

Direct 와 Indirect spruing에 의한 가철성국부의치 금속구조물의 결합에 관한 연구

치기공과

조교수 임동천

I. 서 론

치과보철물 제작용 금속은 귀금속과 비귀금속합금으로 구분된다.

귀금속합금은 비귀금속합금에 비하여 우수한 점들이 많지만¹⁾, 귀금속합금의 가격 상승으로 인하여 가철성국부의치(RPD:removable partial denture) 금속구조물은 비귀금속합금을 이용하여 제작하고 있다²⁻⁵⁾.

하나의 RPD 금속구조물을 제작하기 위하여 사용되는 비귀금속합금의 양은 32~40g정도인데 이것은 금속구조물의 무게가 12~18g이고, 나머지는 sprue button이라 할 수 있다⁶⁾.

Sprue선의 부착은 mold cavity내의 가스방출과 용융금속이 주입될 수 있도록 주입로의 역할을 하고, 용융금속이 응고될 때 남아있는 용융금속에서 금속을 지속적으로 공급하여 주조체 원형의 손상을 방지하기 위해서이다⁷⁾.

상악 RPD sprue선 부착방법은 직접적인 sprue선 부착방법이 관례적이었지만, 직접적인 sprue선 부착방법은 많은 주조금속이 요구되어지기 때문에 하악 RPD의 경우처럼 간접적으로 sprue선을 부착해야 한다⁸⁾.

이러한 상악 RPD의 간접적인 sprue선 부착방법은 최근에 직접적인 sprue선 부착방법처럼 효과가 있다고 보고하였고⁹⁾, Young¹⁰⁾은 반정도의 금속과 많은 양의 금속을 사용하여 3本 bridge 주조체를 완결하게 얻었으며, Naylor¹¹⁾는 buttonless 주조체에 대하여 연구한 바 있다.

본 연구에서는 용융금속흐름의 두가지 방향으로 세가지 sprue선 부착과 절반정도와 많은 양의 비귀금속합금을 사용하여 상악 RPD 금속구조물을 주조한 후, 주조체의 결합을 조사해 보고자 한다.

Ⅱ. 재료 및 방법

1. 재료

- ① Dental stone : MARUISHI GYPSUM Co., JAPAN.
- ② Investment : Multi-vest investment, Densply International Inc., U.S.A.
- ③ Clasp wax : Bego preformed wax, Bego, Bremen, Germany.
- ④ Sprue wax : Gauge wax, Dae Dong Chemistry Co., KOREA.
- ⑤ Mesh wax, Sheet wax : Dae Dong Industry Co., KOREA.
- ⑥ Metal : Vera PDSTM, AALBA DENT INC., U.S.A.
- ⑦ Agar tank : DENTA-GEL, KRUPP MEDIZINTECHNIK, Germany.
- ⑧ Electric furnace : Sae Ki Electronics Co., KOREA.
- ⑨ Centrifugal casting machine : Kerr centrifico casting machine, Kerr Co., U.S.A.
- ⑩ Sandblaster : Sae Kang Electronics Co., KOREA.

2. 방법

1) Pattern 제작

Kennedy class II modification 1의 상악 RPD 모형을 주모형으로 선정하여 60개의 내화성모형을 과정에 의하여 multi-vest investment로 제작한 후, bee's wax로 내화성모형의 표면을 처리하였다.

RPD 구조물의 구성요소에서 주연결자는 A-P bar를 선정하여 sheet wax로 조각하였고, clasp는 좌측 제 1 소구치와 제 2 대구치에 Aker's clasp, 우측 제 1 소구치에는 RPI clasp를 선정하여 Bego pre-formed wax로 조각하였으며, retention form의 meshwork은 mesh type wax를 사용하여 납형을 완성하였다.

납형이 형성된 60개의 내화성 모형에 sprue선을 부착하기 위하여 30개의 내화성 모형 base에 간접적인 금속의 흐름도를 위하여 구멍을 만들었고, 나머지는 직접적인 금속의 흐름도를 위하여 원형 그대로 사용하였다.

Sprue선의 설계에서 tree sprue선은 직경이 각각 3mm인 4개의 sprue선으로 구성하여 납형에 부착하였고, circular sprue선은 직경이 3mm인 4개의 main sprue선과 직경이 2mm인 2개의 보조 sprue선으로 구성하여 납형에 부착하였다. 그리고 ball sprue선은 직경이 3mm인 4개의 sprue선으로 구성하여 납형의 5mm 하부에 5mm 크기의 reservoir를 부착하였다. sprue선이 부착된 pattern은 Fig. 1과 같다.

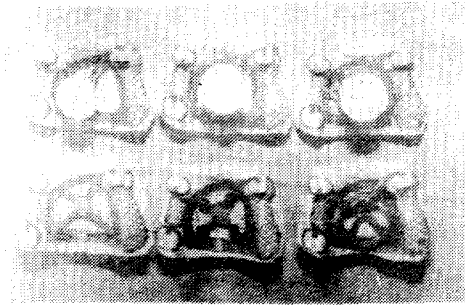


Fig. 1. Designs of variable sprue wire.

2) 매몰, 소환, 주조

매몰은 완전하게 제작된 pattern에 sprue선을 부착하여 원추대에 부착한 다음 제조회사에서 지시한 혼수비로 매몰재를 교반하여 주조링에 매몰하였다. 소환은 매몰된 링들을 실온의 전기로안에 옮겨 전기로의 온도를 200℃까지 올리고 30분 동안 유지한 후, 전기로의 온도를 600℃까지 올려 30분 동안 유지하였다. 그리고 다시 전기로의 온도를 930℃까지 올려 45분 동안 유지하였다. 금속은 Cr-Co alloy를 사용하였고, 금속의 무게에서 많은 양은 30g, 절반정도는 18g을 사용하여 주조에 임하였다. 주조기는 원심주조기를 사용하였으며, 주조압을 위하여 4번 감아 주조하였다. 주조가 끝난 다음 링에서 RPD 금속구조물을 추출하여 sandblaster를 이용해 산화막을 제거하였다. RPD 금속구조물은 Fig. 2와 같다.

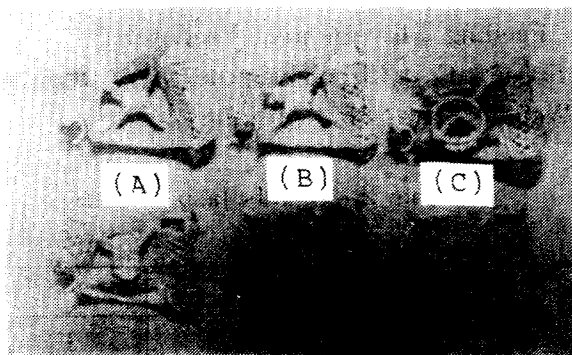


Fig. 2. Cast made with direct and indirect spruing;
(A) tree sprues, (B) circular sprues, (C) ball sprues.

3) 조사방법

RPD 금속구조물의 결합을 조사하기 위해 확대경을 이용하여 주연결자와 세가지

유형의 clasp 그리고 유지형태의 그물망 등에서 육안적으로 볼 수 있는 기포나 결절 및 손상된 부분을 기준으로 하여 점수를 기록하였다.

구성요소에서 결함이 없으면 0점, 하나의 결함은 1점, 두개의 결함 및 clasp나 그물망에서 결함이 있으면 2점, 나머지 부분의 결함은 3점을 기록하였다.

Ⅲ. 결과 및 고찰

용융금속흐름의 두가지 방향으로 세가지 유형의 sprue선 부착과 절반정도와 많은 양의 비귀금속합금을 사용하여 상악 RPD 금속구조물을 주조한 후, 주조체의 결함을 조사한 결과는 Table 1~3과 같다.

Table 1. Visual major connector ratings.

| Sprue type | D _F | | I _F | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | F _w | H _w | F _w | H _w |
| T _s | * 1.8 ± 0.84 | 1.0 ± 0.00 | 1.2 ± 0.45 | 2.2 ± 0.45 |
| C _s | 1.0 ± 0.00 | 2.2 ± 0.45 | 2.6 ± 0.55 | 1.0 ± 0.00 |
| B _s | 1.4 ± 0.55 | 1.8 ± 0.45 | 2.2 ± 0.84 | 1.4 ± 0.55 |

* Mean ± S.D.

D_F : Direct Feeding , I_F : Indirect Feeding;

T_s : Tree Sprue , C_s : Circular Sprue , B_s : Ball Sprue;

F_w : Full Weight , H_w : Half Weight

Table 2. Visual clasp ratings.

| Sprue type | D _F | | I _F | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | F _w | H _w | F _w | H _w |
| T _s | * 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 | 1.2 ± 0.45 | 1.4 ± 0.58 |
| C _s | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 | 1.4 ± 0.58 |
| B _s | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 | 2.0 ± 0.71 |

* Mean ± S.D.

Table 3. Visual meshwork ratings.

| Sprue type | D _F | | I _F | |
|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| | F _w | H _w | F _w | H _w |
| T _s | * 1.0 ± 0.00 | 1.4 ± 0.55 | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 |
| C _s | 1.0 ± 0.24 | 1.0 ± 0.00 | 1.4 ± 0.55 | 1.8 ± 0.84 |
| B _s | 1.0 ± 0.00 | 1.8 ± 0.84 | 1.0 ± 0.00 | 1.0 ± 0.00 |

* Mean ± S.D.

Table 1~3에 나타난 바와 같이 금속의 직·간접적인 흐름도에서 RPD 금속구조물 결합은 세가지 유형의 sprue선과 금속량 등의 요소에서 다양한 면을 나타내었다. 주연결자의 결합은 금속의 직접적인 흐름도에서 D_FH_wC_s, 금속의 간접적인 흐름도에서 I_FF_wC_s가 가장 많이 발생하였다(Table 1).

Clasp의 결합은 금속의 직접적인 흐름도에서 동등하게 나타났으며, 금속의 간접적인 흐름도에서 I_FH_wB_s가 가장 많이 발생하였다(Table 2).

유지형태 그물망의 결합은 금속의 직접적인 흐름도에서 D_FH_wB_s, 금속의 간접적인 흐름도에서는 I_FH_wC_s가 가장 많이 발생하였다(Table 3).

본 연구에서 가철성국부의치 구성요소의 실험은 주조결합의 발생에 중요한 영향을 미친다(P<0.001). RPD 금속구조물 결합의 비율은 일반적인 모든 실험에서 예상한 것과 같이 일치되는 것을 볼 수 있으며, 그물망 결합의 비율은 clasp와 주연결자 결합의 비율보다 덜 중요하다고 생각된다. 그러나 주연결자, clasp, 유지형태의 그물망 등에서 주조결합의 발생은 주조실패요인이 될 수 있기 때문에 가철성국부의치 구성요소의 설계면에서는 아주 중요하다고 볼 수 있다.

금속의 무게와 sprue선 배열관계 사이의 상호작용은 주조결합 발생에 중요한 영향을 미친다 (P<0.05). 가철성국부의치 금속구조물의 주조에 사용될 금속량은 매우 중요하다고 생각할 수 있는데, 금속의 무게와 모든 sprue선의 배열관계는 특별한 결합의 관계를 가지고 있어 금속의 무게를 연구하는데 필요하고, 많은 양과 절반정도 금속량의 사용에서 sprue선이 부적절하게 배열되었다면 발생하는 결합의 형태가 여러가지로 나타날 수 있다. 본 실험에서 가철성국부의치 금속구조물을 주조하기 위하여 사용한 많은 양과 절반정도의 금속은 주입로의 작은 부분과 mold cavity내에 용융금속이 충분하게 주입된 주조체를 얻을 수 있었고, Hamdi⁽⁹⁾ Young⁽¹⁰⁾, Naylor⁽¹¹⁾ 등의 연구와 거의 일치함을 보였다.

주조체 결합의 발생은 잘못된 spruing⁽¹²⁻¹⁶⁾, 매몰^(16,17), 소환과정^(12,14,17,18), 합금의 용융^(12,14,17), 주조^(13,17,19), 주조체 응고⁽¹²⁾ 등으로 부터 야기되는 결과라 볼 수 있다.

이러한 주조결합의 다양한 요인들은 가철성국부의치 금속구조물 결합발생의 비율을 증가시킬 수 있기 때문에 이 요인들을 조절해야 한다.

Sprue선의 형태는 원형 및 타원형이어야 하며, 매몰·소환후 금속의 주입로가 형성되기 때문에 표면이 매끄러워야 한다. 또한 sprue선의 부착은 다양한 형태로 부착할 수 있지만, 납형의 크기에 따라 용융금속이 casting mold를 향하여 잘 유입될 수 있도록 부착하여야 주조결함이 발생하지 않는다. 매몰은 납형에 sprue선을 부착하고 매몰재를 사용하여 매몰하는데 매몰재가 경화된 다음 주조링을 전기로에 넣어 가열시키면 매몰재안에 있는 납형이 소각되어 casting mold를 형성해 용융금속이 주입될 수 있는 주입로가 형성된다. 매몰하는데 있어 중요한 것은 납형에 표면장력 감소제를 도포하고, 반드시 제조회사의 지시에 따라 혼수비를 측정하여 매몰재를 교반한 다음 기포가 형성되지 않도록 링에 매몰하여야 한다. 소환은 매몰된 링을 전기로에 넣고 가열시키면 납형이 제거되어 casting mold가 형성되는데 이것은 용융금속을 주입하기 위한 과정이라 볼 수 있다. 특히 소환과정에서 열계류는 주조성에 관계되기 때문에 충분히 열계류를 시켜 매몰재의 팽창을 유도하여 주조금속의 응고수축을 보상하여야 한다. 또한 매몰재의 온도가 올라감에 따라 열적팽창을 일으키기 때문에 매몰된 링을 급가열시키거나 가열이 불균일하게 되면 균열의 원인이 되어 주조결함의 요인이 될 수 있기 때문에 가열속도, 시간에 주의하여야 한다. 금속을 용융하여 주조하는 과정에서는 가압주조이기 때문에 그 압력이 문제가 될 수 있다. 원심주조기 사용에서 금속의 응고는 수압기 압에 따라 의존되고, 주조체의 tip에서 처음으로 용융금속이 응고된다. 주조체의 tip 부위가 제일 먼저 응고되는 것은 높은 수압기 압 때문이라 할 수 있다. 따라서 완전한 주조체를 얻기 위해서는 주조체 tip에서 높은 수압기 압과 sprue button 표면에서 낮은 수압기 압의 경사도를 생각해야 한다. 이 경사도는 열전달 비율의 원인이 되기 때문이다.²⁰⁾

IV. 결 론

용융금속흐름의 두가지 방향으로 세가지 유형의 sprue선 부착과 절반정도와 많은 양의 비귀금속합금을 사용하여 상악 RPD 금속구조물을 주조한 후, 주조체의 결함을 조사한 결과는 다음과 같다.

1. 가철성국부의치 구성요소의 실험은 주조결함의 발생에 중요한 영향을 미친다 ($P<0.001$).
2. 금속의 무게와 sprue선 배열관계 사이의 상호작용은 주조결함의 발생에 중요한 영향을 미친다($P<0.05$).

3. 최소한의 금속량으로 가철성국부의치 금속구조물을 성공적으로 제작할 수 있다.

참고문헌

1. Phillips, R.W. *Skinner's science of dental materials*. 9th ed. Philadelphia : W.B. Saunders, 418 (1991)
2. Wight, T.A. : *J. Prosthet. Dent.*, **43** : 415 (1980)
3. Barreto. M.T. : *J. Prosthet. Dent.* **44** : 504 (1980)
4. W.S. Noward, Sheldon M. Newman, and Loys J. Nunez : *J. Dent. Res.*, **59** : 824~830 (1980)
5. David H. Thomson : *J. Prosthet. Dent.*, **48** : 52 (1982)
6. Hamdi Mohammed, DDS, MSc, PhD, Moustafa A. Hassaballa, BDS, and Yousef F. Talic, BDS, MS : *J. Prosthet. Dent.*, **72** : 433~444 (1994)
7. Preston J.D., Bergert R. : *Dent. Clin. North Am.*, **21** : 717~728 (1977)
8. Stananought D. *Laboratory procedures for full and partial dentures*. London : Blackwell Scientific Publications Ltd (1978)
9. Hassaballa M.A. : *Saudi Dent J.*, **5** : 114~120 (1993)
10. Young H.M., Marguelles-Bonnet R., Mohammed H. : *Quint. Dent. Tech.*, **11** : 399~404 (1987)
11. Laylor W.P. : *USAFSA-TR 5* : 75~99 (1986)
12. Ryge, G., Kozak, S.F., Fairhurst, G.W. : *J. Am. Dent. Assoc.*, **54** : 746~753 (1957)
13. Asgar, K., Peyton, F.A. : *J. Prosthet. Dent.*, **8** : 448~453 (1959)
14. Kelly, G.P. : *J. Dent. Res.*, **49** : 986 (1970)
15. Dewald, E. : *J. Prosthet. Dent.*, **41** : 531~534 (1979)
16. Phillips, R.W. : *J. Am. Dent. Assoc.*, **35** : 329~333 (1947)
17. Strickland, W.D. : *J. Am. Dent. Assoc.*, **58** : 69~73 (1959)
18. Leinfelder, K.F., Fairhurst, C.W., Ryge, G. : *J. Am. Dent. Assoc.*, **67** : 816~821 (1963)
19. Vincent, P.F., Stevens, L., Basford, K.E. : *J. Prosthet. Dent.*, **37** : 527~536 (1977)
20. Vaidyanathan, T.K., Schulman, A., Nielsen, J.B., Shaliita, S. : *J. Dent. Res.*, **60** : 59~66 (1981)

A study on defects of RPD metal framework with direct and indirect spruing

Lim, Dong-chun
Dept. of Dental Lab. Technology
Kwangju Health College

> Abstract <

The purpose of this study was to determine defects of maxillary RPD(removable partial denture) with a variety of spruing arrangements and two directions of liquid metal feeding.

A factorial experimental design, three spruing methods, two metal feeding directions, and two different weights of metal were used to cast 60 Kennedy class II modification 1 RPDs.

The results were as follows :

1. The RPD component examined had a significant influence on the occurrence of casting defects($P<0.001$).
2. The interaction between weights of metal and spruing arrangements had a significant effect on the occurrence of casting defects($P<0.05$).
3. Minimal metal weight could be used successfully to produce sound, RPD frameworks.