

# 철강 역사 새로 쓴 '파이넥스' 공법

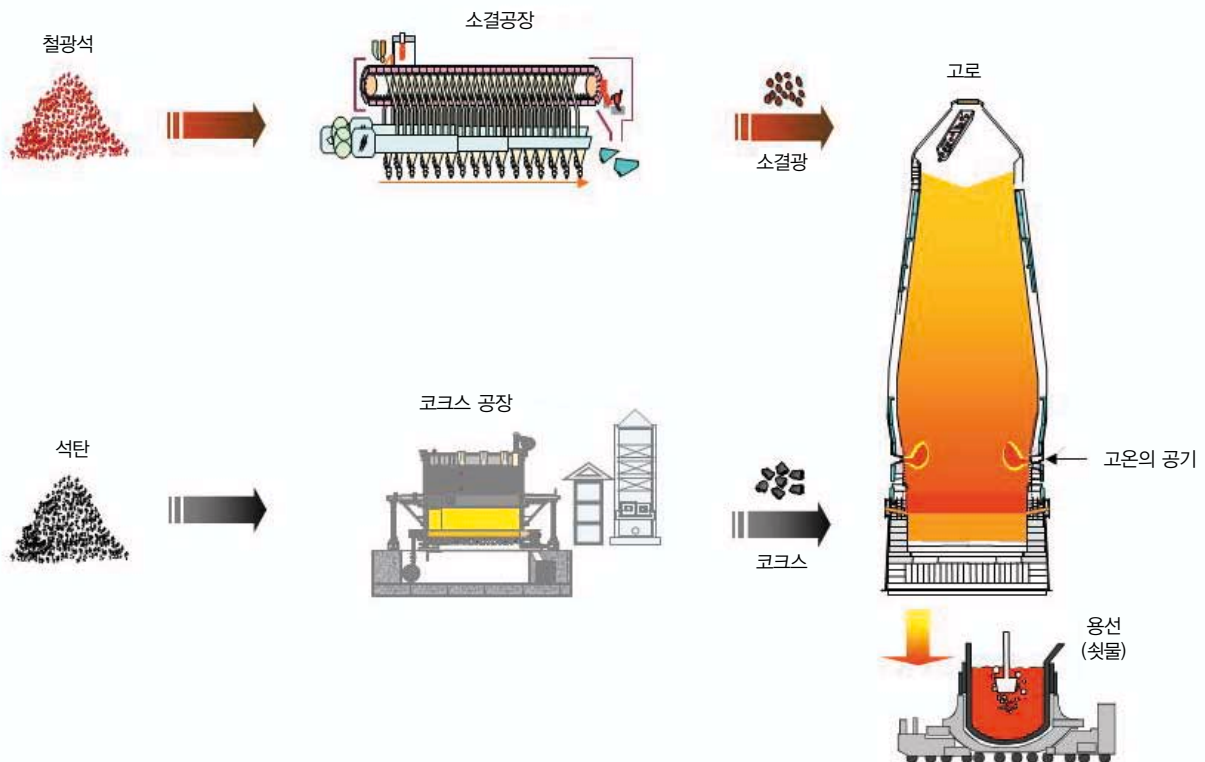
글 | 조봉래 \_ 포스코 기술연구소 상무 bfguy@posco.co.kr

**불**의 발견 이후 청동기 시대를 지나 철이 등장하면서 인류 역사는 비약적으로 발전하였다. 기원전 4천년 인류가 철을 사용하기 시작한 이래 오늘날까지 현대 물질문명을 떠받치고 있는 가장 중요한 기둥이 되어온 철은 우리의 삶 구석구석에 깊은 뿌리를 내려, 현대인들은 철이 없는 세상을 상상할 수도 없게 되었다. 결국 우리는 아직도 철기 시대에 살고 있으며, 철의 소비량이 곧 선진국의 가늠척도가 되고 있다. 이와 같은 철소비량을 만족시키기 위해 지속적으로 증가되고 있는 전세계 조강 생산량의 60% 이

상이 고로(용광로) 공정이라고 불리는 용선(쇳물) 제조법에 의해 충당되고 있다.

## 기존 고로 대체하는 경제적인 신 공법

고로공정에서는 원료인 철광석과 연료인 석탄이 필수적으로 필요하지만 이들은 높은 온도를 갖는 고로 내부에서 안정하지 못하고 분상으로 깨져서 고로내 가스흐름을 악화시키는 등의 문제점이 있다. 그래서 고로에 직접 투입하지 못하고 고로에 넣기 전에 소결광

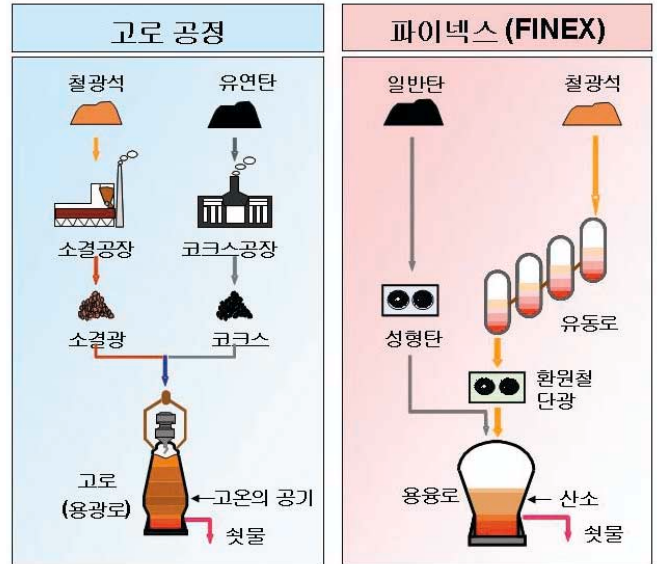


고로를 이용한 쇳물 생산 공정

과 코크스의 형태로 가공, 공급된다. 소결공장에서 철광석을 부원료들과 함께 고온으로 가열하면 작은 철광석 입자들의 표면이 용융하면서 서로 달라붙어 고로에서 사용될 수 있는 크고 단단한 입자가 되는데 이를 소결광이라 한다. 또한 석탄도 코크스 공장에서 고온으로 가열, 열분해시켜 덩어리 형태로 크고 단단하게 하여 고로 내부의 고온에서도 강도를 유지할 수 있게 하는데 이를 코크스라 하며, 코크스는 철광석과 함께 고로 상부로 투입된다. 고로 하부에서는 1100℃에 달하는 고온의 공기를 음속에 가까운 초속 200~300미터의 속도로 불어 넣어 코크스를 연소시키고, 이 때 발생하는 열과 일산화탄소를 이용하여 철광석을 환원, 용융시켜 용선을 얻게 되며 이 쇳물은 제강공정으로 공급되어 강철을 만드는 원료로 사용된다.

소결 공정 및 코크스공정에는 모든 종류의 철광석과 석탄이 사용 가능한 것이 아니다. 우수한 품질의 소결광 제조에 부합하는 성질을 갖는 품질이 좋은 철광석과 코크스를 만들 수 있도록 고온에서 점결성을 갖는 고가의 유연탄이 필요하다. 하지만 세계적으로 양질의 철광석과 유연탄은 그 자원이 한정되고 고갈되고 있으며, 자원보유국의 영향력이 커지고 있어 수급이 어려워질 뿐 아니라 그 가격도 큰 폭으로 상승중이다. 또한 소결광과 코크스를 얻는 공정을 위해서는 막대한 설비 투자 및 운용 비용이 필요하며 제철소 대기 오염물질의 대부분이 이들 공정에서 발생하는 문제점도 있다.

최근 국제적으로 지구 온난화 방지를 위한 이산화탄소 배출 억제 강화되는 등 환경오염 물질 규제를 강화시키는 법적, 제도적 장치가 강화되어 고로조업에서의 환경오염 방지를 위한 추가적인 원가 상승 및 설비 투자비 증가가 요구되고 있다. 세계적으로 매장량이 풍부하고 저가인 연료와 원료를 사용하면서도 환경오염물질의 배출을 감소시키고 에너지 사용량을 최소화하여 원가경쟁력을 높임으로써 기존의 고로 공정을 대체할 수 있는 경제적인 새로운 공법을 개발하기 위한 노력이 1970년대 이후 전세계의 제철관련 엔지니어들에 의해 지속적으로 이루어져 왔다. 그러나 일본의 'DIOS법', 호주의 'HISMELT법', 유럽의 'CCF법' 등 대부분의 공정이 상용화에 이르지 못한 가운데 1992년 이후 포스코가 개발해온 제철공법인 FINEX 공정이 유일하게 상업화 성공을 목전에 두고 있다. FINEX 기술의 자체 개발로 우리의 제철산업은 명실공히 기술자립에 성공하고 글로벌 기술 리더십을 확보하게 되었으며 향후 국제적인 철강경쟁력을 한층 더 높이고 '쇳물은 고로에서 생산된다'는 세계철강 산업의 일반적 기술패러다임을 바꾸는 계기를



고로 공정과 FINEX 공정의 비교



FINEX 공정의 주요 기술

- 유동환원 기술
- 환원철 단광 제조기술
- 성형탄 제조기술
- 용융로 기술

제공하게 될 것으로 기대되고 있다.

### 소결광과 코크스 제조공정 생략

FINEX 공정에서는 미립의 분체 상태인 철광석을 별도로 사전처리하지 않고 4단의 유동로에 투입하여 철광석 입자들을 유동 상태에서 환원가스에 의해 균일하게 환원시킨 후, 환원된 미립의 입자를 단광으로 크게 만들어 밀폐형 용융로 상부를 통해 노내로 투입한다. 한편 코크스 제조에 사용되지 못하는 저품위의 석탄인 일반탄은 상온에서 단순히 컴팩팅만 하여 성형탄으로 제조되고 용융로 상부로 투입되어 하부로 이송되며 노내의 가스에 의해 가열된다. 가열된 성형탄은 용융로 하부에서 투입되는 상온의 산소와 반응해 연소되어 환원가스와 열을 발생시키게 되며, 이 때 발생한 환원가

스는 용융로 상부로 상승하면서 용융로로 투입되는 단광형태의 환원된 철광석을 최종 환원시키고 용융시켜 액체 상태인 용선으로 변화시키게 된다. 이와 같이 FINEX 공정의 기술적 큰 특징은 소결광과 코크스 제조공정이 생략되어 있다는 점이다.

FINEX 공정을 구성하는 핵심 단위기술들을 크게 분류하면 분체 상태의 철광석을 유동환원 반응기 안에서 균일하게 유동시키면서 환원시키는 철광석 유동환원기술, 환원된 분상태의 환원철을 덩

어리 형태로 바꾸는 환원철 단광 제조기술, 가루 상태의 석탄을 입자가 큰 덩어리 형태로 만드는 성형탄 제조기술과 환원철 단광을 최종환원 및 용융시키는 용융로 기술 등으로 구분할 수 있다. 포스코에서는 1992년 이래 이들 기술에 필요한 다양한 새로운 요소기술들을 성공적으로 연구개발해 오고 있다.

이러한 FINEX 기술의 지속적 발달로 인해 고로에서는 사용할 수 없는 저가의 품위가 낮은 석탄과 분광석이 안정적으로 사용되어 고품위 연·원료 고갈에 대한 대책 제시와 고로공정 대비 20% 이상의 용선 제조 원가 절감이 가능하게 되었다. 뿐만 아니라 FINEX 공법은 철광석과 석탄을 사전처리하지 않고, 연료를 태울 때 공기 대신 순산소를 사용하는 등 공정상의 이점으로 인해 황산화물과 질소산화물, 비산 먼지 등의 환경 오염물질의 배출이 고로공정에 비해 매우 적은 환경친화형 제철기술이다. 고로를 기준할 때 환경 오염물질인 SOx 성분은 3%, NOx 성분은 1%, 분진은 28%에 불과하다. 또한 전력 및 사회기반 시설이 부족한 지역에서는 값싼 석탄을 이용하여 경제적으로 철을 생산하는 동시에 발생하는 다량의 가스를 이용하여 발전함으로써 값싼 전력을 공급할 수도 있다.

이와 같은 장점들을 갖고 있는 FINEX 공정의 지속적 기술개발은 미래 철강 산업을 보다 친환경적이며 사회 친화적인 산업으로



연산 150만톤FINEX 2호기 건설 현장

변모시키는 역할을 담당하고 철강 산업 부문에서 신기술 개발의 기폭제가 될 것이며 나아가 소재산업의 발달을 통해 산업전반의 발전을 위한 토대를 제공하는 굳건한 디딤돌이 될 수 있을 것으로 예상된다.

포스코는 현재 FINEX 데모 플랜트 설비(연산 60만톤 규모)를 이용하여 기술검증을 마무리하는 단계에 도달했으며, 2007년 4월경 포항제철소 구내에 연산 150만톤 규모의 상업생산 설비인 FINEX 2호기를 가동할 예정으로 건설을 추진하고 있다. 이 FINEX 2호기의 정상적 가동을 통해 FINEX 공법의 기술을 완성 시킴으로써 신기술을 통한 세계 철강시장에서의 기술적 경쟁력 확보를 도모할 뿐 아니라 현재 전략적으로 추진중인 해외 제철소 건설 사업 등과도 연계함으로써 세계 철강산업에서의 선도적 위치를 굳건히 할 것으로 기대된다. ㉔



글쓴이는 부산대학교 금속공학과를 졸업했다. 광양 제선부 기술개발 팀장, 제선부 부장, 기술개발실장을 지냈다.