

技術資料

컴퓨터 응고해석을 이용한 J100 Steering Knuckle의 주조

장현소* · 백진우* · 류성곤**

The Application of Computer Simulation on Casting of J100 Steering Knuckle

H.S. Chang*, J.W. Baek* and S.K. Yu**

1. 서론

생산현장에서 주조제품은 단조, 용접등의 다른공정들과 경쟁을 하고 있어 보다 저렴한 생산원가로 고부가가치 제품을 생산할 수 있는 기술이 요구되고 있다. 이를 위해 기존의 현장기술자의 경험을 위주로 한 trial and error 방식을 지양하고 각 공정의 설계를 컴퓨터를 통해 최적화시켜야 한다. 현재 주조공정에서는 응고해석, 유동해석, 열응력해석등의 소프트웨어가 적용되어 응고수축결함의 예측, 불순계재물의 혼입위치 예측, 주물 및 주형의 변형 예측 등에 일조를 담당하고 있다(Fig. 1참조).

여러 가지의 주조결함중 응고수축결함은 압탕의 위치, 수, 크기, 압탕목의 넓이, 길이, 폭, 냉금의 설치, 발열슬리브의 적용등 정확한 주조방안설계를 통해 그 발생이 예방될 수 있다. 과거에는 압탕설계시 modulus개념을 이용한 Chvorinov식이 적용되었으나 최근에는 열전도 및 잠열발생의 이론을 근거로 한 응고해석이 선진외국은 물론 국내에서도 널리 적용되고 있다. 종래의 주조공정과 응고해석을 적용한 주조공정과 비교도는 Fig. 2와 같다.

본 자료에서는 국내 생산기술연구원에서 개발된 응고해석 프로그램인 EASYCAST를 사용하여 승용차의

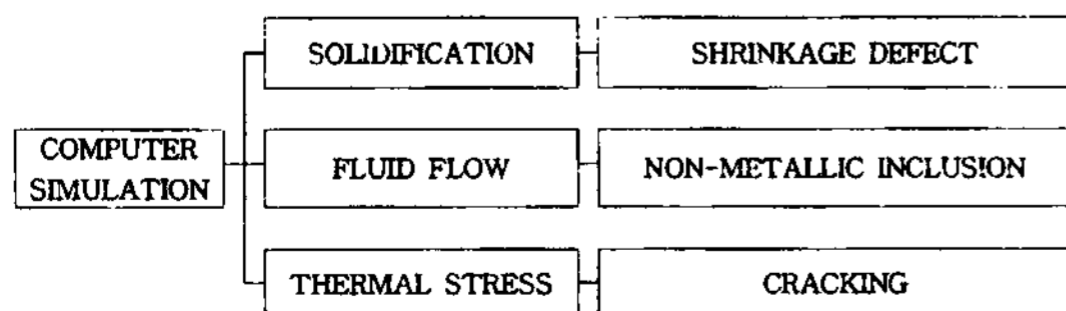


Fig. 1. Computer simulations employed in casting processes.

조향장치인 J100 Steering Knuckle을 주조함에 있어서 응고수축결함의 예측 및 회수율상승의 효과를 소개하고자 한다.

2. 주조방안

J100 Steering Knuckle의 형상은 Photo 1과 같다.

먼저 최종응고부위를 알기 위해 무압탕방안을 세워 응고해석을 행하였으며 이를 토대로 3개의 압탕방안을 고안하였는바 압탕의 크기 및 위치는 Table 1 및 Fig. 3에 각각 나타나 있다.

또한 Fig. 3에 나타난 2차원 압탕방안을 컴퓨터를

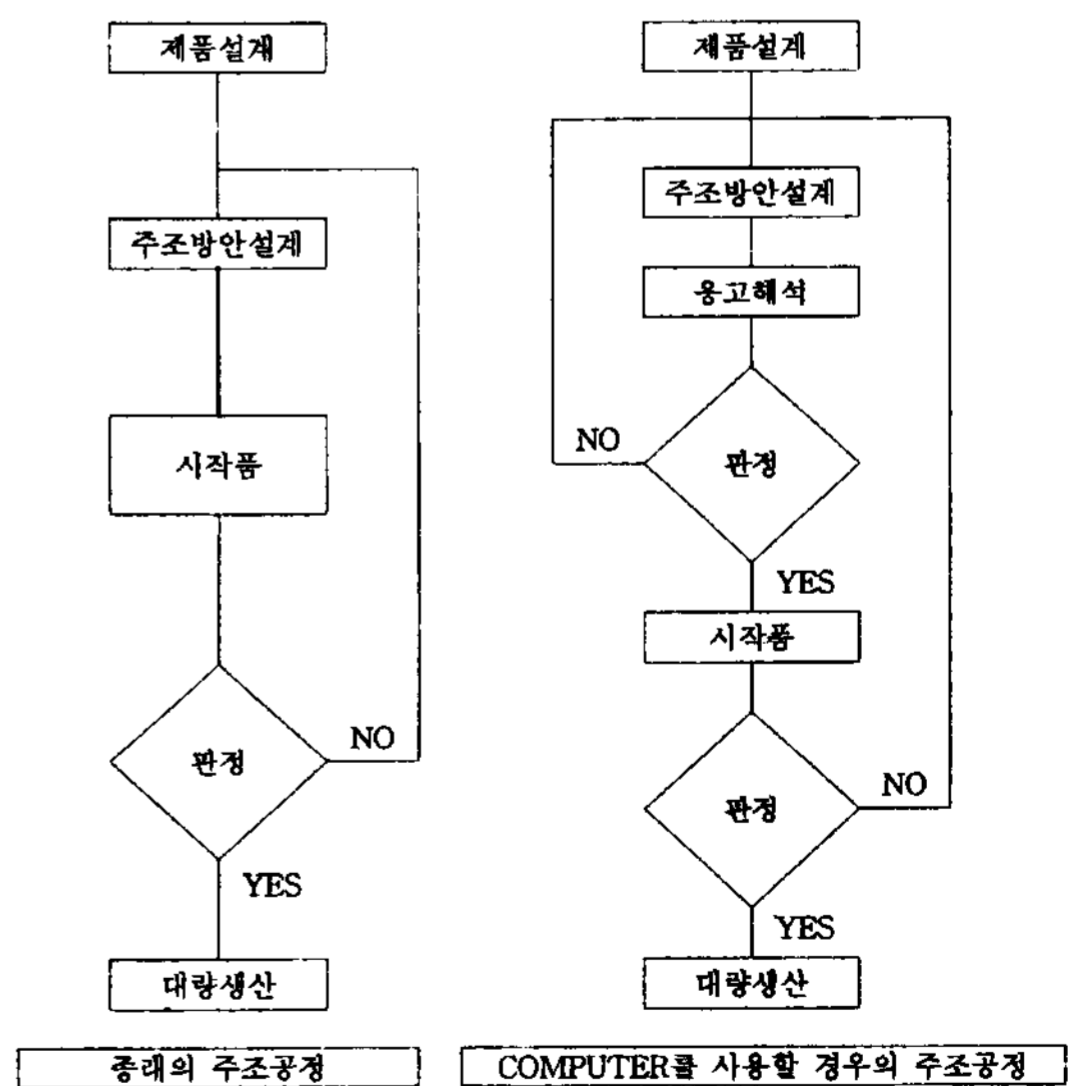


Fig. 2. Flow diagram of conventional and computer aided casting process.

*남양금속 주식회사(Namyang Metal Co., LTD)

**계명대학교(Keimyung University)

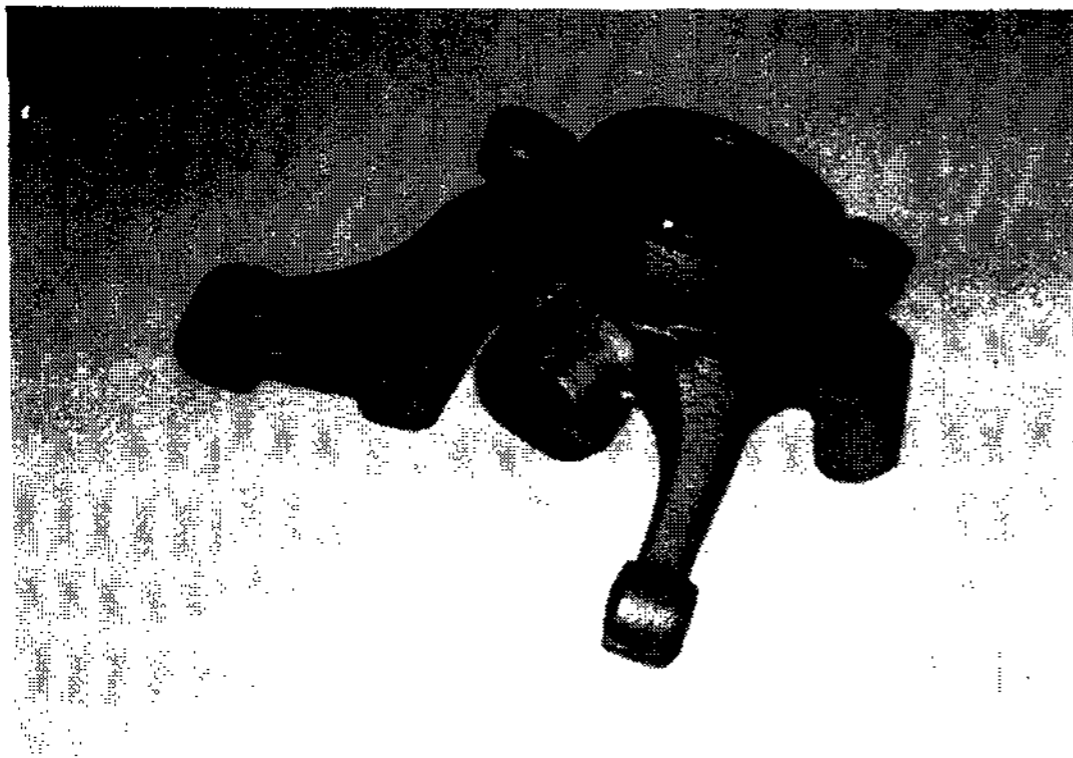


Photo 1. The shape of J100 Steering Knuckle.

Table 1. Four types of risering methods

종류	filename	riser size	비 고
1	J100f1		무압탕방안
2	J100f2	R: $\phi 70 \times \phi 60 \times 90h/15b$	압탕 1개(위치 A) 설치
3	J100f3	R: $\phi 60 \times \phi 50 \times 10h/30b$	압탕 1개(위치 B) 설치
4	J100f4	R1: $\phi 60 \times \phi 50 \times 90h/30b$ R2: $\phi 70 \times \phi 60 \times 105h/$	압탕 2개(위치 1 및 2) 설치

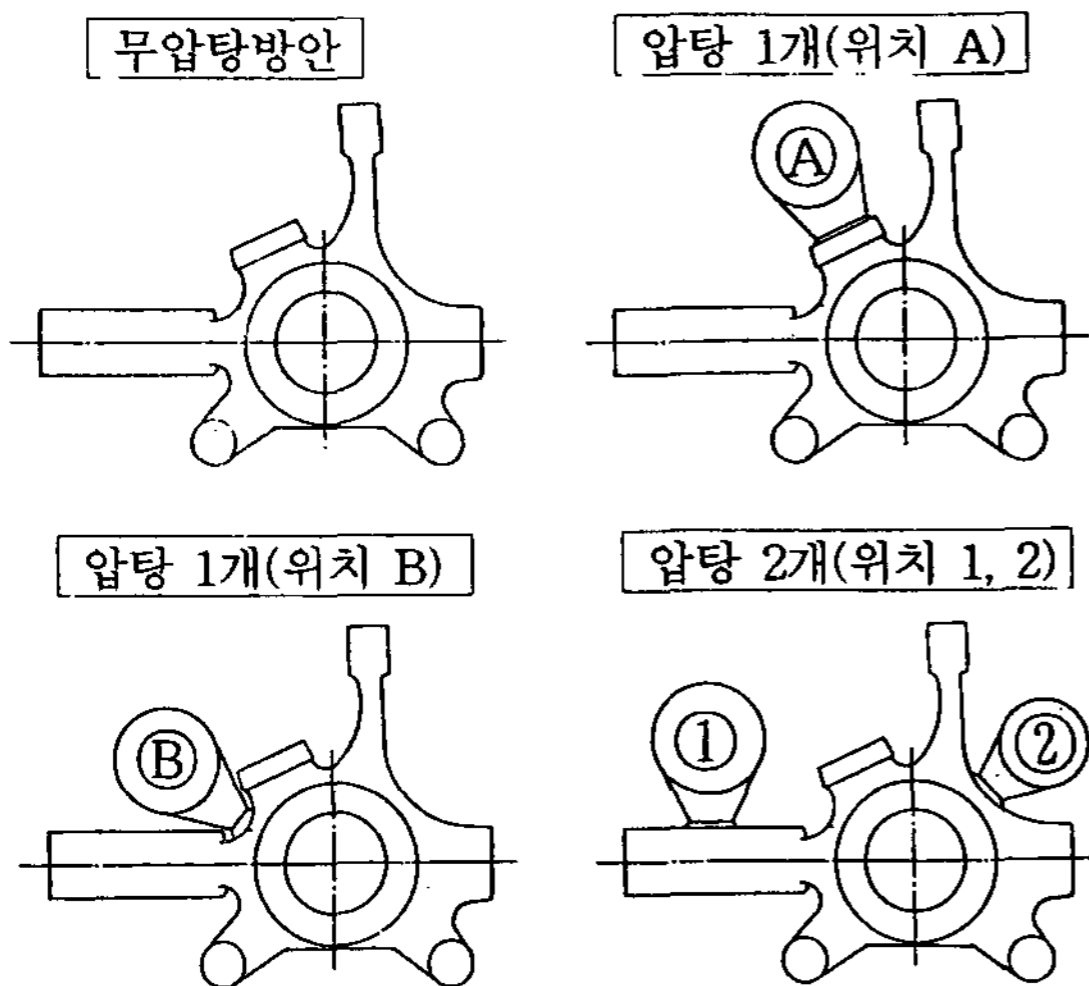


Fig. 3. A schematic diagram showing the position of riser (s).

통해 3차원 형상으로 나타내면 Fig. 4와 같다.

3. 응고해석 결과

Fig. 4에 나타난 4가지 주조방안에 대해 응고해석을

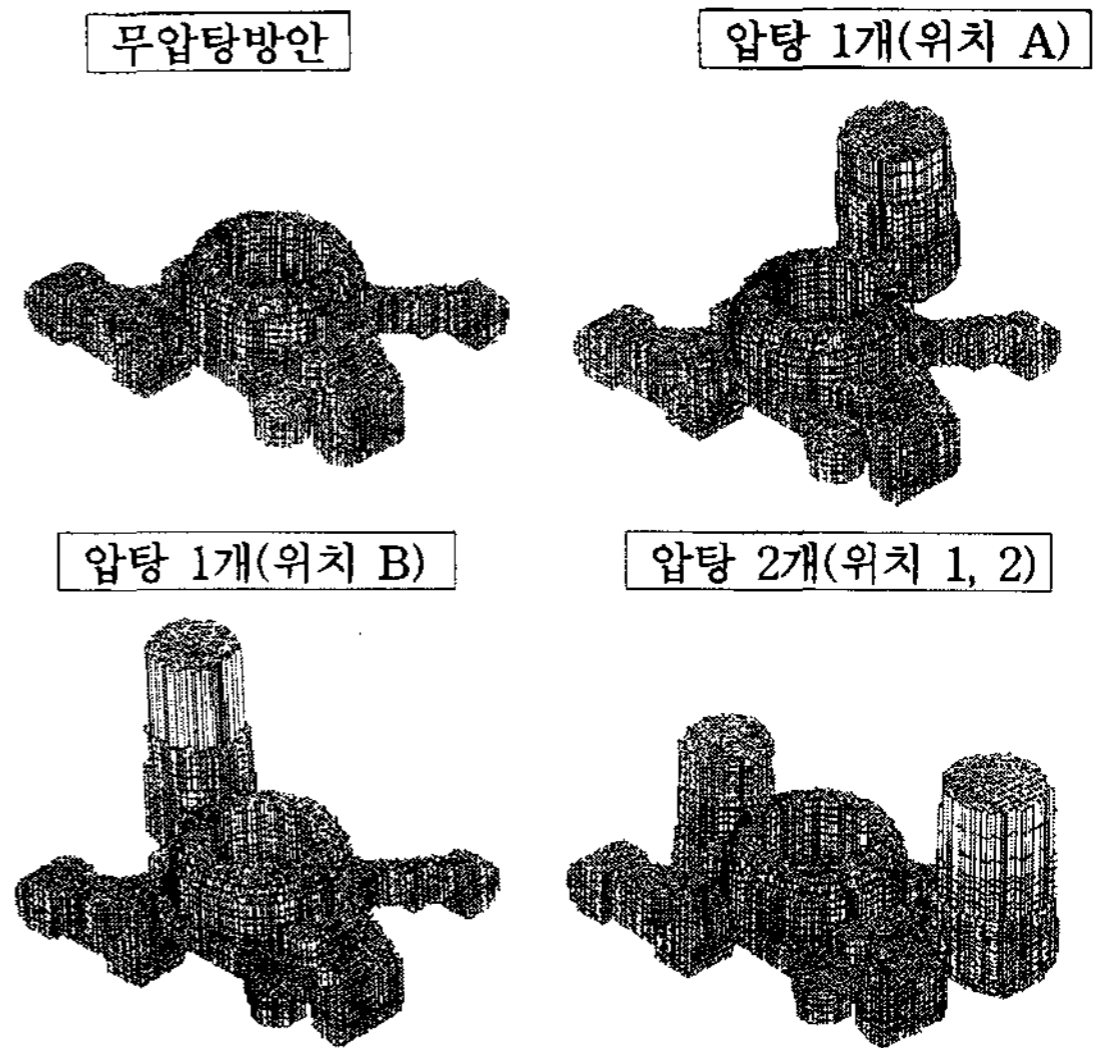


Fig. 4. Three dimensional meshed models of four risering methods.

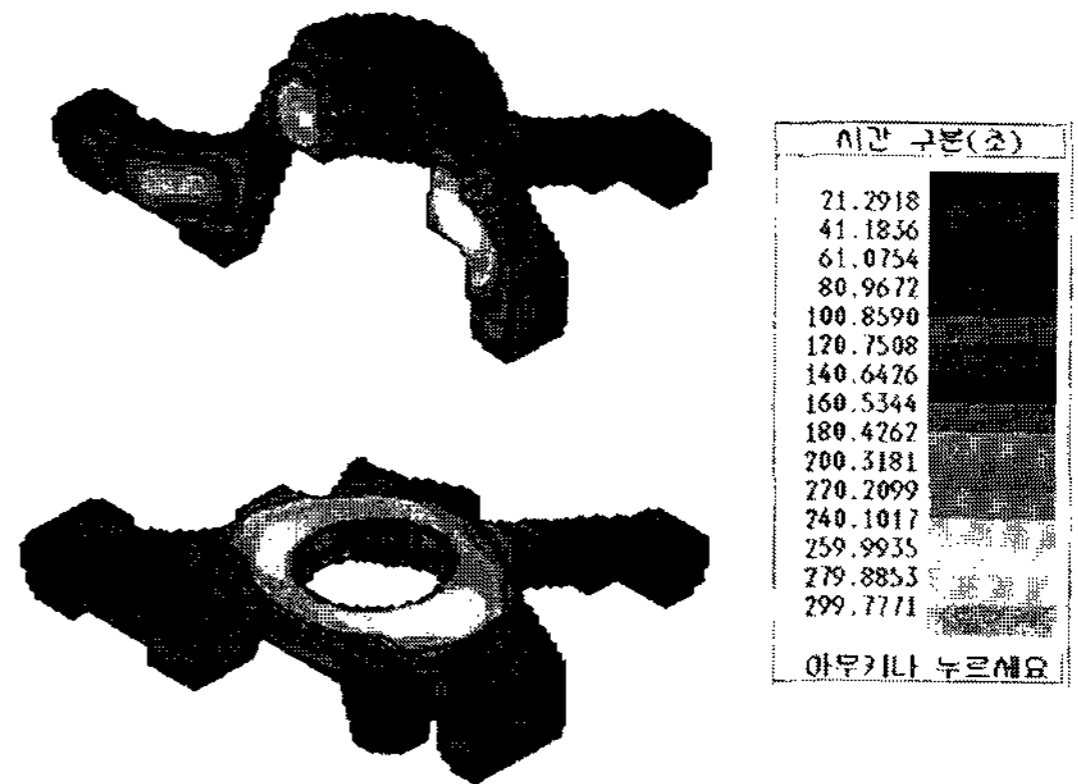


Fig. 5. Contour lines of iso-solidification method 1.

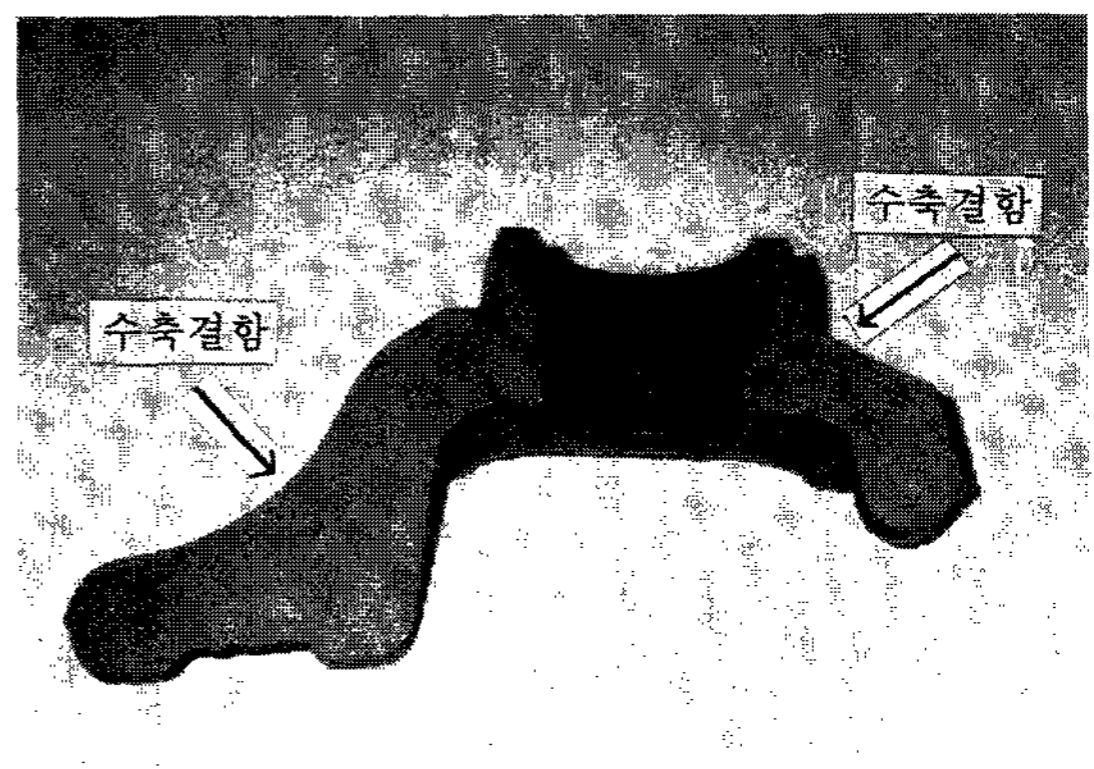


Photo 2. J100 Steering Kuckle produced by risering method 2.

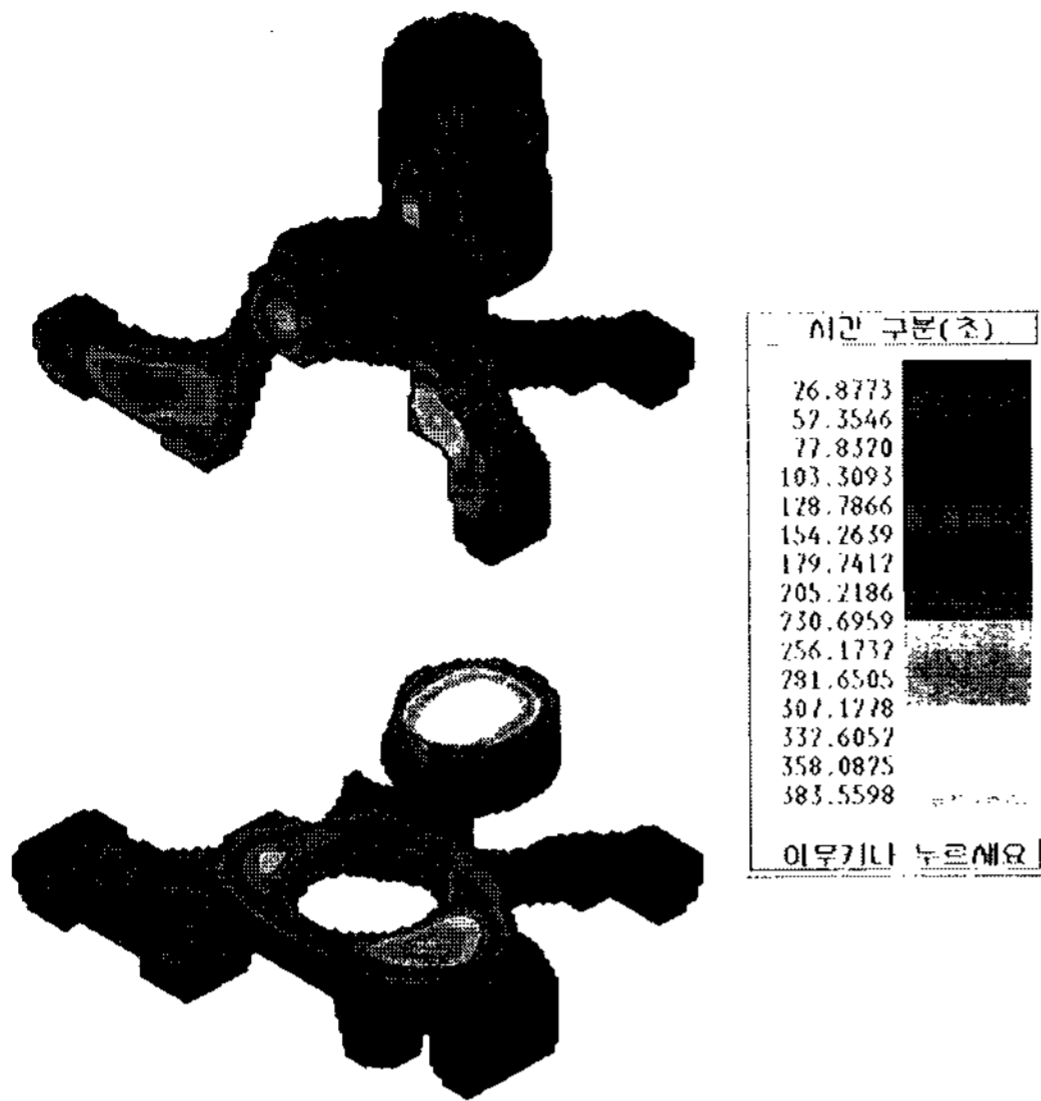


Fig. 6. Contour lines of iso-solidification time in risering method 2.

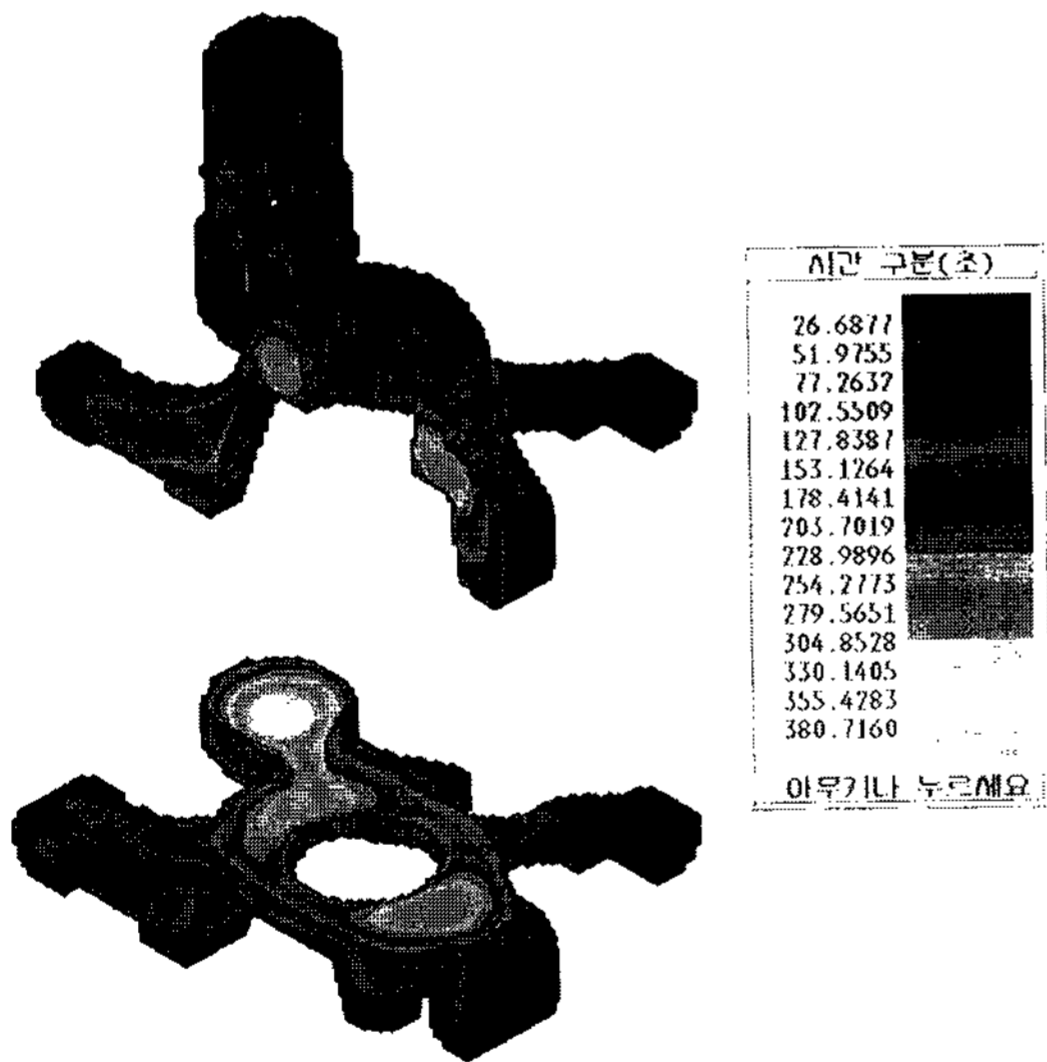


Fig. 7. Contour lines of iso-solidification time in risering method 3.

행한 후 내부결함의 발생유무를 관찰하기 위해 수직 및 수평으로 절단한 단면도가 Fig. 5~8에 나타나 있다.

압탕방안 2로 주조한 실제제품의 단면도는 Photo 2와 같으며 응고수축결함의 발생위치가 Fig. 6의 컴퓨터에서 예측한 바와 일치함을 알 수 있다.

Fig. 5~8에서 보듯이 압탕을 2개 사용한 압탕방안4 외에는 모두 응고수축결함이 발생됨을 알 수 있다. 그

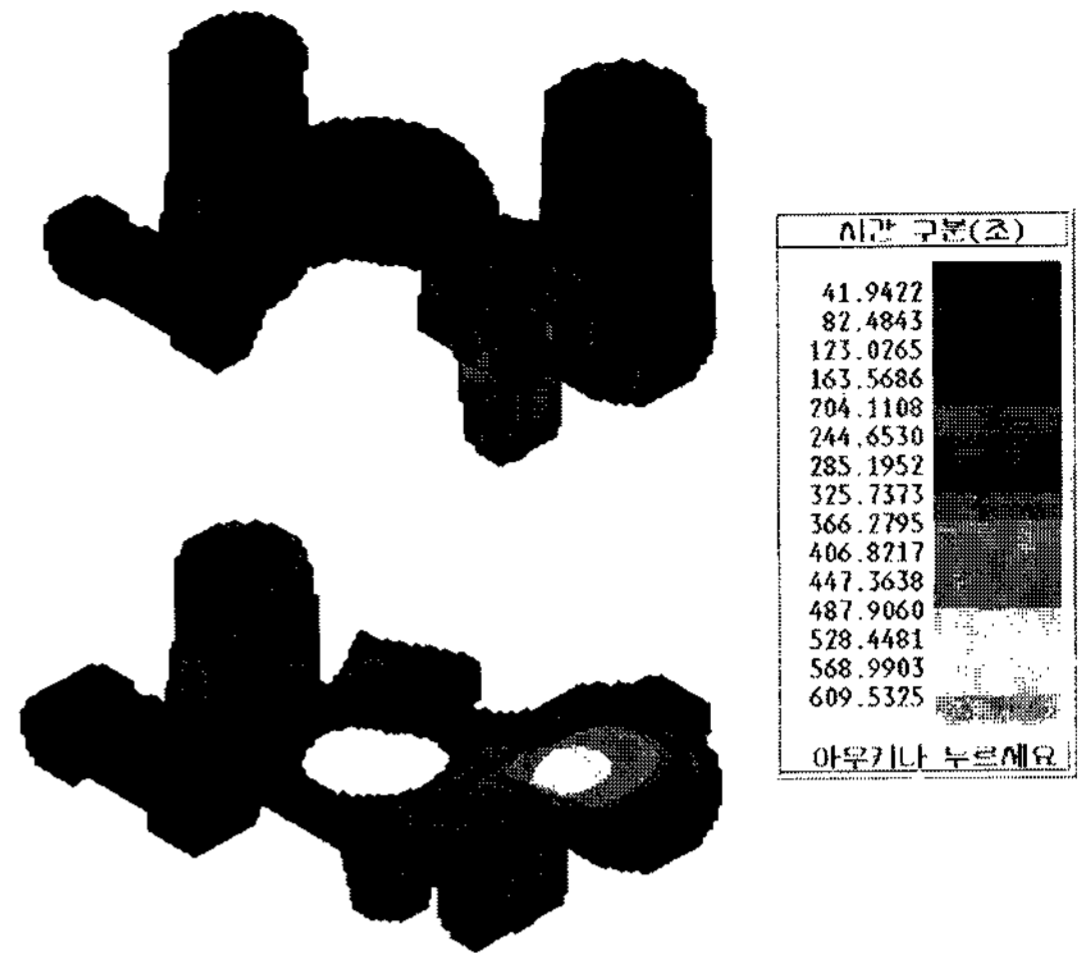


Fig. 8. Contour lines of iso-solidification method 4.

Table 2. Three types of risering method for a higher yield rate.

종류	filename	riser size	비 고
3-1	J100f3	R: $\phi 60 \times \phi 50 \times 106h/30b$	방안 3과 동일
3-2	J100f3b	R: $\phi 60 \times \phi 50 \times 106h/30b$	방안 3에 vent설치
3-3	J100f3c	R: $\phi 60 \times \phi 50 \times 106h/30b$	방안 3에 chill설치

러나, 압탕을 2개 사용하면 회수율이 저하되므로 압탕 1개로 구조결함을 최소로 할 수 있는 방법을 다음과 같이 고려하게 되었다.

4. 개선된 주조방안

압탕방안3 (Fig. 7)에서 보듯이 압탕이 붙어 있는 곳은 폐곡선이 발생되지 않아 응고수축결함이 발생되지 않으나 반대편 쪽은 여전히 폐곡선이 존재하여 있다. 따라서 이 부분의 냉각속도를 향상시키기 위하여 chill 및 vent를 설치하는 방안을 고안하였는바 Table 2 및 Fig. 9에 나타나 있다.

5. 개선된 주조방안의 응고해석 결과

Fig. 9에 나타난 주조방안중 vent 및 chill을 설치한 경우의 수직 및 수평절단 단면도가 Fig. 10~11에 나타나 있다.

Vent 또는 chill를 설치하지 않은 압탕방안3 (Fig. 7)

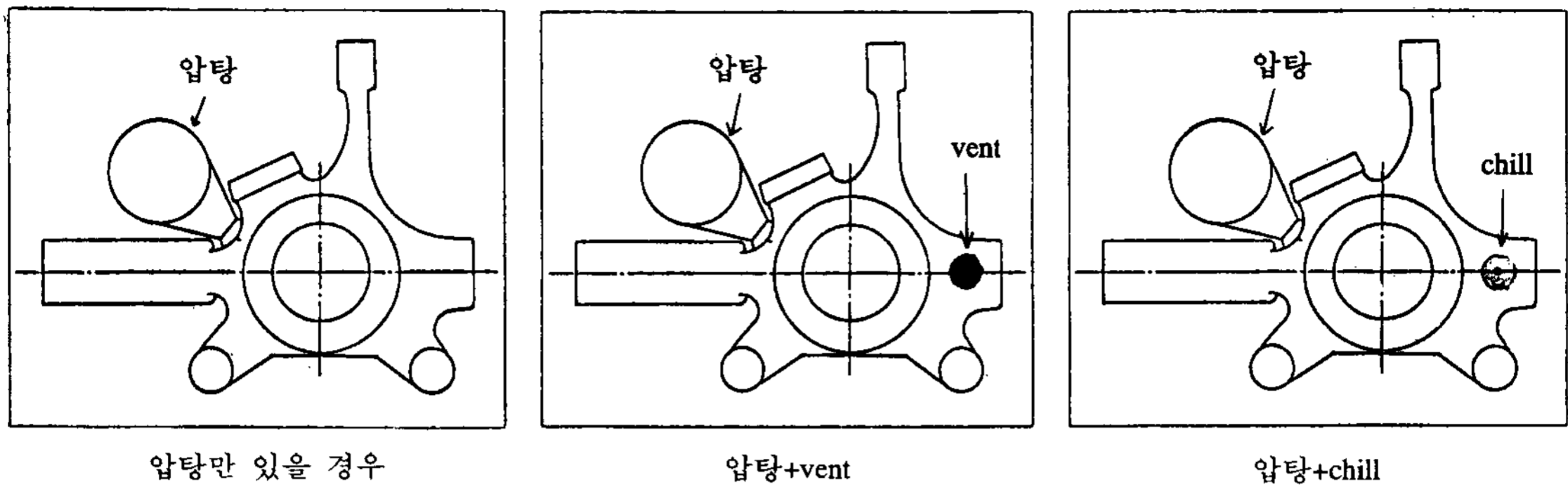


Fig. 9. A schematic diagram showing the position of chill and vent.

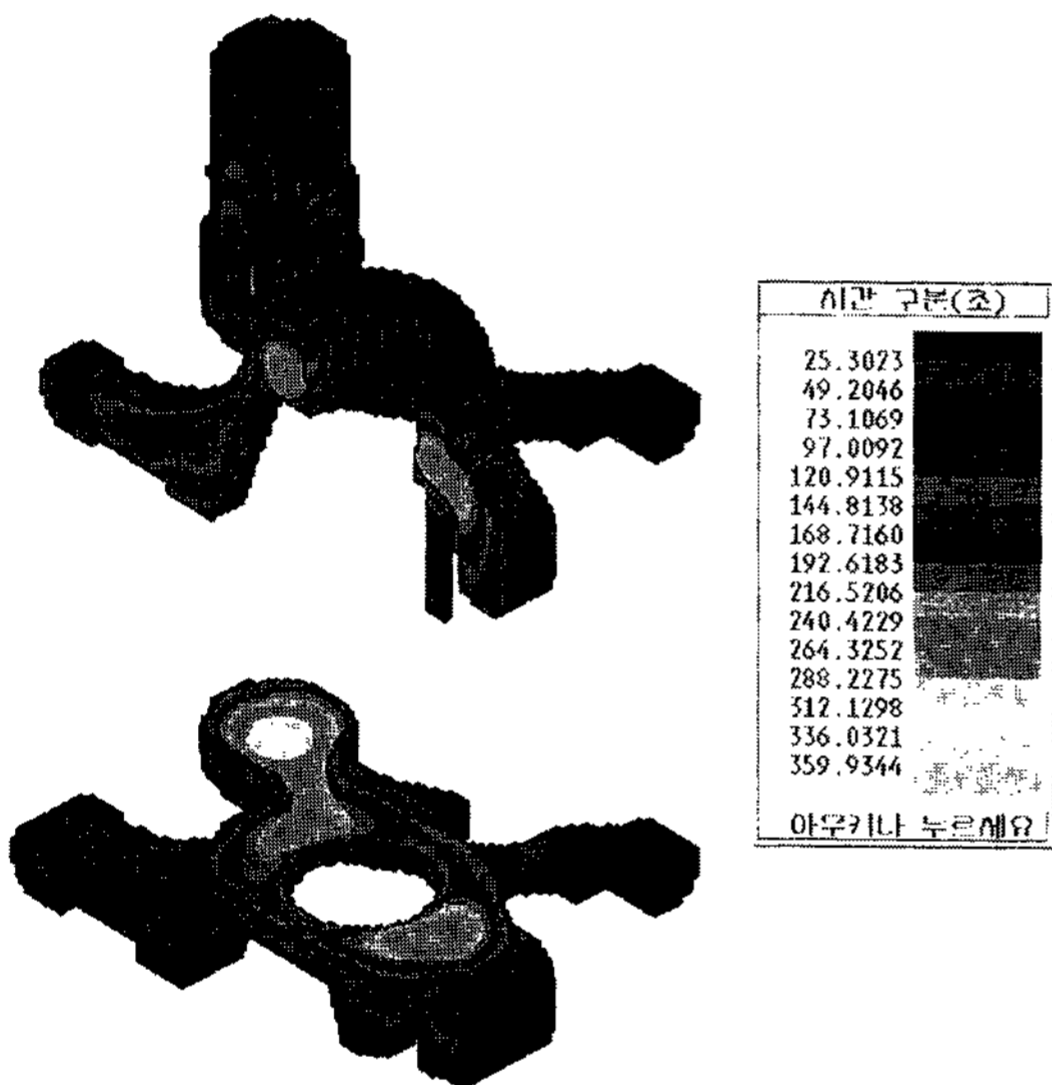


Fig. 10. Contour lines of iso-solidification time in risering method 3-2.

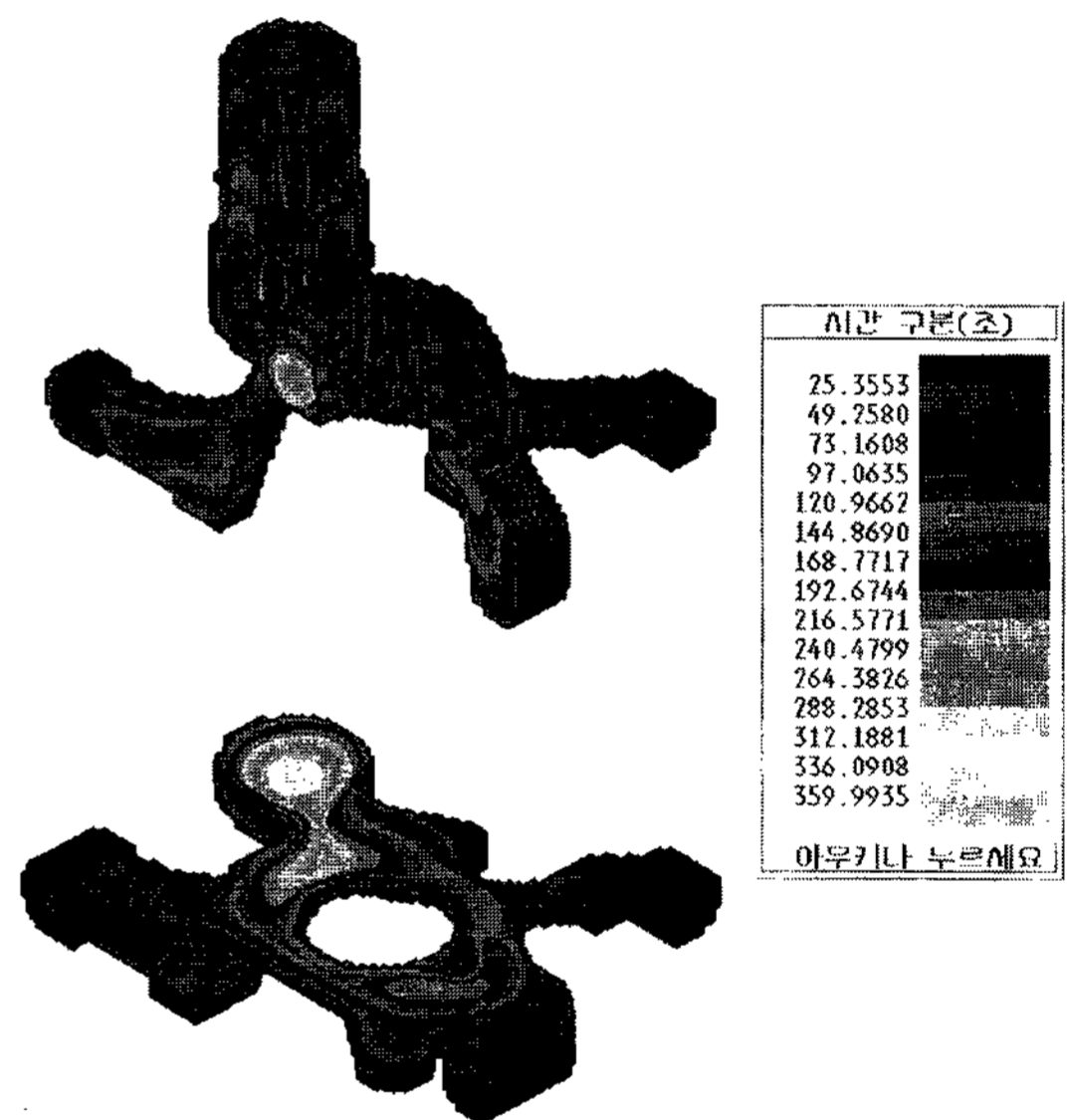


Fig. 11. Contour lines of iso-solidification time in risering method 3-3.

에 비해 최종응고부의 냉각시간이 단축되었음을 알 수 있다. (380초 → 359초) 그러나, chill은 대량 자동조형공정에서 설치가 문제되므로 vent를 설치한 방안을 택하였으며 주조한 제품의 단면도는 Photo 3과 같이 결함이 발생되지 않았으며 X-선 시험에서도 specification을 만족시킬 수 있었다.

6. 결 론

1. 컴퓨터응고해석을 통해 J100 Steering Knuckle의 최적의 주조방안을 도출할 수 있었다.
2. 최적주조방안을 사용함으로써 회수율을 높일 수 있었다. (48% → 55%)

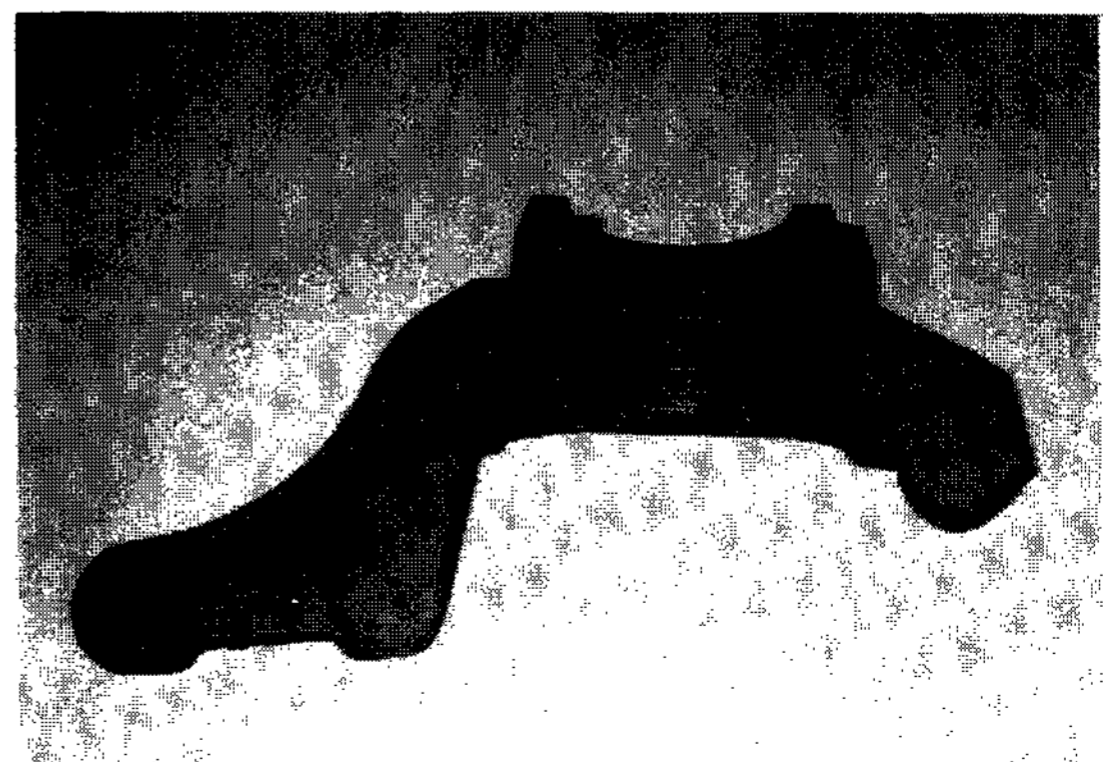


Photo 3. J100 Steering Knuckle produced by risering method 3-2.

3. 컴퓨터응고해석을 구조방안에 도입한 결과 본사의 기술을 한단계 진보시키는 계기가 되었다.

(주), 계명대학교가 공동지원한 산학연 공동기술개발 컨소시엄 연구의 결과 일부입니다.

후 기

본 기술자료는 통산산업부, 대구광역시, 남양금속