

미니밀의 혁신기업 뉴코어, 마이크로밀에 도전

정기대 수석연구원, 철강연구센터 (kdchung@posri.re.kr)

목차

1. 마이크로밀이란?
2. 마이크로밀 기술개발과 확산
3. 마이크로밀의 잠재력
4. 종합 및 시사점

Executive Summary

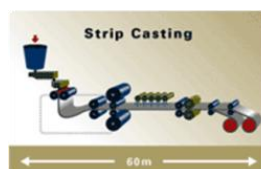
- 고로 중심의 철강산업에 새로운 패러다임인 미니밀로 큰 영향을 미쳤던 뉴코어가 마이크로밀에 새롭게 도전하고 있음
 - 미니밀의 대표주자 뉴코어는 또다시 마이크로밀 혁신에 도전 중으로 2002년에 인디애나 제철소에 Castrip 1공장을, 2010년에 알칸사스 제철소에 2공장을 준공하여 최초로 상업생산을 시작
 - 또한 2017년부터는 뉴코어 외에도 멕시코 TYASA, 중국 사강 등 글로벌 확산 중
- 마이크로밀이란 굉장히 작은 규모의 제철소를 의미하며, 공정 생략형 기술개발의 아이콘인 스트립캐스팅에서 Twin-Roll 기술을 구현한 Castrip이 핵심 기술임
 - Twin-Roll Casting은 베세머 전로로 유명한 헨리 베세머가 1857년 특허 등록한 아주 오래된 기술임
 - 마이크로밀의 핵심기술인 Castrip은 Twin-Roll Casting으로, 마주보고 도는 두 개의 수냉식롤 사이에 쇠물(용강)을 부어 바로 스트립으로 만드는 연주기술로서, 전기로 생산 쇠물을 바로 2mm 이하 스트립으로 만들기 때문에 슬라브/박슬라브 등 중간소재 재가열 과정이 생략됨
- 본격적인 Twin-Roll Casting 기술개발은 1988년 호주 BHP Steel과 일본 중공업회사 IHI가 이 기술의 상업적 타당성을 확인하기 위해 시작
 - 1988~1999년 사이 STS강, 탄소강의 Twin-Roll 방식 스트립캐스팅을 테스트하는 과정에서 탄소강 3만톤 정도를 생산하면서 기술적 역량을 축적
 - 2000년 경제적 타당성 검증과 상업화에 기여할 파트너로 뉴코어가 합류하여 호주 BHP, 일본 IHI, 미국 뉴코어 등 3자 합작회사인 Castrip LLC 구성
- 마이크로밀인 Castrip 1, 2공장을 통해 최초의 상업생산을 시작한 뉴코어가 미니밀에 이어 마이크로밀에서도 성공을 거둘 것인지 주목됨
 - 미니밀 기술혁신 과정에서 외부 기술혁신을 최초로 수용하여 경쟁력을 향상시키는 사용자 혁신의 형태를 보였던 뉴코어가, 마이크로밀 기술혁신 과정에서는 최초 사용자 모델에 머물지 않고 기술개발 엔지니어링사에 참여하는 등 비즈니스 모델을 확대하며 마이크로밀의 확산에 주력
 - 원가경쟁력 향상, 공정기술 측면에서 잠재력과 확산 가능성이 있으나 제품 개발 측면에서는 아직 초기 단계. 마이크로밀의 성공여부 판단은 추가 검증이 필요

1. 마이크로밀이란?

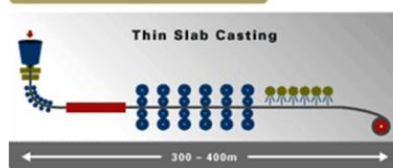
□ 마이크로밀이란 굉장히 작은 규모의 제철소를 의미, 일반적으로 일관밀은 라인길이가 500-800m, 미니밀은 300-400m인 데 비해 마이크로밀은 50-60m

- 쇳물부터 제품까지 생산하는 제철소는 일관밀과 미니밀, 두 유형으로 구분하는데 여기에 마이크로밀이 새롭게 등장
 - 일관밀은 제선/제강/연주/압연 등 개별공정이 단위공장에서 이루어지는 대형제철소로 대형 철강사의 제선은 대부분 대형고로를 채택
 - 미니밀¹은 대형고로 대신 스크랩을 원료로 사용하는 전기로와 슬라브연주 대신 소규모 박슬라브연주(NNSC²)설비, 후속압연설비로 구성된 일관밀보다 적은 공장
 - 마이크로밀은 전기로에서 생산된 쇳물로 바로 스트립을 생산하며 연주설비와 압연설비가 획기적으로 축소된 소형공장

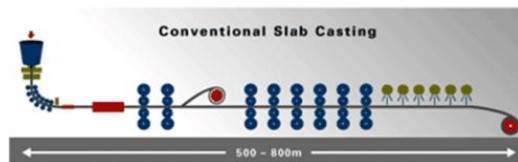
〈마이크로밀과 미니밀/일관밀 비교〉



마이크로밀(스트립캐스팅 + 압연)
라인길이: 50-60m
생산량: 연간 0.5-0.6백만톤



미니밀(박슬라브캐스팅 + 압연)
라인길이: 300-400m
생산량: 연간 1-2백만톤



일관밀(슬라브캐스팅 + 압연)
라인길이: 500-800m
생산량: 연간 3-5백만톤

자료: Nucor, Castrip LLC 수정

¹ 미니밀 공정의 대표 기술은 SMS의 CSP, Danieli의 FTSR, VAI의 CONROLL, 안산강철의 ASP, NSSMC의 QSP 등이 있으며 SMS의 CSP기술의 시장점유율이 가장 높음

² NNSC: Near Net Shape Casting은 200mm 전후의 대형 슬라브 대신 약 50mm 박슬라브 생산

- 뉴코어 마이크로밀의 스트립캐스팅(Stripcasting)³은 Twin-Roll Casting 기술을 채택하고 있으며, 일차적으로 미니밀과 경쟁

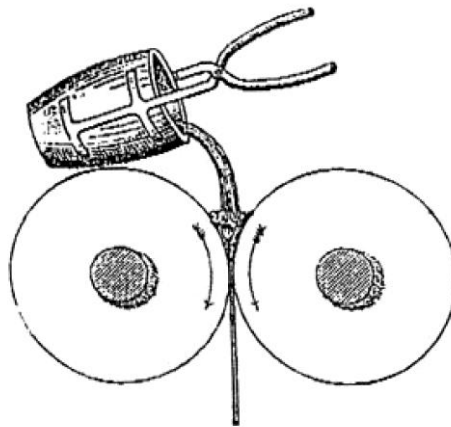
- 마이크로밀은 동일생산규모 미니밀에 비해 자본지출은 25%, 저가스크랩 활용 등으로 운영비는 15% 절감할 수 있으며, 그리고 획기적으로 에너지 사용을 줄일 수 있는 친환경적인 기술임

□ 뉴코어는 마이크로밀에서 19세기 베서머의 혁신적인 아이디어였던 Twin-Roll Casting 기술을 Castrip이라는 이름으로 150년 만에 상업화 단계 설비로 구현해냄

- 19세기 이후 정밀한 제어기술, 금속학 지식 부족, 내화물기술 부족 등으로 빛을 보지 못했던 기술을 드디어 구현함

- Twin-Roll Casting은 베세머전로로 유명한 헨리 베세머가 1857년 특허등록을 한 기술
- 마이크로밀에 적용된 핵심기술은 Twin-Roll Casting으로 두 개의 마주보고 도는 수냉식롤 사이에 쇳물(용강)을 부어 바로 스트립을 만드는 연주기술

〈베세머의 Twin-Roll Casting 개념도〉



- Castrip으로 생산된 제품은 스트립캐스팅의 특성과 최신 제어기술이 결합된 결과 미니밀의 박슬라브캐스팅과 상당한 특성 차를 보임

³ 스트립캐스팅(Stripcasting, 박판주조기술)은 슬라브를 제조하지 않고 용강에서 직접 코일을 제조하여 열간압연공정 거의 전체를 생략할 수 있는 기술로 Single-Roll Casting, Twin-Roll Casting, Belt-Roll Casting 등이 있음. 개발회사와 Brand는 Nucor/BHP/IHI의 Castrip, POSCO의 Postrip, 보무강철 Baostrip, 중국동북대학 E2Strip 등이 있음

- Castrip의 응고시간은 박슬라브의 1/100 이하, 연주속도는 10배 이상, 두께는 1/20 이하, 초당 냉각온도는 1/30 이하 등

〈Castrip과 박슬라브 특성 비교〉

구분	스트립캐스팅 (Castrip)	박슬라브 캐스팅	슬라브 캐스팅
연주두께(mm)	0.8-2.0	50	200
연주속도(m/min)	80	6	2
총 응고시간(s)	0.15	45	1,070
평균 냉각률(온도/s)	1,700	50	12

자료: Nucor, Castrip LLC 수정

2. 마이크로밀 기술개발과 확산

□ 일반적으로 공정기술개발은 Lab, Pilot, Demo, Commercial(상용화) 등 4단계로 구분되는데, 상용화 이전에는 호주 BHP Steel과 일본 IHI가 주도하였고 상용화 단계에서는 뉴코어가 주도적 역할 수행

○ Castrip은 1988년부터 1999년까지 상용화 전 Demo 단계에 이르는 빠른 기술개발 속도를 보임

- 특히 BHP의 Project M 공장에서 1993년부터 Twin-Roll Casting의 초기응고 해석, 일정한 쇳물 공급, 몰드오차 조정, 쇳물과 내화물의 상호작용 해석 등 기술적 난제에 도전

〈Castrip 기술발전 과정〉

연도(년)	진행	단계
1988/1989	폭 600mm 5톤 코일 생산	Lab/Pilot
1991	STS304 연주, BHP STS공장에서 압연	Lab/Pilot
1993	호주 캄브라에 탄소강 스트립캐스팅 타당성 확인을 위해 Project M 공장 신설	Demo
1995	6톤 탄소강 래들을 사용하여 첫 번째 캐스팅, 폭 1345mm 30톤 생산	Demo
1999	제품은 주로 지붕재, Deck 등에 활용, 기술적 가능성 확인	Demo
2000	뉴코어가 BHP, IHI에 합류하여 J/V Castrip LLC 구성	Demo

2001/2002	뉴코어 인디애나 Castrip 1공장 Siemens와 자동화설비 및 서비스 전략적 제휴	Commercial
2010	뉴코어 알칸사스 Castrip 2공장	Commercial

□ Castrip은 뉴코어 자체수요를 기반으로 하고 북미와 중국 등 글로벌로 확산 중

○ 2017년부터 마이크로밀인 Castrip의 글로벌 사례가 발생하기 시작

- 멕시코: TYASA사(Talleres y Aceros)는 120만톤 Castrip Mill(Pickling & Gav. 라인)을 2017년 5월 착공
 - SMS Quantum EAF 120만톤, EPS(Eco Pickled Surface) 0.8-2.0mm 2100mm 35만톤 2개
 - 설비와 기술서비스는 SMS, IHI, Castrip LLC
- 중국: 강소사강그룹 2018년 준공 예정⁴
 - 생산량 연간 80만톤, 라인길이 50m, 두께 0.7-1.9mm, 폭 1590mm

3. 마이크로밀의 잠재력

□ 마이크로밀 Castrip 공정의 비용경쟁력과 비가격경쟁력은 매력적임

○ Castrip은 친환경 고효율 공정으로 미니밀에 비해 저에너지, 저CO₂ 발생

- 최종 필요한 강재 두께에 가깝게 나와서 추가적인 압연 니즈 크지 않음(Ultra-thin Gauge Products)

○ 뉴코어에서 마이크로밀을 채용하는 이유는 원가경쟁력 향상

- 지역 내 발생 스크랩을 조달해 물류비용을 절감하고 제품을 인근 지역에 판매하여 비용경쟁력 향상

□ Castrip으로 만든 제품은 기존 열연·냉연제품의 대체재를 넘어 새로운

⁴ 사강과 뉴코어는 2016년 8월 Castrip 프로젝트에 관한 전략적 협약을 체결하였으며, 사강그룹은 중국 내 Castrip 기술 및 제품판매 독점권 보유, 기존 열연 생산라인 대비 투자비/박물 생산원가 절감 및 시장경쟁력 향상 기대

제품군으로 확대되고, 현재 일반시장에서 향후 고급시장을 지향

○ 높은 냉각율 등 고유특성으로 인해 좋은 품질의 다양한 제품 생산 가능

- Castrip으로 탄소강뿐만 아니라 STS Austenite • Ferrite 모두 생산 가능, 작은 Roll을 사용하여 모서리 품질 우수

〈Castrip 제품별 용도〉

제품	특성	잠재용도
Castrip 연주	평균 강도/연신율, 중간표면조도	구조적 강관, 지붕재, 자동차내판
Castrip 연주 후 열간압연	고강도, 뛰어난 연신율, 매끈한 표면조도	냉연대체재, 포장-드럼, Decking
Castrip 냉연	소둔과 Full-Hard, 뛰어난 마감	가구용, Racking, 자동차내판, 전기강판, 조명기구
Castrip 도금	표준 구조용 Full-Hard 수준, 뛰어난 마감	지붕재, 벽재, 거트, 펜스, 공조기, 자판기, 가전

○ Castrip 제품의 초기 목표시장은 일반재, 중기 목표시장은 중급재, 장기 목표시장은 고급재로의 확대를 지향

〈Castrip 제품 시기별 목표시장〉

시기	제품군
초기	일반재(철골재, 냉연 • 열연대체용, 구조용 Deck)
중기	중급재(드럼, 공조기, 자동차스탬핑, 회사용가구, 라디에이터, 도금 지붕재/벽재)
장기	고급재(가전, 음식포장, 자동차외판)

□ 마이크로밀의 영향력에 대한 평가는 현재 가동 중인 Castrip 밀이 2개에 불과한 상황에서 이른 면이 없지 않지만 공정기술 측면에서 잠재력과 확산 가능성이 있음. 다만 제품 측면에서는 다소 미흡

○ 제품 측면에서는 Castrip으로만, 또는 Castrip을 활용하여 아주 저렴하게 생산할 수 있는 Killer Contents로 부각되는 제품은 아직까지 거의 없음

4. 종합 및 시사점

- 많은 철강사와 엔지니어링사가 도전했던 공정생략형 기술개발의 아이콘인 스트립캐스팅에서 Twin-Roll Casting 기술을 구현한 Castrip의 성공 여부에 대한 판단에는 아직 추가 검증 필요
- 마이크로밀은 제철소 규모 측면의 구분이고, 기술적 측면에서는 스트립캐스팅 기술인 Twin-Roll Casting이 핵심
 - 기존의 스트립캐스팅 기술개발은 탄소강 적용이 어려워 상대적으로 적용이 용이한 STS에 치중되어 왔으나 Castrip LLC에서는 탄소강 스트립캐스팅을 상용화 단계로 발전시킴
- Castrip LLC의 구성원인 BHP, IHI, 뉴코어 중 뉴코어는 최초로 박슬라브연주를 도입하여 미니밀 확산에 크게 기여한 기업으로 미니밀 성공이 마이크로밀에서도 재현되는가는 주목의 대상
- 뉴코어는 탄소강 스트립캐스팅 기술개발에 주력하는 한편, 마이크로밀 보급을 위한 최초 사용자 역할 수행과 더불어 Castrip 설비엔지니어링 회사에도 참여하는 등 비즈니스 모델을 확대하고 있음

이 자료에 나타난 내용은 포스코경영연구원의 공식 견해와는 다를 수 있습니다.

[참고자료]

[보고서/논문]

야금공업규획연구원, 2018.1.14,
"沙钢集团世界最先进、国内第一条超薄带生产线即将竣工投产"

World Steel Association, TECO-49, 2017.4

Frank Fisher, "Thin Gauge Strip Production with the Revolutionary Castrip Process",
World Steel Dynamics, The 8th Steel Success Strategies Conference, 29-30 November
2010.

[서적]

한국철강신문, 기초철강지식, 1996

[홈페이지]

AIST(Association for Iron & Steel Technology), 2016.8.8, "Chinese Steelmaker Acquires
Castrip License" (<http://www.aist.org>)

CASTRIP LLC (<http://www.castrip.com>)

EPS Process, 2014.9.11, "SMS Siemag to Provide EPS Pickling Lines"

Brian L. Wang, 2017.3.17, "New steel process is faster, lower cost, higher quality, uses
5-10 times less energy and enables new thinner sheets"(<http://www.nextbigfuture.com>)

Primetals Technologies (<http://www.primetals.com>)

[언론]

중국합금철망, 2018.1.15, "Electric Steelmaking-A Full Array of Advanced and Energy-
saving Solutions"

Economist, 2017.3.9, "New technologies could slash the cost of steel production"

Steelguru, 2015.12.5, "TYASA to build Castrip Facility near Orizaba at Veracruz in
Mexico"