

도재소부전장금관용 합금과 용액의 오염이 기포발생에 미치는 영향에 관한 실험적 연구

연세대학교 치과대학 보철학교실

전 영 찬 · 이 호 용

I. 서 론

도재소부전장금관이란 주조금속관위에 도재를 용착시켜 탁월한 심미적 조화를 이루므로써 현대 치과 임상에서 널리 사용되고 있는 수복물이다. 우수한 심미성 이외에도 물리적 성질의 안정성^{4, 22, 25, 33, 36} 및 구강내에서 치은조직과의 친화성^{2, 3, 17} 은, 전치부는 물론 구치부 수복까지 폭넓게 시술할 수 있게 되었다.

8, 28, 29

치과임상에서 도재의 발달이 오늘에 이르기까지는 1889년 Charles Land가 백금박과 도재의 친화성을 보고한 이래, 많은 선현들의 연구로 도재소부용 합금과 도재분말이 개발 보완되어 왔으며, 보다 나은 물리적, 심미적 성질을 위해 재료학적, 기술적 고찰을 해왔다.^{6, 9, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 23}

Vines, Semmelman⁴⁰ 은 도재소부전장금관에서 해결해야할 2대 문제로 불투명성과 내부기포를 들었다. 소성된 도재의 내부기포는 도재분말을 용액과 혼합, 축성하는 과정에서 분말입자들로 인하여 본래적인 입자간 공간이 존재할 수 밖에 없는데다가 입자의 크기분포, 응축 및 소성방법등 제작과정에서 수많은 요인들로 복합되어 나타나는 불가피한 현상으로 여겨지고 있다.^{12, 32, 33} 그러나 도재의 내부기포는

도재의 강도 뿐만 아니라, 결합력 및 심미성에도 상당한 영향을 미치는 까닭에 기포의 발생을 최소한으로 줄여야함은 필수적인 요소이다.^{3, 19, 32, 33}

Gatzka⁴² 는 순수기체로 도재를 소성하여 반투명성이 우수하고 기포가 극소한 도재를 최초로 개발했으며, 그 후 Meyer 등³⁹ 은 소성방법에 따른 도재의 비중을 연구하였다. Baker¹¹ 는 도재분말과 용액사이의 표면장력에 의한 응축원리를 설명하였고, Hodson¹² 은 내부기포가 강도에 미치는 영향을 보고하였고, Pettrow³² 는 도재내부기포를 정상기포와 과잉기포로 분류하고, 기포의 발생원인을 분석했는데 재료조작의 잘못과 오염이 주원인이라고 보고하였다.

이에 저자는 도재내부기포에 대한 임상적 중요성을 감안하여 선현들의 연구보고를 토대로, 도재소부전장금관 제작시 합금과 용액의 오염이 기포발생에 미치는 영향에 대하여 실험 분석한 결과 다소의 지견을 얻었기에 이에 보고하는 바이다.

II. 실험재료 및 방법

가. 실험재료

도재소부전장금관용 합금으로는 Pd-Ag alloy인 Jelenko 사의 Jel star를 사용하고,^{28, 40} 도재분말은 Ceramco 사의 65번 색조 진공도재분말을 사용하였

으며, 용액은 제조회사용액인 Ceramco Sta-Wet 용액과 증류수 그리고 상용 수도물을 사용했다.

나. 실험방법

1. 시편제작

합금시편의 균일한 후경을 얻기 위하여 26 gauge sheet wax 를 8×8 mm 의 정방형으로 24개 만들어서 10 gauge round wax로 주입선을 설치한 후, 한 ring 에 12개씩 진공매몰하여 동일조건의 주조시편이 되도록 하였다. 매몰제는 Dentsply사의 Biovest를 사용해서 제조회사의 지시대로 교반하여 매몰, 소환해서 산소-프로판 불꽃을 사용해서 용융시켜 원심 주조기로 주조하였다. 주조 후 실온까지 서냉시켜 매몰제를 제거한 후, 각 주조시편의 후경이 0.3mm, 크기가 8×8 mm 되도록 합금시편을 24개 제작하였다.

24개의 시편중 12개는 Aluminum Oxide disk와 Aluminum Oxide Point로 다듬은 후 50μ Aluminum Oxide 분말로 Paashe air eraser 를 이용하여 blasting 한 후 초음파세척기로 증류수 속에서 10분간 세척하고 제조회사의 지시대로 Degassing을 했으며, 나머지 12개의 합금시편은 오염된 Carborundum disk와 Stone point 로 다듬은 후 수지접촉오염(finger contamination)을 균등히 시켰다. (Table 1)

Table 1. The alloy and liquid used in each group.

Group	Alloy	Liquid	No. of specimen	No. of the observed resion
1	A1	L1	4	24
2	A1	L2	4	24
3	A1	L3	4	24
4	A2	L1	4	24
5	A2	L2	4	24
6	A2	L3	4	24
			24	144

* A1; Treated alloy
 A2; Contaminated alloy
 L1; Ceramco Sta-Wet liquid
 L2; Distilled water
 L3; Tap water

Group 1; Control group
 Group 2-6; Test group

도재축성시 도재 각 층의 균일한 후경과 응축을 위해, 완성된 합금시편을 Stainless steel로 만든 주형 (Figure 1)에 위치시켜 도재용 유리혼합판 위에서

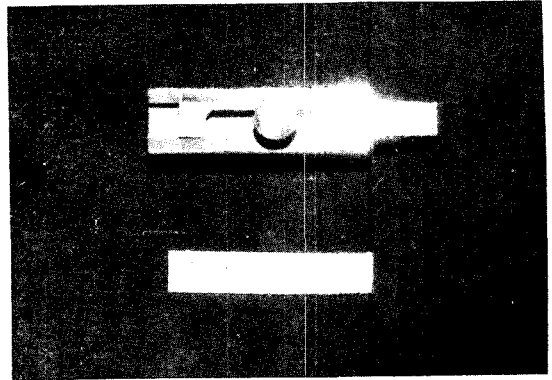


Figure 1. Specimen mold for porcelain build-up

불투명도재분말을 용액과 교반하여 도재붓으로 금속색이 나타나지 않도록 0.3mm 두께로 응축 및 용착시킨 후, 상아질색분말과 법랑질색분말을 용액과 교반하여 후경이 1.0 mm, 0.7mm가 되도록 주형내에서 응축하고 Ney 사의 Barkmeyer Mark III 진공도재료에서 제조회사의 Firing cycle에 따라 소성하였다.* (Table 2) (Figure 2)

Table 2. Ceramco Vacuum Porcelains Firing Cycles.

Procedure	Paint-O-pake	Gingival Incisal
Dry Out	1200°F/649°C	1200°F/649°C
Insertion at	1200°F/649°C	1200°F/649°C
Set Vacuum Pressure	26"-29"Hg	26"-29"Hg
	660-736mmHg	660-736mmHg
Set Heating Rate	90°-100°F/min	900-100°F/min
	50°- 55°C/min	50°- 55°C/min
Fire Under Vac. from	1200°F-1700°F	1200°F-1700°F
	650°C - 927°C	650°C - 927°C
Release Vacuum at	1700°F-1860°F	1775°F-1800°F
	993°F -1015°F	968°C - 982°C
Cooling	Bench Cool	Bench Cool

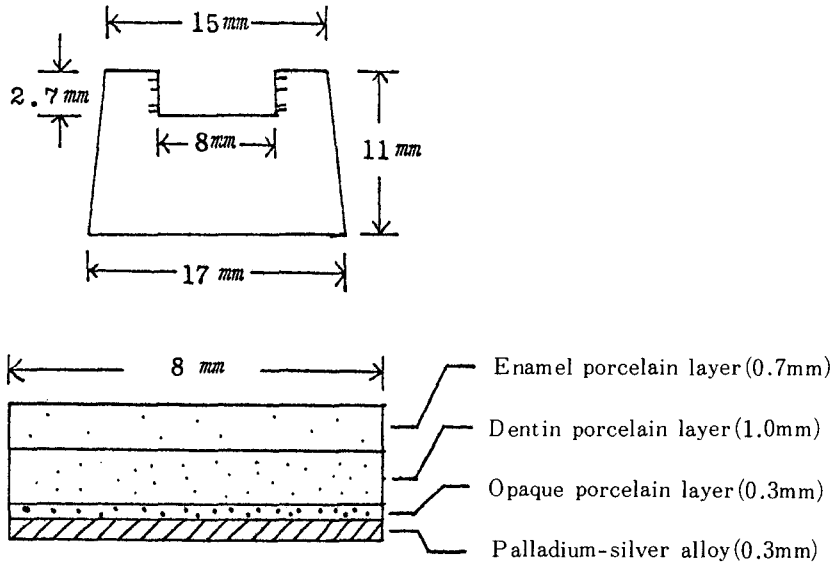


Figure 2. Cross-sectional views of the specimen mold and the specimen

완성된 시편은 사용한 합금과 용액에 따라 여섯 군으로 나누었는데, 처리된 합금과 제조회사 용액을 사용한 제 1 군을 대조군으로 하고 나머지를 실험군으로 하여 Table 1과 같이 분류해서 군 별로 4 개씩 Ortho jet resin에 $40 \times 16 \times 20^{mm}$ 크기로 매물했다.

매물된 시편은 시편절단기 (Figure 3)로 시편의 중앙부위를 절단하고 Emery paper #600 ~ #1200와 시편연마기 (Figure 4)로 절단면을 연마한 후 초음파세척기에서 10분간 세척하였다 (Figure 5)^{37, 43)}

2. 측 정

시편을 완전히 연마한 후, 각 시편에서 도재층별로 임의의 2 부위씩 모두 6 부위를 관찰하여 전체 24개의 시편에서 도합 144 부위를 Olympus사 Photomicroscope ($\times 200$) (Figure 5)로 사진 촬영한 후 각 부위의 기포율(%), 기포직경(mm), 기포수(No/mm^2)를 계산하였다.³⁷⁾ 기포율(%)의 계산은 Semmelman의 공식, 기포율(%) = $100 \cdot N \cdot \pi \cdot R^2$ 에 R값은 기포직경의 1/2 값을, N는 기포수(No/mm^2)를 대입하여 산출하였다.

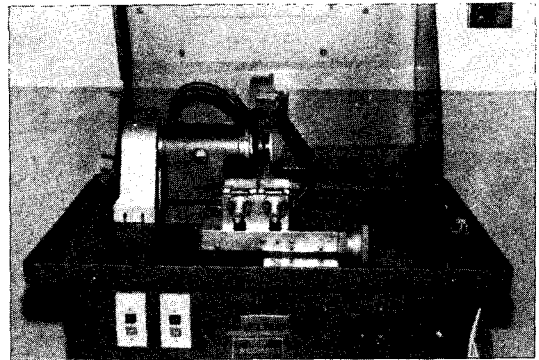


Figure 3. Torsen's Specimen cutting machine.

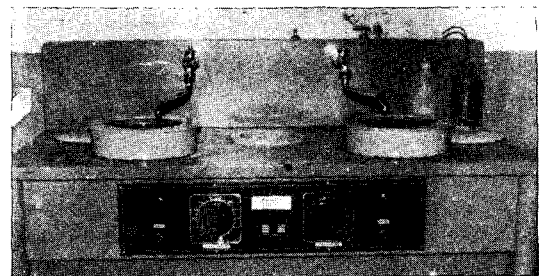


Figure 4. Specimen Polisher

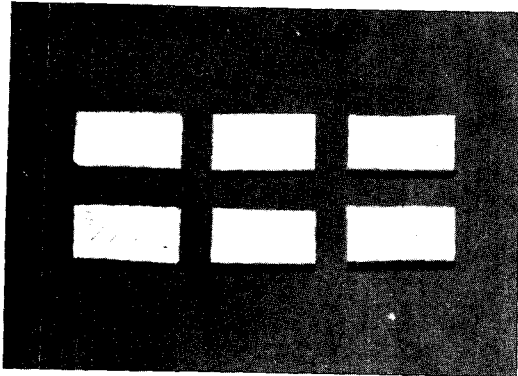


Figure 5. Polished specimens

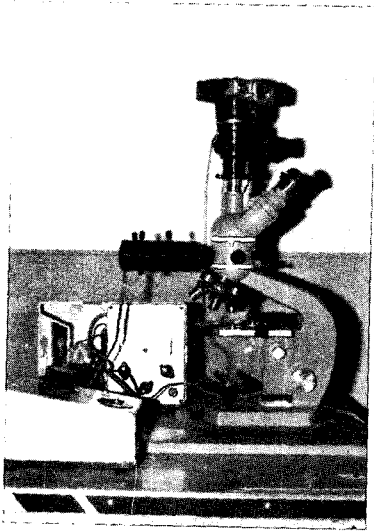


Figure 6. Photomicroscope(Olympus)

III. 실험성적

계산된 각 측정치들을 S.A.S. Computer System으로, 산술평균, 표준편차, 변이계수 및 F-test를 하여 유의성여부에 대해 통계 처리한 결과 다음과 같은 실험성적을 얻었다.

1. Group 별 기포율, 기포직경, 기포수의 비교 (Table 3,4,5):

Table 3. The porosities by groups (%)

Group	Mean	S.D.	C.V.
1	2.23	0.67	30.10
2	2.41	0.48	25.02
3	5.36	1.36	25.46
4	4.88	3.77	73.19
5	3.46	1.10	31.77
6	7.83	3.15	40.16

Table 4. The diameters of the pore by groups (mm)

Group	Mean	S.D.	C.V.
1	0.013	0.004	26.18
2	0.017	0.004	23.14
3	0.020	0.005	22.52
4	0.018	0.004	22.89
5	0.014	0.003	20.54
6	0.025	0.007	27.20

Table 5. The numbers of the pores by groups (No./mm²)

Group	Mean	S.D.	C.V.
1	219	26	11.82
2	195	45	23.24
3	253	55	21.64
4	340	61	17.96
5	348	73	20.92
6	273	66	24.26

Table 3의 기포율에서는, 대조군인 제1군은 2.23%인데 비해 합금과 용액이 모두 오염된 제6군은 7.83%로서 약 3.5배나 증가하였고, 제2군은 2.41%로서 제조회사용액과 증류수간에 차이는 매우 적었다. Table 4의 기포직경에서는, 대조군은 0.013^{mm}인데 비해 제6군은 0.025^{mm}로서 약 2배 증가하였고 제5군은 0.014^{mm}로서 대조군과 유사하게 나타났다. Table 5의 기포수에서는 제2군이 195개로 대조군보다 더 적었으며 제5군이 348개로 약 1.8배 증가하여 최대치를 보였고 제6군은 대조군에 비

해 1.3 배 증가에 그쳤다.

2. Group 별 도재층에 따른 기포율 (%)의 비교.
(Table 6) :

Table 6. The porosities in porcelain layers by groups (%)

Group	Layer	Mean	S.D.	C.V.
1	E.	1.07	0.49	46.07
	D.	0.93	0.44	47.21
	Op.	4.60	1.71	37.29
2	E.	0.90	0.21	23.27
	D.	1.15	0.38	32.83
	Op.	5.18	1.35	26.01
3	E.	2.00	0.89	44.45
	D.	2.37	1.45	61.09
	Op.	11.07	3.03	25.93
4	E.	1.43	0.45	32.13
	D.	0.91	0.16	16.97
	Op.	12.29	10.64	86.53
5	E.	1.18	0.32	27.13
	D.	1.10	0.55	50.17
	Op.	8.10	3.18	39.28
6	E.	2.90	1.52	52.27
	D.	1.71	0.54	31.50
	Op.	18.89	9.67	51.20

* E : Enamel porcelain layer
D : Dentin porcelain layer
Op : Opaque porcelain layer

법랑질색도재층과 상아질색도재층에 비해 불투명도재층의 기포율은 모든 Group에서 4~9배 높아 전체 기포율의 70~84%까지 차지했으며, 합금이 오염된 제4,5,6군의 불투명도재층의 기포율은 다른 도재층에 비해 현저히 증가했다.

3. Group 별 도재층에 따른 기포직경의 비교.
(Table 7) :

Group 1과 Group 2에서 법랑질색도재층과 상아질색도재층의 기포직경은 약 0.01^{mm}이나, 오염용액

Table 7. The diameters of the pores is porcelain layers by groups (mm)

Group	Layer	Mean	S.D.	C.V.
1	E.	0.016	0.022	135.80
	D.	0.008	0.003	32.89
	Op.	0.026	0.009	33.82
2	E.	0.009	0.003	32.68
	D.	0.012	0.006	48.52
	Op.	0.029	0.009	29.90
3	E.	0.013	0.006	50.44
	D.	0.012	0.005	43.18
	Op.	0.035	0.008	23.70
4	E.	0.011	0.003	28.94
	D.	0.008	0.004	43.82
	Op.	0.036	0.012	32.71
5	E.	0.010	0.003	26.09
	D.	0.009	0.002	25.68
	Op.	0.032	0.010	45.45
6	E.	0.016	0.011	70.51
	D.	0.012	0.005	43.97
	Op.	0.048	0.021	44.21

을 사용한 Group 3에서는 약 1.3배 커졌고 Group 4,5,6에서는 Group 1,2,3에 비해 불투명도재층의 기포직경은 약 1.3배 증가한데 비해 법랑질색도재층과 상아질색도재층에서는 기포직경의 변화가 거의 없었다.

4. Group 별 도재층에 따른 기포수의 비교.
(Table 8) :

모든 Group에서 법랑질색도재층과 상아질색도재층에 비해 불투명도재층에서 기포수가 많았는데 용액이나 합금이 오염되면 불투명도재층의 기포수는 현저히 증가하여 Group 5에서는 612개로 최대치를 나타내어 대조군의 248개보다 약 2.5배나 많아졌으며 Group 4에서도 466개로 약 1.9배 증가하였다. 또한 법랑질색도재층과 상아질색도재층의 기포수는 대조군과 실험군의 차이가 거의 없는 것으로 나타났다.

Table 8. The numbers of the pores in porcelain layers by groups (No./mm²)

Group	Layer	Mean	S.D.	C.V.
1	E.	199	55	27.81
	D.	214	84	39.38
	Op.	248	48	19.52
2	E.	185	82	44.37
	D.	175	64	36.37
	Op.	226	54	23.77
3	E.	200	72	36.01
	D.	214	62	29.15
	Op.	344	99	28.85
4	E.	284	95	33.44
	D.	271	82	30.19
	Op.	466	116	24.81
5	E.	195	55	27.95
	D.	236	91	38.52
	Op.	612	132	21.52
6	E.	212	88	41.77
	D.	212	71	33.74
	Op.	396	174	44.05

5. 기포율에 대해 F-test에 의한 유의성의 비교 (Table 9) :

용액, 합금 그리고 도재층의 종류에 따라 기포율에 대한 유의의 차는 매우 컸으며, 도재층과 용액,

Table 9. The comparison of the significance by F-test for the porosities

	F value	P value	$\alpha=0.05$
between liquids	14.0	0.0001	S.
between alloys	11.7	0.0008	S.
between porcelain layers	90.9	0.0001	S.
liquid * alloy	0.7	0.4910	.
liquid * porcelain layer	6.2	0.0001	S.
alloy * porcelain layer	10.3	0.0001	S.
liquid * alloy * porcelain layer	0.7	0.5788	.

* : Interaction S : Significance

도재층과 합금 간의 상호작용에 의해서도 $P=0.0001$ 로서 유의의 차가 있었다.

6. 기포직경에 대해 F-test에 의한 유의성의 비교 (Table 10) :

기포직경에 대해, 용액과 도재층의 종류에 따라서는 $P=0.0009$ 와 $P=0.0001$ 로서 유의의 차가 매우 컸고, 용액과 도재층사이의 상호작용에 의한 유의의 차도 나타났으나, 합금의 오염여부는 $P=0.3514$ 로서 유의의 차가 없었다.

Table 10. The comparison of the significance by F-test for the diameters of the pore

	F value	P value	$\alpha=0.05$
between liquids	7.4	0.0009	S.
between alloys	0.9	0.3514	.
between porcelain layers	77.2	0.0001	S.
liquid * alloy	2.1	0.1332	.
liquid * porcelain layer	1.4	0.2397	.
liquid * alloy * porcelain layer	1.8	0.1327	.

* : Interaction S : Significance

7. 기포수에 대해 F-test에 의한 유의성의 비교 (Table 11) :

기포수에 있어서, 합금과 도재층의 종류에 따라

Table 11. The comparison of the significance by F-test for the numbers of the pores

	F value	P value	$\alpha=0.05$
between liquids	0.4	0.6441	.
between alloys	42.5	0.0001	S.
between porcelain layers	54.1	0.0001	S.
liquid * alloy	7.1	0.0012	S.
liquid * porcelain layer	1.9	0.1182	.
alloy * porcelain layer	16.2	0.0001	S.
liquid * alloy * porcelain layer	4.1	0.0036	S.

* : Interaction S : Significance

$P=0.0001$ 로서 상당한 유의 차를 보이며, 합금과 도재층 그리고 용액과 합금과 도재층간의 상호작용에 의한 유의 차도 크게 나타났다.

IV. 총괄 및 고찰

Brecker⁷⁾가 도재와 용착되는 Au-Pt계 합금을 만든 이후, 다양한 합금의 개발로 도재소부전장금관의 시술이 임상에서 많이 활용되고 있으며 경제적이고 안전한 물리적 성질을 가진 값싼 합금을 선택하고자 하는 경향이 증가되고 있다. Huget등¹⁴⁾이 Pd-Ag alloy에 대해 물리적 성질을 연구하고 Silver등³⁹⁾이 Pd alloy와 도재간의 열팽창율이 도재소부전장금관에 적합하다고 보고하였으며, Pd-Ag alloy의 임상활용도가 높은 바,⁴⁶⁾ 본 실험에서도 이 alloy를 사용하여 시편을 제작하였다.

Semmelman⁴²⁾과 Johnston등¹⁸⁾은 소성온도에 따른 기포모양과 기포율을 관찰하고 기포율을 최소화시킬 수 있는 3가지 소성방법중 진공소성방법이 가장 실용적이면서 효과적이라고 했고, Mintz³¹⁾등은 진공조작을 잘못된 경우 기포율이 증가하거나 불투명도재의 포말현상이 일어나며 Preheating 없이 직접소성하거나 과소성하면 기포가 상당히 증가됨을 보고하였는데, 본 실험에서는 모든 시편의 제작에서 온도와 진공조작을 제조회사의 지시에 따라 같은 조건으로 소성하도록 노력하였으며, 불투명도재의 소성은 1850° F까지, 범랑질색 및 상아질색도재의 소성은 1775° F까지 소성하였다.

Pettrow등^{32, 33)}은 응축효과는 도재분말입자의 크기와 모양과 양에 의해 좌우되며 응축방법에 따른 도재의 강도에는 큰 차이가 없다고 했으며, Berger⁵⁾는 응축방법에 있어서 공기소성용 도재분말은 입자가 거칠기 때문에 반드시 충분한 진동을 주어야 하지만, 진공도재분말은 입자가 여러 크기로 구성되고 미세하기 때문에 진동이 필요치않고 과도한 진동은 오히려 불리하며 잉여수분을 흡수로 흡수할 때 미세입자까지 흡수될 위험이 있다고 했는데, 본 실험에서는 한 종류의 도재분말을 사용하여 균일한 두께와 양을 가진 시편을 만들고 가능한 균등한 응축효과를 얻고져 진동을 주기에 편리한 주형을 사용하고 용액과 분말의 혼합비율도 일정하게 조절하여 시편간에 실험오차가 극소화 되었다고 사료된다. Leinfelder 등²⁶⁾은 합금이 수지접촉오염되

면 그 오염면적에 비례하여 gas가 발생되어 도재 내부에 기포를 형성하는 주원인이 됨을 발표했고, HF 용액에도 합금의 오염은 완전히 제거 할 수는 없고 Degassing이 가장 효과적인 오염제거방법이라고 하여, 본 실험의 Group 1,2,3에서는 합금을 제조회사의 지시대로 Degassing 처리하였고, Group 4, 5,6에서는 좌수약지로 균등한 수지접촉오염을 시켰다. 또한 Jones 등¹⁹⁾은 기포측정방법을 4가지 소개했는데 저자는 그 중에서 가장 실용적이며 정확도가 비교적 높은 Microscope point counting 방법을 이용했다. Meyer 등^{19, 30)}은 소성방법과 도재종류에 따른 기포율의 차이를 보고하였고 Hodson¹²⁾은 평균 최대기포의 직경은 약 0.02~0.03^{mm} 이며 대다수의 기포가 크기가 매우 작은 기포라고 보고하였는데, 이는 Table 7의 Group 1,2의 수치와 일치하였고 거의 모든 기포가 평균직경보다 작은 기포였다.

Table 6에서 Group 1,2의 범랑질색 및 상아질색도재층의 기포율은 약 1%인데 이는 Semmelman³⁷⁾의 실험치 0.1%, Jones¹⁹⁾의 실험치 0.5~0.9%보다 높은 수치이며, 전체기포율은 약 2.3%로서 Hodson¹²⁾의 실험치 1.5%보다 높았고, 또한 축성하는 모양에 따라 전치부는 3.6%, 구치부는 7~8%의 기포율을 나타내어 심한 차이를 보인다는 Wilson¹⁹⁾의 보고에 따르면, 본 실험의 수치와 선현들의 수치를 직접 비교할 수는 없는데, 그 이유로는 시편의 모양, 축성 및 소성의 조건 그리고 측정방법의 차이때문으로 사료된다.

Table 6에서, 불투명도재층의 기포율은 다른 두 도재층의 기포율보다 4~9 배 높으며 합금과 용액의 오염여부에 따라 상당한 유의 차가 있었다. 이와같은 현상에 관하여 Meyer³⁰⁾와 Mintz³¹⁾는 불투명도재분말의 특이한 조성과 화학반응에 의한 것으로 설명하였으며, 도재소부전장금관의 파절도 주로 여기서 기인된다고 했다. 또한 Pettrow³²⁾의 보고에 따르면 도재소부전장금관의 구강내 파손율이 공기중소성도재는 2~7%이고 진공소성도재는 0.5%이하라고 했는데 Group 6의 기포율은 공기중소성도재의 기포율 6~7%보다 높아,¹⁹⁾ 예상되는 파손율은 상당히 높을 것으로 여겨지며, 또한 Group 6의 불투명도재층의 기포수는 Group 4보다는 적지만 평균기포직경이 매우 크기 때문에 기포율이 약 19%나 되었으며, 이는

Group 3의 1.6배, Group 1의 4 배에 해당된다. 이는 불투명도재분말이 다른 두 도재분말에 비해 오염에 의한 영향을 더 많이 받는 것으로 여겨지며 불투명도재분말의 조성에 대한 개발 및 보완이 필요하다는 선현들의 보고^{29,30} 와 상통하는 것이다. 또한 Group 3, 4, 5, 6에서 불투명도재층의 기포율과 범랑질색 및 상아질색도재층의 기포율의 차이가 많은 것으로 보아, 불투명도재층 내부의 기포와 오염인자들이 상부의 도재층에는 영향을 거의 미치지 않는 것으로 여겨지는데 이것은 불투명도재의 소성온도가 다른 두 도재보다 약 75°F 더 높기 때문인 것으로 사료된다.

제조회사용액에는 Glycerin 등이 함유되어 있어 증류수에 비해 점조도가 높는데, 용액의 점조도가 낮을수록 크기가 작은 기포들이 많이 발생한다는 보고에 비해¹⁶ 대조군과 Group 2 사이에는 그러한 차이가 보이지 않았다. 이는 용액의 점조도가 낮으면 빨리 건조되어 도재축성시간이 그만큼 짧아야 하는데, 본 실험의 시편은 축성시간이 짧았던 만큼 점조도에 의한 영향은 배제된 것으로 사료된다.

Table 8에서, Group 6의 불투명도재층의 기포수가 Group 4, 5에 비해서 크게 감소한 것은, Group 6의 기포 크기가 매우 컸기 때문에 단위면적당 기포수는 감소된 것으로 사진상에서 나타났다. 합금과 불투명도재층의 경계부위를 보면 Group 3, 4, 5, 6에서 불규칙한 모양의 큰 기포들이 상당히 많으며 오염이 심할수록 기포율과 직경은 증가되어 Group 6에서는 대부분의 경계면에서 거대기포들이 연속적으로 발생되어 도재-합금간의 결합력과 강도에 큰 영향을 미칠 것으로 사료된다.

V. 결 론

저자는 도재소부전장금관용 합금으로 Pd-Ag alloy를 사용하여 오염군과 비오염군으로 나누고, 용액으로는 제조회사용액과 증류수 그리고 상용 수도물을 사용하여, Ceramco사의 65번 색조 도재분말을 축성하고 진공소성해서, 도재내부의 기포발생에 오염이 미치는 영향을 Photomicroscope로 관찰 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 기포율에 있어서, 불투명도재층이 전체기포율의 70% 이상을 차지했고 용액의 오염은 모든 도재층에서 약 2 배의 증가를 일으켰다.
2. 용액 및 합금의 오염은 도재-합금의 경계면

에서 기포발생을 현저히 증가시켰다.

3. 기포직경에 있어서, 용액의 오염은 약 1.5 배의 증가를 일으켰고, 합금의 오염은 불투명도재층에서만 약간의 증가를 일으켰다.

4. 기포수에 있어서, 합금의 오염과 도재층간에는 유의의 차가 있으나, 용액의 오염은 불투명도재층에서만 유의성을 보였다.

참 고 문 헌

1. Baker, C.R.: Condensation of dental porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 10:1094, 1960.
2. Barghi, N., Alexander, L., and Draughn, R.A.: When to glaze—An electron microscope study, *J. Prosthet. Dent.*, 35:648, 1976.
3. Barghi, N., King, C.J., and Draughn, R.A.: A study of porcelain surfaces as utilized in fixed prosthodontics, *J. Prosthet. Dent.*, 34:314, 1975.
4. Barghi, N., and Richardson, J.T.: A study of various factors influencing shade of bonded porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 39: 282, 1978.
5. Berger, R.P.: The art of dental ceramic sculpturing, *Dent. Clin. North Am.*, Nov., 751, 1963.
6. Bertolotti, R.L., and Shelby, J.E.: Viscosity of dental porcelain as function of temperature, *J. Dent. Res.*, 58:2001, 1979.
7. Brecker, S.C.: Improved porcelain fused to gold bridge, *Dent. Clin. North Am.*, Jan., 163, 1959.
8. Ceramco, Inc.: Ceramco Basic Porcelain Manual, Ceramco, Inc., Woodside, N.Y., 1963.

9. Fairhurst, C.W., Hasinger, D.T. and Twigg, S.W.: Glass transition temperatures of dental porcelain, *J. Dent. Res.*, 60:995, 1981.
10. Fairhurst, C.W., and Leinfelder, K.F.: Heat treating porcelain enameled restoration, *J. Prosthet. Dent.*, 16:554, 1966.
11. Hasselman, D.P.H.: Unified theory of thermal shock fracture initiation and crack propagation in brittle ceramics, *J. Am. Ceram. Soc.*, 52:600, 1969.
12. Hodson, J.T.: Some physical properties of three dental porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 9:325, 1959.
13. _____: Phase composition of crown and inlay porcelain, *J. Dent. Res.*, 38:483, 1959.
14. Huget, E.F., and Civjan, S.: Status report on palladium-silver based crown and bridge alloy, *J. Am. Dent. Assoc.*, 89:383, 1974.
15. Ingersol, N.: Troubleshooting casting technical problems for dental alloys to which porcelain will be fused, *J. Prosthet. Dent.*, 28:439, 1972.
16. John, W.N., and John, B.M.: Semiprecious alloys for cast restoration. A preliminary report, *J. Prosthet. Dent.*, 38:627, 1977.
17. Johnston, J.F., Mumford, G., and Dykema, R.W.: *Modern Practice in Dental Ceramics*, Philadelphia, W.B. Saunders Co., 1967.
18. Johnston, J.F., Phillips, R.W., and Dykema, R.W.: *Modern Practice in Crown and Bridge Prosthodontics*, ed. 3., Philadelphia, W.B. Saunders Co., 410, 1971.
19. Jones, D.W. and Wilson, H.J. :: Porosity in dental ceramics, *Brit. Dent. J.*, 138:16, 1975.
20. Kingery, W.D.: *Ceramic fabrication process*, John Wiley and Sons, Inc., 131, 1958.
21. Kulp, P.R., Lee, P.W., and Fox, J.E.: An impact test for dental porcelain, *J. Dent. Res.*, 40:1136, 1961.
22. Landesman, H.M., Gennaro, G.G., and Martiroff, J.T.: 18-month clinical evaluation of semiprecious and nonprecious alloy restorations, *J. Prosthet. Dent.*, 46:161, 1981.
23. Lautenschlager, E.P., Greener, E.H., and Elkington, W.E.: Microprobe analyses of gold-porcelain bonding, *J. Prosthet. Dent.*, 48:1206, 1969.
24. Lavine, M.H., and Custer, F.: Variables affecting the strength of bond between porcelain and gold, *J. Dent. Res.*, 45:32, 1966.
25. Lee, P.W.: New dental porcelain with extreme resistance to thermal shock, *J. Dent. Res.*, 34:744, 1975.
26. Leindelder, K.F., Fairhurst, C.W., O'Brien, W.J., and Ryge, G.: Evolution of gases from high fusing gold alloys, *J. Dent. Res.*, 45:1154, 1966.
27. Leone, E.F., and Fairhurst, C.W.: Bond strength and mechanical properties of dental porcelain enamel, *J. Prosthet. Dent.*, 18:155, 1967.
28. McLean, J.W.: *The Science and Art of Dental Ceramics*, Vol. 1, Quintessence publishing Co., Inc., 1979, Chicago.
29. _____: *The Science and Art of Dental Ceramics*, Vol. 2, Quintessence Publishing Co., Inc., 1979, Chicago.
30. Meyer, J.M., O'Brien, W.J., and Yu, C.U.: Sintering of dental porcelain enamels, *J. Dent. Res.*, 55:696, 1976.
31. Mintz, V.W., Caputo, A.A., and Belting,

- C.M.: Inherent structural defects of porcelain fused to gold restoration, *J. Prosthet. Dent.*, 32:544, 1974.
32. Pettrow, J.H.: Practical factors in building and firing characteristics of dental porcelain, *J. Prosthet. Dent.*, 11:334, 1961.
 33. Phillips, R.W.: *Skinner's Science of Dental Materials*, ed. 8., W.B. Saunders company, 526, 1973.
 34. Preston, J.D., and Berger, R.: Some laboratory variables affecting ceramo-metal alloys, *Dent. Clin. North Am.*, 21:717, 1977.
 35. Riley, E.J.: Ceramo-metal restoration, *Dent. Clin. North Am.*, 21:669, 1977.
 36. Ronald, P.L., and Richard, J.G.: Bond strength studies of precious, semiprecious and nonprecious ceramic-metal alloys with two porcelains, *J. Prosthet. Dent.*, 37:288, 1977.
 37. Semmelman, J.O.: A method of measuring porosity of teeth, *J. Dent. Res.*, 36:945, 1957.
 38. Shelby, D.S.: Practical considerations and design of porcelain fused to metal restoration, *J. Prosthet. Dent.*, 12:542, 1962.
 39. Silver, M., Howard, M.C., and Klein, G.: Porcelain bonded to a cast metal understructure, *J. Prosthet. Dent.*, 11:132, 1961.
 40. _____: Evaluation and comparison of porcelain fused to cast metals, *J. Prosthet. Dent.*, 10:1055, 1960.
 41. Stein, R.S., and Kuwata, M.: Current ceramo-metal procedures, *Dent. Clin. North Am.*, 21:729, 1977.
 42. Vines, R.F., and Semmelman, J.O.: Densification of dental porcelain, *J. Dent. Res.*, 16:950, 1957.
 43. 金빛仙: 도재와 도재소부용 Ni-Cr계 합금간의 결합력에 관한 실험적 연구, *대한치과보철학회지*, 19:61, 1981.
 44. 김철위: 도재전장관에 사용되는 도재와 합금에 대하여, *대한치과의사협회지*, 20:123, 1982.
 45. 梁在鎬: 도재소부전장수복물 제작에 관한 기술적 고찰(IV). *대한치과의사협회지*, 19:423, 1981.
 46. 張翼泰: 보철물 제작에 사용되는 금속합금의 최근의 실태(2). *대한치과의사협회지*, 19:860, 1981.
 47. _____: 보철물 제작에 사용되는 금속 합금의 최근의 실태(3). *대한치과의사협회지*, 19:926, 1981.

ABSTRACT

**AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE PORCELAIN
POROCITY EXERTED BY THE CONTAMINATION OF THE
CERAMO-METAL ALLOY AND LIQUID**

Young Chan Jeun., D. D. S., Ho Yong Lee. D. D. S., M. S. D., PhD.

Department of Dental Science, School, Yonsei University

This study was undertaken to observe the porcelain porosity exerted by the contamination of the alloy and liquid. The alloy used in this study was Jelstar; liquids were Ceramco Sta-Wet liquid, distilled water and tap water; and Ceramco vacuum porcelain powder was used.

The measurements with photomicroscope (x200, Olympus) were made on the porosity, the diameter (mm) of the pores and the numbers of the pores (No/mm²)

The results of this study were obtained as follows:

1. In the porosity, the opaque layer contained over 70% of the total porosity, and the porosity was increased about twice in every porcelain layer by the tap water.
2. The contamination of the alloy and liquid caused porosity to increase markedly at the interface of the metal-porcelain.
3. The diameter of the pores were increased about 1.5 times larger by the contamination of the liquid, and only a slight increase in the opaque layer due to the contamination of the alloy.
4. In the numbers of the pores, there were significant differences according to the contamination of the alloy and the porcelain layer. And the contamination of the liquid caused significant differences only in the opaque layer.

》 전영찬 논문 사진부도① 《

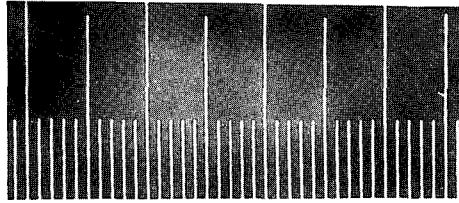


Figure 7. The unit length equals 0.01mm.
Magnification×200.

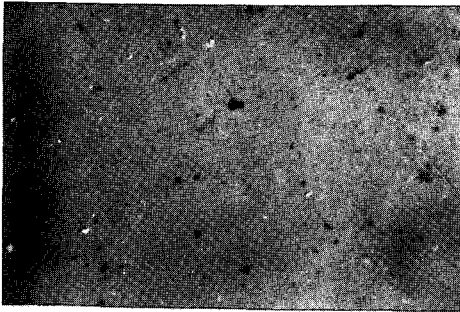


Figure 8-a. The enamel porcelain layer of the group 1.

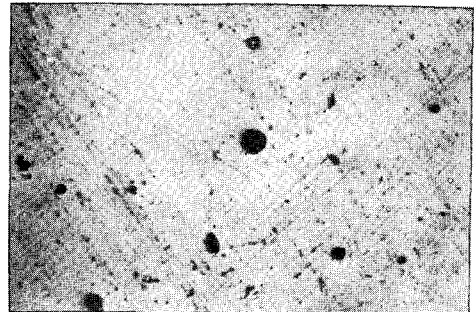


Figure 9-a. The enamel porcelain layer of the group 2.

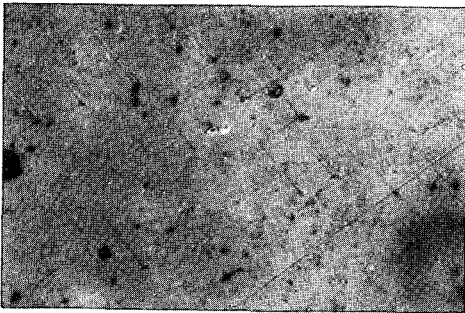


Figure 8-b. The dentin porcelain layer of the group 1.

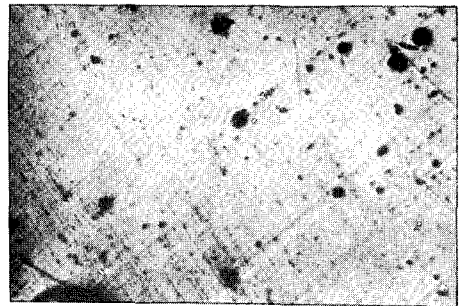


Figure 9-b. The dentin porcelain layer of the group 2.

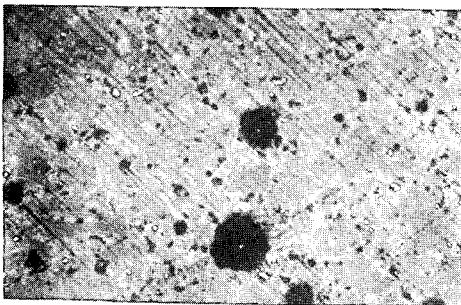


Figure 8-c. The opaque porcelain layer of the group 1.

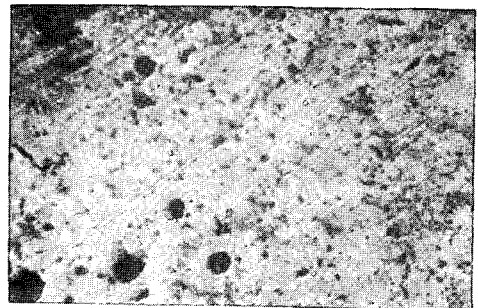


Figure 9-c. The opaque porcelain layer of the group 2.

》 전영찬 논문 사진부도② 《

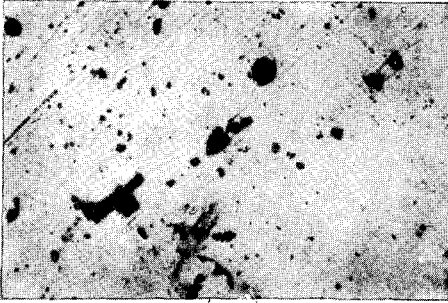


Figure 10-a. The enamel porcelain layer of the group 3.

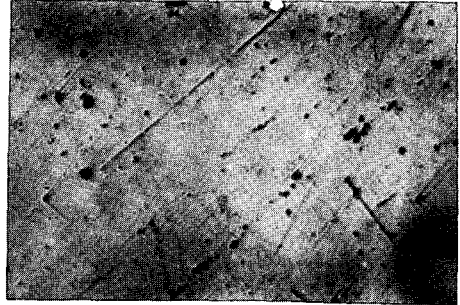


Figure 11-a. The enamel porcelain layer of the group 4.



Figure 10-b. The dentin porcelain layer of the group 3.

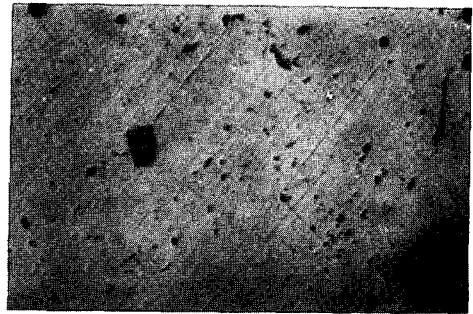


Figure 11-b. The dentin porcelain layer of the group 4.



Figure 10-c. The opaque porcelain layer of the group 3.

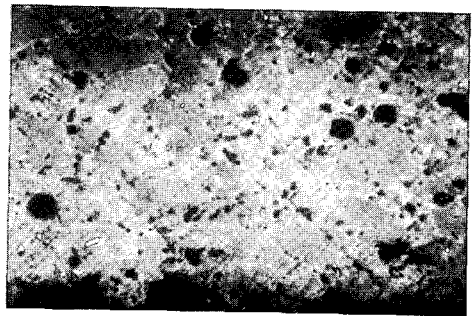


Figure 11-c. The opaque porcelain layer of the group 4.

》 전영찬 논문 사진부도③ 《

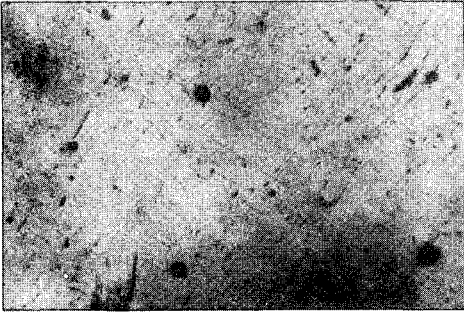


Figure 12-a. The enamel porcelain layer of the group 5.

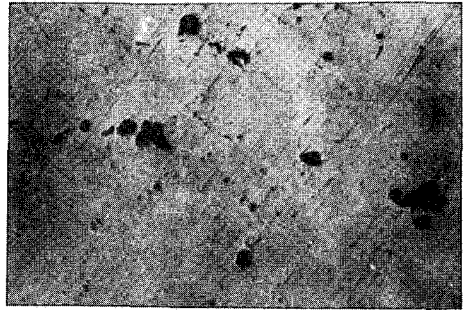
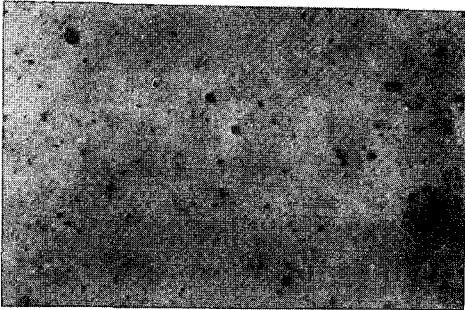


Figure 13-a. The enamel porcelain layer of the group 6.



Figur 12-b. The dentin porcelain layer of the group 5.

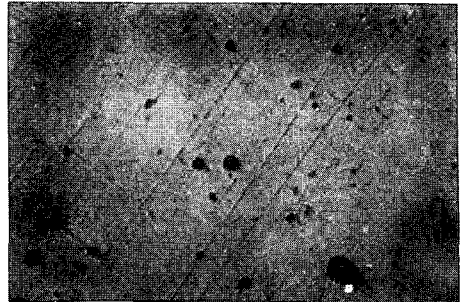


Figure 13-b. The dentin porcelain layer of the group 6.

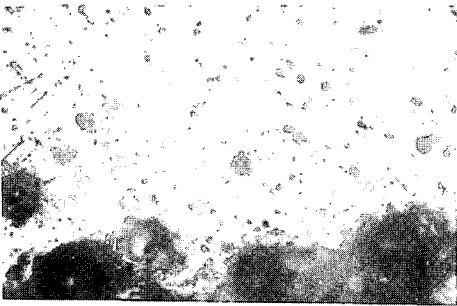


Figure 12-c. The opaque porcelain layer of the group 5.

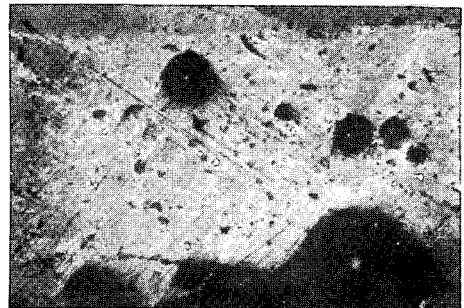


Figure 13-c. The opaque porcelain layer of the group 6.