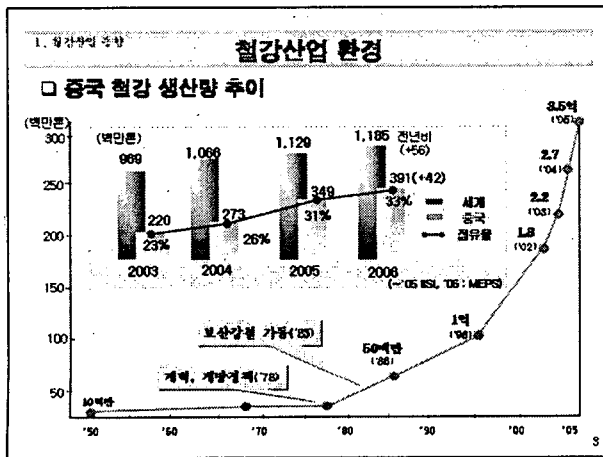
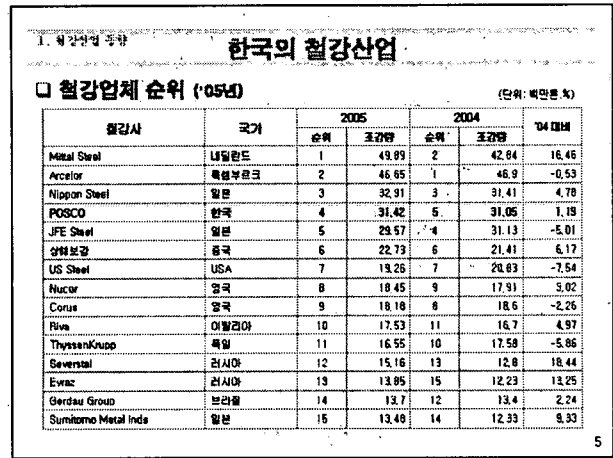
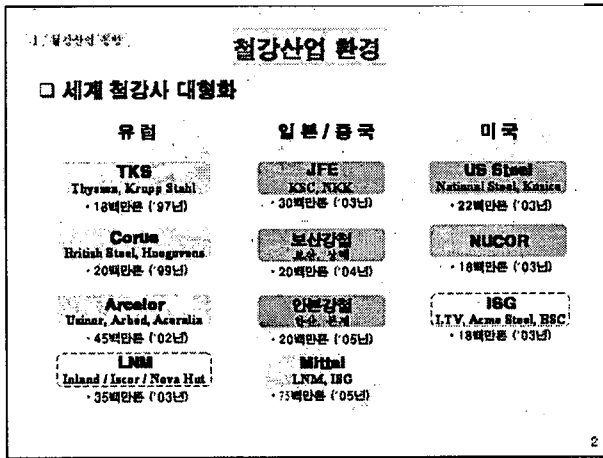
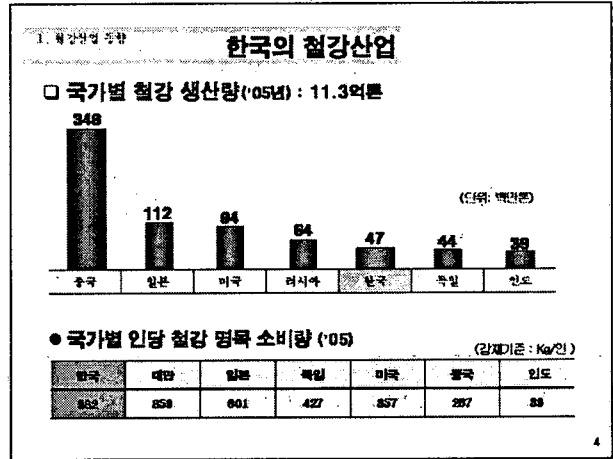


# 최근 철강산업과 용접·접합기술 동향

이 중봉

POSCO, 기술연구소

## 1. 철강산업 동향



## 2. 용접/접합기술 동향

II. 용접/접합기술 동향

### Sheet Bar Welding

□ 연연속 압연 접합기술

- Prevent fracture in lines : Ductility / Strength
- Automatic control, High speed welding
- HFW(JFE), LBW(NSC), SDJ(POSCO)

7

II. 용접/접합기술 동향

### 초세립강 분야

- 일본('97~ ) : NIMS(National Institute of Materials Science)
  - Warm rolling(550°C 피크 압연) 초세립강 : 상업적용 곤란
  - 초세립강의 자동차부품(Hydroforming) 적용 연구중
  - Nakayama사 : 자동차용 초세립강 개발
  - JFE사 : 자동차용 초세립강(Dream steel) 개발 (FGS-2~3mm, TS:780MPa)
- 한국('98~ ) : POSCO
  - SDT(Strain-induced Dynamic Transformation) 압연기술 경험
  - 초세립강 상용화 개발 추진중
  - 출연분야 : 자동차용 DP강, Linepipe강, 초세립 내후성강
  - 후판분야 : 800-MPa급 초세립 내후성강
- 중국('00~ ) : CISRI(Central Iron & Steel Research Institute)
  - 일본/한국 초세립강 제조기술 Benchmarking
  - 경쟁력 노력 개발 : Bao Steel, Wuhan Steel 등
  - 압연 초세립강, 세팅형 고강도 철강, 초세립 내후성강

10

II. 용접/접합기술 동향

### Sheet Bar Welding

- SS400 (5mm)
- STS304 (5mm)

8

II. 용접/접합기술 동향

### 초세립강 분야

- 대출력(20kW) Laser 용접기술 개발
  - 연구배경 : 결정립 조대화 및 결함 방지
  - 연구결과
    - Keyhole 거울 모니터링
    - keyhole fluctuation 억제
    - large porosity 억제
- Ultra Narrow Gap 용접기술 개발
  - 연구배경 : HAZ 연화 방지
  - 연구결과
    - HAZ Width : 1~2mm
    - Gap width : 5mm
- 저온변태 용접재료 개발
  - 연구배경 : 용접부 인장 전류용적으로 피로강도 저하
  - 연구결과
    - 10Cr-10Ni 성분계 : Ms(마르텐사이트)의 계시온도 조정
    - 용접부 압축 전류용력 도입
    - 용접부 피로강도 향상 (약 1.5배 ~2배)

11

II. 용접/접합기술 동향

### 초세립강 분야

● 개발 목표

- 합금첨가 없이 페라이트 결정립 크기: 10 $\mu$ m  $\rightarrow$  1 $\mu$ m 초미세화
- 용접성 저하 없이 고강도 및 고인성 확보

9

II. 용접/접합기술 동향

### 자동차 분야

□ 현황

- 고품질성 강재 개발 가속화 : Pre-sealed/Pre-primed/Pre-painted강판, Sandwich 강판
- 경쟁력 소재 경쟁 심화 : 제품별 절감재의 異種이용부 평가 (Al, Mg합금, 플라스틱 등)

☞ 용융용접 곤란 : 접합기술 적응성 확대 및 고기능 신접합기술 개발 필요성 증대

□ 주요 접합기술

분류	종류	특징	적용 분야
Brazing	Torch, 고주파, 진공, 이크, 레이저	• 저품질 Insert metal+열용 • 적용분야 다양, 장치 단순	• 자동차, 가전
인접 고상접합	마찰접합 : FSW (Friction stir welding), 확산접합, 전단접합, 확산접합	• 미립물, 기입물, 확산 이음 • 고강도접합	• 자동차 • 용광로, 제철소
기계적/화합 결합	Self-piercing rivet, Clinching, Adhesive, Hybrid joining	• 저에너지 결합, 자동화 용이 • 적용분야 제한	• 자동차, 가전

12

II. 용접/접합기술 동향

### 자동차 분야

□ 기계체결법 (Mechanical fastening)

- Rivets system
  - Conventional rivets
  - Blind rivets
  - Machine threaded fasteners
  - Self tapping screws
  - Self-piercing rivets
- Clinching system
  - Press bending

— Pre-drilled holes 필요  
 - - - Pre-drilled holes 불필요

13

II. 용접/접합기술 동향

### 자동차 분야

□ 탄소강/Al 이종재료 용접

● Spot 용접 (點焊, 日新製鋼): 용접기술 최적화 및 강재(표면처리) 화학성분 개선

소재	시 합금 (1.00)	합금 회사	기술 내용 (Fe-Al 금속간 합금물 제외)
탄소강 (1.20)	Al 합금	SK, POSCO	용접조건 : 전극 (DR) 곡률반경 확대, 표면처리 최소화
CR (830, 800, 980MPa)	A5022	SK, POSCO	화학성분 (소재) : Si 함량 증가 → Si, Fe <sub>2</sub> 생성억제
Al 도금강판	A5182, A5022	日新/神戶	화학성분 (표면처리) : Si, Mg 제외
GA (Zn-Fe : 800MPa)	A5022	神戶製鐵	용접조건 : 전극 (DR) 곡률반경 확대, 전극 용접면류

● Hybrid Joining (Adhesive bonding + Self piercing rivet, 三藏自動車) : Outlander 실적증

- 적용부위 : Roof panel (Al합금) / Reinforcement (고강도강)
- 특징 : Adhesive bonding (기밀성, 내식성) + SPR (강도 확보)
- 기계적특성 : Blind rivet > SPR > TOX, TOG (Clinching)
- Blind rivet : 생산 적용 곤란 (hole 가공, 전방위적 가열성 등)
- 내부식성 : 합력 (Al기표로시칠 / 99%)

● Laser roll Welding (日産自動車, Nagoya Univ.)

- 특징 : Roll(압입) + 레이저 용접(Steel속 照射 : 간접가열→시속 동등)
- 접착, 기계적 체결법 대비 cost 저감, 생산성 향상

16

II. 용접/접합기술 동향

### 자동차 분야

□ Hybrid Joining

- Weldbonding
  - Adhesives + Spot welding
  - Adhesives + Laser welding
- Riv-bonding
  - Adhesives + Rivets
- Clinch-bonding
  - Adhesives + Clinching

> 접합부 강도

Weldbonding > Riv-bonding > Clinch-bonding

14

II. 용접/접합기술 동향

### STS

● 배기계 조관공정

Strip → 성형 → 용접 (ERW, GTAW, LBW) → 2차 가공 (확장, 변형) → 부동조관

● 조관 용접기술

17

II. 용접/접합기술 동향

### 자동차 분야

□ Self-piercing rivets / Spot 용접 접합부 특성

Low carbon steel (1.8mm)

Spot welded vs Self piercing riveted

정적강도

피로강도

15

II. 용접/접합기술 동향

### Line Pipe 분야

□ 현황

- 원가절감 : 강재 고강도화, 효율성, 생산성
- 안전성 향상 : Stress → Strain based design
- 품질 고감화 : 강도/인장확보, 고밀도 용접, 용접열원 복합화
- 활용 다양화 : 파이프 (대구경, 고압력), 채굴/건설(한반, 상해, Sour gas)

원가 절감

강재 고강도화

18

### II. 용접/합금기술 동향 Line Pipe 분야

□ 조관/용접 분류

- 소관 (Tubing)
  - Roll Forming, Spiral
  - 열연코일
  - UOE, R/R, JCO
  - 후판
- 중간용접 (Seam welding)
  - KRW Pipe
  - Spiral, UOE Pipe
- 현장용접 (Girth welding)
  - 육상 용접
    - Orbital Welding
    - GMAW, LBW
  - 해상 용접
    - Offshore Welding
    - GMAW, ERW

19

### II. 용접/합금기술 동향 Line Pipe 분야

□ Laser-Arc Hybrid Welding

□ Friction Stir Welding (X&S 강관 원주용접)

22

### II. 용접/합금기술 동향 Line Pipe 분야

□ Seam 용접기술 동향 (SAW)

고품질	고생산성	2-wires	3-wires	4-wires
• 소입열용접 고추화		BAC → DC-AC	→ SAC	→ DC-2AC → 4AC → DC-3AC
• 대입열용접 고능률화		20kV/cm	→ 30kV/cm	→ 50kV/cm

□ 문제점 및 대책

소재	<ul style="list-style-type: none"> <li>고강도/고인성화</li> <li>용접성 향상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>합금요소 첨가 최소화 (저 Co, 저 Pcm)</li> <li>TMCP 적용</li> </ul>
용접부	<ul style="list-style-type: none"> <li>Submerged Arc Welding</li> <li>광도 확보</li> <li>인성 향상</li> <li>결함 방지</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>용접부 강도 軟化, 산소/질소 혼입, Slag 혼입, 균열발생</li> <li>모재 합금설계 최적화 : 연화방지, 인성향상</li> <li>적정 용접재료 개발 (Wen / Flux)                     <ul style="list-style-type: none"> <li>- 고인성/저공해성, 고강도/고인성 재료</li> </ul> </li> <li>적정 용접조건 선정 및 관리 : 입방량 관리, 전극배치</li> </ul>

20

### II. 용접/합금기술 동향 조선/해양분야

□ 강재의 고강도화 / 극후물화, 대입열 용접 확대

판두께(t):  $t \leq 50\text{mm}$ ,  $50 < t \leq 70\text{mm}$ ,  $t > 70\text{mm}$

23

### II. 용접/합금기술 동향 Line Pipe 분야

□ Girth 용접기술 동향

- 고품질화 : SMAW → One stick → GMAW (Single, Tandem, Dual Tandem)
- 고품질화, 자동화 : GMAW, Laser, Laser-Arc Hybrid, EDW / 폭발중

□ 문제점 및 대책

- Seam부: 고Co, Girth부: 냉각속도 대
  - T-cross/hard spot부 경도 상승 (MADE : Hv 240 이상, NI free)
- 전자세정, 용접환경 열악
  - 인성저하, 결함발생
- Root 용접 극소입열 : 냉각속도 대
  - 저온균열 (배열)

적정 용접재료 선정/개발  
용접조건 최적화 : Seam / Girth 용접

21

### II. 용접/합금기술 동향 조선/해양분야

□ Laser-Arc Hybrid Welding 적용

Hybrid welding (Butt)

Hybrid welding (Fillet)

24