

**박판 REED-SUCTION 및  
DISCHARGE Valve 개발**

**2002년 2월 27일**

**대원강업(주) 기술연구소**

**임철록\*, 김기전, 서유원**

**大圓鋼業株式會社**

**DAEWON R&D CENTER**



## 연구 개요

### 개발 필요성

- Reed Suction 및 Reed Discharge 밸브는 자동차용 에어컨 컴프레서에서의 핵심부품으로서 고정도, 고기능을 요구하는 박판스프링의 일종임.
- 국산화 개발시 수입대체로 인한 원가절감
- 원심 바렐 연마 기술 및 박판스프링 금형관련 기술 노하우 축적

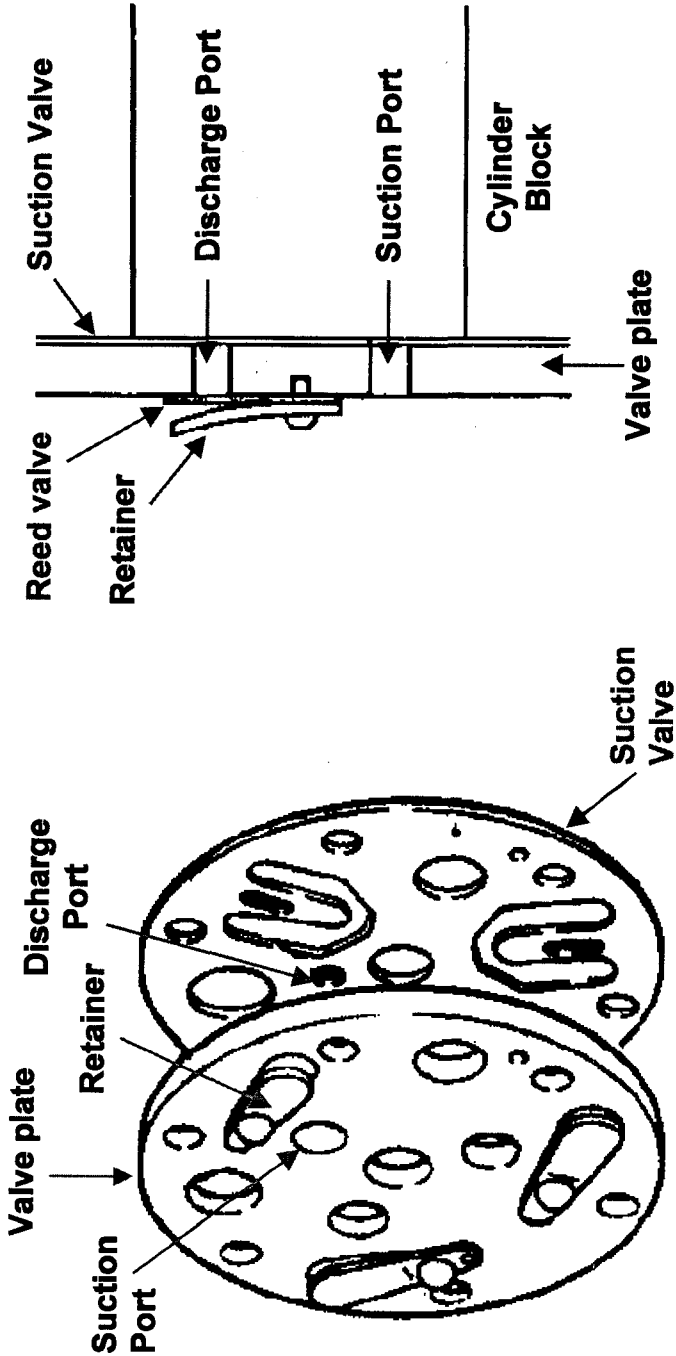
### 개발 목표

- 제품의 Burr를 최소화하기 위한 엄격한 공차를 적용하여 초정밀 금형기술 개발
- 바렐 연마를 이용하여 제품의 면남음을 50%이하가 될 수 있는 고정도, 고정밀의 원심 바렐 연마 기술 개발
- 표면 압축잔류응력 생성을 통한 내피로 특성 향상
- 평탄도 유지 및 제품의 표면 거칠기 0.25  $\mu\text{m}$ 이하 유지

### 시장 규모 및 현황

- 세계시장규모 및 현황
  - 약 1.5억불(약2,200억원) : 주로 자동차 및 산업용 에어컨에서 이용
  - 미국 30%, 일본 25% 차지
- 국내 시장규모 및 현황
  - 약 70억원 : 주로 자동차 및 산업용 공조기기에 사용
  - 국내 90% 이상 수입에 의존 : 국내 일부 국산화 되었지만 원심바렐기술 및 초정밀 금형 기술의 부족으로 많은 양 수입에 의존

# 리드석션 밸브 구조



밸브의 재질은 스테인 강을 사용하며, **Reed valve**는 **Valve plate**의 토출공에, 흡입밸브는 흡입공에 밀착되어 냉매가스의 역류를 방지 함. **Retainer**는 **Reed valve**의 보호로서 밸브상부에 조립됨.

# 재료특성

## □ 재료 성분 비교표

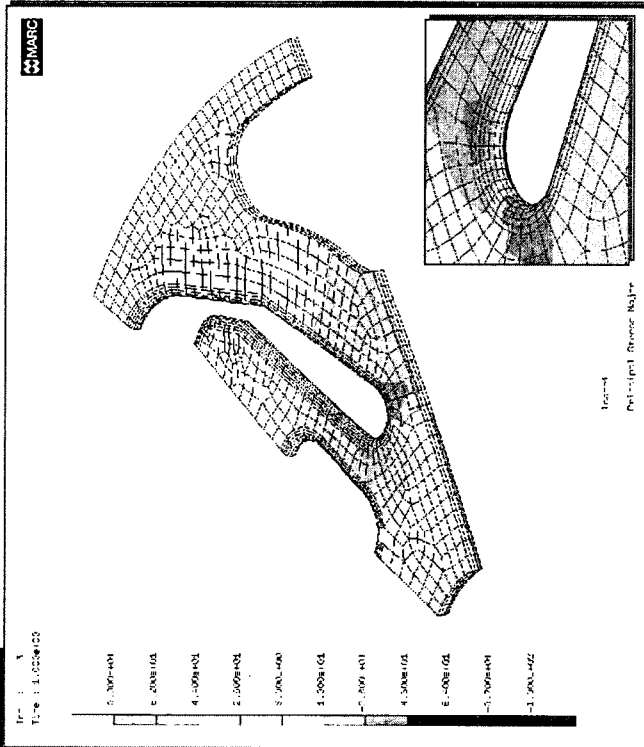
판두께	품명	화 학 성 분 (%)									
		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu		
0.305	SANDVIK 20C	0.981	0.225	0.556	0.009	0.011	0.144	0.105	0.082		
	PK	0.99	0.24	0.40	0.021	0.009	0.12	0.07	0.05		
	YK4R	0.97	0.24	0.47	0.015	0.004	0.15	0.01	0.01		

## □ 재료 경도 및 인장강도

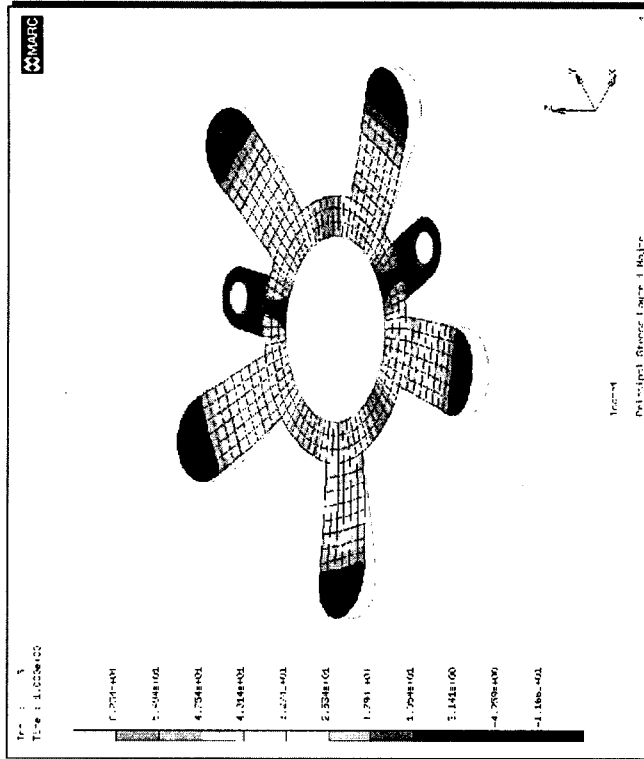
두께 0.305mm	경도 (Hv)	인장강도(kgf/mm <sup>2</sup> )	조 직
SANDVIK 20C	557 ~ 560	182	Tempered Martensite
PK	560 ~ 570	190	
YK4R	550 ~ 585	193	

# FEM 해석

## 주응력 분포

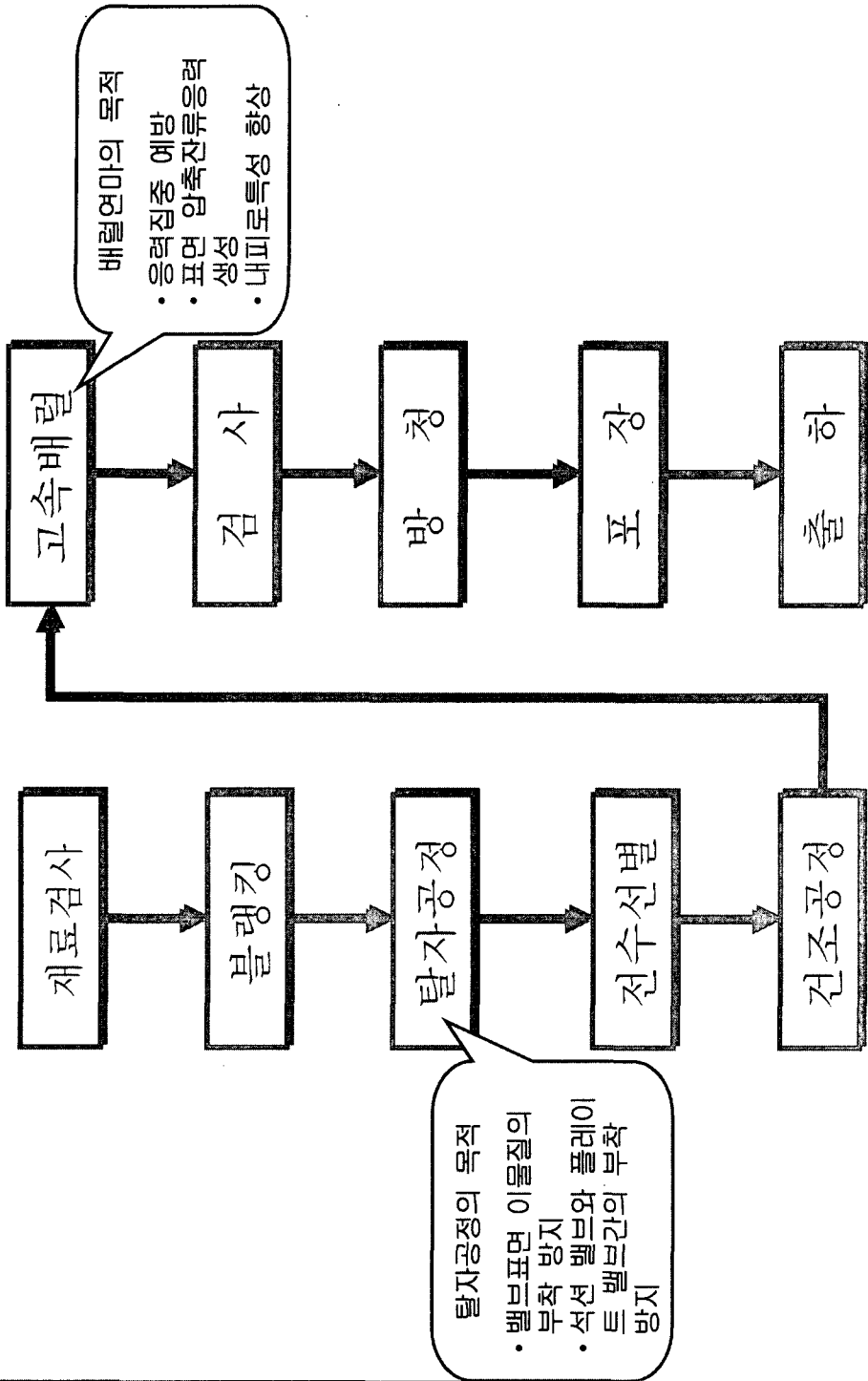


- Pre/Post Processor : MENTAT II
- Solver : MSC/MARC
- Element Type : 8-Node Solid Element
- No. of Element : 4506
- No. of Node : 2469

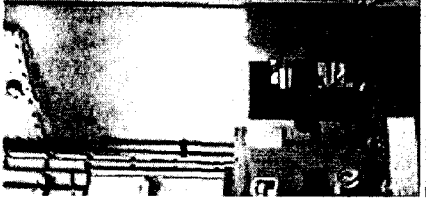


- Pre/Post Processor : MENTAT II
- Solver : MSC/MARC
- Element Type : 4-Node Shell Element
- No. of Element : 766
- No. of Node : 931

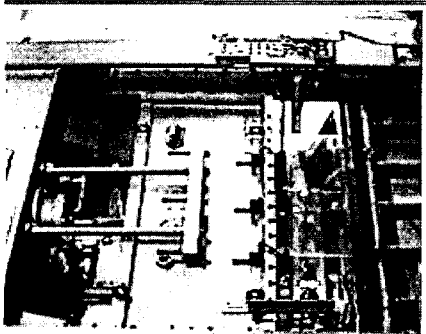
# 제조공정



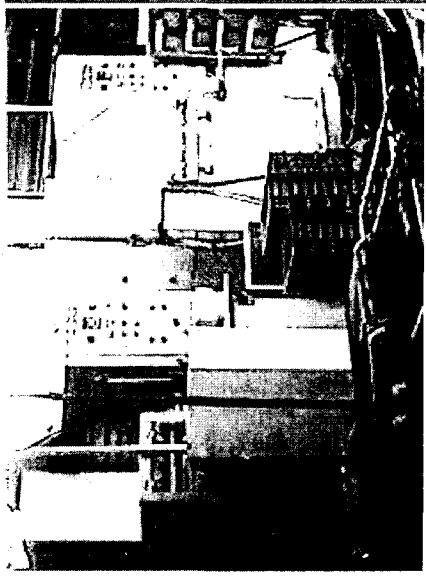
# 생산설비 및 측정설비



□ 300Ton 프레스(블랭킹공정)



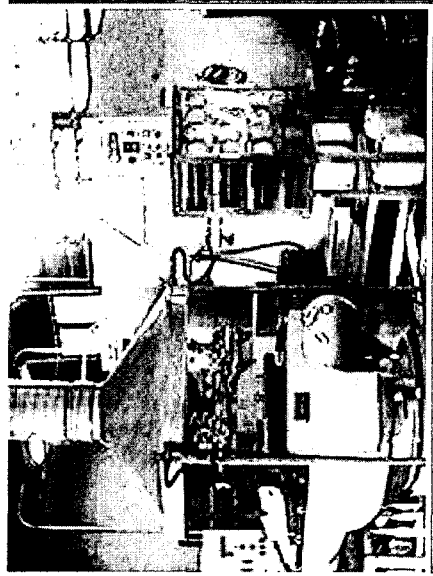
□ 고속 배럴연마기(연마공정)



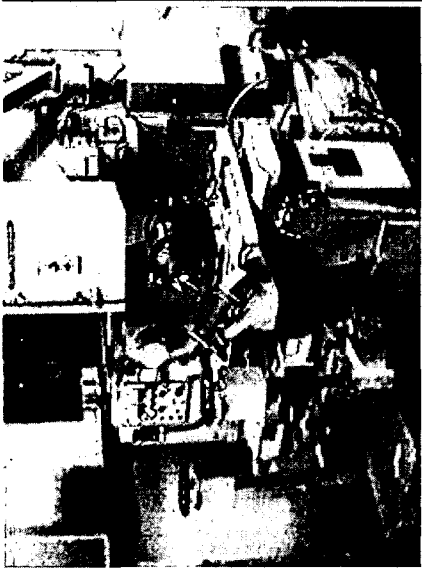
□ 고속 배럴연마기 (내부)



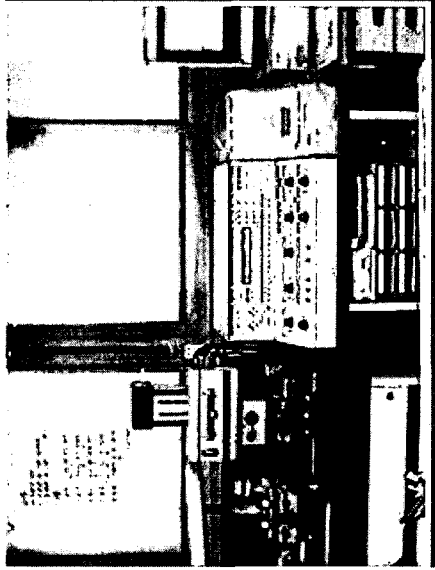
□ 고속 배럴연마기(건조공정)



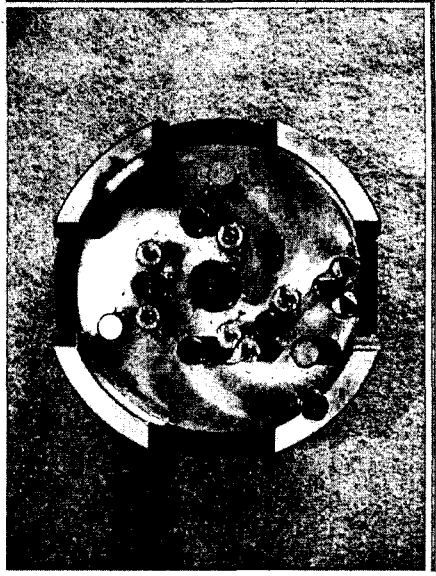
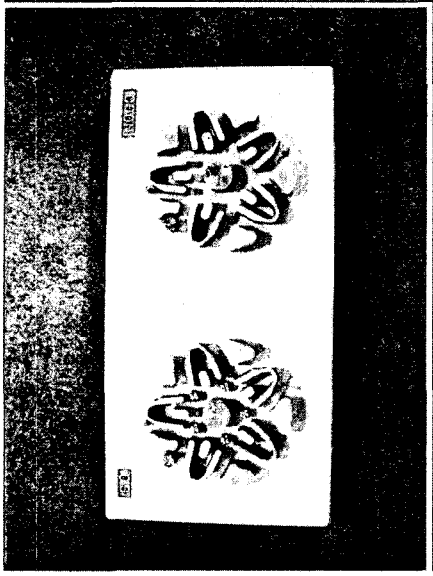
# 생산설비 및 측정설비



□ 프로파일 연마기 (금형보수)



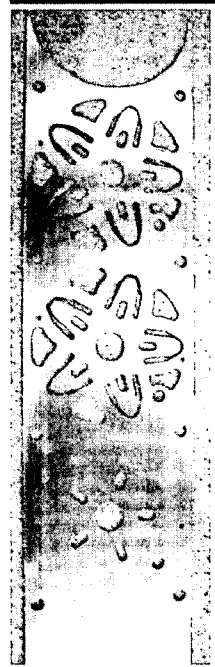
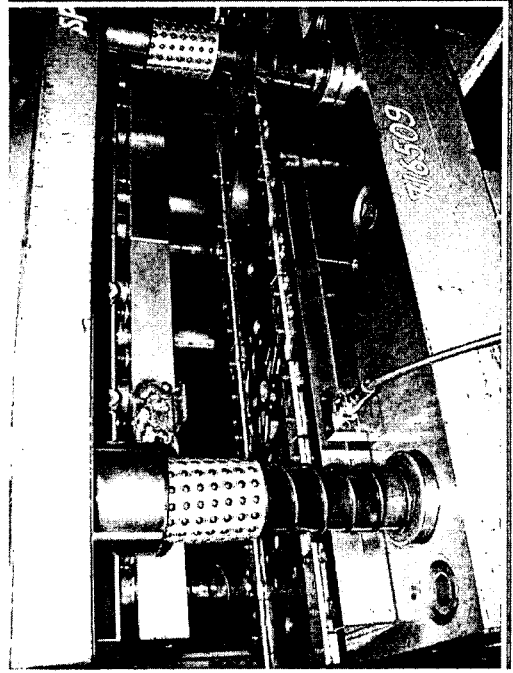
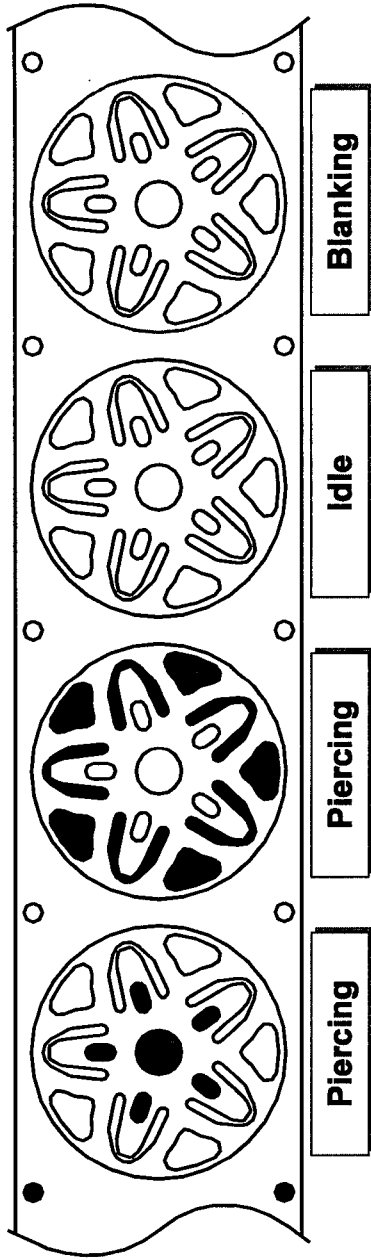
□ 형상측정기 (면남음을 검사)



□ 게이지



# 금형 레이아웃



Strip Layout

# 조 사 내 용 (1)

## □ 리드 디스차지 밸브 열처리 시험조건

- ▶ 적절한 제품의 표면색을 찾기 위해 각각의 온도에서 15분, 30분에서 실험 수행
- ▶ 공정조건 : 1차 바렐연마 → 템퍼링 → 2차 광택연마
- ▶ 실험결과
  - 30분 템퍼링 제품 : 압축잔류응력이 낮게 나타남. (부적합)
  - 15분 템퍼링 제품 : 경도 및 압축잔류응력이 적합한 조건 만족
  - 350°C 온도 조건에서 가장 적합한 제품 표면색상

템퍼링 시간	15분		30분
	200	300	
온도(°C)	200	300	350
잔류응력 (kgf/mm <sup>2</sup> )	-58	-55	-50
경도(Hv)	596	590	575
			570

## 조 사 내 용 (2)

### □ 템퍼링에 따른 제품수의 영향

- ▶ 템퍼링 공정 중에 제품이 겹쳐서 들어갈 경우, 제품에 미치는 영향 조사
- ▶ 5장(1/5~5/5)과 3장(1/3~3/3) 겹쳐서 실험
- ▶ 온도 340°C ± 10°C x 15분의 조건에서 표면상태 및 경도를 비교 검토
- ▶ 실험결과
  - 5장, 3장 모두 겹쳐서 템퍼링 하였을 때 압축잔류응력 및 경도값은 거의 유사한 경향을 나타냄
  - 5장 겹쳐졌을 때 가운데 제품과 외측에서 제품의 미세한 색변화 발생
  - 품질외관 관리를 위해 가능한 한 양산시 많은 양이 겹치지 않도록 함.

		340°C 10°C x 15분					
온 도							
제 품 수		1/5	2/5	3/5	4/5	5/5	1/3 2/3 3/3
잔류응력 (kgf/mm <sup>2</sup> )		-53	-54	-54	-53	-53	-52 -53 -52
경도(Hv)		575	575	578	576	576	572 575 574

## 조 사 내 용 (3)

### □ 공정별에 따른 표면상태 비교 조사 (1)

- ▶ 수입품과 표면 상태 비교
  - 1차 바렐연마만 행한 제품
  - 1차 바렐연마 + 템퍼링(350°C x 15분) + 2차 광택연마
- ▶ 실험결과
  - 표면부 금속조직은 코팅층이 없으며, 표면과 내부 조직이 동일함.
  - 표면잔류응력은 템퍼링 공정으로 표면잔류응력이 12 kg/mm<sup>2</sup> 낮게 평가됨.
  - 수입품과 동일한 품질유지를 위해서는 1차 바렐연마 + 템퍼링 + 2차 광택연마 가공해야 함.

	외관색깔	표면부 금속조직	인위적파단 면(표면부)	성분분석 (EDS)	표면잔류 응력(kg/mm <sup>2</sup> )
수입재	회색	표면 내부동일 (코팅층 없음)	코팅층 없음	기본성분 + 0 + Al	-50
대원재	조건 1			기본성분 + Al	-61
	조건 2			기본성분 + 0 + Al	-49

조건 1 : 1차 바렐 연마

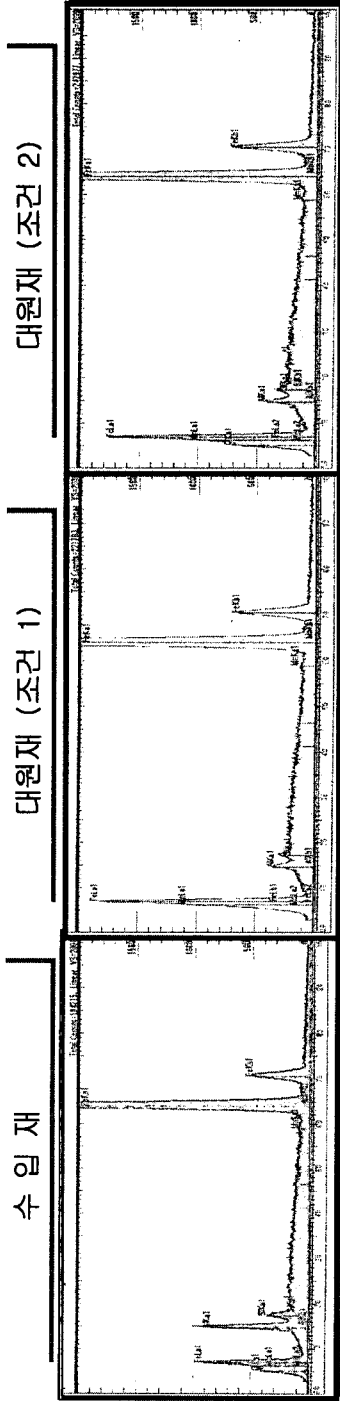
조건 2 : 1차 바렐 연마 + 템퍼링 + 2차 광택연마

# 조사 내용 (4)

## □ 공정별에 따른 표면상태 비교 조사 (2)

### ▶ 실험결과

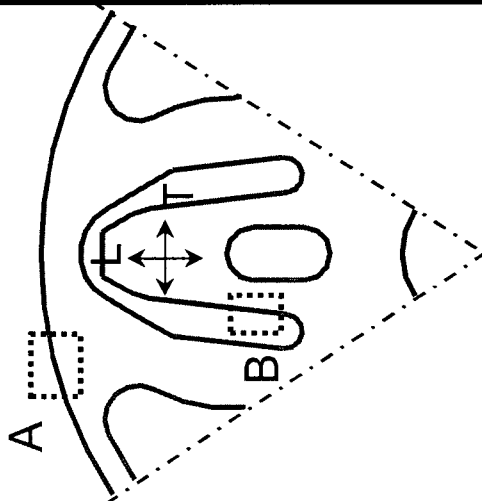
- 표면부 성분을 EDS로 분석한 결과
  - 수입재 : 기본성분(Fe+Si+Mn) + O + Al 검출
  - 대원재(조건1) : 기본성분 + Al 검출
  - 대원재(조건2) : 기본성분 + O + Al 검출 (수입품과 동일한 결과)
- 표면층의 Si 성분 : 바렐연마시 연마재 성분
- 표면층의 O 성분 : 탬퍼링 공정중의 극표면 산화



# 조사 내용 (6)

□ 표면부 압축잔류응력 및 단면형상

업체	단면형상		표면잔류응력	
	A	B	L 판 #0	T 판 #0
C업체 제품			-37 kg/mm <sup>2</sup>	-36 kg/mm <sup>2</sup>
			-53 kg/mm <sup>2</sup>	-55 kg/mm <sup>2</sup>
대원 제품			-53 kg/mm <sup>2</sup>	-55 kg/mm <sup>2</sup>
			-53 kg/mm <sup>2</sup>	-55 kg/mm <sup>2</sup>



# 실험결과

## □ 품질조사 결과

항 목	V-5(대원)		SP-10(대원)	
	조건	양산품	조건	양산품
재 질	SANDVIK20C		HITACHI-PK	
두께(mm)	0.305	0.304	0.305	0.304
외경( $\phi$ )	125.98~ 125.78	125.82~ 125.85	101.5~ 101.4	101.43~ 101.45
경 도	Hv 500 $\uparrow$	Hv 564	Hv 500 $\uparrow$	Hv 567
잔류자기량 (Gauss)	$\pm 2$	0.8 ~ 1.2	$\pm 2$	0.8 ~ 1.3
평탄도	0.20 Max	0.14 Max	0.20 Max	0.13 Max
표면조도 (Ra, $\mu m$ )	0.25 $\mu m$ $\downarrow$	0.06~0.08	0.25 $\mu m$ $\downarrow$	0.06~0.09
면남음율 (%)	50% $\downarrow$	37.5%	50% $\downarrow$	44.0%