



**광양 제2고로,
수명연장만큼 멀어지는
탄소중립과의 거리**



광양 제2고로, 수명연장만큼 멀어지는 탄소중립과의 거리

발간일	2024년 10월
저자	강혜빈 기후솔루션 권영민 기후솔루션
모델링 자문	홍상현 플랜잇(PLANiT)
디자인	sometype

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

광양 제2고로, 수명연장만큼 멀어지는 탄소중립과의 거리

CONTENTS

01 포스코의 광양 제2고로 개수

1.1 배경과 현황

1.2 광양 제2고로 개수, 탈석탄 시대에 역행하는 석탄 제철 설비 확장의 전조인가?

02 광양 고로 개수, 왜 중단해야 하는가?

2.1. 전 지구적 1.5도 목표 달성을 위한 한국 철강 산업의 배출 한도 고려

2.2. 국가 감축목표와 산업 목표 상향에 미치는 영향 고려

2.3. 자사의 탄소중립 로드맵 이행

2.4. 석탄 기반 생산 설비의 대기오염과 건강 피해 문제에 대한 책임

2.5. 세계적인 철강 공급과잉과 수요산업 불황, 녹색 철강 수요 증가에 부응하지 못함

03 광양 제2고로 개수 중단, 석탄 기반 설비 폐쇄로 가는 시작점

부록 탄소 예산을 고려한 고로 폐쇄 시나리오 모델링

참고문헌

요약

- ① 2030년까지 기준연도 대비 탄소배출량 10%를 줄이겠다고 약속한 포스코, 올해 시작한 광양 제2고로의 수명연장과 확장 개수를 고려하면 줄여야 하는 탄소배출량은 더 늘어나 최대 1,250만 5천 톤에 이를 수 있어
- ② 1.5도 목표 달성을 위한 한국 철강산업의 잔여 탄소 예산 (탄소 배출 허용량)을 검토한 시나리오에 따르면, 2030년까지 4기의 석탄 고로를 폐쇄해야 한다는 결과 나와. 지금 당장 설비 폐쇄 시작하지 않으면, 한국 철강 산업의 탄소 예산은 조만간 바닥날 것
- ③ 광양 제2고로 개수는, 최소 15년 이상 다량의 탄소 배출을 지속할 것임을 예고하는 것이기도 함. 이는 국제사회와 약속한 1.5도 목표 달성은 물론 국가 감축 목표 달성에 부정적인 영향을 미칠것이 분명하며, 심지어 자사의 탄소중립 로드맵 이행도 어렵게 함. 또한, 글로벌 공급과잉과 녹색 철강 수요 증가라는 세계적 동향을 고려할 때 이에 부합하는 행보인지 의문
- ④ 포스코는 석탄 기반 제철을 지속하기 위해 재정을 투입할 것이 아니라, 녹색 철강 전환을 위한 투자에 집중할 필요가 있음. 아울러 자신들의 탈탄소 의지를 보여주기 위해 다음의 사항을 이행해야 함
 - 수소환원제철 상용화 이전까지의 탄소 감축 방안과 정량적 감축 계획을 투명하게 공개
 - 1.5도 목표와 탄소중립 이행에 부합하지 않는 광양 제2고로 개수를 중단하고 즉시 폐쇄 선언
 - 탄소 예산을 고려하여 모든 고로의 단계적 폐쇄 계획을 발표하고 이를 탄소중립 로드맵에 반영

01

포스코의 광양 제2고로 개수



1.1 배경과 현황

석탄고로의 수명연장을 축하하는 기업 정신으로 연이은 개수 감행

국내외적으로 드높았던 고로 개수에 대한 우려의 목소리에도¹ 불구하고 포항 제4고로의 수명연장을 감행한 포스코는 2024년 6월 말 작업을 완료하며 향후 15년 이상 탄소를 내뿜을 초대형 석탄 기반 제강 설비의 조업 재개를 축하했다. 준공 후 현재까지 누적 배출량 최소 3억 1,500만 톤²에 달하는 포항 제4고로는 내구성과 안정성 강화, 효율성 제고 및 비용 절감을 기대한다며 스마트 고로 시스템 적용을 대대적으로 홍보했으나, 설비의 탄소 배출량 저감을 위한 장치나 대책 마련에 대한 언급은 어디에도 없었다. 석탄 고로가 '100년 기업으로 성장하는 기업의 굳건한 버팀목'이라고 생각하는 기업은 연이어 또 다른 개수 작업에 착수했다.

¹ Margaret Hansbrough 외 (2023) SteelWatch, Julia Hovenier (2023) BankTrack

² 조은호 (2024) 파이낸셜뉴스; 포항 제4고로의 누적 쇠물 생산량 1억 5천만톤 * 포스코의 톤당 탄소집약도 톤당 2.1 CO₂e

1.2 광양 제2고로 개수, 탈석탄 시대에 역행하는 석탄 제철 설비 확장의 전조인가?

무기한 연기 결정 후 2년여 만에 다시 밝힌 개수 계획

광양 제2고로 개수 프로젝트 계약은 2020년 3월 금융감독원 전자공시시스템(DART)에 공시한 포스코 2019년 사업보고서에서 최초 확인되었다. 포항 제4고로보다 약 2년 반 앞서 계약을 체결한 (최초 계약 시작일 2021년 10월, 계약 종료일 2022년 7월, 계약 금액 2,200억 원) 광양 제2고로의 개수는 이후 계약기간만 세 차례 변경 게시되었으며, 2021년 3분기 보고서(2021년 11월 게시)에 계약 시작일과 종료일을 모두 미정으로 변경한 뒤 무기한 연기되었다.

초기 작업 이미 시작된 광양 제2고로 개수, 내년 상반기 내 마무리될 것으로 예상

2024년 3월 공개한 2023 사업보고서는 2년 넘게 미정이었던 광양 제2고로의 계약기간을 명시(2024년 1월 시작, 2025년 8월 완료)함과 동시에 개수용 내화물 공급을 위한 300억 원 규모 계약 체결 명세를 공개했다. 2024년 반기 보고서에서는 계약 금액을 2,530억 원으로 변경하여 내화물 발주액 300억 원과 함께 총 개수 예산을 2,830억 원으로 증액했으며, 이미 개수 초기 작업이 시작되어 기 집행 금액은 총예산 중 1.2%에 해당하는 34억 2,500만 원이다. 이 중 내화물 제작 예산은 아직 집행 내용이 없으나, 최근 개수한 포항 제4고로의 계약 및 개수 일정과 비교해 볼 때 광양 제2고로도 개수 종료 예정인 2025년 8월 보다 넉 달 앞서 본격적인 개수 공사에 들어갈 것으로 보인다.

높은 내화물 교체 비용, 확장 개수의 가능성 보여

광양 제2고로의 연간 생산능력은 435만 톤으로, 560만 톤인 포항 제4고로의 용량의 약 78%이지만, 내화물 교체 비용은 300억 원으로 포항 제4고로의 내화물 교체 비용 324억 원에 준하는 규모다. 이는 광양 제2고로의 개수가 포항 제4고로급의 초대형 고로로 확장 개수될 수 있음을 시사한다.³

포항 제4고로의 3차 개수 예산은 2022년 최초 공시한 계약 금액 2,000억 원에서 점차 증가했으며, 1년 4개월 간의 개수 작업 완료 후 언론보도를 통해 총투자액이 5,300억 원이라고 공개했다.⁴ 이를 고려했을 때, 포항 제4고로보다 연간 생산량이 더 적은데도 현재 2,830억 규모의 예산을 배정한 광양 제2고로의 경우 확장 개수와 더불어, 효율성 제고 등 각종 기술을 적용하여 총 소요 예산이 5,300억 원을 뛰어넘을 가능성도 있다.

³ 서동철 (2020.5.21) 매일경제

⁴ 조윤희 (2024.6.27) 매일경제

02

광양 고로 개수, 왜 중단해야 하는가?



2.1 전 지구적 1.5도 목표 달성을 위한 한국 철강 산업의 배출 한도 고려



Carbon Budget

탄소 예산이란?

산업화 이전 대비 지구 평균 기온 상승을 특정 온도 이내로 유지하기 위해 전 세계가 배출할 수 있는 이산화탄소를 정량화 한 수치를 **탄소 예산**이라고 한다. 유엔 기후변화에 관한 정부간 협의체(International Panel on Climate Change, 이하 IPCC)는 다양한 시나리오를 바탕으로 누적 배출량, 미래 예상 배출량, 기타 인위적 영향 등을 고려하여 탄소 예산을 발표하며, 이는 온실가스 배출 감축 목표를 공정하고 효과적으로 설정하는데 도움을 주기 위해 사용된다.

탄소 예산은 주로 **잔여 탄소 예산**의 형태로 제시되며, 이는 특정 시점 이후로 배출할 수 있는 이산화탄소의 최대치를 나타낸다. 잔여 탄소 예산을 산정할 때에는 해당 시점까지 이미 배출된 이산화탄소를 고려하며, 목표 온도 및 해당 목표를 달성할 확률에 따라 잔여 탄소 예산이 달라진다. 예를 들어, 온도 상승을 1.5도 이내로 제한할 수 있는 확률이 높을수록 잔여 탄소 예산은 줄어든다. 반대로, 목표 온도를 2도로 설정하면 배출 가능한 이산화탄소 양이 증가하기에 잔여 탄소 예산 또한 늘어난다.

제한된 탄소 예산의 합리적 관리와 배분은 1.5도 목표 달성의 핵심

국제사회는 인류의 지속 가능한 미래를 위해 지구 평균 기온 상승을 산업화 이전 대비 1.5도 이내로 억제하는 목표를 수립했다. 이 목표는 2015년 체결된 파리기후협약에서 공식화되었으며, 기후변화로 인한 심각한 피해를 방지하기 위해 각국이 합의한 약속이다. 연구에 따르면, 1.5도를 초과할 경우 해수면 상승, 극단적 기후 변화, 생태계 붕괴 등 돌이킬 수 없는 재앙적 결과가 발생할 가능성이 높다. 따라서 1.5도 목표는 단순한 선언이 아닌 반드시 이행해야 할 국제적 약속이며, 한국 역시 이 목표를 달성하기 위한 책임을 다해야 한다.

지구 평균 기온 상승을 1.5도 이내로 억제하기 위한 잔여 탄소 예산을 모두 소진하게 되면 1.5도 목표 달성에 실패할 가능성이 커지며 극단적인 기후 현상은 악화될 것이다. 한정된 자원인 잔여 탄소 예산을 합리적인 기준에 따라 국가별로 배분하고, 이를 다시 각 국가 내에서 부문별로 할당해 배출량을 조절함으로써 탄소 예산을 초과하지 않도록 효과적으로 관리하는 것은 1.5도 목표 달성에 필수적이다.

철강의 탄소 예산 초과는 산업 간 공정성 문제도 초래할 수 있어

일정 기준에 따라 부문별로 탄소 예산을 배분했을 때, 할당량을 초과한다는 것은 다른 산업에서 사용할 수 있는 탄소 예산을 잠식하는 것을 의미하며, 이는 산업 간 형평성의 문제를 일으킨다. 본 연구에서는 현재의 온실가스 배출량과 에너지 사용량을 기준으로 부문별 탄소 예산을 할당하였기에, 국내에서 가장 많은 온실가스를 배출하는 산업인 철강 산업에 상대적으로 많은 양의 탄소 예산을 배분하였다. 그럼에도 불구하고 철강 산업이 과도한 온실가스 배출을 통해 탄소 예산을 초과할 경우, 전 지구적인 1.5도 목표 달성을 어렵게 할 뿐만 아니라 다른 산업들이 감축 부담을 떠안게 되어 경제 전반의 불균형을 초래하는 등 산업 간 공정성 문제가 함께 발생할 수 있다.

1.5도 목표 달성을 위한 한국 철강 산업의 잔여 탄소 예산 550MtCO_{2e}

IPCC는 1.5도 목표를 50% 확률로 달성하기 위해 남아있는 전 세계 탄소 예산을 2020년 1월 기준으로 약 5천억 톤 이산화탄소(500GtCO₂)로 추산한다.⁵ 이 한도를 초과할 경우, 지구의 기온 상승을 1.5도 이내로 제한하기 어려워진다.

2020년 기준 전 세계 탄소 예산을 바탕으로 2024년 한국 철강 산업의 탄소 예산을 추산하기 위해, 먼저 2020년부터 2023년까지 전 세계 배출량 데이터를 활용하여 2024년의 전 세계 탄소 예산을 계산하였다. 그 다음, 국가별 탄소 배출량과 인구수를 고려하여 한국에 할당될 수 있는 탄소 예산을 산정하였다. 마지막으로, 이를 국내 철강 산업에 배정하기 위해 산업별 탄소 배출량과 에너지 사용량을 활용하였다. 그 결과, 2024년을 기준으로 추산한 **한국 철강 산업의 잔여 탄소 예산은 550MtCO_{2e}**이다.⁶

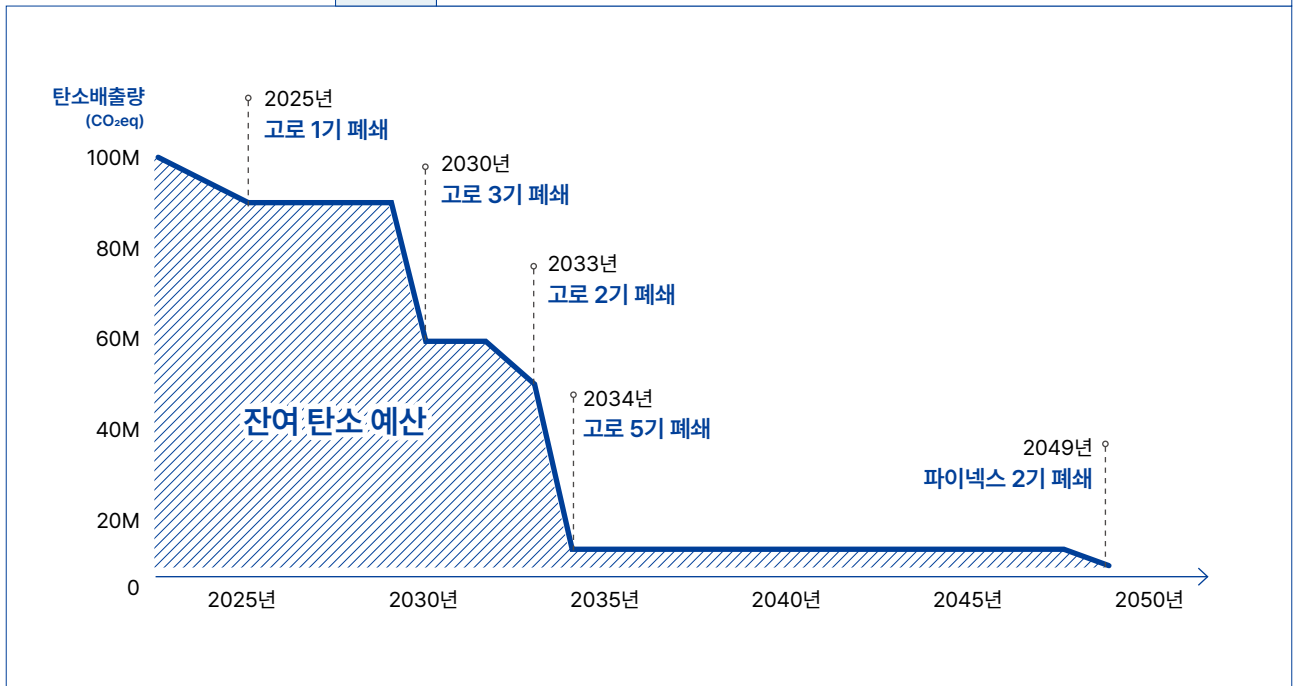
⁵ IPCC (2021)

⁶ 자세한 연구 방법론은 본 보고서 말미의 [부록] 참조

☑ 탄소 예산에 기반한 고로 폐쇄 모델링 결과

한국 철강 산업에 할당된 탄소 예산 추산치를 활용해, 한국 철강 생산 설비의 폐쇄 시나리오를 분석하였다. 우선, 포스코와 현대제철이 보유한 총 11기의 고로와 포스코의 파이넥스 설비 2기의 생산 용량 및 최근 개수 시기 등의 정보를 바탕으로⁷ 가능한 모든 설비 폐쇄 조합을 구성한 뒤, 각 조합의 누적 배출량을 계산하였다. 그 다음, 이를 목표 탄소 예산과 비교하여 누적 배출량이 탄소 예산을 초과하지 않으면서 가장 근접한 값을 가진 조합을 선택하고, 해당 조합의 연도별 배출량과 철강 생산량을 산출하였다. 이 때, 국내 철강산업의 미래 철강 생산량 변화, 수소환원제철 기술을 포함한 저탄소 철강 생산 기술의 도입 시점 등 불확실한 변수는 제외하고, 현재 고로 기반 설비의 탄소 배출량만을 기준으로 시나리오를 도출하였다.

그림1 국내 철강산업 탄소 예산 소진 경로

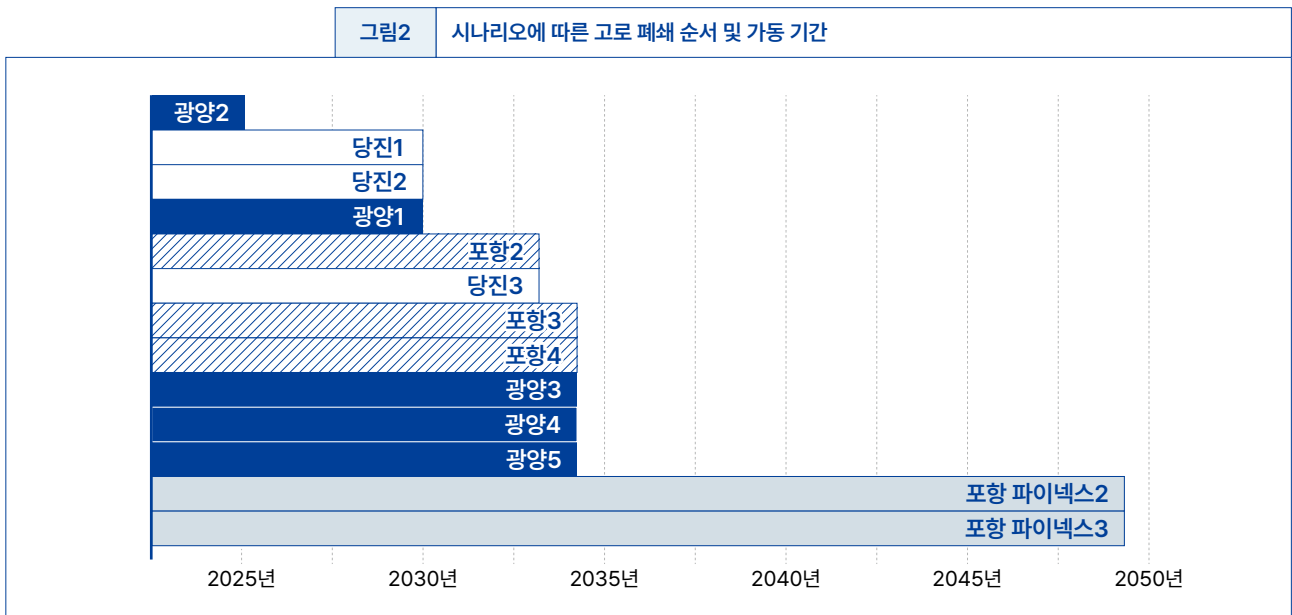


출처: 기후솔루션 자체작성

다양한 시나리오 중, 50% 확률로 1.5도 목표를 달성할 수 있는 경우의 수는 단 한 가지로 나타났다. **[그림1]**의 그래프는 연도별 탄소 배출량을 보여주고, 그래프 아래의 면적은 잔여 탄소 예산을 의미한다. 값이 변화하는 각 지점에서 수명이 오래된 고로 설비의 폐쇄를 통한 탄소배출량 감축이 이루어져야 하며, 2034년 이후에는 현재 설비를 통한 탄소 배출량, 즉 현재 설비로 생산할 수 있는 철강 생산량이 거의 남지 않게 된다.

⁷ 설비의 폐쇄 가능 시작 시점은 최근 개수 년도(개수가 진행된 적 없는 설비의 경우 가동 시작 년도)로 설정하였고, 설비를 가동할 수 있는 마지막 시점은 최근 개수 년도로부터 20년이 지난 시점으로 설정하였다. 또한, 파이넥스 설비는 고로 대비 탄소배출량을 절반 가까이 감축할 수 있는 점을 고려, 탄소집약도(intensity) 변수를 추가하였다. 자세한 내용은 [부록] 참조

위의 결과값에 따른 각 고로별 폐쇄 시점은 [그림2]와 같다.



출처: 기후솔루션 자체작성

시나리오에 따르면, 2025년에 마지막 개수로부터 20년이 경과하는 포스코 광양 제2고로의 폐쇄를 시작으로, 2030년까지 현대제철 제1, 2고로와 포스코 광양 제1고로 총 3기를 폐쇄해야 한다. 이어서 2033년에는 현대제철 제3고로와 포스코 포항 제2고로의 추가 폐쇄가 필요하며, 2034년에는 파이넥스 설비 2기를 제외한 나머지 고로 5기를 전부 폐쇄해야 탄소 예산을 준수하면서 1.5도 목표를 달성할 수 있다. 즉, 2035년 이전까지 현재 가동 중인 모든 고로 설비의 단계적 폐쇄가 필수적이며, 이를 이행하지 않을 경우 국내 철강 산업의 탄소 예산 조기 소진은 불가피하다.

광양 제2고로 개수는 1.5도 목표 달성 의지 없음을 의미

위 연구 결과는 한국 철강 산업에 배분한 잔여 탄소 예산을 고려할 때, 현재의 탄소 배출량을 유지하면서 철강 생산을 지속할 경우 시간이 지남에 따라 생산 가능한 철강의 양이 급격히 줄어들 것이라는 것을 보여준다. 이는 기술 개발 및 상용화, 신규 설비로의 전환 등을 위한 투자를 통해 현재의 탄소 다배출 설비를 대체할 수 있는 저탄소 철강 생산 기술의 도입을 앞당겨야 함을 시사한다. 또한, 1.5도 목표 달성을 위해서는 고로의 수명이 다한 경우뿐만 아니라, 일부 설비는 20년의 가동연수를 채우기 이전에 조기 폐쇄해야 한다는 사실을 보여준다. 따라서 마지막 개수 이후 19년이 지난 광양 제2고로를 폐쇄하지 않고 막대한 금액을 투입하여 새로운 20여년의 수명을 부여하겠다는 결정은 철강 산업이 1.5도 목표를 달성하기 위한 실질적인 의지가 없음을 명확히 드러낸다. 이러한 결정은 탄소 배출량 감축에 대한 국제적 약속을 위반할 가능성을 높이고, 한국 철강 산업이 직면한 기후 대응의 시급성을 간과하는 것으로 평가할 수 있다.

2.2 국가 감축목표와 산업 목표 상향에 미치는 영향 고려

☑ 느슨한 산업 목표와 보수적인 철강 산업 감축 전망

2021년 발표한 한국의 2030 NDC에서 산업 부문의 배출량 목표는 기준 연도인 2018년 대비 14.5% 감축한 2억 2,260만 톤이었으나, 2023년 3월 발표한 탄소중립 녹색성장 기본계획에서는 이 감축률이 11.4%로 감소하여 배출량 목표는 2억 3,070만 톤으로 오히려 증가했다. 이는 국가 총배출량의 약 40%를 차지하고 있는 산업 부문에 810만 톤의 추가적인 배출을 허용해 준 것으로, 산업 부문에 큰 감축 부담을 지우지 않겠다는 정부의 의지를 볼 수 있는 조정이었다.

산업 목표 중 철강 부문만 따로 살펴보면, 정부의 2023년 발표 당시의 목표 배출량은 9,650만톤으로 2021년 발표 시의 9,890만 톤보다 감축 목표가 강화된 것처럼 보인다[표1]. 그러나 이는 목표량 산출의 근거가 되는 철강 산업의 생산활동 전망이 하향 조정됨에 따라 배출량 전망치가 1억 880만 톤에서 1억 190만 톤으로 줄었기 때문이며, 감축 방안별 합계 감축량은 2021년 계획한 990만 톤보다 크게 줄어든 540만 톤이다. 현재 철강은 국가 총배출량의 약 15%를 차지하지만, 현 계획대로 이행할 때 2030년 국가 총배출 4억 3,660만 톤의 22.1%를 넘어 지금보다 더욱 비중이 큰 배출원이 될 것이다.

표1 철강 산업 2030 감축 목표 비교 (2021 NDC, 2023 탄소중립 기본계획)

단위: 백만톤 CO₂e

구분	2021 국가 온실가스 감축목표 상향안	2023 국가 탄소중립 녹색성장 기본계획 (현행)	주요내용 (변경 사유)
배출량 전망치	108.8	101.9	생산활동 전망 하향에 따라 배출량도 하향 조정
목표배출량	98.9	96.5	배출량 전망치 - 합계 감축량 = 목표배출량
감축량	연료전환	5.4	전기로 전환수단 제외 및 감축수단 분류 조정
	에너지효율화	4.5	수단은 동일하나 일부 분류 조정
	공정감축	-	-
	기타	-	감축수단 분류 조정
	합계	9.9	5.4

출처: 산업연구원, 산업부문 NDC 이행방안 연구

☑ 감축 방안의 핵심은 공정 배출 감축, 8 제한적 감축 방안에 기대 현 설비 유지하려 해선 안 돼

지구 온도를 3~4도 높이는 수준의 부족한 목표⁹라고 평가받는 한국의 NDC를 강화하고 산업 부문의 감축 목표를 크게 상향하기 위해서는, 석탄 고로를 유지하면서 부분적인 저감효과를 기대하는 연원료 전환과 에너지 효율화가 아닌, 공정 감축 방안을 확보해야만 한다. 수소 환원제철의 도입과 고로 폐쇄를 통해 공정 감축량이 감축의 핵심이 되게 해야 하며, 따라서 현재 유지하고 있는 고로의 폐쇄 계획을 뒤로 미루는 수명 연장을 현시점으로 중단해야 한다.

2.3 자사의 탄소중립 로드맵 이행

☑ 기준연도 배출량 대비 10%, 최대 1,250만 5천 톤의 저감 필요할 수 있어

포스코는 자사의 탄소중립 로드맵에 따라 기준 연도 배출량 대비 10%인 788만 톤 CO₂e를 2030년까지 감축해야 한다¹⁰. 이는 중대형 고로 1기의 연간 배출량에 준하며, 2022년 기준 덴마크의 국가 온실가스 총배출량 석달 치에 해당할 정도로 상당한 양이다. 2026년 가동을 앞둔 250만 톤급 전기로가 추가할 배출량을 고려하면 감축 목표량이 약 988만 톤 CO₂e로 증가한다¹¹. 2022년 S-OIL의 배출량이 총 939만 톤 CO₂e였다는 점을 고려하면, 정유회사 하나의 연간 배출량 규모에 준하는 양이다. 여기에 포스코가 보유한 초대형 고로 규모로 광양 제2고로 확장 개수를 진행할 시, 2030년까지 줄여야 하는 배출량은 최대 1,250만 5천 톤¹²까지 늘어날 수 있다.

그림3 포스코 탄소중립 로드맵 2030목표 달성을 위한 감축 필요량



출처: 기후솔루션 자체작성

8 생산공정의 직접배출량을 줄일 수 있는 신기술 적용을 통한 감축방안. 다른 감축방안으로는 저탄소 연료 및 원료를 사용하는 연원료 전환과 에너지의 효율개선을 통한 에너지효율화가 있다.

9 Climate Action Tracker, South Korea

10 2050년 넷제로를 목표로 2017-2019년 배출량 평균 78.8백만톤CO₂e 대비 2030년까지 10%, 2035년까지 30%, 2040년까지 50% 감축

11 (기준연도 배출량 78.8백만톤CO₂e 대비 10%) + (250만톤 x 전기로 탄소집약도 톤당 0.8 CO₂e) = 788만톤 + 200만톤 = 988만톤 CO₂e

12 연산 435만톤인 광양 제2고로를 560만톤급 광양 제1고로 규모로 확장 개수할 시 추가되는 용량 125만톤 x 고로 탄소집약도 톤당 2.1 CO₂e=262.5 CO₂e

☑ 고로의 수명만큼 멀어지는 탄소중립 로드맵 달성

로드맵상에서 2030년 이후 목표 감축률은 더욱 증가해 2035년까지 30%, 2040년까지 50%, 2050년까지 탄소중립을 목표로 설정하고 있음에도 불구하고, 포스코는 현 설비에 저감 기술 적용 시 구체적 감축량 전망이나 석탄 기반 제강 설비 폐쇄에 관한 내용은 발표하지 않고 있다. 이러한 상황에서 광양 제2고로 개수를 통해 설비의 수명을 연장하는 것은, 확장 개수를 고려하지 않는다 하더라도 향후 15년간 누적 탄소 배출량 약 1억 3,702만 5천톤¹³인 석탄 설비를 새로 건설하는 것과 마찬가지로이다. 서울시의 등록차량 대수보다 많은 승용차 368만여대가 수명주기 동안 뿜어내는 탄소의 양과 비슷하다.¹⁴ 이는 탄소 배출을 줄이는 방향과는 정반대의 움직임이며, 장기적으로 배출량을 점차 줄여야 달성할 수 있는 탄소 중립 로드맵의 달성 가능 여부를 불투명하게 하고 있다.

그림4 광양 제2고로 개수 이후 누적 배출량 전망



출처: 기후솔루션 자체작성

☑ 7대 미래 혁신과제 중 첫 번째인 철강 경쟁력 재건과는 거리가 먼 개수 결정

2024년 4월 포스코홀딩스 이사회 전략 세션에서 발표한 7대 미래혁신과제는 철강 경쟁력 재건을 첫 번째로 꼽으며 저탄소 생산 체제로의 전환을 통한 저탄소 제품 시장 선점 계획을 천명했다.¹⁵ 유럽연합의 탄소국경조정제도를 위시한 녹색 무역장벽의 압박이 시작되고, 녹색 철강에 대한 수요 증가가 예측되는 현 상황에 대응하기 위한 목표설정으로 보인다.

2024년 9월 현재 포스코는 30만 톤 규모의 하이렉스 시험설비를 2027년 준공하고 2030년까지 상용화 기술을 완성하기 위해 정부의 적극적인 지원을 요구하고 있다.¹⁶ 그러나 '민간 회사 단독으로 진행하기 어려운 규모'라고 하는 약 8,000억 원 규모의 예산은 고로 2기 개수에 투입하는 비용보다 더 적다. 수소환원제철 시험설비 투자에 정부 지원이 필요하다고 주장하면서도 정부 예산 요청액을 상회하는 비용을 포함 제4고로와 광양 제2고로 개수에 투입하는 것은, 당장의 이익을 극대화하기 위해 고로 체제 유지를 우선시하면서도 기업의 장기적 가치 상승과 경쟁력 강화에 이바지할 녹색 철강 기술 개발은 정부와 책임을 분담하려는 격이다.

¹³ 연산 435만톤 x 고로 탄소집약도 톤당 2.1 * 15년 = 13,702.5CO₂e

¹⁴ 강동훈 외 (2023) 그린피스, 20만km 주행을 수명주기로 했을 때 내연기관 승용차 평균 배출량 37.2톤, 서울시 등록차량 318만대(2024년 8월 기준)

¹⁵ 편집자(Ed.) (2024.4.26) 한국일보

¹⁶ 정용석 (2024.9.26) 시사저널e

따라서 정부 예산 지원의 타당성을 높이고 스스로 내세운 철강 경쟁력 재건이라는 미래혁신 과제를 달성하기위해서라도 광양 제2고로 개수에 대한 투자를 중단하고 기업의 자원과 역량을 수소환원제철 기술 상용화에 집중하는 노력을 보여야 한다.

2.4 석탄 기반 생산 설비의 대기오염과 건강 피해 문제에 대한 책임

☑ 제철소 대기오염 물질 배출량 전국 최상위, 많은 투자에도 순위 변동 없이 꾸준한 증가

철강 산업은 탄소배출 이외에도 전국에서 가장 많은 대기오염물질¹⁷을 배출하는 산업이다. 포스코는 제철소 환경 유해 물질 배출 저감을 위해 2018년부터 2026년까지 약 3조 5천 1백억 원 규모의 환경개선 투자를 진행 중이며 이 중 2023년까지 약 1조 9천 2백억 원을 투자 완료했으나¹⁸ 환경부가 발표한 2023년 사업장 대기오염물질 연간 배출량에 따르면 광양제철소는 전년보다 7,443톤 증가한 28,257톤, 포항제철소는 전년 대비 5,802톤 증가한 20,080톤으로 전국 943개 대상 사업장 중 각각 1, 2위에 올랐으며 꾸준히 증가하는 추세다.

표2 포스코 제철소 연도별 대기오염물질 배출량(2021-2023)

구분	2021		2022		2023	
	배출량	전년대비	배출량	전년대비	배출량	전년대비
포스코 광양제철소	16,120,891	▲4,703,095	20,823,986	▲7,442,469	28,266,455	
포스코 포항제철소	10,306,135	▲3,971,715	14,277,850	▲5,802,480	20,080,330	

단위: kg/년

출처: 환경부 굴뚝자동측정기기 측정결과 공개 시스템 CleanSys

포스코는 이러한 증가가 2020년 환경부 대기환경보전법 시행규칙 개정에 따라 제철소 내 굴뚝자동측정기기(TMS) 설치 운영 확대에 따른 결과라고 설명하고 있으나, 전국 사업장 평균 굴뚝당 배출량이 전년보다 9.7% 감소¹⁹했음에도 불구하고 그보다 높은 감소율을 보여주지 않은 채 수년간 순위를 유지하고 있다.

최근 3년간의(2021년~2023년) 포스코 환경 법규 위반 건을 살펴보면, 포항제철소와 광양제철소는 매년 빠짐없이 대기환경보전법 위반, 환경오염시설 통합관리에 관한 법률 위반 등으로 적발당하고 있으나, 개선명령 또는 건당 수십만 원에 불과한 과태료 납부에 그쳐 이러한 법률의 실효성마저 의심되는 상황이다.

¹⁷ 먼지, 황산화물(SOx), 질소산화물(NOx), 염화수소(HCl), 일산화탄소(CO), 불화수소(HF), 암모니아

¹⁸ 포스코 홀딩스, 2024.3.22., [정정]사업보고서

¹⁹ 신해정 (2024.6.27) 한국일보

☑ 제철소 지역의 건강 피해, 개선할 수 있는 근본 조치인 설비 폐쇄 고려하지 않아

석탄 고로 가동으로 인한 제철소의 심각한 대기오염물질 배출은 전국의 대기질에 영향을 미치며 특히 여기에 노출된 인근 지역사회와 주민들의 건강에 큰 영향을 미친다. 국내 고로 기반 제철소 운영에 따른 대기오염과 건강 피해에 관한 연구는²⁰ 2021년 한 해 동안 국내 3개 제철소(광양, 포항, 당진)에서 발생한 대기오염과 관련한 조기 사망자는 506명으로 추정하며, 세계보건기구에서 권장하는 연간 평균 대기 오염 안전 수준을 고려할 때 국내 고로 제철소 배출량 만으로도 연간 공해 허용량의 8~12%를 차지할 수 있다는 점을 지적했다.

심각한 대기오염물질 배출과 이로 인한 건강 피해는 지역 주민과 언론에 의해 오랫동안 문제 제기를 받아왔으나, 이에 대한 포스코의 대응은 문제점을 적발하는 시민사회나 언론에 소송을 제기하고²¹ 대기환경보전법 위반에 따른 지자체의 조업정지 처분에 크게 반발하는²² 등 문제의 심각성보다 기업의 이익을 앞세워왔다. 현재 진행 중인 대기오염과 건강 피해는 그간의 저감 조치의 한계를 드러낸다. 오염물질 배출은 불가피하다는 기업의 변은 가장 확실하고도 근본적인 대책인 설비 폐쇄를 고려하지 않은 설명이다. 그리고 석탄 기반 생산설비의 사용 연한을 늘리는 것은 이러한 오염물질 배출의 기한 또한 연장하겠다는 말과 같다.

2.5 세계적인 철강 공급과잉과 수요산업 불황, 녹색 철강 수요 증가에 부응하지 못함

☑ 글로벌 동향에 대응하는 철강 산업의 경쟁력 제고 전략은 녹색 철강시장 공략

현재 한국의 철강 산업은 수요 산업 불황과 수입재의 공세 심화로 인해 지속적인 수요 정체와 불황이 이어지고 있으며, 중국, 인도, 아세안 등 신흥국의 석탄 기반 생산 용량 증가로 글로벌 공급과잉 압력이 계속되고 있다. 특히 정부의 지원을 바탕으로 경쟁력을 갖춘 중국산 철강이 전 세계 시장에 공격적으로 진출함에 따라, 공급 과잉에 대응하기 위한 미국과 유럽연합 등 주요 국가의 수입 규제 강화와 그에 대응하는 무역구제조치로 인해 국내 산업에 파생 효과를 초래할 가능성도 있다.²³

저가 철강재의 공세 속에 한국 철강 산업이 취할 수 있는 경쟁력 제고 전략은 빠른 저탄소 전환으로 녹색 시장을 선점하는 것이다. 유럽의 탄소국경조정제를 필두로 저탄소 생산 구조로의 전환을 요구하는 녹색 무역장벽이 전 세계 산업에 미치는 영향은 점차 커지고 있다. 연구에 따르면²⁴ 2023년 24억 달러 규모인 녹색 철강 시장은 2030년까지 약 3,206억 7,000만

²⁰ 김근하 외 (2022)

²¹ 박창호 (2021.1.20) 프레시안

²² 구대선 (2019.5.27) 한겨레

²³ 이정아 외 (2024) 한국무역협회. P. 35-37.

²⁴ Stellar Market Research (2024.7.29) PR Newswire "Tata steel, British Steel, JFE Steel in Japan, and Kobe Steel"

달리에 이를 전망이며 글로벌 철강사들은 고로 설비를 폐쇄하고 스크랩 기반의 전기로 설비로 대체한다는 계획을 밝히며 저탄소 강재 시장 공략에 나서고 있다. 저가 수입 철강재와의 경쟁으로 고전하다가 2024년 9월 말 마지막 고로의 조업을 종료한 영국 포트 탈벗(Port Talbot) 제철소 역시 2027년까지 고로를 전기로로 전환하는 프로젝트를 추진하며 탄소를 저감할 예정이다.²⁵

수소환원제철 도입 이후에나 고로의 단계적 폐쇄를 고려해 보겠다는 한국 정부의 계획은, 기술의 상용화 이전에 파국적인 위기에 도달할 가능성은 전혀 가정하지 않고 있다. 노후 설비 폐쇄 계획 없이 고로 확장 개수 및 신규 설비 증설을 추진하면서 느린 걸음으로 2050 탄소 중립을 향해 간다면, 풍부한 재생에너지 인프라와 강력한 설비 전환 의지를 가진 철강 생산국에 저탄소 철강 시장을 빼앗기고 말 것이다.

25 방정환 (2024.10.8) 철강금속신문

03

광양 제2고로 개수 중단, 석탄 기반 설비 폐쇄로 가는 시작점

고로 개수는 기후변화를 가속하고 녹색 철강으로의 산업 전환을 늦추는, 석탄 기반 제철 방식에 대한 지속적인 투자 결정이다. 철강 산업은 현재의 기후변화에 미친 큰 영향과 그로 인한 누적 피해에 책임을 져야 한다. 그 방법의 하나는 과거의 석탄 기반 생산 방식을 지속하지 않겠다는 의지를 분명히 보여주고, 수소 기반 철강 생산방식을 상용화하는데 모든 자원을 집중하는 것이다.

자사가 선언한 탄소중립 로드맵이 수소환원제철 도입 없이 석탄 기반의 설비를 그대로 유지하고 확장 개수까지 하면서 달성할 수 있는 목표라면, 과연 어떤 혁신적인 저감 대안이 있는지, 각 저감 기술이 언제까지 얼마만큼의 탄소를 저감할 수 있는지 명확히 밝혀야 한다. 그러나 그 어떤 투명한 정보공개도 없는 현시점에서, 포스코가 글로벌 1.5도 목표 달성과 과감한 국가 감축목표의 진전을 위해 책임을 다하는 기업 시민이 되는 길은 다음의 사항을 이행하는 것뿐이다.

- ① 수소환원제철 상용화 전까지의 감축 대안과 정량적 감축 계획을 투명하게 공개한다.
- ② 1.5도 목표와 탄소중립 이행에 부합하지 않는 광양 제2고로 개수를 중단하고 즉시 폐쇄 선언한다.
- ③ 탄소 예산을 고려하여 모든 고로의 단계적 폐쇄 계획을 탄소중립 로드맵에 포함한다.



탄소 예산을 고려한 고로 폐쇄 시나리오 모델링

방법론 및 데이터

한국 철강 산업 탄소 예산

유엔 기후변화에 관한 정부 간 협의체(International Panel on Climate Change, IPCC)에 따르면, 2020년 1월을 기준으로 지구의 평균 기온 상승을 1.5°C 이내로 유지할 확률이 50%인 경우, 잔여 글로벌 탄소 예산은 약 500기가톤 이산화탄소(GtCO₂)로 추정된다. 즉, 2020년부터 미래 이산화탄소 배출량을 최대 5천억 톤에 맞출 경우 지구 기온이 1.5°C 이상 오르는 것을 50% 확률로 억제할 수 있다는 의미이다. 이와 같이, 잔여 탄소 예산은 전 세계적으로 사용 가능한 이산화탄소 배출 한도를 나타내며, 전 세계 각국의 배출량에 따라 매년 점진적으로 소진되고 있다.

표3 글로벌 잔여 탄소 예산 추정치

단위: GtCO₂

산업혁명 대비 온도 상승 폭	잔여 탄소 예산 (2020년 1월 기준)				
	17%	33%	50%	67%	83%
1.3	400	250	150	100	50
1.5	900	650	500	400	300
1.8	1750	1250	1000	850	650
2.0	2300	1700	1350	1150	900

출처: IPCC 6th Assessment Report

본 연구에서는 Carbon Budget 2023 데이터 및 국가 배출량 데이터를 이용하여 2020년부터 2023년까지의 전세계 배출량을 IPCC가 발표한 2020년 기준 글로벌 탄소 예산에서 차감하여 2024년 기준의 잔여 탄소 예산을 계산하였다.

표4 글로벌 탄소 예산 추정치

단위: GtCO₂

연도	글로벌 탄소 예산	전 세계 배출량
2020	500	35.008
2021	464.992	36.817
2022	428.175	37.150
2023	391.025	37.400
2024	353.625	-

출처: 기후솔루션 자체작성

이후, 글로벌 탄소 예산을 한국의 잔여 탄소 예산으로 할당하는 과정이 필요하다. 글로벌 탄소 예산을 국가별로 분배하는 방법은 다양하며, 각 국가의 책임과 역량 등을 고려한 여러 접근 방식이 존재한다. 대표적인 방식으로는 현재 배출량에 비례하여 미래 배출량을 할당하는 '그랜드파더링(Grandfathering)' 방식이 있다. 이 방식은 과거에 많은 온실가스를 배출한 국가들이 현재 급격한 감축이 어려운 점을 고려해 미래에도 더 많은 배출을 허용받는 형태이며, 현재 배출권거래제 내 배출권 할당 시에도 사용되는 등 탄소 배출량을 배분하는 데 널리 쓰이는 방식 중 하나이다. 또 다른 방식으로 인구수 기반 할당 방식이 있다. 이는 모든 국가가 인구수에 비례해 동일한 탄소 예산을 받는 방식으로, 기계적인 형평성을 보장하지만 국가마다 서로 다른 이익과 손해를 발생시킬 수 있다. 이 외에도, 역사적 책임을 반영한 누적 배출량 기반 배분, 현실성을 고려한 감축 능력 기반 배분 등 여러 가지 논의가 있다.

본 연구에서는 다양한 기준 중 그랜드파더링 방식과 인구수 기반 방식을 각각 50%씩 반영한 평균치를 이용하여 한국이 국제적으로 할당받을 수 있는 탄소 예산을 산정했다. 이 때, 미래 시나리오 사용에 따른 불확실성을 최소화하기 위해 2023년 인구수²⁶와 배출량 데이터²⁷를 기준으로 분석을 수행하였다. 또한, 글로벌 탄소 예산은 온실가스 전체가 아닌 이산화탄소 배출량으로 표현되기에, 2021년~2023년 한국의 온실가스 총배출량과 이산화탄소 배출량 간 계수 평균 값인 0.91을 적용하여 총배출량 기준의 잔여 탄소 예산으로 환산하였다.

²⁶ WorldBank (2022)

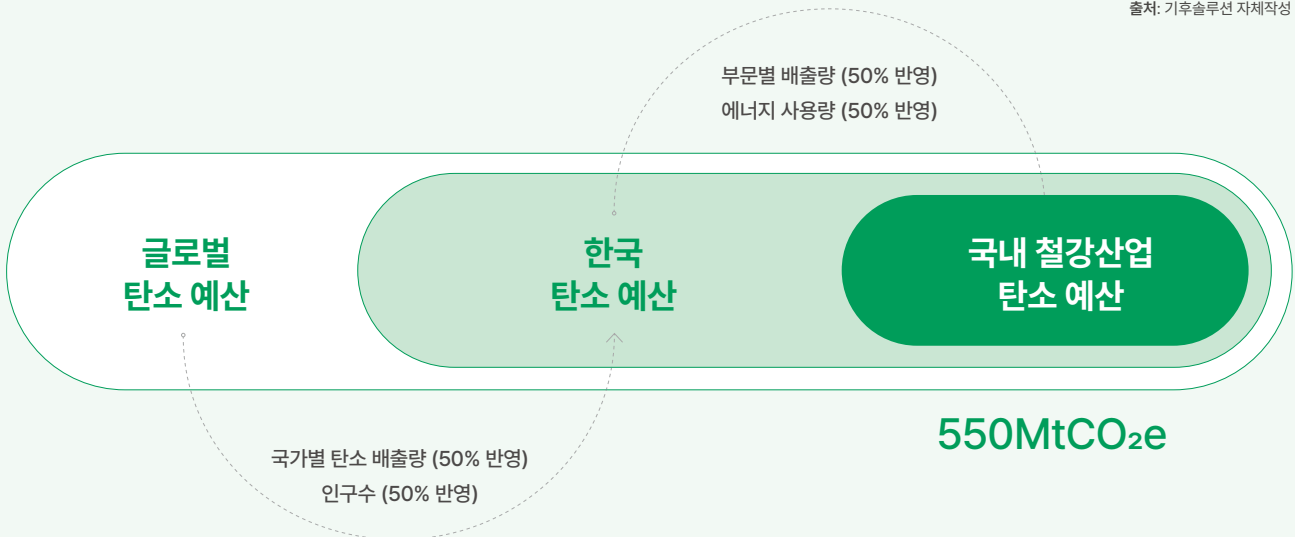
²⁷ Friedlingstein et al. (2023)

이렇게 산정된 한국의 탄소 예산을 바탕으로 철강 산업에 할당할 수 있는 탄소 예산을 계산하였다. 국가 전체 탄소 예산을 부문별로 배분할 때도 매출, 부가가치, 현재 배출량 등 다양한 기준들이 사용될 수 있지만, 본 연구에서는 부문별 온실가스 배출량과 에너지 사용량을 각각 50%씩 반영한 평균치를 활용하였다. 에너지 사용량의 경우, 2차 에너지 사용으로 인한 중복을 피하고자 1차 에너지 공급을 기준으로 하였으며, 부생가스 공급량은 석탄 등 연·원료 사용으로 발생하는 점을 고려하여 계산에서 제외하였다. 마지막으로, 미래의 철강 생산량 변화 및 저탄소 철강 기술의 도입 시점 등 정확한 예측이 불가능한 변수는 고려하지 않았다.

그 결과, 2024년부터 한국 철강 산업이 배출할 수 있는 잔여 탄소 예산 추정치는 550Mt CO₂e이다.

그림5 국내 철강산업 탄소 예산 추정 방식

출처: 기후솔루션 자체작성



시나리오 도출을 위한 각 고로별 데이터

현재 한국에서는 포스코 8기, 현대제철 3기의 고로가 가동 중이며, 추가로 포스코의 파이넥스 설비 2기가 있다. 설비별 철강 생산 용량에 따라 탄소 배출량이 다르며 최근 개수 연도에 따라 폐쇄 시기 또한 다르다. 온실가스 배출량 및 고로 폐쇄 시나리오 모델링을 위해 입력한 포스코와 현대제철의 현재 가동 중인 설비 정보는 아래와 같다.

26 WorldBank (2022)
27 Friedlingstein et al. (2023)

표5 현재 가동 중인 철강 제조 설비

설비	가동 시작연도	최근 개수연도	평균 생산량 ('21-'23, 만톤)	탄소집약계수
포항 제2고로	1976년	2015년	191.4	1
포항 제3고로	1978년	2017년	412.8	1
포항 제4고로	1981년	2024년	380.4	1
광양 제1고로	1987년	2013년	472.2	1
광양 제2고로	1988년	2005년	323.9	1
광양 제3고로	1990년	2020년	412.7	1
광양 제4고로	1992년	2022년	362.4	1
광양 제5고로	1999년	2016년	423.7	1
포항 파이넥스 2호	2007년	2018년	128.0	0.5
포항 파이넥스 3호	2014년	-	168.3	0.5
당진 제1고로	2010년	-	400.0	1
당진 제2고로	2010년	-	400.0	1
당진 제3고로	2013년	-	400.0	1

출처: 국회 제공 자료 기반으로 기후솔루션 재구성

이때, 각 고로의 철강 생산량은 최근 3년간('21년-'23년) 평균 생산량을 이용하였으며, 설비의 폐쇄 가능 시작 시점은 2025년으로 설정하였다. 또한, 설비를 가동할 수 있는 마지막 시점은 최근 개수 연도로부터 20년이 지난 시점으로 설정하였으며, 파이넥스 설비는 고로 대비 탄소 배출량을 절반 가까이 감축할 수 있는 점을 고려하여 탄소집약계수를 추가하였다. 추가로, 설비의 가동 가능 기간 또한 탄소 다배출 설비인 고로 대비 긴 가동 연수를 가정하였다.

위의 철강 제조 설비 데이터를 바탕으로 가능한 모든 설비 폐쇄 조합을 구성한 뒤 각 조합에 대한 누적 배출량을 계산하였고, 이를 목표 탄소 예산과 비교하여 누적 배출량이 초과하지 않으면서 가장 근접한 값을 가진 조합을 찾는 방법으로 시나리오를 찾아내었다. 그 결과 본문의 **[그림1]**과 같은 결과값이 도출되었다.

☑ 참고문헌

- 강동훈, 우지수, 최혜원, 홍혜란, &최은서. (2023). 거대한 자동차, 더 큰 위기. 그린피스.
- 구대선. (2019.5.27). 경북도, 대기오염물질 배출 포항제철소에 '조업정지' 10일 통보. 한겨레.
- 국토교통부. (2022). 포항국가산업단지 산업단지계획(변경) 포스코 수소환원제철부지 조성사업 환경영향평가 평가항목 범위 등의 결정내용
- 김근하, Isabella Suarez, &David Ecal. (2022). 제철소와 숨겨진 진실-국내 일관제철소의 대기오염 영향과 건강 피해. 기후솔루션&CREA
- 박창호. (2021.1.20). 포스코 '포항MBC 기자에 대한 소송' 시민단체 반발 확산. 프레시안.
- 방정환. (2024.10.8). 英 최대 제철소 100년 만에 생산 종료. 철강금속신문.
- 산업연구원. (2023). 산업부문 NDC 이행방안 연구
- 서동철. (2020.5.21). [단독] 포스코 광양제철소 '초대형 고로' 탈바꿈. 매일경제.
- 신혜정. (2024.6.27). 대형사업장 대기오염물질 지난해 22만톤 배출... 굴뚝당 배출량은 10% 감소. 한국일보.
- 이정아, 강금윤, &오지인. (2024). 중국 공급과잉에 대한 주요국 대응 및 시사점. KITA 통상리포트 2024 VOL.08. 한국무역협회.
- 정용석. (2024.9.26). 정부 '그린철강' 9000억원 지원 초읽기...국회 "예산확대, 직접 기재부 설득할 것". 시사저널e.
- 조상훈&이명주. (2023). POSCO Profile No.1 POSCO: 탄소중립 진정성은 어디에. 기후솔루션.
- 조윤희. (2024.6.27). '인생 4회차' 맞은 포스코 4고로...5300억 들여 3차 개수 완료. 매일경제.
- 조은호. (2024.6.27). 포항 제4고로 '스마트 고로'로 재가동. 파이낸셜뉴스
- 편집자(Ed.). (2024.4.26). 장인화 회장 "7대 미래혁신 실천해 초일류 기업 도약". 한국일보
- 포스코 홀딩스. (2024). [정정]사업보고서
- 포스코 홀딩스. (2024). 2024년 분기보고서
- 포스코 홀딩스. (2024). 2024년 반기보고서
- Climate Action Tracker, South Korea (최종 접속일: 2024년 10월 3일)

- Friedlingstein et al. (2023). Global Carbon Budget 2023. *Earth Syst. Sci. Data*, 15, 5301–5369
- Intergovernmental Panel on Climate Change (2021) **Climate Change 2021: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, In press, doi:10.1017/9781009157896.
- Julia Hovenier. (2023.12.18). **POSCO is relining coal-based steel furnaces to prolong their lifetimes. This jeopardises its financiers' climate commitments.** BankTrack.
- Margaret Hansbrough, Caroline Ashley, &이명주. (2023). **개수(Reline)가 아닌 개약, 넘지 말아야 할 선(Redline)을 넘다: OECD의 4개 주요 철강사, 5억 톤의 CO₂ 추가 배출 계획 설정.** SteelWatch.
- Stellar Market Research (2024.7.29) **Green Steel Market to reach 320.67 Bn at a CAGR of 101.23 percent by 2030- Says Stellar Market Research.** PR Newswire
- WorldBank (2022), **Population, total** | Data (최종 접속일: 2024년 10월 1일)