

# 금속의 두께가 도재의 파절강도에 미치는 영향

신 무 학, 최 운 재, 김 용 원\*

(원광보건대학 치기공과, 보화치과기공소\*)

## Abstract

### A study on the difference of Ceramic fracture strength according to the metal depth

**Mu-Hak Shin, Un-Jae Choi, Yoong-Won Kim\***

*Dept. of Dental Lab. Technology, Wonkwang Health Science College, Bo Hwa Dental Lab.\**

In the manufacture of ceramo-metal crown, difference of fracture strength according to the metal depth has been known to be an important influence on enough intensity and internal stress to endure an occlusion-pressure as well as aesthetics of rehabilitating similar colour such as natural teeth. Depth of ceramic material could be determined by that of metal in three groups: first case of thin depth, second case of thick depth, and third case of constant depth. For the enhancement of the fracture strength between metal and ceramic materials and aesthetic satisfaction, a study on the bonding force, fracture strength, and aesthetics have been required more.

In this study, therefore metal coping were made in three groups of A, B and C by using both ceramic powder of Norithe and metal of Columbium, which have been used primarily in the market. A group was made in  $0.2\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ , B group was made in  $0.4\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ , and, C group was made in  $0.8\text{mm} \times 10\text{mm} \times 10\text{mm}$ , respectively. The number of metal coping in each group was 10, and total sample numbers used in this study were 30 metal copings. After these

\* 본 논문은 2003년도 원광보건대학 학술연구비 지원에 의해서 이루어진 논문임.

교신    ■ 성 명 : 신 무 학            ■ 전 화 : 063-840-1240            ■ E-mail : 110068@wkhc.ac.kr  
저자    ■ 주 소 : 전북 익산시 신룡동 344-2번지 원광보건대학 치기공과

metal coping tissue were in the process of build-up in 1.5mm constant depth of porcelain, firing, and glazing, the fracture strength about each metal coping tissue was investigated using oil press. It was found that the average values of durable occlusion pressure for separation of ceramic material in the porcelain fused to metal crown (PFM) in the each group showed the increasing order of A group (30 bar), B group (42 bar), and C group (44 bar), respectively. Proper depth of metal coping in the PFM was considered to be 0.4mm in the B group because this metal size showed higher durable property to the occlusion pressure and better coupling strength in the ceramo-metal crown.

• Key word : ceramo-metal crown, binding strength according.

## I. 서 론

치과보철물 제작 시 사용되는 금속 소부 도재관의 특성은 자연치아와 유사한 색감을 자연스럽게 회복시켜주는 심미성과 저작 시 교합압에 충분히 저항할 수 있는 견고성이 요구된다. 금속 소부 도재관의 적당한 결합강도를 얻기 위하여 금속과 도재 결합부분의 용착 정도와 접합강도의 증가를 위한 연구는 학자들에 의해 많이 발전 개선되었으나(Christensen, 1986; Moffa et al, 1973; silver et al, 1960), 금속 두께의 증가에 따른 교합면부의 도재파절 정도에 대한 연구는 미흡한 상태다.

금속 소부 도재관(Ceramo-metal crown, Porcelain fused to metal crown)의 결합이론은 소결(sintering)과정에 의해 형성되는데, 일반적인 기전은 Vickery, Badinelli 등에 의한 비율(%)에서 화학적 결합은 약 52%, 기계적 결합은 22%, 압축결합은 26%로서, 도재와 금속의 열팽창과 수축이 발생하는데, Nielisen은 열팽창 계수차의 한계를  $1.08 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ 로 정하고 아주 유사한 열팽창 계수는  $1 \times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  이상을 초

과하지 않는 범위로 복합적 결합조건에 맞아야 도재와 금속결합을 결정짓는 적절한 요인이 된다(Dykema et al, 1986; Gavelis et al, 1982). 위 결합이론 중 화학적 결합이 도재와 금속결합에 가장 중요한 요소로 (Miyagawa, 1978) 합금을 열처리하면 산소와 친화력이 크고, 확산속도가 빠른 원소들이 표면으로 이동하여 산화물을 형성하고, 금속표면에 생성된 산화막이 도재에 함유되어 있는 산화물과 이온 결합하여 금속과 도재가 견고하게 화합된다(이재원 등, 2002). 또한 분자간 인력(Van der waals force)도 화학적 결합 속에 내포한다(이종엽, 1995).

위 이론을 근거로 금속소부 도재관 제작과정에서 복합적인 기법과 방법은 도재와 금속이 결합을 충족시키는데 지대한 요인으로 작용한다(Lavine et al, 1996; Stewart et al, 1978; Sced et al, 1972). 이에 관련하여 결합강도는 외력이 가해졌을 때 저항에 견딜 수 있는 많은 요인 가운데, 특히 금속의 두께에 따른 교합면부의 도재 파절 정도에 관하여 실험하였다. 도재와 금속의 두께는 학자들에 의해 연구가 있었으나, 보다 환자의 심미성을 유지하는 강도와 만족도를 보완하기 위하여 알맞은 도재층과 필요 적절

한 두께가 외력, 교합 시에 견딜 수 있는 충분한 내구력을 지닌 용착응력 연구가 더욱 요구된다.

따라서 본 연구에서는 최근 시판되고 있는 도재와 금속을 사용하여 두께에 관한 결합과 강도를 실험하였다.

10mm), B군 (0.4mm×10mm×10mm), C군 (0.8mm×10mm×10mm)등 3군으로 분류하여 Sheet Wax를 사용하여 각 군마다 10개씩의 Wax Pattern를 제작하였으며, <Fig. 1> 매물재는 고온에서 견딜 수 있는 인산염계 매물재인 CB 30을 사용하고 진공매물기를 이용하여 제조회사의 규정에 의해 매물하였다 <Fig. 2>.

## II. 실험재료 및 방법

### 1. 실험재료

현재 국내에서 많이 사용되고 있는 도재분말 Noritake powder(Limited Co. Japan)와 금속 colum bium metal(Ni 81%, Cr 11%, Mo 5% 기타 3%, Japan)을 Sheet Wax와 Sprue Wax(Dae Dong, Korea)를, 매물재는 인산염계 매물재인 CB 30(Ticonum Co. USA)을 사용하였다 <Table. 1>.

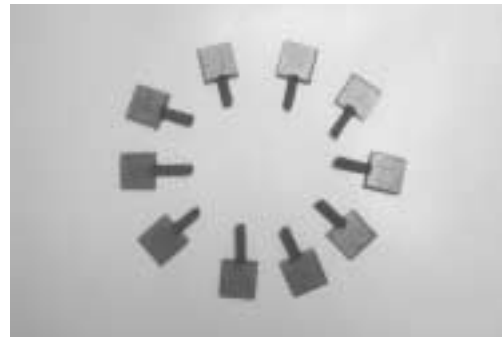
<Table. 1> Material used in this study

Materials	Product	Nationality
Wax	Sheet, sprue	KOREA(대동치재)
Investment	CB 30	U. S. A
Porcelain Opaque Powder	Noritake Pastopaque A4	JAPAN
Porcelain Body Enamel Powder	Noritake Body A4 Namel S2	JAPAN
Porcelain Metal	Colum Bium	JAPAN

### 2. 실험 방법

#### 1) 시편의 제작

Wax Pattern의 크기는 A군 (0.2mm×10mm×



<Fig. 1> Wax Pattern

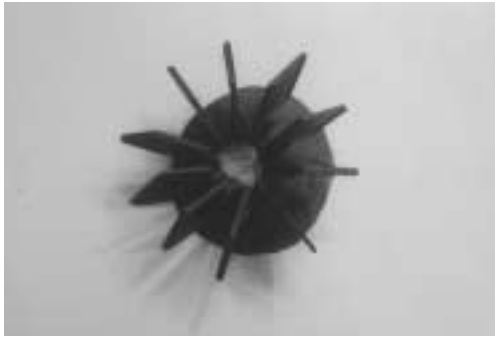


<Fig. 2> Spruing

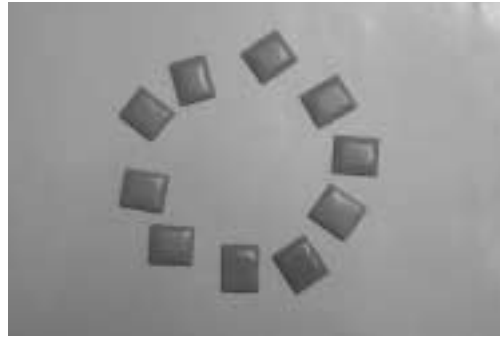
#### 2) 금속시편의 채득 및 처리

매물재 회사에서 제시한 혼수비에 맞추어 매물을 하고 금속제조회사의 소환방법에 의거 소환 후 금속은 colum bium metal(Japan)을 사용하였으며 원심주조기를 이용하여 주조하였다 <Fig. 3>.

주조된 금속 시편은 50μm의 Alumium Oxide



〈Fig. 3〉 Casting body



〈Fig. 4〉 Glazing 완성

로 Sand Blasting하여 잔여 물질을 제거한 후 No 100, No 200의 Sand Paper를 이용하여 표면을 각 단계마다 100회씩 연마한 후 다시 50 $\mu$ m의 Alumium Oxide로 Sand Blasting하여 증기세척 및 초음파세척을 5분간 하였다.

초음파 세척이 끝난 금속시편은 통상의 Degassing방법에 따라 Opaque Porcelain 소성온도보다 20 $^{\circ}$ C높은 1000 $^{\circ}$ C에서 소성하여 불순물을 제거하고 산화막을 형성하였다(이종엽, 1995).

### 3) 도재의 축성 및 소성

준비된 각각의 시편 (A~C군)에 1차 2차 3차에 걸쳐 두께 0.2mm의 Noritke Past A4 Opaque를 축성한 후 제조회사의 지시대로 소성하였다. 0.2mm의 Opaque 두께를 확인한 후 동일한 회사의 A4 Body Powder를 0.8mm 두께로 2회 걸쳐 축성 및 소성한 후 0.5mm 두께로 Enamel Powder S2를 축성 후 소성하여 Porcelain의 두께 1.5mm를 확인하였다. 서냉 후 시편의 Porcelain의 두께를 No 200, No 400 Sand Paper로 연마하여 1.2mm의 두께로 조정하였으며 조정이 끝난 시편은 제조사의 지시에 따라

Glazing처리 하였다〈Fig. 4〉.

### 4) 결합 강도 측정

결합 및 파절 강도의 측정은 쉽게 사용할 수 있는 Oil Press를 사용하였다. 각 군별로 제작된 시편 (A~C군 30EA)를 각 1개씩 Press의 정중앙에 올려놓고 시편 중앙위에 지름 20mm 규모의 원형 쇠구를 시편의 중앙에 올려놓은 후 압력을 서서히 가해 도재가 박리(파절)되는 시점을 찾았다〈Fig. 5〉.



〈Fig. 5〉 Fracture strength testing machine

(Table. 2) The difference of fracture rate for porcelain according to metallic thickness and pressure

시편의 두께	시편의 No.										파절정도 압력의합 (평균)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A군	파절 정도(%)	50. 50	50. 50	10. 10. 80	40. 60	5. 5. 90	50. 50	10. 10. 80	100	30. 70	10. 10. 80	1000 (100)
	압력 (bar)	5. 10	5. 10	5. 10. 20	10. 20	10. 20. 30	10. 15	5. 10. 15	10	15. 20	10. 15. 20	300 (30)
B군	파절 정도(%)	100	100	10. 10. 80	50. 50	10. 5. 85	5. 5. 90	100	20. 80	5. 40. 55	15. 5. 80	1000 (100)
	압력 (bar)	10	15	30. 40. 50	10. 20	15. 20. 35	10. 20. 25	10	10. 15	20. 35. 40	25. 30. 35	420 (42)
C군	파절 정도(%)	100	50. 50	50. 50	50. 50	5. 10. 85	20. 80	50. 50	20. 80	5. 25. 70	15. 85	1000 (100)
	압력 (bar)	10	17. 20	10. 15	15. 20	23. 30. 50	15. 20	20. 30	15. 30	15. 25. 30	15. 25	440 (44)

※ A군(0.2mm), B군(0.4mm), C군(0.8mm)

\*예) 시편 No.3 A군 해석 - 5bar로 압력을 가했을 경우 10% 파절  
10bar로 압력을 가했을 경우 10% 파절  
20bar로 압력을 가했을 경우 80% 파절

### Ⅲ. 실험결과 및 고찰

금속과 도재의 결합은 서로 다른 이종재료간의 결합이라 하지만 그간 수많은 학자들의 연구에 의해 두재료 간의 용착력은 화학적 방법의 개선 및 증가로 양호한 수준에 이르렀지만(Vickery et al, 1968; MeLean 1983; Nielisen, 1962) 물리적인 힘이 가해 졌을 때 즉, 교합압이 가해졌을 때 두 재료간의 용착부위의 초기파절 및 탈락을 조사한 결과 금속의 두께에 따라 다음과 같은 결과가 나타났다(Table. 2).

즉 A군(금속 두께 0.2mm)에서는 시편 10개중

가장 높은 압력에 견디는 도재는 30bar였으며 가장 낮은 압력에 파절되는 도재는 5bar였다.

또한 용착된 시편 10개를 완전히 파절시키기 위해서는 전체적으로 300bar(1개 30bar)의 압력이 필요했으며 각 10개의 시편 중 용착되어 있는 도재를 완전 파절시키는 가장 높은 최종압력들의 합은 175bar 즉 시편 1개 당 17.5bar였다.

B군(금속두께 0.4mm)에서는 시편 10개중 가장 높은 압력에 견디는 도재는 50bar였으며 가장 낮은 압력에서 파절되는 도재는 10bar였다. 또한 용착된 시편 10개를 완전히 파절시키기 위해서는 전체적으로 420bar(1개 420bar)의 압력이 필요했으며, 각 10개의 시편에 용착되어 있는 도

재를 완전히 파절시키는 가장 높은 최종압력들의 합은 255bar 즉, 시편 1개당 25.5bar였다.

C군은 (금속 두께 0.8mm)에서는 시편 10개중 가장 높은 압력에 견디는 도재는 50bar였으며 가장 낮은 압력에서 파절되는 도재는 10bar였다. 또한 용착된 시편 10개를 완전히 깨뜨리기 위해서는 전체적으로 440bar(1개 44bar)의 압력이 필요했으며, 각 10개의 시편에 용착되어 있는 도재를 완전히 파절시키는 가장 높은 최종압력들의 합은 250bar 즉 시편 1개당 25bar였다.

#### IV. 결 론

본 연구는 교합압에 대해 금속의 두께에 따른 porcelain의 용착력 또는 파절정도를 알아보기 위해 실시했다.

도재용 금속은 Colum bium Metal 과 도재용 분말은 Noritake Powder를 사용하여 A군(0.2mm), B군(0.4mm), C군(0.8mm)으로 구분 각 군당 시편 10개 총 30개의 시편을 제작하여 Pressing 실험한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. A군(0.2mm), B군(0.4mm), C군(0.8mm)에서 Pressing(교합압)에 견딜 수 있는 군(mm)의 평균 치는 C군이 44bar, B군이 42bar로 비슷했으며 A군(0.2mm)이 30bar로 저항 수치가 가장 낮게 나타났다.

2. 도재를 완전히 박리시키는 최종압력들의 합은 B군(0.4mm)이 25.5bar, C군(0.8mm) 25bar,

A군(0.2mm) 17.5bar로 B군과 C군이 비슷하였으나 B군이 약간 높았으며 A군이 저항 수치가 가장 낮게 나타났다.

3. 실험결과 PFM에서 금속의 두께는 0.4mm에 가까울수록 용착력이 뛰어나 교합압에 효율적으로 저항할 수 있는 것으로 나타났다.

#### 참 고 문 헌

이재원 외 2인. 도재 주조용 합금에 있어서 알루미늄 첨가에 따른 metal-ceramic과의 결합 증진에 관한 연구. 대한치과 기공학회지, 23, 2, 2002.

이종엽. ceramo metal crown. 상아출판사, 1995.

Christensen GJ. The use of porcelain-fused-to-metal restorations in current dental practice ; A survey. J Prosthet Dent, 56 : 1, 1986.

Dykema RW, Goodacre CJ, phillips RW, Johnston's Modern Practice in Fixed Pro-sthodontics, 4th ed. WB Saunders Co, 1986.

Gavelis JR, lin SB, guckles AD, Morency JD, Sozio RB. A comparison of the bond strength of two ceramometal system. J Prosthet Dent, 48 : 424, 1982.

Lavine MH, Custer F. Variables affecting,

- the strength and mechanical properties of dental porcelain and gold. *J Dent Res*, 45 : 32-36, 1996.
- McLean JW. Dental ceramics, Proceeding of the first international symposium on ceramics. Quintessence co, 347-368, 1983.
- Moffa JP, Lugassy AA, Guckes AD, Gottleman L. An evaluation of nonprecious alloys for use with porcelain veneers. Part I. Physical properties. *J Prosthet Dent*, 30 : 424, 1973.
- Nielisen J. pistudy of the bond between Gold alloys and porcelain. *JD Res*, 41(6) 1424-1437. 1962.
- Sced IR, McLean JW. The strength of metal ceramic bonds with base metals containing chromium. *Brit DJ* 21 : 232-234, 1972.
- Silver M, Klein G, Howard MC. An evaluation and comparison of porcelains fused to cast metals. *J Prosthet Dent*, 10 : 1005, 1960.
- Stewart GP, Maroso D, Schmidt JR. Effect of surface treatments on alloy surfaces. I.A.D.A., abstracts, 59 : No. 875, 1978
- Vickery RC, Badinellii L. A nature of attachment forces on porcelain Gold system. *J Dent Res*, 47. 683, 1968.