

전기로와 고로의 비교

* 자료제공: INI STEEL COMPANY

1. 일반

오늘날 전기로 조강 생산량이 세계 전체 조강 생산량의 30% 넘어서면서, 전기로 제강법은 철강산업에서 차지하는 비중과 위상이 급속히 높아졌다.

현재까지 철강기술은 산업구조의 변화와 기술발전과 함께 요구되는 소재의 고도화 및 다양화 추세에 대응하는 방향으로 발전하여 왔으며, 향후에는 생산의 유연성과 환경 친화성 등 새로운 요구가 대두되고 있는 실정이다. 이런 관점에서 볼 때 전기로 제강법은 저렴한 설비투자비, 경제적 생산성, 조업의 유연성 등에서 고로보다 잇점을 갖고 있다. 즉 초기 설비투자비가 고로법에 비해 적게 들며, 경기변동에 유연하게 대처가 가능하고, 철강 축적량의 증가로 원료가 가격 경쟁력이 향상되었을 뿐 아니라, 환경에 대한 관심 고조로 고철의 재활용 산업이라는 인식의 외부적 환경 여건도 전기로 제강법에 유리하다고 생각될 수 있다.

강재의 생산방법은 크게 전기로와 고로 크게 2가지로 나눌 수 있으며 전기로 업체는 고철을 주원료로 사용하여 조강류(H형강, 철근 등)를 생산하며 주로 건설용 자재로서 건축 현장에 사용되고 있으며, 고로 업체는 철강석을 주원료로 사용하여 판재류(후판, 열연강판, 냉연강판 등)를 생산하여 자동차, 전자, 조선, 건축내외장재, 플랜트, 건설자재 등으로 공급하고 있다.

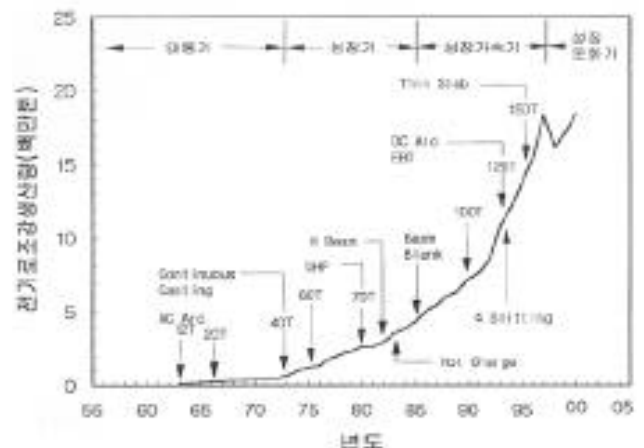
전체 강재 생산량(2001년 기준)은 4,385만 톤으로 이 중 고로 제품 2,474만 톤(56.4%)을 차지하고, 전기로 제품 1,911만 톤(46.3%)을 차지하고 있으며 이 중 H형강이 166만 톤, 철근이 959만 톤이 사용된다.

2001년 국내 철강 생산 및 수요

구분	수량(천톤)	비고
생산량	전체 43,852(100%)	세계 6위 국민총생산(GDP) 대비 2.6% 전체 수출의 4.8%
	고로 24,741(56.4%)	포항제철
수요	전기로 19,111(43.6%)	INI STEEL, 동국제강, 한보철강, 한국철강, 한일제강, 대한제강
	INI STEEL 6,672	세계 2위 전기로 업체 (1위 NUCOR) 국내 전기로 물량의 34.9% 생산
	H형강 1,660	1,368천톤 공급(82.4% 점유)
	철근 9,586	2,896천톤 공급(30.2% 점유)

2. 국내 전기로의 발전 과정

우리나라의 전기로는 1963년 부산제철소가 12톤 전기로를 설치함으로써 시작되었다. 그 후 1973년 전기로 4개사가 4기의 전기로를 동시에 설치가동하는 한편, 한국최초로 연속주조기술이 도입됨으로서 전기로 산업이 본격적으로 시작되었다.



1980년대 들어서 70톤 전기로 설치와 함께 UHP 조업을 실시하였고, 82년에 H형강을 전문으로 생산하는 형강 공장이 건설되었다. 또 이 시기에는 에너지 절약을 위한 새로운 제강 기술들이 속속 적용되기 시작하였다. 고철 예열 기술의 도입, 열재 장입(hot charge) 조업 실시, 빔브랑크 연속주조 등 많은 새로운 기술이 개발되었다. 전기로 용량도 1973년에 40톤 수준이었던 것이 1980년에는 70톤 수준까지 대형화되었고, 1990년에는 100톤 전기로까지 탄생하였다.

한편 1990년대에는 전기로의 신규 설치 외에도 많은 신기술들이 도입되었다. 1993년에 직류 전기로가 설치되었고, 래들 정련 설비가 일반 강 전기로 사에도 EBT 설비와 함께 설치 운영되기 시작하였다. 또 인원 감축과 설비 운영 효율화를 위한 각종 자동화 설비들이 구축되었다. 한국의 전기로 산업을 시기별로 구분하여 보면, 1973년 이전을 태동기라 할 수 있으며, 1973년부터 1985년까지를 성장기, 1985년부터 1995년까지를 성장 가속기, 1995년 이후를 정체기라고 할 수 있다.

3. 국내 최신 전기로 제강 기술

현재 국내 전기로사에 적용하고 있는 신기술과 향후 적용이 예상되는 신기술을 살펴보면 다음과 같다.

첫째, 주원료 분야에서는 고철의 장입을 용이하게 하고, 불순물을 제거하기 위한 키로틴 절단, 프레스 압축 가공, 슈레더 파쇄 등 고철 가공 설비들이 보급되고 있다.

둘째, 전기로 설비 분야에서는 현재 DC 전기로가 활발히 보급되고 있다. 92년 이후 국내 전기로 업체 신규 설치가 동종인 전기로 중 DC로가 2/3를 차지할 정도로 빠르게 보급되고 있다. DC로는 AC로에 비해 전력 원단위, 전극 원단위, 내화물 원단위 등의 절감 가능성이 있는 것으로 평가받고 있다. 또 EBT 출강 방식과 LF 설비를 통하여 조업 안정화와 품질 향상에 많은 노력을 기울이고 있다. 전기로 자동화 부문에서는 산소 취입, 열간 보수, 부원료 투입, 전극 접속, 측온 및 Sampling 등의 자동화가 활발히 이루어지고 있다.

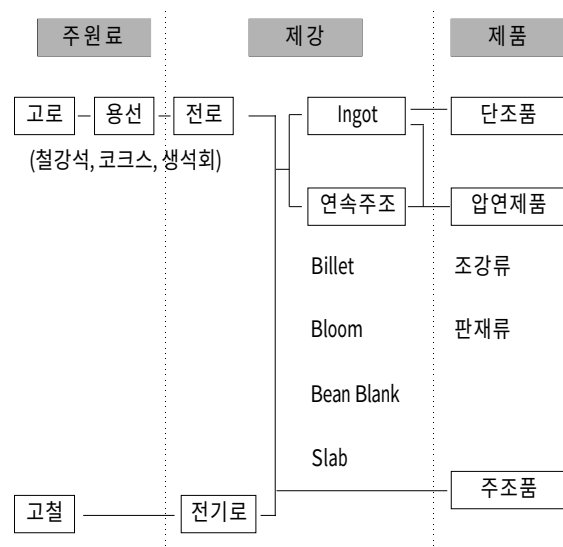
셋째, 연속주조 분야에서는 각종 연주 설비의 자동화와 연주 조건의 자동 조절 시스템들이 도입·상용화되고 있다. 텀프 용강 중량의 자동 조절, 몰드 용강 레벨의 자동 조절, 연주 속도와 진동수, 냉각수 등을 연동하여 조절하는 시스템들이 자동화되어 있다.

넷째, 압연 분야에서는 신규 압연 공장 건설 시 연속식 압연기 배치에 의한 생산성 및 조업 능률을 향상시키고 있으며, 또 철근 압연

에 획기적인 생산성 향상이 가능하다. 또 slitting 압연 기술이 본격적으로 보급되고 있다. 고장력 철근을 급속 냉각시켜 내부는 헤파이트 조직을 유지하고, 외부는 tempered martensite 조직을 만들어 일반 강 성분으로 고장력 강을 만드는 tempcore 철근 제조 기술도 도입 조업 중에 있다.

향후 도입이 예상되는 신기술들은 선진국을 중심으로 보급되고 있다. 에너지 이용을 극대화시키려는 고철 예열 기술은 종전의 장입 바켓가열 대신 Shaft로법, Consteel법, Twin furnace법 등이 선진국에서 일부 상용화되어 있다. 또 전기로 제강 시 발생하는 CO 개스에 산소를 불어넣어 완전 연소 시킴으로써 이때 발생하는 발열 에너지를 이용하는 post-combustion 기술도 국내에 빠르게 도입되고 있다.

4. 제조 공정도



5. 특성 비교

전기로 조업에서 고철의 품질은 생산성 및 최종 제품의 품질을 결정하는 주요인자로서, 고철 속에 함유되어 있는 Cu, Sn과 같은 잔류원소는 정련 과정에서 완전 제거가 불가능하다. 따라서 용해와 합금 기능이 중요한 합금강이나 강도 중심의 형강, 철근 등 조강류 생산이 주류를 이루고 있다.

각 업체들은 고유의 고철 분류 기준을 설정하고, 제품 규격에 적합하게 고철이 배합될 수 있도록 엄격한 관리를 하고 있다. 고철 중의 불순물 제거를 위해 수작업 방법으로 사전에 육안 검수를 통해 비철 금속을 선별해내고 있으며, 슈레더 설비를 통하여 고철의 일정 크기로 파쇄 절단한 후, 자력 선별을 실시하여 고철 중에 함유되고

있는비철금속, 고무, 플라스틱, 유리, 고무등의불순물을분리하고 있다. 고청정강 제품의 요구가 날로 증가하는 추세에 대응하여 직접환원철(DRI, HB), 용선 등치녀성이높은 고철대체제의 배합 비율도높여가고있다.

전로조업에서는용선의대량공급이가능한고로공정이꼭필요 하기때문에초기에설비투자비용이많이들며, 전기로에비해생산 탄력성이낮다. 그러나높은원료의청정도와고탈탄능력으로인하여표면특성과가공성이중시되는판재류를주로생산하고있다.

구 분	전기로	고 로
설 비	전기로	전로
주원료	고철	철광석+코크스+석회석
용 량	중.소용량	대용량
조업방법	고철을주원료로전기를이용, 아크열로용해시켜강을제조 - P,S 함량 0.015%이하제조	용광로에철광석을주원료로코 크스를연료로선철만든후전로 에서강을제조
화학생분	- 에 어려움있음. - 미량의불순원소(Cu, Sn, Cr 등) 항시존재 - 강도400,490N/mm2, 충격치	P,S 함량제품제조가능(불순원 소함량이매우낮음)
기계적성질	A,B등급이주종이고열처리, 압연방법에따라다양한강 종생산 - 불순물함량이다소높아고 충격특성이미흡함. - 제조설비개발및공정개발 로고인성소재개발연구중. 조강류 (H형강,기타형강,철근,원형	- 강도400, 490, 570N/mm2, 충 격치 A,B,C등급이주종이고열 처리,압연방법에따라다양한 강종생산 - 불순물함량이낮아고인성제 품 설계에용이
생산제품	강,레일,스피탈일등)	(후판,열연,냉연강판,아연도금강 판,칼라,전기,석도강판등)

6. 전기로 생산강종

제품	규격	생산강종	주문생산	미생산강종
철근	KS D 3504 JIS G 3112 ASTM A615 BS4449 DIN488/1	SD30A,B,SD35,SD40 SD295A,B,SD345,SD390 G40,G60 G250,G460 BS1420S	SD50 SD490 A706	G75 G460 BS1500S
일반구조용 강재	KS D 3503 JIS G 3101 ASTM 36 A572 A529	SS400,SS490,SS540 SS400,SS490,SS540 A36 G42,G50,G60,G65,A529	G60,G65 A529	
용접구조용 강재	KS D 3515 JIS G 3106 ASTM A 242 ASTM A 992 BS4360 DIN17100 EN242	SM400A,B,SM490A,B SM490YA,YB SM400A,B,SM490A,B SM490YA,YB 43A,50B	SM400A Gr4,5 Gr3 Gr1,2 A992 43B,C,50A,C,55C St44-2,St50-2 S235JRG2,S275JR,JO S355JR,JO SY40,SY40A	SM400C,SM490C, SM520B,SM570 SM400C,SM490C, SM520B,SM570 SM400B,C,SM490B,C 43D,DD,50D,DD St44-3,St52-3, St60-2,St70-2
스피탈	KS F 4604 JIS A 5528	SY30,SY30A SY295	SY390	
내후성강재	KS D 3529 JIS G 3114 BS 4360/8			SMA41A,B,C, SMA50A,B,C SMA41A,B,C, SMA50A,B,CWR50 A,B,C
조선용강재	KR NK AB	RA32,RA36 RA32,RA36 AH32,AH36		RD32,RD36,RE32,RE36 RD32,RD36,RE32,RE36 DH32,DH36,EH32,EH36

KSEA

행사안내

학술제 / 발표회 / 세미나 / 교육

- 한양대학교초대형구조시스템연구센터
 - 2001 11. 27(화) 한양대학교박물관에서 인천국제공항여객터미 널및교통센터설계 · 구조 · 시공에관한세미나 개최
- 한국콘크리트학회
 - 2002 1. 24(목)~25(금) 한국과학기술회관에서 “ 콘크리트건축 물의리모델링기술 해관한기술강좌개최
 - 2002 2. 20(수) 한국과학기술회관에서 “ 중성화및염해 피해를 입은철근콘크리트구조물의Rehabilitation특별강연개최
 - 2002 2. 21(목)~22(금) 건설회관에서2002년도제2회 기술강 좌“ 시멘트 · 콘크리트의품질시험및품질관리 개최
 - 2002 3. 4(월)~8(금) 한국과학기술회관에서2002년도제3회기

- 술강좌 “ 콘크리트표준시방서및 콘크리트구조설계기준개정해설 ” 개최
- 한국전산구조공학회
 - 2002 2. 25(월)~26(화) 2일간 한국과학기술회관에서 “ 제7회 구조물의진동제어기술강습회 ” 개최
- 포항산업과학연구원
 - 2002 3. 6(수)RIST강구조연구소에서 기존건축물의리모델링 을위한내진성능평가기법국제기술강습회 개최
- (주)한국소본드건설
 - 2002 2. 26(화) 전문건설회관에서 “ 콘크리트구조물 보수 · 보강 신기술발표회 ” 개최