

기조강연(Keynote Speech)

| 일시 2026. 5. 7.(Thu.) 16:35 | 장소 한라홀(Halla Hall, 3F)



김기수
Kim, Kisoo

포스코홀딩스
미래기술연구원장,
그룹CTO

Chief Technology
Officer(CTO)
of POSCO Holdings

철강산업의 현재와 미래 경쟁력을 위한 혁신기술

Innovative Technologies for the Current and Future Competitiveness of the Steel Industry

철강은 건설, 기계, 자동차 등 핵심 산업의 기반 소재로서 세계 에너지 소비와 온실가스 배출에서 큰 비중을 차지하고 있으며, 특히 아시아 지역을 중심으로 생산과 소비가 집중되어 있다. 그러나 글로벌 과잉설비, 수익성 악화, 그리고 탈탄소 전환을 요구하는 규제와 시장 압력(CBAM, Scope 3 등)이 동시에 작용하면서 철강 산업은 심각한 딜레마에 직면해 있다.

철강 제조는 고로(BF)와 전기로(EAF)를 중심으로 한 에너지 다소비 공정으로, 특히 고로 기반 일관제철소는 석탄 의존도가 높아 탄소 집약적 구조를 가진다. 이에 따라 철강 산업의 탄소중립 달성을 위해서는 공정 자체의 근본적 전환이 필수적이며, 그 핵심 대안으로 수소환원제철(Hydrogen Reduction Ironmaking)이 부상하고 있다. 수소환원제철은 철광석을 수소로 환원하여 물(H₂O)만을 배출하는 공정으로, 기존 고로 대비 획기적인 CO₂ 감축이 가능하다.

그러나 수소환원제철의 상용화를 위해서는 막대한 양의 청정수소와 무탄소 전력 공급이 전제되어야 한다. 조강3,400만 톤 기준 연간 약500만 톤의 수소와 수GW 규모의 전력이 필요하며, 이는 재생에너지 단독으로는 안정성과 경제성 측면에서 한계가 있다. 이러한 문제의 거의 유일한 현실적 해법으로 원자력, 특히 고온가스로형 원자로(HTGR)를 활용한 원자력-수소 제철 개념을 제시한다.

이 시스템은 CO₂를 기존 대비 99% 이상 감축하면서도 제철 원가 경쟁력을 유지할 수 있는 기술적·경제적 가능성을 입증하였으며, 제철소와 원자로의 근접 배치가 가능한 높은 안전성도 확보하고 있다.

결론적으로, 철강 산업의 탈탄소 전환은 단순한 공정 개선을 넘어 에너지 시스템 전반의 혁신을 요구하며, 수소환원제철과 원자력의 결합은 대규모 청정수소 공급과 무탄소 전력 확보를 동시에 달성할 수 있는 전략적 대안이다. 이는 철강 산업의 지속가능성을 확보함과 동시에 국가 에너지·산업 경쟁력을 강화하는 핵심 수단이 될 것이다.

Steel is a foundational material for core industries such as construction, machinery, and automotive. It accounts for a significant portion of global energy consumption and greenhouse gas emissions, with production and consumption heavily concentrated in Asia. However, the steel industry currently faces a severe dilemma, driven by global overcapacity, deteriorating profitability, and simultaneous regulatory and market pressures demanding a transition to decarbonization, such as the Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) and Scope 3 emissions reporting.

Steel manufacturing is an energy-intensive process centered on Blast Furnaces (BF) and Electric Arc Furnaces (EAF). In particular, BF-based integrated steel mills have a carbon-intensive structure due to their high reliance on coal. Consequently, a fundamental transformation of the production process itself is essential to achieve carbon neutrality in the steel industry. Hydrogen Reduction Ironmaking is emerging as the key alternative. This process uses hydrogen to reduce iron ore, emitting only water (H₂O) and enabling a drastic reduction in CO₂ emissions compared to conventional blast furnaces.

However, the commercialization of hydrogen reduction ironmaking requires a massive supply of clean hydrogen and carbon-free electricity. For a production capacity of 34 million tons of crude steel, approximately 5 million tons of hydrogen and several gigawatts (GW) of power are required annually. Relying solely on renewable energy poses limitations in terms of stability and economic viability. As a nearly unique and realistic solution to these challenges, the concept of "Nuclear Hydrogen Steelmaking"—utilizing nuclear energy, specifically High-Temperature Gas-cooled Reactors (HTGR)—is proposed.

This system has demonstrated the technical and economic potential to reduce CO₂ emissions by more than 99% compared to existing methods while maintaining the cost-competitiveness of steel production. Furthermore, it ensures high safety standards, allowing for the close proximity of reactors to steel plants.

In conclusion, the decarbonization transition of the steel industry requires more than just incremental process improvements; it demands an innovation of the entire energy system. The combination of hydrogen reduction ironmaking and nuclear energy is a strategic alternative that can simultaneously achieve a large-scale supply of clean hydrogen and carbon-free power. This will serve as a key means of securing the sustainability of the steel industry while strengthening national energy and industrial competitiveness.