

# 열연강판

한국과학기술정보연구원

**<제 목 차 례>**

<b>I. 서론</b> .....	<b>1</b>
<b>II. 기술동향 및 전망</b> .....	<b>2</b>
1. 기술의 개요 .....	2
가. 기술의 개요 .....	2
나. 열간압연의 제품 및 용도 .....	2
나. 열연강판 제조공정 .....	4
2. 기술개발 동향 .....	9
가. 후판 열간압연 기술 .....	9
나. 박판 열간압연 기술 .....	13
<b>III. 시장동향 및 전망</b> .....	<b>22</b>
1. 산업동향 .....	22
가. 산업의 개요 .....	22
나. 시장의 특징 .....	22
2. 시장동향 및 전망 .....	23
가. 해외 시장동향 및 전망 .....	23
나. 국내 시장동향 및 전망 .....	29
<b>IV. 결론</b> .....	<b>33</b>
<b>참고문헌</b> .....	<b>34</b>

## <표 차례>

<표 2-1> 연연속열간압연방식(Endless Hot Strip Mill Line)의 장점 .....	14
<표 3-1> 국내 열연강판 시장 현황(2008) .....	22
<표 3-2> 주요국 판재류 생산 .....	24
<표 3> 세계 열연강판 수출 현황 .....	26
<표 4> 세계 열연강판 수입 현황 .....	27
<표 3-5> 주요 국가의 열연강판 가격 추이 .....	28
<표 3-6> 국내 열연강판 시장 전망 .....	32

## <그림 차례>

<그림 2-1> 압연공정 개략도 .....	4
<그림 2-2> 후판 열간압연공정 .....	10
<그림 2-3> 평면형상제어압연기술 개략도 .....	10
<그림 2-4> 페어크로스(pair cross) 압연기 채용에 의한 압연 패스 감소 .....	11
<그림 2-5> 연속적인 열간압연 공정도 .....	13
<그림 2-6> 박스라브 직결압연설비 .....	14
<그림 2-7> 박스라브 직결열간압연설비 .....	15
<그림 2-8> 기존 압연설비를 이용하여 초극박재를 생산하는 방식 .....	17
<그림 2-9> 각종 형상제어 개념도 .....	18
<그림 2-10> 연속열간압연공정에서 발생하는 조직적 변화 .....	19
<그림 2-11> 고속도공구강 롤의 적용사례 .....	21
<그림 3-1> 일본의 열연강판 출하 동향 .....	25
<그림 3-2> 미국의 열연강판 출하 동향 .....	25
<그림 3-3> 국내 열연강판 생산 동향 .....	29
<그림 3-4> 국내 열연강판 수출 동향 .....	30
<그림 3-5> 국내 열연강판 수입 동향 .....	31

## I. 서론

인류가 처음 철을 사용해 온 이래 철을 다루는 기술은 지속적으로 발전해 왔다. 그중 열간압연기술 분야는 1783년 영국의 H .Court의 초기압연기의 개발을 시발로 1779년 Pickard의 증기기관 압연기, 1894년에는 전동기를 이용한 압연기가 등장하였고 19세기 초에는 3중압연기에 의한 압연이 실시되었으며 1920년대에 multistand 연속압연 방식이 개발되어 오늘에 이르고 있다.

현대식 열간압연기술은 상기의 열간압연기의 개발과 더불어 비약적으로 발전하였는데 이를 크게 공정기술과 제품기술로 나눌 수 있다. 공정기술은 열연공장의 각 설비의 공정변수를 조정 제어함에 의한 판치수 제어의 고정도화, 제어냉각 및 Process Metallurgy 기술을 바탕으로 한 냉각제어기술의 고도화, Schedule Free 압연기술에 의한 공정제약의 해소, 자동화에 의한 관리효율의 증대 등이 있으며 제품기술은 자동차용 고장력강, Line Pipe용 고장력강(API재)등의 고강도강을 제조하는 기술 및 내지진강, 내화강, 무도장강, 내식강 등의 고기능 강재를 제조하는 기술로 나눌 수 있다.

국내의 경우, 철강 압연판재를 생산하기 시작 한 것은 1970년 대 초엽 포스코의 후판 압연공장과 열간압연공장이 준공된 이후이므로 그 역사를 30여 년에 불과하다. 그러나, 매우 짧은 기간의 역사지만 국내 강판압연은 생산 규모나 기술적 수준에서 이미 세계 최고 수준에 달해 있다.

본 보고서에서는 열연강판의 공정기술과 시장동향 및 발전전망에 대하여 언급하고자 한다.

## II. 기술동향 및 전망

### 1. 기술의 개요

#### 가. 기술의 개요

압연이라는 금속가공 방식은 거슬러 올라가 15세기부터 시작되었다고 볼 수 있다. 당시는 장식용품의 가공에 쓰이는 정도였으나 그후 17세기에 이르러 석, 동의 압연 때문에 인력압연기에서 수력압연기로 발전하게 되었다. 강 의 압연은 1720년경 시작되었다고 보이나 기원은 확실치 않다.

열간압연은 통상 재결정 이상의 고온에서 압연하는 것을 말하며, 연속주조 또는 분괴압연에 의해서 제조되는 Slab를 열간압연을 통하여 1.2 ~ 22.0mm, 폭 400 ~ 2,540mm의 제품으로 제조한다. 열연 Coil을 제조하는 Hot Strip Mill(HSM)은 1926년 미국에서 최초로 세워져 가동이 시작되었으며, 국내에서는 '72년 포항제철의 1열연공장이 준공됨으로써 열연 Coil의 생산이 가능하게 되었다. 전 세계적으로 볼 때 현재 약 180여개의 HSM이 가동되고 있는데 최근 20 ~ 30년간에 제조기술면에서의 비약적인 발전을 보게 되어 우수한 품질의 철강제품을 저렴한 가격으로 공급할 수 있게 되었다. 열연공정의 특징은 대량생산에 의해 균질의 제품을 싼 값으로 제조하는데 있으므로 제조설비를 갖추기 위한 초기 투자가 방대하며 품질을 안정적으로 확보하기 위한 기술이 중요하다.

대량생산을 위해서는 각종 자동화 설비와 대형 컴퓨터를 이용한 공정제어 기술이 개발, 보급되었다. 근래에 세워진 최신의 HSM의 경우 생산능력은 연간 600만톤에 달하며, 사상압연기의 속도는 분당 1,600m까지도 올릴 수 있다. HSM의 대형화 추세는 고로의 대형화, 산소취입에 의한 제강능력 향상과 더불어 일관제철소의 생산성 향상과 제조원가 절감에 큰 기여를 하였다.

#### 나. 열간압연의 제품 및 용도

열연제품은 형태에 따라 압연된 Strip을 Coiling한 두께 1.2 ~ 22.0mm, 폭 400 ~ 2,540mm의 핫코일, 폭 200mm정도 이하의 HR Skelp, HR Coil 후 절단하여 사용하는 HR Sheet, P/O Sheet, Checkered Sheet 등으로 분류한다.

### (1) 강관용

열연제품으로 제조되는 Pipe용 강재는 석유를 장거리 수송하는 Line Pipe, 심층의 석유를 지상으로 끌어올리는 데 사용하는 시추용 강관 및 고온용 배관, 저온용 배관, 기타 구조용 Pipe 등의 소재로 사용된다. 최근에는 한냉 지역 및 심층 등의 사용 환경이 가혹한 조건에서 사용되는 비중이 점차 커짐에 따라 고강도, 고인성 및 고내식성 등의 엄격한 소재 품질이 요구되고 있다.

### (2) 자동차 구조용

주요 자동차 새시, Wheel Disk 등 강도부재로 사용되는 것으로써 복잡한 형상의 Press 가공을 한 후에 사용되는 경우가 많으므로 우수한 가공성을 갖춰야 하는 강종이다.

### (3) 컨테이너용

컨테이너는 주로 해양에서 사용되므로 우수한 내후성이 필요하다. 따라서 내후성이 우수한 원소를 적정하게 첨가할 수 있는 성분설계 기술이 필요하다.

### (4) 압력용기용

LPG, 아세틸렌, 각종 프로판가스 등의 고압가스 용기를 만드는데 사용되는 강판으로서 수요가 가공시 Drawing 가공을 한 후 용접으로 접합하므로

Drawing 가공성과 용접성이 요구되는 강종이다.

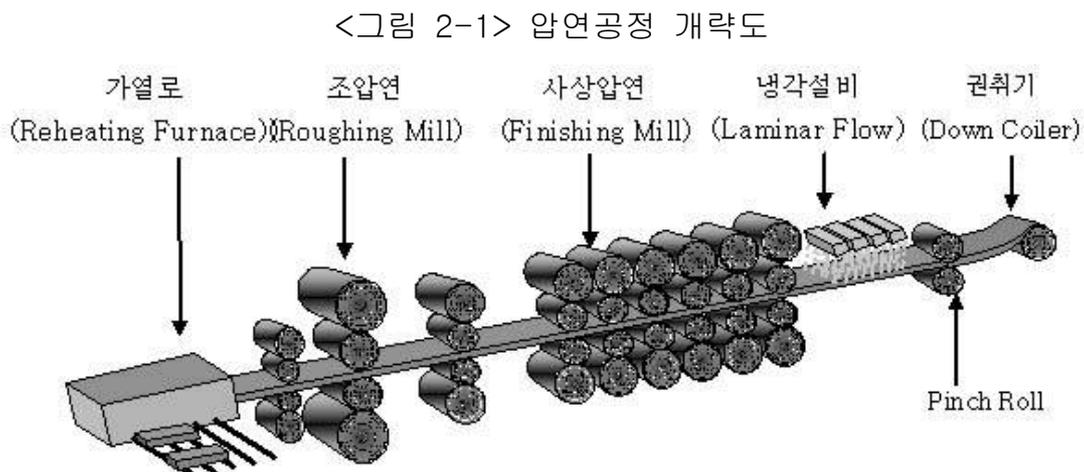
### (5) 고탄소공구강

강종 탄소함량이 일반강에 비해 훨씬 높은 0.6 ~ 1.4% 정도를 함유한 강으로서 회전톱날, 방직기, 연마줄 등의 용도로 사용되고 있다.

## 나. 열연강판 제조공정

### (1) 고로에 의한 제조공정

연속주조 또는 분괴압연에 의해서 제조된 Slab를 재가열후 고압 냉각수에 의해서 Scale을 제거하면서 조질압연기 및 사상압연기에서 초고속으로 압연하여 원하는 치수와 형태로 만든 다음 냉각과정을 거쳐 Coil 상태로 제조한다.



#### (가) 가열로

가열 공정의 목적은 연주에서 생산된 슬래브를 열간압연에 맞는 온도로 가열하는 것으로서 가열 온도는 1,100~1,300℃이며, 가열에 사용되는 연료는 제선과 제선공정에서 발생하는 부생가사를 사용하고 있으며, 최근에는 연료 소모를 저감시키기 위해 가열공정을 생략하고 연주가 완료된 후 바로 압연

하는 직송압연 (HDR)과 고온 상태의 슬래브를 가열로에 장입하는 열간장입 (HCR) 작업이 일반화되고 있다.

#### (나) VSB (Vertical Scale Breaker)

가열로를 통과한 슬래브는 두꺼운 스케일 (1차 스케일) 층으로 덮여 있다. 이를 제거하기 위해 슬래브 측면에 압력을 가해 스케일 층을 균열시킨 후 고압의 디스케일링 냉각수를 분사시켜 제거한다.

#### (다) 조압연 (Roughing Mill)

조압연의 주 목적은 마무리 공정 (Finishing Mill)에서 작업이 가능하도록 슬래브의 두께를 감소시키고 슬래브 폭을 수요가가 원하는 폭으로 압연하는 것이다. 조압연설비는 공장의 길이와 생산성 향상을 감안하여 대부분 3 ~ 4 개의 Mill 로 구성되어 있으며, 정확한 코일의 폭을 확보하기 위해 에지가 밀의 입출측에 부착되어 있다. 압연기 전후에 압연중 발생하는 스케일을 제거하기 위한 디스케일링 설비가 있다.

#### (라) 사상압연 (Finishign Mill)

사상압연기의 목적은 조압연에서 작업된 슬래브를 수요가가 원하는 최종 크리로 제조하는 공정으로 각 용도에 맞는 온도확보에 의한 제질 확보, 양호한 표면 및 형상을 확보하는 등 열연공정의 핵심공정이다.

이 공정은 생산성 향상을 위해 6~7개의 롤이 연속적으로 설치된 종렬식 압연기인 연속식 압연기(Tandem Mill)를 갖추고 있으며 두께의 정확성 확보를 위해 자동관두께 제어 (AGC), Pair Cross 및 Shift Mill 등 최신의 설비와 제조된 코일의 크기와 형상을 검사하는 계측기계설비가 설치되어 있다.

열연제품의 재질은 화학성분과 함께 압연온도의 영향이 매우 크며, 따라서 용도에 맞는 온도에서 압연하는 것이 중요하다. 사상압연의 온도는 일반적으로 Ar<sub>2</sub> 변태점 이상의 온도로 압연하는 것이 중요한데, 열연재의 경우 일반적으로 850~870℃ 정도이다.

사상압연의 온도가 낮을 경우에는 혼립조직이 발생하여 경도, 연신율 등의 기계적 성질에 악영향을 미치게 되며, 코일의 에지부는 온도가 낮아 통상 혼

입조각이 발생하게 된다.

#### (마) 런아웃테이블

런아웃테이블은 마무리 압연된 스트립을 권취기까지 진행시키는 테이블 롤러로서 상하의 냉각 설비와 병렬로 연결되어 있다. 사상압연기를 통과한 스트립은 런아웃테이블을 거쳐 권취기에서 권취되는데, 이 공정을 거치는 동안 요구되는 재질을 확보하기 위해 냉각과정을 거친다. 일반적으로 냉각은 Laminator Flow 로 불리는 냉각수를 이용한 냉각설비에서 행해지며, 이 때의 냉각온도에 따라 재질이 결정된다.

#### (바) 권취기(Down Coiler)

압연과 냉각이 완료된 스트립은 보관 및 이동이 편리하도록 코일형태로 권취하게 되는데 이를 수행하는 설비를 권취기라고 부르며, 일반적으로 주 설비보다 아랫부분에 위치하고 있어 이를 Down Coiler라고 부른다. 권취기의 작업은 코일을 정확한 형태로 권취하는 것으로 비정상작업이 될 경우 정정라인에서 재권취작업을 거친다.

#### (사) 정정라인(Finishing Line)

정정라인은 냉연코일의 형상, 기계적 특성, 표면품질 개선을 위한 조질압연 (Skin Pass), 코일의 폭이 긴 방향을 절단하는 슬리팅, 코일의 폭이 작은 방향으로 절단하는 시어링으로 구분되며, 코일을 원하는 단중으로 분할하는 작업도 이 공정에서 행해진다.

또한 정정작업도중에는 코일의 치수, 표면품질 검사와 함께 불량부분의 절단 등 각종 검사가 작업도중에 행해진다.

## (2) 미니밀에 의한 제조공정

고로와 달리 미니밀은 제강의 주원료가 고철을 사용하고 전로가 아닌 전기로에서 고철을 용해, 정련하는 공정을 통하여 열연강판을 생산하는 설비를 통칭하고 있다. 미니밀은 박슬래브 연주법이 채택되고 있으며, 상업화에 성

공한 대표적인 공법은 SMS사에서 개발, Nucor사에서 최초로 상업화 한 CSP(Compact Strip Production)법과 MDH에서 개발, Arvedi사에서 상업화를 시도하였으나 국내 포스코에서 실질적인 상업화에 성공한 ISP(Inline Strip Production)가 있다. 이외에도 TSP, Conroll, CPR 등 여러 가지 형태가 시장 확대를 위한 수주경쟁이 이루어지고 있다.

#### (가) 전기로

미니밀 생산공정에서 전기로는 그 생산성을 유지하기 위하여 대형화가 필수적으로 요구되어 현재 150 ton 규모와 120 ton 규모의 전기로가 가장 많이 사용되고 있다. 일반적으로 직류 아크 전기로(DC Electric Arc Furnace)를 사용하고 있으며, 최근 조업시간의 단축을 위하여 SPH(Scrap Preheater) 또는 Two Shell Type을 적용, 원료 고철의 예열을 통한 TTT(Tap to Tap)를 단축, 생산성 향상을 꾀하고 있다. 전기로 공정은 고철과 선철을 주원료로 하고 직류아크열을 통한 가열 및 가탄, 부원료의 투입, 합금원료의 첨가로 정련을 실시한다.

#### (나) LF (Ladle Furnace)

전기로에서 출강된 용강의 성분과 온도를 미세하게 조정, 연속주조공정 또는 진공탈가스 공정에서 원활한 작업이 이루어지도록 하여 주는 공정이다. 3상교류 Arc열로 승온하여 불활성 Gas 인 금속계재물의 부상분리 및 합금원소가 균일하게 이루어지도록 도와준다.

#### (다) VTD (Vacuum Tank Degasser)

포스코 미니밀에 적용된 설비로, 극저탄소 및 고급냉연제를 생산하기 위하여 진공중에서 용강을 강제교반하여 탈 Gas 및 탈탄처리를 한다. 이 공정은 생산강종에 따라 탄력적으로 적용 생산성을 확보하고 있다.

#### (라) 연주기 (Continuous Casting Machine)

미니밀의 공법을 결정하는 공법으로 박슬래브연주법이라 할 수 있는 대표적인 공법은 CSP와 ISP가 있다. 이 중 CSP법은 슬래브 두께가 65mm ~

50mm 까지 적용되고 있으며, ISP법은 85mm ~ 75mm 가 적용되고 있다.

CSP법은 주형이 형상이 깔때기(Funnel) 형상으로 되고, ISP법의 경우 초기에는 직사각형의 몰드를 사용하였으나 포항종합제철의 설비개선에 따라 CSP법의 몰드와 유사한 가운데 부분이 넓은 Crown Mold를 개발 겸 사용하고 있다. Minimill 공장에 있어서 가장 활발한 기술 개발이 이루어지고 있으며, 혁신적인 신공법은 연주설비의 개선과 몰드의 형상개발에 의해 결정되고 있다.

#### (마) Soft Reduction & Reduction Unit

Soft Reduction은 ISP 법에서 압연공정의 부하를 줄이고 공정의 Compact화를 도모하기 위한 것으로, 슬래브 내부가 미응고 상태인 몰드직하부에서 85 ~ 75mm의 슬래브를 65 ~ 60mm으로 1차 압연하고, Reduction Unit은 다시 이를 30~20mm 로 압연하는 일종의 조압연 공장이다. 이와 같이 압연된 슬래브를 Roll 형태로 말아서 압연공정까지 이송함에 따라 표면의 Scale 제거 및 공정길이의 획기적인 축소가 이루어진다. 또한, 사상압연 (Finishing Mill) 공정의 압연부하를 줄여줌으로서 1.2mm 두께의 열연코일을 생산할 수 있도록 하여 준다.

#### (바) Edge Heater

ISP 법에서 Reduction Unit를 지난 Slab의 좌우 끝부분의 온도 저하가 상대적으로 심하게 나타난다. 이를 보상하여 Slab의 온도가 균일하게 유지되도록 유도 가열하는 장치이다.

#### (사) Induction Heater

Reductin Unit를 통과하여 저하된 슬래브의 온도를 1,100℃ 까지 가열하여 준다.

#### (아) 코일박스, 균열로 (Tunnel Soaking Furnace)

코일 박스는 ISP법에서 조압연된 중간 압연재를 코일상태로 권취 후 1,150~1200℃로 유지시켜 선 후단의 온도를 균일하게 해 주며 사상압연공정

까지 이를 이송한다.

균열로는 CSP법에서 일정길이로 절단된 슬래브를 사상압연공정까지 이송하며 슬래브의 온도를 균일하게 유지시켜 주는 가열로로 ISP와는 달리 슬래브를 코일 형태로 권취하지 않고 직선으로 이송한다. 이동방식에 따라 Swivel 방식과 이동대차방식이 있다.

#### (자) 압연공정

미니밀에서 압연기는 4 Hi 4 ~ 6 Stand로 조압연이 없이 사상압연이 이루어져 공정길이의 Compact화가 이루어져 있다. 고로 Mill과 같이 Run out table에서 재질확보를 위한 여러가지 냉각패턴이 선택되어지고 있다. 최근 압연기술의 향상과 설비의 개선이 이루어지고 있으며 12mm ~ 10 mm 두께의 열연코일이 생산되고 있다.

## 2. 기술개발 동향

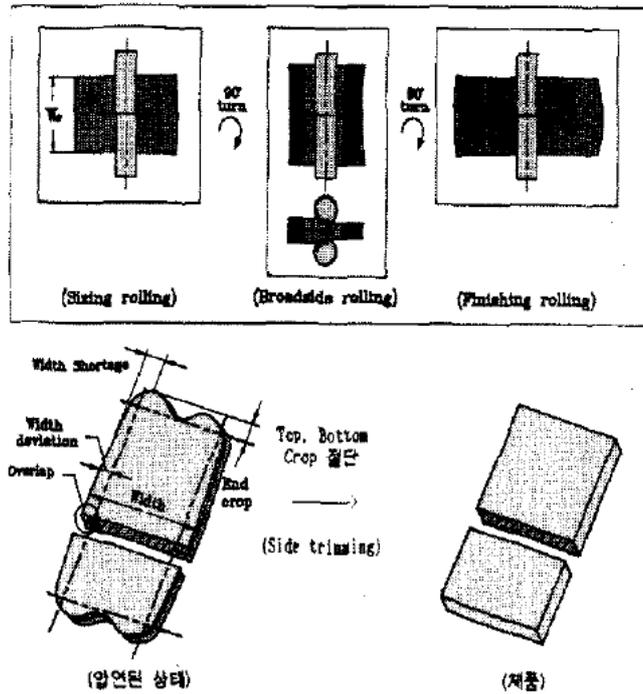
### 가. 후판 열간압연 기술

#### (1) 압연형상제어

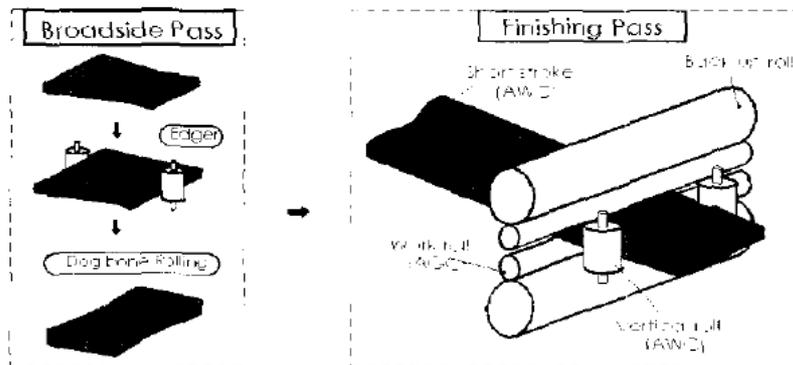
후판 열간압연에서는 <그림 2-2>에서와 같이 슬래브를 길이 방향으로 압연하다가 90도 회전시켜 폭 방향 압연을 하고 다시 원 위치로 회전시켜 길이 방향으로 압연을 마무리하는 특성으로 인해 압연판을 위에서 바라 본 평면형상이 직각사변형 꼴을 갖지 못하므로 압연판의 가장자리를 최종적으로 곧게 잘라내야 하므로 압연 실수율은 압연기술의 척도로 인식되어 왔다. 이와 같은 압연판재의 평면형상을 제어하는 압연법으로 여러 가지 압연기술들이 개발되어 왔다. 이들 기술들은 주로 압연판 내에서 압연중 롤 간격을 변화시켜 도그본 형태의 슬래브를 만들어 최종절단량을 줄이는 노력이 주종을 이루고 있으나 최근에는 근접 엡저(edger)를 이용하여 압에서와 차별화시켜 압연하는 평면형상제어압연기술(<그림 2-3>)로 발전되어 왔다. 통상 폭압연 기술은 부속기술이라 인식되어 크게 발전하지 못 했었는데 최근에는 폭압연

의 정밀도가 압연기술의 척도가 되어, 강종 별 압연하중의 예측정밀도를 높여 압연된 판재의 폭을 주문 폭에 적중시키는 기술이 매우 중요한 기술이 되었다.

<그림 2-2> 후판 열간압연공정



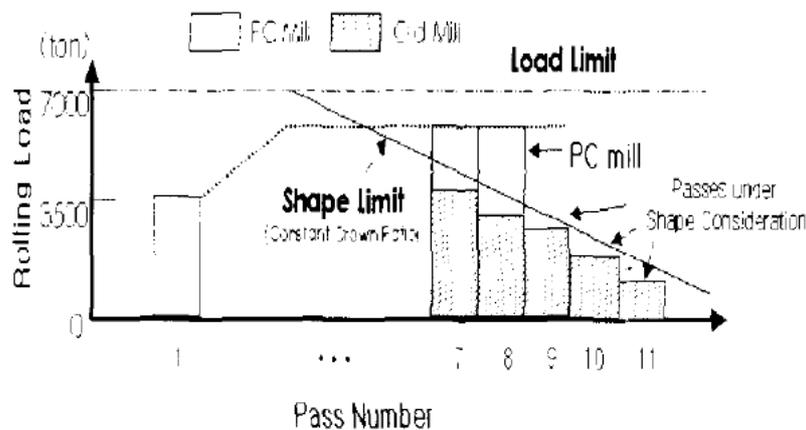
<그림 2-3> 평면형상제어압연기술 개략도



후판 압연기는 롤 경에 비해 롤 길이가 길어 작업롤의 벤더력에 의해 판 형상을 제어하기 어렵다. 따라서 형상을 조정하려면 압하량을 줄여 압연하중

을 낮추어 형상조정이 비교적 용이한 조건이 필요하였다. 즉 전반 패스에서 압하량을 크게 하지만 후반 패스에선 압하량을 낮추고 판형상을 조정하는 압연법이 통상 실시되어 왔다. 이럴 경우 압연패스 수가 늘어나게 되어 압연 생산성이 낮은 단점이 있다. 그러나 페어크로스(pair cross) 압연기를 채용하는 경우엔 압연롤 간의 교차각도를 증가시켜 롤 간격 변화가 가능하게 되므로 판 크라운(crown)을 압하량과는 독립적으로 변경시키기 쉬운 장점이 있어 <그림 2-4>에 나타난 바와 같이 압연판 형상을 고려하여 압연하중을 낮추어 마무리 압연을 실시하던 것을 마지막 패스까지 압연기의 하중능력 범위 내에서 고압하로 마무리 압연을 실시할 수 있어 총 압연 패스 수를 줄이고 생산성이 높아지는 장점이 있다. 또한 대압하 압연을 실시하면 조직의 미세화도 촉진되어 강도와 인성이 향상되는 효과를 얻게 된다.

<그림 2-4> 페어크로스(pair cross) 압연기 채용에 의한 압연 패스 감소



## (2) Taper plate 압연기술

후판을 이용하여 구조부재에서 위치별로 저항 내력이 다르게 요구되는 경우 두께가 다른 강판을 서로 용접하도록 설계하여 구조물의 중량이 불필요하게 증가하는 것을 피하고 있다. 그러나 용접이음부가 많아지면 경비가 많이 발생하고 피로에 대한 취약부가 많아지는 단점이 생긴다. 이를 개선하는 방안으로 두께가 연속적으로 변하는 강판(tapered plate 또는 longitudinally profiled plate)이 개발되어 여러 분야의 강구조물에 사용되기 시작하였고 특

히 강교량과 선박분야에서 두드러진 효과를 보고 있다.

압연방법은 초기 패스는 강압하를 하여 패스 수를 줄인 다음 경사압연패스(taper pass) 단계에 들어서면 일정한 기울기로 매 패스의 해당 압연력이 감소되도록 압하를 설정하는 방식이다. 압연판의 선단 부와 후단부의 두께가 달라지므로 판내의 평탄도가 다르게 나타나며 평탄도를 동시에 제어하는 기술적 노력이 필요하다.

### (3) 가공열처리

후판압연에서의 가공열처리(Thermo-mechanical Process) 기술은 1860년대 말부터 고강도 석유수송용관용 원판의 제조에 널리 응용되기 시작하여 그 후에 개발된 가속냉각(Accelerated Cooling)이나 직접급냉(Direct Quenching) 기술과 접목되어 고기능후판의 대량제조에 없어서는 안될 중요기술로 발전하였다. 이 TMP기술로 처리하는 경우, 후판의 강도와 인성이 향상될 뿐만 아니라 용접성과 냉간 가공성이 우수하여 수소취성에 강하고 표면품질도 우수한 장점이 있어 석유수송관용 뿐만 아니라 최근에는 해양구조물, 교량, 건물, 선박, 압력용기 등 다른 용도로도 널리 사용되고 있다.

### (4) 재질 예측 모델

후판 압연재의 조직을 예측하는 모델은 크게 구분하여 슬래브 가열 시의 초기조직 모델, 열간압연 중의 오스테나이트 조직 변화모델, 그리고 냉각과정의 변태모델로 구분할 수 있다. 한편 프로세스모델은 압연, 냉각 과정 중에 발생하는 판두께 방향을 포함한 판내 온도변화 모델, 압연 중 각 지점에서의 변형량, 변형속도 및 변형저항식 등의 모델이 필요하다. 재질을 예측하기 위해서는 먼저 프로세스모델에서 예측된 온도변화 조건 하에서 주어진 화학성분의 강재에서 발생할 수 있는 미세조직의 변화를 예측하고, 이 결과로 얻어진 조직이 나타낼 기계적 특성을 예측하는 순서로 진행된다. 여러 가지 조직적 모델이 개발되어 왔으나 조직관찰에 의한 금속조직의 정량적 정확도가 기계적 시험치의 정확도에 비해 크게 낮다는 점에 문제가 있어 실용

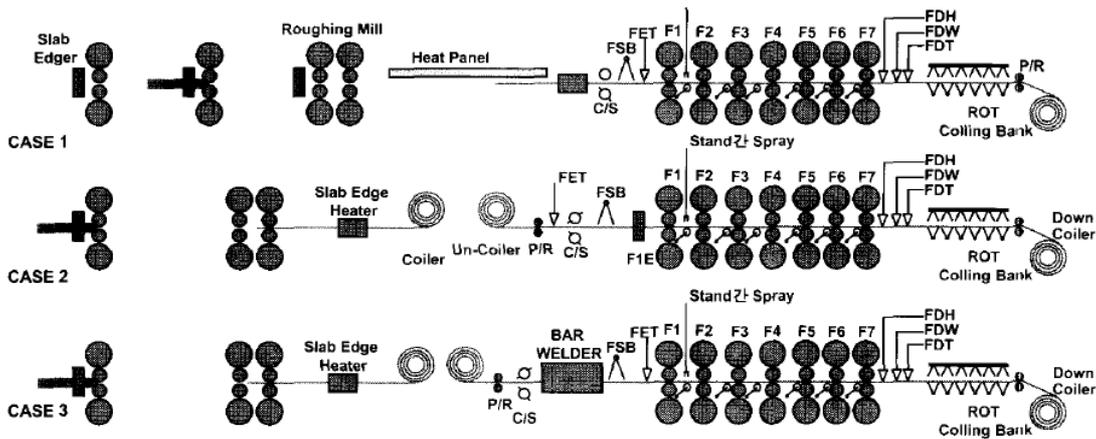
화되기에는 아직도 미흡한 수준에 있으나 재질변동을 최소화하기 위한 대책 수립, 신강종의 특성예측 등에는 크게 효용성이 있다.

## 나. 박판 열간압연 기술

### (1) 연속열간압연 설비의 변천

종래에 박판 열간압연은 200~260mm 두께로 주조된 슬래브를 가열로에 장입하여 재가열한 후 조압연설비(Roughing Mill Train)에서 30~60mm 두께의 쉬트 바(sheet bar)로 압연하여 마무리압연설비(Finishing Mill Train)에서 1.2~12mm 두께의 강판코일로 제조된다. 단중으로 보면 약 30~45톤 정도의 열연코일이 단속적으로 생산되는 방식이다. 이와 같이 단속적인 생산방식의 단점은 코일의 선단 부와 미단 부를 압연하는 동안에는 통판이 불안정하고 재질편차 발생 요인이 많다는 점이다.

<그림 2-5> 연속적인 열간압연 공정도



이를 개선하고자 개발된 공정이 <그림 2-5>의 Case 3에 나타난 쉬트-바 용접방식에 의한 연연속열간압연방식(Endless Hot Strip Mill Line)이다. 이 연연속열간압연방식은 <표 2-1>에 정리된 바와 같이 코일 전장 전폭에 걸쳐 치수 품질이 크게 향상되고 생산성을 20%정도 높이며 실수율에 치명적인 결함인 형상불량이나 판물림 등의 조업사고가 크게 줄어든 것으로 보고되고

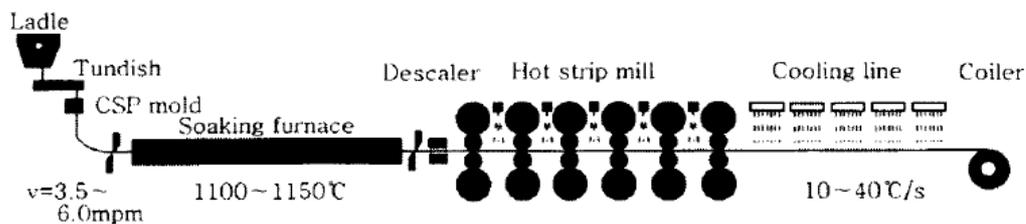
있다.

<표 2-1> 연연속열간압연방식(Endless Hot Strip Mill Line)의 장점

		Batch	Endless
Quality	On-gauge ratio	96%	99.5%
	Width Margin	6 mm	3 mm
	CT Deviation	+/- 30	+/- 15°C
Productivity		100%	120%
Yield	Shape Rejects	100%	20%
	Pincher Marks	100%	10%

용광로-전로-압연의 일관공정을 갖춘 종합제철소들만이 생산할 수 있었던 압연판재를 전기로 제강업체들이 생산 가능하게 한 설비는 바로 박스라브 직결압연설비이다. <그림 2-6>에 나타낸 바와 같이 박스라브 직결압연설비는 기존의 열연설비와는 달리 주조설비가 압연설비와 직결되어 슬래브가 공급 되도록 설계되어 있으며 슬래브 두께가 얇아 조압연설비가 거의 생략된 형태로 응용되고 있다. 생산능력이 연산 100만톤 규모의 주조기 2기를 병렬로 연결하여 압연하여 약 200만톤/년 rah로 건설되었다. 전기로 제강업체가 운영하는 미니밀 형태의 박스라브 직결연간압연설비에서는 대부분 고급 스크랩을 사용하지만 스크랩 중에 함유된 불순물들의 영향을 피할 수 없어 주로 조관용이나 경가공용 제품이 생산된다.

<그림 2-6> 박스라브 직결압연설비



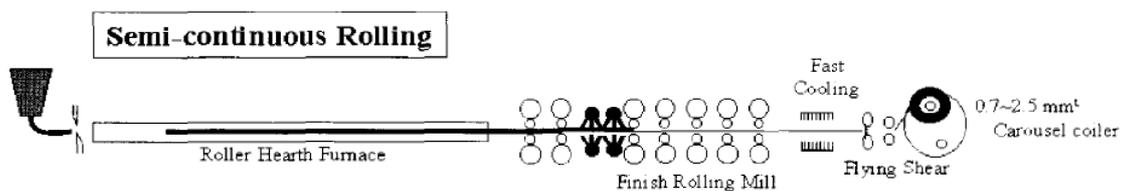
Items	Entry	Exit	Coiling	
Gauge	50mm	1~12mm		500~700°C
Temperature	1050~1100°C	750~920°C		
Microstructure	As-cast	(Un)recrystallized		Ferritic Pearlitic Bainitic
Remarks	Interstand cooling system Geometry control by AGC,CVC,PFC			

스크랩 대신에 불순물이 함유되지 않은 철산화물(Iron carbide)나 용광로에서 생산된 선철을 사용하고 제강 후 2차 정련을 실시하여 가공용 소재로 생산하는 경우도 있다. 박스라브 직결압연설비의 경쟁력은 균일한 품질에 있다고 할 수 있는데 특히 치수 품질이 매우 우수하다.

그러나 반면에 단점은 자동차 외판재 소재와 같은 고품질의 제품을 제조하기에 부적합한 설비구성이라 할 수 있으며 특히 원가 경쟁력 면에서 스크랩 가격변동에 매우 민감한 영향을 받기 때문에 시장에서 철강가격파괴가 일어나는 경우에 매우 어려운 여건에 놓일 수 있다.

박스라브 직결열간압연설비들 중에서도 최근에 건설된 설비들은 두께 1mm 이하의 초극박 열연판재를 생산할 수 있도록 설계된 것이 특징이다. 열간압연판의 두께가 1mm 이하 수준까지 내려간다면 많은 양의 냉각압연판을 열연강판으로 대체할 수 있다는 관점에서 이 새로운 설비들은 주목을 받고 있다. 냉간압연판을 대체해야 한다는 관점에서 열간 압연만으로도 성형가공성이 우수한 제품을 생산해야 할 필요성이 크게 대두되어 열간압연을 페라이트 저온역에서 고온활조건으로 압연할 수 있는 기술의 발전을 추구하고 있다. 한 가지 설비 예를 <그림 2-7>에 나타내었는데, 마무리 압연 이전에 쉬트-바의 온도를 페라이트 온도역까지 냉각을 시켜야 되므로 마무리압연설비 앞쪽에 강냉설비를 배치하고 쉬트=바 온도를 페라이트 온도역까지 낮출 수 있도록 설계하였다.

<그림 2-7> 박스라브 직결열간압연설비



## (2) 초극박재 압연기술

연속열간박판압연고정에서 통상적으로 생산할 수 있는 초극박재의 두께는

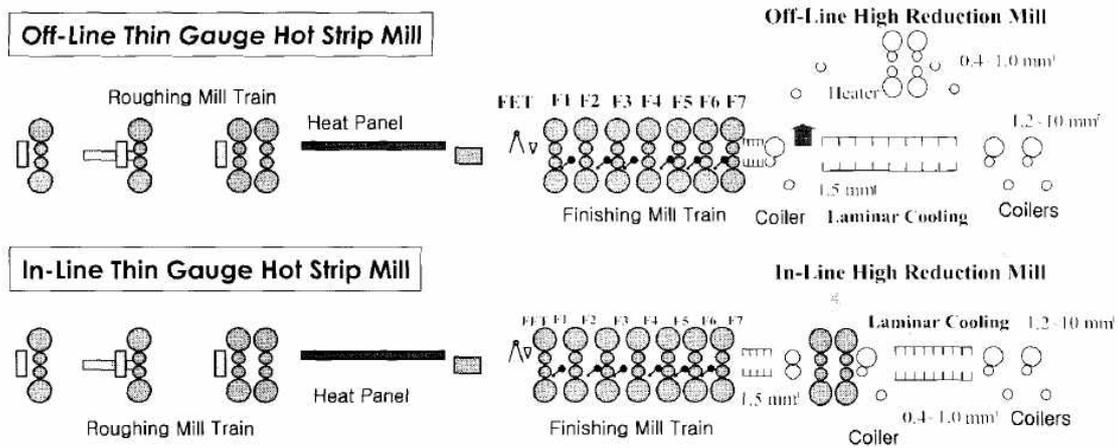
설비능력으로는 1.2mm 정도이나 실제로는 1.5mm 정도다. 이보다 판이 얇으면 압연후에 판이 허공에 날리거나 과냉으로 인해 재질이 만족스럽지 못하게 된다.

기존의 열연고정에서 생산되는 열연판과 냉연판의 가격경쟁력을 비교한다면 어떤 두께이하에서는 열연판보다도 오히려 냉간압연과 소둔공정이 추가되는 냉연판이 보다 가격경쟁력이 있을 수 있는데 초극박열연판의 경우에는 그 가격분기점이 제조공법이나 품질의 수준에 따라서 보다 낮은 두께에서 형성될 수 있다.

초극박열연강판의 주요 용도로서 쉽게 생각할 수 있는 것은 표면품질이 크게 문제되지 않는 구조재, 조판재, 자동차의 내판재 등이다. 그러나, 초극박열연재의 궁극적인 목표는 냉연가공용 제품을 대체할 수 있는 가공용 열연제품이다. 이를 위해서 설비적으로 반드시 갖춰야 할 조건으로는 페라이트역 압연을 두께 감소율로 60% 이상 실시 가능한 설비, 마찰계수가 0.15 수준 이하의 고윤활압연이 가능하도록 장력압연이 가능한 설비라고 할 수 있다.

이밖에도 기존 압연설비를 이용하여 초극박재를 생산하는 방식으로 제안할 수 있는 방식으로 <그림 2-8>에 나타낸 방법들이 가능하다. 이 방법들을 기존의 연속열간압연설비를 개조하여 고압하능력을 갖춘 별도의 가역식 열간압연설비를 기존설비와 병렬로 설치하는 방법(Off Line Thin Gauge Hot Strip Mill)과 라미나 냉각대에 기존 마무리압연설비와 일정 간격만큼 떨어진 위치에 고압하능력을 갖는 초극박전용압연설비(In-Line Thin Gauge Hot Strip Mill)를 설치한 방법으로, 기존설비에서는 1.5mm 두께까지만 압연하고 초극박 압연설비 입구까지 이송되는 동안에 페라이트온도역까지 스트립을 냉각시켜 페라이트역에서 장력을 부가한 상태로 고윤활압연을 실시하는 방법들이다.

<그림 2-8> 기존 압연설비를 이용하여 초극박재를 생산하는 방식



### (3) 치수 및 형상제어 기술

열연판의 두께제어기술은 크게 Set Up 제어와 AGC 제어로 나눌 수 있다. Set up 제어는 피압연재의 온도, 재질, 두께 등을 이용하여 압연하중을 예측하고 압연기의 강성을 고려하여 각 사상압연기의 Roll gap을 원하는 두께의 제품을 얻을 수 있도록 설정하는 기술로서 각 밀들이 기술개발에 많은 노력을 경주하고 있으며 AGC(Automatic Gauge Control)제어는 압연중 두께 변동을 억제하기 위한 자동 판두께 제어기술로서 유압AGC의 채용에 의해 제어성능이 비약적으로 발전하였으며 고속Feed Back, 절대치 AGC, Stand 간 중간두께계를 이용한 Feed Forward AGC의 채용에 의해 더욱 더 정밀한 판두께의 제어가 가능하게 되었다. 이밖에 Slab의 균일가열에 의한 판내 온도분포의 개선, 관련계측기술의 발달로 열연판의 두께제어는 목표두께에 편차가 거의 없이 제어 가능한 수준으로 발전하였다.

열연판의 폭제어기술은 열연 조압연공정에서의 폭압연량에 따른 Edger 설정기술 및 자동 폭제어기술인 AWC(Automatic Width Control) 제어기술의 정착, 사상압연기의 장력에 의한 Tension AWC기술, 스트립 선후단부의 폭 변동을 방지하는 스피드 제어기술의 정밀화에 의해 크게 향상되었다.

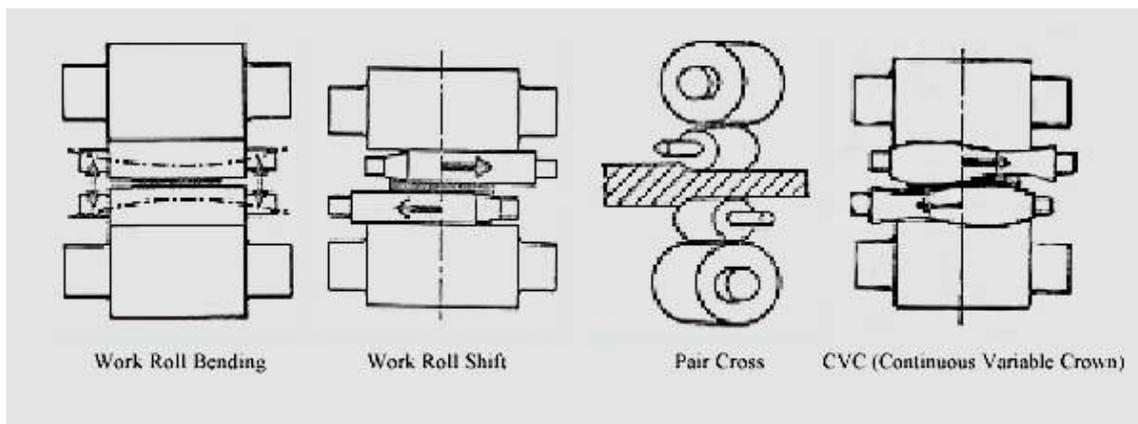
최근에는 공정단순화의 요구에 의해 Sizing press가 채용되어 종래의 Heavy Edger법과 비교하여 Dog Bone의 발생을 줄이면서 폭압연량이

350mm 까지 가능하게 되어 실수율의 하락 없이 공정제약을 해소할 수 있게 되었다.

열연판의 형상은 판 단면형상인 Crown 과 평탄도(Flatness)로 구분할 수 있다. 판 Crown의 결정 요소는 열간압연중 Roll의 휨변형에 의한 판단면의 중심부와 단면부의 두께차이인 Mechanical Crown과 Roll의 초기Crown, Roll의 마모 및 열팽창, 피압연재의 초기단면 형상, 폭방향의 Metal Flow등이며 판두께에 대한 크라운의 비를 일정하게 유지하여 압연중 Wave의 발생을 억제하여야 한다. 압연중 판의 평탄도에 영향을 미치는 요소는 피압연재의 압연기 입출측 Crown 비, 압연기 부하배분, Roll의 조건, 폭방향 마찰 계수분포 등이다. 또한 판폭방향 및 두께방향의 불균일 냉각에 의해 잔류응력이 발생하면 평탄도가 악화되므로 평탄도가 양호한 판을 얻기 위해서는 균일한 냉각제어가 매우 중요한 요소이다 .

평탄도와 Crown을 효과적으로 제어하기 위해 각종 형상제어 설비가 도입되었으며 대표적으로 Work Roll Bender, Pair Cross Mill, Work Roll Shift Mill, CVC Roll등이 있다.

<그림 2-9> 각종 형상제어 개념도



#### (4) 조직 및 재질 예측기술

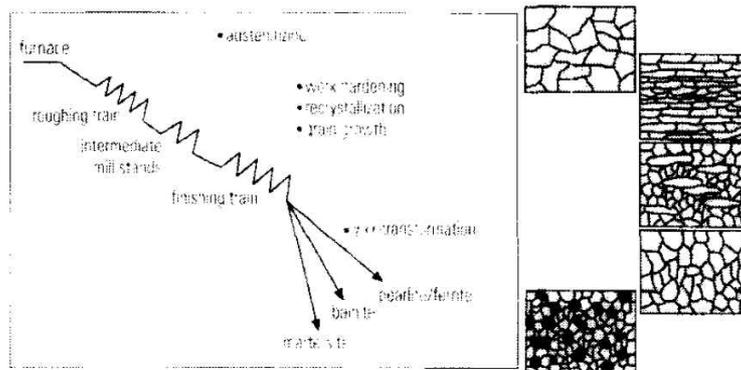
연속열간박판압연공정에서의 조직과 재질을 예측하는 연구는 오랫동안 많은 연구자들에 의해 연구되어 왔다. 강재의 성분과 제조조건들을 기초로 제품의 기계적 특성들을 예측한다는 것은 여러 가지 이점을 가져다준다. 첫째

로, 재질시험편 채취가 필요 없게 되고 제품의 납기가 단축되는 효과가 예상된다. 또 합금첨가량을 줄이고 공정변수들을 조절하여 품질을 향상시킬 수도 있다. 그리고 조직예측모델을 품질보증과 새로운 압연공정을 설계한다는 관점에서 조업과 설계에 모두 응용할 수 있다.

강재의 성분과 제조조건들을 기초로 일반적으로 기계적 특성의 예측은 조직변화 예측과 조직강화 기구에 따른 강도의 예측을 조합하여 실시하고 있다. 즉, 연속열간압연공정에서 발생하는 조직적 변화는 대략 <그림 2-10>와 같다. 이와 같은 조직변화를 모델화하여 열간가공조직 예측모델, 고용석출 예측모델, 변태예측모델 등으로 구성된 다음 조직과 재질과의 상관성을 예측하는 모델을 이용하여 재질을 예측한다.

재직예측모델은 변태예측모델에서 구한 각 상의 미세조직 분률과 각 변태 온도에서 얻어진 조직에서 구한 경도의 곱을 가중평균하여 재료의 평균 경도를 구하고 경도와 강도의 상관관계를 이용하여 재료의 강도를 구하는 것이 보통이다. 재직예측모델의 정도는 탄소강의 경우 대략 +20MPa 이내로 보고되고 있다.

<그림 2-10> 연속열간압연공정에서 발생하는 조직적 변화



##### (5) 페라이트역 고윤활압연기술

열간압연과 냉간압연이 크게 다른 점은 압연온도와 함께 압연시 강판과 롤표면과의 마찰계수라 할 수 있다. 냉간압연에서는 통상 다량의 압연유를 사용하여 마찰계수가 0.1이하로 극히 낮지만 열간압연의 경우는 마찰계수가

0.2~0.3 정도로 높다.

종래의 공정에서 열간압연을 오스테나이트 온도구간에서 실시하는 경우 재료의 특성에 미치는 마찰계수의 영향은 매우 적다. 그러나 페라이트 온도역에서 마찰계수가 압연조직에 미치는 영향은 매우 큰 것으로 관찰되고 있다. 무윤활압연을 하는 경우엔 압연재 표층부에 과도한 전단변형을 받게 되는 반면에 고윤활압연의 경우에는 두께방향으로 비교적 고르게 변형을 받는 거스로 보고되고 있다.

고가공용 열연강판을 제조하기 위한 열간압연조건은 마무리압연시에 윤활압연을 하여 표층부에 형성되기 쉬운 전단변형력을 줄이고 조압연을 Ar3 변태 온도 직상에서 실시하여 마무리압연전의 결정립크기를 미세하게 하며 마무리압연을 페라이트온도역에서 냉간압연과 같은 양만큼의 가공변형량을 주도록 하는 점이 중요하다.

#### (6) 초고속냉각(Ultrafast Cooling) 기술

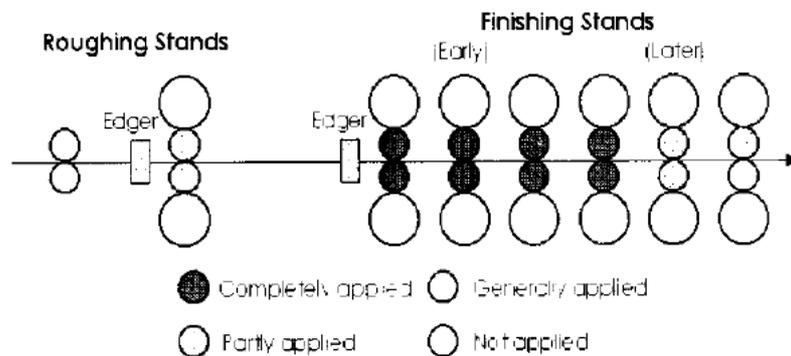
열연제품은 냉각에 의해 다양하게 재질을 변화시킬 수 있다는 점에서 가능성이 많은 공정이다. 주로 압연 후 냉각공정에 채용하는 냉각방식을 라미나 냉각방식이나 스프레이 냉각방식을 보편적으로 채용하고 있다. 그러나 최근 WPC(Water Pillow Cooling)법을 응용한 초고속냉각방법이 실 조업에 채용되면서 주목을 받기 시작하였다. 이 방법에서 초대 냉각수량밀도는 약  $65 \text{ l/m}^2 \cdot \text{sec}$ , 냉각최대능력은  $5.0 \text{ MW/m}^2$ 로 라미나냉각보다 월등하다.

예를 들면 4mm 두께의 열연판을  $300^\circ\text{C}/\text{sec}$ 의 냉각속도로 냉각을 하여 냉각대의 길이가 7~12m이고, 냉각대에 소요되는 총 수량을 환산하면  $1,000 \text{ m}^3/\text{h/m}$ 로 압연기 후단이나 권취기 전단에 설치하여 강력한 냉각능력을 구사할 수 있는 설비로 알려지고 있다. 특히 이 초고속냉각설비를 기존의 라미나 냉각설비와 조합하는 경우에 기존의 성분-강도관계를 초월하는 다양한 강종을 단순한 성분으로부터 제조할 수 있는 가능성이 높다고 보고되고 있다.

#### (7) 고속도공구강(High Speed Steel) 롤의 적용

열간박판압연용 설비에 고속도공구강 롤을 채용하면서 롤 내마모특성이 기존의 고크롬 롤에 비해 크게 향상되어 열연 스케줄 완화에 크게 기여하였다. 다만, 고속도공구강은 탄소물의 강도가 기지조직의 강도보다 월등하여 마모가 되면 탄화물들이 돌출되어 압연 마찰계수가 높아 전단에서 압연하중이 높아지는 단점이 있고, 후단부에서는 코일 접힘 사고 등이 발생하는 경우에 롤이 균열되어 파손되는 사고가 발생하기 쉬운 점이 지적된다. 이에 대한 대책으로 기지조직의 강도를 강화시킨 내 마찰계수형 고속도공구강 롤이 개발되고 내 균열특성이 향상된 롤이 개발되어 활용되고 있다. 최근에는 전 세계적으로 마무리압연전단은 물론이고 후단에도 채용하는 사례가 급격히 증가되고 있다.

<그림 2-11> 고속도공구강 롤의 적용사례



### Ⅲ. 시장동향 및 전망

#### 1. 산업동향

##### 가. 산업의 개요

열연강판이란 철강재의 하나로 열로 강판을 가열한 상태에서 강판을 롤러 사이를 지나게 해서 강판의 두께를 조절한 것이다. 반대말은 냉연강판이 있는데 냉연강판이란 일반 상온에서 강판을 롤러 사이에 압연하여 두께를 조절한 강판이다.

열연강판의 특징은 아무래도 열을 받은 강판이 연신율이 좋아서(고온일수록 쇠가 물러짐) 압연이 쉽다는 점이고 대신에 고온에서의 표면이 산화되어 거칠다는 것과 고온 압연시의 두께가 냉각되었을 때에는 수축되어 두께가 일정해지기 어렵다는 것이다.

2008년 기준으로 국내 열연강판 총수요는 3,468만톤이며, 이중 명목소비는 3,095만톤, 수출은 369만톤이었다. 생산규모는 2,695만톤, 수입은 772만톤이었다.

<표 3-1> 국내 열연강판 시장 현황(2008)

(단위 : 천톤, 전년비 %)

총 수요			생 산	수 입
	명목소비	수 출		
34,676 (6.6)	30,985 (5.9)	3,691 (13.0)	26,954 (6.8)	7,722 (5.9)

자료 : 한국철강협회, 2009.

##### 나. 시장의 특징

철강산업의 주요 특성으로는 전후방 산업연관 효과와 규모의 경제 효과가

크고, 생산규모를 조절하기 어려우며, 에너지사용량 및 물류량이 방대하다는 점 등을 들 수 있다.

첫째, 철강산업은 전후방 산업연관효과가 매우 큰 산업이다. 철강이 산업의 쌀이라 불릴 정도로 철강산업은 다른 산업의 발전에 필수불가결한 기반 산업의 성격을 띠고 있다. 철강산업은 건설, 조선, 자동차, 가전 등과 같은 전방산업의 제품생산에 필요한 핵심 소재를 공급하고 있으며, 이러한 전방산업은 철강산업의 경쟁력에 의해 크게 영향을 받는다. 또한, 철강 원재료 및 제품의 운송과 철강재의 생산에는 막대한 에너지와 물류량이 소요되기 때문에 철강산업은 전력, 운송 등과 같은 후방산업의 발전에도 큰 영향을 미친다.

철강산업이 전체 경제에서 점하는 부가가치 비중은 1995년 2.2%였으며, 최근에도 이런 추세를 유지하여 2006년에 2.3% 수준을 보였다. 제조업 내에서의 부가가치 비중 역시 과거에는 8~9% 수준을 유지했으나 2006년에는 10.2%까지 상승하였다.

둘째, 철강산업은 규모의 경제 효과가 큰 산업이다. 즉, 철강산업은 생산규모가 증가함에 따라 생산원가가 급격히 하락하는 특성을 가지고 있다.

셋째, 철강산업은 생산을 탄력적으로 조절하기 힘든 특성을 가지고 있다. 철강산업의 경우에 한번 화입(火入)한 용광로의 가동을 중지하게 되면 엄청난 손실이 따르기 때문에 수요의 변동과 상대적으로 무관하게 계속 조업을 해야 하는 특성을 가지고 있다. 제철소 건설 기간이 매우 길다는 것도 탄력적인 생산을 어렵게 만드는 요인 중의 하나이다.

넷째, 제철업은 운송업이라 불릴 정도로 철강산업에는 엄청난 물류 유통이 매개된다. 예를 들어 1톤의 조강을 생산하기 위해서는 3톤 정도의 원료가 필요하며, 원료수송, 구내운송, 판매운송 등에 소요되는 물류 비용은 매출액의 10% 정도에 달한다. 이에 따라 철강산업에서는 원료 확보 및 제품판매에 있어서 위치적 경제성을 확보하는 것이 중요한 관건으로 등장한다.

## 2. 시장동향 및 전망

### 가. 해외 시장동향 및 전망

세계 판재류 생산 현황을 살펴보면, 1999년에는 3억7,356만톤에서 2005년에는 4억2,577만톤으로 증가하였다. 특히 아시아 지역의 판재류 생산은 1999년에 1억4,613만톤에서 2005년에는 2억2,239만톤으로 연평균 7.2%의 성장률을 나타내었다. 반면에 유럽지역의 판재류 생산은 1999년에는 아시아 지역과 비슷한 1억2,956만톤 이었으나 2005년에는 9,448만톤으로 오히려 감소하는 것으로 나타났다.

<표 3-2> 주요국 판재류 생산

(단위 : 1,000Mt)

	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
유럽	129,561	144,267	92,102	102,057	106,619	112,658	94,479
북미	78,329	85,499	78,709	80,584	79,881	89,734	84,662
남미	14,361	15,766	14,841	16,199	18,097	19,559	19,381
아프리카	1,367	4,652	4,691	4,702	5,114	5,187	4,865
아시아	146,135	173,000	180,008	178,576	227,799	265,243	222,391
오세아니아	3,813	3,993	2,400	3,901	3,905	2,134	-
합계	373,566	427,177	372,751	386,019	441,415	494,515	425,778

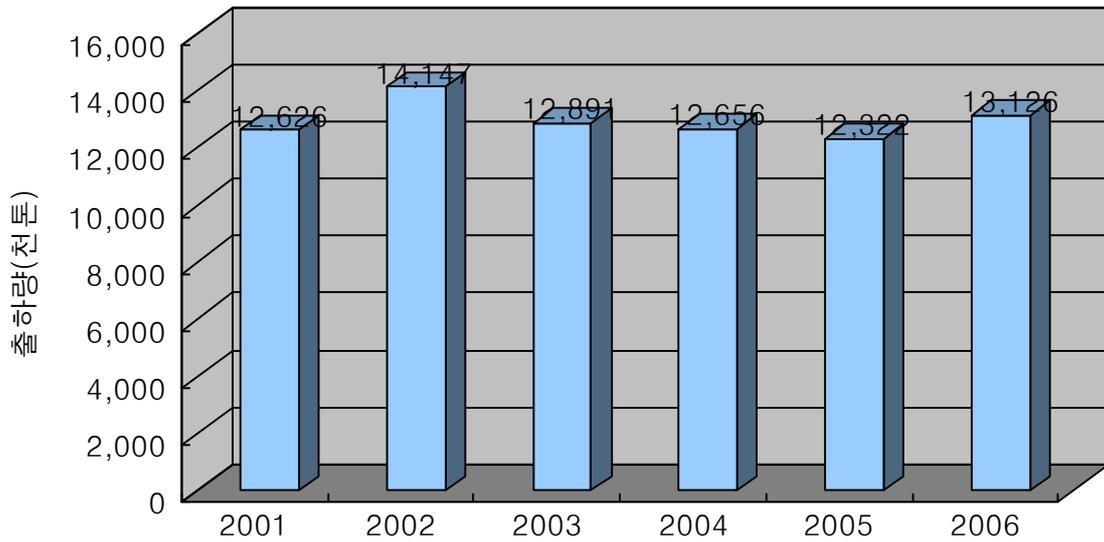
자료 : 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.

일본의 열연강판 출하 동향을 살펴보면 <그림 3-1>와 같다. 일본의 열연강판 출하는 2001년 1,262만톤에서 2002년에는 1,414만톤으로 증가하였다가 2003년에는 1,289만톤, 2004년에는 1,265만톤, 2005년에는 1,232만톤, 2006년에는 1,312만톤인 것으로 나타났다. 이 기간 동안의 연평균성장률(CAGR)은 0.8%인 것으로 나타났다.

한편, 미국의 열연강판 출하 동향을 살펴보면 <그림 3-2>와 같다. 미국의 열연강판 출하는 2001년 1,872만톤에서 2002년에는 1,721만톤, 2003년에는 1,779만톤으로 감소세를 보이다가, 2004년에는 1,997만톤, 2005년에는 2,065만톤, 2006년에는 2,031만톤으로 증가한 것으로 나타났다. 이 기간 동안의 연평

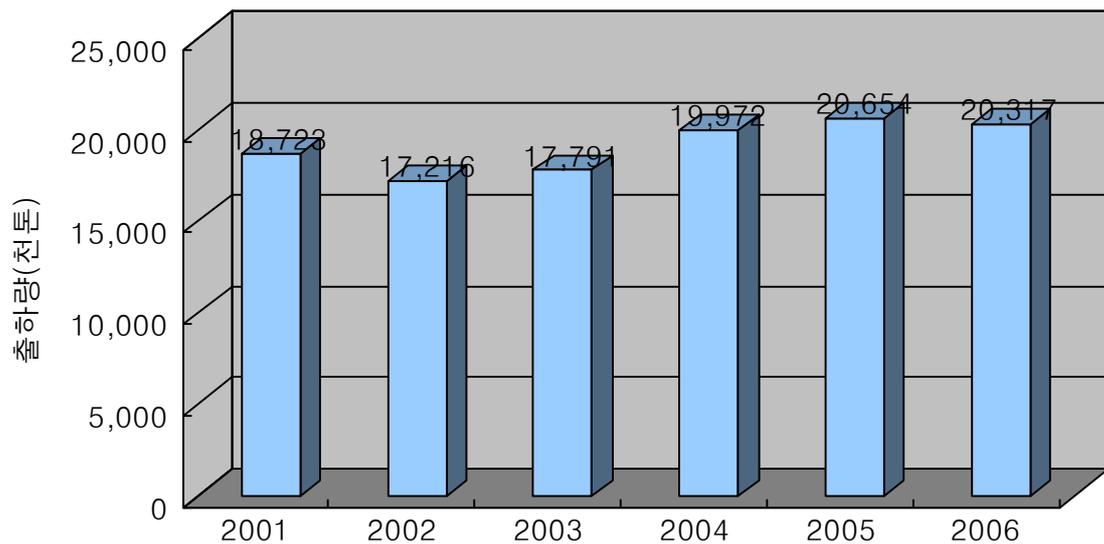
균성장률(CAGR)은 1.6%인 것으로 나타났다.

<그림 3-1> 일본의 열연강판 출하 동향



자료 : 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.

<그림 3-2> 미국의 열연강판 출하 동향



자료 : 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.

<표 3-2>와 <표 3-3>은 2004년부터 2006년까지 세계의 열연강판 수출 및 수입 현황을 나타낸 것이다. 2006년도의 열연강판의 수출은 미국이 약 84만 톤으로 가장 많이 수출을 하였으며, 그 다음으로는 일본이 75만톤, 중국이 35만톤, 대만이 19만톤 등의 순이었다.

<표 3> 세계 열연강판 수출 현황

(단위 : Mt, 천달러)

구분	2004		2005		2006	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
일본	669,368	274,984	713,212	388,436	756,488	356,823
중국	625,792	342,006	440,615	290,047	346,225	194,338
동남아시아	359,797	177,117	341,304	221,289	434,593	238,645
대만	93,031	47,324	68,413	48,610	193,916	97,105
태국	59,010	25,109	85,965	54,757	107,622	61,064
싱가포르	13,098	5,958	11,630	7,881	13,611	7,734
말레이시아	56,594	29,240	35,020	23,862	35,679	22,307
중동	28,282	18,971	178,747	118,726	224,440	141,838
유럽	11,867	9,262	5,757	6,659	78,211	45,966
유럽연합	11,050	8,759	5,624	6,487	62,797	36,519
CIS	66	50	90	73	286	584
캐나다	39,546	16,688	23,024	16,285	71,661	37,272
미국	652,777	315,836	619,680	322,701	842,802	421,056
라틴아메리카	29,811	15,078	5,217	3,349	6,698	4,069
멕시코	28,070	14,232	56,087	39,498	65,096	39,897
아프리카	1,639	1,195	12,674	8,012	64,787	38,835
오세아니아	7,306	4,948	23,405	13,585	34,568	18,932
호주	6,423	4,047	23,181	13,293	34,181	18,445
기타	240,171	131,001	330,888	209,091	409,630	249,700

자료 : 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.

한편, 열연강판의 수입에 있어서는 2006년도에 일본과 중국이 각각 306만

톤, 296만톤으로 수입의 대부분을 차지하고 있다. 이는 일본과 중국이 조선, 자동차, 기계 등의 제조업이 발달되어 있어 부족한 열연강판에 대한 수입에 의한 것으로 사료된다.

<표 4> 세계 열연강판 수입 현황

(단위 : Mt, 천달러)

구분	2004		2005		2006	
	물량	금액	물량	금액	물량	금액
일본	3,099,096	1,378,727	2,148,387	1,306,795	3,062,141	1,616,797
중국	1,447,846	750,365	2,332,331	1,315,620	2,963,332	1,428,407
동남아시아	42,306	23,415	151,272	82,400	220,268	97,450
대만	56,711	85,125	36,196	17,912	180,563	79,014
인도네시아	11,287	6,318	40,806	19,780	20,398	8,730
중동	27,523	15,328	63,333	44,045	15,338	6,931
유럽	338,217	166,960	374,616	245,040	105,524	97,278
EU(25)	12,765	20,282	90,280	80,332	37,873	68,621
EU(15)	12,735	20,229	89,982	80,052	37,824	68,481
CIS	284,867	125,492	256,035	148,251	67,642	28,631
러시아	229,101	102,917	254,457	147,321	67,642	28,631
캐나다	873	417	12	20	21	73
미국	976	3,230	1,282	3,870	5,123	5,123
라틴아메리카	66,985	32,549	130,446	61,106	109,046	48,026
브라질	66,978	32,531	130,446	61,106	109,046	48,026
오세아니아	5,865	2,874	60,655	26,235	115,982	53,550
호주	5,539	2,791	60,655	26,235	115,982	53,550
기타	111,700	54,687	227,515	120,381	164,858	75,523

자료 : 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.

<표 3-4>는 주요 국가의 열연강판 가격 추이를 나타낸 것이다. 열연강판의 가격은 세계적인 경기 호황과 원부자재의 가격상승 등에 따라 2003년부터 꾸준히 증가하여 2008년 중반에 최고점에 다다랐다가, 이후, 전 세계적인 경

기침체의 영향으로 다시 안정되는 모습을 보이고 있다.

<표 3-5> 주요 국가의 열연강판 가격 추이

(단위 : US\$/MT)

연월	중국	일본	미국	독일
2003	3	405	314	350
	6	416	292	368
	9	438	325	344
	12	455	397	381
2004	3	506	617	471
	6	631	705	556
	9	671	816	618
	12	755	711	711
2005	3	754	678	675
	6	532	678	551
	9	475	637	562
	12	362	585	606
2006	3	472	571	606
	6	587	591	683
	9	513	576	672
	12	487	577	584
2007	1	527	558	562
	2	561	569	562
	3	568	579	590
	4	543	611	623
	5	559	607	617
	6	538	591	590
	7	531	599	573
	8	534	617	562
	9	587	635	573
	10	572	620	579
	11	600	663	579
	12	656	644	612
2008	1	688	687	689
	2	696	693	761
	3	769	879	838
	4	768	1,016	915
	5	824	990	1,141
	6	865	1,044	1,174
	7	873	1,086	1,168
	8	852	1,052	1,185
	9	761	1,095	1,124
	10	993	935	1,079
	11	769	658	1,101
	12	599	635	1,093
2009	1	583	577	1,009
				585

주 : 각국 유통가격 기준

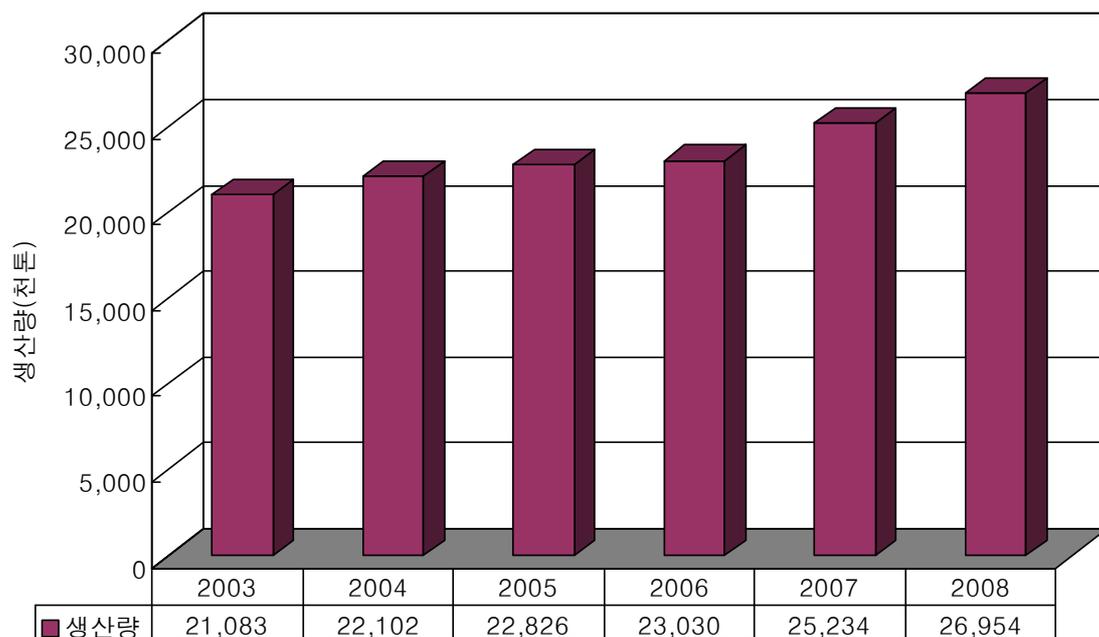
자료 : CRU Monitor('08.10)

## 나. 국내 시장동향 및 전망

### (1) 시장 동향

한국철강협회에서 발표한 자료에 따르면, 국내 열연강판 생산은 2003년도에 2,108만톤에서 2004년에는 2,210만톤, 2005년 2,283만톤, 2006년 2,303만톤, 2007년에는 2,523만톤을 기록하였으며, 작년에는 사상 최대치인 2,695만톤을 생산하였다. 이 기간 동안의 연평균 성장률(CAGR)은 3.1%에 이른 것으로 나타났다.

<그림 3-3> 국내 열연강판 생산 동향

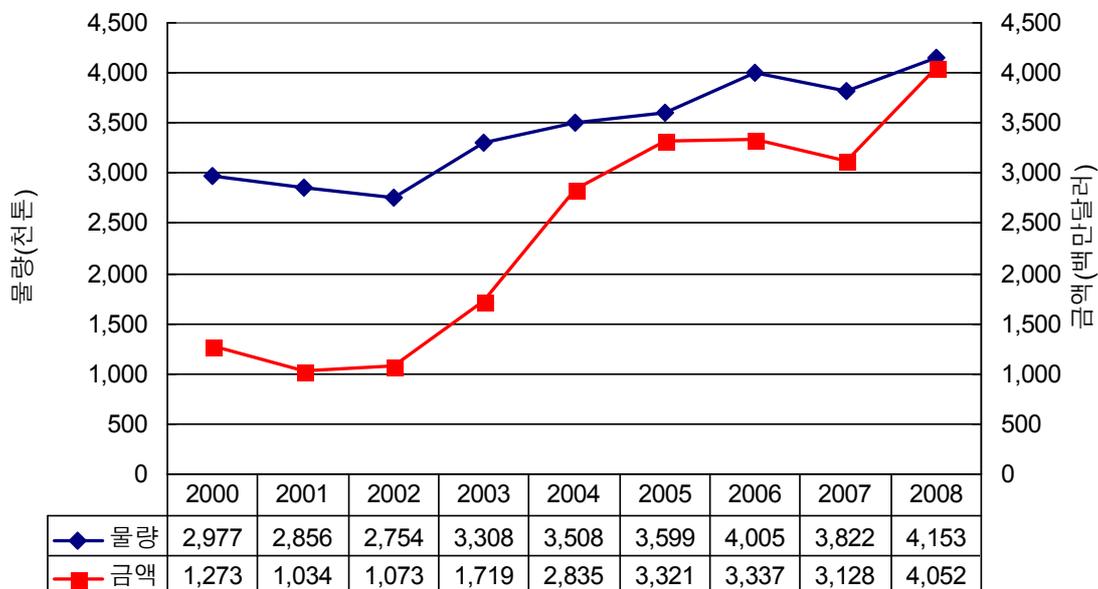


자료 : 한국철강협회, 2009.

### (2) 수출입 동향

한편, 국내 열연강판의 수출 동향을 살펴보면, 2000년 298만톤에서 2007년도에는 382만톤, 2008년에는 415만톤을 기록하였다. 이 기간 동안의 연평균 성장률(CAGR)은 4.2%를 기록하였다. 금액면에서는 2000년 12.7억 달러에서 2007년에는 31.3억 달러, 2008년에는 40.5억 달러를 기록하였으며, 연평균 성장률(CAGR)은 15.6%를 기록하였다. 세계적인 경기호황에 따라 원부자재 가격의 상승에 따라 2000년 이후에 철강가격의 상승에 따라 수출금액의 증가가 물량보다 큰 폭으로 증가하였다.

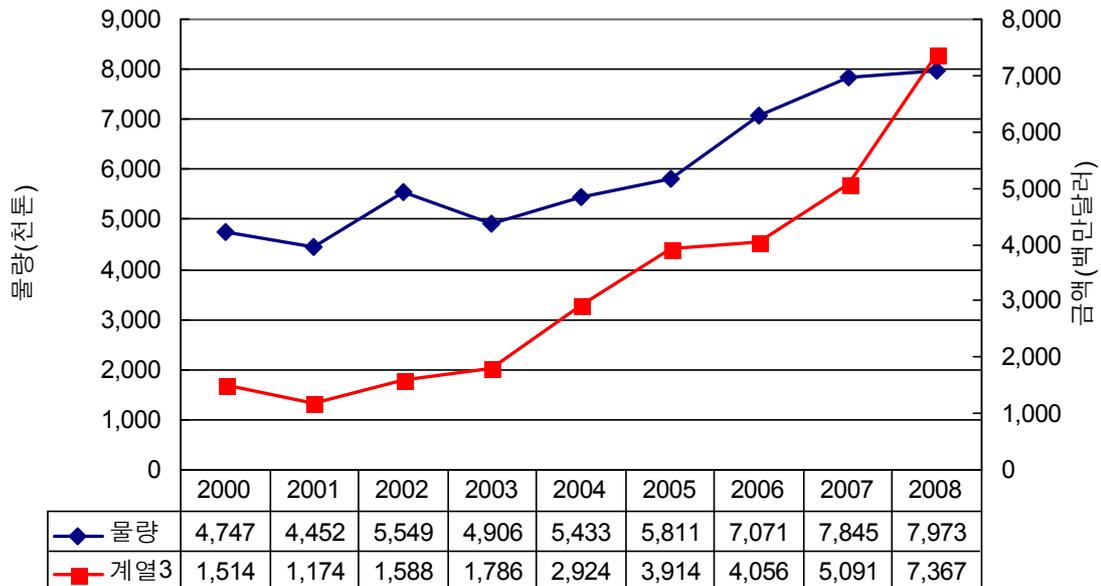
<그림 3-4> 국내 열연강판 수출 동향



자료 : 한국철강협회, 2009.

국내 열연강판의 수입 동향을 살펴보면, 2000년 475만톤에서 2007년도에는 785만톤, 2008년에는 797만톤을 기록하였다. 이 기간 동안의 연평균 성장률(CAGR)은 6.7%를 기록하였다. 금액면에서는 2000년 15.1억 달러에서 2007년에는 50.9억 달러, 2008년에는 73.7억 달러를 기록하였으며, 연평균 성장률(CAGR)은 20.9%를 기록하였다. 세계적인 경기호황에 따라 원부자재 가격의 상승에 따라 2000년 이후에 철강가격의 상승에 따라 수입금액의 증가가 물량보다 큰 폭으로 증가하였다.

&lt;그림 3-5&gt; 국내 열연강판 수입 동향



자료 : 한국철강협회, 2009.

### (3) 시장 전망

한국철강협회에 따르면 2009년 열연 총 수요는 3,249만5,000톤으로 2008년 대비 6.3% 감소할 것으로 전망하였다. 내수와 수출은 2,908만5,000톤, 341만톤으로 2008년 대비 각각 6.1%, 7.6% 감소할 것으로 예상됐다.

수출은 글로벌 경제 침체 영향으로 주 수출지역인 동남아향 수출이 감소할 것으로 전망하였으며, 생산은 동부제철의 신설비가동에 따라 생산여력은 증가하나 포스코의 고로보수와 수요 감소 등으로 2008년 대비 0.2% 소폭 감소할 것으로 전망하였다. 한편, 수입의 경우, 동부제철의 설비가동에 따른 수입대체 효과 및 수요감소로 대폭 감소할 것으로 전망하였다.

&lt;표 3-6&gt; 국내 열연강판 시장 전망

(단위 : 천톤, 전년비 %)

		2007	2008(E)	2009(F)
총 수요		32,522 (10.1)	34,676 (6.6)	32,495 (-6.3)
	명목소비	29,255 (11.0)	30,985 (5.9)	29,085 (-6.1)
	수출	3,267 (2.5)	3,6954 (13.0)	3,410 (-7.6)
생산		25,234 (9.6)	26,954 (6.8)	26,904 (-0.2)
수입		7,289 (11.9)	7,722 (5.9)	5,591 (-27.6)

자료 : 한국철강협회, 2009.

## IV. 결론

열간압연기술은 제어정도의 고도화, 자동화 및 시스템화, 공정제약의 해소, 공정의 연속화 및 생략화 그리고 지속적인 연구개발등에 기반을 두고 발전하였으며 고품질의 제품 제조 기능의 제품 개발, 저비용 생산기술을 이룩하여 고객을 만족시키려는 노력이 지속적으로 유지되고 있다. 이후에도 신기술의 개발과 적용 새로운 과정의 도입등 세계 각 Mill간의 국제경쟁력 향상과 우위의 선점을 위한 끝없는 경쟁이 있을 것으로 전망된다.

## 참고문헌

1. 철강통계연보, 한국철강협회, 2007.
2. 한국철강협회, 2009.
3. 열연강판 기술동향, 포항산업과학연구원, 2005.
4. 용탕인출법에 의한 고투자율 연자성 박판 제조, 포항산업과학연구원, 2005.
5. 열연강판 2009년 전망, 한국철강협회, 2008.
6. 열간압연 ROT에서 고강도강의 CSTC 개발, 박철재, 제어·로봇·시스템학회 논문지, 제14권 제2호, 2008. 2.
7. 열간압연 루퍼롤회전속도계 이용 선진율모델 개발, 곽우진 외, POSCO 研究論文, 제13권 제1호 통권23호, 2008. 6.
8. 열간 압연판재 제조기술의 최신동향, 이준정, 塑性加工 제11권 제1호 통권 49호, 2002. 2.
9. 후판재 대체 열연강판(HR plate) 제조 기술, 박기철 외, POSCO 研究論文. 제10권 제1호 통권 18호, 2005. 6.