

技術資料

주조품의 수율향상 방안

이 경 수

New Casting Design for Yield Improvement

K. S. Lee

1. 개 요

최첨단을 달리고 있는 현대에서 자동차는 매우 중요한 생활 필수품으로 자리잡고 있다. 또한 좀 더 안전하고 성능좋은 차를 원하는 인간의 욕구는 끊임없이 이어져 오고 있으며 이 욕구를 충족시키기 위한 자동차메이커의 노력 또한 매우 빠르게 진행되고 있다.

아래의 표는 자동차(승용차 기준) 부품중 주조제품을 보여준다.

표 1. 주조에 의해 생산되는 자동차 부품의 예

Parts	Casting	Metal Grade	WT (kg)
Engine	Engine Block	FC	36.0
	Camshaft	FC	2.5
	Crankshaft	FCD	13.0
	Cylinder Liner	FC	4.0
	Fly Wheel	FC	8.0
	Manifold(Outlet)	FC	6.5
	Bearing Cap	FC	5.0
	Engine Bracket	FCD	2.0
	Timing Gear Case	FC	14.0
	Water Pump Housing	FC	3.0
Brake	Front Disc	FCD	3.0
	Master Cylinder	FC	5.0
	Wheel Cylinder	FC	0.5
	Valve Body	FC	2.0
Front -Axle	Disc Plate	FC	5.0
	Disc Caliper	FCD	2.5
	Front Wheel Hub	FCD	4.0

Parts	Casting	Metal Grade	WT (kg)
Rear-Axle	Breake Drum	FC	5.0
	Wheel Hub	FC	2.5
	Hub Drum	FCD	6.0
	Diff-Carrier Case	FCD	8.0
	Steering Knuckle	FCD	4.0
	Diff-Gear Case	FCD	5.0
Mission	Transmission Case	FC	25.0
	Pressure Plate	FC	3.0
Others	Suspension Arms	FCD	5.0
	Diff-Housing	FCD	20.0

여기서는 자동차의 주요 부품중의 하나인 상용 차용 Wheel Hub에 대하여 서술하고자 한다. Hub는 매우 중요한 자동차 부품으로써 자동차 부품을 생산하는 주조공장의 자동 Line에서 생산이 이루어지고 있으며 주조하기 매우 까다로운 주조품으로 분류된다.

특히 내부수축 문제는 해결해야 할 가장 큰 문제점이며, 이로인해 회수율이 낮고 불량율은 높은 편이며, 어느정도의 수축결함 자체를 인정하고 있는 실정이다.

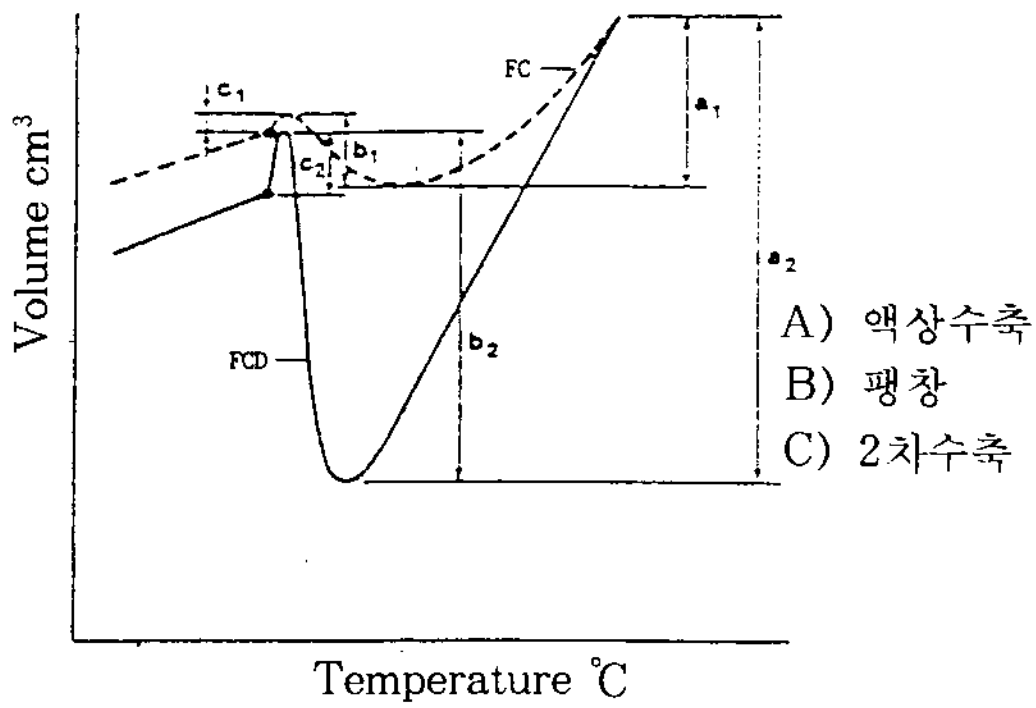
따라서 여기에서는 좀더 나은 Hub를 생산하기 위한 주조방안을 소개하고 이를 통해 제품품질향상 및 수율증대를 그 목적으로 한다.

2. 현상파악

2.1 구상흑연주철(FCD) 응고특성

구상흑연주철의 경우 주입완료후 최초 1차 액

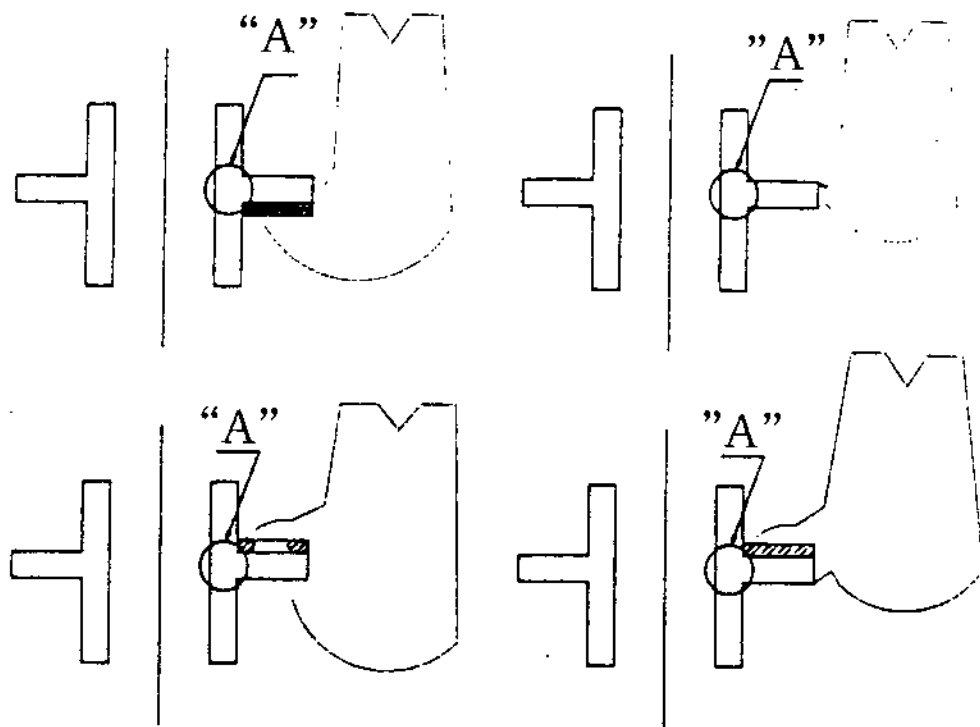
한국호세코(주)
(1994년도 추계학술발표 및 기술강연대회에서 강연한 내용)



상수축이 일어나며 어느정도 응고후 구상흑연이 생성되면서 2차 팽창이 이루어지고 최종적으로 3차 수축이 발생한다.

따라서 구상흑연주철에서는 최종부피 수축량에 의해 압탕 Size가 결정된다.

2.2 Hub의 통상적인 주조방안



위의 4가지 방안이 Hub의 통상적인 압탕방안이나 주물 형상차에 의해 "A" 부위에 집중적으로 수축불량이 발생하는 경향이 있다.

3. 추천 방안

3.1 계산 근거 및 추천방안

3.1.1 주물의 Modulus

현재 수축이 계속 발생하고 있는 가장 두꺼운 부위의 최대 내접구를 선택하여 Modulus를 계산한다.

3.1.2 접촉면(φ)

주물의 Modulus와 동일

3.1.3 Neck Size

여기에서 Neck는 주물과 접촉면의 간격을 최소로 함으로써 실제 Neck의 기능은 접촉면을 과열시켜주는 역할을 하며 일반적인 방안에서 처럼 주물과 직접 접촉되지는 않는다.

3.1.4 계산치

• 주물 Modulus : $M_c = 1.4\text{cm}$

• 접촉면 : $\phi = M_c = 1.4\text{cm}$

• 중자두께 : $T = K(M_{tr})$ K : 상수

Mtr : Transfer Modulus

K : 0.56(Neck Down Core사용시 단면적 감소계수)

$M_{tr} : M_c \times 0.7$

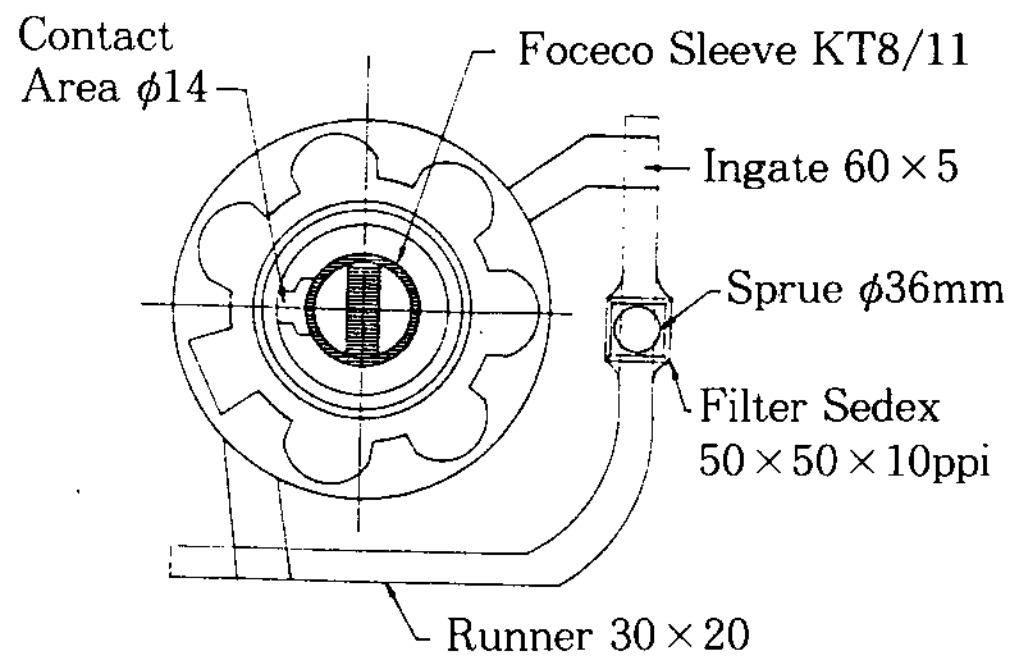
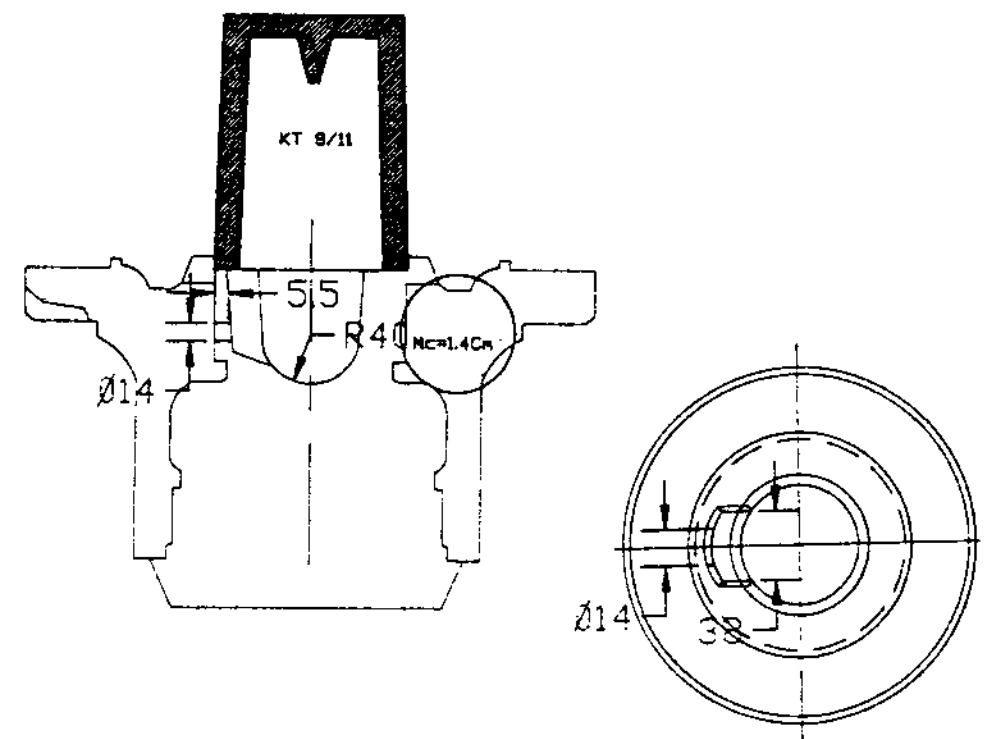
따라서, $T = 0.56 \times 1.4 \times 0.7 = 0.55\text{cm}$

• Neck Modulus는 Mtr과 같다.

따라서, $M_n = 0.7 \times 1.4 = 0.98$

$$= \frac{4.1 \times 3.8}{2(4.1 + 3.8)}$$

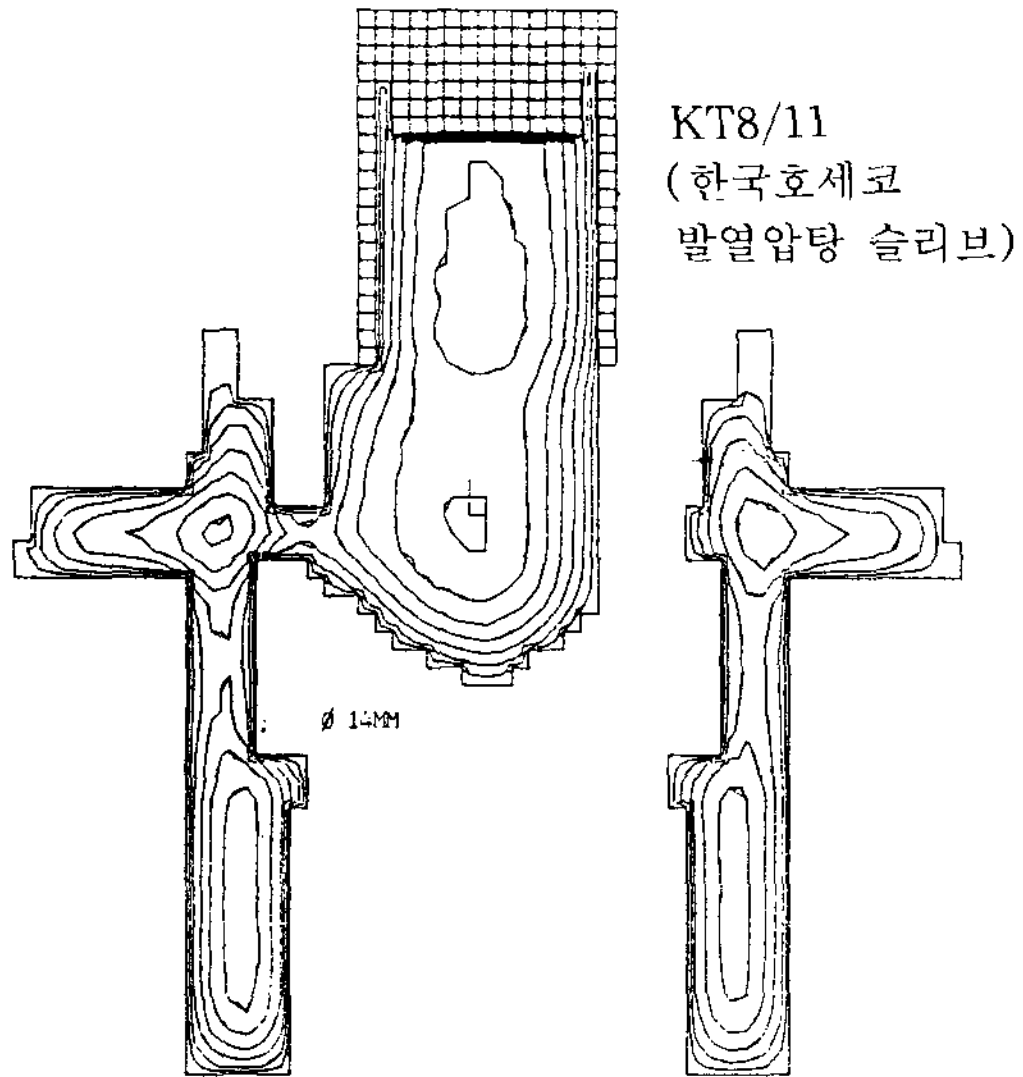
3.1.5 주조방안



3.1.6 응고분석

(1) 전단면

(한국호세코의 3차원 응고해석 Program "Solstar" 이용하여 분석)



Casting의 정중앙 전단면의 열분석도 (Neck 부위에 열점이 형성되고 있음)

(2) 전체현상

압탕이 Casting의 중심에 위치하고 있음.

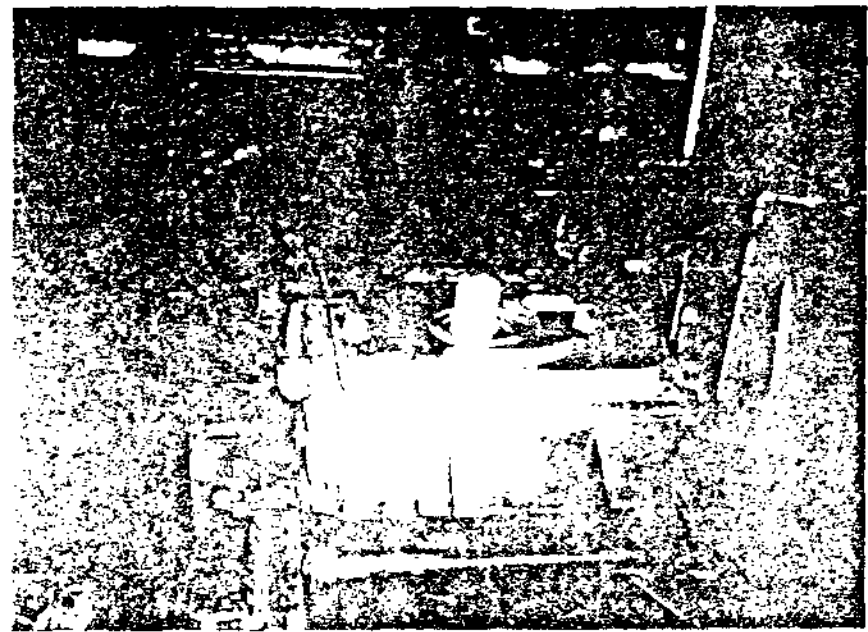
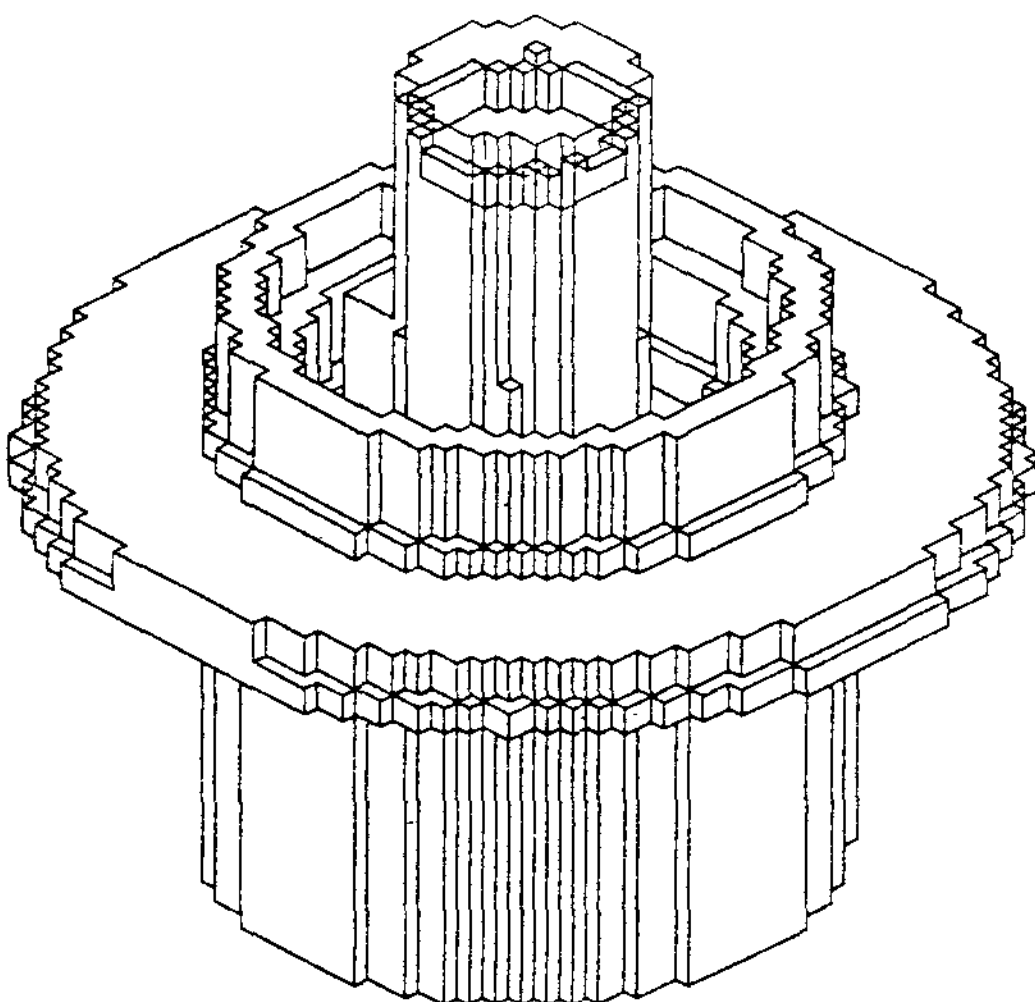


사진 1. 조형 Line : A.M.S. Line

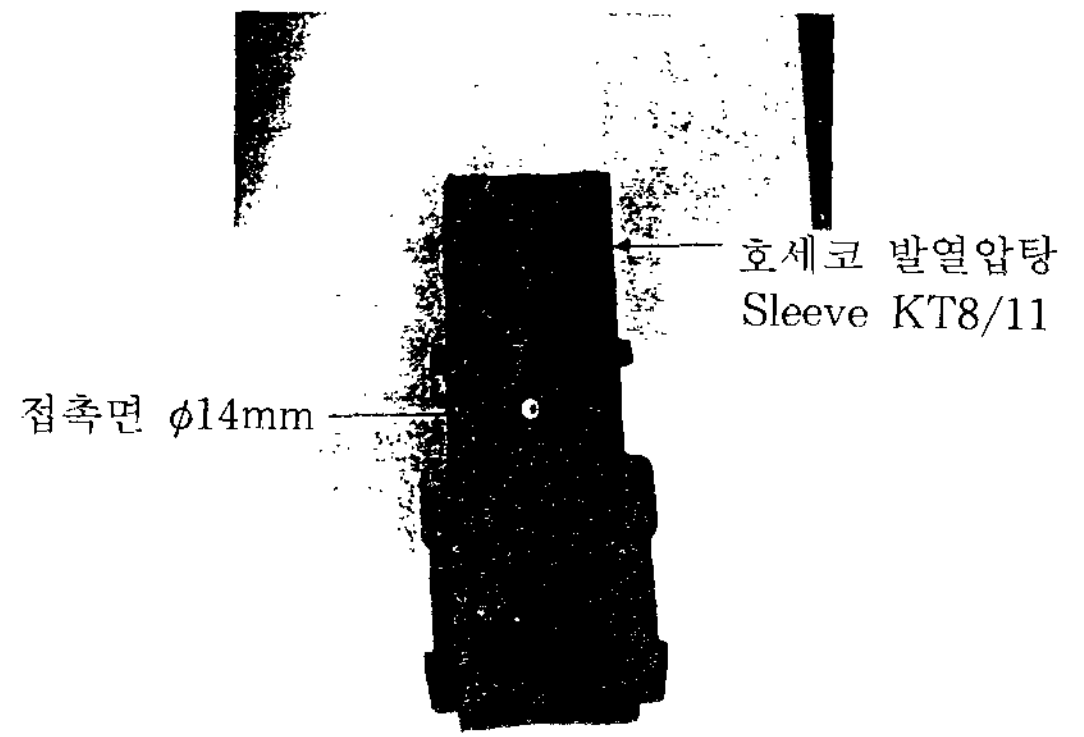


사진 2.

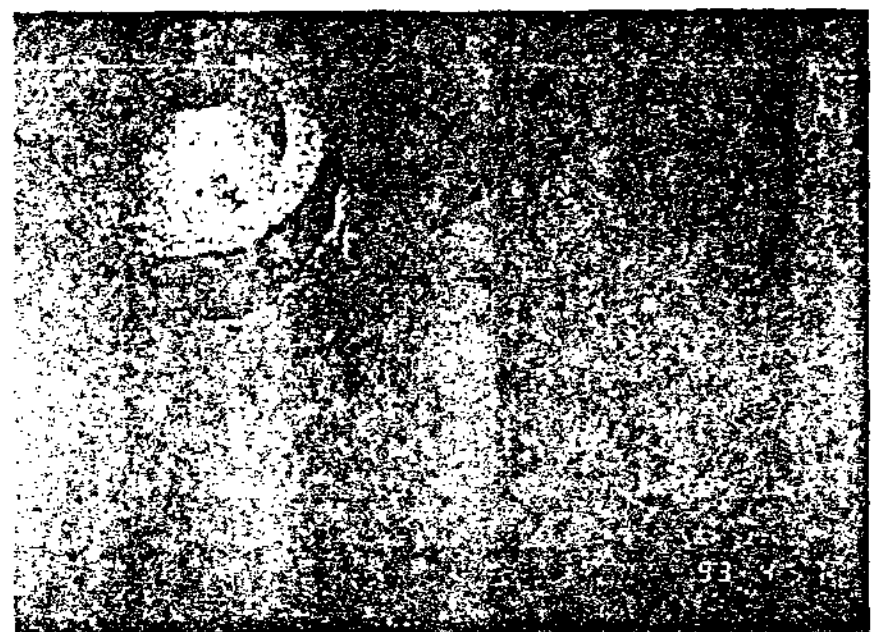


사진 3. Neck Size : 41×38



사진 4. Mould에 Setting(발열압탕 Sleeve + Core)

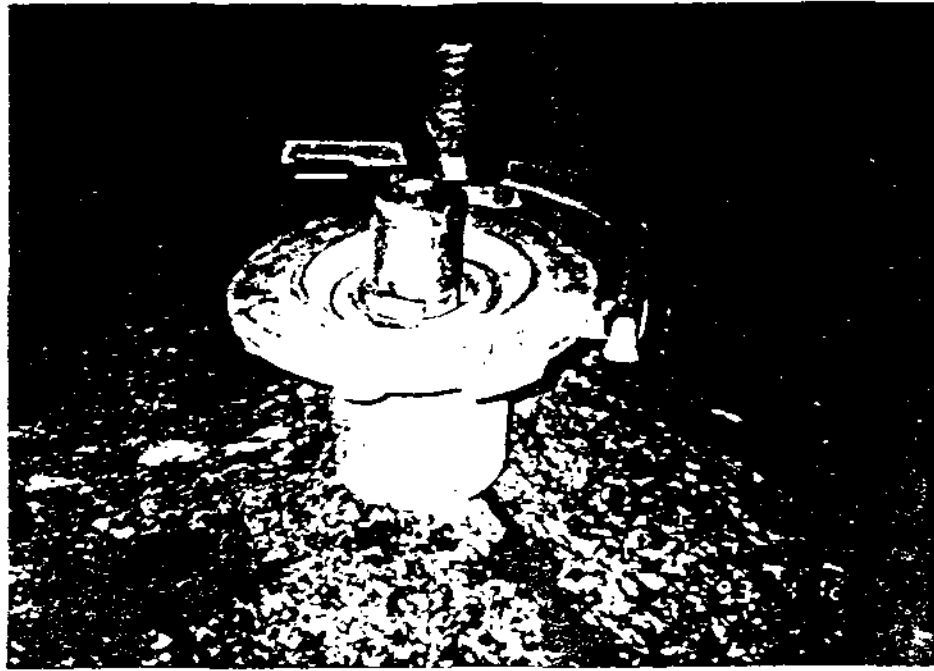


사진 5. 탈사완료후의 제품 및 Gating System

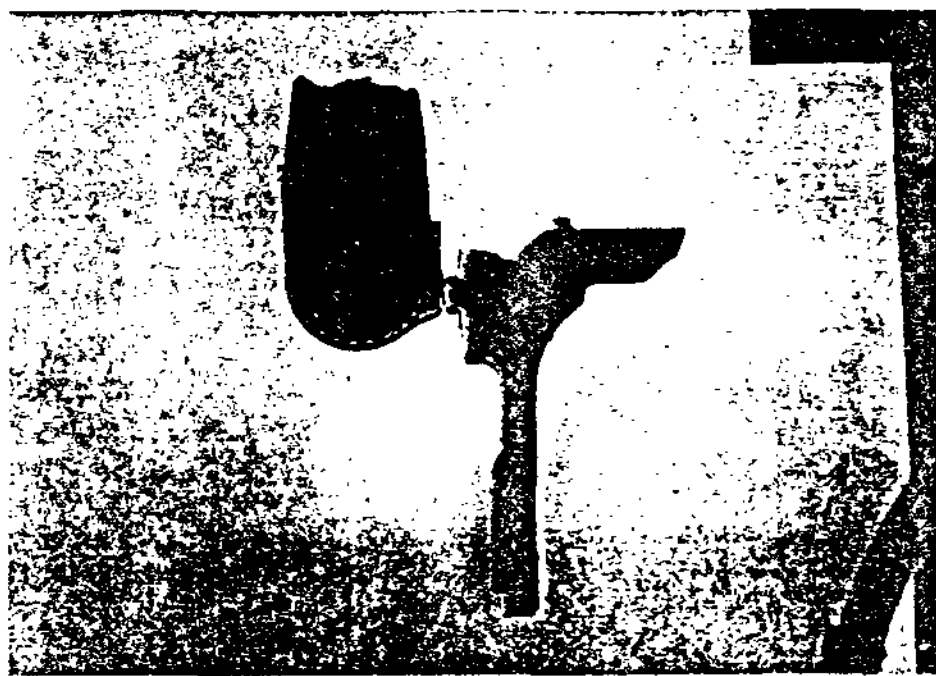


사진 6. 압탕을 중심으로 정중앙 절단 : 건전한 결과임.



사진 7. 주물품을 여러 겹으로 잘라 수축을 확인 : 이상없음.

4. 작업조건

- 용탕재질 : FCD-40(C : 3.34%, Si : 2.90%, Mn : 0.27%)
- 주입온도 : 1,380°C-1,400°C
- 주입시간 : 11-14초
- 탕구비 : 가압식

- 조형방법 : Green Sand Moulding
- 중자재질 : Shell Moulding
- 압탕보조재 : 호세코 발열압탕 슬리브 KT 8/11 (φ 80mm, H 110mm)

5. 결 과

	기존방안	추천방안
제품 중량 (kg)	31	
CAVITY (Ea)	1	
주입 중량 (Ea)	48	44
압 탕	사형압탕	발열압탕슬리브
압 탕 중량 (kg)	9	5
회 수 율 (%)	64.5	70.0
이 점	1. 64.5%에서 70%로 회수율 증가 2. 작은 접촉면적으로 인한 손쉬운 압탕절단 3. 건전한 제품생산(수축불량 해소)	

6. 결 론

위의 Test 결과를 토대로 통상적인 압탕방안으로 해결할 수 없는 Hub 주물의 수축불량을 새로운 압탕방안에 의해 해결할 수 있음을 확인하였으며 기존의 사형압탕의 경우 압탕의 급탕효율이 10% 정도이나 발열압탕 슬리브의 경우 적어도 32%의 급탕효율을 발휘할 수 있음이 증명되었다.(더구나 사형압탕의 경우 주입온도에 의해 급탕효율의 편차가 심하다)

따라서, Hub의 경우 기존방법보다 개선된 압탕방안을 적용함으로써 수축불량을 해결할 수 있음은 물론 수율의 향상을 통하여 이에 따른 생산성 향상 및 원가절감으로 더 나은 경쟁력을 확보할 수 있으리라 판단된다.

참 고 자 료

[1] Ductile Iron(The Essentials of Gating and Riser Design) : QIT Seminar Lecture Notes.
 [2] DCI Feeding System : BarryWingfield
 [3] Foundry : S.I.Karsay
 [4] Foundryman's Handbook 9th Edition : Foseco International Ltd.