

Dental Porcelain의 기초와 임상

II) Porcelain과 금속의 Fusing에 관하여

경희대학교 치과대학 보철학교실

최 부 병

II. Porcelain과 금속의 Fusing에 관하여

금속과 Porcelain을 Fusing 시키기 위해서는 Porcelain과 금속이 다같이 특별한성질과 물리적인 특성을 가지고 있지않으면 안된다. 따라서 기술적인 문제이전에 melting range 열팽창계수 금속의강도 결합력등에 대해서 충분한 이해를 가져야 한다.

1) **Melting range:** 일반적으로 치과임상에서 사용되고있는 금합금의 melting range는 대개 1800°F 전후로 이것은 현재널리 사용되고있는 Porcelain의 Fusing temperature와 대단히 가깝기 때문에 이러한 금속에 porcelain을 Baking하게되면 금속 framework 자체가용해된다. 금속에 도체를 Fusing 시킬경우 금속의 형태와 물리적 성질이 변하지 않게 하기위하여 금속의 composition을 바꾸어서 melting range를 높이지 않으면 안된다. 여기에는 통상 2가지가 있는데 하나는 경도를 높이기 위하여 철이나 그외다른 요소를 포함하고 있는 백금이 다량 함유된 금합금으로 대개 2050~2150°F의 melting range를 갖고있고 또 하나는 Ruthenium과 소량의 금과은을 포함한 Palladium 합금으로 melting range는 2700~2900°F이다. 이외에도 1800°F나 그이하의 Fusing Point를 갖고있는 Porcelain과 Bonding되는 Cobalt-Chromium Alloy나 2000°F나 그이하에서 Bonding되는 nickel base alloy가 개발되었으나 여러가지의 결점을 내포 하고있어 현재 널리 사용되고 있지않다. 또한 Porcelain의 Firing Temperature와 금속의 melting range가 너무접근하게되면 금속의 얇은부분은 그위에 전장될 porcelain의 수축에 의해서 금속자체가 변형하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 각제조회사에 따라서 합금을 개량하여 고온에서 변형되지 않게 그 강도를 증가시켜 Porcelain의 Fusing point인 1800°F에서 충분히 안정되도록 하기도

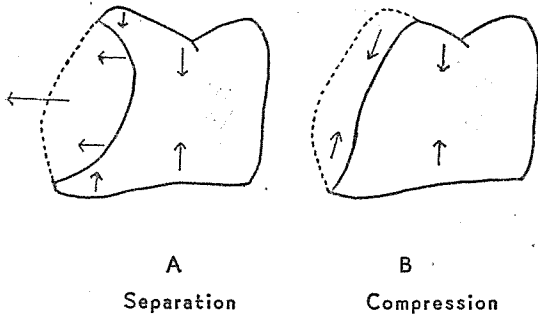
하고 (Jelenko, Vita) 한편으로 이와는 반대로 1650°F에서 Baking하는 Porcelain을 사용해서 (Ney) 금속과의 온도차를 크게하고있다. 한편 metal bond bridge 제작을 하기위하여 porcelain을 baking하기전에 개개의 metal crown을 연결하는데는 이러한 합금보다 최소한 100°F 낮은 melting range를 갖고있는 solder를 사용하는데 금합금의 경우 porcelain과 solder의 Fusing point의 차는 최대한 300°F이다. 또한 금속의 표면에 Porcelain이 Baking된 후에 일반에서 사용하고 있는 금합금의 solder에 의하여 solder하는 방법도 많이 개량되어 널리 응용되고있다.

2) **열팽창계수:** Porcelain과 금속이 완전히 결합되게 하기위해서 이들의 열팽창계수를 거의 일치 시키지 않으면 안된다. 만약에 여기에 차이가 생기게 되면 금속이 식을때 porcelain을 잡아다니던가 혹은 장력이 가해져 porcelain이 약해져 파절하게된다. 더욱이 금속이얇고 전술한 바와같은 열팽창 계수에 차이가 생기게 되면 금속의 frame work 자체가 구부러진단던가 변형되게 되므로 설혹이상태로 파절없이 Baking이 됐다고 하더라도 이상적인 보철물로서는 적합치 못하다. 따라서 임상 사용하고 있는 이러한 재료를 개량하여 porcelain의 팽창을 크게하고 금속의 팽창을 적게 함으로써 서로의 열팽창계수를 점접시켜 각제조회사마다 각기고유의 금속과 porcelain powder를 만들게 되는것이다. 일반적으로 금속과 porcelain의 가장 좋은관계는 금속이 porcelain보다 약간더 수축하는 것이 이상적이라고 한다. 그이유는 porcelain이 압축된 상태에서 금속에 fusing 되기 때문이다. Porcelain은 Tensile strength에는 약해 깨지지만 compressive strength에는 대단히 강하기 때문에¹⁾ 압축된 상태에서 일층더 강도가 증가한다. 이러한 것은 prestressing 이라고 알려져있어 porcelain 층이 얇을수록 좋은결과를 얻는다고 한다.

예를들어 이러한 양자의 관계에 있어서 pontic의 움

폭들어간속에 porcelain을 baking 한다고 하며는 금속이 수축했을때 양쪽의 재료사이에 서로 갈려지려는 힘이 일어나 porcelain에 tensile strength가 생기게 된다(그림 A). 반대로 풍운된 표면에 baking 되었을 때는 금속이 약간더 수축하므로써 porcelain이 조금 압축된 상태에 있게된다(그림 B).

이러한 점으로 보아서 porcelain을 금속에 bonding 시킬때의 금속표면은 전체적으로 풍운하게 하지않으면 안된다는 이유가 되는 것이다.



3) 금속의 strength: 금속은 그 고유의 최대로 저항할수있는 한계점 (yield point)까지 load가 가해지면 일시적으로 변형을 일으킨다.

종래의 합금금 Bridge에 cementing된 Facing 등에 있어서는 그러한 정도의 변형이 치근막이나 주위 조직에 이상을 초래하지않을 정도의 적은 것이라면 문제가 되지 않으나 Porcelain이 Fusing되어있는 경우에는 어떠한 변형도 일어나서는 안된다. 그 이유는 Porcelain은 장력에 약하기 때문에 절대로 구부러지지 않고 파절되기 때문이다.

이러한 문제로 Porcelain과 Fusing되는 금속은 교합시에 일어나는 어떠한 변형에도 충분히 저항할수 있는 힘을갖는것이 필요하다. 이러한 저항은 단지금속자체의 특성에 의해서만이 아니고 보철물자체의 일정한 크기나 기하학적인 형태에서도 생겨날수 있는것이다. 결손부의 길이가 길었을 때는 자체의 두께는 물론 연결부의 두께를 충분히 하지 않으면 안되고 가능한한 교합관계를 충분히 관찰하여 대합치로부터의 힘에 방향에 따라서 금속의 연결부가 위치하도록 하여야한다.

임상적으로 금속의 물리적인 성질을보면 Brinell hardness가 최소한 130 이상이어야하고 그이상 경도가 높을수록 좋은결과를 얻을수 있다. 2)

일반적으로 시중에 판매되고 있는 합금금은 Brinell hardness가 최저 130~160인데 Palladium 합금은 이보다 조금더 강하고 여기에 Cobalt-Chromium alloy를 가하게되면 더욱더 강도가 증가하게된다. 최근예를 결손부가 긴 보철물이나 Telescopic attachment등의 제작상 필요에따라서 좀더경도가 높은 금속이요구되 각제조 회사에서 Brinell hardness 180~220 정도의 금속을개발해 판매하고 있다.

4) Bonding strength: 금속과 porcelain의 결합 원리에 관해서는 이의많은 연구에따라 대체적인 추측이 이루어지고 있으며 금속의 물리적성질과 형태적인 면에서의 특성을 고려해 보면 결합력 자체는 현재임상에서 요구되는 것에 충족하고도 남는다고 생각된다. 그러나 이론적으로 결합력을 완전히 규명할수 있는 실험방법이 어렵고 여기에 결합자체의 정확한 원리가 해명되지 않는한 metal Bond Porcelain을 임상에서 필요로 하는 모든 문제에 충족할수있게 개량하기는 어렵다.

금속과 도제의 결합력을 조사하기 위하여 금속위에 도제를 Baking한 시험편의 직접장력실험이나³⁾ 혹은 Shear-type test⁴⁾에 의하면 어떠한 경우 이던지 오염이 되어 있지 않는한 결합면 보다는 오히려 porcelain속이 파절되는 것을 볼수있다. 이러한 것으로 보아서 porcelain 자체의 ultimate strength보다 결합력이더 크다는 것을 알수있다.

Shell⁵⁾의 연구에 의하여 이러한 결과가 더욱 확실히 밝혀졌고 또한 표면이 잘연마된 금속과 도제의 결합력은 3500~4000Psi로 이는 금속의 표면이 연마되지 않은 경우에도 마찬가지 이다.

합금에 소량의 다른금속을 섞어 산화 가일어나게 하면은 결합력은 11,000에서부터 12,000 Psi까지 증가하고 porcelain에 비환원성산화물을 섞으면 결합력은 더욱더 증가하게 된다. 그러나 이러한 비환원성 산화물은 Porcelain의 변색을 초래하기 쉽다. 이러한 모든점을 생각하면 소위 "metal conditioner" 라고하여 시중에 판매되는 oxide flux coating은 결합력 자체에대해서는 그다지큰뜻이 없다고 생각한다.

Shell은 결합력에는 3가지의 요소가 관계한다고 한다

1) 기계적인 결합: 이는 가장 이상적인 상태에서도 그결합력이 Porcelain의 장력의 반정도 밖에없다.

2) Van der waals forces 혹은 Wetting Bond: 이는 추운 겨울에 자동차의 유리창에 얼어붙어 떨어지지 않는 얼음의 결합력과 비슷하다고 한다.

3) Chemical Bonding: Covalent type이나 Ionic type이나 shell에 의하면 이것이 3가지 요소중 가장중요한 요소라고 한다.

한편 Ryge⁶⁾에 의하면 금속에 Fusing 되는 Porcelain 입자의 습윤력 즉 Van der waals forces는 지금까지 알려진 결합력보다 실제로 더 크다는것이 밝혀졌다. Wetting Bond는 문헌에 보고된 실제의 data에 7~8배 보다 더 크다는것이다.

이러한 결과를 보며는 Wetting Bond 만으로도 결합에 충분현힘을 가지고 있기 때문에 임상에서 특히 주의 하여야 할점은 결합면에 stress가 일어나는 요인 즉 금속면에 sharp한 부분이나 우각부, 금속 framework 자체의 변형, 금속과 도재의 열팽창계수의 차이 또는 대합치와의 부적합한 교합관계에 의하여 porcelain과 금속에 일어나는 stress등을 제거하는것이 metal Bond Porcelain의 실패를 방지하는 중요한 요인 된다고 생각한다.

참 고 문 헌

1) Phillips, C.J.: The strength and weakness of

brittle materials. Amer. Scientist, 53: 21~51 1965.

- 2) Thin, Vu thi: A study of the brinell hardness of metals used in conjunction with the porcelain fused to metal technic, thesis, Indiana Univ. School of Dent., 1962.
- 3) Johnston, J. F., Dykema, R.W., Cunningham, D.M.: Use and construction of gold crowns with a fused porcelain veneer, progress report, J. Prosthet. Dent., 6: 811~821, 1956.
- 4) Custer, F., et al.: Effect of Certain variables in the bond strength of porcelain fused to gold. I.A.D.R., 40: p.94, 1962(Abstract).
- 5) Shell, J.S., and Nielsen, J.P.: Study of bond between gold alloys and porcelain. J. Dent. Res., 41: 1424~1437, 1962.
- 6) Ryge, G.: Materials used in restorative dentistry. D. Clin. North. Amer. pp. 865~880, Nov., 1963.