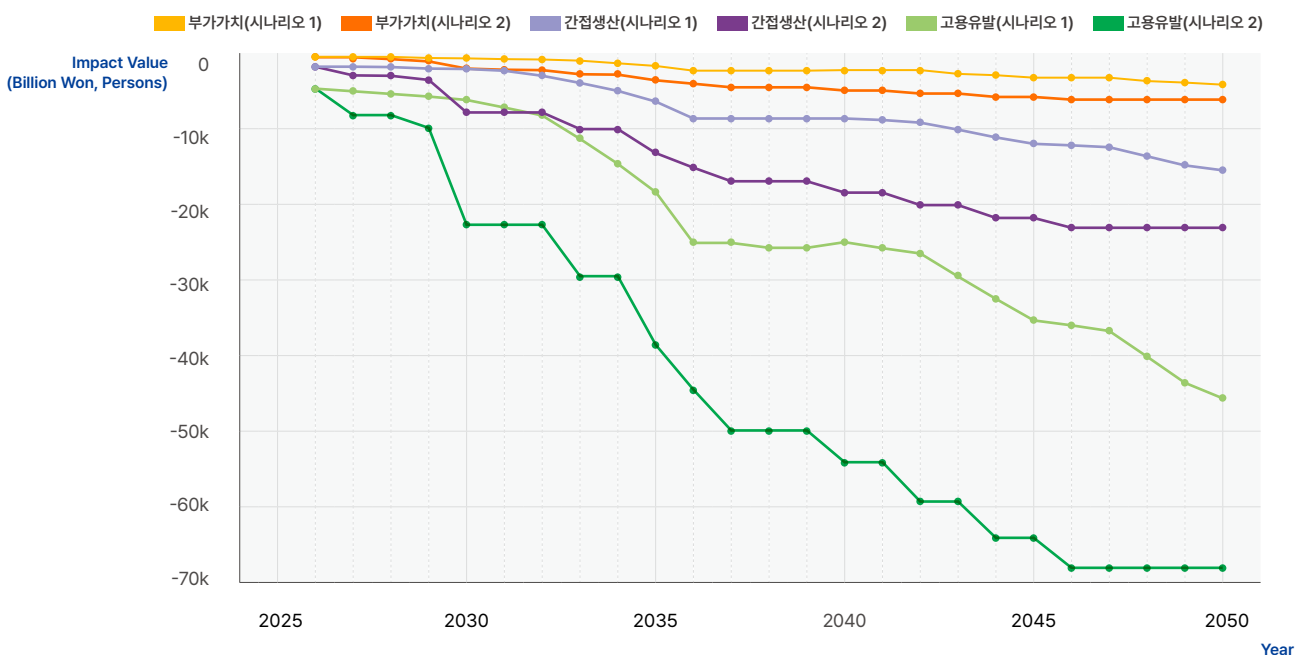
¹⁴ 본 연구에서 '석탄' 및 '재생에너지' 부문에 대해 임금근로자 및 비임금근로자를 모두 포함하는 '취업유발효과'를, '수소' 부문에 대해서는 임금근로자만을 포함하는 '고용유발효과'를 분석하였으나, 세 부문의 고용 관련 수치를 통합하여 제시하고, 이 때 개념 차이에 따른 과대계상 가능성을 방지하기 위해 최종 결과는 '고용유발효과'로 통일하여 제시하였음.

두 시나리오 간 고용유발효과의 차이는 가장 크게 나타났다. 시나리오 1의 25년간 누적 고용유발효과는 약 42만 명 수준인 반면, 시나리오 2에서는 약 114만 명에 달해 약 2.7배의 고용유발 효과가 나타나는 것으로 확인된다. 이는 철강산업의 저탄소 전환이 국가 전체 차원에서 일자리를 감소시키는 요인으로 작용하는 것이 아니라 신규 생산공정의 도입, 에너지 전환, 연간 산업 확대 등을 통해 새로운 고용을 창출할 수 있음을 보여준다. 특히 전환이 초기에 이루어질수록 이러한 신규 고용 효과가 장기간에 걸쳐 누적되면서 노동시장 전반에 보다 지속적으로 긍정적인 효과를 미치는 것으로 나타났다.

전환에 따른 효과와 시나리오간 격차 발생 이유

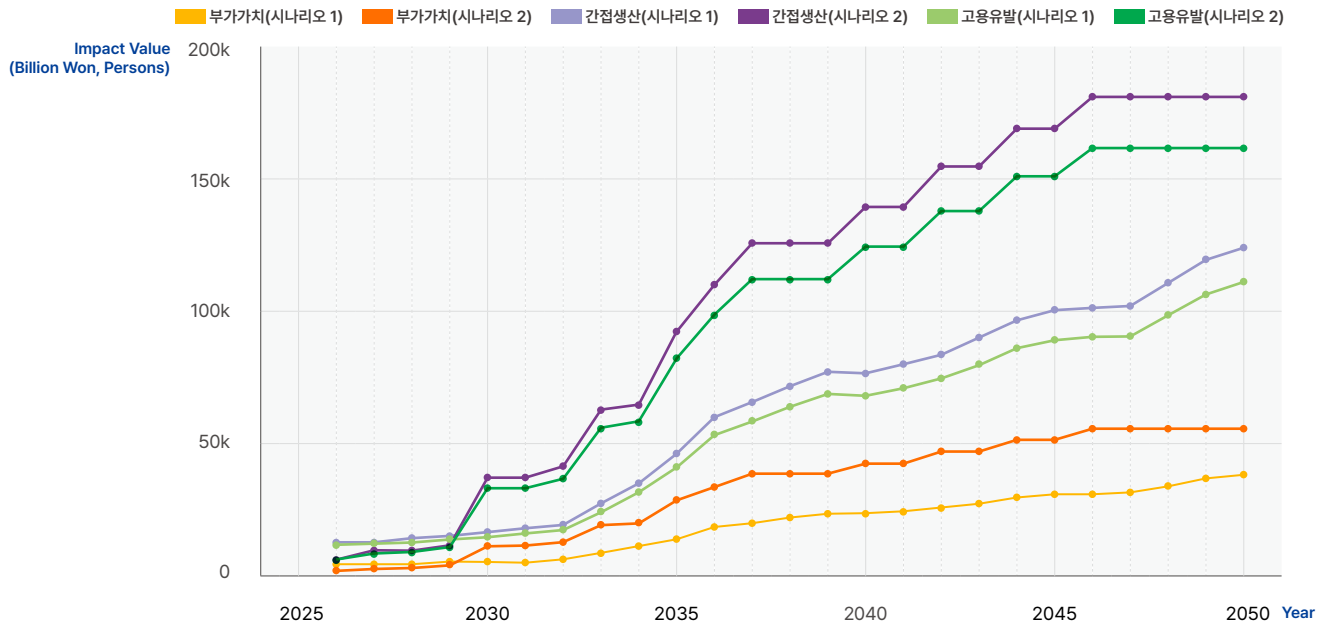
산업연관분석 결과 저탄소 전환에 따른 사회경제적 효과는 크게 두 가지 원인을 통해 나타났다. 먼저, 기존의 고탄소 공정의 비중 축소에 따른 변화가 [그림 2]와 같이 나타나는 것으로 확인되었다. 구체적으로, 현재 철강산업 온실가스 배출량의 대부분을 차지하고 있는 고로 기반 생산공정이 축소되면서 석탄(코크스) 사용량이 감소하고, 이에 더해 석탄 화력발전을 통한 전력 소비량 또한 감소하게 된다. 이러한 변화는 석탄 관련 산업과 기존 화석연료 기반의 전력 부문을 중심으로 생산과 부가가치, 고용 측면에서 모두 마이너스 효과를 유발하는 결과를 나타냈다.

[그림 2] 석탄 사용량 감소에 따른 파급 효과

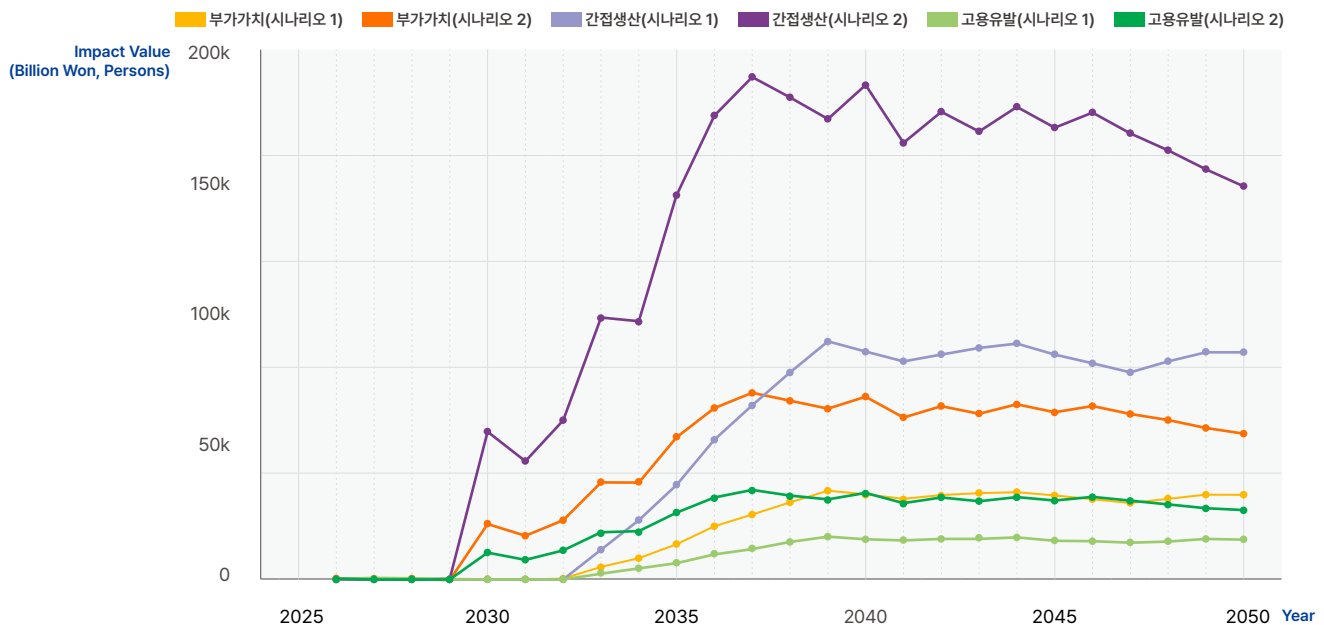


한편, 고탄소 공정의 축소와 동시에 저탄소 공정 도입 및 재생에너지 사용 확대에 따른 플러스 효과도 함께 발생한다. 국가 전력수급기본계획에 따라 풍력과 태양광을 중심으로 한 재생에너지 비중이 점진적으로 확대되는 가운데, 철강산업의 핵심 감축 수단으로 평가되는 수소환원제철 기술의 상용화는 수소 수요를 크게 증가시키는 요인으로 작용한다. 이러한 저탄소 연·원료 사용으로 인해 나타나는 변화들은 재생에너지 및 수소의 생산과 저장, 운송 관련 산업들을 중심으로 상당한 사회경제적 파급 효과를 창출하는 것으로 확인된다.([그림 3, 4, 5] 참조)

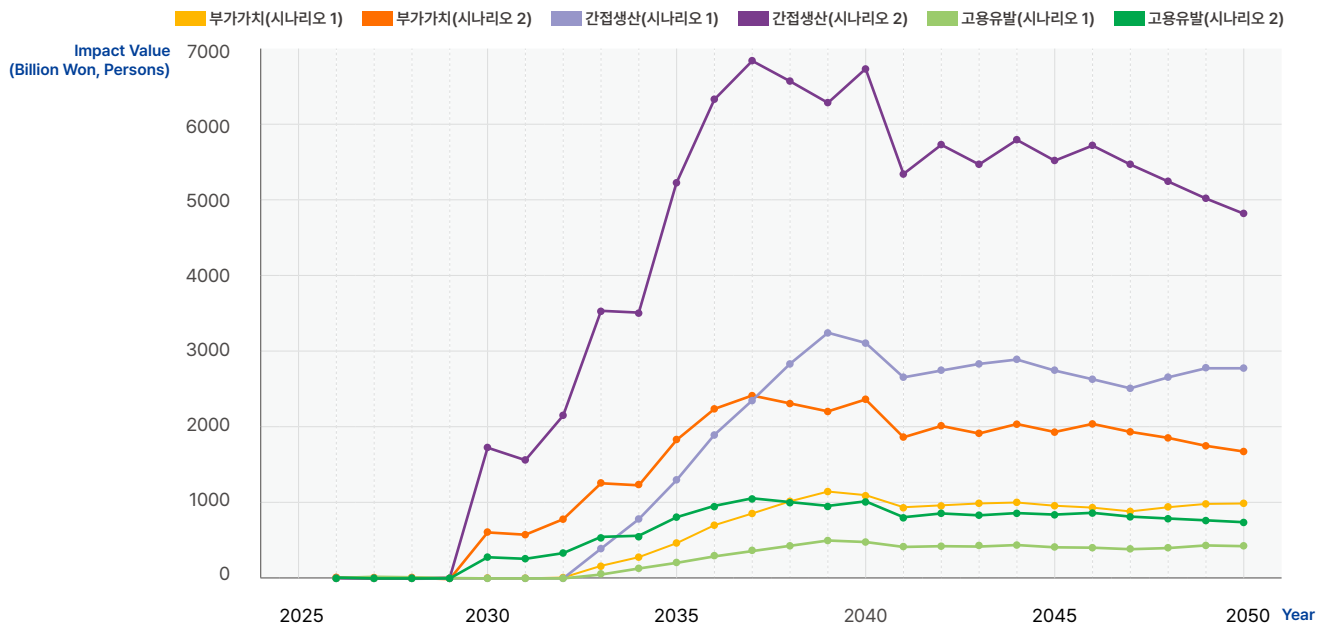
[그림 3] 재생에너지 사용량 증가에 따른 파급 효과



[그림 4] 수소 산업(저장) 확대에 따른 파급 효과



[그림 5] 수소 산업(운송) 확대에 따른 파급 효과



이러한 상반된 효과를 종합적으로 고려할 때, 본 연구에서 설정한 두 가지 시나리오 모두에서 저탄소 전환으로 인한 생산, 부가가치 및 고용 측면의 긍정적 효과가 부정적 효과를 상회하는 것으로 분석되었다. 이 때, 두 시나리오 간 경제적 효과 규모의 차이를 유발하는 가장 주요한 원인은 저탄소 전환의 속도로 확인된다. 두 시나리오 모두 동일하게 2050년 탄소중립 달성을 목표로 하는 상황에서, 저탄소 전환을 더 조속하게 추진할수록 전환으로 인한 파급 효과가 누적되는 기간이 길어지면서 생산, 부가가치, 고용에 미치는 총효과가 확대된다. 다시 말해, 전환 자체의 필요성이 전제된 상황에서, 전환 시점을 앞당길수록 장기적으로 더 큰 사회경제적 성과를 창출하는 구조로 이해할 수 있다.

또한, 수소환원제철 기술의 도입 비중의 차이 역시 시나리오 간 격차를 발생시킨 것으로 확인된다. 보수적인 전환을 가정한 시나리오 1에서는 수소환원제철의 비중이 분석 기간 내 상대적으로 낮은 수준을 유지하며, 2050년 탄소중립 목표 달성 시점에서는 CCUS 기술의 일정 수준 도입을 전제로 한다. 하지만, 본 분석에서는 CCUS 기술 도입에 따른 산업간 연쇄효과를 포함하지 않았기 때문에, 이러한 가정 상의 차이가 시나리오 간 경제적 효과 차이에 일정 부분 영향을 미친 것으로 해석된다. 따라서, CCUS 기술이 실제로 도입될 경우 그 파급효과의 규모에 따라 두 시나리오 간 격차는 일정 부분 완화될 가능성이 있다. 그러나 현재로서는 철강산업의 CCUS 활용 가능성에 대한 평가는 대체로 부정적이며, CCUS 기술 도입에 따른 사회경제적 효과를 산업연관효과에 반영할 근거 또한 충분하지 않아 그 수치를 정량적으로 추정하기는 어렵다.

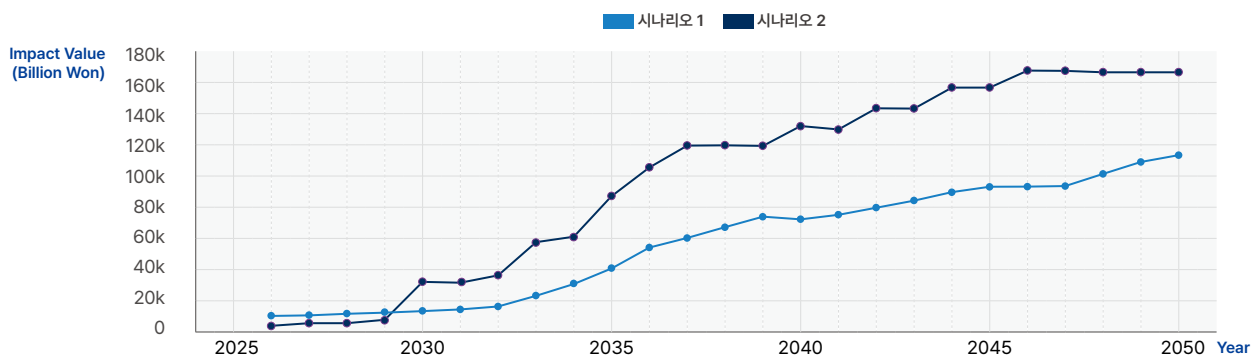
전환 초기 단계에서의 사회경제적 효과 역전

한편, 분석 결과를 연도별로 살펴보면 저탄소 전환의 초기 단계에서는 조속한 전환 시나리오보다 보수적인 전환 시나리오가 오히려 더 큰 사회경제적 효과를 창출하는 구간이 존재하는 것으로 나타났다.([그림 6, 7, 8] 참조) 이는 전환의 초기 단계에서 발생하는 산업 구조 변화의 비대칭적 효과에 기인하는 것으로 해석할 수 있다.

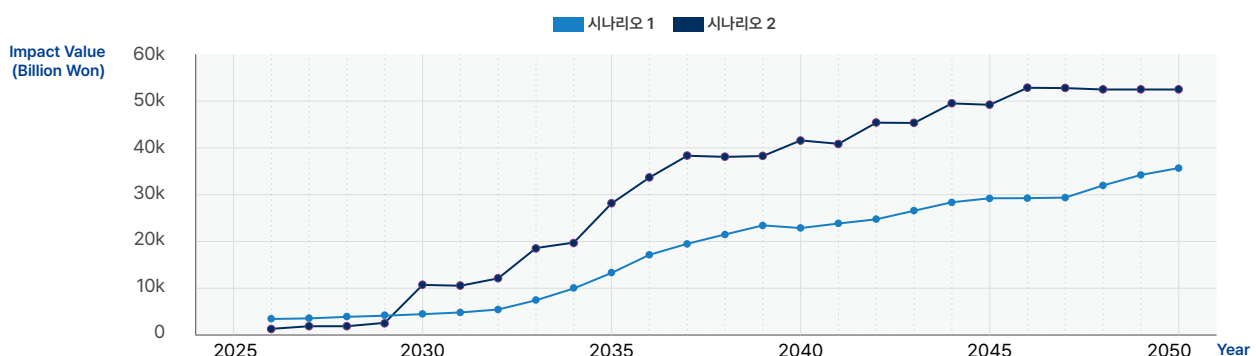
구체적으로, 조속한 전환 시나리오에서는 초기 단계부터 석탄 기반 고로 공정 축소와 이로 인한 코크스 사용량 감소가 빠르게 진행되면서, 기존 화석연료 기반 산업에서 발생하던 생산, 부가가치, 고용유발효과가 비교적 빠르게 축소되는 것으로 나타났다. 반면, 재생에너지와 그린수소 등 저탄소 연·원료 수요를 본격적으로 확대하는 수소환원제철 기술의 상용화 시점이 2030년 이후로 설정되어 있기에, 이에 따른 플러스 효과는 시간차를 두고 점진적으로 나타난다. 따라서, 전환 초기에는 보수적인 전환 시나리오의 경우 높은 고로 설비의 비중이 일정 기간 유지되면서 기존 화석연료 기반 산업 활동이 지속되고, 그 결과 조속한 시나리오 대비 상대적으로 단기간 생산과 고용이 안정적으로 유지되면서 산업 연관효과가 더 크게 나타나는 것으로 분석된다.

그러나 이러한 초기 단계에서의 사회경제적 유발효과 역전 현상은 일시적인 현상에 가까운 것으로 확인된다. 시간이 경과함에 따라 점차 수소환원제철 공정의 비중이 증가하고, 이에 따라 재생에너지와 수소의 생산량 증가, 연관 산업의 성장 등을 통해 조속한 전환 시나리오의 사회경제적 효과는 점차 확대되고, 장기적으로는 보수적인 전환 시나리오를 크게 상회하는 결과로 전환된다.

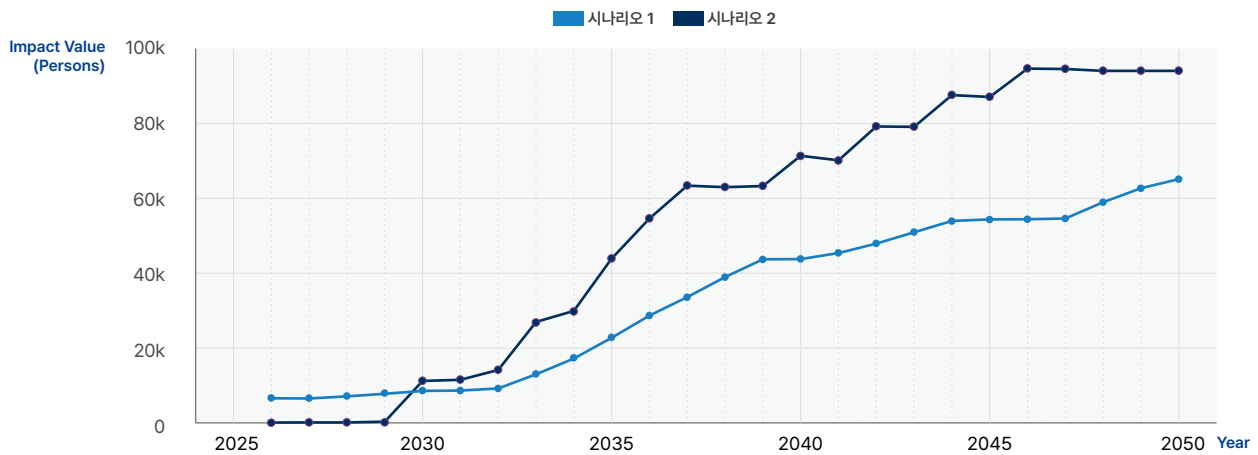
[그림 6] 연도별 생산유발효과



[그림 7] 연도별 부가가치유발효과



[그림 8] 연도별 고용유발효과



전환 속도가 결정하는 장기적인 경제적 편익

본 연구의 분석 결과를 종합하면, 저탄소 전환의 속도는 그에 따른 사회경제적 효과의 규모를 결정짓는 핵심 변수로 간주할 수 있다. 전환 초기에는 석탄 사용량 축소 및 미성숙한 저탄소 기술 도입에 따른 단기적인 부담이 불가피하게 발생하지만, 이를 이유로 전환을 지연할수록 생산, 부가가치, 고용 측면에서 상실되는 기회는 누적적으로 확대되는 것으로 확인된다. 즉, 저탄소 전환을 지연시키는 것은 단기적으로는 초기 비용 부담을 회피하고 안정성을 확보하는 선택처럼 보일 수 있으나, 중·장기적으로는 더 큰 경제적 손실을 초래하는 결과로 이어진다. 반대로, 조속한 전환은 초기의 부담에도 불구하고 재생에너지와 수소 산업의 성장, 연관 산업의 확대, 산업 구조 고도화 등을 통해 장기적으로는 철강 산업과 연관된 생산, 부가가치, 고용 편익을 창출하는 결과를 낳는다.

따라서, 철강산업 저탄소 전환이 유발할 수 있는 잠재적인 사회경제적 편익이 기회비용으로 소멸되는 것을 방지하고 이를 실질적인 편익으로 실현하기 위해서는, 조속한 전환을 위한 산업계의 노력과 함께 국가 차원의 정책적인 지원을 통해 저탄소 전환을 보다 이른 시점부터 추진할 필요가 있다. 철강산업의 저탄소 전환은 선택의 문제가 아니라 이미 예정된 구조적 변화이며, 2050년 탄소중립 달성을 전제로 할 경우 장기적인 경제 성과를 좌우하는 결정적 요인은 석탄 기반 공정을 얼마나 신속하게 축소하고, 재생에너지와 수소 활용을 얼마나 조기에 확대하는지에 달려있다고 볼 수 있다.

4. 정책 제언

본 연구의 두 가지 시나리오에 대한 산업연관분석 결과는 철강산업의 저탄소 전환 전략 차이가 경제 전반에 상이한 파급 효과를 가져온다는 점을 보여준다. 특히, 조속한 전환과 수소환원제철 공정의 적극적인 도입은 장기적으로 생산, 부가가치, 고용 등을 유발함에 있어서 더 높은 누적 효과를 창출하는 반면, 전환 초기에는 산업계가 제시하는 보수적인 전환 시나리오에 비해 이러한 효과가 낮게 나타나는 것으로 확인되었다. 이러한 결과는 철강산업의 저탄소 전환 전략 수립 시 저탄소 생산 공정의 도입 속도와 규모, 그리고 이를 뒷받침할 정책적 지원의 정교한 조합이 필요함을 시사한다. 따라서, 본 연구에서는 다음과 같은 세 가지 정책 방향을 제언한다.

국가차원의 전략적 계획을 통한 철강산업의 저탄소 전환 가속화

조속한 전환 시나리오가 장기적으로 훨씬 큰 사회경제적 편익을 창출한다는 분석 결과는, 저탄소 전환이 단순한 감축 정책을 넘어 국가 경제에 실질적 이익을 창출할 수 있는 전략적 과제임을 보여준다. 즉, 저탄소 전환이 기후정책적 부담이 아니라 철강산업 및 연관 산업 전반의 새로운 성장과 고용 창출 기회로 기능할 수 있음을 의미한다. 이에 더해, 글로벌 시장은 저탄소 제품을 중심으로 재편이 진행되고 있으며, 이는 수출의존도가 높은 국내 산업 구조에서 조속한 전환의 필요성을 뒷받침한다. 결론적으로, 저탄소 전환이 지연될수록 장기적으로 막대한 기회비용이 유발되고, 해외 시장 접근성 축소와 글로벌 기술 격차 확대 등 중장기적 리스크가 누적될 가능성이 높다.

따라서, 정부는 철강산업의 조기 전환과 감축 잠재량이 높은 수소환원제철 비중의 확대가 가속화될 수 있도록 국가 차원의 전략적인 계획을 추진해야 한다. 현재 산업계가 제시하고 있는 보수적인 전환 로드맵은 장기적으로 비효율적인 사회경제적 효과를 유발하는 점을 고려하여, 정부는 보다 구체적이고 조속한 전환 로드맵을 제시하고 이를 실행하기 위한 저탄소 기술개발 및 투자 확대, 핵심 공정 전환에 필요한 인프라 구축 등 체계적인 지원을 통해 산업계의 전환 노력을 가속화시켜야 한다. 이러한 전략적 추진은 철강산업의 저탄소 전환을 가속화시키고, 그 결과 국내 산업 전반에 광범위한 사회경제적 파급효과를 제공하는 동시에 글로벌 시장에서의 지속적인 경쟁력 확보로 이어질 것이다.

초기 전환 부담을 완화하기 위한 지원정책 강화

본 연구 결과에 따르면 조속한 전환이 장기적으로 더 큰 편익을 제공함에도 불구하고, 초기에는 보수적인 전환 시나리오가 상대적으로 높은 사회경제적 효과를 보이는 것으로 나타났다. 이러한 결과는 조속한 전환을 추진할 경우 초기 단계에서 기술 투자비 증가, 생산성 변동, 공정 재편에 따른 비용 등으로 인한 산업계의 부담과 더불어, 국가 전체 차원에서 발생하는 경제적 편익이 더 낮을 수 있음을 의미한다. 또한, 산업 현장과 지역사회에서는 새로운 기술의 도입 과정에서 일어나는 고용구조 재편 및 고용안정성 약화 등 초기 단계의 불확실성 증가에 따른 사회적 비용이 발생할 수 있다. 이러한 요인은 산업계와 노동시장의 전환 수용성을 저해할 수 있어 조속한 전환 추진의 제약요인으로 작용할 가능성이 있다.

이러한 점을 고려할 때 정부는 전환 초기의 비용 부담을 실질적으로 완화할 수 있는 단계별 지원정책을 마련해야 한다. 초기 투자비용을 보전하는 세액공제와 직접보조금 확대, 전환 과정에서 발생할 수 있는 고용 충격을 방지하기 위한 맞춤형 직업 재훈련 및 새로운 일자리로의 전직 지원 프로그램 제공 등이 그 예시가 될 수 있다. 이러한 전환 초기 단계의 지원 정책은 조속한 전환 과정에서 산업계가 직면하는 불확실성과 고용불안정 등 부정적인 영향을 완화함으로써, 저탄소 전환을 가속화하고 이에 따른 더 큰 규모의 경제적 편익을 조기에 실현될 수 있도록 하는 역할을 할 수 있다.

그린수소의 안정적 수급 기반 확보

조속한 전환 시나리오(시나리오 2)에서는 수소환원제철 기술의 조속한 도입을 핵심 전환 경로로 설정하고 있으며, 해당 기술의 상용화를 위해 국내 생산 그린수소를 주요 공급원으로 가정하고 있다. 또한, 분석결과에서 제시하는 장기적 사회경제적 효과의 상당 부분은 국내 재생에너지 및 그린수소 생산의 확대에 기인한다. 즉, 철강산업의 조속한 전환과 그에 따른 파급 효과들은 새로운 기술의 도입 속도와 규모 외에도, 국내 재생에너지 발전량의 확대와 이를 통한 안정적인 그린수소 공급 능력에 의해 좌우된다는 점을 의미한다. 또한, 본 연구결과에서 제시하는 사회경제적 파급효과 외에도, 국내 그린수소 생산 능력을 충분히 확보하지 못할 경우 해외로부터 수입하는 수소에 대한 의존도가 높아질 수 밖에 없으며, 이는 궁극적으로 수소환원제철 기술에 필요한 연원료 공급의 불확실성을 확대시킬 위험이 있다. 즉, 국내 생산 그린수소의 안정적인 수급은 조속한 전환이 가져올 수 있는 사회경제적 편익을 확보할 수 있는 결정적인 요인으로 작용한다.

따라서 정부는 그린수소의 국내 생산능력 확대를 우선순위 정책으로 설정하여, 수소를 활용한 저탄소 철강 생산 기술이 준비되었을 때, 이를 실제 대규모 상용화로 이어질 수 있도록 해야한다. 국내 그린수소 생산을 위한 인프라 구축과 생산 능력 확대를 통한 그린수소의 안정적인 수급 기반 확보는, 장기적으로 수소환원제철 기술의 경제성을 높일 뿐만 아니라, 국내 재생에너지 및 수소 관련 산업의 확대로 이어져 본 연구에서 제시하는 조속한 전환 시나리오의 사회경제적 편익을 실현시키는 역할을 할 수 있다. 또한, 그린수소의 안정적 공급망을 구축함으로써 가격 변동성과 외부 의존도를 완화하고, 철강산업의 지속가능한 경쟁력 확보를 뒷받침할 수 있을 것이다.

참고 문헌

- 관계부처합동. (2025). 철강산업 고도화 방안
- 김기환, 서유정. (2020). 재생에너지 확대의 국민경제파급효과분석(1/4). 에너지경제연구원.
- 김다슬, 권영민. (2025). 수소환원제철 국내 정착을 위한 핵심 과제: 그린수소 조달 방안을 중심으로. 기후솔루션.
- 대한민국 국회. (2025). 산업 경쟁력 강화 및 탄소중립 전환을 위한 특별법.
- 최수빈, 김주희, 유승훈. (2023). 산업연관분석을 이용한 수소경제의 경제적 파급 효과 분석. 한국수소및신에너지학회논문집.
- 포스코. (2024). 2024 포스코 지속가능경영보고서.
- 한국은행. (2014). 산업연관분석해설.
- 환경부. (2025). 온실가스종합정보센터.
- Climate Action Tracker. (2024). Decarbonising steel: National circumstances and priority actions.
- Nicholas, S., & Basirat, S. (2024). Carbon capture for steel?. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA).
- Nicholas, S., & Basirat, S. (2024). Steel CCUS update: Carbon capture technology looks ever less convincing. Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA).
- WorldSteel. (2025). Sustainability Indicators Report 2025.



기후솔루션은 전 세계 온실가스 감축 및 올바른 에너지 전환을 위해 활동하는 비영리법인입니다.
리서치, 법률, 대외 협력, 커뮤니케이션 등의 폭넓은 방법으로 기후위기를 해결할 실질적 솔루션을 발굴하고,
근본적인 변화를 위한 움직임을 만들어 나갑니다.