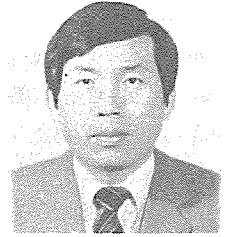


## II. 도재용착 수복물의 실패요인 Causes of Failure in Ceramo-Metal Restoration

연세대학교 치과대학 보철학교실

전임강사 이근우



### I. 서론

도재용착주조관(metal-ceramics)은 금속주조관에 비해 파절이라는 큰 단점을 가지고 있다. 보고에 의하면 약 7%의 도재 수복물에서 파절등의 실패를 나타내고 있다고 하였으며 술자들이 너무 도재와 금속간의 결합을 과대평가하고 있다고 하였다. 치과용 도재는 엄밀히 말하면 장석(feldspar)이 많고 점토(kaolin)가 적은 유리(glass)라고 할수 있으므로 먼저 유리에 대한 성질을 이해하는 것이 치과용도재를 이해하는데 큰 도움이 된다. 유리의 강도는 실제적으로 매우 낮다. 왜냐하면, 눈에 보이지 않는 수많은 미세파절선(microcrack)이 산재해 있고 이것이 전달되어서 결국 깨지게 된다(그림 1). Flaw라고 하는 이 microcrack은 또한 Griffith's flaw라고도 하는데 약 3-6 $\mu$ m의 크기이며 1,000개/cm<sup>2</sup>를 갖게되므로 이 flaw를 줄이기 위한 여러 방법이 시도되었는데 유리섬유(fiber)를 첨가하기도 하였고 1965년

McLean과 Hughes는 20~30 $\mu$ m 크기의 alumina결정 입자를 첨가한 치과용 Aluminous도재를 개발하였는데 이 alumina가 강도를 5~6배 정도 증가시켰다. 그러나 강도를 증가시키기 위한 alumina가 80% 정도 까지 들어가게 되면 색조에 영향을 미쳐서 투명도가 떨어지는 단점을 가지게 되어 core에 50%, dentin 도재에 5-10%, enamel에는 전혀 포함하지않게 하여 보통 도재보다 2배의 강도를 얻었으나 microcrack이 남아 있게 되어 작은 하중에도 파절되는 단점을 가지고 있다. 이러한 실패는 결국 flaw에 의하여 시작되는데 여기에 영향을 미치는 몇가지 요소들에 대하여 생각하므로 좀 더 나은 도재용착주조관을 제작하는데 도움이 되고자 한다.

### II. 금속하부 구조

#### 1. 합금의 종류

도재용착용 합금은 귀금속, 반귀금속, 비귀금속 합금으로 대별할수 있으며 귀금속합금은 타금속합금보다 여러가지 우수한 물리적 성질은 지나 강도가 약하므로 얇게 할수 없는 단점을 가진다고 생각되고 있다. 순면에서 치아 삭제를 충분히 못한 경우 귀금속합금을 사용했을때 0.3~0.4mm, 비귀금속합금의 경우 0.2~0.3mm정도까지 줄일수 있게 된다. 그러나 산화(oxidation)과정시, 비귀금속 합금의 경우 과도한 산화막으로 인하여 금속의 색깔이 검게 변하게 되어 결국 opaque도재를 더 두껍게 도포하여야 하므로 비귀금속합금의 사용에 의한 두께를 줄일수 있다는 장점을 얻을수 없게 된다. 그러므로 합금 종류에 대한 효과는 그다지 크다고 할수 없다.

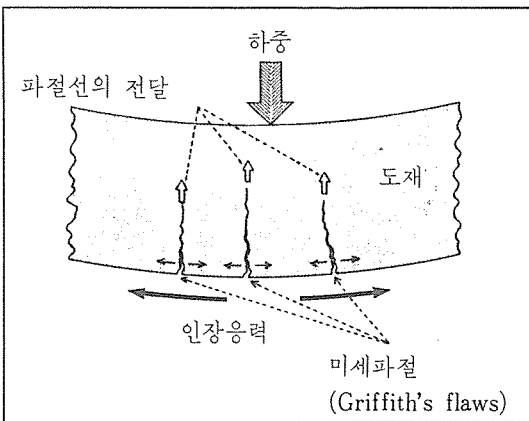


그림 1. 미세파절에 의한 도재파절

## 2. 지대치 형성

### A. 삭제량

치아의 삭제는 금속과 도재의 충분한 두께를 갖도록 하여 강도와 색조의 문제를 해결 할수 있도록 한다. 순측 중앙부의 최소 두께는 1.2~1.3mm, 절단부에서는 1.5~1.6mm이어야 한다(그림 2) 그러나 치아삭제가 충분치 않은 경우 overcontouring에 의한 치주병을 야기하게 된다.

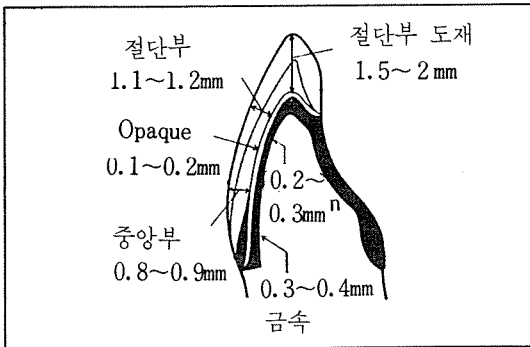


그림 2. 최소의 치아삭제량

### B. Wing의 위치

Shoulder와 chamfer finishing line의 경계부위로서 인접면에 형성되는 wing의 위치가 framework의 강도에 큰 영향을 미친다.

단순구조관의 경우 인접면의 접촉점(contact point)보다 약 1mm설측에 위치시키고 각도는 설측으로 넓게하여 완만하게 이행되도록 한다. 그러나 wing이 너무 순측으로 위치하게 되면 framework이 약하게 되어 교합력이나 cement합착시 파절의 원인이 되며 색조 역시 인접면부위에서 명도(value)가 높아져서 자연치아의 색깔을 얻을수 없다(그림 3).

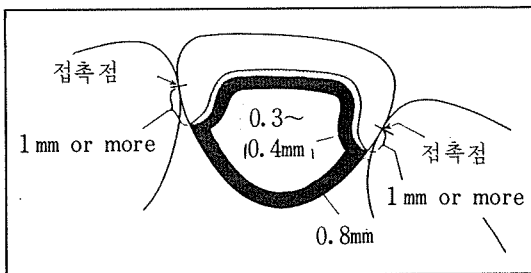


그림 3. wing의 위치

이런 경우 wing을 없도록 하면 훨씬 심미적으로 우수한 효과를 얻을수 있다(그림 4).

계속가공의치의 경우 wing으로 인하여 인접면의 연결부가 약해지므로 설측으로 이동시킨다. 긴 span의 경우는 wing을 없애고 인접면의 금속두께를 보강하는 것이 좋다(그림 5).

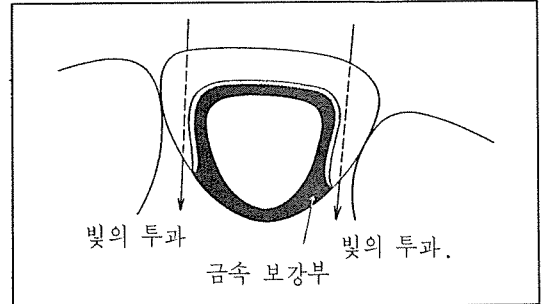


그림 4. wing을 없앤 경우 인접면의 투과도

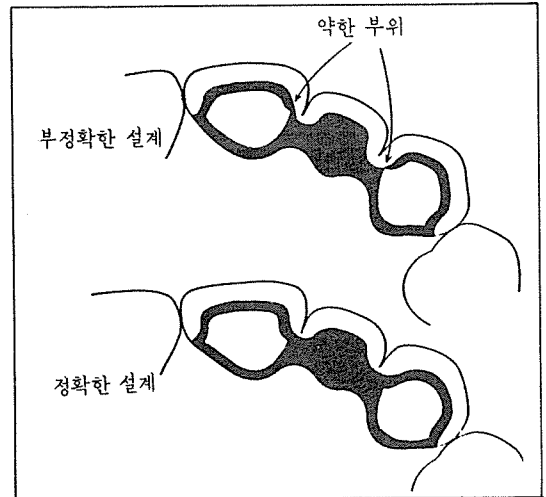


그림 5. 계속가공의치의 지대치 형성시 wing의 위치.

### C. 금속과 도재 접합부(metal-ceramic joint)의 위치

하악운동의 범위내에서 이 접합부가 위치되어서는 안된다. 도재보다는 금속이 마모되면서 금속측 joint에 shoulder를 만들에되어 응력집중으로 인한 파절이 야기된다 (그림 6). 이러한 경우 치경부쪽으로 접합부를 만들게 되는 데 이때는 치아의 설면을 충분히 삭제하여 금속과 도재가 들어갈 공간은 부여하여야 한다(그림 7).

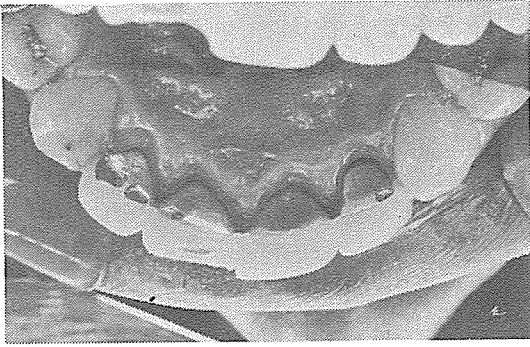


그림 6. 경계부위의 금속이 마모되어 shoulder를 형성하여 생긴 도재의 파절

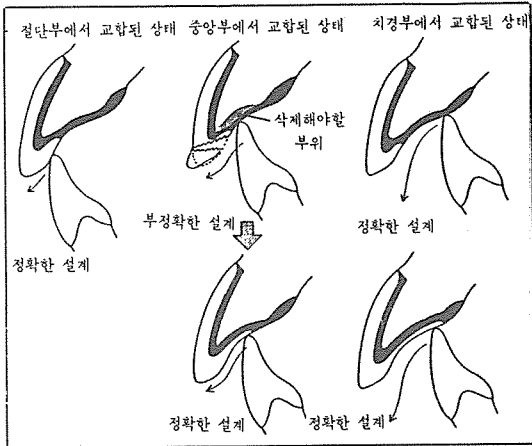


그림 7. 하악치아의 접촉상태에 따른 금속과 도재 접합부 위치.

### 3. 금속하부구조의 설계

1) 계속가공의치의 약한부위는 connector이므로 이 부위의 형태를 V자형 groove 보다는 U자형으로 만든다(그림8).

2) 계속가공의치는 막대(beam)는 아니지만 어느 정도 beam의 원칙을 갖게 되는데 교합력에 의한 편향도(deflection)는 깊이, 넓이, 길이에 따라서 달라지게 되며 만약 긴 span의 경우 깊이(depth)를 두껍게 하면 교합력에 저항하는 힘을 보강할 수 있다.

3) 전치부의 connector는 최대한 절단-치은쪽으로 길게하고 가능한 설측으로 연장시킨다.

그러나 길이가 짧은 경우는 절단부쪽으로 연장시킨다.

4) Pontic이 여러개인 경우 lingual strut를 연장시키고 금속두께가 충분하면 connector부위까지만 연

장한다.

5) 구치부 교합면의 형태는 full porcelain coverage와 full metal coverage, 그리고 partial metal coverage로 나눌 수 있는데 부분금속피개는 경계부에 응력이 집중되므로 피하는 것이 좋고 완전도재피개인 경우 균일한 도재의 두께를 유지할 수 있도록 해야 한다. 완전 금속피개인 경우 상대치아와 접촉되는 곳에 도재와 금속의 경계부를 만들어서는 안된다(그림9). 금속지지가 없는 도재는 파절되기 쉽다. 그러므로 적당한 형태의 금속하부구조를 형성한 후 도재를 축성한다.

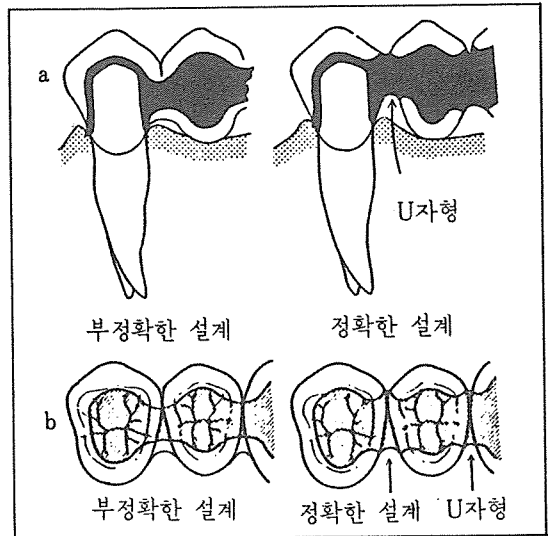


그림 8. connector의 정확한 형태

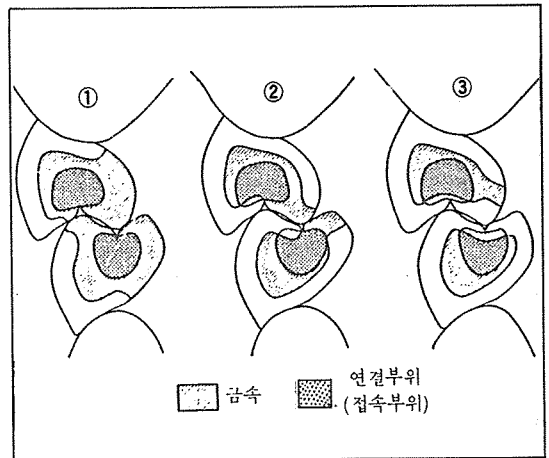


그림 9. ① 완전금속피개 ② 부분금속피개 ③ 완전도재피개

### III. 결합력(Bond strength)

1968년 Vickery와 Badinelli는 도재와 금속의 결합에도 화학적 결합(52%), 기계적 결합(22%), 그리고 두물질의 열팽창계수의 차이에 의한 압축결합(compression bonding, 26%)이 관여한다고 하였으며, 그중에 화학적결합이 가장 중요한 역할을 한다고 하였다. 이 화학적 결합을 증진시키기 위하여 각 합금에 비귀금속(base metal)이 소량 함유 되는데 특히 Sn(주석), In(인듐), Fe(철) 등의 미량원소가 첨가되어 이 역할을 하게 된다. 도재가 용착될 금속면을 degassing 과정을 통하여 열처리하면 금속표면의 가

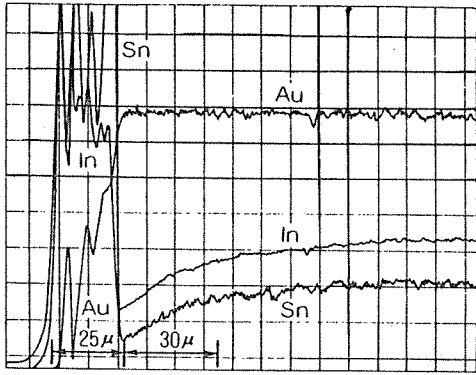


그림10. Degassing과정에 의한 미량원소의 이동

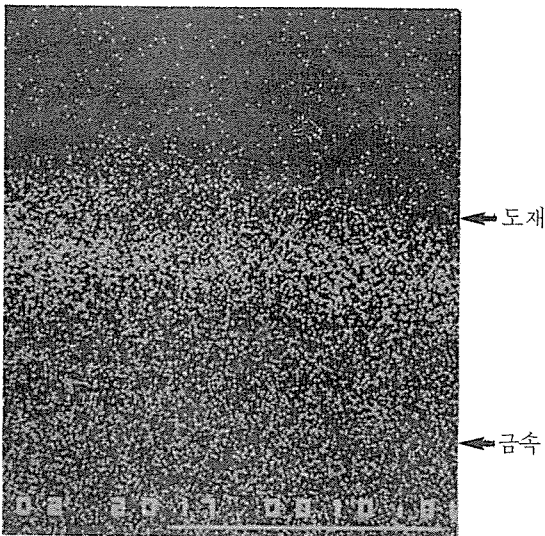


그림11. 금속과 도재의 계면에 집중된 Sn의 X-Ray상

스나 오물을 없앨 수 있으며 미량원소중의 Sn이나 In같은 원소들이 표면으로 이동하여 SnO<sub>2</sub>나 In<sub>2</sub>O<sub>3</sub>같은 산화물을 형성하게 된다. 이산화물은 도재내의 산화물과 이온결합을 하게 되어 강한 화학적 결합물이 된다(그림10, 11).

도재분말내 여러가지 금속산화물을 포함하고 있는데 그중에 특히 SnO<sub>2</sub>가 가장 결합력을 증가시키는데 기여한다고 한다.

그러므로 이러한 금속산화물에 의한 화학적 결합을 얻게 하고 기포의 발생을 최소로 하기 위하여 여러가지 금속표면처리 방법이 소개되었다. 먼저 ceramic point나 fissure bur, carbide bur로 주조된 금속면을 삭제하고 30μm Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>입자로 sandblast한 후 초음파 세척기에서 세척하고 980°C에서 10분간 진공하에서 가열한 후 산성용액 내에서 pickling시킨 후 세척하여 도재를 올리게 되면 좋은 결과를 얻을 수 있다고 한다.

### IV. 열팽창(수축)의 차이

도재와 금속의 열팽창 계수는 다르므로 열을 가한 후 냉각될때 두물질간에 응력이 발생하게 되는데 적당한 응력을 가지게 되면 결합력에 도움을 주지만 너무 크게 되면 crack을 일으키는 원인이 된다(그림 11). 그러므로 이상적으로 열팽창계수의 차이를 1×10<sup>-6</sup>/°C 정도라고 말하고 있다. 그러나 실제적으로 이러한 범위의 차이를 초과하게 되는 경우가 많은데 두형태의 cracking의 원인을 생각할 수 있다.

1. 도재가 인장응력(tensile stress)하에 있을때

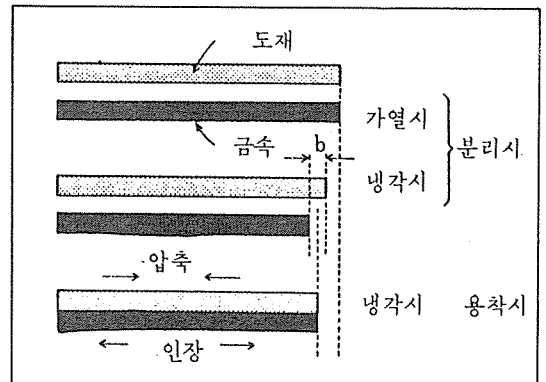


그림12. 도재와 금속의 열팽창(수축)의 차이로 인한 응력

(도재의 열팽창이 큰 경우)

이런 경우의 crack은 도재가 얇은 부위에 나타나게 되고 금속도재의 경계부위에 수직으로 나타난다.

2. 도재가 과도한 압축(compression) 하에 있을때 (금속의 열팽창이 큰 경우)

이때의 crack은 금속구조의 직경이 짧은곳이나 치아장축에 90°로, 그리고 조각이 떨어지는 형태가 된다. 이러한 압축에 의한 crack을 방지하기 위하여 금속구조의 예각을 없애므로 균일한 도재두께를 가지도록 한다. 또한 도재와 금속을 선택할때 비교적 열팽창계수가 너무 차이가 없는 것을 선정하면 좋은 결과를 얻을 수 있다.

## REFERENCES

1. Anusavice, K.J.: Noble metal alloys for metal ceramic restoration, J. Dent. Clin. North. Am, 29: 798, 1985.
2. Bate, J.F., Neill, D.J. and Preiskel, H.W.: Restoration of the Partially Dentate Mouth, Quintessence Pub. Co. Chicago, p.154, 1984.
3. Cascone, P.J.: The effect of thermal properties on porcelain to metal compatability, J. Dent. Res., 58 (A): 262, 1969.
4. Daftary, F. and Donovan, T.: Effect of four pretreatment technique on porcelain to metal bond strength, J. Prosthet. Dent., 56: 535, 1986.
5. Kuwata, M.: Theory and Practice for ceramic-metal restorations, Quintessence Pub. Co. Chicago, 1980.
6. McLean, J.W.: Dental Ceramics, Proceeding of the first international symposium on ceramics, Quintessence Pub. Co., Chicago, 1979.
7. McLean, J.W., and Sced, I.R.: Bonding of dental porcelain to metal, I. The gold alloy porcelain bond, Trans. J. Brit. Ceram. Soc., 72: 229, 1973.
8. McLean, J.W.: The Science and Art of dental ceramics, Vol. I. Quintessence Pub. Co., Chicago, 1979.
9. Nasser, B., Marcia, M.W. and Rafael, A.: Comparison of fracture strength of porcelain-veneered-to high noble and base metal alloys, J. Prosthet. Dent., 1986.
10. Yamamoto, H.: Metal ceramics, principles and method of Makoto Yamamoto, Quintessence Pub. Co., Chicago, pp. 123-202, 1985.

내가맡은 작은일도 하고보면 나라발전

대한치과의사협회 사회정화추진위원회