매몰방법에 따른 도재용 비금속의 주조성에 관한 연구

원광보건전문대학 치기공과
원광대학교 치과대학 부속병원 치과기공실
이인규 · 김용원

=Abstract=

A Study on the Castability of Non-precious Porcelain Metal According to Investing Method

In-Kyu Lee · Yong-Won Kim

Dept. of Dental Laboratory Technology, Wonkwang Public Health Junior College.
Dept. of Dental Laboratory, College of Dentistry Wonkwang University.

To examine the difference of castability of non -precious porcelain metal according to 2 type of investing method, experiments were carried out using the method of both existing investing method and the investment with spaces to the upper & lower parts of the ring. The following conclusion were obtained from the result.

1. Seperataly using the existing investment and with spaces to the upper & lower parts of the ring, 44 samples resulted in success with the former method and 52 with the latter out of 84 samples.
2. Under the existing investing method, 44 samples out of 56 total resulted in success when the temperature of the ring was 870°C, and all samples failed when the temperature was 800°C.
3. Under the investment that gives space to the ring, when casted with the temperature of the ring fixed at 870°C, 40 samples out of 56 and 17 samples with the temperature fixed at 800°C resulted in success.
4. Under the existing investing method with the temperaure of the ring fixed at 870°C and heat soaking time given an hour, 26 out of 28 samples resulted in success and 18 resulted the same with half an hour heat soaking time.
5. Using the investment that gives space to the ring, at ring temperature 870°C with heat soaking time 1 hour, all of total 28 rusulted insuccess however only 12 smaples succeeded with 30 minutes heat soaking time.

6. Under the existing investing method, samples with heat soaking time 1 hour equally given at ring temperature 870℃, 26 samples out of 28 succeed however at 800℃ all samples failed.
7. In the case of ring 's upper and lower parts opened ring temperature is 870℃ and 800℃ and the heat soaking time was fixed at 1 hour, all 28 samples resulted in success and at 800℃ 17 succeed.

차 례

Ⅰ. 서 론

치과보철물 제작시 심미성과 내구성의 조화는 반드시 지켜져야 할 사항이다. 특히 심미성이 강조되는 전치부위나 상악 소구치 협면, 금속의 노출이 금기시되는 부위에 가장 흔히 사용되는 것이 도재용착 주조관인데 이 보철물은 형태와 색조를 잘 재현시켜 심미적 조건을 충족시켜 주어야 함은 물론 전장물질과의 접합이 우수해야 하는데 이때의 전제조건이 주조체의 주조상태이다. 도재와 금속이 용착되는 것은 기계적 결합, 화학적 결합, dendrite에 의한 결합, 전이층에 의한 결합(transition phrase), Van der waal 's force에 의한 결합으로 분류되는데 이때 금속주조체의 주조상태는 연마시의 표면의 절삭과 sand blasting, 의도적인 조면 형성시 주조체와 도재의 보다 긴밀하고 조화로운 접합을 용이하게 하며 심미적인 치경부 접합을 기대할 수 있게 한다.

또한 장착 후의 2차 우식을 예방하고 치은을 통하여 금속관 치경부가 검게 투과해 보이는 것을 최소화하낟. 이러한 목적으로 짧은 시간 내에 매몰재의 충분한 팽창을 얻고 치경부 margin의 gas배출을 극대화시킬 수 있도록 매몰방법에 변화를 주어 실시하였다. 즉 매몰시 ring의 위와 아래의 3부위에 공간을 부여함으로써 burn out시 발생되는 gas가 짧은 시간에 용이하게 배출되도록 유도하여 통기성을 도모하는 방법으로 보다 깨끗하고 정밀한 주조체를 관찰할 수 있었기에 보고하는 바이다.

Ⅱ. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험의 재료로는 30 gauge의 sheet wax를 가로, 세로 1cm의 정사각형으로 절단하여 시편을 만들고 두께 10 gauge, 길이 10mm의 spure를 부착한 wax pattern 7개를 1개의 ring에 매몰하여 4개의 ring을 만들고 4개의 ring을 1군으로 묶어 총 6개의 군에 1689개의 die를 제작한 후 주조금속은 Rexillium Ⅲ, 매몰재는 Hi-temp investment를 사용하여 주조하였다.(표 1, 표 2)

2. 실험방법

위와 같이 제작한 납원형을 매몰하는 과정에서 ring의 상단에서 하단까지 매몰재를 가득 채워 폐쇄시키는 기존의 방법과(A방법), ringless method와의 혼합형태인 ring을 6등분하여(그림 1) ring의 상, 하단에 utility wax를 부착시켜 소한시 utility wax가 있던 자리가 자연스럽게 air vent의 역할을 하도록 유도하는(B방법) 두가지의 방법으로 구분하여 실시하였다.

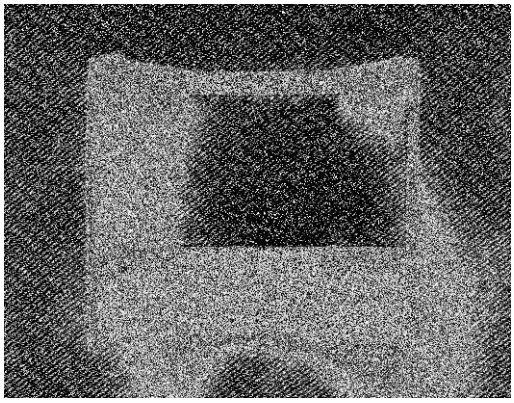


그림 1-a. Ring의 상·하단에 utility wax를 내장한 상태의 가로 단면

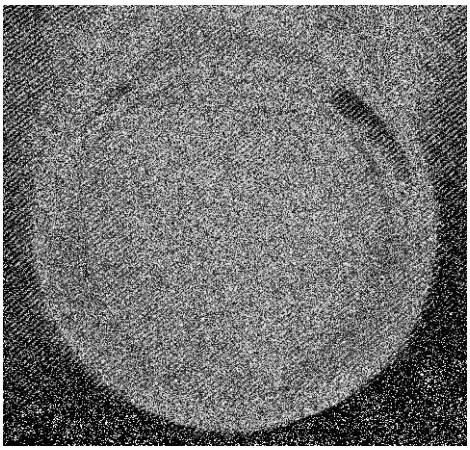


그림 1-b. Ring의 1/6 부위에 utility wax를 내장한 상태의 윗 단면

이와같이 매몰된 2 Type의 ring을 제조회사의 지시에 따라 870°C까지 소환하되 온도와 시간의 변화를 6가지로 구분하여 실온에서 430°C(800°F)까지는 매분당 8°C(15°F)씩 올린 후 30분간 holding하고 다시 maximun temperature까지 매분당 14°C(25°F)씩 올려 실시 완성하였다. 주조온도는 2450°F(1345°C)에서 실시하였는데 Kerr社의 원심주조기와 propan gas/oxygen torch를 사용하여 주조하고 주조 후 5분정도 bench cooling시킨 후 quenching하였다.(표 3, 표 4)

자료분석은 spss/pc+에 의한 통계처리를 실시하였으며 기존의 매몰방법과 ring의 상, 하단에 공간을 부여하는 방법, ring의 소환온도, heat soaking시간에 따른 변수를 설정하여 X^2-test로 검증하였다.

표 1. Physical properties of Rexillium III. ADA/ANSI Spec. 38

Melting range :	2110−2280°F(1155~1250°C)
Casting temperature :	2450°F(1345°C)
Vicker's hardness	360
YS(.2% offset) :	116,300 PSI, 800 MPa
UTS :	164,500 PSI. 1135 MPa
Elongation(%-0.5"GL) :	15%
Specific gravity :	7.75 gm/cc
CTE(25~500°C) : =	14.06×10^{-6} mm/mm/°C
Mod. elasticity :	37×10^{6} PSI;225,520 MPa
Pre solder :	JNP & NNP FLUX; PNP & PNP FLUX;
Post solder :	LF & LF FLUX

표 2. Physical properties of hi-temp investment.

Liquid/Powder ratio	16 mL/100 g
Working time	7~8 minutes
Setting expansion	0.7%
Thermal expansion	1.2%
Compressive strength, wet	1,500 psi(10 MPa)

표 3. 기타 재료 및 기구

Materials or instruments	Manufactures	Country
Gauge wax	대동화학공업사	Korea
Casting	대동화학공업사	Korea
Utility	대동화학공업사	U. S. A
Asbestos liner	Whip mix co.	Korea
Vacuum mixer	Whip mix co.	U. S. A
Casting machine	Kerr Inc.	U. S. A
Burnout furnace	세기치재	Korea

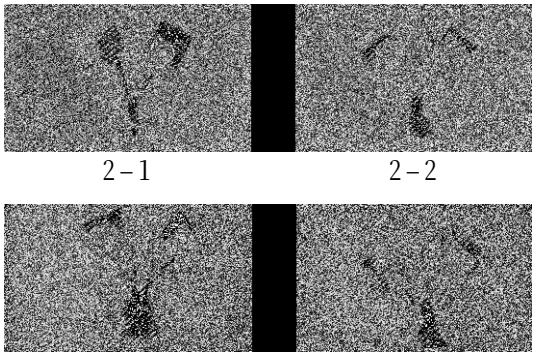
표 4.

Ring의 매몰상태	Ring의 온도	Heat soaking 시간	시편군 (1Ring에 7개의 시편)	성공 시편수	그림 번호
기존의 매몰법 (A방법)	870℃	1시간	1	7	2
			2	7	
			3	7	
			4	5	
		30분	1	3	4
			2	3	
			3	5	
			4	7	
	800℃	1시간	1	0	6
			2	0	
			3	0	
			4	0	
Ring의 상·하 부위를 개방, Air-vent의 역할 유도 (B방법)	870℃	1시간	1	7	3
			2	7	
			3	7	
			4	7	
		30분	1	5	5
			2	4	
			3	1	
			4	2	
	800℃	1시간	1	2	7
			2	5	
			3	6	
			4	4	

III. 결과 및 고찰

기존의 방법대로(A방법), 매몰하고 ring의 온도를 870°C까지 올려 1시간 heat soaking한 경우에는 총 28개의 시편 중 26개가 성공하였고(92.9%)(그림 2, 표 5) ring의 위, 아래에 공간을 부여하는 방법(B방법)으로 매몰하고 ring의 소환온도가 870°C, 1시간 heat soaking의 경우에는 시편 모두 완전한 주조체를 얻게 됐으나 매몰방법간에 큰 차이가 없었다.

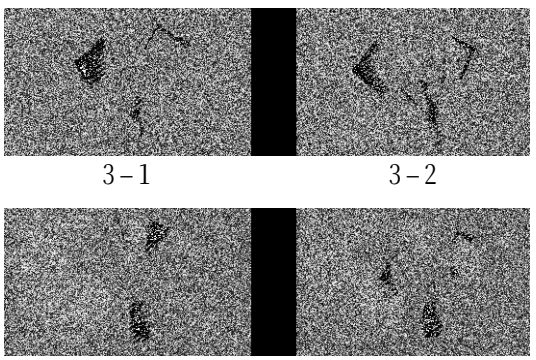
A방법으로 매몰하고 heat soaking을 30분간 유지한 경우는 28개의 시편 중 완전한 주조체 18개를 얻을 수 있었고(64.3%)(그림 4, 표 6) 동일한 조건의 B방법에서는 12개가 성공되어(42.9%)(그림 5, 표 6) heat soaking시간이 부족하면 매몰방법에 관계없이 주조성이 현저히 낮아짐을 보여주었다. 또 정확한 ring의 소환온도 870°C에 미달된 경우, ring의 온도를 800°C까지만 올려 제작회사의 지시 소환온도에 70°C정도 under heating되었을 때 A방법에서는 모두 실패하였고(0.0%)(그림 6, 표 7) B방법은 17개가 성공하여(60.7%)(그림 7, 표8) 주조온도가 낮을 경우 통기성을 부여하는 매몰법인 경우에 주조성이 뛰어남을 보여 주었다.



2 – 1 2 – 2

2 – 3 2 – 4

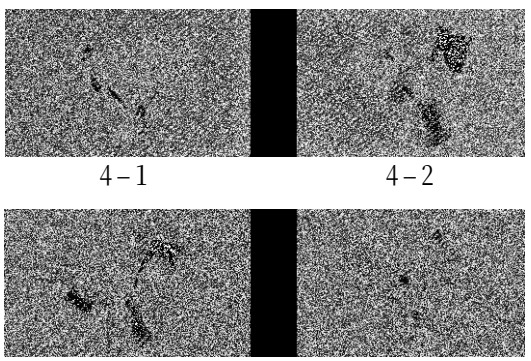
그림 2. 매몰 A방법. Ring의 온도 870°C, heat soaking 1시간의 경우 주조체의 상태



3 – 1 3 – 2

3 – 3 3 – 4

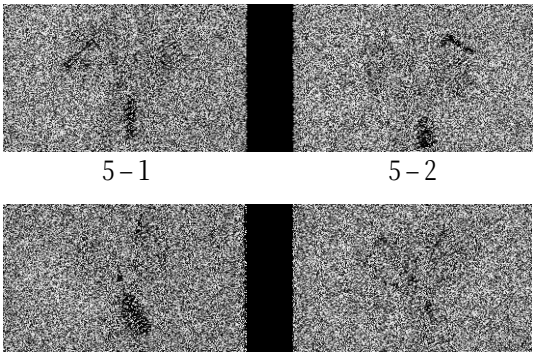
그림 3. 매몰 B방법. Ring의 온도 870°C, heat soaking 1시간의 경우 주조체의 상태



4 – 1 4 – 2

4 – 3 4 – 4

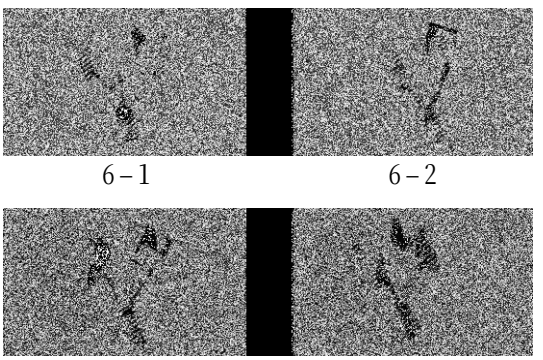
그림 4. 매몰 A 방법. Ring의 온도 870°C, heat soaking 30분의 경우 주조체의 상태



5 – 1 5 – 2

5 – 3 5 – 4

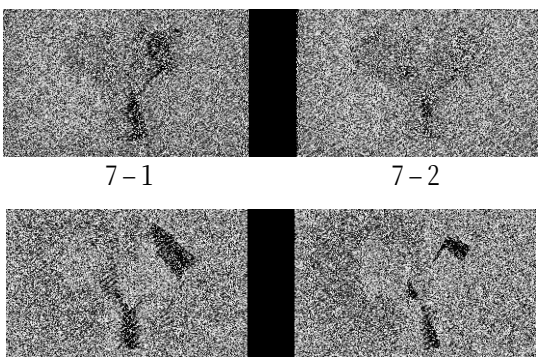
그림 5. 매몰 B 방법. Ring의 온도 870°C, heat soaking 30분의 경우 주조체의 상태



6 – 1 6 – 2

6 – 3 6 – 4

그림 6. 매몰 A 방법. Ring의 온도 800°C, heat soaking 1시간의 경우 주조체의 상태



7 – 1 7 – 2

7 – 3 7 – 4

그림 7. 매몰 B 방법. Ring의 온도 800°C, heat soaking 1시간의 경우 주조체의 상태

고정성 치과 주조물의 필수 조건은 정확한 교합과 치경부 변연의 적합도, 긴밀한 접촉점의 세가지로 압축될 수 있다. 그 중 치경부 변연의 적합도는 2차우식의 유발과 긴밀한 관계ㄹ가 있으므로 wax-up에서부터 investing, burn out 그리고 주조의 전 과정에서 오차를 허용치 않지만 wax-up 등은 술자의 개인적인 기술에 의존할 수 있고 casting은 보다 현대적인 장비를 이용하여 어느정도 해결이 가능하므로 본 실험에서는 매몰과 소환의 과정에서 방법론적인 접근을 시도해 보므로써 매몰방법에 따른 금속의 주조성의 차이를 살펴보았는데 시편에 기포가 생긴 경우에는 매몰과정에서 문제가 있었다고 사료되어 실패로 잡지 않았고 시편의 일부나 변연이 정밀하게 주조되지 않은 경우에만 실패로 분류하였다.

그 결과 도재용 비금속 주조관의 주조성에 가장 큰 영향을 미치는 요인으로써는 ring 매몰방법에 따른 통기성 유무, 정확한 소환과 주조온도, 충분한 heat soaking시간 등이었다.

인산염계 매몰재는 석고계와 비교해서 통시성이 나쁘고 주조성이 열등하므로 air-vent를 부착하지 않으면 통기성 불량에 의한 주입 부족이나 주조발생 등의 주조 결합을 일으키는 일이 매우 흔하지만 vent를 잘못 부착하면 조작이 복잡해지고 wax pattern의 변형을 초래할 위험성이 있으므로 매몰시 ring의 상·하단에 utility wax를 ring에 부착시켜 매몰을 시도하면 소환시 utility wax가 녹아 버리므로 자연스럽게 그 부위가 공간으로 남게 되고 air vent의 역할을 하게된다.(그림 1) 이 3부위의 공간을 통하여 burn out 과정에서 생기는 많은 양의 gas를 짧은 시간 내에 집중적으로 내보낼 수 있게 되어 gas의 비 배출로 인하여 발생될 수 있는 margin부위의 밀림현상을 방지할 수 있게 되고 소환시 매몰재의 crack현상을 예방하여 보다 정밀한 주조성과 치경부 변연의 적합성과 안전성을 얻을 수 있었다고 사료된다.

표 5. Ring의 소환온도 870℃에서 매몰방법에 따른 주조성 비교

항목 \ 구분		시 간		계	X^2-Test
		1시간	30분		
A 방법	성공	26 (92.9)	18 (64.3)	44 (78.6)	$X^2=6.787$ df=1 P=0.009*
	실패	2 (7.1)	10 (35.7)	12 (21.4)	
B 방법	성공	28 (100.0)	12 (42.9)	40 (71.4)	$X^2=22.400$ df=1 P=0.000**
	실패	0 (0.0)	16 (57.1)	16 (28.6)	
계		28 (50.0)	28 (50.0)	56 (100.0)	

( )=% *=P<0.01 **=P<0.001

표 6. Ring의 소환온도 870℃에서 heat soaking 시간차에 따른 주조성 비교

항목 \ 구분		방 법		계	X^2-Test
		A	B		
1시간 heat soaking	성공	26 (92.9)	28 (100.0)	54 (96.4)	$X^2=2.074$ df=1 P=0.149
	실패	2 (7.1)	0 (0.0)	2 (3.6)	
30분 heat soaking	성공	18 (64.3)	12 (42.9)	30 (53.6)	$X^2=2.584$ df=1 P=0.107
	실패	10 (35.7)	16 (57.1)	26 (46.4)	
계		28 (50.0)	28 (50.0)	56 (100.0)	

표 7. Heat soaking 1시간 조건하에서 ring의 매몰방법간, 소환온도간의 주조성 비교

항목 \ 구분		온 도 870℃	온 도 800℃	계	X^2-Test
A 방법	성공	26 (92.9)	0 (0.0)	26 (46.4)	$X^2=2.074$ df=1 P=0.149
	실패	2 (7.1)	28 (100.0)	30 (53.6)	
B 방법	성공	28 (100.0)	17 (60.7)	45 (80.4)	$X^2=13.688$ df=1 P=0.000**
	실패	0 (0.0)	11 (39.3)	11 (19.6)	
계		28 (50.0)	28 (50.0)	56 (100.0)	

**P<0.001

표 8. Ring의 소환온도 800°C에서 매몰방법에 따른 주조성 비교

항목 \ 구분	온 도 A방법	온 도 B방법	계	X^2-Test
성 공	0 (0.0)	17 (60.7)	17 (30.4)	$X^2=13.688$ df=1 P=0.000**
실패	28 (100.0)	11 (39.3)	39 (69.7)	
계	28 (50.0)	28 (50.0)	56 (100.0)	

**P<0.001

IV. 결 론

1. 기존의 매몰방법으로 매몰하고 ring의 소환온도 870°C, heat soaking 1시간의 경우 총 84개의 시편 중 44개가 성공하였다.
2. Ring의 상·하단에 통기성을 부여하는 매몰을 실시하고 ring의 소환온도 870°C, heat soaking 1시간의 경우 총 84개의 시편 중 47개가 성공하여 기존의 매몰법에 비해 다소 주조성이 높았으나 두 매몰법간에 큰 차이는 보이지 않았다.
3. 정확한 주조온도 870°C가 지켜진 경우 총 112개의 시편 중 90개가 성공하였고 800°C에서 주조한 경우 총 56개의 시편 중 17개가 성공하여 주조온도에 따라 큰 주조성의 차이를 나타냈다.
4. Heat soaking 1시간이 지켜진 경우 총 112의 시편 중 71개가 성공하였고, 30분인 경우 총 56개의 시편 중 30개가 성공하여 heat soaking이 길수록 주조성이 뛰어났다.
5. Ring의 상·하단에 통기성을 부여하는 매몰법을 실시하고, ring의 소환온도 870°C, heat soaking 1시간을 지킨 경우 총 28개의 시편 중 28개 모두가 성공되어 가장 뛰어난 성적을 나타내었다.

참 고 문 헌

1. Asgar K, Arfaei AH. Castability and fit of some crown and birdge alloys【Abstract】. J Dent Res 1977 ; 56 : 213.
2. Byrne G, Goodacre CJ, Dykema RW, Moore BK. Casting accuracy of high-palladium alloys. J Prosthet Dent 1986 ; 55 : 297-301.
3. Covington JS, McBrid MA, Slagle WF, Disney AL. Quantization of an beryllium leakage from base metel casting alloys.J Prosthet Dent 1985;54-127-36.
4. Howard WS, Newman SM, Nunez LJ. Castability of low gold content +alloys. J Dent Res 1980;59 : 824-30.
5. Moffa JP, Jenkina WA, Ellison JA,

Hamiltion JC. A clinical evaluation of two base metal alloys and a gold alloy for use in fixed prosthodontics : a five-year study. J Prosthet Dent 1984;52 : 491-500
6. Niemi L, Holland RI. Tarnish and corrosion of a commercial dental Ag-Pd-Cu-Au casting alloy. J Dent Res 1984;63 : 1014-8.
7. Pines M, Vaidyanathan TK, Nielsen J, Shalita S, Schulman A. Castability analysis of dental alloys [Abstract]. J Dent Res 1979;58 : 197.
8. Sarrett DC, Richeson JS, Smith GE, Scanning electron microscopy evaluation of four finishing techniques on margins of gold castings. J Prosthet Dent 1983;50 : 784-92.
9. Small KL, Goldfogen MH, Hicks MJ. Marginal finishing for cast gold restorations : reciprocal-action instrumentation. J Prosthet Dent1989;58 : 403-8
10. Tjan AHL, Sarkissian R. Comparison of internal escape channels with die spacing and occlusal venting. J Prosthet Dent 1985;53 : 613-7.
11. Tjan AHL, Sarkissian R. Internal escape channel : an alternative to venting complete crowns. J Prosthet Dent 1984;52 : 50-6.