

주입선의 형태와 용융기전이 Nickel-Chromium 합금의 다공성에 미치는 영향

치과기공과 박 호 병
조 교 수

I. 서 론

1930년 이래로 치과용 주조체인 국부의치나 총의치 금속구조물 제작재료로 크롬, 코발트, 니켈을 주성분으로한 합금이 사용되었으나, 이들 합금은 제작과정이 복잡하고 용점이 높아 용해하기 어렵다는 단점과 경도가 너무 높아 주조후 연마하는데 특별한 기구를 이용해야 하는 등의 문제점 때문에 널리 이용되지 못하고 금합금이 치과보철물의 주종을 이루었다. 그러나 귀금속에 대한 환자의 경제적 부담과 치과기기 및 재료의 발달로 귀금속의 사용은 점차 줄어들고 내식성이 우수하고 비중이 가벼우며 가격이 저렴한 비귀금속합금의 사용이 급증하게 되었다.¹⁻⁴⁾

치관제작용 비귀금속합금에 대해서는 O'brein⁵⁾ 외 여러사람에 의해 조사⁶⁻¹⁴⁾ 보고된 바 있으며 특히 McLean¹⁵⁾은 주입선의 설계는 주조성에 막대한 영향을 끼친다고 했으며 Skinner¹⁶⁾는 금속의 용해시 가스의 혼입 및 주조 응고시 수축에 의한 다공성이 생길 수 있다 하였다. 주조체의 표면에 생긴 작은 주조 혹은 연마제를 이용하여 표면을 활택하게 해줄 수 있으나 내부 다공성은 주조체를 약하게 함은 물론이고 표면에 나타나면 변색 및 결함의 원인이 될 수 있으며 제거가 어렵다.

이에 필자는 치관보철물용 재료로 많이 사용되는 Ni-Cr 계 합금을 이용하여 주입선의 형태와 금속의 용융기전이 주조체의 다공성에 미치는 영향을 비교 분석하여 보고하는 바이다.

II. 실험기재 및 방법

1. 재료 및 기구

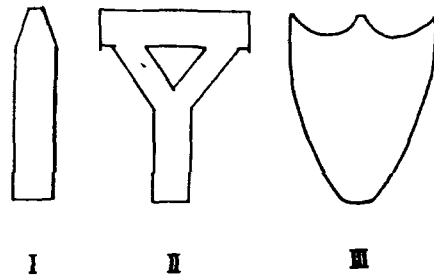
- ① Wax : Casting wax (한덕화학공업사, R.O.K.)
Inlay wax (KERR Co., U.S.A.)
Paraffin wax (Kim's international, INC.)
- ② Teeth rubber former (Nissan Dental MFG., Co., LTD., Japan)

- ③ Metal ring (R.O.K.)
- ④ Asbestos liner (Shofu INC., Japan)
- ⑤ Investment : Unovest investment (부평치과화학, R.O.K.)
- ⑥ Furnace (세기치기재상사, R.O.K.)
- ⑦ Vacuum mixer (Whip-mix Co., U.S.A.)
- ⑧ Alloy : C & B 80 alloy (Sankin Co., Japan)
- ⑨ Centrifuge casting machine / oxygen-acetylene (KERR Co., U.S.A.)
Centrifuge casting machine / induction (GLOBU cast, KRUPP MEDIZIN
TECHNIK Co., Germany)
- ⑩ Sandblaster (세기치기재상사, R.O.K.)
- ⑪ X-ray machine (EX-260 GH-IA, Toshiba Co., Japan)

2. 실험 방법

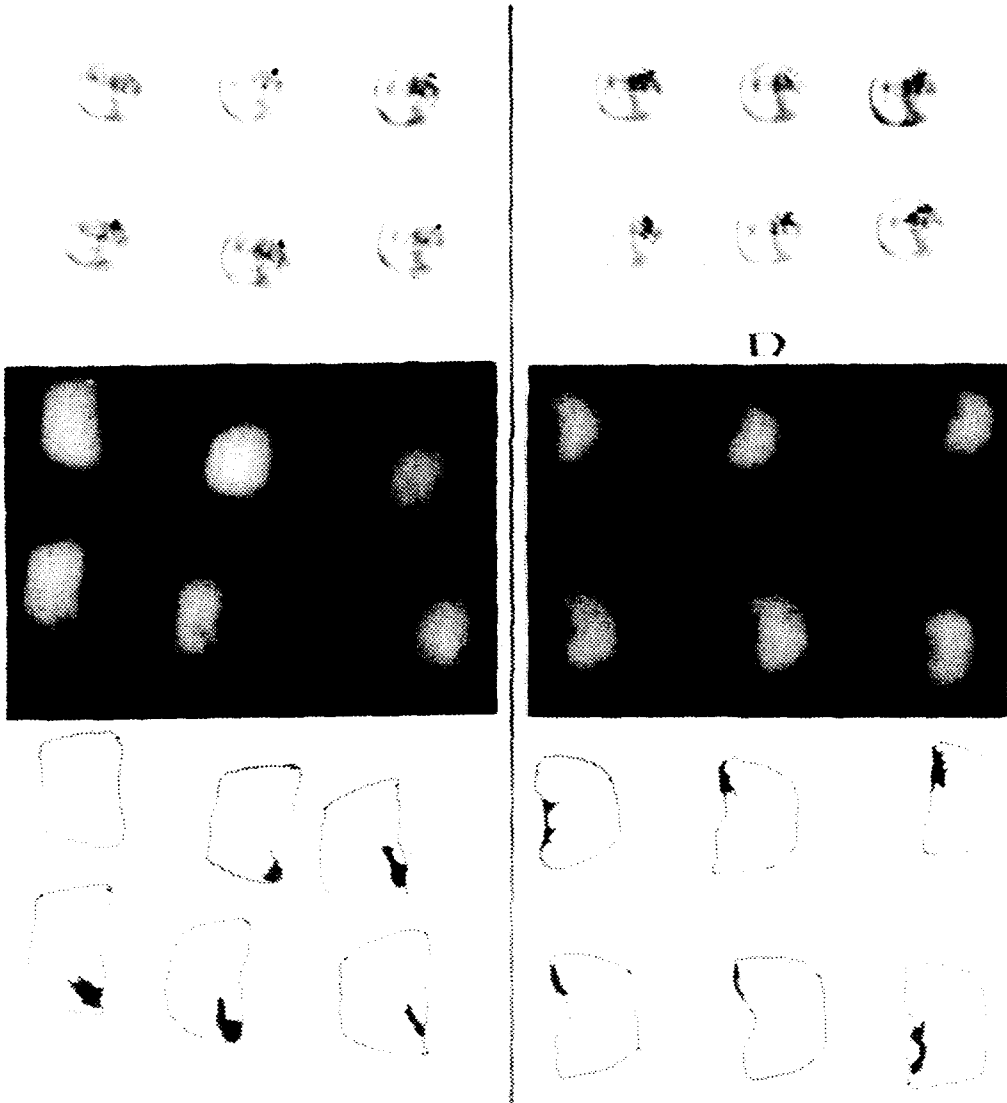
동일한 형태의 표본을 제작하기 위하여 하악대구치모양의 고무 Mold 내에 용융시킨 inlay wax 를 주입시켜 납원형 표본을 실험에 이용할 한 조건당 6 개씩 총 36 개를 제작하고, 10 gauge round wax 와 paraffin wax 를 이용하여 주입선을 ① Direct sprue (closed type), ② Runner bur type, ③ Wave type 과 같이 제작하였다 (그림 1).

각각의 납원형을 주입선에 부착하여 원추대에 고정시키고 석면대를 한점 내장한 주조링에 Unovest 매물재를 제조회사의 설명에 따라 Whip-mixer 를 이용하여 혼합한 매물재를 매물하였다. 매물재가 완전히 경화된 후 원추대를 링에서 제거하고 Unovest 매물재의 소환 일정에 맞추어서 소환한 다음 용융기전은 ① 산소-아세틸렌가스, ② 고주파를 이용하여 Sankin CB 80 합금을 용융시켜 링에 주조했다. 주조가 끝난후 링을 충분히 서냉시켜 표본을 링내에서 취출하고 모래분사기를 이용하여 매물재 잔사를 제거하고 주입선을 절단한 후 표본 내면에 존재하는 국부수축 다공성과 가스에 의한 다공성을 조사하기 위하여 비파괴 검사중 X-ray 시행 방법을 이용하였으며 표면다공성의 결과는 다공성의 측정을 쉽게 파악할 수 있도록 사진으로 나타내었다.



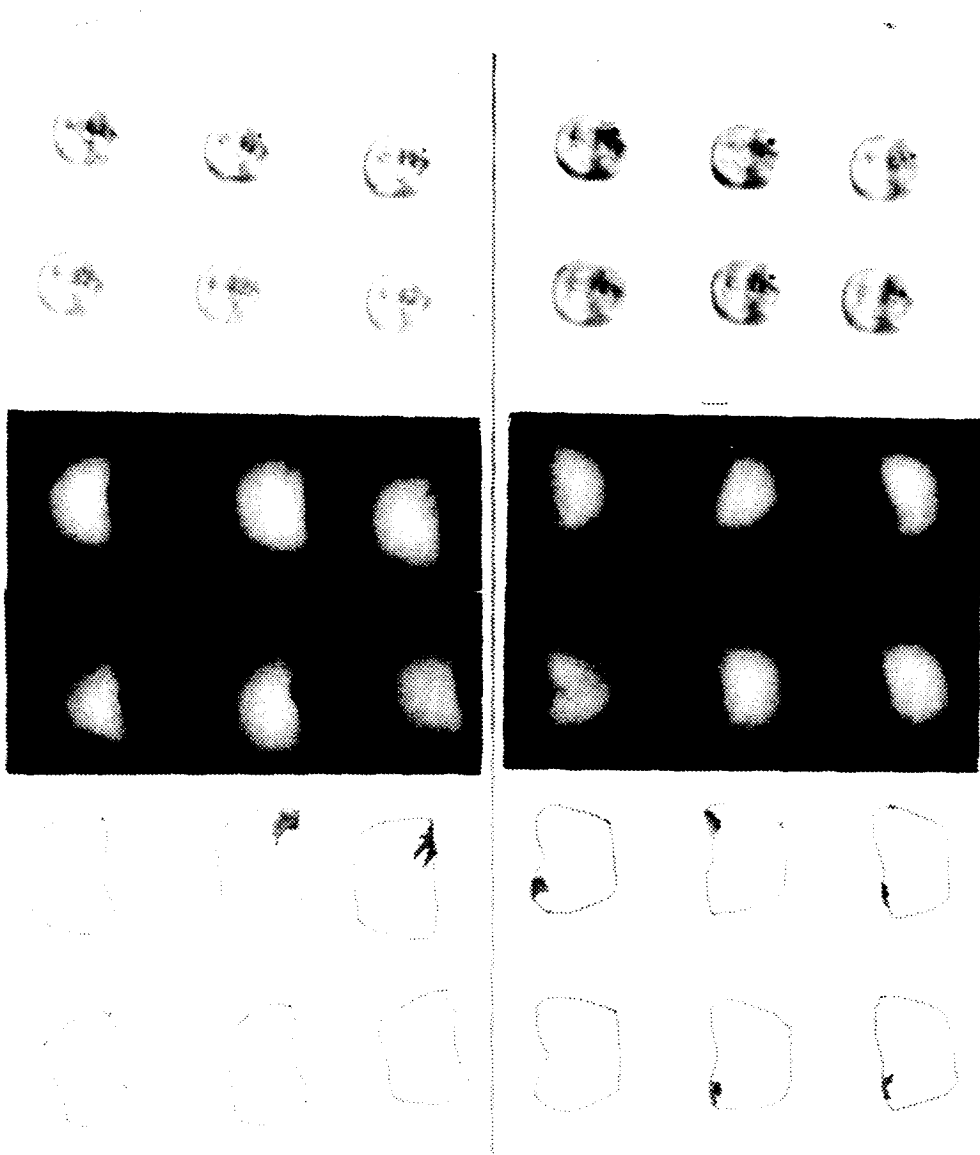
<그림 1> 주입선의 형태

- I. Direct sprue (closed type)
- II. Runner bur type
- III. Wave type



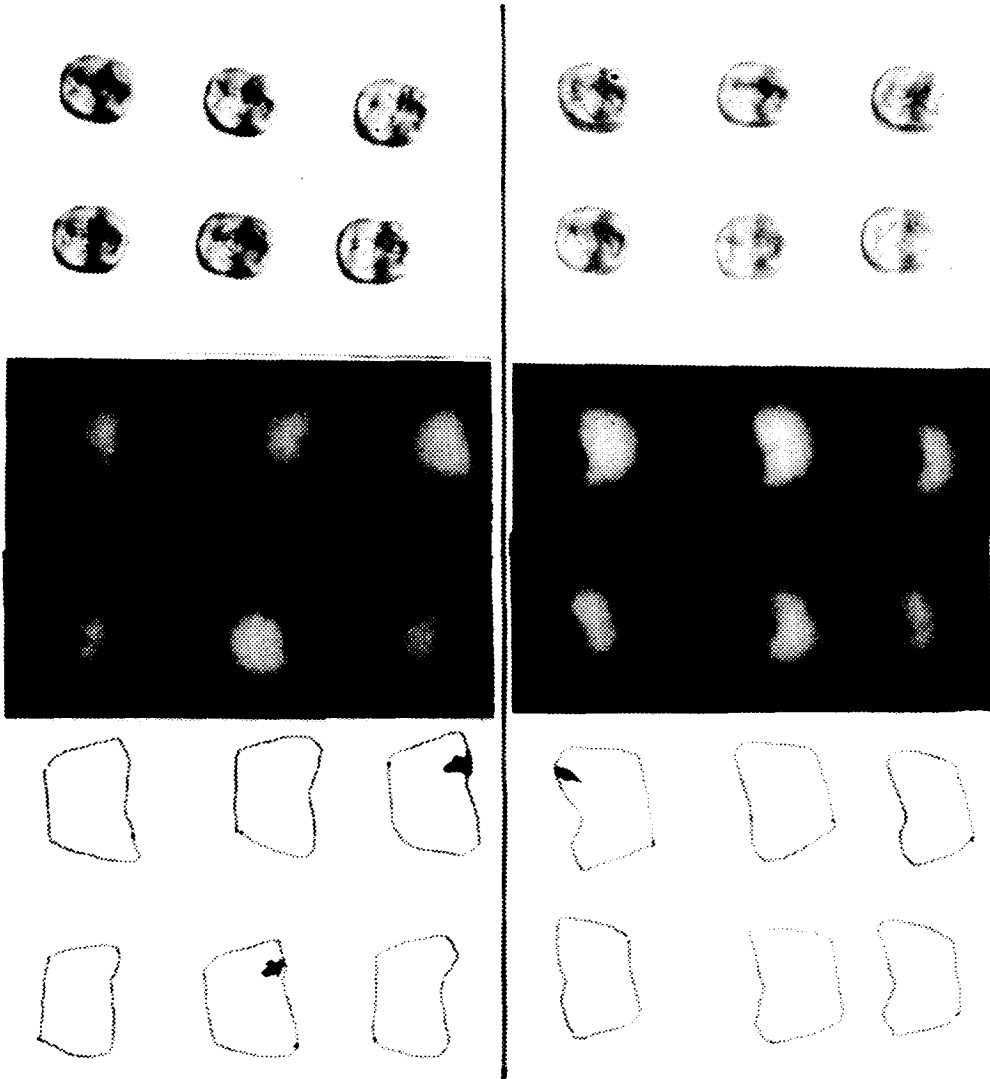
<그림 2> Direct sprue 와 산소-가스를 이용하여 금속 용융시 나타난 주조체의 다공성

<그림 3> Direct sprue 와 고주파를 이용하여 금속 용융시 나타난 주조체의 다공성



〈그림 4〉 Runner bur type 과 산소-가스를 이용하여 금속용융시 나타난 주조체의 다공성

〈그림 5〉 Runner bur type 과 고주파를 이용하여 금속용융시 나타난 주조체의 다공성



〈그림 6〉 Wave type 과 산소-가스를 이용하여 금속 용융시 나타 난 주조체의 다공성

〈그림 7〉 Wave type 과 고주파를 이용하여 금속 용융시 나타 난 주조체의 다공성

III. 실험 결과

표본에 주입선의 형태를 3 가지로 제작하여 부착하고 두가지의 용융기전을 통하여 주조후 표본의 내·외부 다공성을 조사한 결과 조건에 따라 다공성의 형태에 차이를 보였다.

용융기전을 산소-아세틸렌가스 및 고주파를 이용하여 금속 용융시 두방법 모두 내부, 외부 다공성에 있어서 크기와 형태에서 약간의 차이가 있었으며, 주입선의 형태에 따른 외부(표면) 다공성의 형성은 Wave 형, Runner bar 형, Direct sprue (Closed 형)의 순으로 크게 나타났으며, Direct sprue의 형태가 다른 두가지 형태의 주입선 보다 훨씬 큰 다공성을 나타내었다. 또한 주입선의 형태에 따른 내부 다공성의 형성은 비파괴 검사중 X-ray 시행 방법을 이용한 다공성의 비교에 있어서 외부 기포(표면)와 유사한 순서의 결과를 나타내었다(그림 2~7).

IV. 고 찰

주조체의 다공성은 내부와 외부에 형성될 수 있다. 주조체 표면의 외부 다공성은 표면을 거칠게 하는 원인이 되지만 일반적으로 외부 다공성은 내부 다공성이 표출되어 나타난 것으로 생각된다. 따라서 내부 다공성은 주조체를 약하게 함은 물론이고 표면에 나타나면 변색의 원인이 될 수 있으며 치아와 수복물 사이에서 미세 누출을 일으켜 이차 우식을 유발시키기도 한다. 주조체의 다공성의 원인은 금속의 응고수축에 의해 생기는 다공성과 가스에 의해 생기는 다공성 등으로 구분된다.

Skinner's¹⁶⁾는 금속의 응고시 생기는 국부수축다공성은 응고중 용융 금속의 공급이 불완전하여 생기며 가스에 의해 생기는 다공성은 주형 안에 있는 용융된 금속에 가스가 기계적 또는 주조시 blow-pipe flame의 부주의로 인한 가스의 혼입 등으로 형성될 수 있다고 했다. 또한 주입선에 따른 주조체의 다공성에 대해서는 Johnston¹⁷⁾은 주입선의 직경은 주조의 비중에 의해 결정되며 주입선의 직경이 작으면 용융 금속이 주입되는 즉시 수축되므로 국부수축다공성이 발생된다고 보고한 바 있으며, Max Kornfeld¹⁸⁾는 주입선의 설계는 금속의 교류를 통제하는 주요 원인 중에 하나이며 교류의 양이 최소가 되도록 설계해야 한다고 밝힌 바 있다. 그 외에 박¹⁹⁾은 주입선의 형태가 주조성에 영향을 미친다고 보고한 바 있으나, 주입선의 형태와 용융기전이 주조체의 내·외부 다공성에 미치는 영향에 대하여는 크게 조사된 바 없다. 그러므로 본 실험에서는 주입선의 형태와 용융기전이 내·외부 다공성에 미치는 영향을 조사 비교하기 위하여 표본에 3 가지 형태의 주입선을 장착 고정하여 산소-가스 및 고주파를 이용하여 금속용융시 주조체에 생길 수 있는 내·외부 다공성에 대하여 살펴보았다.

두가지의 용융기전에 의해 금속을 용융시켰을 경우 표본의 내부다공성은 크기와 형태에 있어서 표본을 기계적 절단에 의한 절단시 마찰에 의한 다공성의 변형을 고려하여 비파괴검사에 의한 X-ray 시행사진과 표면사진 관찰시 Direct sprue (Closed형) 조건에서 약간의 차이가 있었다. 이는 고주파에 의한 금속용융시 지나친 용융에 의한 현상이라고 생각된다. 주입선의 형태에 따른 다공성의 차이는 Wave형, Runner bur형, Direct sprue (Closed형) 순으로 다공성의 크기가 크게 나타났다. 이와같은 현상은 주조체가 응고시 나타나는 수축에 대하여 Direct sprue는 주입선과 표본이 연결되는 부위에서 충분히 보상하지 못하여 국부수축다공성이 크게 나타났다고 사료되며 박¹⁵⁾의 주입선 형태에 따른 주조성 조사와 유사한 결과를 보였다. 또한 Skinner's¹⁶⁾나 Max Kornfeld¹⁸⁾가 조사한 것처럼 가스에 의해 나타나는 다공성은 본 실험에서는 나타나지 않았다. 이는 산소-가스를 이용하여 금속을 용융시 용융금속이 산소와 접촉하는 것을 방지하고 blow-pipe를 주의하여 취급하므로 가스에 의한 다공성은 나타나지 않았다고 생각된다.

그러므로 이상의 실험에서 주조의 다공성은 용융기전이나 주조기계보다는 주입선의 형태에 따라 크게 영향을 받는다는 것을 알았다.

V. 결 론

C & B alloy (nickel-chromium계)를 사용하여 3종류의 주입선 형태와 2가지 용융기전이 금속의 다공성에 미치는 영향에 대하여 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 다공성이 가장 크게 나타난 것은 Direct sprue (Closed형)이고 다음은 Runner bur형, Wave형 순으로 나타났다.
2. 주입선의 형태가 용융기전 보다 다공성에 대한 영향이 더 크다.
3. 산소-아세틸렌 및 고주파를 용융기전으로 사용시 다공성의 크기에는 거의 차이가 없다.

참 고 문 헌

1. Cohen, S. M., Vaidyanathan, T. K. and Schulman, A.: The effect of limited beryllium additions on a Ni-Cr alloy, *J. Prosthet. Dent.*, **60**, 688 (1988)
2. Moffa, J. P.: Biological effects of nickel-containing dental alloy, *J. A. D. A.*, **104**, 501 (1982)
3. Anusavice, K. J.: Report on base metal alloys for crown and bridge applications, *J. A. D. A.*, **111**, 479 (1985)
4. Moffa, J. P. and Jenkins, W. A.: Status report on base metal bridge alloy, *J. Am. Dent. Assoc.*, **89**, 652 (1974)
5. Obrein, W. J. & Ryge.: An outline of dental materials and their selection, W. B. Saunders company 286 (1978)

6. Presswood, R.G.: The castability of alloys for small casting, *J. Prosthet. Dent.*, **50**, 36 (1983)
7. Phillips, R.W.: Science of dental materials, ed. 7, W.B.Saunders company, 600 (1973)
8. Osborne, J. & Winson, H. J. & Mansfield, M.A.: Dental technology and materials for students, ed. 7, Backwell scientific publication, 275 (1979)
9. Osborne, J. & Winson, H. J. & Mansfield, M.A.: Dental technology and materials students, ed. 7, Backwell scientific publication, 288 (1979)
10. Dencan, J.D.: The casting accuracy of nickel-chromium alloys for fixed prostheses, *J. Prosthet. Dent.*, **47**, 67 (1982)
11. Barreto, M.T. & Goldberg, A. J. & Nit Kin, D.A. & Mumford, G.: Effect of investment on casting hinge fusing alloys, *J. Prosthet. Dent.*, **44**, 504 (1980)
12. Eissmann & Rudd & Morrow : Dental laboratory procedures (fixed partial denture) Mosby company, 285 (1980)
13. Kaminski, R.A. & Anusavice, K. J., Okabe, T. & Morse, P.K.: Castability of silver-base fixed partial denture alloys, *J. Prosthet. Dent.*, **53**, 329 (1985)
14. Jarvis, R.H. & Jenkins, T. J. & Tedesoo, L.A.: A castability study of nonprecious ceramometal alloys, *J. Prosthet. Dent.*, **51**, 490 (1984)
15. Mclean, J.W.: The science and art of dental ceramics, Quintessence, 223 (1980)
16. Skinner : Science of dental materials, ed.7, W.B.Saunders company, 463 (1973)
17. Johnston : Modern practice in crown and bridge prosthodontics, ed.3, W.B.Saunders company, 250 (1971)
18. Max Kornfeld : Mouth rehabilitation clinical and laboratory procedures, ed.2, Mosby company, 499 (1974)
19. 박효병·정인성 : 치관 보철물 제작에 사용되는 비귀금속합금의 주조성에 관한 실험적 연구 (II), 치간호보건의전문대학 논문집 제 4 집, 203 (1986)

The Influence on Casting Porosity of Nickel-Chromium Alloy According to Sprue Design and Heat Source

Hyo - Byeong Park

Dept. of Dental Lab. Technology

Kwangju Health Junior College

>Abstract<

Using 3 sort of sprue design, 2 sort of heat source and nickel-chromium alloy, sample of total 36 were constructed. The result of experimental was re-searched on casting porosity on base metal alloy according to the sort of sprue design and heat source.

The results were as follows :

1. The largest volume of casting porosity was direct sprue (closed type), the next was runner bur type and wave type.
2. The influence on casting porosity of sprue design was greater than heat source.
3. When the type of heat source were used oxygen-acetylene and induction method, the volume of casting porosity was little difference.