

수소환원제철 상용화 정부 자원 마련 방안:

해외 정부 재정 개입과 위험 분담 구조를 바탕으로



수소환원제철 상용화 정부 재원 마련 방안:

해외 정부 재정 개입과 위험 분담 구조를 바탕으로

발간월	2026년 1월
저자	안혜성 기후솔루션 철강팀 hyesung.an@forourclimate.org
도움주신 분	강혜빈 기후솔루션 철강팀 Ayantu Teshome Mossisa 기후솔루션 철강팀
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
1)	한국 철강산업의 탈탄소 전환 핵심, 수소환원제철	4
2)	한국형 수소환원제철(HyREX) 기술의 특징과 상용화 과제	4
3)	연구의 방향성: 상용화 재원의 공백	5
2	한국 수소환원제철 정부 지원 현황과 한계	6
1)	한국형 수소환원제철 정부 지원 현황	6
2)	정책 변화의 시작: K-스틸법과 K-GX	7
3)	정부 지원의 한계: 상용화 전환 구간의 구조적 공백	8
3	수소환원제철 상용화 추진국의 자원 조달 사례 분석	10
1)	해외 주요국별 상용급 수소환원제철 설비 지원 사례	10
(1)	독일: 대규모 직접보조 중심의 상용급 수소환원제철 전환	
(2)	스웨덴: 국가보증·정책금융 중심의 단계적 상용화 전략	
2)	국가별 상용급 수소환원제철 설비 지원 비교 및 시사점	14
4	결론	17
1)	K-스틸법: 한국형 저탄소철강 전환 지원 정책 구체화	17
2)	K-GX: 수소환원제철 전환 투자 활성화	18
3)	철강 탈탄소화를 위한 국가 자원 효율화	18
	참고	19

1. 서론

1) 한국 철강산업의 탈탄소 전환 핵심, 수소환원제철

철강 산업의 탈탄소 전환은 더 이상 기술 개발만의 문제가 아니다. 글로벌 경쟁의 초점은 누가 먼저 설비, 에너지, 재원, 제도 등 '상용화 가능한 체계를 갖추는가'로 이동하고 있다. 유럽연합은 탄소국경조정제도(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM) 도입과 녹색철강 시장 형성을 통해 저탄소철강 시장을 주도하고 있으며, 일본과 미국 역시 공정 대체하는 저탄소 생산 방식의 상용화를 전제로 철강 탈탄소를 산업 경쟁력과 공급망 강화의 핵심 과제로 인식해 정책·재정 지원을 확대하고 있다. 이처럼 글로벌 철강 탈탄소 경쟁은 이제 저탄소 기술의 개발 여부가 아니라, 실제 저탄소철강 생산을 가능하게 하는 상용전환 준비 속도와 실행 역량을 겨루는 국면으로 전환되고 있다.

특히 생산량의 70% 이상을 고로 방식으로 생산하는 한국은 이러한 변화에 더욱 직접적으로 노출되어 있다. 2024년 잠정배출량 기준 철강산업은 국가 전체 온실가스 배출의 약 15%를 차지하고 있으며,¹ 국내 철강 수출의 13.5%가 유럽연합으로 향하고 있다. 철강 생산 과정에서 철스크랩 사용 확대나 고로·전기로 혼합 제강 등 기존 공정 개선을 통해 일정 수준의 배출량 저감은 가능하지만, 강화되는 국제 탄소 규제와 2050 탄소중립 목표 달성을 고려했을 때 감축 잠재량에 한계가 있다. 공정 전반의 배출을 가장 근본적으로 낮출 수 있는 철강산업 전환 해법은 수소환원제철로의 전환이며, 이 전환이 언제 완성되는지가 철강 산업의 미래 경쟁력을 좌우하게 된다.

세계 주요 철강사들은 고로를 대체할 수 있는 수소환원제철(H_2 -DRI) 기술 상용화를 위해 이미 대형 상용 설비 신설에 착수했다. 수소환원제철은 석탄 대신 수소를 환원제로 사용하여 철광석을 환원함으로써, 막대한 이산화탄소 대신 물을 배출하는 기술이다. 여기에 재생에너지를 활용해 만든 그린수소와 재생 전력이 결합될 경우 철강 생산 과정의 직접 배출량을 대부분 제거할 수 있어, 철강 탈탄소 전환의 핵심 기술로 평가받고 있다.

2) 한국형 수소환원제철(HyREX) 기술의 특징과 상용화 과제

한국 철강사 역시 이러한 흐름에 대응하여 독자적인 '한국형 수소환원제철(하이렉스, HyREX)' 기술을 개발하고 있다. 하이렉스는 기존 고로 공정을 대체하는 수소환원제철 기술 가운데서도, 유동환원로를 기반으로 분철광석을 직접 환원하는 공정 구조를 채택하고 있다. 이는 해외 주요국에서 주로 활용되는 샤프트(Shaft) 기반 수소환원제철과 달리, 펠릿 가공을 전제로 하지 않아 고품위 철광석 의존도가 상대적으로 낮다.

하이렉스를 비롯한 수소환원제철로의 기술 전환은 단지 공정만 바꾼다고 해결되지 않는다. 석탄이 환원제이자 열원으로 작동하던 고로 공정과 달리, 수소환원제철 기술은 수소환원과 이후 전기 기반 후공정이 결합된 구조로 설계되어 있

¹ 환경부 온실가스종합정보센터(2025)

어, 대량의 그린수소와 청정 전력 공급이 필수적이다. 이로 인해 수소환원제철 상용화는 단순한 설비 교체를 넘어, 에너지 인프라와 전력 시스템 전반의 동시적 확충을 요구하는 고난도의 산업 전환이다.

이 과정에는 ▲경제성 있는 그린수소의 안정적 조달, ▲대규모 청정 전력 인프라 구축, ▲수소 원 단위의 초기 투자비 조달과 장기 금융 구조 마련, ▲설비 전환 과정에서 발생하는 기술·시장 리스크 부담이 동시에 요구된다. 기술 잠재력이 아무리 크더라도, 이러한 조건이 갖춰지지 않는다면 상용 설비로 이어지기 어렵고, 결과적으로 한국형 수소환원제철 기술이 가진 장점이 실제 시장 경쟁력으로 이어지지 못한다.

수소환원제철 상용화를 추진하는 주요 철강사들이 이미 대형 샤프트 기반 수소환원제철 설비 전환과 신설에 착수한 것과 달리, 한국형 수소환원제철은 기술 실증 단계에 머물러 있다. 문제는 기술 개발의 수준보다, 기술 상용화를 전제로 한 정책 준비가 언제부터 병행되고 있는지에 있다. 수소환원제철은 대규모 설비 투자와 인프라 구축, 그리고 초기 시장 불확실성을 감내할 수 있는 금융·정책 환경이 동시에 마련되어야 한다.

3) 연구의 방향성: 상용화 자원의 공백

본 연구는 하이렉스 기술의 상용화를 가능하게 할 국내 정책·재정·금융 준비 현황을 중심으로, 한국의 상용화 여건을 점검하고 구체적인 정책·자원 마련 방향을 제시하는 데 목적이 있다. 현재 한국은 수소환원제철 기술의 연구개발과 실증 단계에 대해서는 일부 지원을 마련해왔으나, 대규모 설비 전환이 수반되는 상용 설비 추진 단계에 대해서는 직·간접적 지원을 위한 자원 조달 계획, 초기 위험을 부담할 수 있는 전환 금융에 대한 구체적인 지원 체계가 부재한 상황이다. 이로 인해 기술이 실증을 마치고 상용화 판단 국면에 접어들더라도, 이를 실제 설비 투자로 이어갈 수 있는 실행 기반이 충분히 마련되어 있다고 보기 어렵다.

이에 본 보고서는 국내 수소환원제철 지원 현황을 정리하고, 상용 설비 신설과 기존 설비 폐쇄를 전제로 철강산업 공정 전환을 추진해온 해외 주요국 정부의 재정·정책적 지원 사례를 비교 분석한다. 이를 통해 한국이 향후 상용 설비 구축 단계에서 직면할 자원 부담과 위험 요인을 분석하고, 이를 완화하기 위한 국가 차원의 구체적 지원체계를 마련 필요성을 강조하고자 한다.

2. 한국 수소환원제철 정부 지원 현황과 한계

1) 한국형 수소환원제철 정부 지원 현황

수소환원제철은 대규모 초기 투자와 기존 고로 폐쇄에 따른 매물 비용을 동반하는 고비용 전환 사업으로, 정부의 재정, 금융 개입 없이는 상용화가 어렵다. 그럼에도 불구하고 한국은 현재 상용화를 전제로 한 정부 지원 체계를 갖추지 못한 상태다. 한국 정부는 2022년부터 일부 정책과 제도를 통해 기술 실증 기반을 마련해왔지만, 이러한 조치는 기술 실증 단계까지로 한정되어 있으며, 본격적인 상용 설비 전환 단계에 대한 지원 계획은 부실하다.

그간 정부는 탄소중립산업핵심기술개발사업(2022~2025)을 통해 철강 부문에 총 2,097억 원의 연구개발 예산을 배정했으나, 이 중 수소환원제철 핵심기술 개발에는 약 269억 원만이 투입되어,² 지원 규모가 제한적이었다. 이후 2024년 1월 수소환원제철 기술의 국가전략기술 지정, 2024년 10월 수소환원제철 사업 패스트트랙 선정으로 일부 세액공제 혜택 및 행정 절차 단축이 가능했으나 실질적 지원 효과는 크지 않았다.

연구개발 단계에 불과했던 한국형 수소환원제철 기술은 2025년 6월 예비타당성 조사를 통과하며 본격적인 기술 실증이 진행될 예정이다. 확정된 총사업비는 8,146억 원(국비 3,088억 원, 민간 5,058억 원)이며, 2026년부터 2030년까지 포항에 연산 30만 톤 규모의 실증 플랜트를 구축하고 한국형 수소환원제철 기술의 실증 기반을 확보하는 것을 목표로 하고 있다.

[그림 1] 산업통상부 수소환원제철 전환 로드맵



출처: 철강산업 고도화 방안(2025, 관계부처 합동)

이어서 2025년 11월, 한국 정부는 철강 산업의 경쟁력 유지와 저탄소 전환을 위한 철강산업 고도화 방안을 발표하였다. 정부는 로드맵 상에서 수소환원제철 기술 실증 이후 2031년부터 2035년까지 스케일업(연산 250만 톤 규모)을 거쳐 2036년부터 2050년까지 현 고로 11기를 수소환원제철 15기로 전환할 계획이라고 밝혔다. 그러나 2031년 이후 스케일업 및 상용화 추진에 대하여는 ‘민간 추진’을 명시하여, 2030년까지의 실증 기술 개발 이후 공식적인 정부 지원 계획을 밝히지 않았다. 다만 문서 상에서 ‘민간 자체적으로 해결이 어려운 막대한 공정 자금에 대한 지원 필요성을 인식하며, 기 발의된 철강산업 특별법 상 지원 근거를 마련하는 등 저탄소 공정 전환을 체계적으로 뒷받침하겠다’고 덧붙였다. 결국 정부는 2031년 이후 상용 설비 단계에 대해 ‘민간 추진’으로 정리하고, 법률상의 지원 근거를 마련하겠다는 원칙적인 입장만 표명한 상태다. 그러나 상용화 이후 단계를 민간에 맡길 경우, 기업은 기술 성숙과 운영 비용 안정화를 기다리며 투자에 보수적으로 접근할 수밖에 없다. 이로 인해 상용 설비 구축이 지연되면, 한국은 국제적인 수소환원제철 전환 경쟁에서 뒤처질 위험이 있다.

2) 정책 변화의 시작: K-스틸법과 K-GX

수소환원제철은 기술 개발과 동시에 상용 설비 전환을 위한 전환 계획과 금융 설계가 병행되어야 하는 산업 전환 과제다. 2025년 정부는 수소환원제철 기술 실증 예비타당성 통과와 「철강산업 고도화 방안」 발표에 이어, K-스틸법 제정과 K-GX(K-녹색전환 추진전략)를 통한 전환금융 논의를 통해 제도·금융 전반에서 저탄소 전환을 위한 정책 기반을 마련하기 시작했다.

그러나 현 시점의 정책 논의는 여전히 초기 단계에 머물러 있으며, 상용 설비 전환에 필수적인 재정·금융 지원, 인프라 마련 등에 대한 구체적인 설계는 제시되지 않았다. 이로 인해 2031년 기술 실증이 완료되더라도, 이를 곧바로 상용 설비 전환으로 연결할 수 있는 국내 정책 기반이 충분히 구축되지 않아 전환이 지연될 가능성이 크다. 이미 수소환원제철 상용화를 둘러싼 국제 경쟁이 시작된 상황에서, 국내 철강산업의 전환 속도를 확보하기 위해서는 상용 전환을 전제로 한 금융 지원과 정책 인프라에 대한 구체적이고 선제적인 설계가 시급하다.

2025년 8월 발의된 「철강산업 경쟁력 강화 및 탄소중립 전환을 위한 특별법」, 이른바 K-스틸법은 정부 차원에서 처음으로 철강산업의 저탄소 전환을 독립된 법체계로 규정한 법안으로, 2025년 11월 국회 본회의를 통과해 2026년 6월 시행을 앞두고 있다. 이 법은 철강산업의 구조 전환 필요성과 정부의 저탄소철강 생산 및 기술 지원을 공식화했으며, 제11조 제1항을 통해 정부가 수소환원제철 기술개발 및 관련 설비 도입 사업을 지원할 수 있도록 했다. 또한 제15조 및 16조에서는 저탄소철강 협력모델을 발굴하여 기업 간 협력으로 이루어지는 저탄소철강 생산·투자계획에 대해 필요한 지원을 제공할 수 있도록 규정함으로써, 민간 주도의 전환 계획을 제도적으로 뒷받침할 수 있는 틀을 제시하고 있다.

다만 K-스틸법은 수소환원제철 설비 전환 과정에서 가장 큰 부담으로 작용하는 초기 투자 비용과 이로 인한 위험을 정부가 어떤 방식으로 분담할 것인지에 대해서는 구체적인 기준을 제시하고 있지 않으며, 실질적인 지원 내용은 하위법령과 정책 설계에 위임하고 있다. 이로 인해 법 제정 자체만으로는 상용 설비 전환을 앞둔 기업의 투자 결정을 충분히 지원하기에 한계가 있다.

또한 산업 전환을 촉진하기 위한 전환금융 논의도 활성화되고 있다. 정부는 2035 NDC 수립의 후속으로 'K-GX'를 2026년 상반기까지 수립하겠다고 발표하였으며, 전력·산업·수송·건물 등 분야별 핵심 과제를 선별, 재정·금융·세제·제도 등 통합지원을 계획하고 있다.

K-GX의 재정 혁신 계획(재원 확대, 녹색금융, 전환금융) 중 하나인 전환금융은 철강·시멘트·화학 등 현재 탄소 배출이 많지만 저탄소 공정으로의 전환을 통해 감축 잠재력이 큰 산업에 자금을 공급하는 금융 수단으로, 재생에너지 등 이미 친환경적인 산업을 대상으로 하는 녹색금융과 구분된다. 특히 산업부문 추진 전략상에 '수소환원제철 실증 및 사업화'를 담고 있어 철강산업 전환을 위한 구체적인 국가 주도 전환금융 지원 계획이 2026년 상반기 중 발표될 예정이다.³

이처럼 철강산업에 대한 정부의 지원 계획은 구체적인 적용 기준과 지원 규모, 그리고 수소환원제철과 같은 초대형 설비 전환 사업에 어떻게 적용될 것인지 명확하게 제시될 필요가 있다. 특히 전환금융이 상용 설비 전환 단계에서 요구되는 막대한 초기 투자비와 장기간의 기술·시장 리스크를 어떤 방식으로 분담할 것인지에 대한 설계가 반드시 포함되어, 민간 차원의 위험을 분담하는 구조를 공고히 해야 한다.

3) 정부 지원의 한계: 상용화 전환 구간의 구조적 공백

문제는 상용화를 전제로 한 재정·금융 지원이 구체적으로 설계되지 않았다는 점에 있다. 빠르게 변화하는 글로벌 산업 환경과 철강산업 구조 전환의 시급성, 현 고로 11기를 수소환원제철 설비 15기로 대체하겠다는 산업통상부의 목표를 고려했을 때, 현재의 정책 틀만으로는 전환 속도를 담보하기 어렵다. 이제 한국은 K-스틸법 하위령 마련과 더불어 K-GX의 구체적인 실행 방안을 구상하는 매우 중요한 정책적 모멘텀을 앞두고 있다. 이 계획 상에서 상용 전환을 전제로 한 재정·금융 설계가 부재할 경우, 한국형 수소환원제철은 실증 이후 상용 설비로 이어지는 전환 경로를 상실하게 되며, 실제 산업 전환으로 연결되지 못하는 정책 실패 사례가 될 수 있다.

[표 1] 수소환원제철 전환 시나리오별 산업전환 비용 추정치

효율화 수단		기간별도입수준(%)			비용추정(10억원)				온실가스 저감 (‘50년 기준)
		30	40	50	설비비용	자본매출	R&D	전체	
수소환원 제철	강	-	10	100	37,500	8,423	1,348	47,271	95.1%
	중	-	5	72	27,000	6,064	1,348	34,412	68.5%
	약	-	-	48	18,000	4,043	1,348	23,391	45.6%

* 현 고로 11기를 수소환원제철 15기로 대체할 경우(수소환원제철 250만톤 1기당 2.5조원으로 산출)

자료: 철강업계 자체 분석 결과

출처: 산업통상부, 한국형 수소환원제철 실증기술개발사업 예타 요구서(2024.9)

산업통상부가 한국형 수소환원제철 예비타당성 요구서에서 제시한 바에 따르면, 2050년까지 고로 11기를 수소환원제철 설비 15기로 전환하겠다는 산업통상부 자체 목표 달성을 위해 필요한 총비용은 약 47.3조 원으로 추산된다. 이 중 신규 설비 구축에만 약 37.5조 원의 자본 투자가 필요하며, 기존 고로 해체에 따른 자본 매물 비용과 연구개발 비용까지 고려하면 전환 비용은 더욱 커진다. 이처럼 수소환원제철 상용 설비 전환은 초기 투자비와 기술·시장 불확실성이 매우 큰 반면 그 성과는 산업 전반과 국가 경제로 확산되는 구조를 갖고 있다. 이러한 구조 속에서 상용 설비 전환을 민간 주도로 맡길 경우, 전환 시점은 지연되고 산업 전환의 사회적 비용은 오히려 확대될 가능성이 크다. 따라서, 이 단계에서의 정부 지원은 사회적 편익을 확대하기 위한 핵심 수단으로 인식될 필요가 있다. 실제로 철강산업 전환 경로를 분석한 사회경제적 효과 연구에 따르면, 동일한 2050년 탄소중립 목표를 전제로 하더라도 고로 폐쇄와 수소환원제철 전환을 조기에 추진한 시나리오는 그렇지 않은 시나리오에 비해 누적 기준 생산유발효과가 2.4배 이상 크게 나타난 것으로 분석되었다.⁴ 즉, 한국의 수소환원제철 전환 조기 추진은 단순한 개별 설비 도입을 넘어 산업 구조 개편의 속도를 앞당기고, 그 결과 지역사회와 국가 경쟁력 전반에 보다 큰 사회경제적 편익을 제공할 수 있다.

그러나 한국은 현재 실증 단계 이후 상용 전환 지원 체계가 사실상 공백으로 남아 있으며, 설비 투자·시장 조성·인프라 구축을 뒷받침할 구체적인 제도적 장치가 부재한 상황이다. 반면 해외 주요국들은 상용급 설비 구축을 산업 전환 정책의 중심축으로 삼고, 대규모 보조금·정책금융·세제지원 등을 결합한 지원 체계를 통해 민간의 초기 리스크를 국가가 함께 부담하는 구조를 확립했다. 이러한 정책적 접근의 차이는 수소환원제철 전환과 초기 시장 선점 측면에서 뚜렷한 격차를 만들어내고 있다.

다음 장에서는 이러한 해외 주요국들의 수소환원제철 상용 설비 지원 체계를 구체적으로 살펴본다.

4 권영민(2026)

3. 수소환원제철 상용화 추진국의 재원 조달 사례 분석

1) 해외 주요국별 상용급 수소환원제철 설비 지원 사례

본 보고서는 수소환원제철 설비 전환에 대해 기존 고로 공정의 폐쇄와 상용급 수소환원제철 설비 구축을 실제로 추진하고 있는 국가들의 정책과 지원 구조를 분석 대상으로 설정하였다. 수소환원제철 상용급 설비 전환 계획이 구체화되지 않은 국가들의 경우 기술 가능성이나 정책 선언 수준에서는 참고할 수 있으나, 막대한 초기 투자비와 전환 리스크를 어떻게 공공과 민간이 분담하고 있는지에 대한 실증적 교훈을 제공하기에는 한계가 있다. 이에 본 보고서는 이미 상용화 경쟁에 진입한 국가군 중 상용급 설비 투자 결정을 내리고, 고로 폐쇄를 포함한 산업 구조 전환을 실행 단계로 옮긴 독일과 스웨덴을 중심으로, 정부가 재정·금융·제도적 수단을 통해 민간과 전환 리스크를 어떻게 분담하고 있는지를 살펴본다.

독일과 스웨덴은 수소환원제철 상용화를 '고로 기반 설비의 해체와 수소환원제철 설비 전환'이라는 국가 산업 구조 개편으로 보고, 이에 맞춰 직접보조금, 장기 대출·보증, 세제지원 등이 결합된 패키지 지원체계를 구축했다. 특히 상용급 설비 구축 과정에서 발생하는 막대한 투자비와 초기 전환 위험을 유럽연합 및 각국 정부가 민간과 함께 부담하는 구조를 제도화했다. 두 국가는 모두 유럽연합(EU) 회원국으로서, 수소환원제철 상용 설비에 대한 직접보조금 집행 시 「기후·환경·에너지 국가보조 가이드라인(Climax, Energy and Environmental Aid Guidelines, CEEAG)」을 준수한다. 유럽연합 기후·환경·에너지 국가보조 가이드라인은 수소환원제철과 같이 대규모 초기 투자에 따른 불확실성이 수반되어 민간 단독으로는 추진이 어려운 탈탄소 설비 전환을 공공 개입이 정당화되는 영역으로 규정한다. 다만 국가보조가 과도한 시장 왜곡으로 이어지지 않도록, 보조금은 저탄소 공정 도입으로 인해 발생하는 추가 비용(funding gap) 범위 내에서만 허용되며, 사후 점검을 통해 과도한 지원 발생 시 환수(claw-back)가 가능하도록 엄격히 설계된다.⁵

유럽연합은 이와 병행하여, 회원국의 재정 부담을 보완하기 위해 유럽연합 공동 재원을 활용하고 있다. 혁신기금(Innovation Fund)은 배출권거래제(ETS) 경매 수익을 재원으로 하여 수소환원제철과 같은 저탄소 공정의 상용 설비 구축에 직접보조를 제공하며, 공정전환기금(Just Transition Fund)은 고로 폐쇄 등 구조조정이 수반되는 지역의 설비 전환 비용을 지원한다. 이러한 공동 기금은 각국 정부 보조금과 결합되어 상용급 설비 전환의 초기 위험을 분산하는 역할을 수행한다. 이와 함께 유럽연합은 가속상각, 목표형 세액공제 등 산업 탈탄소 투자를 위한 세제지원 수단을 회원국이 활용할 수 있도록 제도적 기반을 마련하고 있다.

5 European Commission(2022)

(1) 독일: 대규모 직접보조 중심의 상용급 수소환원제철 전환

독일은 2024년 조강 생산량 3,720만 톤으로 세계 7위의 철강 생산국이다. 독일의 경우, 기존 고로 폐쇄 및 신규 설비 대체에 대한 적극적인 지원이 두드러진다.

독일의 상용급 수소환원제철 전환 프로젝트는 연방정부·주정부의 대규모 직접보조금과 정책금융(대출)을 결합한 구조다. 독일은 철강 탈탄소화를 국가 산업기반을 재편하는 구조적 전환으로 규정하며 유럽연합 국가보조 가이드라인 하에서 총 투자비의 절반에 달하는 직접보조를 제공한다. 이 과정에서 독일 정부는 상용 전환의 실행 여부와 전환 경로 자체를 공공이 공동으로 책임지는 위험 분담자로서의 성격을 갖는다.

다만, 독일의 상용급 수소환원제철 전환 프로젝트는 초기 단계부터 100% 재생수소 기반 공정으로 즉시 전환하는 방식은 아니다. 잘츠기터, 티센크루프 스틸, 슈탈홀딩자르 3개 프로젝트 모두 천연가스 기반 직접환원을 출발점으로 하되, 장기적으로 수소 100% 전환을 전제로 설계된 수소 준비형(H₂-ready) 설비로 전환을 추진한다. 이는 수소 인프라와 공급 여건이 완비되지 않은 상황에서 상용 설비 전환을 지연시키기보다, 설비 전환을 선행하고 수소 전환을 단계적으로 결합하는 전략적 선택으로 이해할 수 있다.

독일 정부는 2020년 철강 산업 전환 행동계획(Steel Action Concept)을 통해 수소 기반 직접환원 공정을 철강 탄소중립 달성의 중심 경로로 설정했으며, 전환을 추진하는 각 제철소 프로젝트는 최소 1개 이상의 고로 폐쇄 계획을 포함하고 있다.

㉠ 잘츠기터 (살코스 프로젝트, 연산 190만 톤 규모 수소환원제철 설비+전기로 1기)

2023년 4월, 잘츠기터는 연방 7억 유로(1조 1,200억 원), 니더작센주 3억 유로(약 4,800억 원) 등 총 10억 유로(약 1조 6천억 원)의 보조금을 승인받았다.⁶ 1단계 총 투자비 23억 유로(약 3조 7천억 원) 중 약 43%를 보조금으로 충당하며, 나머지 재원 가운데 5억 유로(약 8천억 원)는 수출신용기관(Export Credit Agency)의 보증을 기반으로 한 그린론 형태의 정책금융으로 마련된다.⁷ 연산 190만 톤급 수소환원제철 및 전기로 설비와 고로 1기(BF A) 폐쇄까지 포함된 살코스 프로젝트의 1단계 완공은 2027년으로 계획하고 있다.

살코스 프로젝트는 단일 플랜트가 아니라 제철소 전체 공정을 수소환원제철과 전기로 기반으로 전환하는 유럽의 대표적 프로젝트로, 잘츠기터는 2030년(2단계) 추가 설비 도입과 잔여 고로의 단계적 폐쇄, 2033년(3단계) 최종 전환 완료를 목표로 단계적 로드맵을 제시하고 있다.

㉡ 티센크루프 스틸 (연산 250만 톤 규모 수소환원제철 설비+전기로 2기)

2023년 7월, 티센크루프 그룹은 연방 13억 유로(약 2조 800억 원), 노르트라인-베스트팔렌주 7억 유로(약 1조 1,200억 원) 등 총 20억 유로(약 3조 2천억 원)의 직접보조를 승인받았다.⁸ 이 중 약 5.5억 유로(약 9천억 원)는 설비 투자비,

⁶ Salzgitter AG(2024)

⁷ 직접환원철(DRI) 플랜트 건설에는 이탈리아의 수출신용기관 SACE가 3억 유로(약 4,800억 원)의 보증을 제공하고, 전기로(EAF) 설비에는 오스트리아의 OeKB가 2억 유로(약 3,200억 원)의 보증을 제공한다.

⁸ thyssenkrupp Steel(2023)

14.5억 유로(약 2조 3천억 원)는 10년간 재생수소 운용비 지원에 배분된다. 구체적인 총 프로젝트 비용은 공개되지 않았으나, 공식 보도자료에서는 티센크루프 그룹의 자체 자본은 10억 유로(약 1조 6천억 원)미만으로 추가 투입될 것이라고 언급했다. 이 프로젝트는 2026년 말 완성되어 2027년부터 단계적으로 가동될 예정이다.

⑨ 슈탈홀딩자르 (연산 200만 톤 규모 수소환원제철 설비 + 전기로 2기)

2023년 12월, 슈탈홀딩자르는 독일 정부로부터 총 26억 유로(약 4조 2천억 원)의 국가보조금을 승인받았다. 여기에 해외 금융기관 컨소시엄과 자체 기업 투자자금을 통해 17억 유로(2조 7천억 원)를 추가 조달하여 총 43억 유로(6조 9천억 원)의 전환 투자비를 확정하였다.⁹ 이 프로젝트는 2027년 완공 예정이다.

이러한 정책 기조는 개별 철강사의 상용급 수소환원제철 전환 프로젝트에서 구체적으로 나타난다. 잘츠기터는 살코스 프로젝트를 통해 2033년까지 기존 고로 3기를 단계적으로 폐쇄하겠다고 밝혔으며, 티센크루프 스틸은 250만 톤 규모 수소환원제철 설비 준공을 통해 기존 고로 1기 폐쇄, 슈탈홀딩자르의 경우 200만 톤 규모의 수소환원제철 설비로 기존 고로 2기를 전면 대체하겠다는 계획을 발표하며 대규모 산업 전환을 서두르고 있다.

종합하면, 독일은 상용급 수소환원제철 전환을 '국가가 직접 비용을 부담하는 대규모 산업 전환'으로 정의하고, 직접 보조를 중심으로 민간의 투자 결정을 이끄는 전략을 취하고 있다.

(2) 스웨덴: 국가보증·정책금융 중심의 단계적 상용화 전략

스웨덴은 2024년 조강 생산 400만 톤으로 규모 자체는 크지 않지만, 수소환원제철을 '국가 산업전환의 표준 모델'로 가장 먼저 제시한 국가다. 스웨덴 정부의 지원 방식은 기술 성숙도와 상용화 단계에 따라 재정·금융 수단을 구분하는 단계적 구조를 보인다.

스웨덴 정부는 수소환원제철로의 전환을 위해 혁신기금 등 유럽연합 공동 자원과 스웨덴 에너지청이 운영하는 산업 탈탄소화 지원 제도인 '산업 도약 프로그램(The Industrial Leap)'을 결합한 정책 지원 구조를 보인다. 이를 통해 철강 탈탄소화를 국가와 유럽연합이 공동으로 뒷받침하는 산업 전환 과제로서 관리하고 있다.

스웨덴의 수소환원제철 전환 지원은 기술 성숙도와 상용화 단계에 따라 지원 수단의 성격과 비중을 조정하는 단계적 구조를 특징으로 한다. 초기 단계에서는 유럽연합 공동 자원과 산업 도약 프로그램을 활용해 수소환원제철 핵심 기술과 공정의 실증을 보조금 중심으로 지원하며, 기술적 불확실성과 초기 투자 리스크를 공공이 직접 부담한다. 반면, 상용 전환 단계에 이르면 동일한 정책 수단을 활용하되 직접보조의 비중을 줄이고 정책금융과 국가보증을 결합한 금융 중심의 지원 구조를 강화함으로써, 정부가 대규모 설비 투자에 수반되는 금융 조달 리스크를 부담하고 민간 투자를 유도하는 방식으로 재편된다.

9 SHS - Stahl-Holding-Saar(2024)

㉠ 하이브릿 이니셔티브 (연산 130만 톤급 수소환원제철 플랜트+전해조 신설)

하이브릿 이니셔티브는 스웨덴 철강회사 사브(SSAB), 철광석 공급기업 루오사바라-키루나바라 주식회사(LKAB), 전력회사 바텐팔(Vattenfall)이 공동 진행하는 합작 프로젝트로, 스웨덴 국가 차원의 철강 탈탄소 전략에서 환원공정 전환의 핵심 축을 담당한다. 2022년 4월, 하이브릿 프로젝트는 연간 약 130만 톤 규모의 수소환원제철 생산설비와 500MW급 전해조 구축을 내용으로 하는 프로젝트에 대하여 유럽연합 혁신기금 1억 4,300만 유로(약 2,300억 원)를 승인받았으며,¹⁰ 2023년 12월에는 스웨덴 에너지청이 산업 도약 프로그램을 통해 31억 스웨덴 크로나(약 4,300억 원) 규모의 국가보조금을 추가로 승인하였다.¹¹ 이 설비는 규모상 '데모'로 분류되지만, 실제로는 사브 제철소의 유럽 생산량 상당 부분을 대체하는 준상용급 전환 설비다. 스웨덴은 하이브릿 프로젝트가 진행 중인 2023년 옥셀뢰순드 제철소의 고로 1기 조업을 종료하고 이를 전기로 기반 미니밀로 대체하는 데 성공했다.

㉡ 사브 (연산 250만 톤급 전기로 2기 포함 통합 제철소 건설 프로젝트)

총 45억 유로(약 7조 2천억 원) 규모로 추진되는 룰레오 제철소 전환 프로젝트는 대형 전기로 2기를 중심으로 한 상용 생산 설비 구축을 핵심으로 하며, 하이브릿 프로젝트를 통해 생산된 수소환원제철과 스크랩을 활용하는 공정으로 스웨덴의 마지막 고로인 룰레오 제철소의 고로 공정을 대체하는 것을 목표로 한다.

2024년 12월, 유럽연합과 스웨덴 정부는 총 14억 5천만 스웨덴 크로나(약 2,030억 원)의 직접보조금을 승인했다. 추가로, 스웨덴 정부는 산업 도약 프로그램을 통해 후공정 전기화 설비에 대해 31억 4천만 스웨덴 크로나(약 4,400억 원)를 승인하였다. 이와 함께 SSAB는 설비 전환과 통합 제철소 건설을 위해 총 27억 유로(약 4조 3천억 원) 규모의 녹색대출 패키지를 추가로 확보했으며, 스웨덴 정부는 국가 신용 보증 제도를 통해 해당 금융 조달을 뒷받침하고 있다.¹²

㉢ 스테그라 (연산 250만 톤급 수소환원제철 설비 신설)

스테그라는 스웨덴 북부 보덴(Boden) 지역에 연산 250만 톤 규모의 저탄소철강을 생산하는 일관 제철소를 신규 구축하는 상용급 수소환원제철 프로젝트를 추진하고 있다. 전체 프로젝트 자금은 약 65억 유로(약 10조 4천억 원)이며, 애초에 고로 설비를 가지고 있지 않았기 때문에 수소환원제철을 전제로 한 신규 일관 제철소를 처음부터 건설하는 유럽 내 대표적 상용화 사례로 평가된다.

2023년 스테그라는 유럽연합 혁신기금 2억 5천만 유로(약 4천억 원)를 지원받았다. 또한 스웨덴 정부 보조금의 경우, 유럽연합 국가보조 가이드라인에 따라 최대 2억 6,500만 유로(약 4,200억 원)까지 지원할 수 있는 국가보조 한도가 유럽연합 집행위원회에 의해 승인되었으며,¹³ 현재까지 지급된 스웨덴 정부 보조금은 2024년 9월 1억 유로(약 1,600억 원), 2025년 11월 3,700만 유로(약 590억 원)이다.

¹⁰ European Commission(2022)

¹¹ 스웨덴 에너지청(2023)

¹² 이 녹색대출 패키지는 스웨덴 국채청의 '녹색 투자 신용 보증(Credit Guarantees for Green Investments)' 하에 보증된 150억 스웨덴 크로나(약 2조 1천억 원) 공동대출을 비롯해, 이탈리아 수출신용기관의 8억 800만 유로(약 1조 3천억 원), 북유럽투자은행(NIB)의 11억 5천만 스웨덴 크로나(약 1,600억 원), 독일 수출신용기관 오일러 헤르메스(Euler Hermes)의 4억 3천만 유로(약 7천억 원) 대출 등이 포함된다.

¹³ Stegra(2024)

직접보조의 비중은 전체 투자 대비 제한적인 반면, 프로젝트 자금의 상당 부분은 정책금융·국가보증·민간자본을 결합한 금융 중심 구조로 조달되었다. 스테그라는 총 24억 유로(약 3조 8천억 원)의 국가보증 기반 선순위 대출과 18억 유로(약 2조 9천억 원)의 민간 대출, 21억 유로(약 3조 4천억 원)의 민간 지분투자를 확보하였다.¹⁴ 본 프로젝트는 2026년 완공을 목표로 추진되고 있다.

종합하면, 스웨덴은 기술 실증 단계에서는 보조금 중심의 직접 지원을, 상용 환원공정 및 제강·후공정 전환 단계에서는 정책금융과 민간 자본을 결합한 금융 중심의 지원을 제공함으로써, 수소환원제철 전환 전반에서 단계별로 차별화된 위험 분담 구조를 제도화한 국가로 평가할 수 있다.

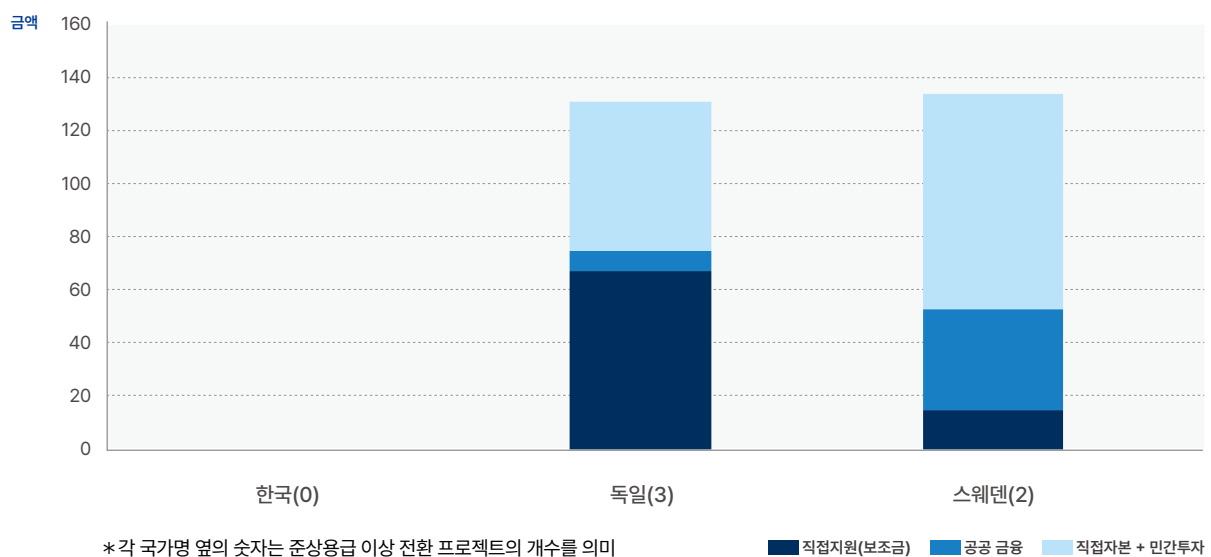
2) 국가별 상용급 수소환원제철 설비 지원 비교 및 시사점

앞선 국가별 사례에서 확인했듯, 독일과 스웨덴의 상용급 수소환원제철 설비 전환은 정부의 직접보조금, 정책금융을 통한 대출·보증, 기업 자체자본 또는 민간투자가 결합된 구조로 추진된다. 다만 각국이 이 요소를 조합하는 방식과 비중은 국가별 정책 프레임, 예산 구조, 정책금융 체계에 따라 뚜렷하게 달라진다.

[그림 2]는 해외 국별 수소환원제철 상용 프로젝트의 정부 지원 비중을 비교한 것이다. 막대그래프의 총 길이는 국가별 상용 전환 프로젝트의 총 투자 규모를 의미한다. 스웨덴 사브의 전기로 2기의 경우 수소환원제철 설비를 직접적으로 포함하고 있지 않기 때문에 그래프에서 제외하였으며, 한국은 현재 30만 톤 규모의 5개년 실증 예산만 확정되었을 뿐 상용 전환 프로젝트 기획 또는 지원 결정이 전혀 없는 상황이므로 '없음'으로 표기하였다.

[그림 2] 해외 국별 수소환원제철 상용 프로젝트 지원 현황

단위: 천억 원



¹⁴ 스테그라의 해당 프로젝트 대출은 스웨덴 국채청의 '녹색 투자 신용 보증' 하에 보증된 선순위 대출 12억 유로(약 2조 원), 독일 오일러 헤르메스 수출신용보증에 적용된 선순위 대출 12억 유로(약 2조 원)에 더해, 18억 유로의 순수 민간 대출(약 2조 9천억 원)과 Microsoft Climate Innovation Fund, Siemens Financial Services 등이 참여한 민간 자본투자 21억 유로(약 3조 4천억 원)로 구성된다.

각국의 지원 구조에서 나타나는 특징은 다음과 같다.

첫째, 독일은 연방정부 및 주정부가 각 프로젝트 총 투자비의 약 40~60%를 직접보조금으로 부담한다는 점에서 가장 공격적인 직접지원 구조를 보인다. 유럽연합의 국가보조 가이드라인 하에서, 상용급 설비에 적극적인 국가보조를 승인하고 있다. 구체적으로는 기존 고로 설비의 폐쇄를 전제로 한 신규 설비 전환을 보조금 지급의 전제로 하여 명시적인 고로 폐쇄와 수소환원제철 공정 전환을 추진하는 특징이 있다.

둘째, 스웨덴은 직접 보조금의 절대 규모는 크지 않지만, 스웨덴 국채청의 국가보증을 활용한 대규모 녹색대출 패키지가 철강 탈탄소화 투자의 핵심 재원을 구성한다. 이는 정부가 보조금 형태로 재정을 직접 투입하기보다, 국가 신용을 활용해 장기 대출을 제공함으로써 기업의 금융 조달 리스크를 크게 낮추는 방식이다. 이러한 공공 금융 구조를 기반으로 기업은 추가적인 민간 대출과 투자를 유치할 수 있고, 결과적으로 대규모 설비 전환에 필요한 총 자본 조달 규모를 확대할 수 있다. 또한 스웨덴은 독일과 달리 고로 폐쇄를 보조금 지급의 조건으로 설정하지 않고, 철강 설비 전환과 동시에 500MW 이상의 대형 수전해 설비를 함께 구축해 수소 생산 인프라를 병행 조성해 장기적인 수소 공급 불확실성을 해소하려는 전략을 취한다.

셋째, 이러한 국가들과 달리 한국은 상용급 전환을 위한 프로젝트 기획, 기존 고로 폐쇄 계획, 자원 조달 구조 설계, 정부 지원 방안이 전혀 마련되어 있지 않아 그래프 상에서 '없음'으로 나타났다. 이는 정부 주도의 실증 이후 상용 단계로의 확장 로드맵과 실제 확정된 지원이 전무하다는 의미로, 향후 글로벌 경쟁에서 심각한 수준의 시차가 발생할 수 있음을 시사한다.

다음 **[그림 3]**은 이러한 맥락에서 각국 철강사별 상용 전환 프로젝트의 주요 내용과 예상되는 상용화 진입 일정을 정리한 것이다.

[그림 3] 각국 수소환원제철 상용화 진입 일정



■ 독일 ■ 스웨덴

출처: 각 철강사별 홈페이지와 보도자료 참고, 투자 실행 결정 등 프로젝트 공식 착수 일자를 시작연도로 설정

[그림 3]에서 확인할 수 있듯, 수소환원제철 상용 전환을 추진하는 두 국가의 프로젝트는 모두 2026년에서 2027년 사이에 상용급 수소환원제철 및 전기로 전환 설비를 실제로 가동하는 일정을 발표했다. 특히 고로 설비가 없이 수소환원제철 기술 신설을 추진하는 스테그라 외의 모든 제철소는 기존 고로 또는 코크스 공정의 폐쇄까지 포함한 전환 계획을 확정된 상태로, 단순한 신규 설비 구축이 아니라 고로 폐쇄→신규 설비 구축→상업생산 진입까지 이어지는 완전한 산업 전환 로드맵을 갖추고 있으며 이를 위한 정부 지원 조달을 확정된 상태다. 즉, 2030년 이전에 실제 상업용 저탄소철강 대량 생산을 계획하고 있는 국가들이 이미 형성되고 있으며, 글로벌 녹색철강 시장의 초기 점유율은 해당 국가들을 중심으로 재편될 가능성이 높다.

반면 한국은 상용급 설비 전환을 위한 개별 제철소의 전환 프로젝트 기획, 투자 구조 설계, 정부 지원 체계가 모두 부재한 상태다. 2026년부터 2030년까지 연산 30만 톤급 기술 실증 이후 상용급으로 확장하기 위한 정부와 민간의 투자 및 위험 분담 구조, 수소 및 전력 인프라 연계 계획 등 전환에 대한 핵심 기반이 마련되어 있지 않은 것이다. 이는 단순히 전환 속도가 늦다는 차원을 넘어, 주요국이 2026~2029년 사이 상업생산 단계로 진입하는 동안 한국만 상용화의 출발선에 서지 못하는 구조적 격차가 고착화될 수 있음을 의미한다. 특히 철강 산업은 대규모 설비 전환이 이루어진 뒤에는 공정 변경이 쉽지 않고 일정 기간 동일한 공정을 유지하는 특징을 갖기 때문에, 한국형 수소환원제철 기술이 상용화에 진입하지 못하는 기간이 길어질수록 국내 적용뿐 아니라 해외 확장 기회마저 상실할 위험이 커진다.

4. 결론

해외 주요국은 이미 2030년 이전 상용급 수소환원제철 설비의 가동과 전환 일정을 구체적으로 제시하며, 정부가 기업과 위험을 분담하는 구조를 제도화해왔다. 스웨덴·독일 모두 상용 설비 전환 단계에서 대규모 보조금과 정책금융을 결합하여 민간의 대규모 투자를 촉진했고, 이는 철강 산업 전환의 실행력을 높이는 핵심 동력이 되었다.

반면 한국은 2050년까지 고로 11기를 수소환원제철 15기로 전환하겠다는 국가적 목표를 내세우고 있음에도, 상용급 스케일업과 단기적 전환 경로를 뒷받침할 구체적인 지원 체계와 이행 로드맵은 마련되어 있지 않다. 「철강산업 경쟁력 강화 및 탄소중립 전환을 위한 특별법(K-스틸법)」은 제도적 기반 마련의 첫 단계이지만, 실제로 상용 설비 전환을 추진할 때 어떤 방식으로, 어느 범위까지, 어떤 조건 하에서 정부가 민간과 위험을 분담할 것인지는 하위령과 후속 정책에서 설계해야 할 핵심 과제이다. 막대한 초기 투자비와 장기간의 기술·시장 리스크를 어떤 방식으로 분담할 것인지에 대한 설계를 반드시 포함하여, 민간 차원의 위험을 분담하는 구조를 공고히 해야 한다.

특히 수소환원제철 전환에는 총 47.3조 원 규모의 장기 투자가 요구되며, 이는 개별 기업의 설비 투자 결정을 넘어 철강 산업 전반의 생산구조·공급망·에너지 수요 체계를 동시에 재편하는 국가 산업전환 과제에 해당한다. 기업 단독의 투자 판단과 속도에만 맡길 경우 전환 시점이 지연되고 국가 차원의 경쟁력 손실로 이어질 가능성이 크다. 이러한 맥락에서 산업 전환의 방향성과 속도를 조율하고 초기 시장 형성을 촉진하기 위한 전략적 수단으로서 정부의 계획이 마련될 필요가 있다.

주요국이 정부 주도로 상용 설비 전환 일정을 앞당기며 글로벌 녹색철강 시장의 초기 경쟁 구도를 형성하고 있는 상황에서, 한국 역시 상용 전환의 속도와 실행력을 높이기 위한 제도적 정비가 시급하며 구체적인 제도 개선 방향을 아래와 같이 제시한다.

1) K-스틸법: 한국형 저탄소철강 전환 지원 정책 구체화

현행 법률만으로는 상용급 수소환원제철 설비 전환 단계에서 정부가 제공할 지원의 범위·방식·절차가 구체적으로 규정되어 있지 않다. 직접보조금과 정책금융의 비중, 지원 대상과 우선순위, 지원 기준·요건, 절차와 집행 체계 등 핵심 요소는 모두 하위령과 후속 정책에서 새롭게 정의되어야 하는 영역이다. K-스틸법이 실질적인 상용 전환의 제도적 기반으로 작동하기 위해서는, 정부가 상용 전환 단계에 맞춘 세부 이행계획을 조속히 마련하고, 이를 시행령·시행규칙·고시를 통해 단계적으로 제도화하는 작업이 필수적이다. 이는 향후 정부 지원의 예측 가능성과 투명성을 확보하고, 기업의 중장기 전환 투자계획을 가능하게 할 것이다.

2) K-GX: 수소환원제철 전환 투자 활성화

독일, 스웨덴 등 해외 주요국은 산업별 전환 로드맵과 감축 기준을 토대로 신규 저탄소 설비 도입을 금융지원과 연계하는 방식으로 상용화를 추진하고 있다. 이러한 구조는 전환 프로젝트가 충족해야 할 요건, 공공·민간 금융이 부담할 위험 범위, 감축 효과에 따른 지원 수준 등이 명확히 정의되어 있기 때문에 가능하다. 반면 한국은 전환금융 제공의 판단 기준, 적격 요건, 산업별 전환 경로와 같은 핵심 정책 기준이 부재한 상황으로, 철강산업 전환을 위한 K-GX 실행계획 상에는 실증부터 공정 전환까지의 지원 범위를 명확히 제시하여 기술·시장 불확실성에 대한 정부의 책임 분담을 공고히 해야 한다. 이는 기업의 투자 결정을 앞당기는 핵심 기반이 될 뿐 아니라, 국내 금융권이 전환 프로젝트에 참여할 수 있는 제도적 예측 가능성을 확보하는 데 필수적이다.

3) 철강 탈탄소화를 위한 국가 재원 효율화

상용급 수소환원제철 설비 전환에는 수십 조 원 단위의 투자와 장기적 금융지원이 요구되므로, 안정적이고 충분한 국가 재원 확보가 핵심 조건이다. 해외 사례에서 공통적으로 확인되는 특징은, (1) 전환을 위한 재원을 별도로 확보하고, (2) 그 재원을 상용 설비 전환에 우선 배분하며, (3) 직접보조·정책금융·세제지원을 하나의 패키지로 설계했다는 점이다. 유럽연합은 배출권거래제 경매수익을 기반으로 한 혁신기금, 회복탄력성기금 등 전환 전용 재원을 구성하고, 이를 수소환원제철 상용 설비와 고로 폐쇄가 결합된 프로젝트에 우선 투입하고 있다. 독일은 해당 기금과 국가 보조금을 활용해 총 투자비의 40~60%를 직접보조하는 강도 높은 지원을 가능하게 했고, 스웨덴은 스웨덴 국채청의 그린신용보증을 통해 장기 대출을 묶어 민간의 초기 투자 위험을 흡수하고 있다.

반면 한국은 상용급 설비 전환을 위한 재원 조달 계획과 위험 분담 구조가 모두 부재한 상황이다. 연산 30만 톤급 실증 이후 250만 톤급 상용 설비로 확장하는 과정에서는 막대한 초기 투자비와 장기간 회수 리스크가 수반되지만, 정부가 직접보조, 정책금융, 세제지원을 포함한 중장기 재원 확보 계획과 역할 분담을 사전에 제시하지 않는 한, 민간 기업이 해당 리스크를 단독으로 부담하며 전환 투자계획을 수립하기는 어렵다. 따라서 정부는 단순한 지원 확대를 넘어, 상용 설비 전환에 수반되는 투자·시장·정책 리스크를 민간과 분담하는 구조를 명확히 설계해야 한다. 동시에 감축 효과가 낮은 고로 중심 다배출 공정을 유지·개선하는 데 투입되는 예산은 전면 재검토하고, 고로 효율 개선보다 고로 폐쇄와 수소환원제철 전환을 전제로 한 재원 배분에 우선순위를 두는 방향으로 재정 구조를 전환할 필요가 있다.

결국 정부는 상용 설비 전환에 대한 지원 범위와 원칙을 명확히 제시해야 한다. 구체적으로 총 투자비 대비 최대 지원 비율, 직접보조·대출·세액공제의 조합 방식, 그리고 정부와 민간의 위험 분담 범위를 사전에 설정해야 한다. 아울러 고로 폐쇄 여부, 온실가스 감축량, 전환 시기와 같은 집행 기준을 명확히 하고, 배출권거래제 수익·국채·전환금융을 포함한 재원을 산업 분야 저탄소 전환, 그 중에서도 수소환원제철 설비 전환에 우선 배분하는 구조를 마련해야 한다. 이에 따라 철강사는 고로 폐쇄를 포함한 전환 로드맵과 감축 효과를 투명하게 제시하고, 정부 재원이 실제 상용 설비 전환과 조기 상업생산으로 이어질 수 있도록 책임을 져야 한다. 이러한 상호 보완적인 위험 분담 구조와 재원 배분 원칙이 갖춰질 때, 비로소 한국은 상용급 설비 가동을 목표로 하는 국가들과 같은 출발선에 설 수 있다. 이는 2050 탄소중립 달성뿐 아니라, 향후 글로벌 녹색철강 시장에서 한국형 수소환원제철 기술의 상업적 경쟁력을 확보하기 위한 최소한의 전제조건이다.

참고 문헌

1. 환경부 온실가스종합정보센터. (2025.08.20.). 2024년도 국가 온실가스 잠정배출량.
<https://www.korea.kr/briefing/pressReleaseView.do?newsId=156703792>
2. 권영민. (2024). 녹색 철강의 미래, 수소환원제철 – 탄소중립 핵심기술 개발을 위한 정부 주도의 투자 필요성.
3. 탄소중립녹색성장위원회. (2025.11.10) [보도자료] '35년까지 18년 대비 온실가스 53% ~ 61% 감축
https://www.pcccr.go.kr/flexer/view/BOARD_ATTACH?storageNo=4704
4. 권영민. (2026). 속도가 만드는 경제적 편익: 철강산업 저탄소 전환의 사회경제적 효과 분석
5. European Commission. (2022). Communication from the Commission: Guidelines on State aid for climate, environmental protection and energy 2022 (CEEAG). Official Journal of the European Union, C 80, 18 February 2022.
[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218\(03\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022XC0218(03))
6. Salzgitter AG. (2024). Salzgitter AG receives official notice of government funding for the SALCOS® low-CO₂ steel production program.
<https://www.salzgitter-ag.com/en/newsroom/press-releases/details/salzgitter-ag-receives-official-notice-of-government-funding-for-the-salcosr-low-co2-steel-production-program-20702.html>
7. Salzgitter AG. (2024). Salzgitter Group secures two ECA-covered Green Loan financings for a total amount of €500 million
<https://www.salzgitter-ag.com/en/newsroom/press-releases/details/salzgitter-group-secures-two-eca-covered-green-loan-financings-for-a-total-amount-of-eur500-million-21623.html>
8. thyssenkrupp Steel. (2023). EU Commission approves German Federal and State Government funding for thyssenkrupp Steel's tkH₂Steel decarbonization project.
<https://www.thyssenkrupp.com/en/newsroom/press-releases/pressdetailpage/eu-commission-approves-german-federal-and-state-government-fund-ing-for-thyssenkrupp-steels-tkh2steel-decarbonization-project-228875>
9. SHS – Stahl-Holding-Saar. (2024). Next milestone on the path to climate-neutral steel production: EUR 1.7 billion financing package for Power4Steel successfully secured.
<https://www.stahl-holding-saar.de/shs/en/news/press/next-milestone-on-the-path-to-climate-neutral-steel-production-eur-1-7-billion-financing-package-for-power4steel-successfully-secured-118252.shtml>
10. European Commission. (2022). HYBRIT: Large-scale demonstration of hydrogen-based direct reduction for carbon-neutral steelmaking (EU Innovation Fund Project Factsheet)
https://climate.ec.europa.eu/system/files/2022-07/if_pf_2022_hybrit_en.pdf
11. Swedish Energy Agency. (2023). HYBRIT is granted SEK 3.1 billion.
<https://www.energimyndigheten.se/en/news/2023/hybrit-is-granted-sek-3.1-billion/>
12. SSAB. (2025). SSAB secures additional EUR 430 million green financing for Luleå
<https://www.ssab.com/en/news/2025/06/ssab-secures-additional-eur-430-million-green-financing-for-lule>
13. Stegra. (2024). Stegra supported by the EU Innovation Fund.
<https://stegra.com/news-and-stories/stegra-support-eu-innovation-fund>
14. Stegra. (2024). H2 Green Steel raises more than €4 billion in debt financing for the world's first large-scale green steel plant
<https://stegra.com/news-and-stories/h2-green-steel-raises-more-than-4-billion-in-debt-financing-for-the-worlds-first-large-scale-green-steel-plant>



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.