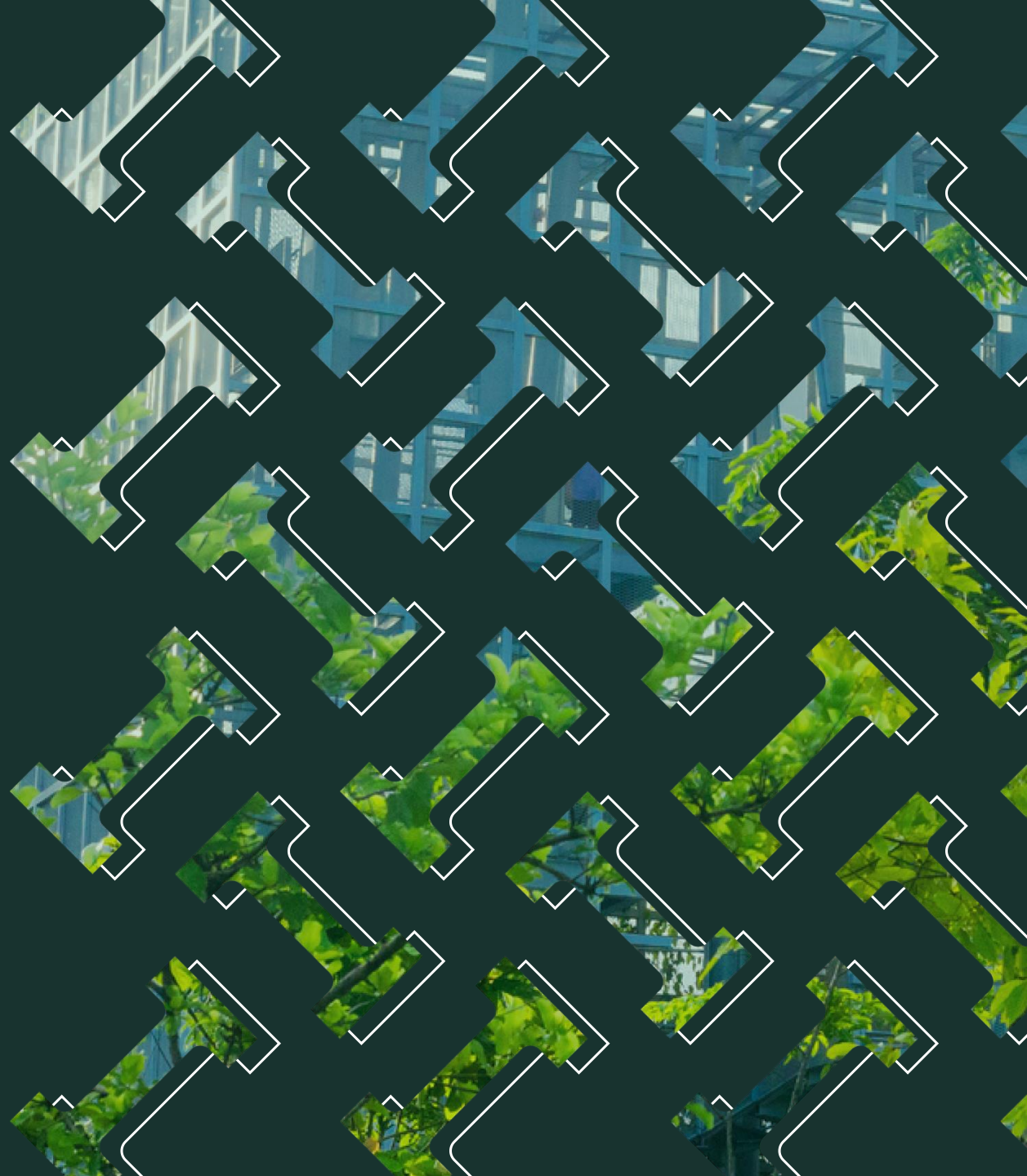
MISSION POSSIBLE PARTNERSHIP



철강 산업의 대전환:

한국의 성장과 경쟁력을 이끄는 새로운 동력

보고서 | 2026년 8월

서문

Faustine Delasalle
CEO, Mission Possible Partnership
대표이사, ITA

> 한국 철강 산업은 갈림길에 서 있습니다. 한국은 미래를 스스로 만들어갈 산업 기반과 기술, 그리고 정책적인 수단을 갖추고 있습니다
>
> — Faustine Delasalle

한국 철강 산업은 중대한 전환점에 서 있습니다. 지금의 선택이 한국이 저탄소 산업 전환을 주도할지, 아니면 다른 국가들이 만들어가는 새로운 시장 질서를 뒤따를지를 결정하게 될 것입니다.

한국이 세계적인 고부가가치 철강 산업을 구축할 수 있었던 이유는 단순히 철강을 많이 생산해서가 아니라, 수요 산업이 필요로 하는 철강을 생산해왔기 때문입니다. 생산량은 세계 6위지만 수출액은 5위이며, 자동차, 조선 및 전기기기에 필수적인 고품질 철강을 생산합니다. 철강 산업은 한국 제조업 역량의 약 40%를 차지하며 약 180만 명의 일자리를 책임지고 있습니다.

글로벌 공급과잉과 무역 갈등이 한국 철강 산업을 압박하는 상황에서는 당장의 어려움을 넘어 다음 전환의 방향을 내다보기가 쉽지 않습니다. 그러나 향후 10년간 세계 철강시장을 재편할 두 가지 흐름이 빠르게 맞물리고 있습니다. 첫째, 탄소배출 수준을 시장 접근 조건으로 반영하는 무역체제가 본격화되고 있습니다. EU의 CBAM이 2028년부터 자동차와 기계류로 확대되면 약 77억 달러 규모의 한국 수출품이 탄소비용의 영향을 받게 됩니다. 둘째, 중국은 세계 어느 국가보다 빠른 속도로 수소 기반 제철로 전환하고 있습니다. 이미 연간 1,000만 톤을 넘는 생산능력이 추진되고 있으며, 생산량이 늘어날 때마다 운영 경험과 원가 경쟁력을 축적하고 있습니다.

저탄소 철강으로의 전환은 한국에 예상보다 훨씬 큰 산업적 기회를 열어줍니다. 그 가치는 크게 세 가지 경로에서 창출됩니다. 먼저 탄소 기준이 적용되는 시장이 확대되면서 저탄소 철강 생산자는 보다 유리한 시장 접근 기회를 확보할 수 있습니다. 또한 초기에는 선도 구매기업의 자발적 구매를 통해, 이후에는 정책에 기반한 구매를 통해 그린 프리미엄을 확보할 수 있습니다. 마지막으로 철강 생산설비와 관련 기술의 해외 수출이라는 새로운 업스트림시장 기회가 열립니다. 현재 추진 중인 저탄소 철강 프로젝트만으로도 장비와 서비스 시장은 약 700억 달러 규모에 이르며, 글로벌 수요가 성장할수록 이 기회는 더욱 확대될 것입니다.

한국이 이러한 기회를 현실화하는 데 부족한 것은 기술 역량이 아니라 초기 단계에서 확실하게 확보된 수요입니다. 한국은 다양한 저탄소 철강 생산경로를 구현할 역량을 갖추고 있지만, 실제 투자가 이루어지려면 미래 수익에 대한 확신이 필요합니다. 공공조달, 자동차산업의 저탄소 철강 사용요건, 그리고 무역 파트너국에서 형성되는 새로운 저탄소 철강 수요를 활용하면 최소 650만 톤의 생산을 뒷받침할 수 있습니다. 이는 신규 투자를 가능하게 하는 수요 기반을 제공하는 동시에, 개수 시점이 다가오는 석탄 기반 생산설비를 다시 개수하는 대신 저탄소 생산설비로 전환할 수 있는 현실적인 선택지를 만들어줄 수 있습니다. 한국 철강 산업은 지금 갈림길에 서 있습니다. 한국은 저탄소이면서도 경쟁력 있는 철강 산업의 미래를 스스로 만들어갈 산업 기반과 기술, 그리고 정책적인 수단을 갖추고 있습니다. 이 기회를 놓치지 않기 위해서는 지금 행동해야 합니다.

서문		2
요약문		4
1 한국 철강 산업	첨단 제조업, 무역 및 고용을 뒷받침하는 국가 경쟁력의 핵심 기반인 철강 산업	7
2 한국 철강 산업이 직면한 위협 요인	탄소와 연계된 무역정책의 강화와 중국의 빠른 저탄소 철강 전환은 한국 철강 산업의 구조적 위협	15
3 저탄소 전환의 기회 요인	저탄소 전환이 가져올 산업 밸류체인별 경제적 가치와 기술 수출 규모	26
4 저탄소 전환 경로 별 장단점	비용, 공급망 회복력, 고용 등의 측면에서 저탄소 철강 전환의 경로 별 장단점 파악	34
5 저탄소 철강 시장 창출의 필요성	저탄소 철강 수요의 부재와 이로 인한 투자 지연	51
6 실행 전략	철강 산업 전환을 주도할 실질적인 선택지와 전략적 우선 과제	58
Act Now	적합한 기술의 육성, 통상 관계의 구축, 수요의 창출, 이 모든 준비를 지금부터 시작해야합니다	67
별첨		70
용어집		72

요약문

한국 철강 산업은 고부가가치 산업이지만, 대외 환경 변화에 취약해지고 있다

한국은 세계적인 고부가가치 철강 산업을 구축해왔다. 생산량은 세계 6위, 수출액은 5위이며, 스크랩 기반 전기로만으로는 안정적으로 생산하기 어려운 자동차, 선박 및 전기기기용 철강을 생산한다.

철강 산업은 한국 산업 경제의 중심에 있다. 철강은 **제조업 생산의 약 40%**에 투입되는 핵심 소재이며, 철강 산업과 이와 연관된 자동차·조선·기계 산업을 합치면 약 **180만 명의 고용**을 지탱하고 있다. 하지만 한국 철강 생산량의 약 4분의 3은 탄소집약도가 가장 높은 고로-전로(BF-BOF) 공정에서 나온다.

이처럼 높은 탄소집약도는 한국 철강 산업의 수출 경쟁력과 직결된다. 국내 철강 생산량의 절반가량이 직접 수출되고 있으며, 자동차와 선박 등 완제품에 포함되어 해외로 나가는 철강까지 고려하면 전체 생산량의 약 3분의 2가 글로벌 시장에 노출된다. 이들 시장에서는 탄소비용이 점차 가격과 시장 접근 조건에 반영되고 있으며, 탄소배출이 적은 제품에 더 높은 경쟁 우위를 부여하는 방향으로 변화하고 있다.

CBAM 등 탄소 연계 무역정책 강화와 중국의 가격 경쟁 심화로 인해 저탄소 철강 신규 투자가 시급해지고 있다

철강업이 직면한 첫 번째 압력은 탄소 배출량을 기준으로 한 무역정책이다. EU CBAM은 이미 한국의 고부가가치 철강 제품에 적용되고 있으며, 2028년부터 적용 범위가 자동차와 기계류까지 확대되면 **전체 수출 시장에 약 77억 달러 규모의 탄소 비용**을 부과하게 된다. 유사한 제도가 다른 국가로 확산될수록 한국의 수출품 전반이 영향을 받게 되며, 특히 탄소집약도가 높은 고로 기반 철강이 가장 크게 노출될 수 있다.

두 번째 압력은 중국이다. 중국에서는 **연간 1,000만 톤이 넘는 고로**가 수소 기반 제철로 전환되고 있으며, 이는 세계 최대 규모이다. 중국산 철강의 수출 물량보다도, 중국이 실제 생산을 확대하면서 축적하는 원가 경쟁력과 운영 경험, 기술적 학습효과가 더욱 본질적인 경쟁 요인이 된다.

대응 시점도 촉박하다. 철강업계의 수익성이 한 자릿수에 머무는 가운데, 노후 고로 폐쇄 또는 개수 여부를 결정해야 하는 시기가 다가오고 있다. 원가 경쟁력과 산업 경쟁력을 유지하려면 저탄소 철강의 생산을 확대해야 한다. 포스코의 광양 전기로(EAF)와 유동환원로(하이렉스), 현대제철의 고로-전기로 복합 공정이 이미 추진 중이며, K-스틸법과 K-GX 전략은 이러한 전환을 본격화하기 위한 정책적 기반을 마련하고 있다.

저탄소 철강은 현재 인식되고 있는 것보다 한국 산업 전반에 훨씬 더 큰 가치를 창출할 수 있다

저탄소 철강은 현재 기존 방식보다 생산 비용이 높아 당장의 투자 결정을 지연시킬 수 있다. 그러나 저탄소 철강 전환이 한국 산업 전반에 창출할 수 있는 가치는 충분히 조명되지 않았다그 가치는 크게 세 가지 영역에서 발생한다. 첫째, 저탄소 철강 설비에 필요한 기술과 장비의 수출, 둘째, 탄소비용 상승으로 저탄소 철강의 가치가 높아지면서 형성되는 그린 프리미엄, 셋째, 제품에 내재된 탄소배출이 적을수록 유리한 조건을 제공하는 해외시장에 대한 우선적 접근이다.

배출량이 적은 생산 방식일수록 이 세 가지 영역에서 더 많은 가치를 확보할 수 있다. 플랜트당 창출 가능한 매출은 **가스 기반 직접환원철 (NG-DRI-EAF) 공정의 경우 약 2억 3,000만 달러**에서 **유동환원로 (하이렉스)의 경우 최대 11억 5,000만 달러**까지 약 네 배 확대된다. 단기적으로는 탄소가격이 강화되면서 그린 프리미엄과 시장 접근 기회가 먼저 커질 것으로 예상된다. 이후 저탄소 기술 수출이 본격화되면서, 장기적으로 전 세계 인 저탄소 철강 수요와 함께 **440억 달러 규모의 기술 수출 시장** 기회가 열리게 될 것이다.

다만 이러한 가치의 상당 부분은 실제 투자 위험을 부담하는 철강사에 직접 귀속되지 않는다. 기술과 설비 수출 이익은 장비 제조사와 EPC 기업에, 시장 접근 확대에 따른 이익은 다운스트림에 있는 수요 산업이 누리게 된다. 따라서, 철강사가 부담하는 투자비용과 국가 산업 전반이 얻게 되는 편익 사이의 격차를 해소하는 것이 중요한 정책 과제이다.

저탄소 철강 생산 방식에 따라 경쟁력, 공급망 회복력 및 고용 효과가 크게 달라진다

다양한 저탄소 생산 방식이 부상하는 가운데, 비용뿐 아니라 시장 기회, 공급망 회복력, 고용 효과를 함께 고려해야 한다.

비용 측면에서는 2030년까지 가스 기반 공정 및 탄소포집저장 방식이 가장 경쟁력이 높으며, 국내 철스크랩을 충분히 확보할 수 있는 경우에는 스크랩 기반 전기로 공정이 더 저렴하다. 다만 탄소 비용이 반영되기 전에는 저탄소 방식의 생산비가 기존 고로 방식보다 높다.

2028년까지 연간 230만 톤의 저탄소 철강 생산능력을 확보하려면 약 35억 달러의 초기 투자가 필요하다. 이는 440억~700억 달러로 추정되는 전체 시장 기회에 비하면 크지 않은 규모이다. 단기 파이프라인은 연간 30만 톤 규모의 유동환원로(하이렉스) 실증 설비와 연간 200만 톤 규모의 NG-DRI-EAF 설비로 구성되며, 지금 투자를 시작하면 더 큰 시장을 선점하는 효과를 기대할 수 있다.

공급망 측면에서는 수입 가스를 이용한 직접환원철 경로가 원료 가격 급등과 공급 차질에 가장 효과적으로 대응할 수 있다. 유동환원로(하이렉스) 방식은 화석연료 수입 의존도를 가장 크게 낮출 수 있다.

고용 측면에서 제선 공정은 철강 인력의 약 5%에 불과해, 어떤 생산 경로를 선택하든 직접 고용 규모는 크게 변하지 않는다. 다만 유동환원로 기반 HyREX 설비 한 곳은 국내 장비산업에서 약 2,000개의 일자리를 뒷받침할 수 있는 반면, NG-DRI-EAF 설비의 고용 효과는 10개 미만으로 추정된다.

현재 한국 철강사들은 저탄소 철강 신규 설비 투자에 필요한 안정적인 수익 전망을 확보하지 못하고 있다

한국의 산업 경쟁력을 유지하려면 저탄소 철강 생산을 확대해야 한다. 그렇다면 필요한 투자자금이 왜 움직이지 않는가. 문제는 기술이나 실행 역량이 아니다. 한국은 거론되는 어떠한 생산경로도 구현할 수 있다. 부족한 것은 미래 현금흐름에 대한 확신, 즉 대규모 프로젝트가 금융을 조달할 수 있도록 뒷받침하는 안정적인 수익 전망이다. 그리고, 그 핵심은 장기 구매계약에 달려 있다.

그러나 국내에는 이러한 수요 기반이 거의 없다. 글로벌 저탄소 철강 오프테이크 트래커(green steel offtake tracker)에 등재된 한국 거래는 한 건에 불과하다. 반면, 상용화 규모의 프로젝트로는 처음 금융조달을 완료한 Stegra는, 그에 앞서 생산 역량의 약 60%에 대한 구매계약을 이미 확보한 상태였다.

가장 직접적인 해법은 한국이 스스로 통제할 수 있는 수요를 마련하는 것이다. 공공조달, 자동차 부문의 저탄소 철강 조달 의무화, 자원 무역상대국으로부터 연계된 수요 창출을 통해 연간 약 600만 톤의 생산량을 뒷받침해주면, 개수를 앞둔 약 2,000만 톤 규모의 고로의 탈탄소 전환을 촉진할 수 있다. 이 정도의 수요가 확보되면 여러 프로젝트의 투자 기반을 마련할 수 있고, 실제 운영 경험을 통해 비용을 낮추며 더 큰 산업적 기회도 선점할 수 있다.

한국에는 아직 경쟁력을 확보할 시간과 기술 혁신을 선도할 수 있는 실질적인 선택지가 남아 있다

한국은 축적된 제철 기술, 세계적 수준의 엔지니어링 및 EPC 역량, 그리고 신규 생산 방식에 필요한 설비 제조 기반 등 저탄소 철강 분야에서 경쟁할 수 있는 충분한 기반을 갖추고 있다. 다만 탄소집약적 고로 개수 시점이 다가오기 전에 방향을 전환할 수 있는 시간은 많이 남지 않았다.

모든 측면에서 우위를 가진 단일 기술 경로는 없다. 따라서, 하나의 방식을 선택하기보다 유연성과 미래의 선택권을 최대한 확보할 수 있는 포트폴리오 접근이 필요하다. 본 보고서는 네 가지 우선순위를 제시한다.

1. **저탄소 철강 수요 창출을 통한 투자 불확실성 해소**
2. **중단기적으로는 NG-DRI-EAF를 활용하면서, 장기적인 산업 경쟁력 확보를 위해 유동환원로 (하이렉스)를 육성하는 기술 전략 포트폴리오 구축**
3. **철스크랩과 수소 조달, 설비 투자에서 비용 우위 확보**
4. **생산비용을 낮추고, 수요와 수출 기회를 동시에 잡을 수 있는 무역 파트너십 설계**

철강 산업은 새로운 전환기에 들어서고 있다. 한국은 이를 주도할 산업 기반과 기술력, 정책 수단을 모두 갖추고 있다. 이제 필요한 것은 이 기회를 실제 투자와 시장 형성으로 연결하는 선택이다.

발간 정보

본 보고서는 Mission Possible Partnership (MPP)이 작성하였으며 자세한 내용은 www.missionpossiblepartnership.org에서 확인할 수 있습니다. 본 보고서는 Sequoia Climate Foundation의 지원으로 제작되었습니다.

작성자: Rachel Howard, James Boyle, Nicole Tan, Mielle Yoo, Edward Boyd, Elliot Mari

본 보고서를 작성할 때 큰 도움을 준 사단법인 넥스트와 대한상공회의소에 특별한 감사를 전합니다.

인용 및 저작권
본 저작물은 © 2026 Mission Possible Partnership에 저작권이 있으며, 모든 권리를 보유합니다.
인용 시 다음과 같이 표기해 주시기 바랍니다: "Mission Possible Partnership, 「철강 산업의 대전환: 한국의 성장과 경쟁력을 이끄는 새로운 동력」, 2026년 8월"
본 저작물을 각색 (adaptation)하여 활용하는 경우, 다음과 같이 출처를 표기해야 합니다:
"본 자료는 Mission Possible Partnership의 「철강 산업의 대전환: 한국의 성장과 경쟁력을 이끄는 새로운 동력」 (2026년 8월)를 각색한 것입니다."

우선 과제 1

다양한 수요 창출을 통한
투자 불확실성 해소

실행 방안

철강에 대한 녹색 공공조달
기준 도입

다운스트림 산업에서 저탄소
철강 선도시장 조성

우선 과제 2

단기 전환과 장기 수출 기회를
아우르는 포트폴리오 구축

실행 방안

Gas-DRI 및 Hybrid-DRI
프로젝트의 FID 지원

유동환원로 (하이렉스)의
상용화 준비 가속

경쟁력 있는 공급망 역량 구축

우선 과제 3

포트폴리오 전반의
원가 경쟁력 확보

실행 방안

국내 철스크랩 활용 확대

수소 비용 절감을 위한
최적화 기술 개발

신규 생산경로의 설비
투자비 절감

우선 과제 4

비용·수요·수출을 동시에 달성할
수 있는 무역 파트너십 설계

실행 방안

금융 및 자본효율화 수단을
활용해 HBI 비용 절감

업스트림 부문 투자협력을
활용해 상호 저탄소 수요 확보

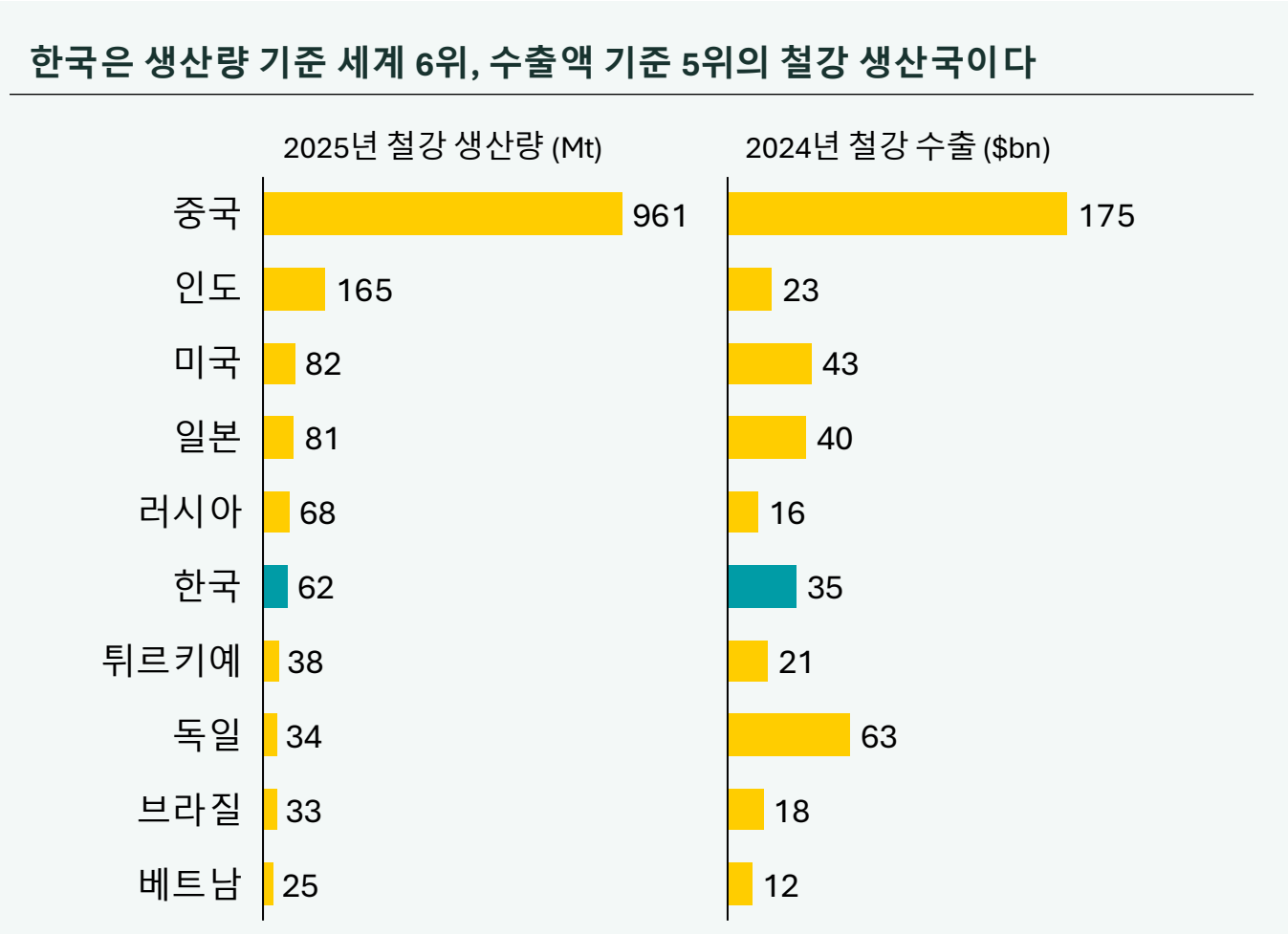
초기 해외 프로젝트를 활용해
한국 기술을 실증하고 규모 확대

한국 철강 산업

첨단 제조업, 무역 및 고용을 뒷받침하는
국가 경쟁력의 핵심 기반인 철강 산업

| 수출용 차량, 광양, 한국

한국은 연간 6,200만 톤 생산, 350억 달러 수출로 세계적인 고부가가치 철강 산업을 구축했다



한국은 세계적으로 높은 부가가치를 창출하는 철강 산업을 구축해 왔다. 경쟁력의 원천은 단순한 생산량 확대가 아니라 시장이 요구하는 고부가가치 제품을 대규모로 공급하는 역량에 있다. 한국의 철강 생산량은 연간 6,200만 톤, 수출액은 350억 달러로 생산량 기준 세계 6위, 수출액 기준 5위에 해당한다. 독일은 3,400만 톤의 생산으로 630억 달러의 수출액을 기록하지만, 한국의 강점은 특정 틈새시장에 집중한 것이 아니라 대규모 생산 기반에서도 높은 부가가치를 실현하고 있다는 점이다.

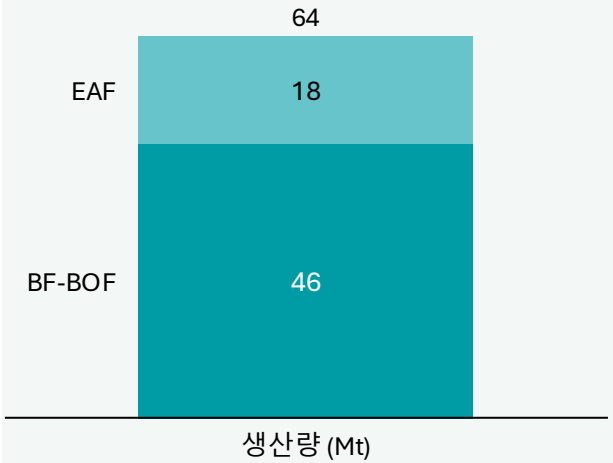
특히 고사양 제품 비중이 높은 판재류가 한국 철강 수출에서 차지하는 비중은 아시아 주요 생산국 가운데 가장 높다. 판재류는 전체 철강 수출의 59%로 일본(50%), 중국(30%), 인도(19%)를 앞선다. 자동차 외판, 선박의 선체, 가전제품 등에 사용되는 이들 강종은 제품 설계 단계에서 사양이 결정되고, 한 번 형성된 공급관계가 수십 년간 이어지는 경우가 많다.

이러한 수출구조는 우연이 아니라 장기간에 걸친 산업 전략의 결과이며, 한국 철강 산업의 차별화된 경쟁력을 형성해 온 기반이다. 한국 철강사들은 국내 주력 제조업의 높은 품질과 기술 요구에 대응하면서 생산·기술 역량을 축적해 왔다. 특히 포스코의 기술적 경쟁력은 자동차·조선·가전 등 주요 수요 산업과의 긴밀한 연계 속에서 발전해 왔으며, 이러한 산업 간 결합이 한국 철강 산업의 지속적인 경쟁력을 뒷받침하고 있다.

출처: 철강 생산량은 Worldsteel Data Viewer, 철강 수출액은 BACI 기준이며 HS72 및 HS73의 전체 수출을 포함한다.

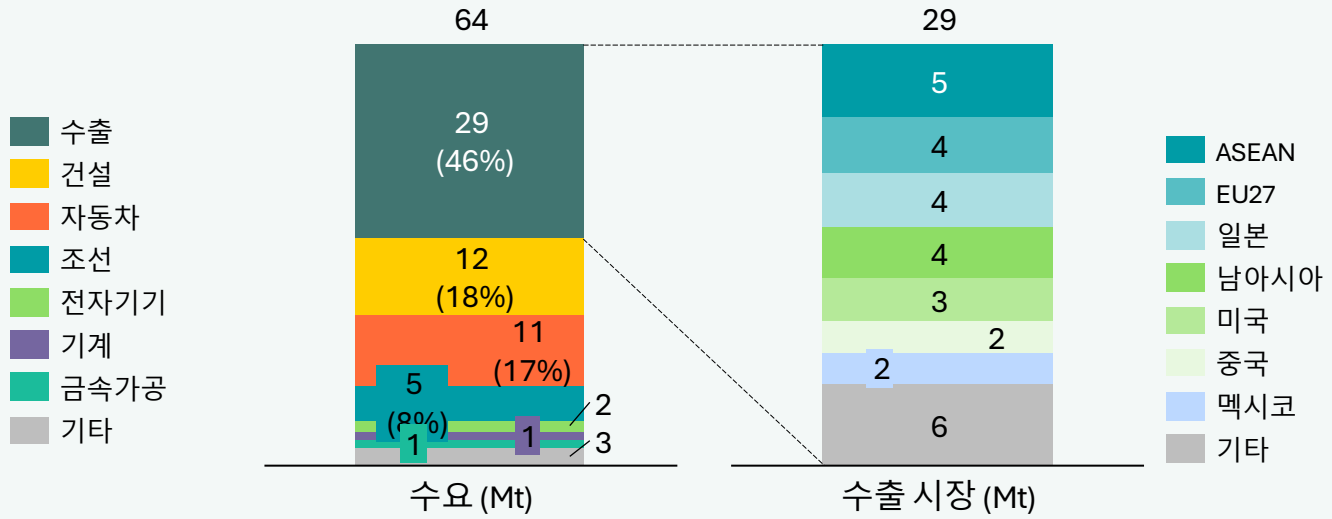
한국 철강 산업은 고로 중심의 생산구조와 높은 수출 비중이 특징이다. 생산의 72%가 고로에서 나오며, 국내 첨단 제조업이 이를 뒷받침하고 있다

생산의 72%를 BF-BOF 공정이 차지



한국의 철강 생산은 고로 방식이 중심이다. BF-BOF는 다운스트림 제조사가 요구하는 고사양 판재류 생산에 가장 적합하며 전체 생산량의 약 72%를 차지한다. 나머지 28%는 전기로 (EAF) 방식으로, 스크랩 활용이 용이한 건설용 봉형강류에 주로 사용된다.

한국 철강 생산량의 약 45%가 수출되며, 국내 수요의 약 50%는 첨단 제조업에서 발생한다

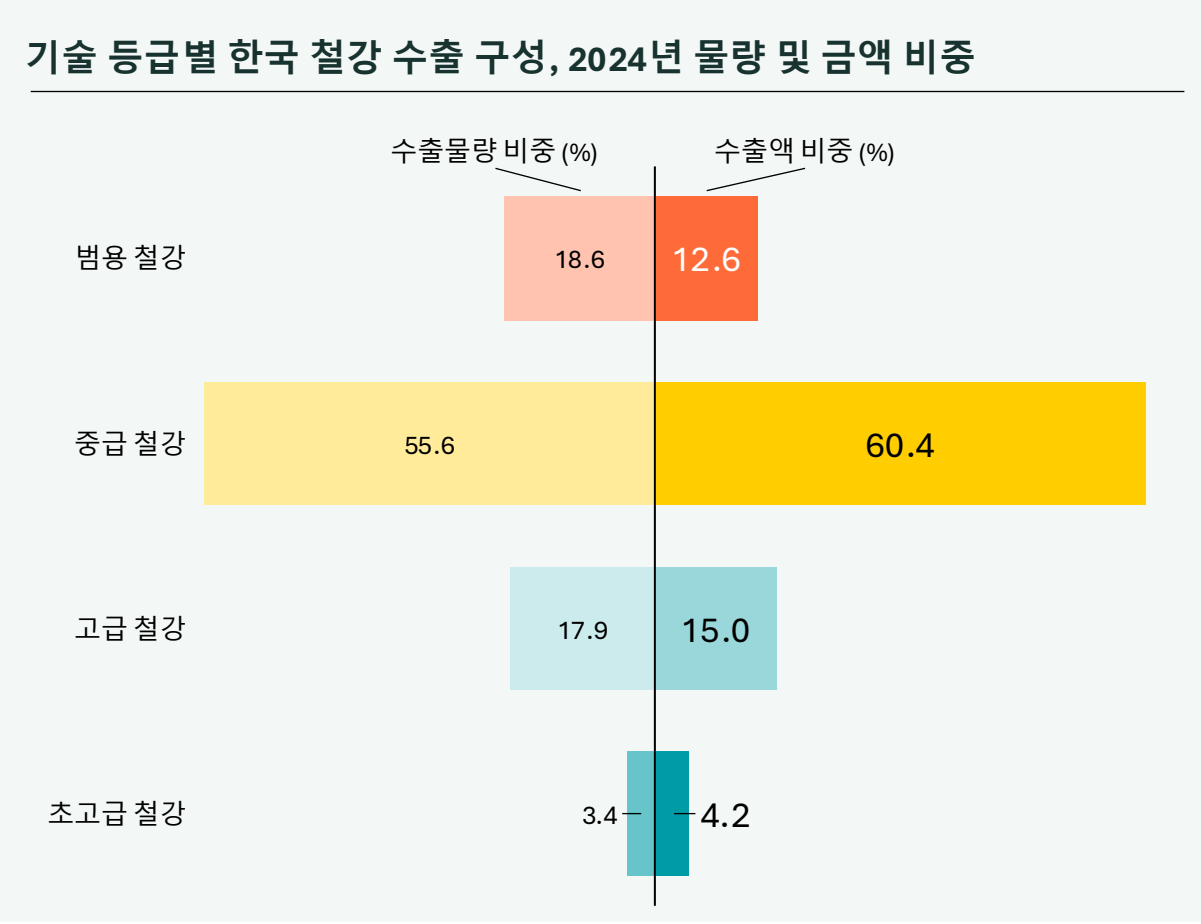


국내 수요는 자동차, 조선 및 전기기기 등 첨단 제조업이 주도한다. 이들 산업은 제철소와 철강을 공동 개발하며, 철강사는 단순 원자재 공급자를 넘어 제조사의 설계 과정에 참여한다. 이 때문에 국내 수요는 물량 이상의 전략적 의미를 갖는다.

생산량의 45%를 수출하는 한국 철강은 세계에서 기술 요구 수준이 높은 시장에 폭넓게 공급된다. 어느 한 시장도 수출 물량의 20%를 넘지 않으며 ASEAN, EU27, 일본 및 남아시아에 고르게 진출해 있다. 이러한 시장 다변화는 수십 년간 축적한 고객 관계와 기술 신뢰를 보여준다.

출처: 모든 데이터는 2024년 기준. 생산 구성은 KOSA (2026). 수요 내역의 경우 수출 데이터는 HS72, 73 코드 기준으로 BACI에서 산출. 국내 부문 사용 수요는 생산에서 수출을 뺀 값으로 계산하고, Yuanta Korea (2025)를 기준으로 최종 수요 부문에 배분. 수출 시장은 BACI 데이터 내 무역 흐름을 무역블록 단위로 집계한 것이다.

한국 철강 수출액의 60%는 중급 철강이 차지하고 있으며, 또 다른 19%는 Scrap EAF로 안정적인 품질 확보가 어려운 고사양 철강이다



한국의 철강 수출 포트폴리오는 전략적으로 중급 이상의 고부가가치 강종에 집중돼 있다. 최대 수출 품목은 아연도금강판(29억 달러), 후판(22억 달러), 컬러강판(19억 달러), 합금강(14억 달러)으로, 각각 자동차 마감재, 조선, 인프라, 정밀기계 등 다양한 수요산업에 공급된다. 하나의 제품군 안에서도 이처럼 폭넓은 수요처를 확보하고 있다는 점은 한국이 범용재 시장에 머무는 것이 아니라, 기술적 요구가 서로 다른 제조업 고객을 기반으로 경쟁하고 있음을 보여준다.

고급·초고급 강종의 수출은 2017년 이후 연간 35억~40억 달러 수준을 안정적으로 유지해 왔다. 냉연코일, 전기강판, 전기아연도금강판, 주석도금강판 등이 대표적이다. 수출액의 변화도 물량 확대보다는 철강 가격 사이클에 따라 움직여 왔는데, 이는 이들 제품이 신규 시장의 급성장에 의존하기보다 오랜 고객관계와 공급 실적을 바탕으로 이미 확고한 시장 지위를 구축하고 있음을 시사한다.

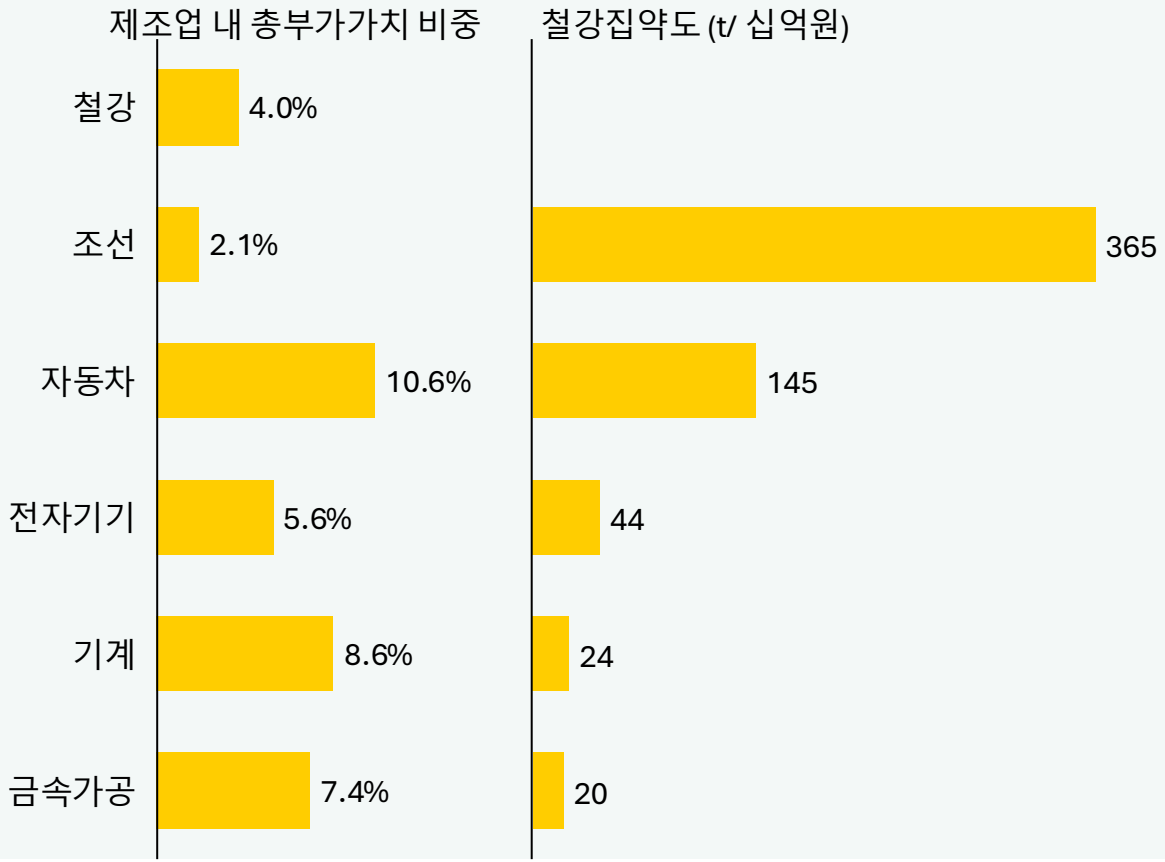
Scrap EAF에는 이러한 고사양 제품을 생산하는 데 두 가지 구조적 제약이 있다. 첫째는 순도 문제다. 재활용 철스크랩에 잔류원소가 누적되면 도금·코팅 제품에 요구되는 표면 품질을 확보하기 어려워진다. 둘째는 정밀한 성분 제어다. 자동차 프레스용 초고장력강(UHSS)과 고장력강(AHSS), 변압기용 방향성 전기강판은 매우 엄격한 합금 조성을 요구하며, 이를 안정적으로 구현하려면 신규 철원(primary iron)이 필요하다. 두 제약 모두 추가 투자로 비용 격차를 줄인다고 해결되는 문제가 아니라 소재 특성에서 비롯되는 물리적 한계다.

범용 강종은 수출 물량의 19%를 차지하지만 수출액 비중은 13%에 그치며, 한국은 이미 이 시장에서 경쟁의 중심을 옮겨왔다. 이는 한국이 가격 중심의 범용재보다 제품 사양과 장기 고객관계가 경쟁우위를 만들어내는 강종으로 의도적으로 포트폴리오를 전환해 왔음을 보여준다. 동시에 바로 이러한 수출구조가 앞으로 강화될 탄소 기준과 시장 접근 조건의 변화에 가장 직접적으로 노출되는 영역이기도 하다.

주: 제품은 판매 가격이 아니라 제조에 필요한 요건에 따라 분류하였다. 초고급 제품 (전기강판, 주석도금강판)은 스크랩으로는 달성할 수 없는 고로 용선과 화학 성분 제어를 요구한다. 고급 제품은 냉간압연이 필요하며 장입 원료의 불순물에 민감하다. 중급 제품은 품질 관리가 필요하나 두 제강 경로 모두 수용 가능하다. 범용 제품은 경로와 무관하다. 분류는 167개 철강 품목 범주에 대해 6자리 무역코드 수준에서 적용하였다. 출처: BACI HS72 무역 데이터; MPP 자체 분석.

한국의 철강 산업은 총부가가치 260조 원, 제조업 생산량의 약 40%, GDP의 약 10%를 뒷받침한다

철강은 한국 제조업 산출의 38%에 투입되며, 기술 요구 수준이 높은 산업일수록 철강집약도가 높다



한국에서 철강 소비가 많은 주요 다운스트림 산업은 동시에 가장 높은 기술 수준을 요구한다. 자동차·조선·전기기기 산업은 모두 철강사와 수요기업이 함께 사양을 개발하는 고사양 강종을 필요로 한다. 자동차 산업은 제조업 총부가가치(GVA)의 10.6%를 차지하며 고사양 판재류에 대한 수요가 크다. 조선 산업은 제조업 GVA의 2.1%에 불과하지만 철강집약도가 가장 높고, 사용 강종에 대한 기술적 제약도 가장 엄격하다. 반면 기계 산업은 제조업 GVA의 8.6%를 차지할 만큼 규모가 크지만, 주로 고사양 강종보다는 구조용 강재를 사용한다는 점에서 예외적이다.

조선 산업에서는 강종 자체가 선박 인증 요건의 일부이기 때문에 다른 소재로 쉽게 대체할 수 없다. LNG 운반선에는 영하 163°C의 극저온 환경을 견딜 수 있는 9% 니켈강이 필요하다. 이 강종을 생산할 수 있는 철강사는 전 세계적으로 소수에 불과하며, 포스코가 그중 하나다.

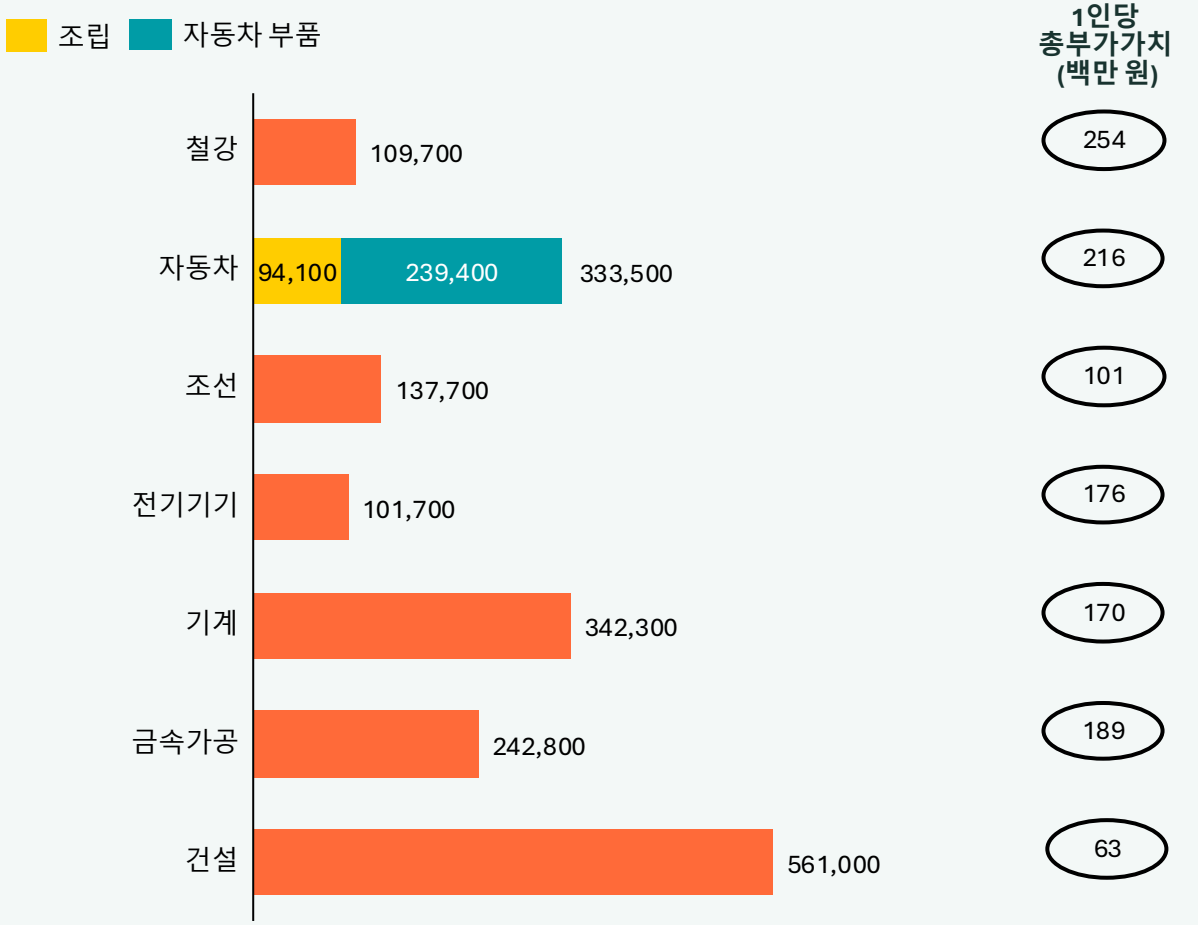
자동차 산업에서는 경량화 요구가 높아질수록 강재의 사양도 고도화되며, 철강사는 이러한 개발 과정에 직접 참여한다. 고장력강(AHSS)과 초고장력강(UHSS)은 철강사와 완성차 OEM이 공동으로 개발하는 대표적인 강종이다. 포스코와 현대제철 역시 현대자동차·기아와 직접 협력하며 필요한 소재와 사양을 개발하고 있다.

전기기기 산업에서는 장기 공급관계보다 기술적 요건 자체가 특정 강종의 사용을 사실상 고정한다. 변압기용 방향성 전기강판과 전기차 모터용 무방향성 전기강판은 초고급 강종에 속하며, Scrap EAF로는 비용이 아니라 물리적 제약 때문에 요구되는 품질을 안정적으로 구현하기 어렵다. 따라서 전기기기 제조사는 가격이 낮더라도 이러한 강종에서 1차 철원(primary iron)을 기반으로 한 소재를 다른 방식으로 대체하기 어렵다.

출처: 총부가가치는 한국은행 국민계정 2024 (KOSIS DT_200Y103); 세부업종 구분은 통계청 광업제조업조사 2024 (KOSIS DT_1FS1103). 철강집약도는 KOSA/Yuanta Korea (2025)의 국내 최종수요를 부문 총부가가치로 나눈 값. 제조업 총부가가치 비중에서 건설은 제외. 철강 수요 "기타" 범주 (270만 톤)는 집약도 패널에서 제외.

철강 및 연관 제조업이 뒷받침하는 일자리는 약 180만 개로, 한국 전체 고용의 약 6%에 해당한다

한국 철강 산업은 약 11만 명을 직접 고용하고, 연관 산업을 포함해 최소 180만 개의 일자리를 뒷받침하고 있다



철강 산업은 약 11만 명을 직접 고용하고 있으며, 자동차·조선·기계·전기기기·금속가공 등 주요 다운스트림 산업은 추가로 약 110만 명의 일자리를 뒷받침한다. 이들 산업은 단순한 연관 산업을 넘어 한국 경제의 생산 기반을 이루는 핵심 산업군이다.

철강 산업 내에서는 압연·성형 등 가공 단계에서 특히 높은 부가가치가 창출된다. 조강을 냉연코일, 아연도금강판, 특수강 등으로 가공하는 부문의 근로자 1인당 부가가치는 3억 6,900만 원으로, 1차 제강 부문의 1억 8,000만 원보다 두 배 이상 높다. 한국 철강 산업의 차별화된 경쟁력은 바로 이러한 고부가가치 가공 역량에 기반하고 있다.

주요 다운스트림 산업 가운데 철강 산업에 버금가는 높은 1인당 부가가치를 창출하는 산업은 자동차가 유일하다. 기계 산업은 34만 2,000명을 고용하며 근로자 1인당 부가가치는 1억 7,000만 원이고, 건설 산업은 56만 1,000명을 고용하지만 1인당 부가가치는 6,300만 원 수준이다. 반면 자동차 조립 부문의 1인당 부가가치는 4억 2,200만 원으로 모든 산업 가운데 가장 높다. **철강과 자동차는 한국 고부가가치 제조업을 지탱하는 두 축이며, 어느 한 산업의 미래도 다른 산업과 분리해 생각하기 어렵다.**

출처: 고용 및 총부가가치는 통계청 광업제조업조사 2024 (KOSIS DT_1FS1103, 종사자 10인 이상 사업체)와 한국은행 국민계정 2024 (KOSIS DT_200Y103). 조선 및 자동차 총부가가치는 국민계정의 운송장비 총계에서 조사 부가가치 비중을 이용해 배분하였다. 전기기기와 금속가공제품은 철강집약도가 낮은 세부업종 (배터리, 가전, 조명, 전선, 케이블, 무기, 탄약)을 제외하도록 조정하였으며, 조정 수치는 조사 부가가치 기준이다. 주철, 주강은 고급강과 별도로 표기하였다. 건설 고용은 KOSIS 고용통계 2024를 근거로 추정하였고, 토목은 철강집약 하위 부문으로 표시하였다.

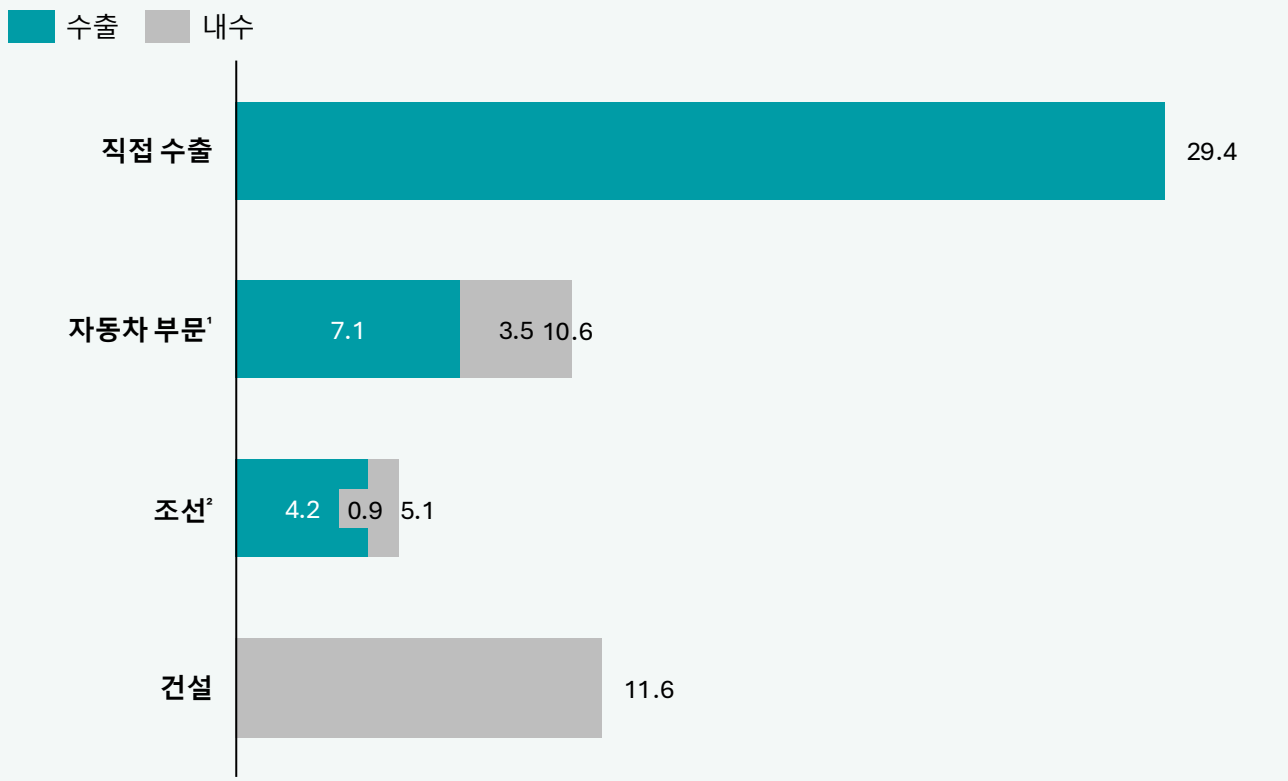
한국 철강의 해외시장 의존도는 수출 통계로 드러나는 것보다 훨씬 크며, 자동차 및 조선의 특정 산업군에 집중되어 있다

한국 철강 산업의 해외시장 의존도는 직접 수출 물량만으로 나타나는 수준보다 훨씬 크다. 철강 직접 수출은 2,940만 톤으로 전체 생산량의 46%를 차지한다. 그러나 자동차·조선 등 다운스트림 산업을 통해 최종적으로 해외시장에 공급되는 철강까지 포함하면 그림이 달라진다. 한국 철강 생산량의 약 3분의 2가 궁극적으로 해외시장의 구매 결정과 정책 체계, 경쟁 여건의 영향을 받는다.

이러한 대외 노출은 고르게 분산돼 있지 않고, 수출 의존도가 높은 핵심 다운스트림 산업에 집중돼 있다. 건설 부문의 철강 수요 1,160만 톤은 대부분 국내에서 소비되기 때문에 해외 통상환경 변화의 직접적인 영향이 제한적이다. 반면 자동차[1]와 조선[2]은 대외 노출의 상당 부분을 차지하며, 수출되는 완제품에 추가로 약 1,130만 톤의 한국산 철강이 내재돼 있다. 두 산업은 합쳐서 한국 제조업 총부가가치(GVA)의 12.6%를 차지하고, 47만 명 이상을 직접 고용한다.

대외 노출이 이처럼 특정 산업에 집중돼 있다는 점은 시장 접근 조건의 변화가 경제 전반에 파급될 수 있음을 의미한다. 한국 철강의 해외시장 노출은 다변화된 수출산업 전반에 고르게 분산돼 있는 것이 아니라, 제조업 생산과 고용의 상당 부분을 지탱하는 자동차와 조선에 집중돼 있다. 따라서 이들 산업이 직면하는 해외시장 여건이 바뀌면 그 영향은 철강 수주에 그치지 않고 지역경제와 공급망 전반으로 확산된다.

2024년 주요 부문별 수출 철강 추정 비중, Mt



1. 자동차 수출 비중은 KAMA (2026)의 내수 및 수출 판매 데이터를 근거로 66.8%로 가정. 2. 조선 수출 비중은 OECD (2026) 그림 2.3의 2020~2025년 평균 내수 구매를 근거로 81.9%로 가정.
출처: 수출 데이터는 HS72, HS73 무역코드를 사용한 BACI 기준. 여타 부문의 신뢰할 만한 내수/수출 소비 데이터는 확보하기 어렵다.

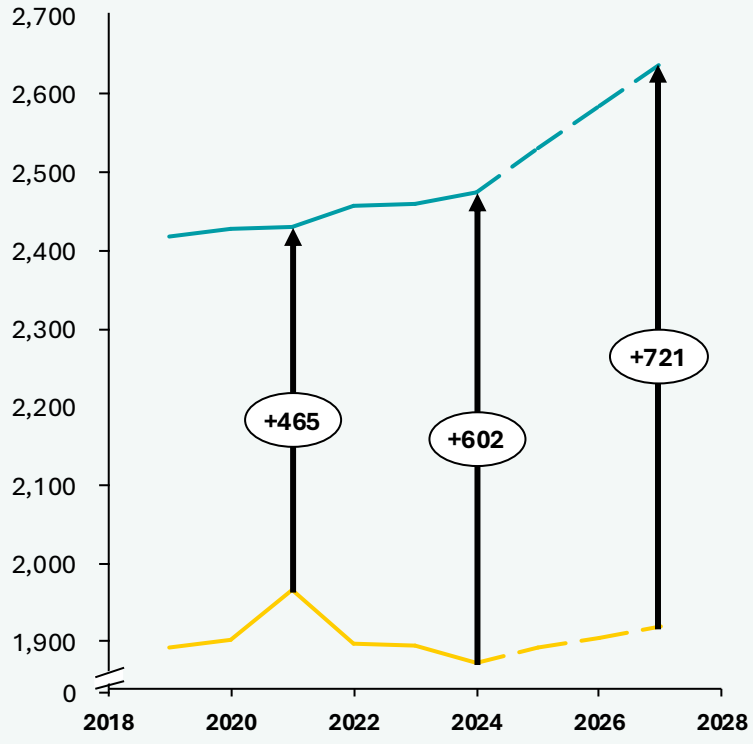
한국 철강 산업이 직면한 위협 요인

탄소와 연계된 무역정책의 강화와
중국의 빠른 저탄소 철강 전환은
한국 철강 산업의 구조적 위협

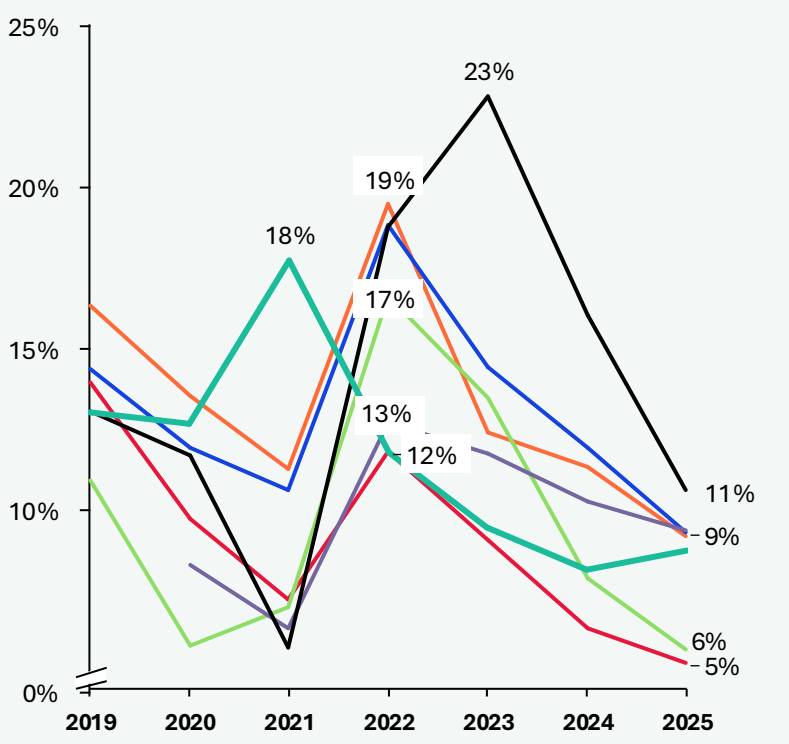
| 서울, 한국

글로벌 철강 산업은 구조적인 공급과잉으로 수익성이 악화되며 압박이 심화되고 있다

2027년까지 약 7억 2,000만 톤의 공급과잉



글로벌 마진 5~10%로 압축



글로벌 철강시장의 공급과잉은 더욱 심화되고 있다. 철강 수요 증가가 제한적인 가운데 약 1억 6,500만 톤의 신규 생산능력이 추가되면서, 생산능력과 수요 간 격차는 2021년 약 4억 7,000만 톤에서 2027년 약 7억 2,000만 톤까지 확대될 수 있다. 이는 글로벌 철강 생산설비의 평균 가동률이 약 75% 수준에 머물 수 있음을 의미한다.

신규 생산능력 확대는 중국·인도·ASEAN을 중심으로 아시아가 주도할 전망이며, 국경을 넘는 투자 역시 BF-BOF 설비에 집중되고 있다. 특히 중국의 해외 투자는 동남아시아의 공급과잉을 더욱 확대하는 요인으로 작용해 왔다. 이미 수요가 공급을 충분히 흡수하지 못하는 시장에 화석연료 기반 생산능력이 추가되고 있기 때문이다.

동시에 철강사의 수익성은 한 자릿수 수준까지 크게 악화됐다. 글로벌 철강업계의 EBITDA 마진은 2022년 약 20%로 정점을 기록한 이후 현재 약 10% 수준으로 하락했다. 유럽·중국·일본 철강사의 EBITDA 마진은 5~9% 수준에 머물고 있으며, 이 정도의 수익성으로는 신규 생산설비에 대한 대규모 재투자를 추진하기가 쉽지 않다.

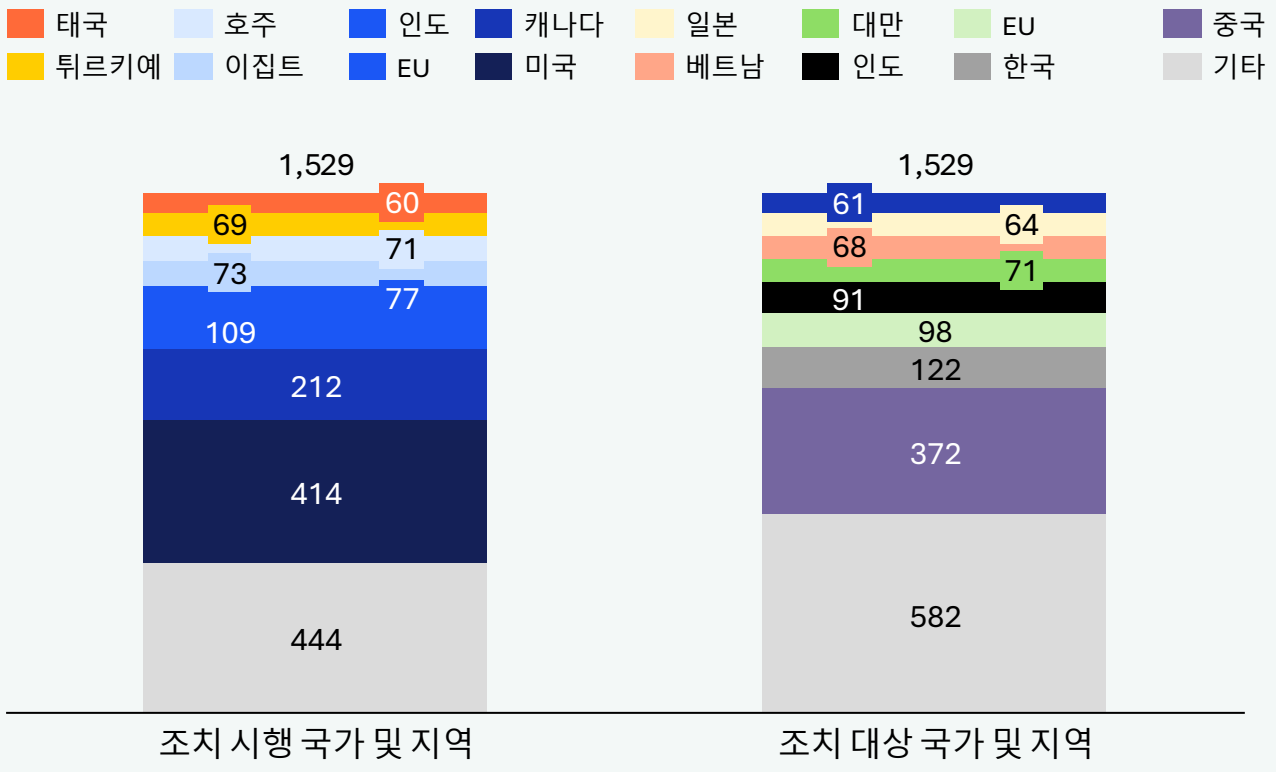
한국 역시 이러한 수익성 압박에서 예외가 아니다. 2025년 한국 철강사의 EBITDA 마진은 8.7%로 글로벌 수준의 하단에 위치하며, 유럽·중국과 유사한 수준이다. 이 정도의 마진으로는 생산설비 전환이나 생산성 향상을 위한 자본집약적 투자를 자체 자금만으로 감당할 여력이 제한적이다.

1. 동종기업 전체의 총 EBITDA / 총 매출 (글로벌 719개사, 신흥 555, 중국 101, EU 57, 일본 40, 미국 19). EU에는 영국, 스위스, 스칸디나비아 포함, 신흥에는 아시아, 중남미, 동유럽, 중동, 아프리카, 러시아 포함. 출처: MPP 자체 분석, OECD Steel Outlook 2025, Damodaran Online Stern NYU 2025, Bloomberg, Morningstar, Capital IQ, Compustat, World Steel Association

공급 과잉으로 각국은 수입 의존도를 낮추고 시장 진입 요건을 강화하고 있다

1,500건 이상의 철강 무역장벽이 시장 접근성을 제약하고 있다

2009~26년 국가별 발효 중인 글로벌 철강 세이프가드 건수[1]



한국의 주요 철강 수출시장에서 무역장벽은 전례 없이 높은 수준으로 강화되고 있다. 현재 전 세계적으로 1,500건이 넘는 철강 관련 무역조치가 시행 중이며, 미국(414건), 캐나다(212건), EU(109건)가 상당 부분을 차지한다. 이들은 한국 철강 수출의 핵심 시장이기도 하다. 규제의 방향 역시 완화보다는 강화 쪽으로 뚜렷하게 기울어 있으며, 2026년 들어 철회된 조치는 단 한 건에 불과하다.

한국은 중국에 이어 세계에서 두 번째로 많은 철강 무역조치의 대상이 되고 있다. 현재 시행 중인 조치 가운데 중국을 대상으로 한 것이 372건, 한국을 대상으로 한 것이 122건으로, 한국은 다른 주요 수출국보다 훨씬 높은 수준의 규제에 노출돼 있다. 이는 우연한 결과가 아니다. 한국이 자국 철강산업 보호에 가장 적극적인 시장을 대상으로 고품질 철강을 대규모로 수출하는 국가라는 점이 이러한 노출도를 높이고 있다.

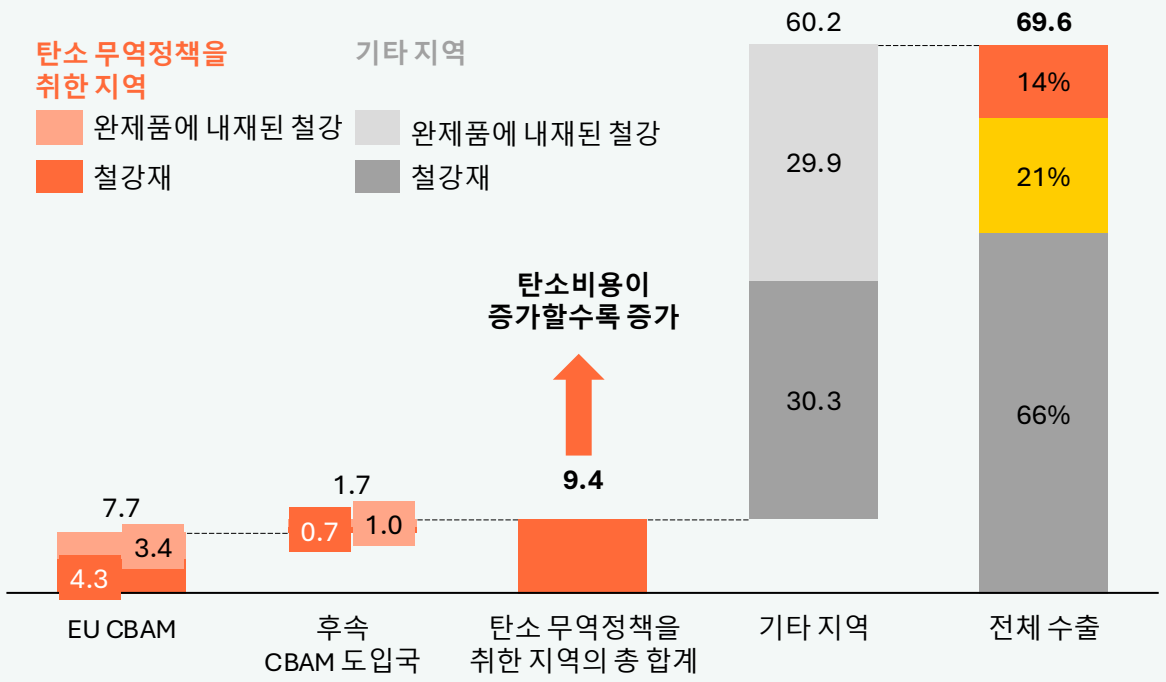
무역정책의 수단도 단순한 관세에서 시장 접근 자체에 조건을 부과하는 구조적 장벽으로 이동하고 있다. 미국은 2025년 무역확장법 232조(Section 232) 관세를 25%에서 50%로 인상해 수입 물량을 직접적으로 압박했다. 반면 EU는 다른 방식으로 시장 접근 조건을 강화하고 있다. 탄소국경조정제도(CBAM)는 제품의 내재배출량을 시장 접근 비용과 연계함으로써, 탄소집약도가 높은 수출업체에 관세 예외만으로는 상쇄하기 어려운 지속적인 비용 부담을 부과한다. 인도·베트남·인도네시아·이집트 역시 수입대체를 목표로 국내 철강 생산능력을 확대하고 있다. 이는 시장 접근 리스크의 성격이 근본적으로 달라지고 있음을 보여준다. 이제 문제는 단순히 수출비용이 높아지는 것이 아니라, 시장에 진입하기 위해 충족해야 할 조건 자체가 강화되고 있다는 점이다.*

1. 조건부 무역보호조치(우회방지, 반덤핑, 상계관세, 세이프가드). 2026년에 철회된 조치는 단 1건. 출처: Global Trade Alert 2026

CBAM 등 탄소 연계 무역정책의 영향이 한국 철강 수출 전반으로 확대되고 있다

CBAM과 같은 유사한 조치가 1차 철강과 제조제품으로 확대되면, 영향을 받는 수출 규모는 약 90억 달러까지 늘어날 수 있다

2024년 철강재 및 완제품에 내재된 철강의 수출액 및 국가별, 십억 달러



한국의 EU CBAM 노출은 이미 현실화되고 있으며, 특히 한국이 경쟁력을 구축해 온 고부가가치 수출 강종에 집중돼 있다. 현재 약 40억 달러, 즉 1차 철강 수출액의 약 15%가 이미 CBAM 적용 대상에 포함된다. 이 가운데 상당 부분을 판재류가 차지하는데, 이는 한국 철강 산업의 경쟁우위가 집중된 제품군과 정확히 맞닿아 있다. 2034년까지 무상할당이 단계적으로 축소됨에 따라, 탄소가격 수준에 대한 가정과 관계없이 이러한 노출에 따른 비용 부담은 계속 커질 전망이다.

CBAM의 적용 범위는 1차 철강을 넘어 제조제품에 내재된 철강으로 확대되고 있다. 2028년부터 EU는 자동차·기계·전기기기에 포함된 철강까지 적용 범위를 넓힐 예정이다. 이에 따라 CBAM에 노출되는 한국산 철강의 수출 규모는 약 77억 달러로 늘어나 현재 1차 철강 기준의 거의 두 배에 이를 수 있다. 새롭게 추가되는 노출 가운데 자동차 부문만 3분의 1 이상을 차지한다.

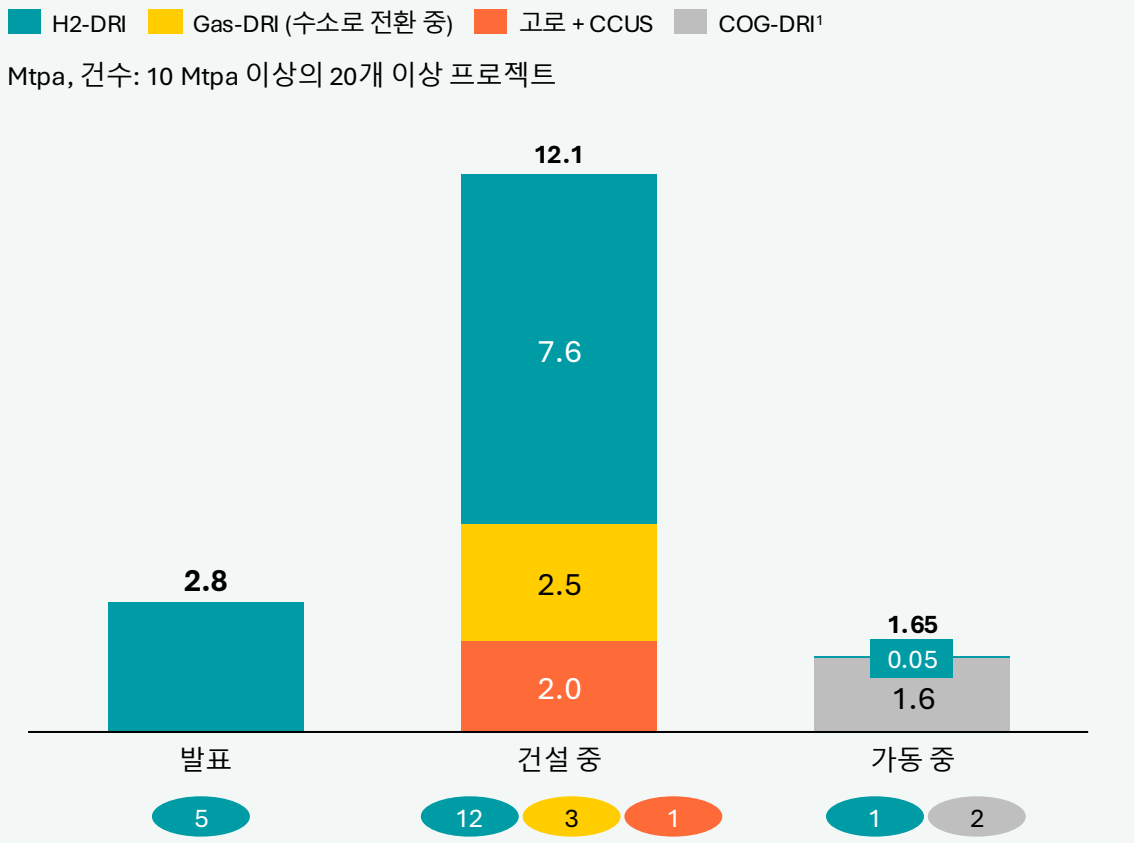
다른 주요 시장도 같은 방향으로 움직이고 있다. 영국과 호주 역시 설계 측면에서 EU CBAM과 대체로 유사한 탄소국경조치를 각기 다른 단계에서 추진하고 있다. 두 시장을 합치면 현재 탄소가격 적용 대상이 아닌 한국산 철강 수출 약 7억 달러가 추가로 이러한 제도의 영향을 받을 수 있다.

이러한 변화가 누적되면서 2030년대로 갈수록 탄소 기준이 적용되는 한국 수출의 비중은 빠르게 확대될 전망이다. 현재는 EU 시장에서 준수해야 하는 특정 규제로 보이지만, 앞으로는 한국의 주요 수출관계를 규정하는 구조적 조건으로 자리 잡을 가능성이 크다. 신뢰할 만한 저탄소 생산 기반을 갖추지 못한 철강사는 단순한 비용 부담을 넘어 시장 접근 자체에 제약을 받을 수 있다. 규제가 본격적으로 강화되기 전에 저탄소 생산능력을 확보할 수 있는 시간은 점점 줄어들고 있다.

출처: CBAM 적용 대상 철강 수출 HS6 코드 (72/73류) 및 다운스트림 CBAM 확대 시 적용이 제안된 약 130개 추가 HS 코드에 대한 MPP 자체 분석. 무역 데이터는 2024년 기준, BACI 출처.

중국은 탄소 연계 무역정책이라는 흐름을 기회로 포착해, 1,000만 톤 그린수소 DRI를 생산하며 저탄소 철강 생산에서 가장 앞서 나가고 있다

중국에서 20개 이상의 저탄소 철강 프로젝트가 진행 중이다



중국은 기존 제철설비를 단순히 개조하는 것이 아니라, 철강 생산 기반 자체를 새롭게 구축하고 있다. 20개가 넘는 프로젝트에서 연산 1,000만 톤 이상의 H_2-HBI 생산능력이 건설되고 있으며, 이는 세계적으로 가장 큰 규모의 BF-BOF에서 DRI-EAF로의 전환이다. 투자 결정과 자본 투입 속도 역시 다른 어느 지역보다 빠르다. 전환의 규모와 속도를 함께 고려하면, 이는 기존 체계의 점진적 개선이 아니라 철강 생산구조 자체의 변화에 가깝다.

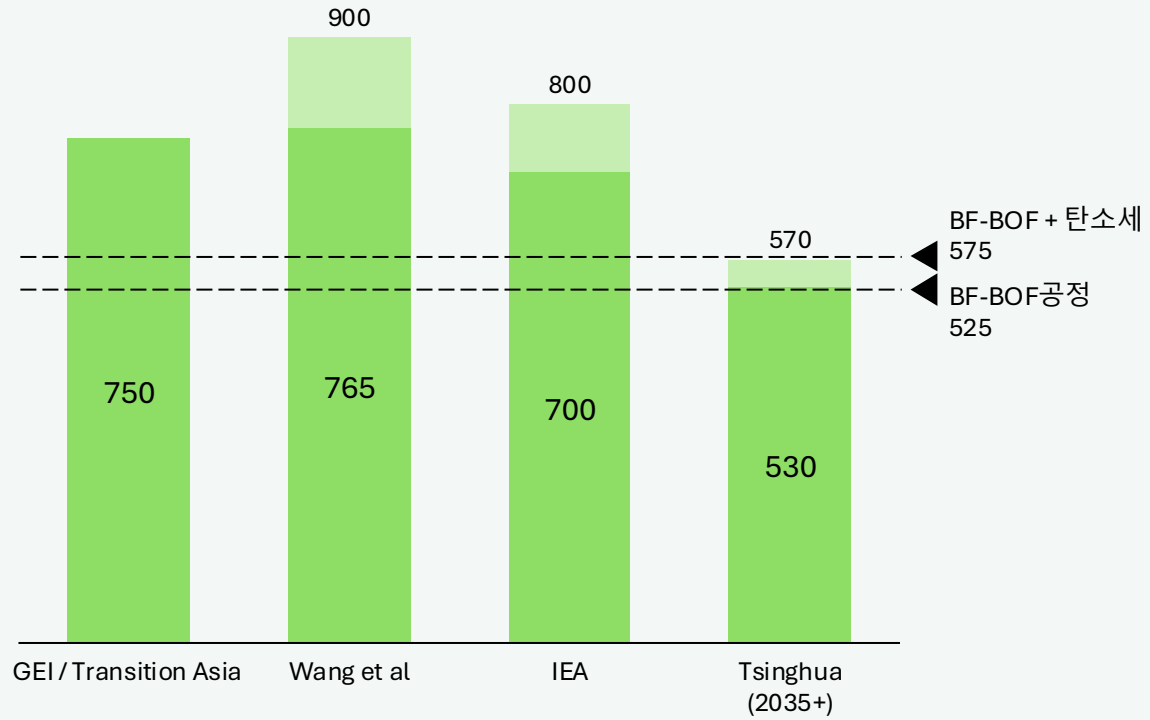
신규 생산능력은 주로 유럽을 중심으로 한 수출시장을 겨냥하고 있다. 중국의 화석연료 기반 조강 생산능력은 공업정보화부(MIIT)의 생산능력 치환정책과 2030년 탄소배출 정점 목표에 따라 제한되고 있으며, 국내 철강 수요도 이미 정점을 지난 상황이다. 이에 따라 새로 확보되는 저탄소 철강 물량은 해외시장으로 향하고 있다. HBIS 장자커우와 바오우 잔장은 CBAM이 강화되는 상황에서 1차 협력업체를 통해 BMW, Mercedes-Benz, Volkswagen 등에 공급할 수 있는 기반을 이미 마련하고 있다. 중국은 저탄소 철강이 기존 철강과 비용이 같아질 때까지 기다리는 것이 아니라, 비용 격차가 남아 있는 단계부터 고부가가치 시장의 점유율 확보에 나서고 있다.

중국의 정책은 비용 동등성이 자연스럽게 형성되기를 기다리는 것이 아니라, 정책적으로 그 격차를 줄이도록 설계돼 있다. 수소 시범사업은 4년간 도시 클러스터당 최대 16억 위안을 지원하며, 여기에 철강산업을 대상으로 한 별도의 생산 인센티브가 추가된다. 제15차 5개년 계획은 생산능력 관리와 탈탄소 목표를 직접 연계함으로써, 철강 전환을 기업의 자발적 선택이 아니라 국가 계획체계 안에 포함하고 있다. 2026년 수소 전략은 현재 kg당 35~50위안 수준인 최종 수요자 가격을 2030년까지 25위안 미만으로 낮추는 것을 목표로 한다. 이 경로가 현실화될 경우, 중국의 저탄소 철강은 2030년대에 들어서기 전 BF-BOF와의 비용 격차를 상당 부분 해소할 수 있다.

1. 코크스로 가스(Coke Oven Gas). 출처: CISRI 인터뷰, MPP Global Project Tracker 2025년 10월

중국의 대규모 투자는 저탄소 철강의 비용 구조를 빠르게 바꾸고 대규모 수요를 촉진할 수 있다

중국의 저탄소 철강은 오늘날 여전히 비싸지만, 일부 전망에서는 2035년 이후 기존 철강과의 비용 격차가 거의 해소될 것으로 본다



오늘날 저탄소 철강은 기존 생산방식보다 상당히 높은 비용을 부담한다. 분석에 따르면 H_2-HBI의 생산비는 톤당 750~900달러로, 약 520달러 수준인 BF-BOF보다 50~70% 높다. 현재의 수소 가격과 높은 설비투자비를 고려하면 정책 지원, 장기 오프테이크 계약 또는 탄소가격제 없이는 경제성을 확보하기 어렵다.

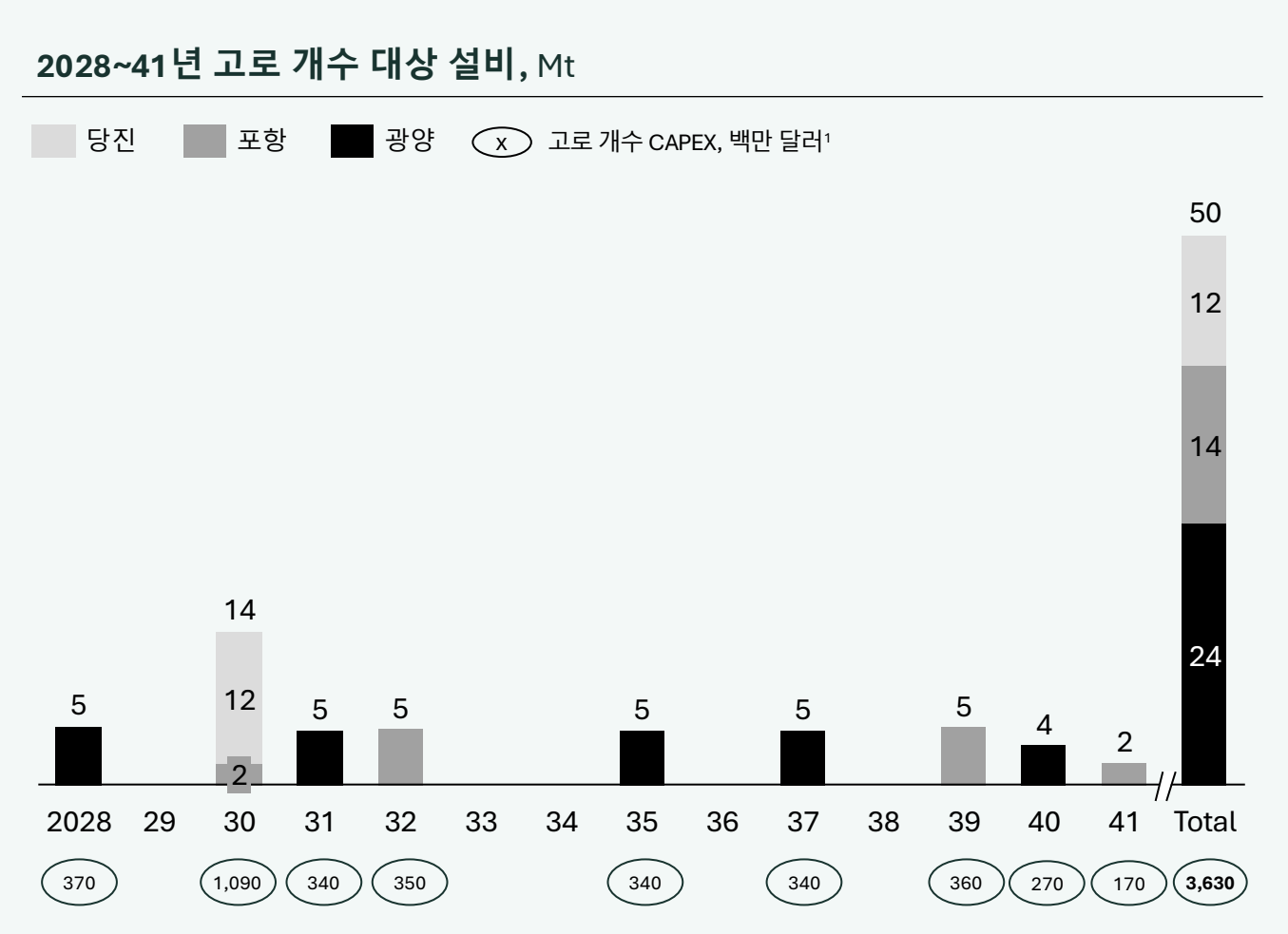
그럼에도 중국은 이러한 비용 프리미엄을 감수하며 생산능력을 확대하고 있으며, 그 과정에서 설비보다 더 중요한 운영 경험과 기술 역량을 축적하고 있다. 각각의 프로젝트는 비용 절감과 운영 학습, 첨단 기술 개발을 위한 실증의 장이 된다. H_2-HBI-EAF를 상업 규모로 직접 운영하는 철강사는 공정 제어와 유연한 설비 운영을 최적화하는 지식과 경험을 축적하며, 이러한 역량은 프로젝트가 늘어날수록 지속적으로 누적된다.

최근 연구는 수소 가격 하락만을 기다리지 않고, 공정 운영의 유연성을 높여 비용을 낮출 수 있는 현실적인 경로를 제시한다. 칭화대 연구에 따르면 H_2-HBI-EAF 시스템은 배터리와 수소저장설비로 재생에너지의 변동성을 보완하는 대신, 전해조·직접환원·제강 공정을 재생에너지 공급 여건에 맞춰 통합적으로 운영할 수 있다. 이를 통해 CAPEX는 24억~31억 달러에서 20억~24억 달러로 줄고, 철강 균등화생산비용(LCOS)은 6~10% 낮아질 수 있다. 이 경우 중국의 H_2-HBI는 2035년경 BF-BOF와 비용 경쟁이 가능한 수준까지 근접할 수 있다. 잠재 수요도 이미 형성되고 있다. 조사 대상 기업의 약 50%는 탄소배출량이 25% 낮은 철강에 프리미엄을 지불할 의향이 있다고 답했으며, 약 80%는 2035년까지 저탄소 철강이 업계의 표준으로 자리 잡을 것으로 예상했다.

한국이 경계해야 할 것은 중국의 수출 물량 자체보다, 중국이 선점할 수 있는 원가 경쟁력과 기술 역량이다. 상업 규모의 설비를 실제로 운영하면서 축적하는 학습효과는 저탄소 철강시장이 본격적으로 확대되는 시점에 누가 글로벌 비용 기준을 선도할지를 좌우한다. 한국이 이러한 학습격차를 따라잡고 경쟁력을 유지할 수 있는 시간은 단순히 몇 년이 남았는지의 문제가 아니라, 앞으로 예정된 고로 개수 시점마다 어떤 투자 결정을 내리느냐에 달려 있다.

출처: Tsinghua He et al. (2026) Unlocking Multi-Stage Flexibility Enables Cost-Competitive Hydrogen-Based Steelmaking in China, Energy & Env. Science (S5: Electrolyzer standby + flexible DRI + batch EAF), GEI / Transition Asia, Wang et al, IEA, 언론 검색, Climate Group / Ramboll

한국은 기존 고로 개수에 35억 달러를 투자할 중대한 시점에 있으며, 지금의 결정이 향후 수십 년 간 탄소 배출과 비용 구조를 좌우한다



다음으로 중요한 고로 개수 결정은 2028년경으로 예상되는 광양 1고로와 당진 1·2고로다. 세계 최대 규모인 연산 500만 톤의 광양 1고로는 2013년에 마지막으로 개수됐으며, 당진 1·2고로는 각각 연산 400만 톤 규모다. 고로를 개수하면 이후 15~20년간 적용 기술과 탄소배출 수준이 사실상 고정된다. 2040년까지 추가로 약 35억 달러 규모의 고로 개수 투자가 예정돼 있다.

다만 개수 시점이 집중돼 있다고 해서 모든 고로가 당장 수명 때문에 교체돼야 하는 것은 아니다. 고로의 설계수명은 약 60년에 이르며, 한국 고로 설비의 현재 사용연수는 약 15~50년으로 폭이 크다. 따라서 상당수 설비는 아직 물리적인 수명 종료 시점에 도달하지 않았다.

한국에는 세 가지 선택지가 있다.

1. **석탄 기반 생산설비를 그대로 개수** — 포스코가 2024년 연산 450만 톤 규모의 광양 2고로에 적용한 방식
2. **고로 개수를 연기하거나 설비를 폐쇄해 생산량을 축소**
3. **DRI-EAF로 전환** — 단기적으로 Gas-DRI를 활용하고, 2030년대에는 유동환원로(하이렉스)로의 전환이 가능하도록 설비 기반을 구축

DRI-EAF로의 전환은 한국이 저탄소 철강 수출시장에서 경쟁력을 유지하기 위한 핵심 경로다. 기존 석탄 기반 설비를 다시 개수하면 향후 15~20년간 고탄소 생산이 고착돼 CBAM과 Scope 3 감축 요구에 대한 노출이 커진다. 반대로 생산량을 줄이면 중국이 확대하고 있는 H_2-HBI에 고부가가치 시장을 내줄 수 있다. 따라서 DRI-EAF 전환은 전략적으로 필요한 투자지만, 이를 뒷받침할 안정적인 에너지와 수소 인프라가 전제돼야 한다. 포스코의 유동환원로(하이렉스) 상용화가 가장 빨라도 2037년경으로 예상되는 만큼, 단기적으로는 저탄소 프로젝트가 최종투자결정(FID)으로 이어질 수 있도록 관련 인프라를 선제적으로 구축해야 한다. 아르셀로미탈이 2025년 6월 브레멘과 아이젠휘텐슈타트의 DRI-EAF 프로젝트를 취소한 사례는 정책·에너지·수요 기반이 부족할 경우 투자가 실제 프로젝트로 이어지기 어렵다는 점을 보여준다.

1. 500만 톤 초과 대형 고로는 개수당 3억 4,000만~3억 7,000만 달러, 중형은 2억 7,000만~3억 달러. 직전 개수 이후 15년 가동을 가정. 출처: MPP 자체 분석, 사단법인 넥스트 데이터베이스

한국 철강 산업의 다음 설비투자 주기는 탄소 연계 무역 정책과 중국의 원가 경쟁력에 어떻게 대응하는가에 달려 있다

세 가지 압력이 같은 투자 결정 시점에 맞물리고 있다: 탄소 연계 무역 정책의 강화, 중국과의 경쟁, 그리고 고로 개수 시기. 향후 5년의 투자 결정은 앞으로 20~25년간 한국 철강 산업의 경쟁력을 좌우하므로, 불확실성이 모두 해소될 때까지 이러한 결정을 미룰 수 없다.

CBAM 도입은 전환의 최저 기준이지 목표의 상한이 아니다. 탄소 기준이 적용되는 수요의 규모만큼은 생산 방식 전환이 불가피하며, 전략적 선호와 무관하게 일부 고로 개수는 신규 저탄소 설비 투자로 대체해야 한다. CBAM 물량만 맞추려고 하면 생산단가를 낮추고 장기 역량을 축적하는 경쟁사에 뒤처질 수 있다.

중국은 생산 역량뿐 아니라 운용 경험까지 축적하고 있다. H2-DRI-EAF, 유연성 최적화 및 공정 제어 역량은 생산량이 늘어날수록 강화된다. 한국이 기술 격차를 좁히고 선도 지위를 유지할 수 있는 시간은 고로 개수 주기에 의해 결정된다. 저탄소 철강 생산단가가 고로의 단가와 비슷해지는 것이 확실해지기까지 투자를 미룰수록 해마다 격차를 좁히기 어려워진다.

추세	의미	경쟁력에 대한 함의
탄소 연계 시장의 확대: 연간 노출 규모 최대 80억~100억 달러	오늘날 한국 철강 수출의 약 12%가 EU27향이다. 아직 지배적인 수준은 아니지만 무시할 수준도 아니며, 더 많은 시장이 CBAM과 유사한 조치를 채택하면서 커지고 있다. 더 중요한 것은 방향이다. 기후 연계 무역정책은 확대되고 있고, 시간이 갈수록 한국이 수출하는 철강이 더 많이 탄소 비용을 부담하게 된다.	고로 철강은 더 높은 탄소 비용을 지불해야 하므로 수출 시장에서 저탄소 생산 방식에 비해 불리해진다. 저탄소 경로에 투자하지 않는 생산자는 CBAM이 더 확산되기 전에도 탄소 연계 시장에서 점유율을 잃을 위험이 있다.
중국과의 경쟁: 최소 연산 1,000만톤의 H2-DRI-EAF 설비	중국은 H2-DRI-EAF의 대규모 개발, 운영 및 상용화 과정을 선도하고 있다. 연산 1,000만톤 이상의 H2 DRI 설비를 건설하면서 중국 생산자들은 운영 경험을 축적하고 생산단가를 낮추며, 새로운 생산 경로에서 고급 철강을 만들어낼 수 있음을 입증하고 있다.	중국의 목표는 범용 철강 시장에 국한되지 않는다. H2-DRI-EAF가 성숙하면서 중국 생산자들은 낮은 탄소 함량과 제품 품질이 모두 중요한 저탄소 철강 부문에서 한국의 포지션을 위협할 수 있다. 생산단가 이외에도 생산 역량 및 운영 경험에서도 경쟁 위협이 존재한다.
자본 투자 사이클: 향후 5~6년 간 약 2,000만 톤 규모의 고로 개수 결정	향후 5년간 약 2,000만 톤의 한국 고로 설비가 개수 시기를 맞으며, 이는 철강의 총 생산에서 높은 비중을 차지한다. 개수를 단행한다는 것은 15년짜리 투자 결정이다. 지금 선택하는 기술과 배출량은 2030년대 후반 이후까지 고착된다.	개수 일정이 결정적 제약이다. 향후 5년간의 결정이 2030년대 후반까지 한국의 제철방식을 결정한다. 저탄소 생산 방식을 자본 투자 사이클에 편입시킬 기회는 지금뿐이며, 한 세대 동안 다시 찾아오지 않는다.

출처: MPP Global Project Tracker 2025년 10월

CBAM 시장 대응을 위한 신규 생산 방식 도입은 불가피하며, 한국 철강사들도 이미 선제적 투자를 시작했다

포스코와 현대제철은 여러 기술에 초기 투자를 추진하고 있다. 포스코는 2026년 광양에서 연간 250만 톤 규모의 고로-전기로 복합공정(BF-EAF)를 가동할 예정이며, 포항에서는 하이렉스 실증설비를 건설해 2037년 상용화를 목표로 하고 있다. 현대제철은 포스코와 공동 추진하는 루이지애나 NG-DRI-EAF 프로젝트의 지분 50%를 보유하며 2029년 첫 생산을 목표로 한다. 포스코는 호주 포트 헤들랜드(Port Hedland)에서도 연간 200만 톤 규모의 하이브리드 DRI 프로젝트를 개발 중이다.

단기 프로젝트는 광양 및 루이지애나에 집중되어 있지만, 2030년대 중반으로 이어지는 후속 계획은 아직 불확실하다. 하이렉스가 2035년 이전에 상업 규모에 도달하지 못할 가능성이 있고 추가 최종투자결정도 임박하지 않았다. 현재 확보된 저탄소 생산능력과 다음 투자 결정 시기 사이에 공백이 존재한다.

한국 철강사의 투자는 이미 시작됐지만 일부 프로젝트에 집중돼 있으며, 앞으로의 고로 개수 일정에 대응하려면 더 폭넓고 신속한 투자가 필요하다. K-GX 전략과 K-스틸법은 전환을 가속할 제도적 기반을 제공하지만, 금융조달이 가능한 경제성, 확정적 수요 및 적절한 금융 구조가 마련되지 않는 한 제도만으로 민간 자본을 움직이기는 어렵다. 정책적 기반과 실제 투자 파이프라인 사이의 격차를 줄이는 것이 향후 10년의 핵심 과제다.

기술군	작동 원리	주요 한계	한국 철강사의 투자 현황
BF-BOF-CCS	고로에서 나오는 가스에서 CO_2를 포집해 지하에 저장한다. 기존 제선 공정 내 변화는 없다	전 세계적으로 입증된 상용화된 레퍼런스 플랜트가 없다. 한국의 지질 조건 상 탄소 저장에 한계가 있다	확정된 상업 투자 없음
Scrap EAF	전기로에서 재활용 철스크랩을 녹이는 방식으로 제선 공정을 진행한다. 배출량은 전력망의 탄소집약도를 따른다	국내 철스크랩 공급이 규모 차원에서 고급강을 대체하기 부족하다. 그리고 철스크랩 내 불순물로 인해 고급강을 생산하기 어려운 공정이다	현대제철 및 유수의 국내 철강사: 이미 Scrap EAF를 상용화하여 운영 중
DRI 기반 경로: Gas-DRI/ HBI* Hybrid-DRI/HBI H_2-DRI/HBI	샤프트로에서 수소가 풍부한 가스로 철광석을 환원한다. 배합은 천연가스부터 그린수소까지 다양하다	고로용 분광이 아닌 DR 펠릿 광석을 필요로 하며, 전 세계적으로 매장량이 제한적이다	현대제철, 포스코 : 루이지애나 250만톤 규모 NG-DRI-EAF 플랜트 건설 중 포스코 : 호주 포트헤들랜드 200만톤 규모 HBI 프로젝트 개발 중
유동환원로 (하이렉스) *포스코 독자 기술*	분광을 직접 사용하는 유동층 수소환원 방식으로, 저품위 분광철을 사용할 수 있도록 설계되었다	상용화된 레퍼런스 플랜트가 없다. 대규모 그린 수소가 필요하다	포스코 실증 플랜트가 포항에 건설 중이며 2028년 완공 예정이다. 상용화 규모는 2037년 이전에는 기대하기 어렵다

출처: 언론 검색, MPP Global Project Tracker 2025년 10월, 현대제철, 포스코 웹사이트 . * DRI는 직접환원철(Direct Reduced Iron)을 의미한다. 수입용 제품은 운송 안정성이 높은 HBI(Hot Briquetted Iron) 형태로 공급될 가능성이 높다.

투자 우선순위는 CORE 관점에서 판단해야 한다: 경쟁력 (Competitiveness), 기회(Opportunities), 공급망 회복력(Resilience), 고용(Employment)

CORE(Competitiveness, Opportunities, Resilience, Employment) 기준에 따라 저탄소 기술 경로의 우선순위를 판단할 수 있다. 경쟁력은 탄소 비용을 온전히 반영했을 때 어떤 경로가 가장 낮은 생산단가를 유지하는지를 평가한다. 기회는 철강사뿐 아니라 가치사슬 전반에서 국내 기업이 확보할 수 있는 사업적 가치를 의미한다. 공급망 회복력은 에너지 수입 의존도와 원자재 가격 변동에 대한 노출 정도를 살펴본다. 고용은 각 경로가 유지하는 철강 산업의 직접고용뿐 아니라, 설비투자를 통해 새롭게 창출되는 국내 장비·제조업 일자리까지 포괄한다.

네 가지 기준을 함께 보면 어느 한 생산 방식도 모든 상충관계를 해결할 수는 없다는 점이 드러난다. 따라서 최적의 CORE 조합은 정부와 각 철강사가 전환 과정에서 무엇을 우선하느냐에 따라 달라질 수 있다. 또한 양측의 전략적 우선순위가 반드시 일치하지 않을 수 있다.

	지표	설명	중요성
C 경쟁력	**균등화 철강 생산단가 (LCOS, 2030년)** $ / t steel	CAPEX, 연원료를 포함한 톤당 총 생산단가.	탄소비용 반영 전 최저비용
	EU 수출단가 (2035년) $ / t steel	2035년 CBAM 완전 적용 시, EU 수출 톤당 LCOS에 탄소비용을 더한 비용	탄소비용 반영 후 유럽 시장에서의 최저비용
O 기회	**플랜트당 연간 매출 (2030년)** $m / yr	250만톤 급 저탄소 철강 플랜트 1기에서 발생하는 매출 (업스트림 기술, 미드스트림 설비, 다운스트림 산업 내 저탄소 철강 매출 포함)	2030년 한국 기업이 확보할 수 있는 최대 상업적 가치
	기술 수출 기회 $m / CAPEX	한국 기업이 공급할 수 있고 다른 시장에 수출 가능한 플랜트 가치의 비중.	최대 수출 가능 기술 기회
R 공급망 회복력	**톤당 수입 에너지** GJ / t steel	철강 1톤 생산에 필요한 총 에너지 수입.	한국의 에너지 수입 의존도 완화
	에너지 가격 충격에 따른 LCOS 상승폭 $ / t steel	원료·에너지 가격이 90백분위 수준으로 불리하게 급등할 때의 LCOS 증가분	원자재 가격 급등 시 공급망 회복력 극대화
E 고용	**플랜트당 운영 인력** 근로자 수 / 2.5 Mt plant	250만 톤급 플랜트에 직접 고용된 제강 및 제선 인력	풀랜트 현장 가장 큰 규모의 직접 고용
	국내 설비로 인한 일자리 파급효과 근로자 수 / 2.5 Mt plant	플랜트 1기 설비투자가 유발하는 국내 설비 제조업 파급 일자리 (전력 및 송배전망, 수소, ESS, 제선, CCS 포함)	국내 설비 제조업의 고용 효과 증진

저탄소 전환의 기회 요인

저탄소 전환이 가져올 산업 밸류체인별 경제적 가치와 기술 수출 규모

| 제철소의 작업 모습

철강 탈탄소로 인해 한국 산업은 서로 다른 세 영역에서 가치를 창출하게 되며, 각 영역 별로 가치 창출 동인과 수혜 산업에서 차이가 있다

	업스트림: 기술 수출	**미드스트림:** 그린 프리미엄	**다운스트림: 저탄소 시장 접근**
개요	전 세계 저탄소 철강 플랜트 프로젝트의 설비, 부품, EPC 서비스 공급 (플랜트가 어느 국가에 건설되는지는 중요하지 않음)	그린 프리미엄이 적용되는 시장에서는 탄소 배출이 적은 한국산 철강이 가격 경쟁력을 확보할 수 있다. 그 가치는 고탄소 철강에 부과되는 CBAM 비용을 줄이는 데서 발생한다.	내재 탄소 기준이 강화되면서 저탄소 요건을 충족한 제품은 규제가 적용되는 다운스트림 시장에 보다 유리하게 진입할 수 있다. 적용 대상은 철강 자체뿐 아니라 철강을 사용한 완제품까지 확대된다.
가치 창출 동인	• 플랜트 설비 투자 (CAPEX) 중 한국 기업이 공급 가능한 부문: 전해조, 전기용융로, 유동환원로, ESS, EPC • 글로벌 DRI 신규 설비 증설 규모 및 우선 기술 공급자로서 한국의 입지 • 생산경로에 따라 한국 기업이 보유한 지식재산권(IP)의 비중이 크게 달라진다	• EU ETS 탄소가격과 CBAM 적용 범위가 확대되면서 그린프리미엄 확보 • CBAM 적용 시장 (EU, 향후 호주 및 영국 포함 예상)으로의 수출 물량	• 산업가속화법(IAA)[1] 및 EU산 저탄소 철강 사용에 혜택을 부여하는 자동차 CO_2 배출성능기준[2]과 같은 제도는 검증된 저탄소 요건을 충족한 FTA 파트너에 우대적 시장 접근 기회를 제공할 수 있다 • 한국은 기존 시장 입지와 저탄소 경쟁력을 활용해 우대시장에서 점유율을 확대할 수 있다
수혜 산업	장비 OEM, EPC, 기술 공급업체 등 Ex) 포스코E&C, 삼성엔지니어링, LS Electric, 효성중공업	기존 수출물량에 그린 프리미엄 및 탄소비용 절감 효과를 확보하는 한국 철강사 예: 포스코, 현대제철	한국의 다운스트림 제조업체 및 철강 공급업체 예: 현대자동차, 기아, HD현대중공업, 현대건설

저탄소 전환의 경제적 가치는 서로 다른 세 영역에서 창출되며, 각 영역의 작동 원리도 다르다. 기술 수출은 저탄소 철강 플랜트의 설비투자비 (CAPEX) 가운데 한국 기업이 확보할 수 있는 부분에서 가치를 창출한다. 그린 프리미엄은 BF-BOF 대비 낮은 탄소배출을 통해 회피할 수 있는 탄소비용의 격차에서 발생한다. 시장 접근의 가치는 내재탄소 기준이 강화될수록 무역정책을 활용해 다운스트림 제조제품의 수출을 확대할 수 있는 기회에서 나온다.

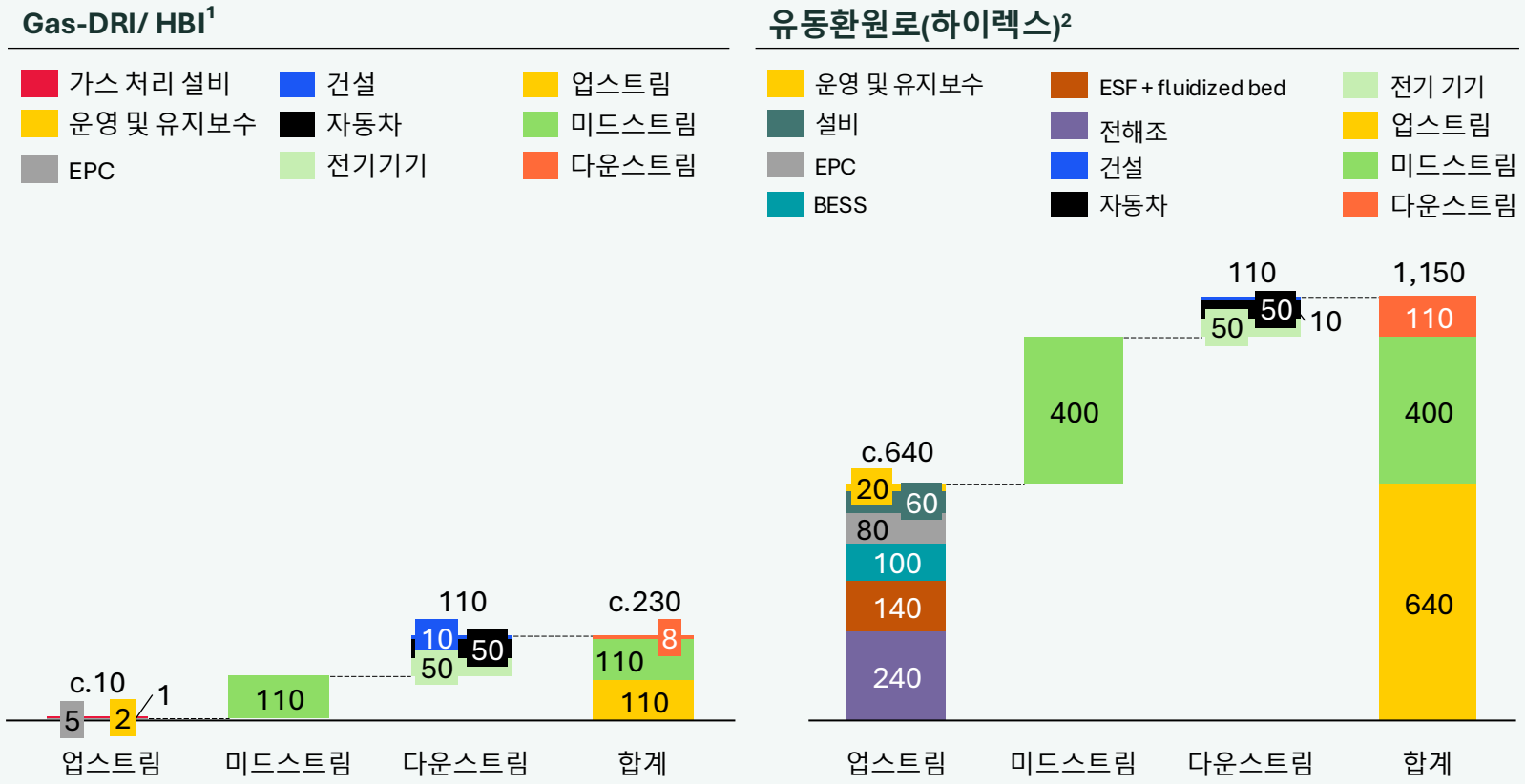
생산 방식에 따라 세 영역에서 얻을 수 있는 수익 구조가 각기 다르다. 어떤 기술을 택하느냐는 플랜트 설비에서 한국이 가져가는 지적재산권 비중을 좌우할 뿐 아니라, 배출집약도를 BF-BOF공정보다 얼마나 낮출 수 있는지, 그리고 그 저탄소 실적이 갈수록 까다로워지는 수입 요건을 충족하는지도 함께 결정한다.

철강사는 전환에 따른 자본 투자 위험을 떠안지만, 그로 인해 창출되는 가치를 모두 가져가지는 못한다. 기술 수출의 이익은 설비 OEM과 EPC 업체로 흘러가고, 시장 접근의 이익은 다운스트림 제조사에 귀속된다. 개수에 투자하는 주체와 그 이익을 가져가는 주체가 서로 다르다는 것, 이 불일치가 바로 이 장에서 다루는 정책 설계 과제다.

1. Industrial Accelerator Act; 2. Made in EU에는 EU와 FTA를 맺은 파트너가 포함된다. 출처: 언론 검색

저탄소 전환의 편익은 핵심 설비의 국산화율과 그린 프리미엄에 따라 달라진다

250만 톤 플랜트당 2030년에 창출할 수 있는 가치[3], $m



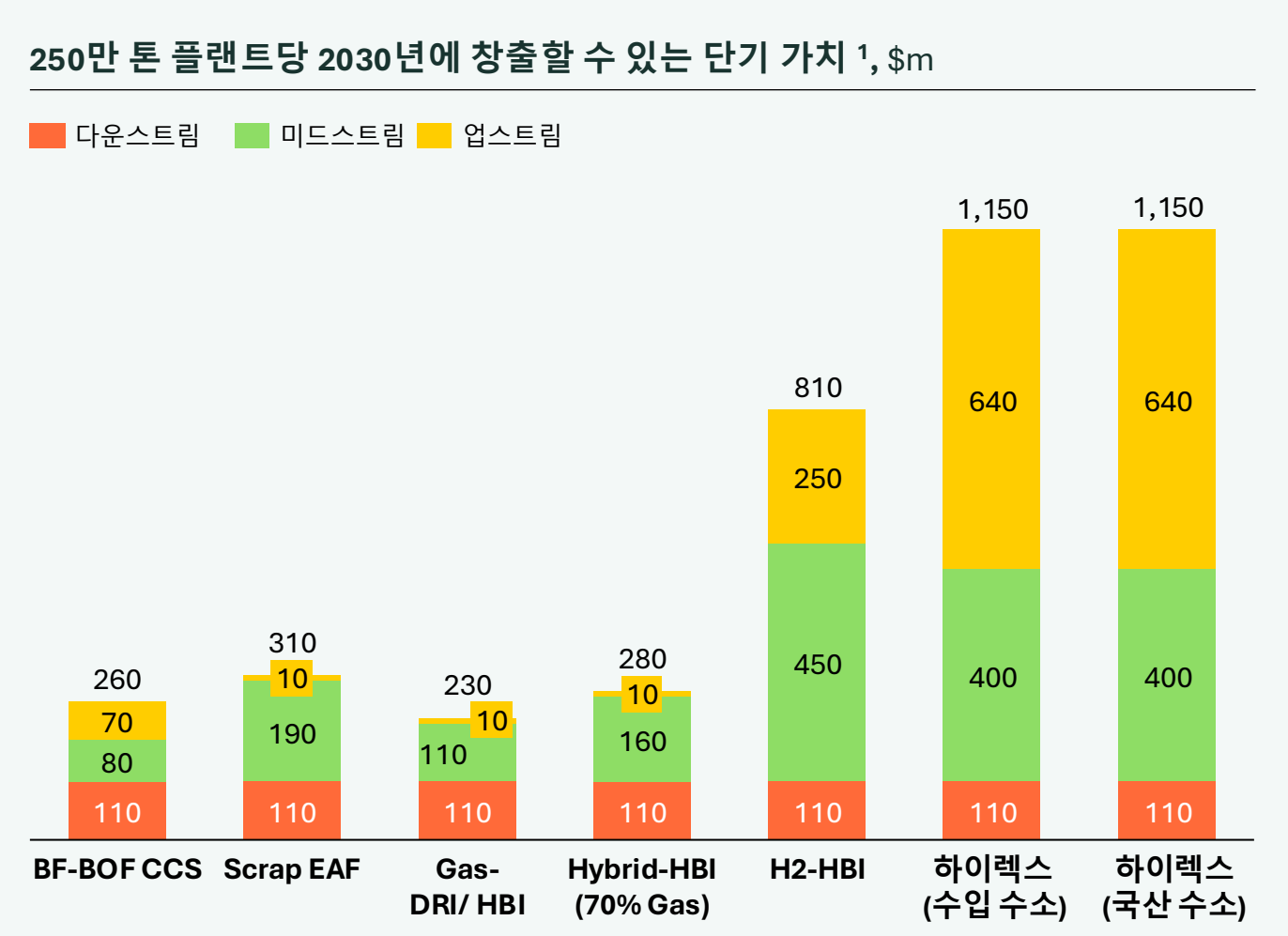
Gas-DRI와 유동환원로(하이렉스) 방식의 차이는 업스트림 기술·설비 기회과 미드스트림 탄소 비용 절감에서 나타난다. 반면 다운스트림 시장 접근성은 생산 방식과 무관하게 동일하다. 이 두 가지 차이가 누적되면서 플랜트 한 곳이 창출할 수 있는 전체 기회 규모에는 약 네 배의 격차가 발생한다.

업스트림 부문의 격차는 기술과 장비 소유권에서 비롯된다. Gas-DRI/ HBI는 주요 설비를 해외 기술에 의존하기 때문에, 한국 기업이 참여할 수 있는 영역은 주로 EPC와 운영·유지보수에 한정된다. 반면 유동환원로(하이렉스)는 전해조, 전기용융로, 유동환원로, 배터리 에너지저장장치(BESS) 등 한국 기업이 보유한 공정기술과 장비를 활용하므로, 업스트림 설비투자비의 상당 부분이 국내 산업으로 이어질 수 있다.

미드스트림 부문의 격차는 배출집약도에서 발생한다. 2026~2034년 EU 무상할당이 단계적으로 축소되면서, 탄소집약도가 낮은 유동환원로(하이렉스)는 한국산 철강 수출에 부과될 CBAM 비용을 더 크게 줄일 수 있다. 규제가 강화될수록 이러한 비용 절감 효과는 해마다 확대된다.

1. 톤당 CAPEX 약 440달러, DRI 대비 EAF에서 EPC 확보 43%, 가스 취급 CAPEX의 1%, EPC 4%, 1 tCO2/톤. 2. 호주산 수입 수소환원철, 톤당 CAPEX 약 2,700달러, 설비 (전력 및 계통 인터페이스, 수소 처리) CAPEX의 9%, 전기용융로 + 유동층 20%, EPC 10~13%, 전해조 34%, 4시간 계통급 ESS 약 1,700달러/kW, ESS 비용 톤당 4달러/MWh, 0.3 tCO2/톤. 3. O&M은 CAPEX의 2~4%, HRC CBAM 벤치마크 1.4 tCO2/t, 2030년 CBAM 적용률 51.5%, BF-BOF 공정 1.98 tCO2/톤, 2030년 tCO2당 145유로, 2040년 tCO2당 180유로. 업스트림은 재금융을 가정한 10년 회수기간으로 연환산

배출량이 적은 제조 방식일수록 기업이 확보할 수 있는 경제적 가치가 커진다



탄소배출이 가장 적은 생산경로일수록 더 큰 경제적 가치를 창출한다. Gas-DRI, Scarp EAF, Hybrid DRI, CCS 경로는 상대적으로 가치가 낮은 구간에 모여 있는 반면, H2-HBI부터는 기회 규모가 크게 확대된다. 연산 250만 톤 규모 설비를 기준으로 H2-DRI 미만의 생산경로가 창출하는 기회는 2억 3천만~5억 4천만 달러 수준이다. H2-DRI 에서는 8억1,000만 달러로 증가하며, 유동환원로 (하이렉스)에서는 9억~11억 5천만 달러에 이른다.

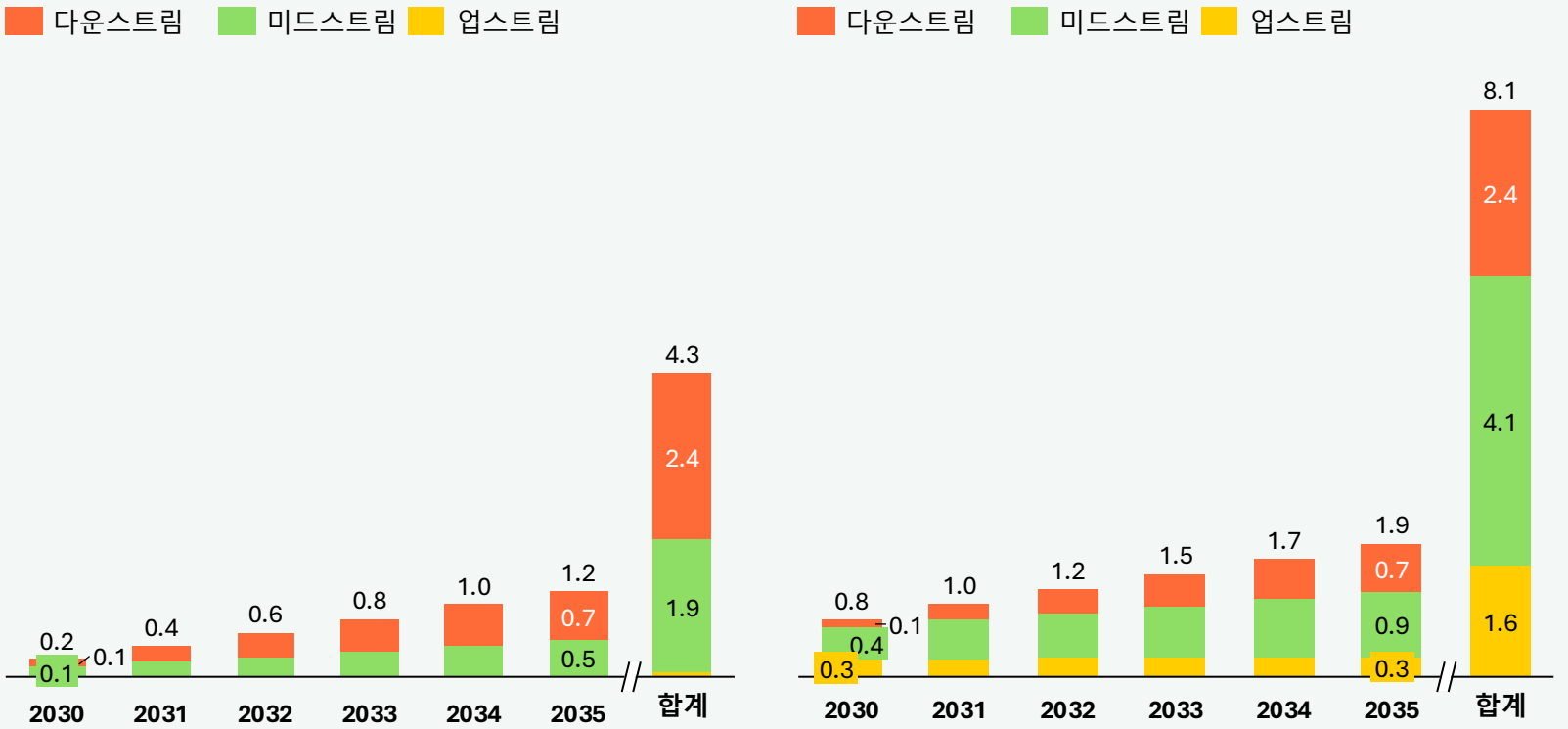
이러한 격차의 대부분은 업스트림 기술 수출에서 발생하며, 기회는 H2-DRI 및 하이렉스 경로에 집중되어 있다. 가스 기반 DRI, 스크랩 EAF, 하이브리드 DRI는 핵심 설비 기술의 상당 부분을 해외 기업이 보유하고 있어, 국내 산업이 확보할 수 있는 업스트림 가치는 8천만 달러 미만으로 미미하다. 반면 H2-HBI와 유동환원로(하이렉스)에서는 전해조, 전기용융로(ESF), 유동환원로가 핵심 설비로 부상하면서 설비 한 곳당 업스트림 가치가 2억 5천만 ~ 6억 4천만 달러에 달한다. 이 부분의 가치를 확보하기에 가장 유리한 위치에 있는 것이 바로 한국 산업이다.

하이렉스의 가치 창출 기회는 원료와 에너지 조달 방식에 크게 좌우되지 않는다. 연산 250만 톤 규모의 유동환원로(하이렉스) 설비는 수입 HBI를 활용하든, 원자력 기반 수소를 이용해 국내에서 환원철을 생산하든 약 11억5천만 달러의 기회를 창출할 수 있다. 따라서 어느 방식을 선택하더라도 한국은 업스트림 부문의 가치를 온전히 확보할 수 있다. 이는 하이렉스가 특정 공급망 선택에 의존하는 경로가 아니라, 다양한 조달 구조에서도 안정적으로 산업적 가치를 창출할 수 있는 기술경로임을 의미한다.

1. 톤당 CAPEX: BF-BOF-CCS 약 970달러/tpa, H2-HBI 약 2,000달러/tpa, Scrap EAF, Gas-DRI 및 Hybrid DRI-EAF 약 400달러/tpa, 하이렉스 약 $2.7k / tpa, 재금융을 가정한 10년 회수기간으로 연환산. HRC CBAM 벤치마크 1.4 tCO2/t, 2030년 CBAM 적용률 51.5%, BF-BOF 공정 1.98 tCO2/t, 2030년 tCO2당 145유로, 2040년 tCO2당 180유로. 배출집약도: BF-BOF-CCS 1.1 tCO2/t, Scrap EAF 0.2, NG-DRI-EAF 1.0, Hybrid DRI-EAF 0.9, H2-HBI 0.2, 하이렉스 0.3 (원전수소). 출처: MPP 자체 분석, 사단법인 넥스트 LCOS 모델 2026

2030~2035년의 기회는 그린 프리미엄과 탄소 규제 연계 시장이 주도하며, 저탄소 기술 수출로 인한 매출 기여도는 크지 않다

250만 톤 플랜트당 기술별 2030~35년 창출 가능한 가치[1], $B



단기적으로 한국 산업이 확보할 수 있는 가치는 기술 수출보다 미드스트림과 다운스트림 부문에 집중된다. 상업 규모의 유동환원로(하이렉스)가 2035년 이전에는 본격화되기 어려울 것으로 예상되는 만큼, 두 생산 경로 모두에서 업스트림 부문이 누적 기회에 기여하는 비중은 아직 크지 않다. 따라서 단기 전환의 핵심은 당장의 기술 수출이 아니라, 더 큰 시장 기회가 열릴 때 이를 선점할 수 있도록 지금부터 저탄소 철강 분야의 입지를 구축하는 데 있다.

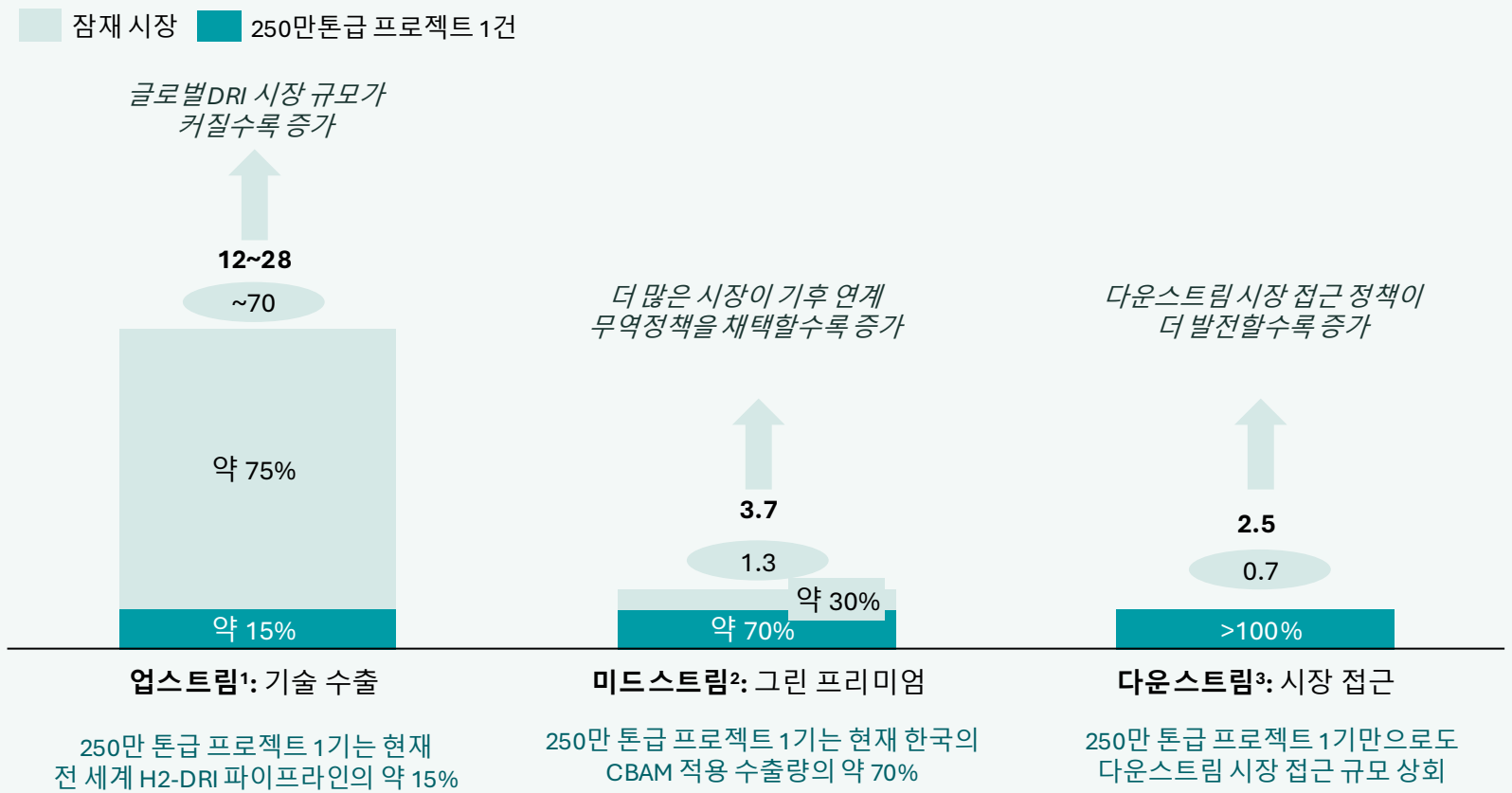
미드스트림 부문의 가치가 얼마나 빠르게 확대되는지는 CBAM 무상할당의 폐지 일정에 달려 있다. 특히 H2-DRI는 무상할당이 단계적으로 폐지되면서탄소 비용 절감 효과가 가장 큰 경로로 부상한다. 2026년부터 2034년까지 무상할당이 단계적으로 폐지되면서 톤당 회피 탄소비용도 해마다 증가한다. 이에 따라 2035년까지 누적 탄소비용 절감액은 가스 기반 DRI/ HBI에서 19억 달러, H2-HBI에서는 41억 달러에 이를 것으로 추정된다. H2-HBI의 경우, 이는 다운스트림 부문에서 창출되는 가치의 거의 두 배에 해당한다.

다운스트림 시장 역시 두 생산 경로 모두에 상당한 기회를 제공하지만, 이러한 기회가 저절로 실현되는 것은 아니다. 2035년까지 누적 24억 달러로 추정되는 다운스트림 가치를 확보하려면, 한국은 유럽과 상호 호혜적인 시장·무역 연계를 적극적으로 구축해야 한다. 즉, 저탄소 기준을 충족한 한국산 철강과 철강집약 제조품에 우대적 시장 접근을 제공하는 구조화된 무역 파트너십이 필요하다.

1. 톤당 CAPEX: H2-DRI-EAF 약 2,000달러/tpa, 전력 및 계통 인터페이스 및 수소 처리 설비가 CAPEX의 약 10%, EPC 마진이 CAPEX의 10~13%, 약 400달러/tpa ESS용 CAPEX, NG-DRI-EAF 약 400달러/tpa, 산소 취급 설비가 CAPEX의 1%, CAPEX 대비 EPC 마진 10% (그중 DRI 대비 EAF에서 약 40%), O&M은 CAPEX의 2~4%, HRC CBAM 벤치마크 1.4 tCO2/t, 2030년 CBAM 적용률 51.5%, BF-BOF 1.98 tCO2/톤, 2030년 tCO2당 145유로, 2040년 tCO2당 180유로. 배출집약도: BF-BOF-CCS 1.1 tCO2/톤, 스크랩 EAF 0.2, NG-DRI-EAF 1.0, 하이브리드DRI-EAF 0.9, H2-DRI-EAF 0.2, 하이렉스 0.3 (원전수소). 업스트림은 재금융을 가정한 10년 회수기간으로 연환산. 출처: MPP 자체 분석, 사단법인 넥스트 LCOS 모델 2026

장기적으로 가장 큰 성장 잠재력은 저탄소 철강 기술 수출에 있다. 그린 프리미엄과 시장 접근 기회는 규모의 한계가 있다

잠재 시장 규모 대비 250만 톤 유동환원로(하이렉스) 프로젝트 1건의 비중 (%)[1], Mt, $B, %



업스트림[1]: 기술 수출

250만 톤급 프로젝트 1기는 현재 전 세계 H2-DRI 파이프라인의 약 15%

미드스트림[2]: 그린 프리미엄

250만 톤급 프로젝트 1기는 현재 한국의 CBAM 적용 수출량의 약 70%

다운스트림[3]: 시장 접근

250만 톤급 프로젝트 1기만으로도 다운스트림 시장 접근 규모 상회

기술 수출은 한국의 철강 수출량이 아니라 글로벌 DRI 시장의 성장과 함께 확대될 수 있는 유일한 경로다. 한국 기업이 진입할 수 있는 업스트림 시장 기회는 **약 700억 달러**로, 미드스트림이나 다운스트림 부문보다 약 10배 크다. 한국의 CBAM 대상 철강 수출 물량은 플랜트 1~2기 만으로도 충당할 수 있지만, 국내 OEM과 EPC 기업은 전 세계에서 건설되는 모든 DRI 플랜트를 두고 경쟁할 수 있다.

한국은 에너지, 배터리 에너지저장장치(BESS), 후공정 분야에서 강점을 보유하고 있지만, 현재 DRI 시장의 핵심 설비 분야에서는 입지가 약하다. 샤프트로 기반 제선은 Midrex와 Tenova/HYL이, EAF 설비 시장은 유럽과 일본 기업이 장악하고 있다. 이들 선도기업은 상용 레퍼런스 플랜트, 축적된 엔지니어링 역량, 고객 네트워크를 보유하고 있어 신규 진입자가 단기간에 따라잡기 어렵다.

이러한 기술 격차는 단순한 비용 비교보다 한국의 전략적 선택을 더 분명하게 보여준다. 샤프트로 기반 DRI 시장에 진입하려면 수십 년 앞선 기존 사업자들과 경쟁해야 한다. 반면 유동환원로(하이렉스)는 한국이 독자 지식재산권을 보유한 기술로, 아직 확고한 경쟁자가 없으며 샤프트로 방식의 원료로 인한 제약 자체를 우회하도록 설계됐다.

1. 현재 H2-DRI-EAF 프로젝트 파이프라인은 한국 (하단), 글로벌 (상단) 기준. 하단 가치는 상향식 총 프로젝트 CAPEX 기준, 상단은 하이렉스에 전해조를 포함한 설비 CAPEX를 2,800만 톤 규모의 글로벌 프로젝트 파이프라인에 적용한 기준. 2. EU, 호주, 영국으로의 수출 370만 톤. 3. 자동차, 건설, 전기기기에 실려 EU 및 영국으로 수출된 철강 90만 톤. 가치는 90만 톤에만 연동되며 250만 톤 프로젝트로부터의 추정치는 없음. 출처: MPP 자체 분석, Mission Possible Partnership Global Project Tracker 2025년 11월.

탄소 배출이 가장 적은 생산 방식이 가장 큰 성장 기회를 제공한다: 수소 기반 방식은 모든 가치 창출 영역에서 가스 및 CCS 방식보다 우수하다

경제적 가치가 가장 큰 생산경로는 탄소배출도 가장 적은 경로다. 연산 250만 톤 규모 설비를 기준으로 가치 창출 기회는 Gas-DRI/HBI의 약 2억 3,000만 달러에서 H_2-HBI의 8억 1,000만 달러, 유동환원로(하이렉스)의 9억~11억 5,000만 달러까지 확대된다. 기술 수출, 그린 프리미엄, 탄소 기준 연계 시장 접근이라는 세 가지 가치 창출 경로 모두 저탄소 생산방식에 유리하다. 경제적 가치와 탈탄소의 방향이 일치한다.

한국이 가스 기반 경로에서 확보할 수 있는 가치는 상대적으로 제한적이지만, CCS는 일부 예외다. 가스 기반 환원철 경로에서 한국 기업이 확보할 수 있는 기술 수출 비중은 7~9%에 불과하며, 핵심 공정설비보다는 주로 EPC와 운영 부문에서 경쟁력이 있다. 반면 BF-BOF-CCS는 기술 수출 비중이 66%로 상대적으로 높아, 한국이 기존 설비와 산업 기반을 활용할 수 있는 전환 옵션이 될 수 있다. 가스 기반 경로는 단기적인 가교 역할을 할 수 있지만, 장기적인 전략적 우위로 이어지기는 어렵다.

단기적인 기회는 탄소 연계 무역정책에서, 장기적인 기회는 기술에서 나온다. 그린 프리미엄과 탄소 기준 연계 시장 접근은 H_2-HBI가 상용화되기 전이라도 검증된 탄소배출 데이터를 조기에 확보하면 활용할 수 있다. 그러나 2035년 이후 그린 프리미엄과 시장 접근에서 얻을 수 있는 가치가 점차 포화되면, 지속적으로 규모를 확대할 수 있는 가치 창출 경로는 기술 수출이 사실상 유일하다. 한국이 지금 어떤 생산경로를 선택하느냐가 향후 더 큰 기술시장 기회가 열릴 때 그 시장에서 경쟁우위를 확보할 수 있을지를 결정한다.

다만 가장 큰 가치를 창출하는 생산경로에 투자하는 철강사가 그 가치를 모두 확보하는 것은 아니다. 기술 수출에서 발생하는 편익은 자본투자 위험을 부담하는 철강사보다 장비 OEM, EPC 기업, 설비 공급업체에 돌아간다. 따라서 개별 철강사의 투자수익만으로는 국가 전체가 얻게 되는 경제적 편익을 충분히 반영하기 어렵다. 이처럼 투자 주체와 가치 수혜 주체가 일치하지 않는 구조가 이 보고서에서 다루는 핵심 정책 설계 과제다.

기술		1 기회	
		a 2030년 창출 가능한 매출[1], $m	b 수출 잠재력[2], $b CAPEX
BF-BOF		-	-
BF-BOF-CCS		260	1
Scrap EAF		310	2
Gas-DRI/ HBI	국산 DRI	230	-
	수입 HBI	230	5
수입 Hybrid-HBI (70% Gas)		280	1
수입 H2-HBI		810	70[3]
유동환원로 (하이렉스)	국산 원자력	1,150	3
	수입 HBI	1,150	6

높은 성장 잠재력 / 낮은 비용 · 중간 성장 잠재력 / 중간 비용 · 낮은 성장 잠재력 / 높은 비용

1. 업스트림·미드스트님·다운스트림 부문에서 발생하는 연간 환산 매출가치(연산 250만 톤 규모 설비당, 백만 달러/년). 2. 공표된 프로젝트 파이프라인과 설비투자비(CAPEX)를 기준으로 산정한 일회성 기술판매 잠재력. 3. 재생에너지를 포함한 H_2-DRI 설비 CAPEX의 상향식 추정치: 약 270억 달러. 출처: MPP 자체 분석

저탄소 전환 경로 별 장단점

비용, 공급망 회복력, 고용 등의 측면에서
저탄소 철강 전환의 경로 별 장단점 파악

| 포스코 (한국 포항)

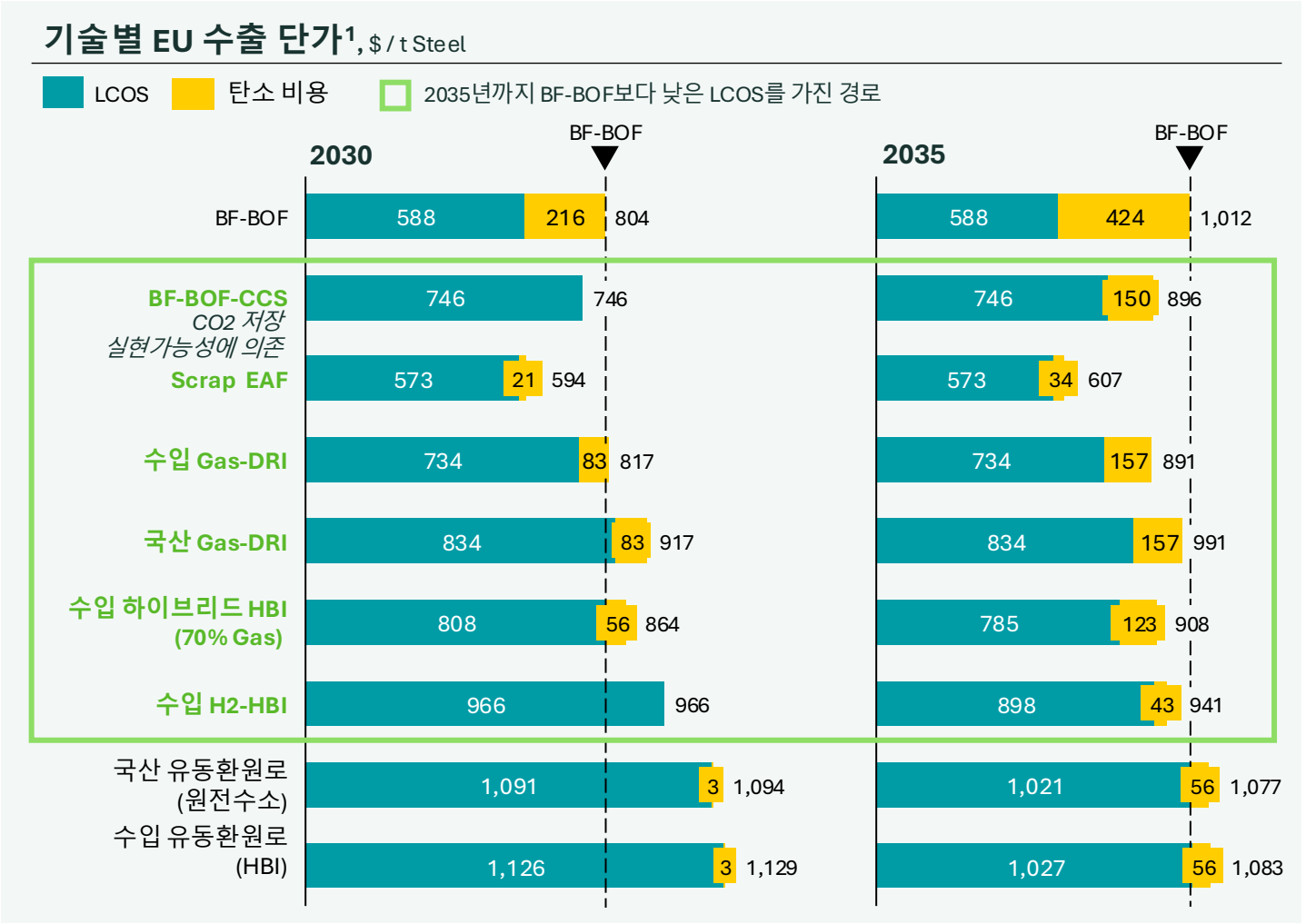
경쟁력: CBAM 시장에서는 2035년까지 신규 저탄소 생산 방식이 기존 고로 방식을 밀어낼 가능성이 크다

탄소가격의 영향을 받지 않는 시장에서는 여전히 고로-전로(BF-BOF) 방식이 가장 낮은 비용을 유지한다. 톤당 588달러 수준으로, 탄소 가격이 없는 시장으로 수출되는 한국산 철강의 경우 고로재가 다른 저탄소 생산 방식보다 훨씬 저렴하다.

그러나 CBAM 무상할당이 단계적으로 축소되면, 한국의 주요 수출시장에서 저탄소 생산기술의 비용 경쟁력은 빠르게 높아진다. BF-BOF 방식의 탄소비용은 2030년부터 2035년 사이 가파르게 증가해, 유럽 수출단가 기준으로 수입 Gas-HBI와 Scrap EAF보다 높아지고, 2035년에는 수입 H_2-HBI보다도 비싸진다. 이 역전 현상은 점진적으로 일어나지 않는다. 무상할당 감축 일정에 따라 발생하며, 무상할당률이 0%에 이르면 생산 방식 간 비용 경쟁력의 순위가 뚜렷하게 뒤바뀐다.

Scrap EAF는 저탄소 생산경로 가운데 비용이 가장 낮지만, CBAM에 가장 크게 노출된 수출 물량을 모두 대체할 수는 없다. 한국의 CBAM 대상 수출은 판재류 철강, 도금강판, 후판, 냉연강판에 집중되어 있다. 이들 제품은 재활용 철스크랩에 축적되는 잔류원소로 인해 품질 확보에 근본적인 한계가 있으며, 이는 비용 문제가 아니라 소재 특성에서 비롯되는 물리적인 제약이다. 따라서 Scrap EAF는 일부 저탄소 제품의 비용 문제를 해결할 수 있지만, 한국 수출에서 가장 중요한 고급 강종까지 대체하기는 어렵다.

가스 기반 생산경로는 해외에서 생산해 수입하는 편이 저렴하지만, 유동환원로(하이렉스)는 예외다. 수입 Gas-HBI는 산지의 저렴한 가스 가격을 활용할 수 있어 국내 생산보다 톤당 약 100달러 낮은 비용으로 도입할 수 있다. 반면 유동환원로(하이렉스)는 국내 생산과 해외 생산 간 비용 차이가 크지 않다. 다만 장기적으로는 해외 생산이 에너지 비용 측면에서 국산 원자력 기반 생산보다 경쟁력을 확보할 가능성이 있다.[2]



출처: LCOS 및 경로별 탄소집약도는 사단법인 넥스트 LCOS 모델을 사용. 2035년까지 수소 가격의 소폭 하락이 수소 연계 경로의 LCOS 하락을 이끈다. BF-BOF, DRI-EAF, 스크랩 EAF에 대해서는 Column B의 CBAM 벤치마크를 사용. CBAM 인증서 비용은 BNEF의 2025년 하반기 ETS 가격 전망에 따라 2030년 톤당 170달러, 2035년 톤당 215달러. CCS는 문헌 기준이며 실현가능성에 의존한다 (예: CO_2 저장 부지, 저장 안전성, 장거리 해상 운송 및 국경 간 저장 조율 등). 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준. 2. 예를 들어 Moon et al. (2025)은 한국의 원자력 균등화발전비용(LCOE)이 2035년까지 약 15%, 2050년까지 최대 44% 상승할 것으로 전망한다.

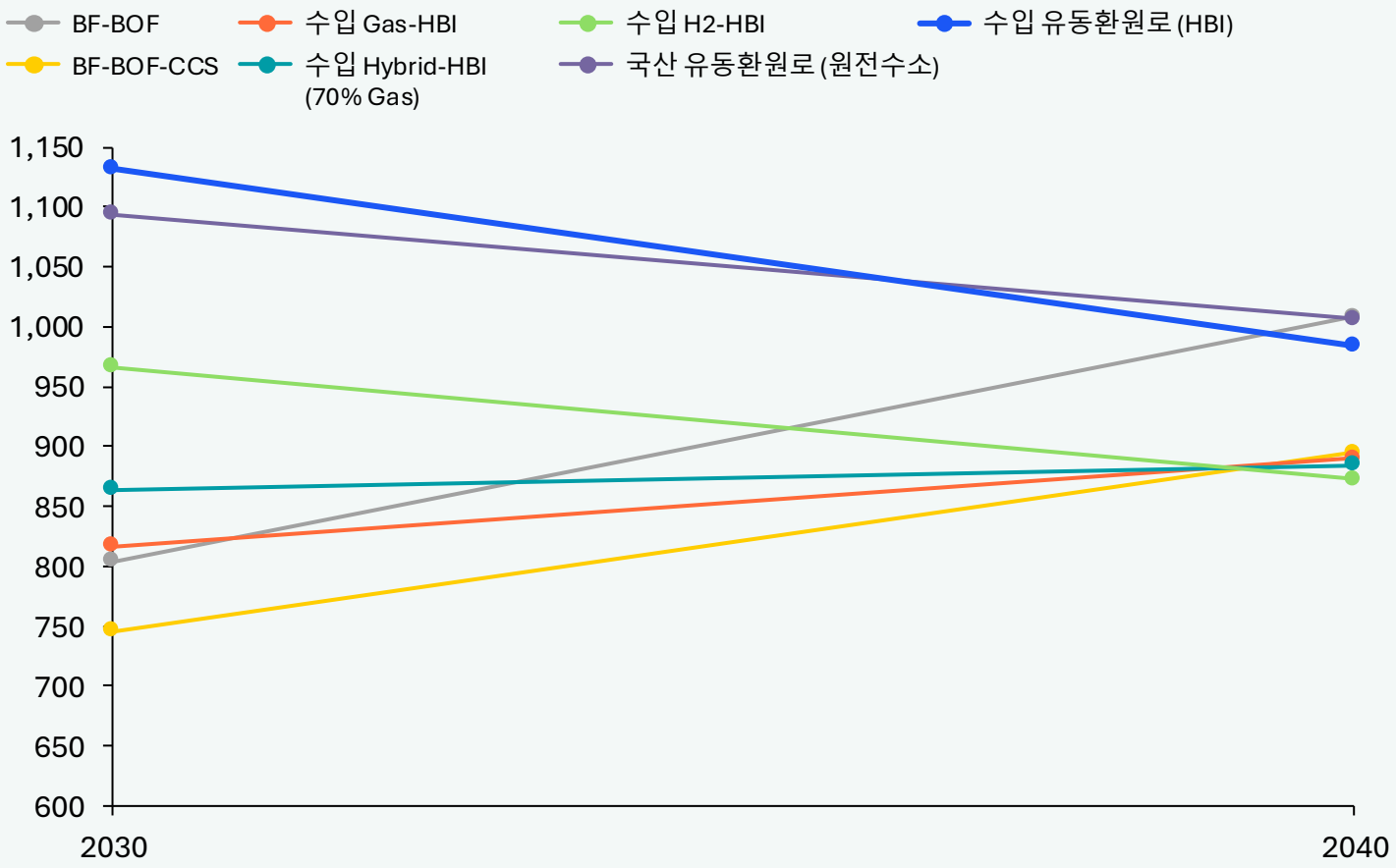
경쟁력: 2040년에는 주요 저탄소 생산 방식의 EU 수출단가가 기존 고로 방식보다 낮아질 수 있다

BAM 비용이 상승하고 저탄소 생산경로의 비용이 하락하면서 BF-BOF의 비용 우위는 빠르게 약화된다. 2035년에 나타나는 변화는 이후 더욱 뚜렷해진다. BF-BOF의 자체 생산비는 크게 낮아지지 않는 반면, 그 위에 부과되는 탄소비용은 계속 증가한다. 반대로 저탄소 생산경로의 비용은 하락한다. 즉, 비용 수렴은 대칭적으로 일어나는 것이 아니다. BF-BOF가 저렴해지는 것이 아니라, 다른 생산경로의 경쟁력이 높아지는 방향으로 격차가 좁혀진다.

2040년이 되면 주요 저탄소 생산경로의 비용은 매우 유사한 수준으로 수렴하지만, 어느 경로가 가장 경제적일지는 여전히 불확실하다. H_2-HBI, 수입 Hybrid-HBI, Gas-HBI의 비용은 각각 톤당 873달러, 885달러, 890달러로 2% 이내의 차이에 불과하다. 이는 장기 비용모형의 불확실성 범위 안에 있는 수준이다. 2030년에는 저탄소 경로 중 가장 낮은 비용을 보였던 BF-BOF-CCS도 탄소비용 상승으로 포집의 비용상 이점이 줄면서 2040년에는 톤당 894달러로 네 번째 수준까지 밀려난다. 반면 BF-BOF는 톤당 1,009달러로 다른 경로와 뚜렷한 격차를 보인다. 분명한 것은 BF-BOF의 비용 경쟁력이 크게 약화된다는 점이며, 어떤 저탄소 경로가 최저비용을 차지할지는 아직 단정하기 어렵다.

기술별 비용 순위도 중요하지만, 한국이 어떤 선택을 하느냐에 따라 실제 경쟁력은 달라질 수 있다. 어느 하나의 생산경로도 다른 경로를 압도할 만큼 뚜렷한 우위를 확보하고 있지는 않다. 수소 조달 방식, 설비투자비 절감, 국내 철스크랩 활용 확대에 대한 한국의 선택은 H_2-HBI 중심 경로와 Hybrid-HBI 중심 경로 사이의 상대적 경쟁력을 충분히 바꿀 수 있다.

기술별 EU 수출 단가[1], $ / t Steel



출처: LCOS 및 경로별 탄소집약도는 사단법인 넥스트 LCOS 모델 사용. 2040년은 S&P (2023)의 ETS 가격 전망과 일관되게 CBAM 인증서 비용을 톤당 214달러로 가정. 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준.

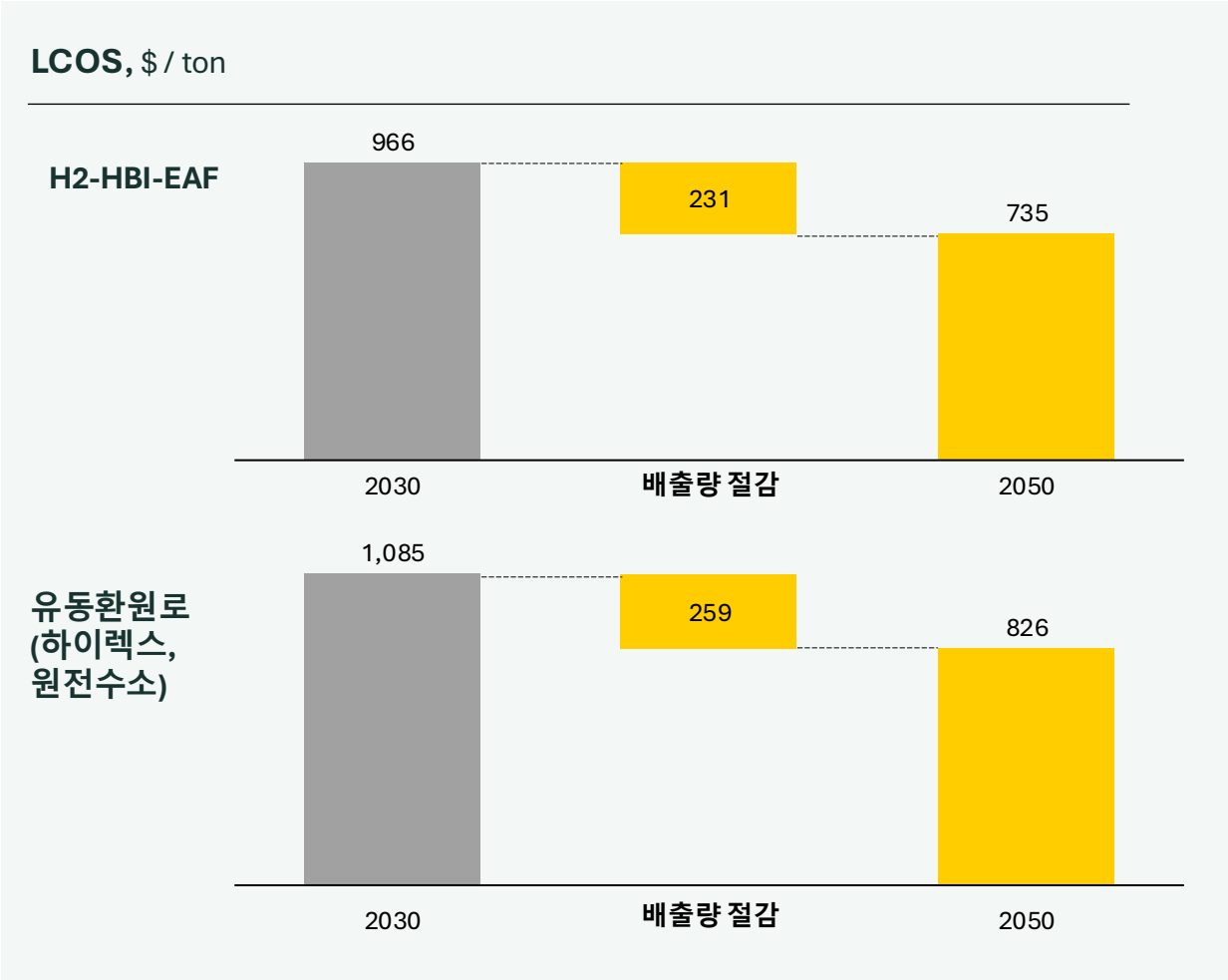
경쟁력: 저탄소 생산 방식의 비용을 낮추려면 세 가지 전략이 함께 작용해야 한다

저탄소 철강 생산 경로들의 비용 절감은 달성 가능하지만, 저절로 이루어지지는 않는다. 각 경로의 비용 절감 여부는 향후 10년간 한국이 금융 구조, 인프라, 기술 도입에 대해 얼마나 신중한 선택을 하느냐에 달려 있다. 이 중 세 가지 레버가 비용 절감의 대부분을 좌우한다.

가장 즉각적인 비용 절감 효과는 철스크랩 수거 비용과 장입비율에서 나온다. 수거 인프라, 처리 역량, 등급 분류 체계를 통해 철스크랩 공급 비용을 낮추면, 이를 활용하는 모든 경로의 투입 비용이 함께 낮아진다. 장입비율을 높이는 것은 미량 잔류원소의 축적이 야금학적으로 상한선을 만들기 때문에 더욱 어려운 접근이라 할 수 있다. 배합 비율을 높이기 위해서는 정밀 처리 기술과 높은 수준의 R&D가 필요하다. 둘 다 중요하지만, 어느 쪽도 저절로 이루어지지 않는다.

수소 생산단가 절감은 금융 구조와 프로젝트 설계 양쪽에 똑같이 좌우된다. 재생에너지 전력이 수소 생산단가 구조의 대부분을 차지하며, 그중 금융 비용이 상당한 비중을 차지한다. 시장금리보다 유리한 조건으로 제공되는 정책성 자금조달이나 업스트림 지분 투자를 통해 자본비용을 낮추는 것이 가장 큰 효과를 낼 수 있다. 프로젝트를 어떻게 설계하느냐도 비용을 낮추는 데 함께 작용한다. 부분 계통연계, 전해조, ESS 및 DRI 설비 간 통합 운영 스케줄링, 과잉설비 회피 등은 전해조 기술 자체의 발전을 기다리지 않고도 비용을 실질적으로 낮춘다.

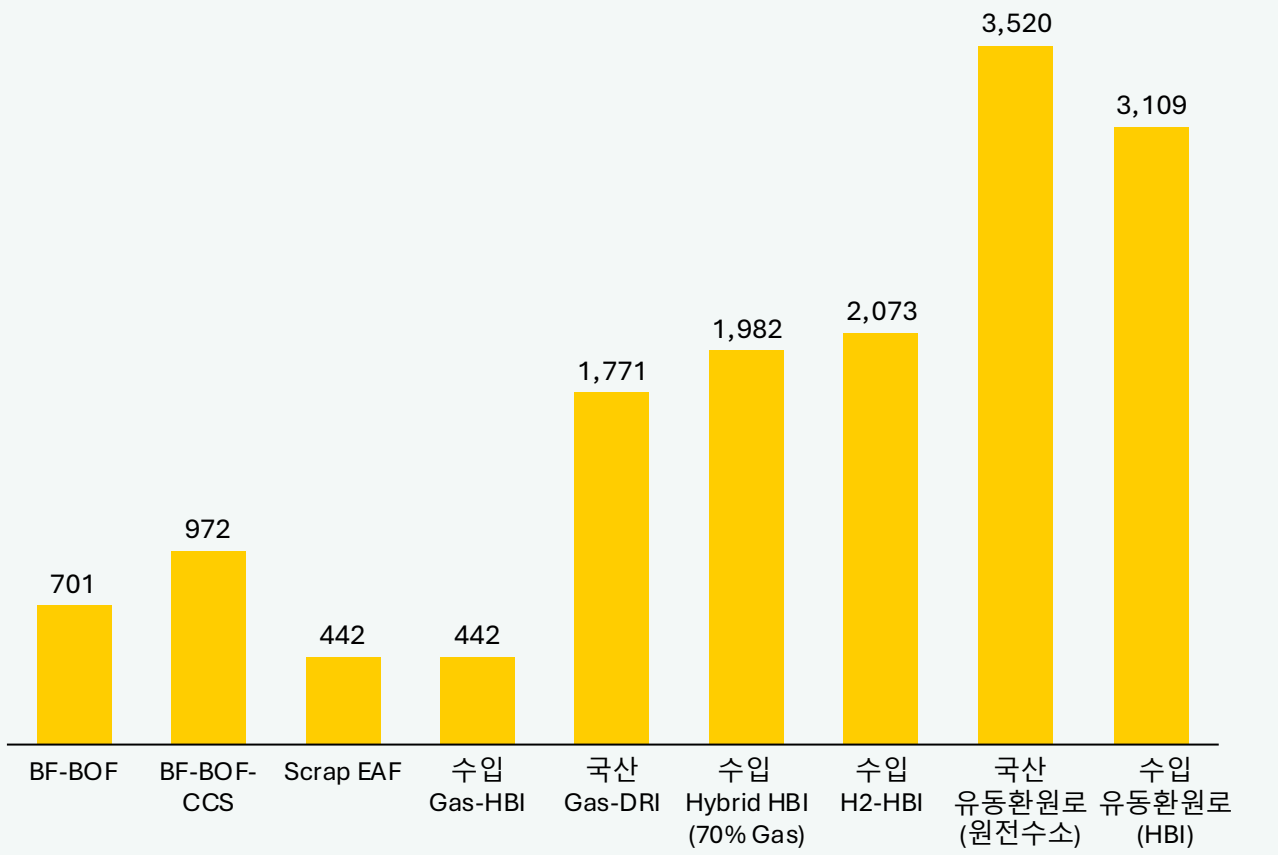
하이렉스는 DR급 펠릿 제약을 완전히 우회하는 유일한 경로이며, 2050년까지 자본비용 프리미엄을 상당폭 낮출 수 있다. 다만 이러한 절감은 실제 대규모 상용화를 통해 기술이 검증되어야 실현되는 것으로, 최적화 시나리오는 저절로 주어지는 전망치가 아니다. 단기적으로 가장 중요한 결정은 실증 단계의 설계 변수가 확정되기 전에 계획된 플랜트들의 설계를 표준화하는 것이다. 이는 최초 사례에 드는 엔지니어링 비용을 반복 가능한 비용 구조로 전환시키는 조치이며, 사후에는 되돌릴 수 없는 결정이다.



출처: 사단법인 넥스트 LCOS 모델, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

경쟁력: 저탄소 생산 방식은 고로보다 많은 초기 자본이 필요하며, 금융 지원만으로는 투자 격차를 해소하기 어렵다

2030년 CAPEX 규모, $/ton steel



2028년까지 저탄소 철강 생산능력 230만 톤을 확보하는 데 필요한 초기 투자는 약 35억 달러[1]로, 전체 창출 가능한 매출에 비하면 크지 않은 수준이다. 포항의 하이렉스 실증 플랜트와 포트 헤들랜드의 Gas-HBI가 단기 파이프라인이다. 두 프로젝트를 합쳐도 약 35억 달러 규모로, 440억에서 700억 달러에 달하는 전체 창출 가능한 매출에 비하면 작은 금액이다. 지금 투자를 확정 짓는 것이 더 큰 기회를 잡기 위한 신뢰를 쌓는 길이다.

저탄소 생산 방식은 BF-BOF보다 생산단가가 상당히 높아, 투자 문턱도 그만큼 높아진다. Scrap EAF와 수입 Gas-HBI는 상대적으로 부담이 크지 않지만, 수입 H2-HBI를 사용하는 유동환원로 (하이렉스)는 전해조 설비투자 로 인해 비용이 큰 폭으로 뛴다. 일률적인 보조금 방식은 결국 가장 가치가 높은 경로를 지원하는 셈이 된다.

수입 기반 경로는 통상 파트너십을 통해 국내 자본 부담을 분산시킬 수 있는 방법이다. HBI를 수입해서 조달하면 국내 설비투자 규모를 scrap EAF 수준으로 유지할 수 있다. 호주의 10억 달러 규모 그린 아이언 펀드 (green iron fund)는 파트너 프로젝트에 제공될 수 있는 업스트림 자본 지원의 한 예시다.

저탄소 철강 생산 방식은 OPEX 역시 높아, 자본 지원만으로는 충분하지 않다. 수소와 전력이 DRI와 하이렉스의 OPEX 대부분을 차지하며, 2030년 기준 고로의 연료비를 크게 웃돈다. 운영비를 함께 지원하지 않으면, 플랜트는 지어지더라도 실제로는 채산성이 맞지 않아 가동하기 어려운 리스크에 놓인다.

1. 포항의 300 ktpa 하이렉스 실증 플랜트와 호주 포트 헤들랜드의 200만 톤 NG-DRI-EAF 설비 기준. CAPEX 추정치는 사단법인 넥스트 LCOS 모델 2026. 출처: MPP 자체 분석, 사단법인 넥스트 LCOS 모델 2026, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준.

경쟁력: 수입 Gas-HBI와 BF-BOF-CCS는 2030년 기준 LCOS와 EU 수출 단가를 모두 고려할 때 기존 BF-BOF보다 경쟁력 있는 선택지다

수입 Gas-DRI와 Hybrid DRI는 CBAM 적용 시장에서 단기적으로 가장 명확한 비용 우위를 제공한다. 두 방식 모두 2035년 BF-BOF의 EU 수출단가 기준선보다 낮은 수준으로, 관리 가능한 생산단가와 고로 방식 대비 낮은 탄소 노출을 동시에 갖추고 있다. 향후 5년 내 개수 결정을 앞둔 한국 철강사들에게는, 이 시점에서 비용 논리가 가장 명확한 경로다.

BF-BOF에 CCS를 적용하는 방식은 2030년에는 비용 경쟁력이 있지만, 탄소가격이 상승할수록 우위가 약화된다. EU 수출단가 기준으로 BF-BOF 기준선보다 낮으며, 다른 저탄소 철강 공정으로 전환하는 것보다 자본 측면의 변화 부담도 적다. 다만 제약은 비용이 아니라 신뢰성이다. 한국은 아직 지하 저장 문제를 해결하지 못했으며, 검증되지 않은 국내 저장 역량에 의존하는 경로는 단순한 비용 문제를 넘어서는 실행 리스크를 안고 있다.

수소 기반 경로는 2040년대까지 비용 부담이 상대적으로 높을 가능성이 크며, 그 격차를 줄이려면 단순히 시간을 기다리는 것이 아니라 적극적인 비용 혁신이 필요하다. 현재의 비용 하락 추세를 전제로 하면 H_2-HBI와 유동환원로(하이렉스)는 2035년까지 CBAM을 반영한 BF-BOF 기준보다 여전히 높은 수준에 머문다. 한편에서는 탄소가격 상승이 BF-BOF의 비용을 높이고, 다른 한편에서는 수소 가격과 설비투자비 하락이 저탄소 경로의 비용을 낮추면서 격차가 좁혀진다. 그러나 그 속도가 정해져 있는 것은 아니다. 중국은 대규모 보급과 기술개발을 통해 이 비용 격차를 적극적으로 줄이고 있다. 따라서 비용 동등성이 확보되기 전에 한국이 수소환원제철에 참여하는 것은 성급한 투자가 아니라 향후 경쟁력을 지키기 위한 전략적 필요다.

기술		② 경쟁력	
		ⓐ 2030년 LCOS, $/ / t Steel	ⓑ 2035년 CBAM 비용, $ / t Steel
BF-BOF		588	903
BF-BOF-CCS		746	857
Scrap EAF		573	599
Gas-DRI/ HBI	국산 DRI	834	951
	수입 HBI	734	851
수입 Hybrid-HBI (70% Gas)		808	877
수입 H2-HBI		966	930
유동환원로 (하이렉스)	국산 원자력	1091	1063
	수입 HBI	1126	1069

높은 성장 잠재력 / 낮은 비용 | 중간 성장 잠재력 / 중간 비용 | 낮은 성장 잠재력 / 높은 비용

출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

공급망 회복력: 각 철강 생산 경로마다 필요한 연원료와 무역 파트너가 다르며, 각기 다른 공급망 제약사항을 가지고 있다

철강 생산 경로별 주요 투입물, 무역 파트너 및 구조적 제약사항

경로	주요 투입물	무역 파트너	구조적 제약사항	에너지 및 가격 노출
BF-BOF (CCS)	석탄, 일반 고로급 철광석	석탄: 호주, 인도네시아, 러시아, 캐나다 철광석: 호주, 브라질	등급 제약이 없음 (고로급 광석은 확보하기 용이함)	높은 화석연료 수입 의존도
Scrap EAF	계통 전력, 철스크랩	대부분 국내 조달이나 스크랩 수입의 약 75%가 일본[1]	1. 국내 철스크랩 공급의 한계 2. 잔류원소 축적으로 고급 판재류용 스크랩이 희소함	전력 비용과 철스크랩 가격이 마진 압축의 핵심 동인
DRI-EAF	천연가스 또는 수소, DR급 펠릿 (Fe 67% 초과)	HBI: 미국, 오만, 호주, 브라질, 캐나다	1. DR 펠릿의 제한된 공급 (일반 고로용 광석과 별개) 2. 샤프트로 DRI 설비의 고급 광석 상한으로 인한 전 세계적 제약[2]	1. DR 펠릿 공급 부족으로 인한 프리미엄 확대 가능성 2. 수입 HBI 가격 내 산지 국가의 가스 비용의 변동성 내재
유동환원로 (하이렉스)	전력 (원자력), 일반 고로급 철광석	철광석: 호주, 브라질, 캐나다	등급 제약 없음 (유동층 환원 방식은 샤프트로와 DR급 철광석 요건을 모두 우회)	대규모 국내 전력 수요가 다른 에너지 사용자와 경합을 일으킬 수 있음

각 저탄소 철강 생산 경로들은 주요 투입 연원료가 매우 상이하다. BF-BOF는 석탄에서 나온 코크스로 철광석을 환원하고 공정 에너지로 가스를 쓴다. Scrap EAF는 전력으로 철강을 재활용하며 제선 공정을 완전히 우회한다. DRI 경로는 가스나 수소를 쓰지만 Fe 함량 67% 이상의 DR급 펠릿이 필요하며, 이는 일반 고로용 광석과 다르며 샤프트로에서 대체 불가능하다. 하이렉스는 전력과 일반 분광을 쓰며 등급 요건이 없다.

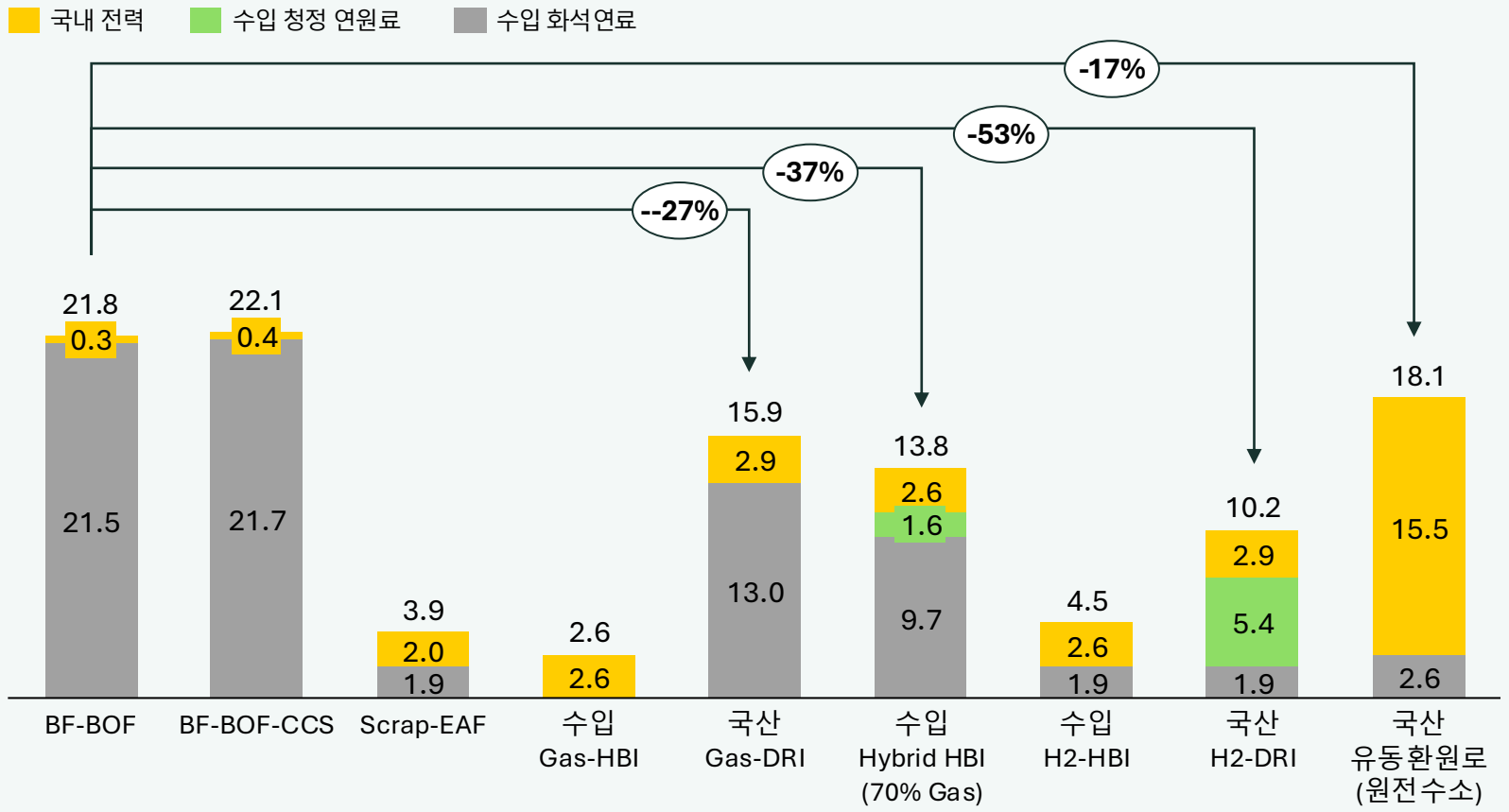
한국 철강업의 공급망은 몇 개의 특정 국가에 집중해있는 경향이 있다. 호주는 석탄, LNG, 철광석을 공급한다. 일본은 수입 철스크랩의 약 75%를 공급한다. DRI 경로는 소수의 HBI 수출국 (미국, 오만, 호주 등)에 의존하게 되는데, 이 시장은 아직 초기 단계이며 거래량이 많지 않다.

각 생산 경로는 생산단가 지표만으로는 드러나지 않는 고유한 구조적 한계가 있다. BF-BOF는 화석연료 수입 의존도가 높고 변동성도 크다. Scrap EAF는 잔류원소 축적으로 인한 판재류 품질 상한과, 다른 공급원이 줄어들수록 심화되는 일본 의존 문제가 있다. DRI는 얕은 HBI 시장과 DR 펠릿 공급 제약이 있다. 하이렉는 한국의 국내 청정전력 공급에 상당한 부담을 지운다.

1. HS 코드 7204 기준 BACI 데이터; 2. Systemiq ( ). 출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

공급망 회복력: 저탄소 생산 방식은 에너지 수요를 17~53% 줄일 수 있으며, 일부 방식은 화석연료 수입 의존도를 절반 이하로 낮춘다

철강 생산 경로별 에너지 소비량 및 공급원, GJ/t steel



고로 기반 생산 경로는 에너지 소비가 많고 수입 화석연료에 대한 의존도도 높다. BF-BOF와 BF-BOF-CCS는 모두 철강 1톤당 약 22GJ의 에너지를 사용하며, 이 가운데 98% 이상이 수입 화석연료에서 공급된다. CCS는 탄소배출을 줄일 수 있지만, 에너지 비용과 수입 의존도를 낮추지는 못한다.

가스 기반 생산 경로는 총 에너지 수요를 29~37% 줄일 수 있지만, 수입 화석에너지에 대한 의존도는 여전히 높다. Gas-HBI와 가스·수소 혼합은 에너지 효율을 크게 개선하지만, 수입 HBI에 내재된 화석에너지가 전체 에너지 투입량의 70~83%를 차지한다.

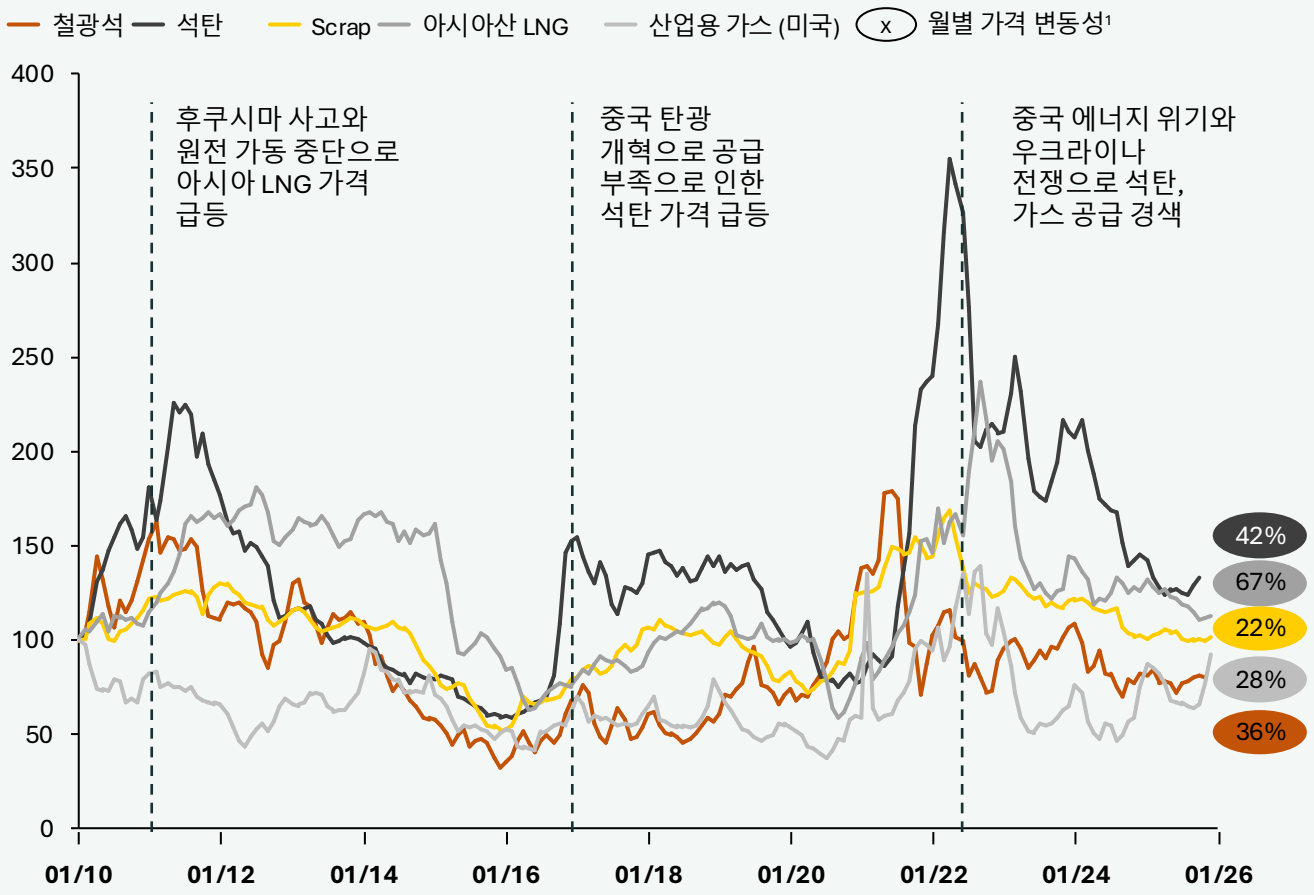
H2-HBI는 공급망 구조를 가장 크게 바꾸는 경로다. 총 에너지 사용량은 53%, 수입 화석연료 사용량은 90% 낮춘다. H_2-DRI의 에너지 사용량은 톤당 10.2GJ이며, 이 가운데 수입 화석연료는 1.9GJ에 불과하다. 이는 고급강 생산 제철 경로 중에서는 공급망 전환 효과가 가장 큰 방식이다.

Scrap EAF와 유동환원로 (하이렉스)는 모두 화석연료 수입을 최소화하지만, 그 방식은 근본적으로 다르다. Scrap EAF는 공정 효율을 통해 화석연료 투입을 거의 0에 가깝게 하며, 총 에너지 사용량도 톤당 3.9GJ로 가장 낮다. 반면 하이렉스는 화석연료를 국내 전력으로 대체한다. 다만 톤당 15.5GJ에 이르는 전력 수요를 충족하려면 한국의 청정전력 공급을 대폭 확대해야 한다.

출처: 사단법인 넥스트 LCOS 모델. 석탄과 가스는 100% 수입으로 가정. 전력에 대한 에너지 수입은 고려하지 않음. 수입 HBI는 에너지 수입으로 간주하지 않았으나, HBI 생산에 소요되는 에너지 소비는 유의미하다. 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

공급망 회복력: 지난 15년간 제철용 투입 원자재는 상당한 가격 변동성을 보여 왔다

철강 원자재의 월별 가격, 2010년 1월 = 100 기준



석탄은 지난 15년간 세 차례에 걸쳐 장기간 급등했다. 장기 공급계약을 통해 철강사는 물량과 품질을 일정 부분 관리할 수 있지만, 가격 안정성까지 확보하기는 어렵다. 계약가격이 분기별 현물가격 지표에 연동되기 때문에 가격 변동의 부담은 결국 구매자가 떠안게 된다.

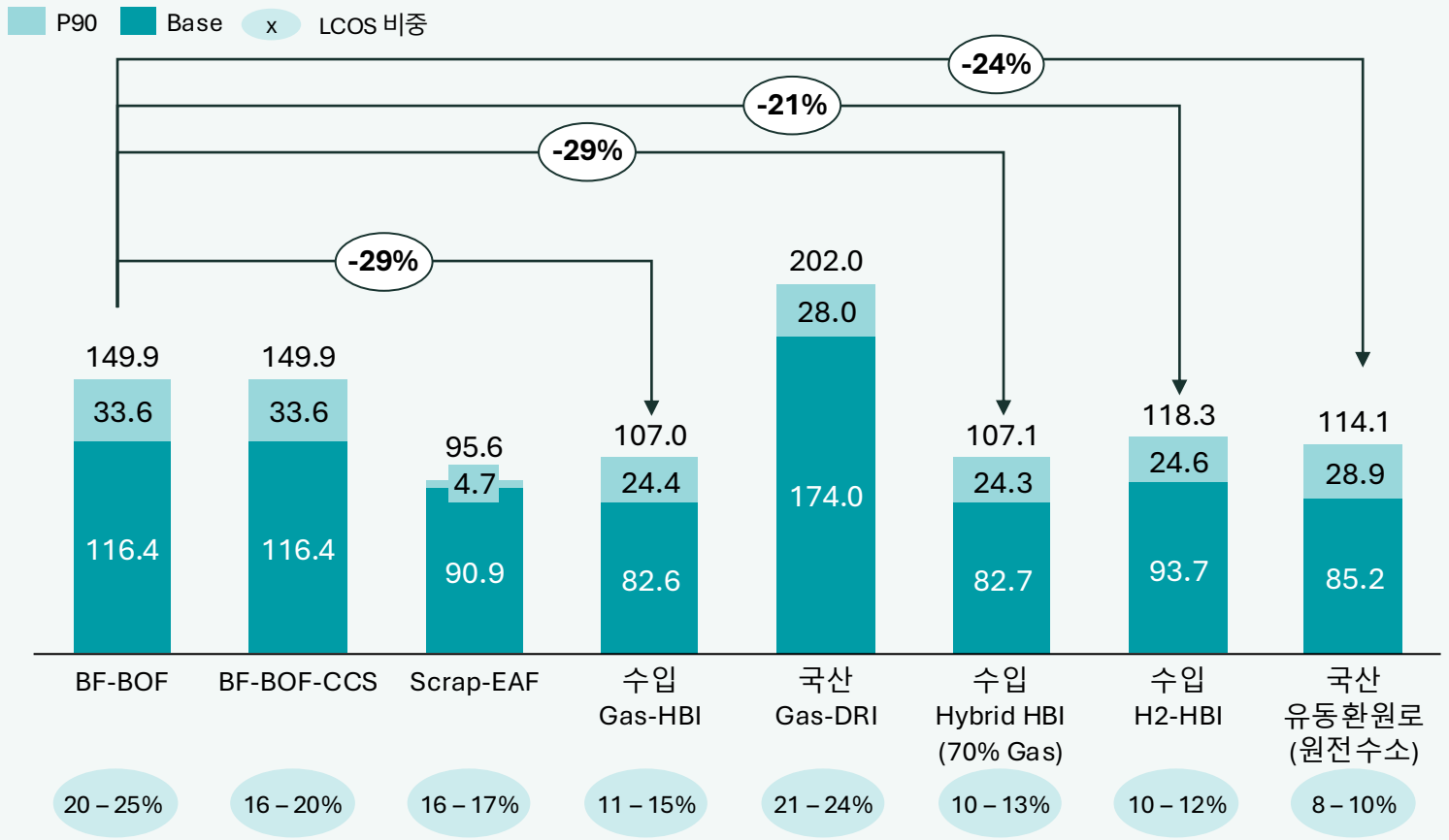
아시아 LNG 현물시장은 주요 가스 생산지역보다 가격이 훨씬 높고 변동성도 크다. 지난 15년간 아시아 LNG의 평균 가격은 MMBTU당 12.65달러였는데, 미국과 사우디아라비아의 가스 가격은 이의 약 3분의 1 수준이었다. 가격 변동성도 아시아 LNG가 주요 수출국보다 약 2.4배 높다. 한국은 가스를 전량 아시아 가격에 연동해 수입하는 반면, 국내 제조업에는 규제된 낮은 요금으로 공급하고 있어 공급기관의 영업손실과 부채 부담을 키우는 요인이 되고 있다.

철스크랩은 지금까지 가격이 가장 안정적인 원료지만, 구조적인 공급부족이 새로운 변동성을 불러올 수 있다. 철스크랩 가격은 비교적 좁은 범위에서 움직여 왔으며, 변동폭도 최대 약 50% 수준에 그쳤다. 그러나 글로벌 수요 확대와 수출 제한 조치가 이어지면서, 특히 아시아를 중심으로 공급 여력이 줄어들 것으로 보인다. 이는 향후 철스크랩 가격과 변동성을 크게 높일 수 있다.

출처: 철광석과 석탄은 Resources and Energy Quarterly (2025)이며, RBA (2026)의 월별 AUD/USD 환율 실적을 이용해 USD/t로 환산. 아시아 LNG는 World Bank (2026), 산업용 천연가스는 EIA (2026) 기준이며, 산업용 가스 가격은 글로벌 현물시장과 분리된 가격 변동성의 대리변수로 가정 (예: 미국, 사우디아라비아). 스크랩은 한국은행 (2026) 기준. 월별 가격 변동성은 변동계수 (장기 평균 대비 표준편차 비율)로 표현하였다. 이는 장기 평균 원자재 가격을 중심으로 한 통상적인 월별 가격 분산을 나타낸다.

공급망 회복력: 원료 가격 변동성은 고로의 운영에 상당한 부담을 주며, 탄소를 적게 배출하는 경로일수록 구조적 변동성이 낮다

원료 가격 변동성이 가격에 미치는 영향, $/t steel



BF-BOF 방식은 원료비 변동에 반복적으로 크게 노출된다. 통상적인 가격 수준에서도 원료비 위험은 톤당 116달러로, BF-BOF 총 생산단가 구조의 약 20%를 차지한다. 철강 가격이 함께 오르지 않는다면 원료 가격의 급등은 곧바로 수익성 악화로 이어진다.

저탄소 생산 경로는 구조적으로 이러한 위험에 덜 노출된다. Gas-HBI 경로는 가격이 낮고 변동성도 작은 생산국 현지 가스를 활용함으로써 아시아 LNG 현물가격의 불확실성을 피할 수 있다. 수소 기반 경로는 장기 원가연동 계약과 고정가격 전력구매계약(PPA)을 통해 가격 안정성을 확보한다. 다만 이들 경로의 변동비는 여전히 BF-BOF 방식보다 높다.

P90 시나리오에서는 고로 방식의 위험 프리미엄이 더욱 확대된다. BF-BOF의 비용은 톤당 150달러 증가하는 반면, 저탄소 생산경로의 증가폭은 톤당 96~128달러다. 가장 경쟁력 있는 경로와의 비용 격차도 저위험 시나리오의 톤당 33달러에서 P90의 92달러로 확대되어 고로 방식의 수익성에 가해지는 부담도 함께 커진다.

국산 Gas-DRI는 원료비 위험이 가장 많이 헤지되지 않은 방식이다. 별도의 가격 헤지 없이 아시아 LNG 현물가격에 노출될 경우 원료비 영향은 톤당 174~202달러로, 고로 방식의 위험 수준마저 넘어설 수 있다. 규제 요금은 이러한 충격을 늦추고 일부 완화할 뿐, 근본적으로 해소하지는 못한다.

1. 예시로 다음의 Exhibit 4 참조: Systemiq (2026). 출처: MPP 자체 분석. 하단 시나리오는 과거 원료 가격의 1 표준편차를 취해 NEXT 비용 모델의 LCOS에 더한 값이다. 이는 원료별 비용 구조 비중으로 원료 가격 변동성을 가중한 것이다. 수소는 과거 비교 대상이 없다. 그린 수소 생산단가 변동계수 (CV) 0.091은 혼합 전력 비용 CV에 생산단가 중 전력의 70% 비중을 적용해 산출하였다 (IRENA, 2020). 전력 CV는 CPI 연동 PPA (소비의 80%, CV = 0.061)와 계통 연계분 (소비의 20%, CV = 0.606, AEMO SA1 분기별 VWAP 2020~2025)을 결합해 전력 CV 0.131을 산출한 것이다. 80/20 배분은 호주 그린 수소 프로젝트의 모형화된 계통 노출 상단을 반영한다 (Superpower Institute, 2025). 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준.

공급망 회복력: 단기적으로는 Gas-HBI와 Hybrid-HBI가 공급망 회복력 측면에서 가장 유리하며, 장기적으로는 하이렉스 방식의 유동환원로가 화석연료 수입 의존도를 가장 낮출 수 있다

BF-BOF는 수입의존도와 외부 충격에서 열위이며, CCS를 적용해도 이는 바뀌지 않는다. 톤당 21.5GJ의 수입 화석에너지를 쓰고, 원료 충격 노출도가 톤당 116달러에 달해, BF-BOF는 공급망 관련 두 지표 모두에서 가장 큰 부담을 안고 있다. CCS는 탄소 리스크를 줄여줄 뿐, 원료 리스크는 그대로 남긴다.

수입 Gas와 Hybrid HBI는 원료 충격 대응력에서 가장 좋은 점수를 받지만, 샤프트로 방식이라는 점에서 광석 수급에 구조적 취약성을 안고 있다. 두 경로 모두 수출시장 가격으로 가스를 조달할 수 있어 아시아 LNG 현물시장의 변동성을 피할 수 있다는 이점이 있다. 다만 샤프트로 방식 DRI 공정은 고품위 DR 펠릿을 필요로 하는데, 전 세계 DRI 설비가 늘어날수록 DR 펠릿 공급에 구조적 제약이 생길 것으로 전망된다. 이는 톤당 가격 변동성 지표만으로는 온전히 드러나지 않는, 원료 확보의 리스크다.

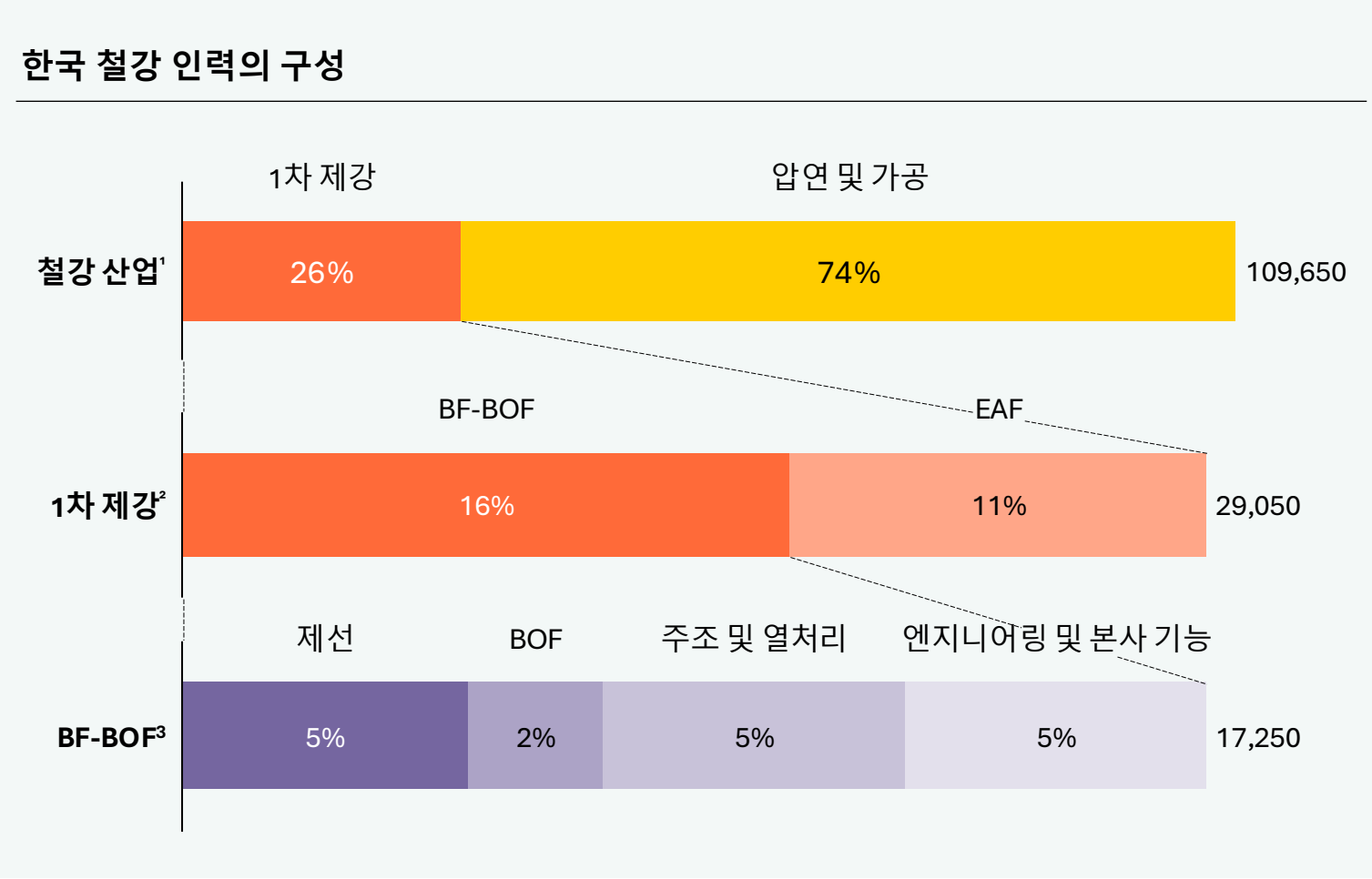
유동환원로(하이렉스)는 장기적으로 공급망 공급망 회복력이 가장 뛰어난 방식으로, 수입 에너지 의존도가 거의 없고 DR 펠릿에도 의존하지 않는다. 수입 에너지 톤당 2.6GJ, 원료 충격 노출도 톤당 85달러로, 유동환원로(하이렉스)는 두 지표 모두에서 가장 우수한 평가를 받는다. 특히 DR 펠릿이 아닌 일반 분광을 사용하기 때문에, 샤프트로 방식의 대규모 확장을 가로막는 철광석 수급 제약을 피해갈 수 있다. 사실 하이렉스의 가장 큰 장애물은 국내 전력 공급 여력이다.

기술		3 공급망 공급망 회복력	
		a 톤당 수입 에너지, GJ / t Steel	b 원료 충격 영향, $ / t Steel
BF-BOF		21.5	116
BF-BOF-CCS		21.7	116
Scrap EAF		1.9	91
Gas-DRI/ HBI	국산 DRI	13	174
	수입 HBI	13	83
수입 Hybrid-HBI (70% Gas)		11.3	82
수입 H2-HBI		7.3	92
유동환원로 (하이렉스)	국산 원자력	2.6	83
	수입 HBI	7.3	83

높은 성장 잠재력 / 낮은 비용 · 중간 성장 잠재력 / 중간 비용 · 낮은 성장 잠재력 / 높은 비용

출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

고용: 고급강 생산은 전체 **철강 산업 고용**의 약 26%를 차지하며, 이 가운데 제선 공정은 약 5%에 불과하다



철강 인력 11만 명 중 74%는 1차 제강이 아닌 후공정에 종사한다. 압연, 인발, 제관 공정에 대부분의 철강 일자리가 몰려 있다. 1차 제강은 11만 명 중 2만 9천 명을 차지한다.

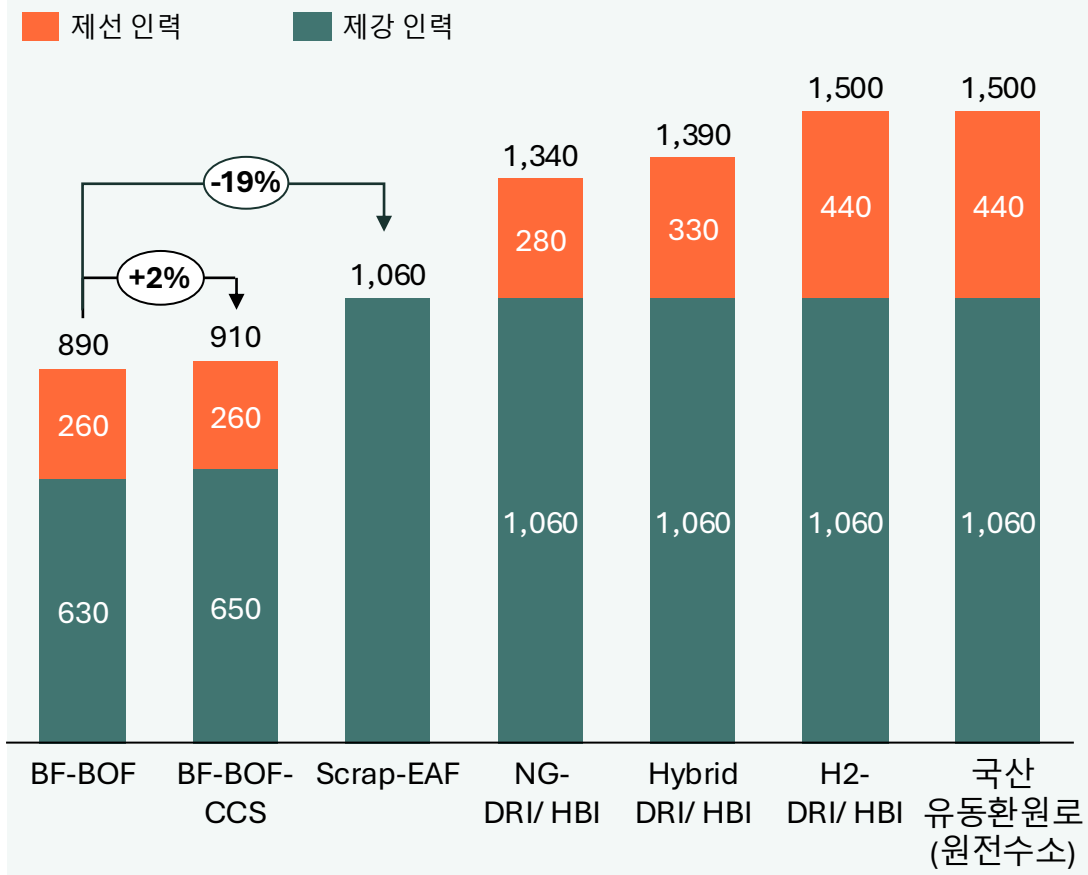
1차 제강 인력 2만 9천 명 중 59%는 BF-BOF 경로에, 41%는 EAF 경로에 종사한다. BF-BOF 인력은 포스코 포항 지부, 포스코 광양 지부, 현대제철 당진지부 등 3개 일관제철소에 집중되어 있다. 반면 EAF 인력은 십여 개의 소규모 특수강 및 판재류 생산업체에 분산되어 있다.

BF-BOF 인력 1만 7,250명 중 제선은 거의 동일한 비중을 차지하는 네 개 기능 중 하나다. 제선은 28%로, 주조·열처리 (29%), 엔지니어링 및 본사 기능 (29%)과 비슷한 규모다. 고로 운영에 코크스로와 소결 공장을 더한 인력은 업계 전체로 약 5,000명, 즉 11만 명의 5%에 해당한다.

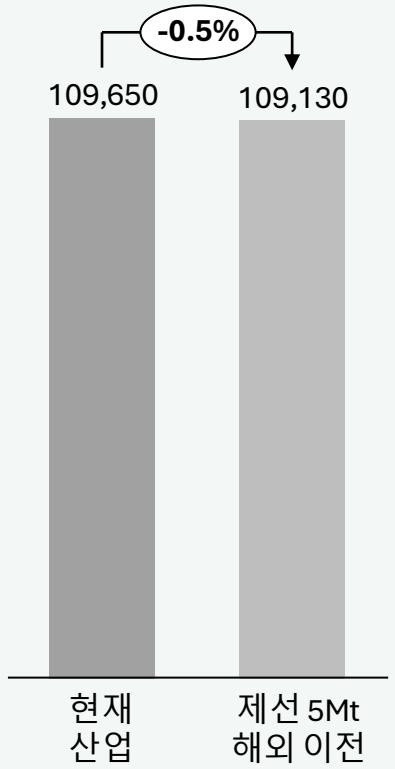
1. 철강 산업 고용은 KOSIS 광업제조업조사 기준 (산업별 통계, 고용). 고급강은 '고급강 제조'. 후공정에는 '압연, 압출, 인발', '강관 및 중공형강', '기타 고급강제품'이 포함된다. KOSIS 통계는 도급 근로자를 제외할 가능성이 높아 총 고용을 과소추정할 수 있다. 2. 1차 제강의 BF-BOF와 EAF 구분은 Global Energy Monitor (2026)의 국내 제강소별 추정치 기준. 3. BF-BOF 인력 분포는 IEAGHG (2013) 표 D-6 기준으로, 약 3,000명이 근무하는 400만 톤 BF-BOF 연구의 공정 단계별 직접 노동 추정치를 제시한다. 출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

고용: 저탄소 철강 생산 방식 간 직접 고용 규모의 차이는 크지 않다

저탄소 철강 경로 별 잠재 고용, 250만톤급 플랜트당 근로자 수



500만톤급 제선 공장의 해외 이전에 따른 순영향



한국 철강은 세계 최고 수준의 생산성을 갖춘 사업장에 속한다. 백만톤당 357명으로, 한국 BF-BOF 플랜트는 미국 (491명)보다 적고 중국 평균 (1,337명)보다 훨씬 적은 인원으로 운영된다. 이는 자동화와 AI에 상당한 투자를 해왔음을 반영한다.

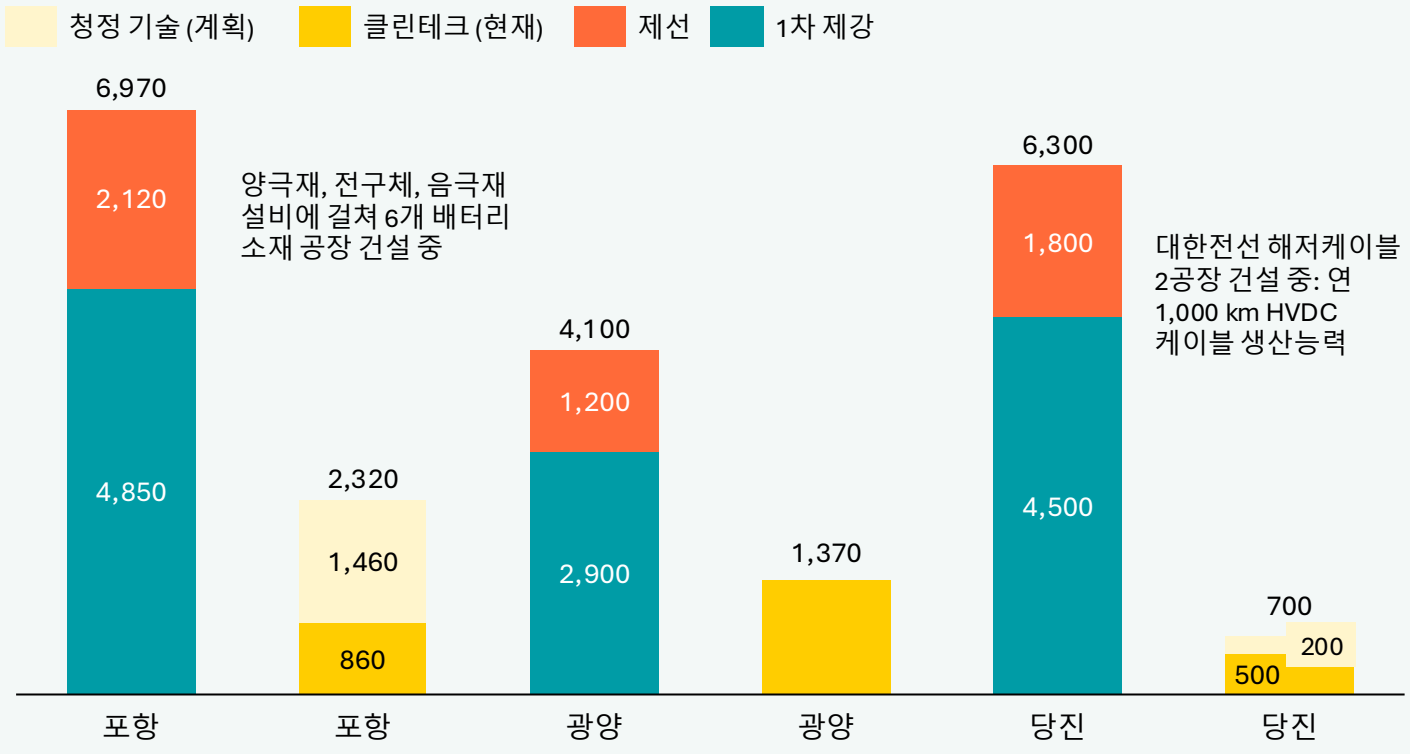
저탄소 철강 경로 간 고용 편차는 크지 않으며, 존재하는 편차는 거의 전적으로 제선 공정에서 비롯된다. 연산 250만 톤 규모 설비를 기준으로 총 고용인원은 BF-BOF의 약 890명에서 H_2-DRI/HBI와 유동층 환원로(하이렉스)의 약 1,500명까지 분포한다. 반면 DRI 기반 경로의 제강 부문 고용은 약 1,060명으로 거의 동일하다. 편차는 전적으로 제선 공정에서 발생한다. Gas-DRI/HBI는 환원 공정에서 약 280명, H_2-DRI/HBI는 약 440명의 추가 고용을 필요로 한다. H_2-DRI/HBI의 고용 증가분은 주로 대규모 전해조 운영에서 발생한다.

제선 공정을 해외로 이전해도 산업 전체 고용에 미치는 영향은 미미하다. 500만 톤의 제선 공정을 호주로 이전할 경우 520개의 제선 일자리가 사라지지만, 다운스트림 제강 일자리는 모두 국내에 남는다. 한국 철강 인력 전체에 대한 순영향은 -0.5%에 불과하다. 국내 제선이냐 해외 제선이냐의 선택은 일자리가 아니라 경쟁력과 공급망의 문제다.

출처: MPP 자체 분석. 모든 수치는 연 250만 톤 기준 플랜트 기준이다. 기준값 (1,060명)은 국내 EAF 설비 단위 데이터 (Global Energy Monitor)를 사용하며 모든 DRI 경로에 적용하였다. BF-BOF와 scrap EAF는 동일 출처의 경로별 집약도 계수를 사용한다. CCS와 BF 연계 인력 분해는 모두 IEAGHG (2013)를 근거로 하며, CCS 설비에 약 24명이 필요하고 BF-BOF 인력의 약 29%가 제선 (코크스, 소결, 고로)에 속함을 보여준다. 이는 국내 기준 규모에서 약 260명을 시사한다. NG-DRI-EAF (280명)는 공개된 미국 두 플랜트 (Cleveland-Cliffs Toledo, ArcelorMittal Corpus Christi)의 인력을 평균한 값이다. 하이브리드 DRI-EAF는 가스와 수소 수치의 70/30 배합이다. H2-DRI-EAF (440명)는 스테그라의 보덴 250만 톤 일관 플랜트 1,500명 인력에서 EAF 기준값을 차감해 산출하였다. 상업 규모 하이렉스에 대한 공개 자료는 없으며, H2-DRI-EAF 수치를 대리값으로 사용하였다. 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준.

고용: 한국의 BF-BOF 생산 거점을 중심으로 청정 기술 관련 고용이 빠르게 증가하고 있다

3대 제강 거점의 인력 구성 추정[1,2]



제강업은 세 도시 모두에서 주요 고용원이며, 제선 인력은 각 사업장 고용의 상당한 비중을 차지한다. 이들은 한국 철강 산업이 전환을 겪는 과정에서 전환 리스크에 가장 크게 노출된 인력이다.

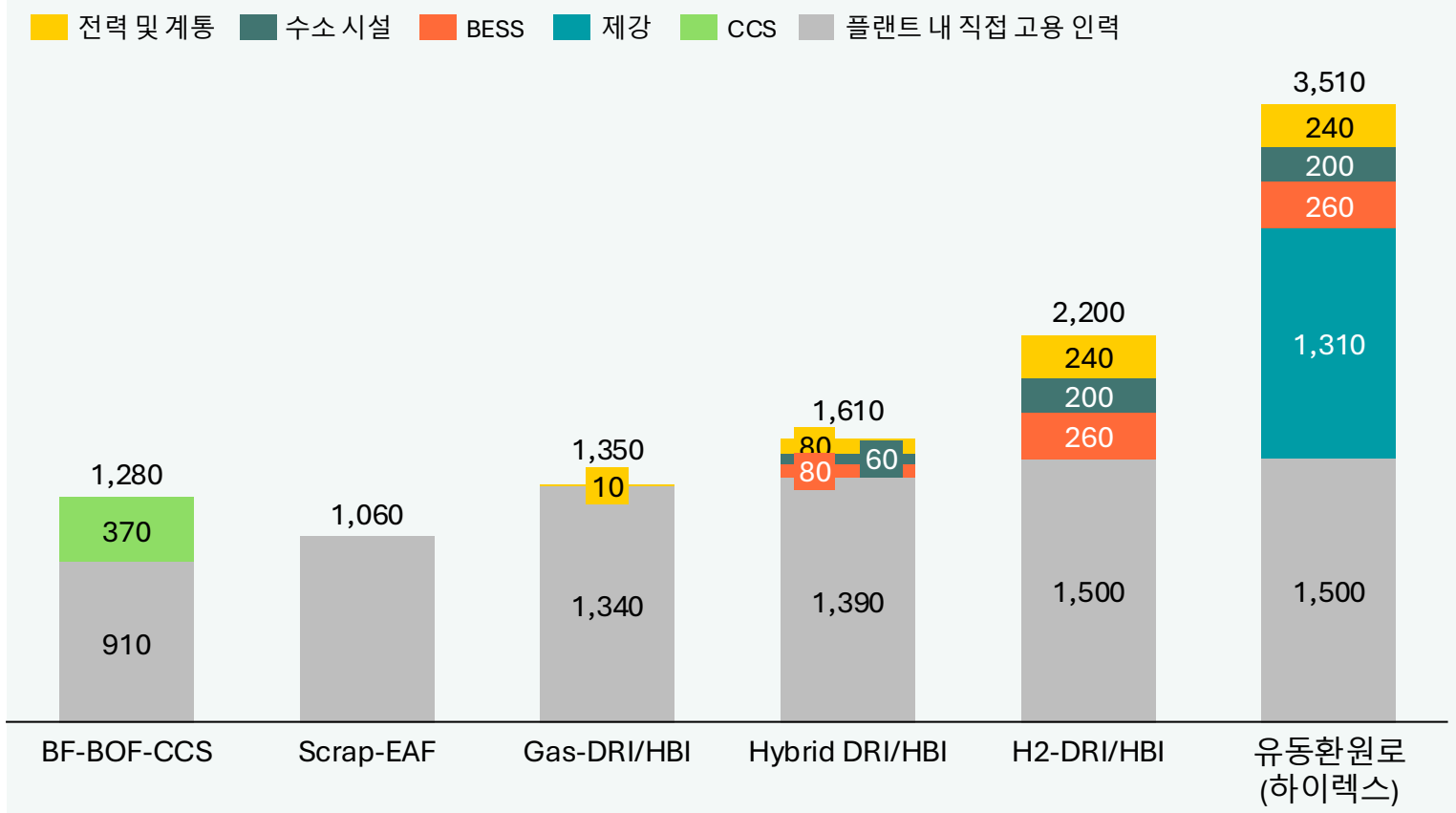
같은 지역에서 저탄소 기술 제조업이 상당히 많은 신규 고용을 창출하고 있다. 포항에는 양극재, 전구체, 음극재, 리튬 가공에 걸쳐 8개의 배터리 소재 공장이 가동 중이며, 6개가 추가로 건설되고 있다. 광양의 설비는 대부분 포스코퓨처엠이 차지하고 있으며, 음극재 원료는 포스코MC머티리얼즈의 침상코크스 공장에서 공급된다. 당진은 다른 길을 가고 있는데, 대한전선의 송전케이블 클러스터가 그 축이다.

철강과 저탄소 기술 제조업이 같은 지역에 위치한다는 점은 인력 다변화에 실질적인 선택지를 제공한다. 제선 인력은 정밀 공정 운영과 관리에서 이전 가능한 숙련도를 갖추고 있어, 배터리 소재나 케이블 생산 분야에 곧바로 활용될 수 있다. 신뢰할 수 있는 '정의로운 전환' 체계를 마련하려면, 각 지역이 이미 갖춘 기회에 맞춰 지원을 설계하는 도시 단위의 접근이 필요하다.

1. 1차 제강 인력 수치는 Global Energy Monitor (2026) 기준. 제선 추정치는 IEAGHG (2013)에 따라 인력의 28%가 해당 활동에 전담된다고 가정. 포항에는 하이렉스 실증 인력 120명이 추가로 포함되며, 이는 300 ktpa 설비 규모를 스테그라의 보덴 250만 톤 플랜트의 1,500명에 견주어 산출한 값이다. 2. 저탄소 기술 고용은 한국 OEM 제조사 (배터리 소재, 태양광, 풍력, 송전 케이블, 계통 설비)의 사업장 단위 데이터베이스로 추정하였다. 고용은 사업장 생산능력에 부문별 노동집약도 벤치마크를 적용해 도출하였으며 사업장 단위 실제 고용과 다를 수 있다. 배터리 양극재, 전구체, 음극재 사업장의 고용 승수는 포스코퓨처엠의 광양 배터리 소재 사업장 공개 직접 인력을 벤치마크하여 연간 생산능력 1톤당 0.004명으로 수정하였다. '현재'는 가동 중 사업장, '계획'은 건설 중이거나 투자가 확약된 사업장을 반영한다. 추정치에는 건설 단계 고용이나 다운스트림 서비스 직군이 포함되지 않는다. 출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준.

고용: 저탄소 철강 투자 확대는 저탄소 기술 제조 수요를 창출하고 고용 확대를 견인할 수 있다

250만톤급 플랜트 1기 수주가 뒷받침하는 국내 설비 제조 일자리 추정치, 단위: 250만톤급 플랜트당 근로자 수



저탄소 철강 플랜트 1기는 국내 제조업에 상당한 규모의 수주 기회를 가져온다. 250만톤급 플랜트 1기에는 전력 시스템, 공정 설비, 에너지저장장치 등이 대량으로 투입되며, 일부 핵심 부품의 발주 규모는 국내 공급업체의 연간 생산량에서 상당한 비중을 차지할 수 있다.

국내 장비 제조업의 고용 효과는 수소 기반 제철 경로에서 가장 크게 나타난다. 설비 한 곳을 기준으로 H2-DRI/ HBI는 플랜트당 약 700개, 유동환원로 (하이렉스)는 약 2,000개의 국내 제조업 일자리를 뒷받침할 수 있다. 두 경로 모두 BESS, 전력망 설비, 공정 기계 등 한국 산업이 경쟁력을 보유한 분야의 수요를 확대한다.

반면 CCS 개조로 인한 산업적 기회는 상대적으로 제한적이며, Gas-DRI/ HBI와 Scrap-EAF의 국내 고용 효과는 미미하다. BF-BOF에 CCS를 적용하면 압축기와 포집 설비를 중심으로 플랜트당 약 370개의 일자리가 창출된다. 그러나 Gas-DRI/ HBI와 Scrap-EAF는 샤프트로와 개질기 분야에서 국내 기업이 보유한 핵심기술이 거의 없어, 설비 한 곳당 국내 장비 제조업 일자리가 10개 미만에 그친다.

핵심 기술 소유권은 생산 경로 선택과 한국의 저탄소 기술 제조 기반 성장 간의 연결고리를 견고하게 한다. 유동환원로(하이렉스)가 글로벌 시장으로 확산되면 프로젝트가 추진될 때마다 국내 제조기업에 지속적으로 반복적인 수주가 발생한다. 반대로 Gas-DRI/ HBI 혹은 H2-DRI/ HBI 중심으로 전환할 경우, 동일한 규모의 투자에서 국내 제조업이 확보할 수 있는 수주 기회의 상당 부분을 해외 공급망에 내줄 수 있다.

1. ESS는 100% 한국 확보 (삼성SDI, LG에너지솔루션, SK온)로 가정하였고, 전기용융로 + 유동층도 100% 한국 확보 (포스코 독자 하이렉스 기술)로 가정하였다. 연간 최고치는 총 제조 수요를 4년의 납품 기간에 분산한 값이다. EPC와 O&M은 제외하였다. 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준. 구성요소별 노동집약도 (CAPEX 100만 달러당 일자리): 전력 및 계통 인터페이스, 한국은행 부문 372, 0.66; 수소 처리, 부문 382, 0.79; ESS, 부문 373, 0.27; 전기용융로 + 유동층, 부문 392, 0.98; 전해조, 부문 399, 1.11; CCS 설비, 부문 382/399, 0.66~1.11.

고용: 생산 방식별 직접 고용 차이는 제한적이지만, 탄소 배출량이 적은 방식일수록 업스트림 제조업의 인력 개발을 촉진할 수 있다

BF-BOF는 상시 고용 인력이 가장 많지만, 건설 단계에서 국내 제조업에 미치는 수요 효과는 제한적이다. 플랜트당 890명이 제선, 주조, 엔지니어링 분야에 집중되어 있다. CCS 개조를 적용하면 건설 기간 중 국내 설비 제조 일자리가 약 370개 추가되지만, 상시 고용 인원 자체는 변하지 않는다.

샤프트로 방식은 상시 고용 규모는 비슷하지만, 국내 제조업 파급 효과는 거의 없다. Gas-DRI/HBI, 수입 Hybrid-HBI , Scrap EAF는 모두 플랜트당 1,060에서 1,390명의 상시 인력을 유지한다. 그러나 세 경로 모두 건설 단계의 파급 효과는 미미한데, 샤프트로와 개질기 기술을 거의 전적으로 해외 기업이 보유하고 있기 때문이다.

H2-DRI-EAF나 하이렉스는 상시 고용 면에서 BF-BOF와 비슷하면서도, 건설 단계에서 국내 제조업 수요를 가장 크게 창출한다. H2-DRI-EAF는 약 1,500명의 상시 인력을 유지하며 건설 기간 중 약 700개의 국내 설비 제조 일자리를 만들어낸다. 하이렉스는 상시 고용 규모는 비슷하면서도 제조업 파급 효과는 약 2,000개로 거의 세 배에 달하는데, 이는 포스코의 독자 전기용융로, 유동환원로 기술에 기반한다.

제선 인력의 대체는 여전히 저탄소 전환의 핵심 리스크지만, 저탄소 기술 산업이 같은 지역에 자리 잡고 있다는 점은 인력 재배치가 용이할 수 있음을 의미한다. 배터리 소재, 송배전 설비, 케이블 제조업은 포항, 광양, 당진 등 저탄소 전환 리스크에 가장 많이 노출된 지역들 에서 성장하고 있다.

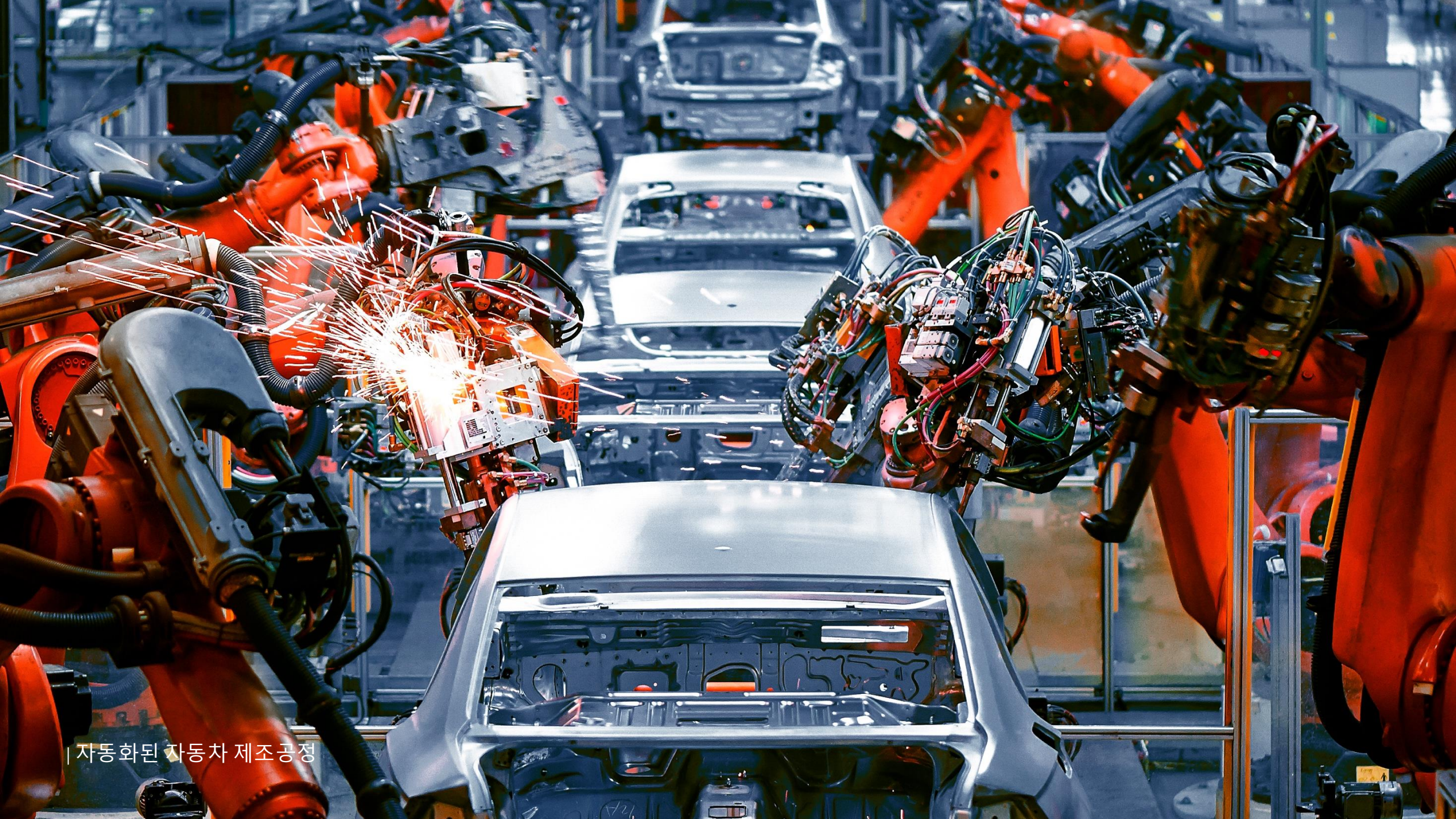
기술		4 고용	
		a 플랜트당 근로자	b 플랜트당 국내 제조 일자리
BF-BOF		890	-
BF-BOF-CCS		910	370
Scrap EAF		1,060	0
Gas-DRI/ HBI	국산 DRI	1,390	10
	수입 HBI	1,060	10
수입 Hybrid-HBI (70% Gas)		1,390	150
수입 H2-HBI		1,060	700
유동환원로 (하이렉스)	국산 원자력	1,500	2,000
	수입 HBI	1,060	2,000

높은 성장 잠재력 / 낮은 비용 · 중간 성장 잠재력 / 중간 비용 · 낮은 성장 잠재력 / 높은 비용

출처: MPP 자체 분석, 하이렉스는 MPP 자체 분석 기준

저탄소 철강 시장 창출의 필요성

저탄소 철강 수요의 부재와 이로 인한 투자 지연



| 자동화된 자동차 제조공정

한국은 저탄소 철강 프로젝트를 수행할 역량을 갖추고 있지만, 투자를 뒷받침할 수익 기반은 아직 충분하지 않다

투자 확실성을 뒷받침하는 수익 조건 비교

	Stegra	유동환원로 (하이렉스) 실증
사업 실적 및 판매 파이프라인	신규 그린필드 프로젝트	프리미엄 구매처와의 관계 기구축
탄소 가격	EU ETS 약 60~80 유로/t	K-ETS 철강 부문 100% 무상할당
저탄소 철강 프리미엄	자발적 수요를 기반으로 확보	부재
장기 오프테이크	생산 능력의 60%를 장기 오프테이크 계약으로 확보	부재
공공 부문의 위험 분담	EU 보조금 2억 6,500만 유로, 스웨덴 정부 지원	K-스틸법 및 K-GX 지원 하에서 가능

긍정 중립 부정

한국은 어떤 저탄소 철강 생산 방식이든 실행할 수 있는 운영 노하우, EPC 역량, 기술 생태계를 갖추고 있다. 포스코와 현대제철은 상용화 규모로 고로와 전기로 방식을 모두 운영하고 있으며, 포스코이앤씨를 비롯한 계열 엔지니어링사를 통해 EPC 역량도 입증했다. 또한 루이지애나 프로젝트에는 공동으로 자본을 투입했고, 포스코는 포트 헤들랜드와 포항에도 별도로 투자했다. 역량은 충분하다. 문제는 투자로 이어질 수 있는 여건이다.

프로젝트가 금융조달을 확정하고 실제 투자 단계로 진입하느냐, 개발단계에 머무느냐를 가르는 핵심은 기술 성숙도가 아니라 안정적인 수익 전망이다. 프로젝트 자체가 창출하는 현금흐름과 자산만을 상환 재원으로 삼는 비소구 금융(Non-recourse) 구조 특성상, 대주단은 자본을 투입하기 전에 그 현금흐름에 대한 확신을 요구한다. 그 확신은 결국 장기 오프테이크에서 나온다. 상용화 규모로는 최초로 금융조달을 완료한 저탄소 철강 프로젝트인 스테그라는, 금융조달 결정이 내려지기 전에 이미 벤츠, 포르쉐, MBW, 볼보, 이케아 등을 포함한 20건의 계약을 통해 생산능력의 약 60%에 대한 구속력 있는 구매계약을 확보했다. 계약 기간은 5년에서 7년이었고, 상당한 저탄소 철강 프리미엄이 반영되어 있었다. 이러한 오프테이크 기반이 프로젝트 금융과 후속 투자를 가능하게 한 출발점이었다.

반면 한국의 수요기업들은 아직 이에 상응하는 수준의 구매 확약을 내놓지 않고 있다. BloombergNEF의 2026년 1월 저탄소 철강 오프테이크 트래커에 한국이 등장하는 사례는 포스코가 LG전자에 공급한 200톤 규모의 시범 물량 한 건 뿐이다. 이것이 향후 10년간 수백만 톤 규모로 예상되는 개수 사이클에 대응해 한국이 확보한 구매계약 실적의 전부다.

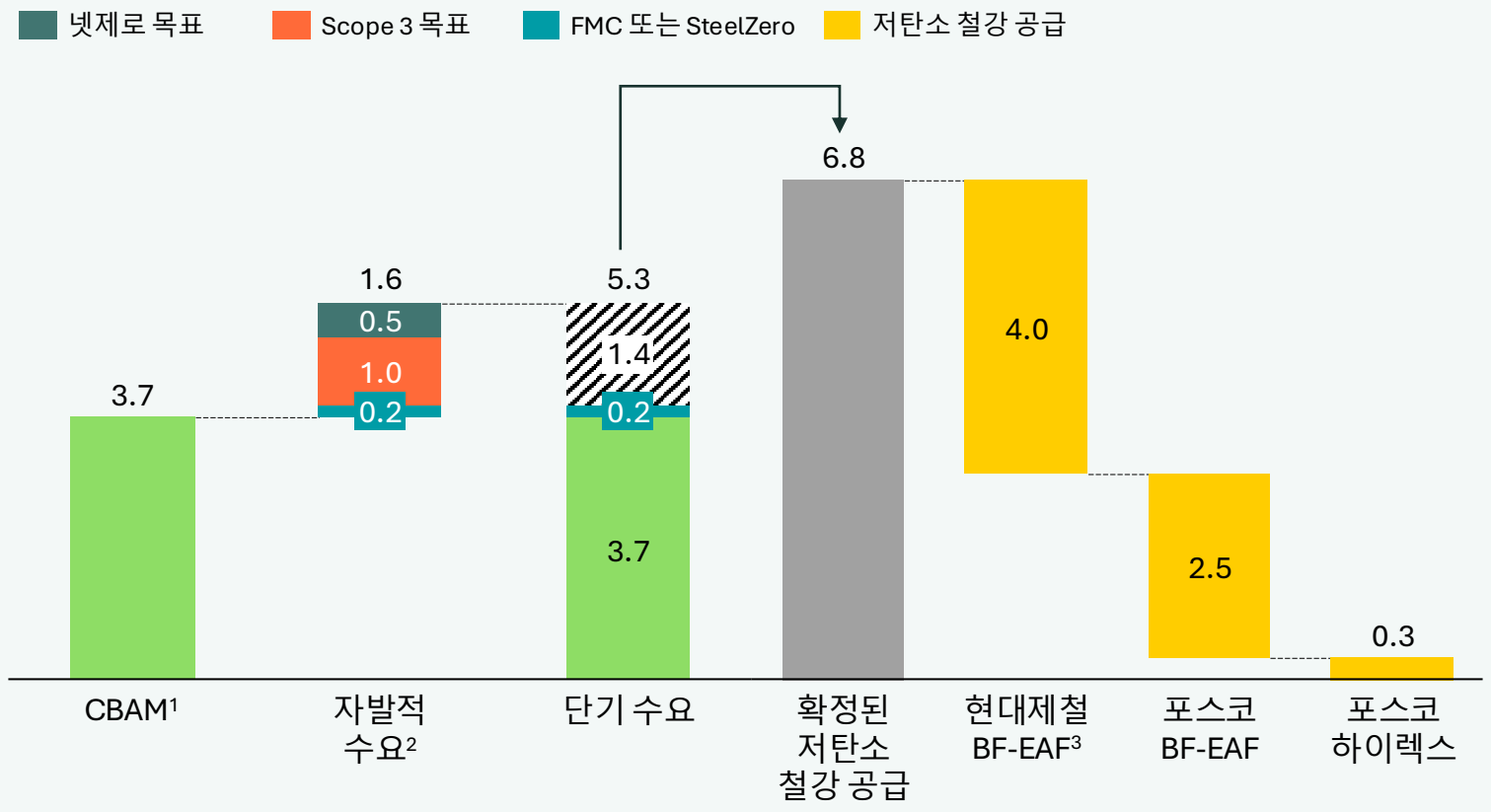
금융조달을 뒷받침할 확실한 수요가 없다면 한국은 중국과의 격차를 좁히기도, CBAM 강화에 선제적으로 대응하기도 어렵다. 광양 EAF와 현대제철의 BF-EAF 공정을 통해 단기적인 CBAM 노출 정도는 관리할 수 있을지 모르지만, 이런 대응은 향후 개수 사이클 규모까지 확장되지 않으며, 탄소 조건을 충족해야 접근할 수 있는 시장이 2030년대에 걸쳐 계속 확대되고 강화될 것이다. 더 근본적인 위협은 중국이다. 중국 생산자들은 상용화 규모의 수소 야금 분야에서 공정 노하우와 기술 주도권을 쌓아가고 있으며, 이 운용 경험은 생산량이 늘어날수록 계속 누적된다. 한국이 이 역량을 따라잡고, 그 역량이 중요해질 저탄소 철강 시장에서 입지를 지킬 수 있는 시간은 저탄소 프로젝트의 최종투자결정 없이 개수 주기가 한 차례씩 지나갈 때마다 줄어들고 있다.

청정산업 부문의 수요 촉진 정책 사례에 대해서는 MPP Global Project Tracker update (2026년 6월)에서 더 자세한 내용을 확인할 수 있다.

주: 1. Mission Possible Partnership (2025). 2. BNEF Green Steel Offtake Database v1.1.1. 출처: MPP 자체 분석

초기 저탄소 철강 수요가 나타나고 있지만, 다음 단계의 신규 프로젝트를 추가로 이끌어내기엔 충분하지 않다

접근 가능한 저탄소 철강 수요와 확정 공급 추정치, Mt steel



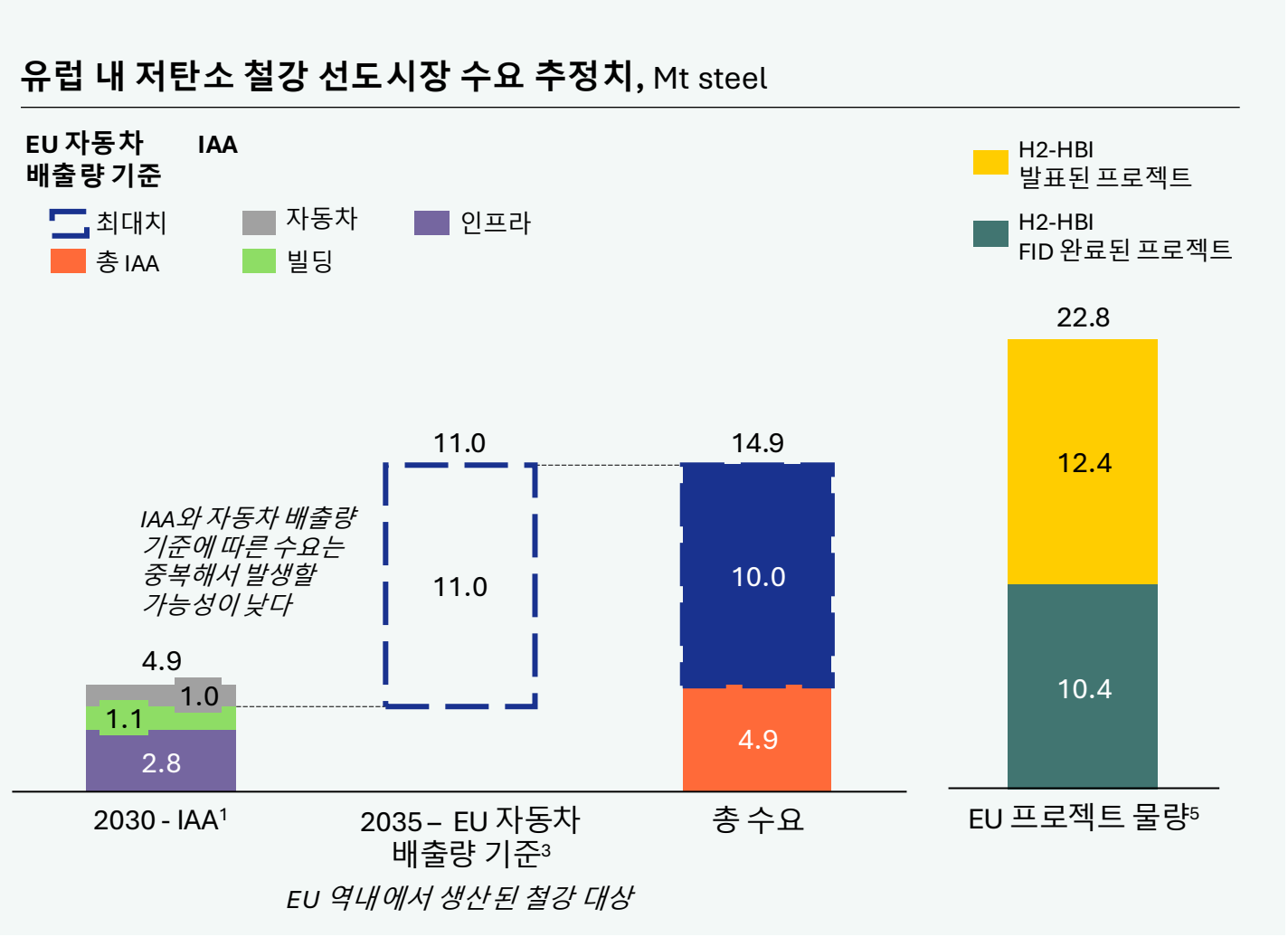
CBAM과 자발적 수요를 합치면 실질적인 수요를 만들어낼 순 있지만 충분한 수준은 아니다. CBAM은 한국산 철강 수출 370만 톤에 적용되지만, 이는 규제 준수 압박을 만들 뿐 실제 구매계약을 만들어내지는 않는다. 기업의 자발적 서약은 160만 톤에 이르지만, 이 중 명시적인 구매 의향이 확인된 물량은 20만 톤에 불과하다. 나머지는 Scope 3 감축과 넷제로 목표에 따른 수요 의향으로, 시장의 방향성은 보여주지만 금융조달의 근거로 삼기는 어렵다.

현재의 수요 신호는 이미 확정된 공급 계획만으로도 사실상 거의 모두 흡수된다. 수요 신호가 총 530만 톤인 것에 비해, 현대제철의 BF-EAF 복합공정, 포스코 EAF, 유동환원로(하이렉스) 실증 설비를 통해 최대 680만 톤의 저탄소 공급 계획이 갖추어져 있다. 추가 수요가 거의 없는 상황에서, 현재의 시장 여건만으로는 새로운 프로젝트를 단 하나도 앞당길 수 없다.

새로운 수요가 창출되지 않으면, 한국은 경쟁력을 유지하는 데 필요한 프로젝트 파이프라인을 구축할 수 없다. 다가오는 고로 개수 시점에는 이미 확정된 물량을 넘어서는 신규 설비에 대한 최종투자의사결정(FID)이 필요하다. 중국은 수소 기반 제철 분야에서 상업 규모의 생산 경험과 기술 리더십을 빠르게 축적하고 있다. 신규 저탄소 프로젝트에 대한 FID 없이 고로 개수 주기를 한 차례 더 넘길 때마다 양국 간 격차는 더욱 벌어진다. 수요 신호를 실제 구매계약으로 전환하는 것은 단순한 개선과제가 아니라, 한국이 글로벌 경쟁에서 계속 앞서가기 위한 선결조건이다.

1. RMI (2026)의 아시아태평양 지역 한국 자발적 철강 수요 평가 기준. 수요 신뢰도는 범주별로 다르다. FMC/SteelZero 물량은 명시적 구매 서약을 반영한다. Scope 3 물량은 업스트림 배출 목표에서 추론한 값이다. 넷제로 물량은 포괄적 탄소중립 목표에서 도출한 것으로 참고용에 불과하다. 2. CBAM 적용 대상 철강 수출 HS6 코드 (72/73류)에 대한 MPP 자체 분석. 무역 데이터는 2024년 기준이며 BACI 출처. 3. 현대제철은 1단계 복합 공정의 정격 생산능력을 공개하지 않았으나, 기존 EAF의 생산능력은 120만 톤 (가동률은 100% 미만으로 추정)이며, 현대제철이 주장하는 20%의 탄소집약도 저감을 달성하기 위해 고로 용선과 25% 비율로 배합한다고 가정하였다. 출처: MPP 자체 분석. 주: 1. Mission Possible Partnership (2025). 2. BNEF Green Steel Offtake Database v1.1.1. 출처: MPP 자체 분석

저탄소 철강 전환을 선도하고 있는 시장들은 공급 측 지원에 그치지 않고, 확실하고 예측 가능한 수요를 정책적으로 조성해왔다



EU는 철강 수요가 가장 큰 산업 부문을 중심으로 선도시장을 의도적으로 조성하고 있다. 산업가속화법(IAA)은 2029년부터 공공조달과 정부 지원을 받는 건설·인프라 사업에 저탄소 철강 25% 사용 요건을 도입해 약 240만 톤의 수요를 창출할 것으로 예상된다.[1] EU 자동차 CO_2 기준은 이러한 수요 신호를 자동차 부문으로 확대하며, 차량에 사용되는 철강에 대한 저탄소 요건을 통해 2035년까지 최대 1,100만 톤의 추가 수요를 만들어낼 수 있다. 다만 최근의 연료 공급 차질로 전기차 전환이 예상보다 빨라질 경우 필요한 철강 물량 자체가 줄어 실제 수요는 이보다 낮아질 가능성이 있다.[5]

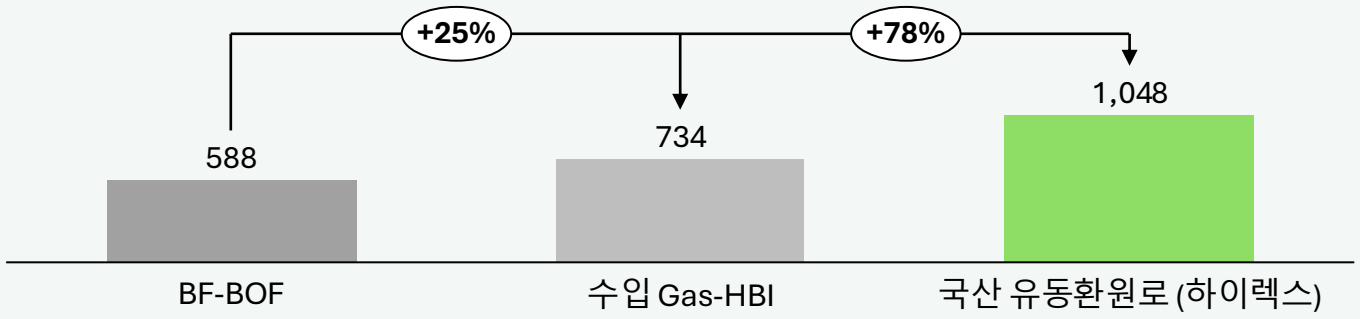
공급 측 지원은 저탄소 철강의 최종 공급비용을 낮추는 동시에, 개별 프로젝트만으로는 구축하기 어려운 공통 인프라를 조율하는 역할을 한다. 스웨덴은 재생에너지 접근성, 전력망 인프라, 녹색 공공조달을 정부가 조율함으로써 시장의 힘만으로는 마련하기 어려운 저탄소 철강 전환 여건을 구축했다. 독일은 뒤스부르크에 건설되는 티센크루프의 연산 250만 톤 규모 DRI 설비에 22억 유로를 지원했으며, 2026년 말까지 가스 기반 운영을 시작할 예정이다.[4] 한국의 K-GX와 K-스틸법 역시 이와 같은 전환을 뒷받침할 수 있는 제도적 기반을 제공한다.

유럽의 경험은 공급 측 지원이 프로젝트 추진을 가속화할 수 있지만, 최종투자결정(FID)을 이끌어내는 핵심은 결국 수요 창출임을 보여준다. 유럽에서는 상당한 보조금을 확보하고도 안정적인 수익구조가 완성되지 않은 프로젝트들이 지연되거나 중단된 반면, 공공 지원과 함께 구속력 있는 오프테이크 계약을 확보한 프로젝트들은 실제 투자 단계로 진전됐다. 한국도 공급 측 정책 기반은 점차 갖춰지고 있다. 이제 우선과제는 이에 상응하는 수요 기반을 구축하는 것이다.

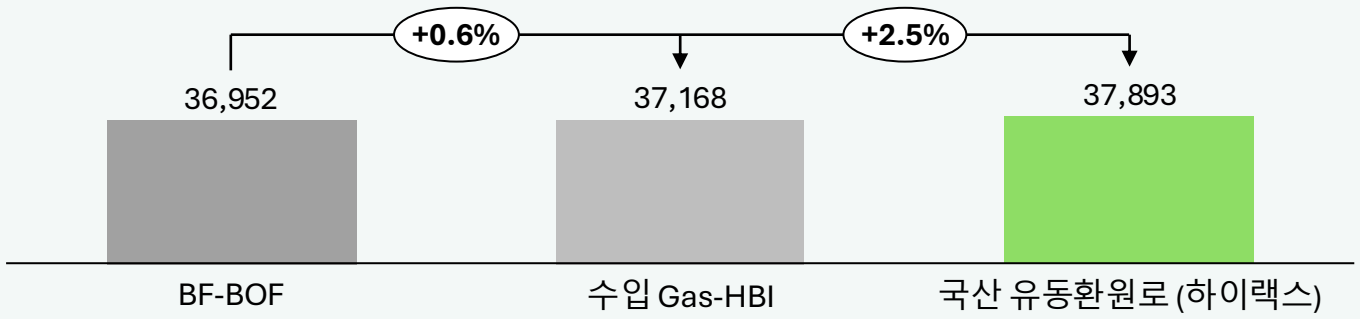
1. 다음에 제시된 조치에 대한 MPP 자체 분석 기준: IAA 제안 및 부속 영향평가 (2026), 가정은 다음에서 원용: Brussels School (2024), JRC (2025). IAA에 제시된 저탄소 요건 수준을 가정하고, 민간 부문 지원 사업의 45%가 부문 수요의 비례 몫에 해당한다고 가정. 1차 및 2차 철강과 자동차 부문 공적 지원 사업을 모두 포함. 2. 저탄소 철강에 따른 최대 배기 배출 저감을 7.7 gCO2e/km, 차량당 평균 철강 함량 1.1톤, 차량당 총 생애주기 주행거리 24만 km로 가정. 3. 하단은 2030년 연간 1,000만 대, 상단은 1,300만 대 판매를 가정. 4. IEA (2025); 5. MPP Global Project Tracker (2026)

저탄소 철강의 최종소비자 부담은 크지 않지만, 비용은 공급망에 집중되므로, 정교하게 설계된 맞춤형 인센티브로 이를 해소할 수 있다

철강사의 저탄소 철강 전환에 따른 단가 상승폭[1], $ / t Steel, %



완성차업체의 저탄소 철강 전환에 따른 단가 상승폭[2], $ / 대, %



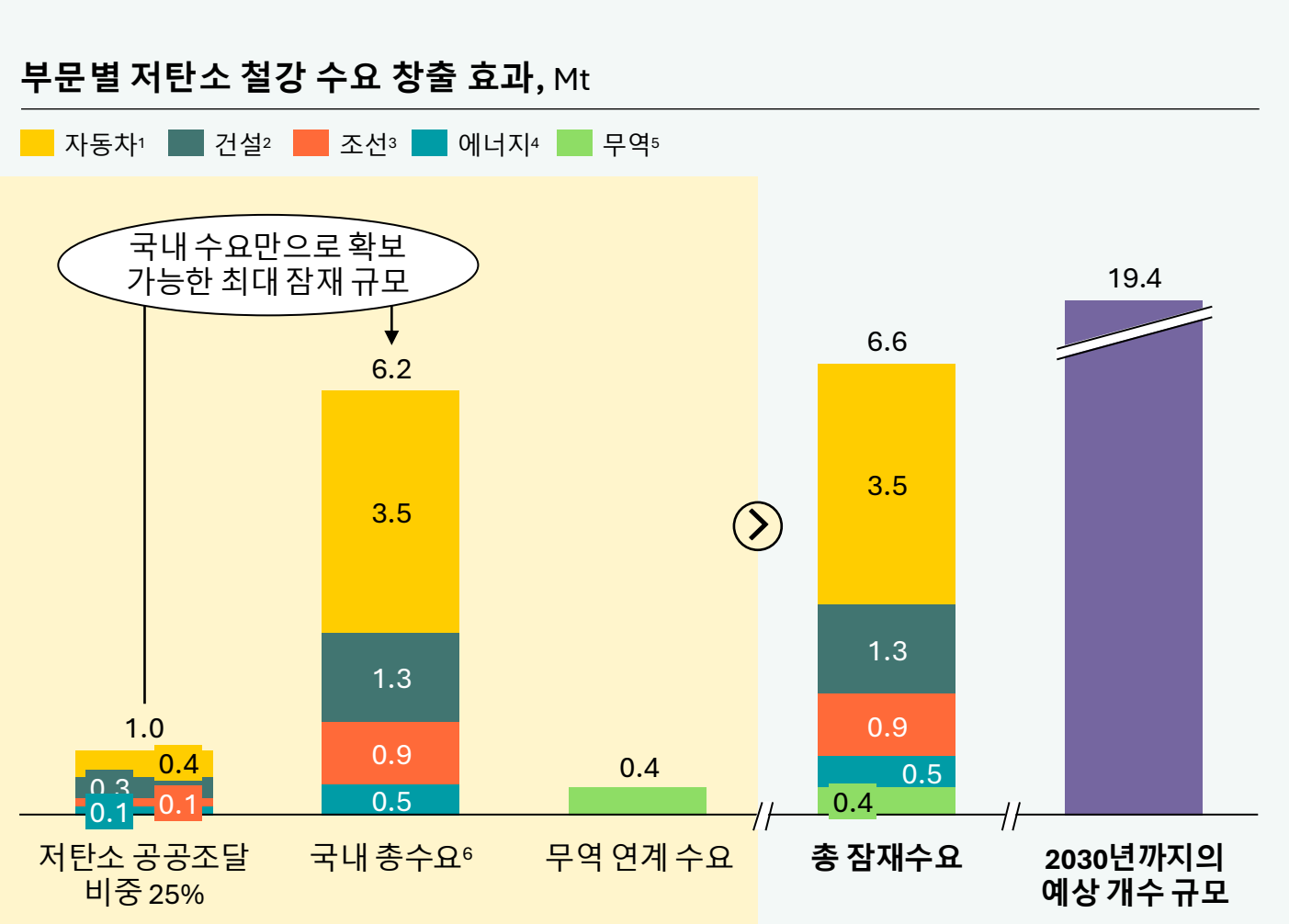
저탄소 철강의 가격 프리미엄은 최종 소비자가 감당할 수 있는 수준으로, 수요 촉진 정책이 완제품의 가격경쟁력을 훼손할 가능성은 크지 않다. 수입 Gas-HBI로 전환할 경우 중형 SUV의 소매가격은 약 0.9%, H_2-HBI와 유동환원로 기반 HyREX의 경우 약 2.5% 상승하는 것으로 분석된다.[1] 주택 한 채에 미치는 비용 영향도 이와 유사한 수준이다. 이 정도의 가격 상승은 소비자의 구매 결정을 좌우하거나 한국의 자동차·건설 등 다운스트림 제조업체의 시장 경쟁력을 약화시킬 수준은 아니다. 따라서 최종 제품 가격을 기준으로 보면, 저탄소 철강 수요 정책이 소비자 부담을 크게 높인다는 주장은 설득력이 낮다.

보다 실질적인 부담은 비용 전가가 어려운 공급망 중간 단계에 집중된다. 100% 수소 기반 철강을 사용할 경우 부품 제조사의 섀시와 BIW(차체 골격) 원가는 13~17% 증가할 수 있다. 완성차는 다양한 부품과 소재로 구성된 전체 원가에 철강 프리미엄을 분산할 수 있지만, 특정 철강 부품을 생산하는 공급업체는 이러한 비용을 같은 방식으로 흡수하기 어렵다. 따라서 수요 정책은 최종 소비자 가격에 미치는 영향뿐 아니라, 공급망 내 어느 기업이 추가 비용을 부담하게 되는지를 고려해 설계할 필요가 있다.

일본의 GX 철강 지원제도는 이러한 공급망 부담을 완화하면서 수요를 창출하는 방식을 보여준다. 일본 경제산업성은 공급망 중간기업이 아니라 완제품 제조사를 대상으로 지원하며, 청정에너지차 한 대당 GX 철강 사용 비중에 따라 최대 5만 엔을 지원하는 방식으로 OEM 단계의 저탄소 철강 프리미엄을 전액 보전할 수 있도록 설계했다.[3] 이를 통해 공급망 기업의 마진을 압박하지 않으면서도 다운스트림 수요를 확대한다. 한국 역시 유사한 산업구조와 정책수단을 갖추고 있어, 이와 같은 접근을 적용할 여지가 있다.

1. 사단법인 넥스트 LCOS 모델 기준. 2. 다음에 기반한 MPP 비용 전가 모델 기준: J. C. Kelly et al. (2020), S. Xiong et al. (2019), RMIS (2025), R&D GREET 2 Series Vehicle-Cycle, ADEME (2024), BCG (2023), ICCT (2025), IEAGHG (2013), TradeMap, Steelonthenet (2025), N. Müllet et al. (2021), K. Benavides et al. (2024), X. Fang et al. (2024), P. Cavaliere et al. (2022), A. Bhaskar et al. (2020), L. Hooey et al. (2014), W. Hall et al. (2021), P. Duarte and J. Martinez (2021), BNEF (2025), Eurostat (2025). 3. WWF (2025).

수요 활성화를 통해 향후 설비 전환·투자 주기에 약 600만~700만 톤의 저탄소 철강 생산 기반을 확보할 수 있다.



국내 네 개 부문의 선도시장을 활용하면 600만 톤 이상의 저탄소 철강 수요를 창출할 수 있으며, 이는 2030년 전후 예정된 한국의 고로 개수 물량과도 상당 부분 맞물린다. 한국은 건설·조선 부문의 녹색 공공조달, 자동차 부문의 저탄소 철강 사용요건, 재생에너지 부문의 구매기준 등을 통해 자체적으로 수요를 만들어낼 수 있다. 이러한 정책적 수요를 바탕으로 장기 오프테이크 계약이 체결되면, 초기 프로젝트의 최종투자결정(FID)을 앞당기는 데 필요한 안정적인 수익 기반을 제공할 수 있다.

무역과 연계한 수요 창출은 프로젝트 추진에 필요한 이해관계를 맞추는 수단이 될 수 있지만, 아직 충분히 활용되지 않고 있다. 한국은 철광석·LNG·HBI를 공급받는 주요 국가들에 연간 약 140억 달러 규모의 자동차를 수출하고 있다. 업스트림 원료·에너지 공급협정과 연계해 저탄소 철강을 사용한 한국산 제조품에 대한 녹색조달 약정을 포함한다면 상호 이익을 창출할 수 있다. 특히 한국의 자본과 기술 유치를 원하는 파트너 국가는 그 대가로 한국산 저탄소 제품에 대한 수요를 제공할 유인을 가질 수 있다.

투자 확실성이 확보되면 한국은 새로운 수출 경쟁력도 구축할 수 있다. Gas-DRI와 H_2-DRI 경로의 FID와 금융조달을 뒷받침할 만큼 확실한 수요가 형성되면, 실제 프로젝트를 통해 운영 경험과 상용화 실적을 축적할 수 있다. 이는 향후 글로벌 DRI 시장이 확대될 때 한국의 기술과 장비가 해외시장에 진출할 수 있는 기반이 된다. 잠재 수요는 이미 존재하고 정책수단도 검증돼 있다. 문제는 고로 개수 의사결정의 시점이 기다려주지 않는다는 점이다.

1. 2025년 철강 생산 6,200만 톤, 2024년 BACI HS72, 73 기준 내수 시장 약 55%, 자동차는 내수의 약 30%, 2035년 EV 목표 53~61%, EU Industrial Accelerator Act 자동차 부문의 저탄소 철강 크레딧 상계 7%. 2. 건설은 내수의 약 35%, 국내 건설의 공공조달 비중 약 30%, 건설 내 철근 비중 약 60%, EU 공공조달 벤치마크 25%. 3. 조선은 내수의 15%, 국내 조선의 공공조달 비중 10%, 공공조달 25%. 4. 2024년 한국 풍력 입찰 1.9 GW, 평균 10 MW 터빈, 10 MW 터빈당 모노파일 철강 1.9 kt, 타워 0.6 kt, 공공조달 25%. 5. 2024년 한국은 에너지, 철광석 공급국 (호주, 브라질, 캐나다, 중동, 북아프리카)에 140억 달러, 약 80만 톤의 차량 내재 철강을 수출. 상호 25~50%의 녹색 조달 의무를 가정. 6. 전 부문 100% 저탄소 공공조달. 출처: RMI Asia-Pacific's Green Steel Demand Opportunity 2026, Yuanta Korea 2025, Influence Map 2025, EU IAA Automotive, Global Wind Energy Council 2025, 언론 검색, MPP 자체 분석.

실행 전략

철강 산업 전환을 주도할 실질적인 선택지와 전략적 우선 과제

한국 철강 산업은 구조적 압박과 실질적 기회를 동시에 맞고 있으며, 실행을 위한 마지막 한 가지 조건이 남아 있다

저탄소 철강에 대한 투자를 강화해 지금의 기회를 잡아야 한다

CBAM은 이미 한국의 핵심 고부가가치 수출 강종에 영향을 미치고 있으며, 그 압력은 더욱 커지고 있다. 현재 약 370만 톤의 한국산 철강 수출이 CBAM 적용 대상이며, 2028년부터 영향이 자동차와 기계류 등 다운스트림 산업으로 확대되면 연간 노출 규모는 최대 90억 달러에 이를 수 있다. 탄소배출 수준을 시장 접근 조건으로 반영하는 흐름은 한국의 주요 수출시장에서 구조적인 변화로 자리 잡고 있다.

더 시급한 경쟁 위협은 중국이다. 중국은 20개 이상의 프로젝트를 통해 연간 1,000만 톤이 넘는 H_2-HBI 생산능력을 구축하고 있다. 중국 철강사들은 비용 경쟁력이 기존 공정과 같아질 때까지 기다리지 않는다. 설비가 가동될 때마다 수소 기반 제철의 운영 경험과 원가 경쟁력을 축적하며 격차를 벌리고 있다.

한국에도 기술 경쟁의 선두에 설 수 있는 시간이 남아 있지만, 지연할수록 그 기회는 사라진다. 향후 5년간 약 2,000만 톤 규모의 고로 개수 여부가 결정될 예정이며, 이는 2030년대 후반까지 한국 철강 산업의 생산구조를 사실상 고정하게 된다. 투자를 미루는 기업은 한 번의 설비투자 주기만으로는 따라잡기 어려운 학습 격차에 뒤처질 수 있다.

적절한 시점에 전략적으로 투자해야 한다

저탄소 생산경로는 현재 상당한 비용 프리미엄을 수반하지만, 경제성은 빠르게 달라지고 있다. 현재 수소 가격을 기준으로 H_2-HBI의 생산비는 톤당 950달러를 넘는 반면 BF-BOF는 588달러 수준이다. 그러나 탄소가격이 적용되는 시장에서는 이 격차가 빠르게 좁혀진다. CBAM 인증서 비용이 전면 반영되면 2035년 이전에 유럽으로 수출되는 BF-BOF 철강은 Scrap EAF와 수입 Gas-HBI보다 가격 경쟁력이 낮아질 수 있다.

탄소배출이 가장 적은 생산경로는 한국에 가장 큰 경제적 가치도 제공한다. 유동환원로(하이렉스)와 H_2-HBI는 연산 250만 톤 규모 설비 한 곳당 그린 프리미엄, 시장 접근, 기술 수출을 통해 연간 최대 11억5,000만 달러의 가치를 창출할 수 있다. 또한 화석에너지 수입을 최대 55% 줄여, 그동안 한국 철강사의 수익성을 반복적으로 압박해 온 LNG와 원료탄 가격 변동에 대한 노출도 직접 낮출 수 있다.

현실적인 대응은 단기와 장기를 함께 고려한 포트폴리오 전략이다. 단기적으로는 Gas-DRI와 하이브리드 DRI가 유럽 저탄소 철강시장 진입을 이끄는 현실적인 경로다. 장기적으로는 유동환원로(하이렉스)가 가장 큰 기회이며, 한국이 약 700억 달러 규모의 글로벌 시장에서 경쟁력을 확보할 가능성이 가장 높은 기술경로다. 하나의 기술만으로 단기와 장기의 요구를 모두 충족할 수는 없다.

투자로 이어질 수 있는 확실한 수요를 만들어야 한다

한국의 저탄소 철강 정책 기반은 점차 갖춰지고 있다. K-스틸법과 K-GX 전략이 제도적 기반을 마련하고 있으며, POSCO와 현대제철도 루이지애나, 포트헤들랜드, 포항 등에 투자를 추진하고 있다. 기술 역량이나 정책적 의지가 부족한 것은 아니다.

부족한 것은 프로젝트 파이프라인을 실제 투자 결정으로 전환할 수 있는 수익의 확실성이다. 저탄소 산업 프로젝트의 금융종결은 기술의 준비도보다 안정적인 오프테이크 계약에 의해 좌우된다. Stegra는 FID 이전에 생산능력의 60%에 대해 구속력 있는 구매계약을 확보했다. 반면 한국은 수백만 톤 규모의 고로 개수 물량을 앞두고 있음에도 글로벌 저탄소 철강 오프테이크 추적 자료에 확인되는 사례가 단 한 건에 불과하다.

한국에는 이 격차를 해소할 수 있는 수요 창출 수단이 있다. 녹색 공공조달, 자동차 부문의 저탄소 철강 사용요건, 철광석·LNG 수출국과의 업스트림 공급협정에 연계한 무역 기반 수요를 결합하면 600만 톤 이상의 금융조달 가능한 오프테이크를 창출할 수 있다. 모두 다른 시장에서 이미 효과가 입증된 수단이며, 한국이 직접 영향력을 행사할 수 있는 수요시장에 적용할 수 있다.

어느 생산경로도 네 가지 기준을 모두 충족하지 못한다: 한국의 선택은 어떤 상충관계를 감수하고, 어떤 순서로 대응할 것인가에 달려 있다

	경쟁력		기회		공급망 회복력		고용	
	2030 LCOS $/ t steel	**2035 CBAM 비용** $/ t steel	**2030년까지 창출 가능한 매출** $m[1]	**기술 잠재 수출량** $bn CAPEX[2]	**에너지 수입량** GJ / t steel	**원료 충격 영향** $ / t steel	**직접 고용** 근로자수 / 2.5 Mt 플랜트	**업스트림 고용** 근로자수 / 2.5 Mt 플랜트 수주
BF-BOF	588	903	-	-	21.5	116	890	-
BF-BOF-CCS	746	857	260	1	21.7	116	910	370
Scrap EAF	573	599	310	2	1.9	91	1,060	0
가스 기반 Iron 국산 (DRI)	834	951	230	-	13	174	1,390	10
가스 기반 Iron 수입 (HBI)	734	851	230	5	13	83	1,060	10
수입 Hybrid HBI (70% gas)	808	877	280	1	11.3	82	1,060	150
수입 H2-HBI	966	930	810	70[4]	7.3	92	1,060	700
하이렉스 (국산 원전수소)[3]	1,091	1,063	1,150	3	2.6	83	1,500	2,000
하이렉스 (수입HBI)	1,126	1,069	1,150	70	7.3	83	1,060	2,000

높은 성장 잠재력 / 낮은 비용 중간 성장 잠재력 / 중간 비용 낮은 성장 잠재력 / 높은 비용

어느 하나의 생산경로도 CORE의 네 가지 기준을 모두 충족하지는 못한다. Scrap EAF가 비용과 공급망 회복력 측면에서는 가장 우수하지만, 저탄소 생산경로 가운데 경제적 가치 창출 기회가 가장 작고 일부 고급 강종 생산에는 적용하기 어렵다. 또한 한국은 철스크랩 역시 상당 부분 수입에 의존하고 있다. 따라서 핵심은 어느 기술이 가장 우월한지를 가리는 것이 아니라, 한국이 어떤 상충관계를 어느 시점까지 감수할 것인지 판단하는 데 있다.

FBR(HyREX)는 경제적 기회와 고용 측면에서 가장 우수하고 공급망 회복력도 높은 편이지만, 비용이 가장 높고 상용화 시점도 가장 늦다. 설비 한 곳당 창출할 수 있는 가치와 국내 업스트림 제조업 수요가 모든 경로 가운데 가장 크지만, 생산비 역시 상당한 격차로 가장 높으며 상업 규모의 적용은 2035년 이전에는 어려울 것으로 예상된다. HyREX와 같은 기술이 한국에 본격적인 산업적 가치를 창출하려면 국내 적용에 머무르지 않고, 글로벌 DRI 프로젝트 시장에서 다른 기술과 경쟁해 해외 프로젝트와 기술 수출을 확보할 수 있어야 한다.

수입 Gas-HBI와 Hybrid-HBI는 수소 공급망을 새로 구축하지 않고도 탄소 기준이 적용되는 시장에 진입할 수 있는 가장 현실적인 단기 경로다. BF-BOF에 비해서는 비용 프리미엄이 존재하지만, 탄소비용이 반영되면 도착원가 기준으로 BF-BOF뿐 아니라 다른 DRI/HBI 경로보다도 경쟁력을 확보할 수 있다. 동시에 원료 가격 급등에 대한 노출과 수입에너지 의존도도 크게 낮출 수 있다.

이러한 산업 전환 과정에서 경쟁력을 유지하려면 하나의 기술을 선택하기보다 포트폴리오 전략이 필요하다. 어느 한 경로도 모든 상충관계를 해결할 수 없으며, 단기와 장기의 요구를 동시에 충족하는 기술도 없다. 중요한 것은 순서를 정하는 일이다. 지금은 어떤 상충관계를 감수할 수 있는지, 시간이 지나면 어떤 조건이 더 이상 받아들이기 어려워지는지, 그리고 미래의 선택지를 열어두기 위해 지금 무엇을 시작해야 하는지를 판단해야 한다.

1. 업스트림·미드스트림·다운스트림 부문에서 발생하는 연간 환산 매출가치(연산 250만 톤 규모 설비당, 백만 달러/년), 2. 공표된 프로젝트 파이프라인에 톤당 CAPEX를 적용해 산정한 일회성 기술판매액: BF-BOF CCS 700달러/톤·200만 톤, 스크랩 EAF 145달러/톤·1,400만 톤, 가스 DRI 90달러/톤·5,500만 톤, 하이브리드 DRI 140달러/톤·700만 톤, FBR(HyREX) 2,900달러/톤·국내 100만 톤 및 수입 200만 톤. 3. 원자력. 4. 재생에너지(RE)를 포함한 H_2-DRI 설비 CAPEX의 상향식 추정치: 270억 달러

출처: MPP 자체 분석, MPP Global Project Tracker 2026년 6월, MPP Procurement Book 2026

한국은 철강 산업의 다음 성장 국면에서 기회를 선점할 수 있는 기반을 갖추고 있다. 네 가지 우선 과제에 따른 전략적 투자 방향을 제시하고자 한다

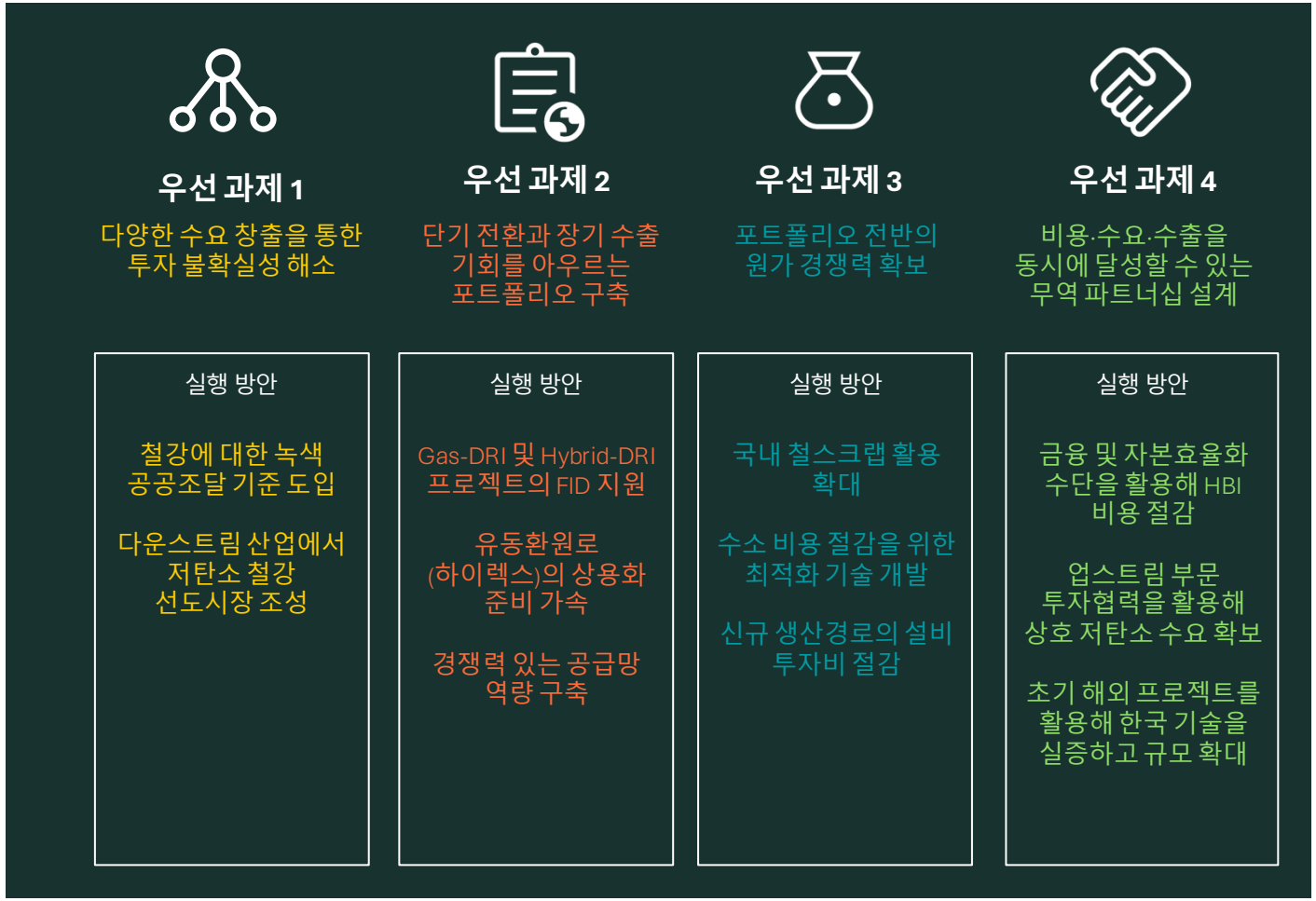
한국은 철강 산업을 전환할 수 있는 실질적인 선택지를 보유하고 있으며, 지금이 바로 실행에 나설 시점이다. 다음의 네 가지 우선과제는 어디에 전략적으로 투자해야 할지를 제시한다. 다만 이는 하나의 정답을 제시하는 처방이 아니다. 최적의 조합은 철강사와 정부가 전환 과정에서 어떤 선택을 하느냐에 따라 달라진다. 한국의 수요기업과 경쟁국은 기다려주지 않는다.

확실한 수요는 다른 모든 조치에 앞서 갖춰야 할 선결조건이다. 금융조달이 가능한 수준의 오프테이크가 확보되지 않으면, 어떤 포트폴리오 전략도 최종투자결정(FID)으로 이어질 수 없다.

다양한 기회를 온전히 확보하려면 의도적으로 설계된 포트폴리오 전략이 필요하다. 유동환원로(하이렉스)는 장기적으로 기술 수출의 핵심 기회지만, 그 단계에 도달하기 전까지는 Gas-DRI와 Hybrid-HBI가 전환의 가교 역할을 해야 한다.

한국은 철강 산업에서 높은 원가 경쟁력을 구축해 온 경험이 있으며, 새로운 생산경로에서도 이를 이어갈 수 있는 실질적인 수단을 갖추고 있다. 국내 철스크랩 활용 확대, 수소 비용 절감, 설비 투자비 절감은 모두 시간이 필요한 과제이며, 한국의 엔지니어링 역량을 집중적으로 결집해야 한다.

한국의 원가 경쟁력은 업스트림 공급망 관계를 어떻게 설계하느냐에 따라 크게 달라질 수 있다. 한국의 자본, EPC 역량, 기술을 활용한 전략적 무역 파트너십은 수입 비용을 낮추고 상호 수요를 창출하는 동시에, 한국이 글로벌 시장에서 선호되는 기술 공급국으로 자리 잡는 기반이 될 수 있다.



우선 과제 1: 다양한 저탄소 수요 창출을 통한 투자 불확실성 해소

실행 방안	설명	주요 고려사항
1 **철강에 대한 녹색 공공조달 기준 도입**	녹색 공공조달은 한국이 직접 통제할 수 있는 가장 확실한 수요 창출 수단이다. 공공 건설·조선·에너지 조달 전반에 내재탄소 기준을 적용하면 최대 100만 톤의 저탄소 철강 수요를 창출할 수 있다. EU 산업가속화법(IAA)이 제시한 청정 소재 25% 사용 목표를 참고할 수 있으며, 국내에서도 저탄소 철강 인증을 위한 기준과 절차가 마련되고 있다.	• **다운스트림 산업 영향 관리:** 건설 부문의 최종 산출물은 국제적으로 거래되는 성격이 낮아 경쟁 왜곡 위험이 상대적으로 제한적이다. 또한 국산과 수입 소재에 동일한 기준을 적용하면 무역 마찰을 줄일 수 있다. • **기준의 전략적 설계:** 조달 기준을 감축 수준이 높은 기술경로에 맞춰 설정하면 공공수요를 한국에 전략적 가치가 큰 생산경로로 유도할 수 있다. • **제품군별 접근:** 공공조달은 건설·인프라에 사용되는 봉형강류에 효과적일 수 있다. 반면 자동차·가전 등에 사용되는 판재류는 정부가 직접 구매하지 않으므로 별도의 수요 측 인센티브가 필요할 수 있다.
2 **자동차 산업을 시작으로 다운스트림 산업에 저탄소 철강 시장 조성**	공공조달만으로는 기술 전환을 이끌 만큼 충분한 수요를 만들어내기 어렵다. 자동차를 비롯한 주요 다운스트림 산업에 선도시장을 조성하면 이러한 수요 격차를 메울 수 있으며, 그중 자동차 산업은 가장 큰 단일 수요원이 될 수 있다. 특히 한국 자동차 산업은 2028년부터 자동차로 확대되는 CBAM의 영향에 직접 노출돼 있어, 전환에 필요한 규모의 저탄소 철강 수요를 조기에 창출할 수 있는 가장 유력한 분야다.	• **시간에 따른 비용 부담 관리:** 저탄소 철강 사용에 따른 일반 차량의 그린 프리미엄은 소매가격의 약 1% 수준이다. 초기에는 달성 가능한 수준에서 사용요건을 도입하고, 저탄소 철강 공급이 확대됨에 따라 단계적으로 강화하는 방식이 적절하다. • **수출 경쟁력에 미치는 영향 관리:** 한국 완성차 기업은 생산량의 상당 부분을 해외에 수출한다. 일본은 저배출 철강을 사용한 차량 한 대당 약 5만 엔을 지원해 경쟁력을 훼손하지 않으면서 수요를 창출하고 있다. 한국도 기존 전기차 보조금을 기본 지원과 저탄소 철강 프리미엄으로 구분하거나, 추가 예산 없이 저탄소 철강 수요를 유도하는 방안을 검토할 수 있다. 동시에 저탄소 철강 제품 지원과 탄소차액계약(CCfD) 등을 병행해 생산자에게 안정적인 수익 전망을 제공할 수 있다. • **수요산업의 범위를 폭넓게 검토:** 선도시장 정책은 승용차에 국한할 필요가 없으며, 저탄소 철강을 대규모로 사용할 수 있는 다른 다운스트림 산업으로 확대할 수 있다.

우선 과제 2: 단기 전환과 장기 성장 기회를 아우르는 포트폴리오 구축

실행 방안	설명	주요 고려사항
1 **Gas-DRI 및 Hybrid-DRI 프로젝트의 투자 환경 개선**	단기적으로 한국이 확보할 수 있는 가치는 미드스트림 단계의 저탄소 철강 프리미엄과 다운스트림시장의 접근 기회에 집중돼 있으며, 이를 실현하려면 현재보다 탄소집약도가 낮은 생산 기반을 조기에 확보해야 한다. Gas-DRI와 Hybrid-DRI를 활용하면 유동환원로(하이렉스)의 기술적 불확실성에 대비하면서도 CBAM 적용 시장 등에서 산업 경쟁력을 높일 수 있다. 이를 위해서는 저비용 지역에서 생산한 HBI를 도입하는 경로와 천연가스에 수소 비중을 점진적으로 높여가는 경로를 모두 포괄하는 투자 지원과 정책 체계가 필요하다.	• **지원 대상의 범위가 비용 경쟁력을 좌우한다:** 대부분의 구성에서 수입 HBI/DRI는 국내에서 환원철을 생산하는 방식보다 비용 경쟁력이 높다. K-스틸 지원 대상에서 수입 HBI/DRI를 제외할 경우, 그에 상응하는 전략적 편익 없이 더 높은 비용의 생산경로로 투자를 유도할 위험이 있다. 이를 위해서는 ① 수소 공급, ② DRI 수입을 위한 무역 파트너십, ③ 금융지원, ④ 비용 분담 등을 포함한 오프테이크 계약이 함께 마련돼야 한다. • **기준 설계가 창출되는 가치를 결정한다:** 탄소 감축폭이 큰 생산경로일수록 그린 프리미엄과 기술 수출에서 더 큰 가치를 창출한다. 따라서 감축 수준을 구분하지 않는 기준은 장기적으로 가장 높은 가치를 창출할 수 있는 기술경로에 불리하게 작용할 수 있다. • **유동환원로(하이렉스)와의 시너지를 활용할 수 있다:** DRI를 투입하는 EAF의 운영 경험은 향후 유동환원로(하이렉스)를 상업 규모로 확대하는 데 필요한 제철·조업 경험의 기반이 된다.
2 **하이렉스의 발빠른 상업화**	하이렉스는 장기적으로 가장 큰 매출 잠재성을 가지고 있다. 전기용융로, 유동환원로, 전해조를 결합한 핵심 기술체계가 한국의 독자 기술이며 해외 수출도 가능하기 때문이다. 실증설비는 2028년 가동을 목표로 하고 있지만, 현재 개발 속도라면 상업 규모 설비는 2035년 이전에 현실화되기 어렵다. 따라서 성공적인 실증에 필요한 조건을 조기에 확보하고, 실증단계에서 상업 규모 FID(최종투자결정)로 이어지는 엔지니어링 및 사업화 작업을 앞당길 필요가 있다.	• **상업 규모 확대는 성공적인 실증에 달려 있다:** 실증설비가 가동되기 전부터 저탄소 수소 공급과 오프테이크 또는 기술 라이선스에 대한 시장의 확약을 확보하는 것이 중요하다. 주요 선결조건은 ① 청정수소의 가격과 공급량, ② 청정전력, ③ 수소 운송 인프라, ④ 정책 및 인허가, ⑤ 유동환원로(하이렉스)의 기술 성숙도다. • **에너지·인프라 여건은 제철기술만큼 중요하다:** 하이렉스의 경쟁력은 대규모로 공급되는 가격 경쟁력 있는 재생에너지와 수소에 달려 있다. 중국은 재생에너지와 수소에 대한 정부 지원을 통해 저탄소 철강의 가격 프리미엄을 빠르게 낮추고 있으며, 대만도 TSMC에 필요한 재생에너지 접근성을 확보했다. 반면 한국에는 전략산업에 무탄소 전력을 우선 배분하는 이에 상응하는 제도가 아직 부족하다. • **새로운 혁신기술의 등장 가능성도 열어둬야 한다:** 직접전기화 등 새로운 제철기술이 유동환원로(하이렉스)의 경쟁 구도를 바꿀 가능성이 있다. 따라서 관련 기술을 지속적으로 모니터링하고, 필요할 경우 한국의 기술 포트폴리오에 포함하는 방안도 검토해야 한다.
3 **경쟁력 있는 공급망 역량 구축**	글로벌 DRI 프로젝트가 확대될 때 국내 기업이 장비·기술·프로젝트 수행 물량을 실제로 수주해야만 철강 전환에서 발생하는 업스트림 부문의 가치를 한국이 확보할 수 있다. 이를 위해 세 분야에 집중할 필요가 있다. 첫째는 전해조 제조 역량, 둘째는 수소환원제철 분야의 EPC 전문성, 셋째는 유동환원로(하이렉스)의 핵심 공정설비인 ESF와 유동환원로의 제조 역량이다. 특히 마지막 분야는 한국 기술을 글로벌 시장에서 차별화하는 독자 지식재산권(IP)과 직접 연결된다.	• **국내 공급망은 현재 비용 프리미엄이 있지만, 이는 영구적인 격차가 아니다:** K-스틸법과 K-GX 조달정책을 통해 초기 수요를 제공하면 국내 공급망 투자의 사업성을 높일 수 있으며, 생산 규모가 확대될수록 비용 프리미엄도 낮아질 수 있다. • **국내 수요만으로는 수출 경쟁력을 갖춘 공급기업을 육성하기 어렵다:** 한국 내 DRI 기술 수요만으로 국내 공급망 기업을 글로벌 수준으로 성장시키기에는 한계가 있다. 무역 파트너십과 수출금융이 뒷받침하는 명확한 해외시장 진출 전략을 초기부터 함께 추진해야 한다.

우선 과제 3: 포트폴리오 전반의 원가 경쟁력을 확보

실행 방안	설명	주요 고려사항
1 **국내 철스크랩 활용 확대**	Scrap EAF는 한국 철강사가 선택할 수 있는 생산경로 가운데 비용이 가장 낮다. 그러나 한국은 철스크랩 순수입국이며 특히 일본산 수입에 대한 의존도가 높다. 따라서 수거 인프라에 대한 투자, 등급·품질관리 체계 구축, 가공 역량 확대를 통해 국내 철스크랩 공급 기반을 강화할 필요가 있다.	• **철스크랩의 공급 안정성을 관리해야 한다.** 한국의 철스크랩 순수입 구조와 일본산 의존도는 역내 공급 차질과 가격 변동에 대한 구조적 취약성을 높인다. 국내 수거 및 가공 역량을 확대하면 이러한 위험을 줄일 수 있다. • **단계적으로 스크랩 원료 수거 비용을 관리해야 한다:** 원재료비는 철스크랩 가공비용의 약 50%를 차지한다. 수거 효율을 높이고 가공 공정을 자동화하면 늘어나는 국내 철스크랩 물량을 가격 경쟁력 있는 원료로 전환할 수 있다.
2 **수소 비용 절감을 위한 운영 최적화 기술 개발**	수소 가격이 낮아진다고 해서 모든 생산자가 자동으로 철강 생산비를 낮출 수 있는 것은 아니다. 이를 실제 비용 절감으로 연결하려면 설비 운영과 시스템 최적화 역량이 필요하다. 해외에서 HBI를 조달하는 한국 철강사의 경우, 에너지저장설비를 통해 재생에너지의 변동성을 보완하기보다 재생에너지 공급 여건에 맞춰 전해조와 DRI/유동환원로(하이렉스)의 가동을 최적화하는 것이 핵심이다. 이를 위해 전해조·BESS·EAF를 통합 운영할 수 있는 최적화 소프트웨어, 전력망 연계 시스템, 보조설비(Balance of Plant) 통합 역량이 필요하며, 이는 한국 장비기업과 엔지니어링 기업이 개발해 향후 수출 경쟁력으로 발전시킬 수 있는 분야다.	• **해외 생산거점에 대한 접근성이 가장 중요한 비용 절감 수단이다:** 한국 기업이 해외 전해조와 DRI 설비를 직접 보유·운영할 경우, 재생에너지 공급 시간에 맞춰 설비 가동을 조정함으로써 HBI 생산비를 낮출 수 있다. • **실제 운영데이터는 대체하기 어렵다:** 실제 H_2-HBI 설비의 운영데이터를 기반으로 개발한 최적화 알고리즘은 시뮬레이션만으로 개발한 모델보다 성능이 우수하다. 한국이 수출 가능한 지식재산권(IP)을 확보하려면 초기 프로젝트부터 직접 참여해 운영 경험과 데이터를 축적해야 한다. • **개별 설비가 아니라 전체 시스템을 최적화해야 한다:** 중국의 최근 연구는 전해조 운전만 최적화하는 것보다 전체 가치사슬의 유연성을 높이는 것이 철강 균등화생산비용(LCOS)을 더욱 크게 낮출 수 있음을 보여준다. 따라서 기술개발의 목표는 개별 장비가 아니라 전체 시스템을 통합적으로 조율하는 운영체계를 구축하는 데 두어야 한다.
3 **신기술 설비투자비 절감**	신규 DRI-EAF와 유동환원로(하이렉스)는 Scrap EAF보다 설비투자비가 약 5~7배 높다. 대규모 보급을 통한 학습효과와 설계 표준화를 통해 이러한 초기 투자비를 지속적으로 낮춰야 한다.	• **대규모 배치를 통해 CAPEX를 낮춰야 한다.** 전해조와 플랜트 CAPEX는 누적 생산량이 늘어날수록 하락하지만, 이는 실제로 설비를 계속 짓는 생산자에게만 해당한다. 배치 확약이 뒷받침되지 않는 기술 전망만으로는 비용 곡선이 내려가지 않는다. • **초기부터 설계 표준화를 추진해야 한다:** 유동환원로(하이렉스)는 최초 상용화 단계에 있어 초기 프로젝트마다 맞춤형 설계에 따른 높은 엔지니어링 비용을 부담할 수 있다. 실증설비의 주요 설계변수가 확정되는 단계부터 향후 복수 프로젝트에 적용할 수 있는 표준 설계를 마련하면, 최초 프로젝트의 높은 비용을 반복 가능한 비용구조로 전환할 수 있다. 이러한 표준화는 설비가 구축된 이후에는 되돌려 적용하기 어려우므로 초기 단계에서 결정해야 한다.

우선 과제 4: 비용 경쟁력·수요·수출 목표를 동시에 달성할 수 있도록 무역 파트너십 설계

실행 방안	설명	주요 고려사항
1 **금융 및 자본효율화 수단을 활용해 HBI 비용 절감**	한국의 HBI 비용 경쟁력은 운영비보다 높은 초기 자본비용에 더 크게 좌우된다. 한국수출입은행(KEXIM)과 한국산업은행(KDB) 등의 금융수단을 활용하면 일반적인 원자재 조달만으로는 낮추기 어려운 해외 업스트림 프로젝트의 가중평균자본비용(WACC)을 줄일 수 있다. 또한 모듈화·사전제작(prefabrication)과 자동화 기술을 활용하면 필바라나 중동·북아프리카(MENA)와 같은 원격 지역의 건설비도 낮출 수 있다. 이러한 수단을 함께 활용하면 단순한 오프테이크 확보를 넘어, 한국이 지분 참여와 EPC 권리를 동시에 확보할 수 있다.	• **전력 부문에 집중한 양허성 금융이 수소 생산비(LCOH) 절감 효과가 가장 크다:** 재생에너지 전력비가 수소 생산비의 가장 큰 비중을 차지하므로, 이 부문의 WACC를 낮추는 것이 다른 단일 요소보다 HBI 도착원가 절감에 효과적이다. • **사전제작은 최적 입지에 진입하기 위한 핵심 비용 절감 수단이다:** 저비용 재생에너지를 확보할 수 있는 원격 지역은 모듈형 건설 없이는 사업성이 떨어질 수 있다. 사전제작은 프로젝트 비용을 낮추는 동시에 현지국의 개발 부담도 줄여, 한국이 선호되는 개발 파트너로 자리 잡는 데 도움이 된다.
2 **해외 업스트림 투자를 대가로 저탄소 철강 수출 수요 확보**	한국의 HBI 오프테이크는 유치국에 고용과 성장을 창출하는 대규모 자본투자를 뒷받침한다. 이러한 투자 영향력을 활용해 상호 시장개방을 협상할 필요가 있다. 즉, 파트너 국가는 한국의 투자와 프로젝트 참여를 유치하는 대신, 한국산 자동차·선박·기계류 등에 대한 구매약정을 통해 저탄소 철강 프리미엄의 일부를 분담할 수 있다. 이렇게 하면 그린 프리미엄을 한국 제조업 기반이 전적으로 부담하지 않고 양국 간 무역관계 전반에 분산할 수 있다.	• **파트너 선정이 설계의 출발점이다:** 이 접근은 한국이 업스트림 투자에 영향력을 갖고 있으면서 동시에 이미 다운스트림 교역관계가 형성된 국가에서 효과적이다. 호주는 유력한 후보이며, 중동은 기존 교역 및 산업 관계를 활용할 수 있는 잠재력이 있다. • **EAC (내재배출 인증서)는 분산된 최종 소비자 수요를 우회할 수 있는 수단이다:** 국가 단위의 대규모 인증서 구매를 활용하면 제품별 구매약정을 체결하지 않고도 무역관계 전반에 걸쳐 저탄소 프리미엄을 배분할 수 있다. • **상호 약정은 양쪽 모두에 이익이 된다:** 한국의 업스트림 투자를 대가로 파트너국이 한국산 제품에 시장 접근을 제공하는 구조를 마련하면, 양국 경제에 가치가 분산되고 저탄소 수요 약정의 지속성도 높아진다.
3 **한국 기술을 검증하고 확장하기 위한 해외 프로젝트 추진**	초기 해외 DRI 프로젝트는 향후 글로벌 프로젝트 파이프라인에서 기술 채택을 좌우하는 중요한 레퍼런스가 된다. 이러한 프로젝트에 한국산 장비와 기술을 적용하면, 유동환원로(하이렉스)가 상업 규모 FID에 도달하기 전에 필요한 운영 실적과 상용화 레퍼런스를 축적할 수 있다. ASEAN과 중동 지역을 우선시장으로 검토할 수 있다.	• **한국이 해외 프로젝트에 투자하는 것은 곧 하이렉스을 필요로 하는 시장을 키우는 일이다:** 현재 글로벌 저탄소 철강 프로젝트 파이프라인은 아직 규모가 작다. 한국의 자본과 오프테이크를 활용해 프로젝트 개발을 앞당기면, 2030년대 유동환원로(하이렉스)의 해외 수출이 가능한 수준까지 시장 규모를 확대할 수 있다.

한국 철강 산업, 지금 행동해야 한다

기술 선택, 무역 관계, 수요 신호, 이 모든 분야에서 불확실성이 모두 해소될 때까지 기다릴 수 없다. 지금이 기회를 잡아야 할 시점이다.

한국은 단순히 철강을 많이 생산해서가 아니라 수요 산업이 필요로 하는 철강을 공급함으로써 세계적인 철강 산업을 구축했다. 깊이 있는 철강 전문성, 장기간 축적된 제조업 고객 관계 및 고부가가치 제품으로 전환해 온 경험은 저탄소 철강 시대에도 핵심 경쟁력이 된다.

압박은 일시적이지 않고 구조적이다. 탄소 연계 무역정책이 한국의 핵심 수출시장에 빠르게 확산되고 있다. 중국은 저탄소 철강 생산 방식의 비용이 기존 고로 방식과 같아질 때까지 기다리지 않고 수소 기반 제철 생산능력을 구축하며, 상용화 과정에서 얻는 비용 우위와 운영 경험을 축적하고 있다. 두 흐름 모두 먼저 움직이는 기업에는 기회를, 투자를 미루는 기업에는 불이익을 준다.

생산 방식의 선택은 단순한 기술 결정이 아니다. 한국의 에너지 안보, 글로벌 기술시장에서의 위치 및 산업 기반이 제공하는 일자리의 질을 결정하는 전략적 선택이다. 생산 방식에 따라 네 가지 CORE 기준에서 결과가 크게 달라지며, 그 차이는 시간이 갈수록 커진다.

저탄소 철강은 최소화해야 할 비용이 아니라 확보해야 할 성장 기회다. 그린 프리미엄, 우대 시장 접근 및 기술 수출을 통해 창출되는 가치는 탄소 가격이 강화되고 글로벌 수요가 이동할수록 커진다. 먼저 생산 경험을 축적한 기업이 새로운 생산단가 기준을 선도하게 된다.

부족한 것은 역량이 아니다. 한국은 어떤 저탄소 철강 생산 방식도 구현할 수 있다. 필요한 것은 실현 가능한 기술을 금융조달 가능한 프로젝트로 전환할 확정 수요와 수익 안정성이다. 정부는 조달 기준, 자동차 부문 의무화 및 무역 연계 수요라는 직접적인 레버를 활용해 민간 자본이 움직일 오프테이크 기반을 만들 수 있다.

행동해야 할 시점은 고로 개수 결정이 불가피해지기 전이다. 철강사, 정부, 금융기관 및 다운스트림 구매자가 각각 필요한 역할을 맡아야 한다. 한국이 전환할 것인지는 선택의 문제가 아니다. 중요한 것은 한국이 그 전환을 주도할지, 다른 국가가 만든 전환에 적응할지다.

MISSION POSSIBLE PARTNERSHIP

새로운 산업혁명을 이끌고 저탄소 산업 전환을 앞당기는 데 함께해 주시기 바랍니다.

뉴스레터 | 구독하기 문의하기

MISSION POSSIBLE PARTNERSHIP

면책 조항: 본 발간물에 제시된 정보와 견해에 대한 책임은 저자에게 있습니다. 본 보고서의 어떤 내용도 새로운 법적 의무를 함의하거나, 특정 영향에 대한 개별적 접근 또는 관여를 다루려는 것으로 해석되어서는 안 됩니다.

별첨

주요 가정

기준 플랜트 생산능력 250만 톤 | 10년 회수기간 (재금융 가정) | EUR-달러 비율: 1.18 | EPC 마진 10~13% | O&M CAPEX의 2~4%

업스트림 - 기술 수출 경제성

경로별 기술 구성요소

기술	포함 구성요소
BF-BOF-CCS	CCS, EPC, 운영 및 유지보수
Scrap EAF	EPC, 운영 및 유지보수
Gas-DRI/HBI	가스 취급, EPC, 운영 및 유지보수
Hybrid-HBI	설비, 가스 취급, EPC, 운영 및 유지보수
H2-HBI	설비, ESS, EPC, 운영 및 유지보수
HyREX (수입수소)	설비, 전기용융로 + 유동층, ESS, EPC, 운영 및 유지보수
HyREX (국산수소)	설비, 전기용융로 + 유동층, ESS, EPC, 전해조, 운영 및 유지보수

글로벌 파이프라인

H2-DRI-EAF	2,800만 톤

미드스트림 - CBAM 연계 저탄소 철강 프리미엄

CBAM 및 무상할당 일정

열연코일 CBAM 벤치마크	1.37 tCO_2 / t Steel
2030년 EU ETS 유상할당비율	51.5% → 2034년까지 100%
2030년 무상할당 벤치마크	0.71 t CO_2 / t Steel
BF-BOF 순배출량 (무상할당 반영)	1.27 → 1.98 tCO_2 / t Stell

탄소 가격 및 그린 프리미엄

EU ETS 배출권 가격, 2030년	$170 / t CO2
EU ETS 배출권 가격, 2035년	$212 / t CO2
열연코일 생산단가 프리미엄, 2030년	$134 ~ 170 / t Steel
가격 하한, 2050년	$85 / t

배출집약도, tCO_2 /t Steel

BF-BOF / BF-BOF-CCS	1.98 / 1.08
NG-DRI-EAF / Hybrid DRI-EAF	1.01 / 0.89
H2-DRI-EAF	0.23
HyREX (원전수소)	0.34
Scrap EAF	0.16

다운스트림 - 철강집약 제품

EU 시장 점유율 확대 및 규모 (2030년)

부문	점유율 확대	2024년 기준 Million $	창출 가능한 매출 Million $
자동차	+25% (1~6%)	$4,709	$47~320
건설	+40% (1~6%)	$1,052	$11~63
전기기기	+40% (1~6%)	$5,013	$50~301
영국 자동차 기준	-	$624	-

판재류 수출 기준, 2024년 (CBAM 적용 대상), Mt

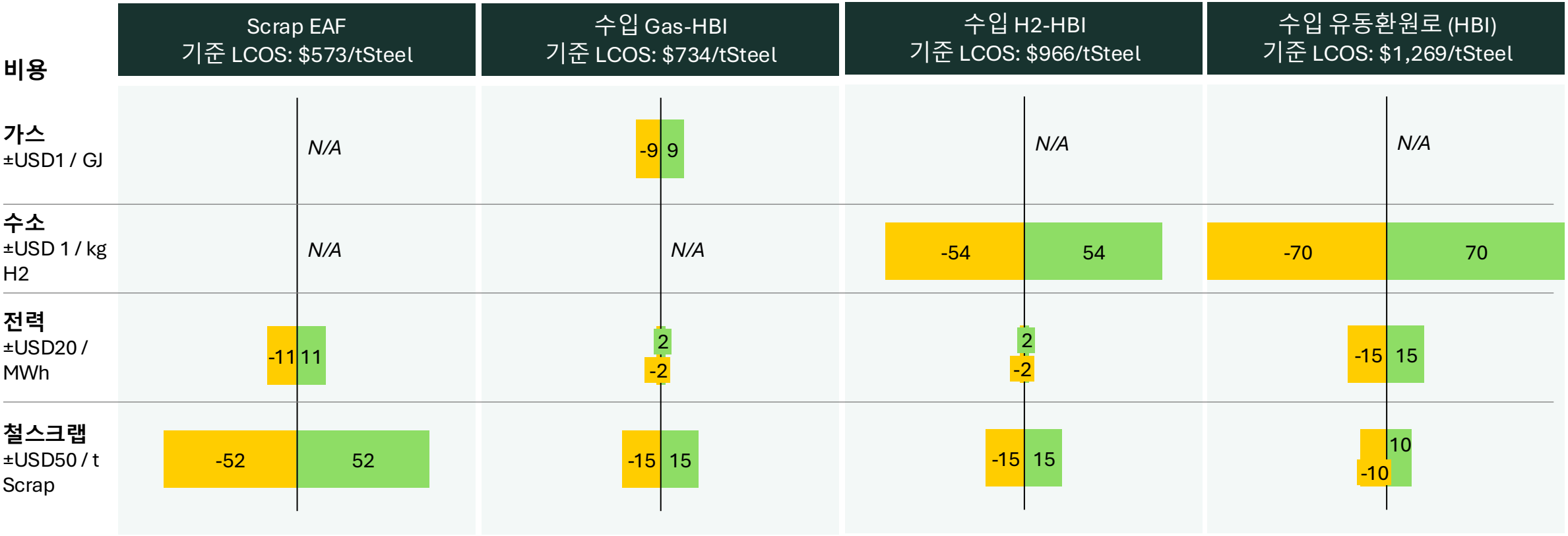
EU만	3.20Mt
EU + 호주 + 영국	4.40Mt

자발적, 공공 수요 견인 (2030년)

SteelZero	5.00Mt
First Movers Coalition (25개 중 상위 3개)	1.65 Mt
공공조달	0.5 Mt (약 8,500만 달러)
McKinsey DRI 수요 2030 → 2040	200Mt → 500M

저탄소 철강 생산경로별 원료 가격 변동에 따른 LCOS 민감도 분석

비용 및 기술 경로별 LCOS 민감도[1], USD / t steel



1. 기준치: Scrap EAF 및 HyREX의 경우 한국 전력망 전력 비용은 약 100 USD/MWh, NG-DRI-EAF 및 H2-DRI-EAF의 경우 DRI에서 수입하는 전력 가격은 약 60 USD/MWh, DRI용 호주산 가스 가격은 약 7 USD/GJ, H2-DRI-EAF의 경우 수소 비용은 약 5 USD/kg, 하이렉스의 경우 약 7 USD/kg, 모든 경로의 철스크랩 비용은 약 330 USD/t 출처: MPP 자체 분석

용어집

용어 및 약어

ASEAN	동남아시아국가연합
ESS	배터리 에너지저장장치
BF	고로
BF-BOF	고로-전로 경로
BF-EAF	고로-전기로 하이브리드 경로
BOF	전로
CAPEX	설비 투자 자금
CBAM	탄소국경조정제도 (EU)
CCS / CCUS	탄소 포집, (활용), 저장
DR	직접환원용 등급 철광석
DRI	직접환원철
DRI-EAF	직접환원철-전기로 경로
EAF	전기로
EBITDA	이자, 세금, 감가상각 전 영업이익
EPC	설계, 조달 및 시공
EV	전기차
FID	최종투자결정
FINEX	포스코 유동층 제선 공정
FMC	First Movers Coalition (수요 플랫폼)
GJ / GJ/t	기가줄 (톤당), 에너지 단위
GPP	저탄소 공공조달
GX / K-GX	저탄소 전환 (일본: GX, 한국: K-GX)
수소DRI	수소 기반 직접환원철
HBI	열간성형철
HYBRIT	스웨덴 수소 철강 이니셔티브
하이렉스	포스코 수소환원제철 공정
IAA	EU Industrial Accelerator Act
LCOS	균등화 철강 생산단가
LNG	액화천연가스
MW / GW	메가와트 / 기가와트
NG-DRI	천연가스 기반 DRI
O&M	운영 및 유지보수
OEM	주문자상표부착 제조사
OPEX	운영 비용
P90	하위 90%가 속하는 지점의 값
Scope 1~3	온실가스 배출 범위

기관 및 출처

ADEME	프랑스 생태전환청
AEMO	호주 에너지시장운영기구
BACI	CEPII 국제무역 데이터베이스
BCG	보스턴 컨설팅 그룹 (Boston Consulting Group)
BHP	BHP Group (세계 최대의 광산 기업)
BNEF	블룸버그 뉴 에너지 파이낸스 (BloombergNEF)
BOK	한국은행
CISRI	중국 철강연구총원
DESNZ	영국 에너지안보 및 탄소중립부
EIA	미국 에너지정보청
HBIS	허베이 철강그룹 (중국)
ICCT	국제청정교통위원회
IEA	국제에너지기구
IEAGHG	IEA 산하 온실가스 R&D 프로그램
IRENA	국제재생에너지기구
JFE / Nippon	JFE제철 (JFE Steel)/ 일본제철 (Nippon Steel)
JRC	EU 공동연구센터
KAMA	한국자동차모빌리티산업협회
KCCI	대한상공회의소
KOGAS	한국가스공사
KOSA	한국철강협회
KOSIS	국가통계포털
METI	일본 경제산업성
MIIT	중국 공업정보화부
MOTIE	한국 산업통상자원부
MPP	Mission Possible Partnership
NEXT	사단법인 넥스트 (에너지 전환 분석)
NREL	미국 국립재생에너지연구소
OECD	경제협력개발기구
POSCO	포스코 (한국)
RBA	호주중앙은행
RMI	Rocky Mountain Institute (현재 기관명 RMI)
WWF	세계자연기금