

특집 : 철강산업에서의 전력전자기술

철강산업 전기도금설비에 응용되는 전력전자 및 제어기술

심은용, 박선순

((주)다원시스 기술연구소 부장, 대표이사)

1. 서론

철강은 먼저 대량으로 생산되는 금속이고 우수한 강도와 가공성을 갖고 있지만 통상의 환경에 있어서 대단히 부식되기 쉬운 것이 결점이다. 이 때문에 대부분의 강재에서는 도금, 화성처리, 도장등의 표면 피복을 행하든가 혹은 유효한 합금 원소를 함유하고 있는 보호능력이 큰 부식 생성물 층을 표면에 형성시키는 것 등의 수단이 행해지고 있다. 특히 근래에 와서는 에너지절약 및 내구성 방청성 요구가 수요가로부터 강력히 요구되므로 강재의 표면처리 기술의 개발은 눈부시게 진행되고 있다.

본고에서는 강판의 표면처리에 가장 대표적으로 사용되고 있는 전기아연도금설비에 대해 알아보고 전력전자 기술이 어떤 부분에 응용되고 있는지를 기술하고자 한다.

2. 설비의 개요

2.1 설비 사양

- 가. 소재 처리량: 404,000 ton/년
- 나. 생산량 : 400,000 ton/년
- 다. T/H : 59.1 ton/hour
- 라. 평균 소재size : 1.09 mmt × 1286 mm W

2.2 소재 coil 조건

- 가. 외경 : 915~2660 mm
- 나. 내경 : 508±10mm, 610±10mm
- 다. 폭 : 800 ~ 1860 mm
- 라. 두께 : 0.3 ~ 2.3
- 마. 중량 : 5 ~ 40 ton

2.3 전해조: CAROSEL type

CAROSEL :Consumable Anode Radial One-Side ElectroplatingLine

3. 설비의 구성

전체 설비를 기능별로 분류하면 입측설비, 전처리설비, 전기도금설비, 후처리설비, 출측설비의 5개 부분으로 나눌 수가 있다.

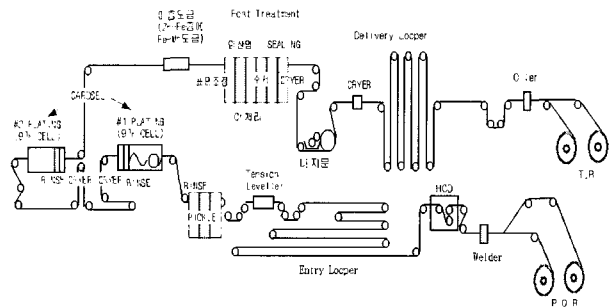


그림 1. EGL 설비 LAYOUT

3.1 입측 설비(ENTRY SECTION)

3.1.1 Coil Conveyor

- 가. 기능 : coil conveyor 는 입측의 최초 설비로 크레인에 의해서 CAL, BAF 에서 운반된 코일을 loading 시키는 곳이며 walking beam에 의해 움직이며 다음 설비인 Coil Transfer Car에 loading
- 나. 작동 : 유압식이며 2 개의 Lift, 1개의 Traverse 실린더로 구성 Up(20mm/sec) Forward (195mm/sec) Down Reverse(280mm/sec)

3.1.2 Band Cutter

- 가. 기능 : coil conveyor #8 skid 위치에서 0.8 t 이상의 코일에 감겨있는 band 제거
- 나. 작동 : air압(4~10 kg/cm²) 수동, 반자동, 자동으로 운전 본체 Forward Head down Cutter cross Head up Band pinch Band coiling backward scrap처리

3.1.3. Entry Coil Transfer Car

- 가. 기능 : Conveyor로부터 코일을 받아 #1, 2 Entry Coil Car에 코일을 배분
- 나. 작동 : AC 모터로 작동. Forward, Backward

3.1.4 Entry Coil Car

- 가. 기능 : Transfer Car로부터 코일을 넘겨 받아 외경과 폭을 자동 계산하여 POR (Pay Off Reel)에 자동/수동으로 장입시킴.
- 나. 작동 : 유압식 (Traverse : 유압모터, Lifting: 유압실린더) 센서에 의해 height centering, width centering

3.1.5 Pay Off Reel (POR)

- 가. 기능 : 장입된 코일을 풀어서 line에 계속 공급하고 코일이 풀리는 동안 tension을 유지시켜 줌.
- 나. 사양
 - 1) Mandrel type : 4개의 segment로 구성
 - 2) Mandrel 동작 : collapse(코일 장입전), expand(코일 장입후), over collapse(sleeve교체)
 - 3) Sleeve : rubber sleeve, 코일 내경쪽에 segment에 의한 눌림 자국 방지, 코일 회전시 미끄럼방지, 코일 내경이 다를경우(508, 610mm) 조정 가능.

3.1.6 Threading Table

- 가. 구성 및 역할 : top/bottom conveyor로 구성되어 있으며 strip 선단부를 안전하고 정확하게 pinch roll에 이동시킴.
- 나. 작동 원리 : Threading Table은 유압에 의해 확장 또는 축소되며 strip 선단부의 포착은 POR을 시계방향으로 약 1/2 회전 후 magnetic belt의 top conveyor에 부착시킨 후 Pinch roll 방향으로 이동.

3.1.7 Pinch Roll

- 가. 기능 : Threading table을 통해서 운반된 strip을 계속 진행시키고 DSC(Double Cut Shear) 단계를 거쳐 용접기 전단계까지 이동.
- 나. 작동 : 유압식, line run 시 open

3.1.8 Flattener

- 가. 구성 및 기능 : 2개의 상부roll, 3개의 하부 roll로 구성됨. Pinch roll을 통과한 strip의 형상을 교정해 준다. (코일의 선단부는 운송 등에 의해서 찌그러짐, 굴곡 등의 표면 형상이 불량하기 때문)
- 나. 사양 : 전기 모터식, air로 냉각, line run 시 open

3.1.9 Carrier Over Conveyor

- 가. 기능 : strip을 원활하게 이동시키는 역할
- 나. 구성 및 위치 : #1 EGL 입측 설비에는 2개의 conveyor가 있으며 각 conveyor에는 한개의 벨트로 되어 있음. #1line : DCS 전방, #2line : DCS 후방에 위치.

3.1.10 Entry Gauge Stand

- 가. Entry thickness gauge : DCS 전방에 strip 중앙에 위치하며 strip의 두께를 연속적으로 측정 OFF-gauge를 체크하여 DCS에서 scrap처리
- 나. 원리 : AMERICIUM(Am95)에서 발생하는 감마-ray의 투과량이 피측정 strip의 두께에따라 변화하는 성질을 이용.
* CPC(Center Position Controller) : Flattener 바로 다음에 위치하며 strip이 line 중앙으로 진행되고 있는지를 파악하여 이를 mandrel에 전달하여 strip이 제 위치에 오도록 조절함.

3.1.11 Double Cut Shear

- 가. 기능 : strip의 선단부(top end) 혹은 후단부(Tail end)를 표면 또는 형상 불량 정도에 따라 절단하여 제거.
- 나. 사양 및 작동
 - 1) cutting thickness: 0.3~3.45mm
 - 2) cutting length : Max. 800mm
 - 3) knife 재질 : 합금공구강 Hydraulic toggle type으로 유압에 의해 실린더를 전후로 이동 knife의 상하 운동으로 절단 (즉 1번의 cycle로 2번의 절단 double cut)

3.1.12 Scrap Disposal Equipment

- 가. 기능 : DCS에서 절단된 strip을 scrap box로 보내는 장치
- 나. 장치 구성 : scrap gate와 3개의 scrap conveyor로 구성

3.1.13 Deflector Pinch Roll

- 가. 기능 : 상대적으로 상부에 위치한 입측 #1 line에서

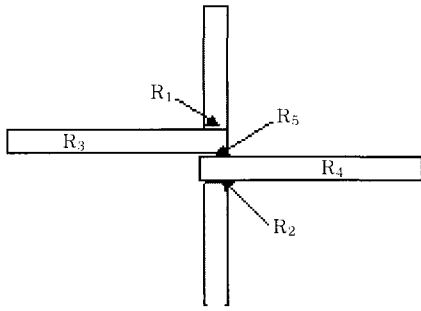


그림 2. 용접부위의 저항

strip 을 아래에 위치한 용접기 이송시키기 위해 설치된 합성 고무롤

나. 작동 : 유압식

3.1.14 Welder

가. 기능 및 원리

용접은 연속공정을 가능하게 하기 위해 선행코일과 후행코일을 연결하여 생산성향상 Lap Seam 용접기는 겹치기 저항 용접의 일종으로 일정량의 판을 overlap 시킨 후 저항열로 점 용접을 연속적으로 진행시킨 것으로 welding wheel의 전기 저항으로 모재를 녹이는 동시에 즉시 planishing roll (swaging roll)로 모재를 밀어 압착시켜 용접의 강도를 증가시킨다.

t초간 발생하는 용융점에서의 열량 Q (cal)

$$Q \text{ (cal)} = 0.24 I^2 R t$$

$$R \text{ (총저항)} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5$$

나. 1 EGL welder 설비 사양

Type	Narrow lap seam welder
Max. over thickness	1:1.5
Welding speed	10~15m/min
Welding time	App. 60 sec
Welding lab 폭	1.5, 2.0, 2.5 mm
허용두께	0.3~2.3 mm
허용 폭	800 ~ 1860mm
Electrode wheel	200 mm(dia) × 15mm (water cooling)
Electrode pressing force	0~1800kg
Puncher	직경 10mm(welder 출측)
Shear	2 set blade
Welding power source	Max. input 350 KVA

다. 용접성에 영향을 미치는 인자

- 1) 용접전류
- 2) 용접 속도
- 3) 전극 가압력
- 4) 기타 : strip 의 두께 영향, welding wheel 영향, strip의 표면상태, strip 의 강종 등

3.1.15 Side Clipping Shear

가. 기능 : 판폭이 다른 strip이 (전방보다 후방 strip 이 더 넓은 때) 용접되어 생기는 돌출부(edge)를 제거하여 이로 인하여 발생하는 roll 의 표면 손상을 예방하고 폭의 변화가 적어서 용접점이 smooth 하게 주행할 수 있도록 함.

나. 사양

1) cutting 폭 : 160mm

2) cutting 길이 : 470mm

유압식이며 sensor 에 의해 clipping 되며 크기는 150mm/side

3.1.16 HCD section

가. 기능 : strip 에 묻어있는 압연유, 기계유, 철분, 분진 등의 오염물질을 제거하여 도금 밀착성 및 깨끗한 도금 제품의 표면 확보

나. 설비 구성: HCD(High Current Density) Cleaner, HCD Cleaner Rinse, Dryer 로 구성

1) HCD Cleaner (전해 청정)

- 원리 : 물의 전기분해에 의해 강판 표면에 발생하는 수소와 산소의 미세기포들이 강판 표면으로부터 이탈하면서 오염물질을 파괴 또는 박리

2) HCD cleaner Rinse

- 2개의 brush roll, 5 개의 wringer roll(rubber) 로 구성

- cleaning tank 내에 Hot water spraying(60~90 °C), brushing roll 에 의해 강판표면과 흡속의 미세한 기름성분 제거하고 wringer roll에 의해 rinsing

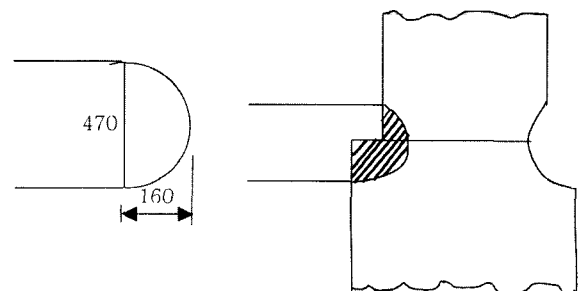


그림 3. Side Clipping Shear

- brush roll 전류는 brush roll 가압 정도에 따라 다름 이를 이용 교체시기 판단

- 3) Dryer : 상하에서 고온의 stream 으로 수분 제거
- 4) Tank
 - TK01 : storage tank(50m³)
 - TK02 : circulation tank(40m³)
 - TK03 : hot water tank(10m³)
 - TK04 : cleaner drain tank(40m³)

3.1.17 No.1 Tension Bridle

가. 기능 : HCD rinse 를 통과한 strip을 looper 에 tension 을 유지한 채 연결시켜줌.

나. 작동 : dc 모터에 의해 roll 구동, sensor 에 의해 tension 변화.

3.1.18 Entry Looper

가. 기능 : strip의 용접작업 등에 의해서 입측의 strip speed 는 변동이 많다. 따라서 도금이 이루어지는 중앙 설비로 연속적인 strip을 공급하기 위해 입측 Looper 에서 strip 을 저장

나. 구성 : Horizontal type, 한쪽은 고정되고 Looper car 에 의해서 입측 용접시 (strip정지) strip을 계속 제공하면서 수축, 가동시에는 strip 확보를 위한 확장 (overspeed) 2개의 CPC(Center Position Controller) 에 의해 strip 중앙 조절

3.1.19 입측설비 Lay-out

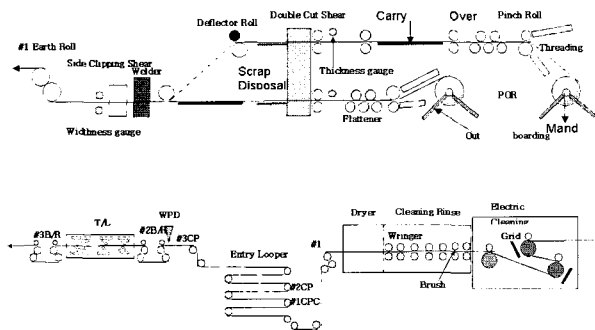


그림 4. 입측설비 Lay-Out

3.2 전처리 설비

3.2.1. Tension Leveller

가. 기능 : strip 표면의 wave 및 국부변형 등의 불량형상을 가진 strip에 굽힘과 인장을 이용하여 소성연신을 부여함으로써 형상을 교정. Carosel 설비에서 conductor

roll 과의 전기적 접촉을 좋게 함(arc spot 방지)

나. 구성 및 사양

No.1 Pre-Flex roll -- No.2 Pre-Flex roll -- Flattener

- 1) yield strength : max. 40 kg/mm²
- 2) elongation : max 2.0 %
- 3) leveling : max 20 ton
- 4) W.P.D (Welding Position Detector) Quick open leveler : 용접 point 가 tension leveler 에 도착하면 leveler의 strip tension 감소, leveler 는 자동적으로 quick open, 용접부가 지나간 후 leveler 는 close, strip tension loading

다. Flattener : Preflex Bending Operation 으로부터 curse 된 strip 제거.

3.2.2 Pickling Equipment (산세)

가. 기능: 강판 표면에 묻어 있는 산화막, rust 등의 오염물질을 제거하여 표면활성화를 통한 도금 밀착성 및 깨끗한 도금 제품 표면을 확보

나. 사양

- 1) Type : Immersion pick by horizontal, 상하 counter flow노즐 : 산세 효율 증대.
- 2) solution : 16~20% HCl, 온도 : 40~50 ℃, 전도도 : 715~800ms/cm
- 3) roll 구성 : sink roll(2): $\phi 1200 \times 2060$ mm
deflector roll(2): $\phi 1200 \times 2060$ mm
holddownroll(1): $\phi 250 \times 2060$ mm
- 4) tank 내부 : FRP 수지
- 5) tank
 - TK11 : HCl storage tank (100 m³)
 - TK12 : HCl service tank (5 m³)
 - TK13 : Pickle circulation tank (30m³)
 - TK14 : hot water tank(10m³)

3.2.3 Pickling Rinse

가. 기능 : pickling 과정을 통과한 strip 에 존재한 Cl 을 제거함

나. 사양

- 1) water temp. : 60 ℃
- 2) work tank : 1 (물은 circulation 이 아님)
- 3) 구성 : 3 개의 wringer roll, cascade type

3.3 전기도금설비(PLATING SECTION)

3.3.1 PLT (Plating Cell)

가. 기능: 실질적으로 전기도금이 이뤄지는 곳으로 전해액

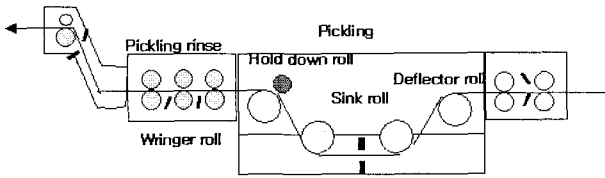


그림 5. 산세 처리부

속에 anode 인 Zn (or Fe) 에 (+)를cathode 인 conductor roll 과 strip 에는 (-)극을 걸어주어 anode 가 용해 되면서 음극인 strip 표면에 이온이 전착되어 도금이 된다.

나. 구성

- 1) Reactivator : Hot water 로 pickle rinse 에서 제거못하는 strip 에 잔존하는 Cl을 제거하고 예열함으로써 도금이 용이하게 되도록 활성화해주는 역할.
- 2) Pre-dip cell : 전처리로서 원래 전해액과 hot water 를 혼합 사용하나 현재 #1PLT 에서만 hot water 사용.
- 3) cell (carosel type) : 도금되는 곳 (conductor roll 과 deflector roll 로 구성)
 - Solution : HCl base
 - Currentcapacity : 56 KA/cell
 - Current density: 16~130 A/dm²
 - Electrode : soluble (Zn, Fe), 22 EA/cell
- 4) Rinse : 도금후 표면에 잔류하는 도금용액 성분을 묽은 염산을 이용하여 제거하는 작용을 하며 acid rinse 불량시 표면에 어둡고 이물오염 형태의 표면 불량을 유발.
- 5) Edge polisher : strip edge 부는 전류밀도가 높기 때문에 도금이 과도하게 됨. 이러한 과도금 현상을 방지
- 6) Dryer : strip 의 용액 성분 제거

다. conductor roll

- 1) 재질 : Wiscalloy (700mm) + Polyurethane
- 2) size : $\phi 2440 \times 2060$ mm
- 3) sand block : conductor roll cleaning 장치(band 부)
- 4) 냉각법 : 수냉식 (roll 내부로 순환)- 슬러지 침전으로 냉각효과 저하문제 roll 과열일 경우Urethane rubber 가 부풀어 올라 arc 발생 원인
- 5) roll spray filtering 용액 사용, #1PLT 만 사용, band 와 strip 간의 전기적 접촉을 좋게 함. 건조시- arcing 발생.
- 6) mist spray : #2PLT 에서 water만 사용. 용액을 첨가하면 band 오염.

라. anode

- 1) anode size : 76(t) \times 194(W) \times 1628 (L) , 179kg (Fe: 197kg) gap : 32mm
- 2) 재질 : Zn, Fe
- 3) 장입 : (+) 극의 bridge 위에 new anode를 pushing, 소모된 anode 는 제거. Bridge는 약 1/50° 경사가 짐 오래 장입된 anode 쪽이 strip과 더 가까움

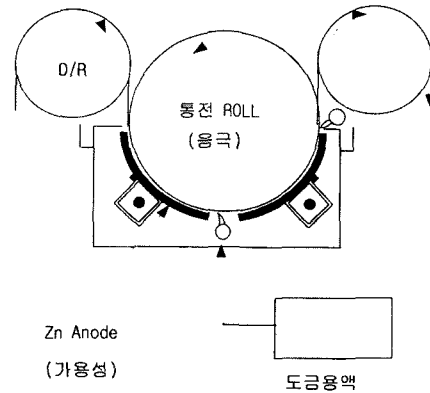


그림 6. Plating Cell

마. deflector roll

- Size : $\phi 1220 \times 2060$ mm (20 EA)

바. Edge polisher

- 1) 구성 : 4 wringer roll, 2 brush roll, 2 guide roll (세라믹소재) 로 구성
guide roll의 감지로 brush roll 의 polishing 정도 조절
- 2) 사양 : Zinc powder setting tank (7.5m³) : #46, 47 tank 와 연결
edge 의 도금층이 물과 함께 떨어져 분리되는 곳, 찌꺼기는 drain제거

사. Rinse

- 1) 구성 : brush roll, back up roll, wringer roll
- 2) spray용액 : 55~80℃
 - #1PLT : 사용 안함.
 - #2PLT : 0.8% HCl (도금층의 광택 과 관련됨)

아. Dryer

- 1) type : Hot air blow (100~120℃)
- 2) 가열매체 : steam, 가열된 air 를 fan 으로 불어 넣어줌.
4 개의 support roll 이 있지만 현재 고온열화 요인에 의해 사용 안함.

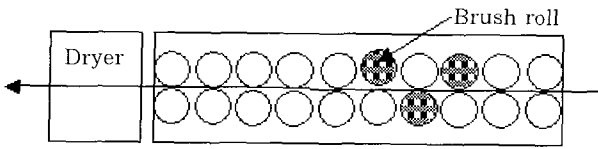
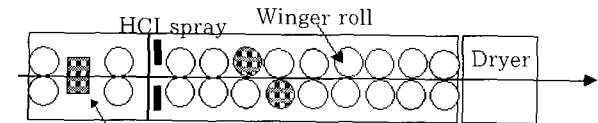


그림 7. #1 PLT rinse



#2 Edge polisher

그림 8. #2 PLT rinse

3.3.2 이중 도금(Double Layer Coating:DLC)

가. 기능 : Plating cell 에서 1차 도금된 strip 에 2층도금을 하는 설비로 용접성, 가공성 도장성 확보목적.

나. 사양

- 1) type: Horizontal type, soluble anode
- 2) 도금량 : 3~5 g/m²
- 3) max. speed : 150 mpm
- 4) 전원
 - 전류:12.5A/rectifier ×8 =10,000 A ,36 V
 - 전류밀도 : 20~40 A/dm²
 - 효율 : 85%
- 5) conductor roll : 300mmD × 2060mmW × 3 ea
- 6) anode
 - 크기 : 상부(Fe)-1860mmW × 2060mmL, 하부(Fe) 144mmW × 1600 mmL
 - 무게 : 상부(Fe) 1986kg/EA, 하부(Fe) 61kg/EA
- 7) Bridge 기울기 : 1/120

3.4 후처리 설비(POST-TREATMENT)

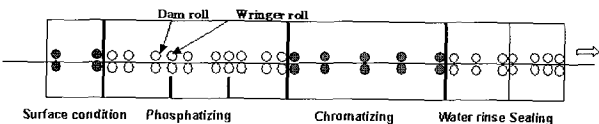


그림 9. 후처리 설비

3.4.1 Surface Conditioning Section (표면조정)

가. 기능 : 도금강판 표면의 활성화, 피막입자의 조밀화, 피막입자의 균일화

나. 사양

- 1) type : horizontal spray
- 2) solution 종류 : 인산 (PL-Z) , 크롬 (CL-342)

3) 처리 구간 /시간: 9.8 m/2초

4) wringer roll 수 : 4 개

5) spray head : 12 개 (상하좌우)

6) tank : SUS304

PL-Z service tank, circulation tank

CL-342 Service tank, circulation tank

7) 표면조정제 : Ti3(PO4)2, TiH4(PO4)2, 티탄콜로이드(90%Ti + Zn, Ni)

입도 : 0.01~0.1 μ m, pH :7~8

3.4.2 Phosphating section

가. 기능 : 미세한 인산염 피막 결정 형성으로 도장성을 향상시키며 나판상태의 내식성 및 내오염성을 부여함

나. 사양

- 1) 3 zone- horizontal reactive cell
- 2) 구간거리 : 21.5 m, 처리 시간 : 5초
- 3) Roll 구성
 - wringer roll 수 : 8 개
 - Dam roll 수 : 12 개
- 4) coating 양: 1.5~2.0 g/m²
- 5) 용액 : PB-3312 (PALBOND-3312)
- 6) Tank 재질 : SUS316

다. line speed 에 따라 cell을 몇 개 사용하느냐 결정

1cell - 70 mpm, 2cell - 70~150, 3 cell - 150~230

※ 현재조업상으로는 2개로 cover 가능

3.4.3 Chromating section

가. 기능 : 강판의 내식성 부여, 도장성 향상

나. 사양 : horizontal spray

1) cell 수 : 4 개

1cell : 70 mpm, 2cell : 70~110,

3cell : 110~160, 4cell : 160~230

※ 1cell 은 사용안함, 경크롬시 2 번 cell, 후크롬시 2 + 3 번 cell 사용.

미사용 cell 은 strip 의 청정성 및 rubber roll 보호를 위해 순수물 mist spray.

2) Roll unit : wringer roll -10 개

3) solution : ZM-357, ZM-3367

4) tank 재질 : SUS316

3.4.4 Rinse

가. 기능 : 후처리에 묻은 용액 제거

나. 사양

1) type : Horizontal spray 2) Rinse water : 상온

3) Roll : 6 개의 wringer roll 4) tank : SUS304

3.4.5 Sealing

1. 기능 : strip 표면을 매끄럽게 하여 도장성과 내식성 향상.
2. 사양
 - 1) type : Horizontal spray
 - 2) solution : LN-62 , 40~50℃
 - 3) roll unit : wringer roll (8)
 - 4) tank : SUS304

3.4.6 Edge wiper dryer

- 가. type : Hot air blower
- 나. nozzle header : 2 ea
- 다. V-header : 4 set
- 라. 온도 : in-let: 30℃, out let : 120℃

3.4.7 Anti-finger Section

- 가. 기능 : EGI 강판표면의 지문 등의 오염등을 방지하여 내식성 향상.
- 나. 사양
 - 1) 구성 : roll coater, dryer 로 구성
 - 2) 내지문 처리 피막성분 : 수용성 Acryl 수지(water soluble resin, LN4512A,B)
 - 3) 부착량 : 2~3 μ m/s 속도 : max. 120 mpm
 - 4) oven 온도 : 300~350℃ (strip 온도 : 65 \pm 5℃)
- 다. 동작 : APR 회전 방향에 따라 Forward, Reverse type (아래 그림의 경우)
 - ※ 용접부 통과시 Quick open
- 라. 내지문 LAY OUT
 - a. hold back roll : strip 과 backing roll의 충분한 밀착
 - b. backing roll : top coating 되는 strip 을 back up 시킴
 - c. lift roll : bottom coat 의 부하를 감소시킴.

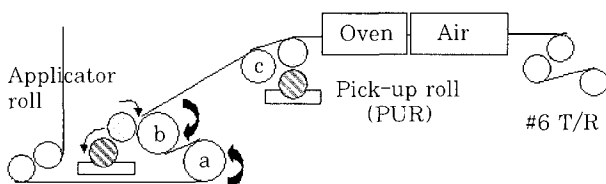


그림 10. 내지문 Lay-Out

3.5 출측 설비(Delivery section)

3.5.1 Exit Looper

- 가. 기능 : dividing shear 나 tension reel 작업시 저속 운전되므로 Looper 에서 strip 저장함. 운전자의 요구에

의한 기기 검사나 strip 의 외형 검사시 속도 조절역할을 함

나. 사양

- 1) 저장능력 : 최대460 m
- 2) carriage 수 : 3개 , stand : 36 개
- 3) roll 수 : 전체- 41개, CPC roll : 6 개 (#6, 7, 8 CPC)

3.5.2 Oiler

- 가. 기능 : line speed 변화에 따라 계속적으로 분사량을 변화시키는 공기분사 nozzle 을 취부하여 여기서 분사된 oil 입자에 정전기를 가하여 통판하는 철판표면에 균일한 유막을 효과적으로 형성.

나. 사양 : electro static micron oiler(Horizontal) type

3.5.3 Exit Shear

- 가. 기능 : 출측 절단기는 strip 상의 용접부를 찾아내어 전후로 절단, Sample 채취

나. 사양 : Rocking절단

- 1) cutting speed : 50mpm,
- 2) cutting length : 500~1000mm

3.5.4 Scrap disposal system

- 가. 기능 : strip의 용접부를 전후 제거

나. 사양

- 1) speed : 50mpm

3.5.5 Exit Shear

- 가. 기능 : 출측 절단기는 strip 상의 용접부를 찾아내어 전후로 절단, Sample 채취

나. 사양 : Rocking절단

- 1) cutting speed : 50mpm,
- 2) cutting length : 500~1000mm
- 3) scrap length : 1000mm

- 다. 구성 : sample belt conveyor, scrap belt conveyor

3.5.6. Tension Reel (T/R)

- 가. 기능 : 전기도금 strip 을 coil 화 만드는 역할

나. 구성 : pinch roll, snubber roll(3개), belt wrapper-strip 선단부가 tension 을 가질 때까지 감는 역할

다. 사양

- 1) type : 확장, 축소 가능한 mandrel type, EPC system에 의해 유압식으로 조절되어 line 중심에서 150 mm 이동
- 2) mandrel : 축소:420mm, 중축 :435mm,

- 진경 :460mm
- 3) coil 외경, 무게 :800~2660mm / max. 40 톤
- 4) strip tension : max.5650 kg
- 5) belt wrapper
 - type : single belt wrapper
 - mode :over & under coiling
 - belt :600 mm

3.5.7 Coil Car

- 가. 기능 : tension reel 에서 권취된 coil을 banding machine 까지 운반하여 banding 후 출측 transfer car 까지 운반
- 나. 사양
 - 1) Type: V-saddle type
 - 2) 이동거리 : 12 M
 - 3) car speed : 251mm/s
 - 4) 최대하중: 40 톤.

3.5.8 Transfer car

- 가. 기능 : coil car 로부터 coil을 받아서 packing line 이나 shear line 으로 운반함
- 나. 사양
 - 1) car traverse : AC motor
 - 2) car traverse stroke : 29,610 mm
 - 3) car traverse Max' speed : 517.5mm/s

3.5.9 Banding Machine

- 가. 기능 : 코일이 풀리지 않도록 Band 로 고정
- 나. 사양
 - 1) Type : Seal-less type (3 point spot welding)
 - 2) tensile strength: 75~85 kg/mm²
 - 3) band size : 0.9 ~ 1.2× 30mm
 - 4) strapping force : max. 1400kgf

3.5.10. Walking Beam Conveyor

- 가. 기능 : 도금된 코일을 Coil Buggy 로 이동 or RCL 로 이동
- 나. 사양
 - 1) 수량 : 1개
 - 2) capacity : 3 Coil × 40 ton

3.5.11 Coil Buggy

- 가. 기능 : 제품을 포장하기 위해서 운반.
- 나. 사양 : motor로 회전, 적치 coil 수 : 8 개

3.5.12 출측 LAY OUT

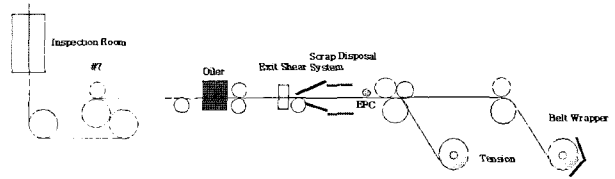


그림 11. 출측 Lay-Out

4. 전력전자 응용부분

4.1 Tension Control

전체 도금라인은 코일이라고 하는 강판이 흘러가면서 연속 공정으로 이루어지므로 강판을 움직여 줄 수 있도록 장치가 필요하다. 이는 롤러를 통해 당기는 힘을 발생하여 강판을 움직이는데 토크와 속도를 제어해 줘야 하므로 모터를 제어할 수 있도록 드라이버가 필요하다. 본 논문에서 소개한 설비에는 총7개의 Tension Bridle이 있어 이것에 의해 Tension이 제어된다. DC 모터를 사용하고 있으나 AC 모터 드라이브들이 개발됨에 따라 최근에는 AC모터로 대체되는 추세이다.

4.2. Seam 저항용접용 전원장치

전류에 의한 J(주울)열과 압력으로 모재를 용접하므로 보통 큰 전류를 공급할수 있는 전원장치가 필요하다. 보통 10000A~30000A급 정도의 전류용량이 필요하며 전력용량으로는 수십kVA~수백kVA 정도의 용량의 전류원 전원장치가 필요하다.

회로구성은 보통 SCR을 사용하여 교류전압을 제어하고 감압트랜스포머와 대전류 다이오우드 정류기를 사용하여 구현하는 방법과 SCR 대신 인버터를 사용하여 고주파로 교류를 제어하여 출력 리플성분을 개선하는 방법 등이 있다.

4.3 도금용 정류기


실제로 도금품질을 결정하는 변수 중 가장 중요한 것이 도금전류이므로 도금전류를 제어할 수 있는 전류 제어형 정류기가 필요하다. 따라서 도금설비 중에서도 핵심 장비라 할 수 있다. 회로방식은 크게 SCR 방식과 IGBT인버터 방식이 있으며 전류는 수백~수만A까지 다양하다. 본 논문에서 소개한 장비에는 9,000A/36V 용량의 정류기가 16대, 4,000A/36V 용량의 정류기가 2대가 사용되고 있다.

4.4 자동화 시스템

전체라인은 여러 가지 단위부품들이 조합되어 움직이고 있고 상호간에 적절한 타이밍으로 각 부품이 연계되어 운전되어야 한다. 또한 프로세스의 감시, 조업데이터의 분석, 조업

관리, 최적제어 및 영상 이미지 처리기능 등이 수행 되어야 한다. 따라서 이를 제어해 주는 상위개념의 제어가 필요하다. 종래에는 PLC를 사용하여 이런 기능을 수행해 왔고 현재는 분산제어시스템과 필드버스를 사용하여 보다 향상된 성능을 간편하게 구현하고 있다.

5. 결 론

이상에서 철강산업 중 강재의 표면처리를 위한 도금분야의 설비에 대해 소개함과 아울러 그곳에 응용되고 있는 전력전자 기술에 대해 소개 했다. 특히, 도금분야에 있어서 전기도금은 도금품질과 도금량의 제어에 매우 유리한 장점을 갖고 있으므로 현재 가장 널리 사용하고 있는 방법 중 하나이다. 다만 철강산업에 사용되고 있는 정류기나 모터들이 대용량이 주류를 이루고 있고 고 신뢰성을 요구하고 있으므로 외산장비가 대부분을 차지하고 있는 것이 현실이다. 향후에는 국내 전력전자 기술의 발전과 더불어 국산화를 위한 노력과 관심이 더욱 필요하리라 생각한다. 

<저 자 소 개>



심은용(沈銀用)

1967년 4월 8일생. 1990년 한양대 전기공학과 졸업. 1992년 동 대학원 전기공학과 졸업(석사). 1992년~1998년 대우중공업 중전기개발팀 근무. 1998년~현재 (주)다원시스 기술연구소 연구2팀 부장.



박선순(朴善淳)

1961년 1월 12일생. 1984년 한양대 전기공학과 졸업. 1986년 2월 한국과학기술원(KAIST) 졸업(석사). 1990년 8월 동 졸업(박사). 1991년 11월 미국 위스콘신대 Post Doc. 1991년 12월 ~1994년 12월 코오롱 엔지니어링(주) 기술연구소 책임연구원. 1995년 1월 ~1995년 12월 첨계기전(주) 기술연구소 기술이사. 1996년 1월~현재 (주)다원시스 대표이사.