

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si
합금의 미세구조 및 기계적 특성

생산기술연구원*
(주) ILT **

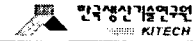
정하국*, 김응주*, 윤덕재*, 나경환*,
최성규**

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적특성

* : 한국생산기술연구원
** : (주) 아이엘티

정하국*, 윤덕재*, 김응주*, 나경환*, 최성규**

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



연구배경 및 필요성

수송기의 연비절감 및 향상연구가 전세계적으로 활발

-차체구조의 경량화

▪주철 엔진블럭 알루미늄합금 엔진블럭(35%이상 경량화)

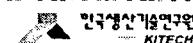
-엔진효율의 향상

▪엔진 성능향상 실린더 라이너용 소재선정

적합한 실린더 라이너소재

-윤활성, 내마모성 및 우수한 내열특성을 겸비한 경량합금

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



국내·외 연구 및 기술현황

국내

- 대우를 비롯한 자동차 생산업체에서 Al-Si-X합금의 실린더 라이너 적용연구
- 일부 대학 및 연구소에서 반응용 성형공정 및 분무성형공정(spray forming)을 이용한 소재개발연구

국외

- 독일의 벤츠사(PEAK사)는 Al-Si-X합금을 개발, 자사의 실린더 라이너소재로 채택

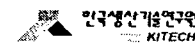
정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



Al-Si이원계 합금의 특징

- 주물 및 다이캐스팅합금의 주체 (90%이상 사용)
 - 뛰어난 용탕의 유동성 및 주형충진성
 - 주조조직파괴가 극히 적음
 - 타 원소와의 공존성 및 뛰어난 기계적성질
 - 열팽창계수의 감소 및 내마모성의 향상
 - Si을 다량으로 첨가해도 비중의 증가가 없음
 - 공정·초정 Si개량처리에 의한 용이한 결정 미세화
 - Si원료의 저가(경제적)

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



연구/개발 목표

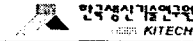
주조법을 이용한 과공정 Al-Si-X합금의 개발

- 대량생산
- 공정의 단순화
- 경제성

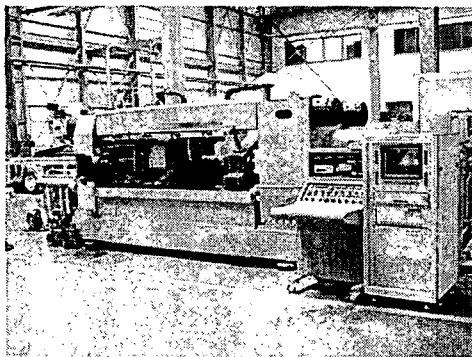
문제점

주조 High Si 알루미늄합금의 나쁜 소성가공성
 일반 압출법에 의한 소재가공의 한계
 정수압 압출법 적용 가능성 조사

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성

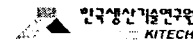


정수압 압출기



Item	Specification
Press Force	600Ton
Max. Container Pressure	1,000 MPa
Container Bore Diameter	90mm
Max. Billet Diameter	85mm
Max. Billet Length	350mm
Max. Ram Speed	50mm/sec
Hydraulic Power	345 kw
Press Weight	15 Ton
Press Width	2.0 m
Press Height	2.0 m

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



정수압압출방법

핵심기술

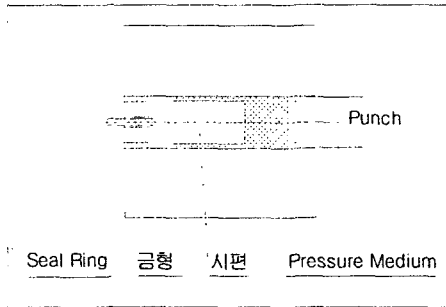
고압유체 저장을 위한 강력한 용기의 설계 및 제작

고압유체의 발생과 유지를 위한 밀폐

금형기술

압력전달매체 제작 및 handling

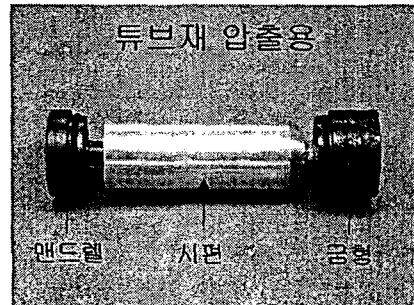
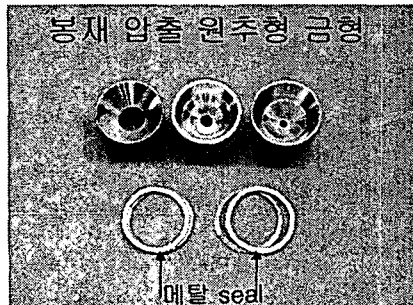
정밀변위제어 및 유체체적 제어기술 등 공정기술



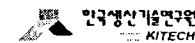
정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



금형 및 밀폐



정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성

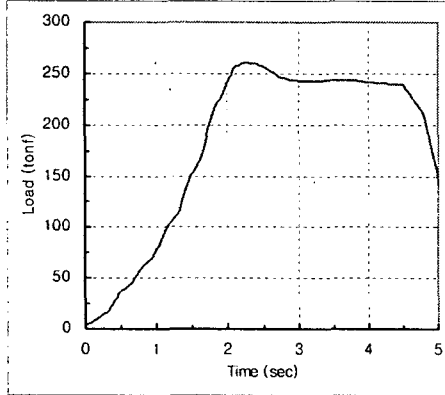


압출 실험

재료 : 과공정 Al-Si 이원합금

- 용 소재 크기: $\varnothing 82$ 200mm
- Si함량: 12, 15, 18, 20(wt%)
- 압출비: 8, 16, 100
- 압력매체: LLDPE(선형 저밀도 폴리에틸렌)
- 압출품: 봉재, 튜브재

- 튜브 소재 크기: $\varnothing 75$ $\varnothing 28$
- 튜브 압출재 크기: $\varnothing 28$ $\varnothing 25$

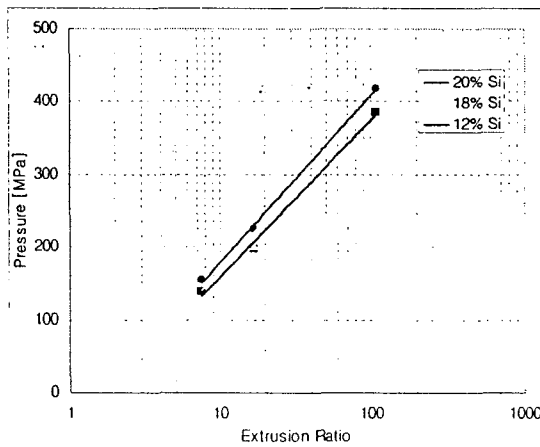


압출하중 곡선(Al-18wt%Si, ER=100)

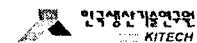
정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



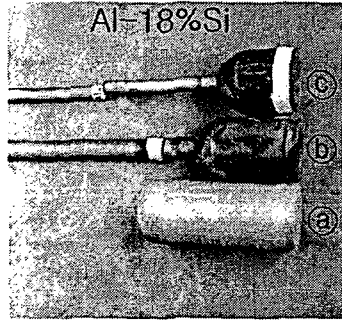
압출 비 / 압출 압력



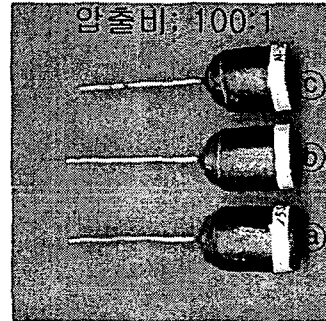
정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



봉재 압출 결과

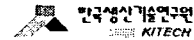


주조빌렛, 8:1, 16:1

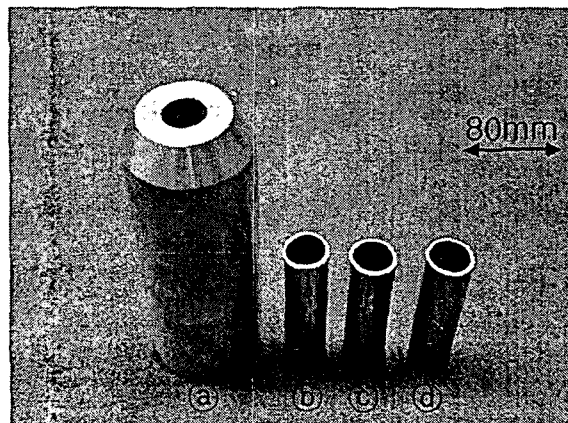


15%, 18%, 20%

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성

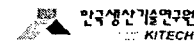


튜브재 압출 결과

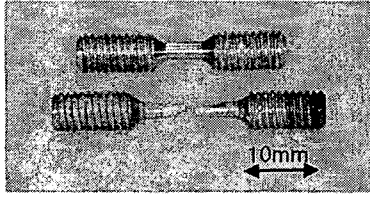


튜브용 주조빌렛, 15%, 18%, 20%

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



기계적 특성

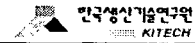


Al- 18%Si (E. R; 100: 1)
 Initial strain rate: 0.2/s
 Temperature: 400
 Elongation: 100%

Extruded Al-(12 20wt%)Si at 100:1

온도	U.T.S(MPa)
25	100
400	30

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



미세 구조 1

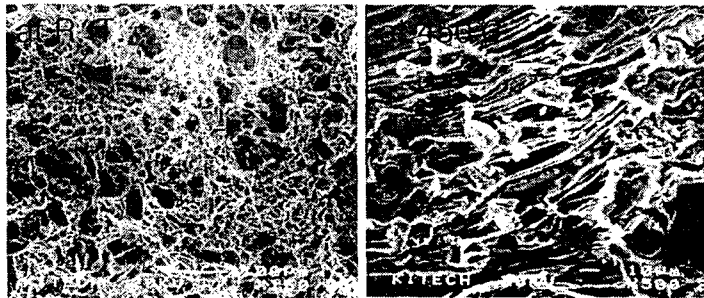
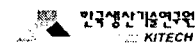


FIG. SEM micrographs of fracture surface for the tensiled Al-18%Si alloys extruded at 100:1

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



미세 구조 2

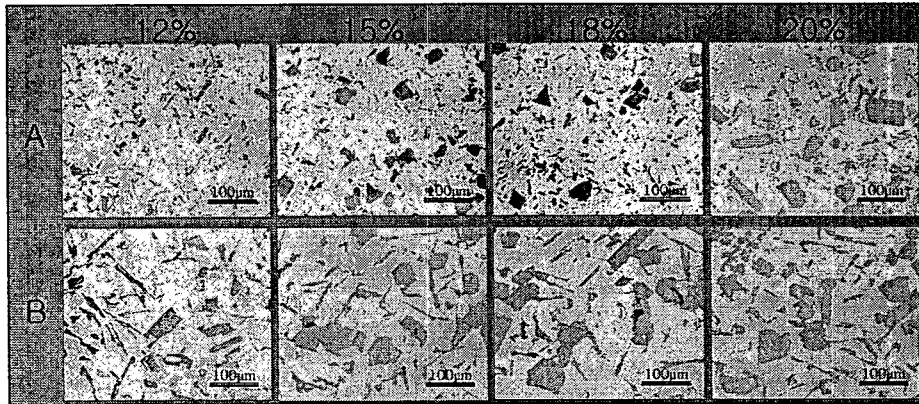


FIG. Optical micrographs of before(B)/after(A) hydrostatic-extrusion (100:1) for the Al-(12-20wt%)Si alloys

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



미세 구조 3

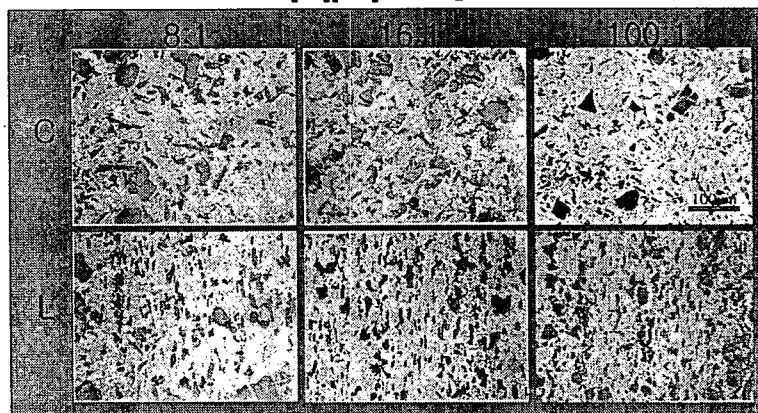
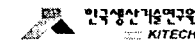


FIG. Optical micrographs of cross(C)/longitudinal(L)-section of hydrostatic-extruded Al-18wt%Si alloys with 8, 16, 100

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성



고찰 및 향후 연구방향

1. 주조법으로 제조된 과공정 Al-(12~20wt%)Si 합금의 정수압 압출법에 의한 봉재 및 튜브재 성형가능성 확인.
2. 압출비가 증가함에 따라 압출압력은 선형적으로 증가하였으며 압출비가 100:1일 때 약 400MPa의 압출압력이 관측됨.
3. 100:1로 압출된 시험편에서 Si함량이 증가 할수록 최대 인장강도는 약간의 감소를 보였으며 상온 및 400℃에서 각각 약100, 30MPa로 관측됨.
4. 상온 및 고온 인장시험 후의 파면 미세조직관찰로부터 비교적 결정이 조대한 초정Si에서 파단이 시작되었으며 고온인장 시험편에서는 전형적인 연성적 파괴거동이 관측됨.
5. 압출전후 시험편의 미세조직 관찰결과로부터 주조재의 기지상에서 관측된 공정 및 초정Si과 기공이 축소 및 미세하게 분산되었으며 압출비가 증가 할수록 그 효과는 증가하였음.
6. 주조법의 개선 및 제2원소(X: 분산제 및 미세화제)를 첨가하여 초정Si 및 기지상의 미세화를 유도함으로써 최종 합금의 기계적 특성 및 가공성 향상.

정수압 압출법으로 제조된 과공정 Al-Si합금의 미세구조 및 기계적 특성