

Overdenture 의 지대치 Coping 형태에 따른 광탄성 응력 분석

전남대학교 치과대학 보철학교실

양혜령 · 방몽숙

목 차

- I. 서 론
- II. 실험재료 및 방법
- III. 실험결과
- IV. 총괄 및 고안
- V. 결 론
 - 참고 문헌
 - 영문 초록

I. 서 론

Overdenture란 자연치 또는 치근을 덮는 총의 치로서¹⁾, 치조계의 보존, 의치의 지지 및 유지 증진, 환자에게 심리적 안정감 제공, 치관 및 치근비의 개선에 의한 측방압의 경감, 치근막의 감각수용기능 유지 및 악궁의 수직 고정 설정용이 등의 장점이 있다고 보고된 바 있다.^{2,3,4)} 반면, 잔존치아에 치아우식증, 치주질환 등의 빈도를 증가시키고, 지대치에 과도한 하중이 부과되게 하며^{5,6,7)} 지대치 인접부위의 의치 파절빈도를 증가시키는 등의⁸⁾ 여러 단점이 지적되고 있다.

Garver등^{9,10)}은 생활치근을 점막하로 위치시킴으로써 치주질환이나 치아우식증을 감소시키고 치조계의 흡수를 방지할 수 있다고 소개했으며, Warren과 Caputo¹¹⁾는 지대치의 근면을 치료하는 방법을 제시하는 등, 치아나 치근을 이용한 방법이 연구되고 있다. 또한 overdenture의 유지 및 안정성을 개선하고, 지대치에 과도한 교합력이 가해지지 않도록 stud나 bar bype 등의 여러가지 attachment가 개발되어 왔으며^{12,13,15)}, 자력에 의해 유지를 얻는 방법도 소개된 바 있다.^{16,17)}

지대치에 전달되는 응력의 정도를 분석하는 방법으로 광탄성 분석법이¹⁸⁾ 사용될 수 있다. 광탄성 응력분석법은 치의학 분야에서 Zak¹⁹⁾가 치조골에 미치는 교정력에 대한 연구를 시작한 이래, Craig 등^{20,21,22)}은 치과 수복물에 관하여, Thompson 등²³⁾은 양측성 유리단 국소치의 여러 종류의 설계에 관하여, 그리고 Standlee 등²⁴⁾은 치근내 포스트(post)에 관하여 보고하였으며, 국내에서도 윤²⁵⁾, 조²⁶⁾, 이²⁷⁾, 김²⁸⁾ 등에 의해 연구가 보고되어 왔다. 그러나 coping의 형태 및 stud attachment의 일종인 o-p anchor attachment²⁹⁾를 이용한 광탄성 응력분석법에 의한 연구는 비교적 희귀하였다. 본 연구는 교합력이 가해질 때, coping의 형태 및 o-p anchor attachment를 장착한 지대치, 지지조직 및 의치에 발생하는 응력분포 상태를 2차원적 광탄성 분석법에 의해 비교분석하여, 다소의 지견을 얻었다.

II. 실험재료 및 방법

1. 실험재료

광탄성 재료는 2차원적인 PSM-5(두께 ; 1/4 inch, 탄성계수 ; 450 psi, Measurement group Inc, U.S.A.) epoxy 수지 평판으로서, 지대치, 지지조직, 의치상의 모형을 순설절단면에서 측정할 상태로 6개 제작하였고, aluminum 판을 이용하여 6가지 형태의 coping을 만들었다. 치근막 대응으로 실리콘 인상재(Xantopren®, Bayer Co., Germany)를, 구강점막은 왁스(Utility wax strips®, Modern materials MFG. Inc, U.S.A.)를, 지대치와 coping의 부착을 위해 polycarboxylate cement(Poly-F®, Dentsply Co., Germany)을 사용하였다.

2. 실험방법

1) 실험시편 제작

의치상에 외력이 가해질 때, coping의 형태에 따라 의치상, 지대치 및 지지조직에 가해지는 응력을 분석하기 위해, Wheeler²⁾의 분석에 의한 하악 견치 치근의 표준형을 기초로 하여 inclined plane,

short dome, medium dome, short square, medium square의 5가지 형태의 coping 및 o-p anchor attachment가 장착된 의치를 순설 절단면에서 본 상태로, 의치, 치근막, 치조골, 구강점막으로 설계하였다. 치근의 길이는 16 mm, 치경부 폭은 7 mm, post의 길이는 10 mm, 직경은 1.5 mm, coping의

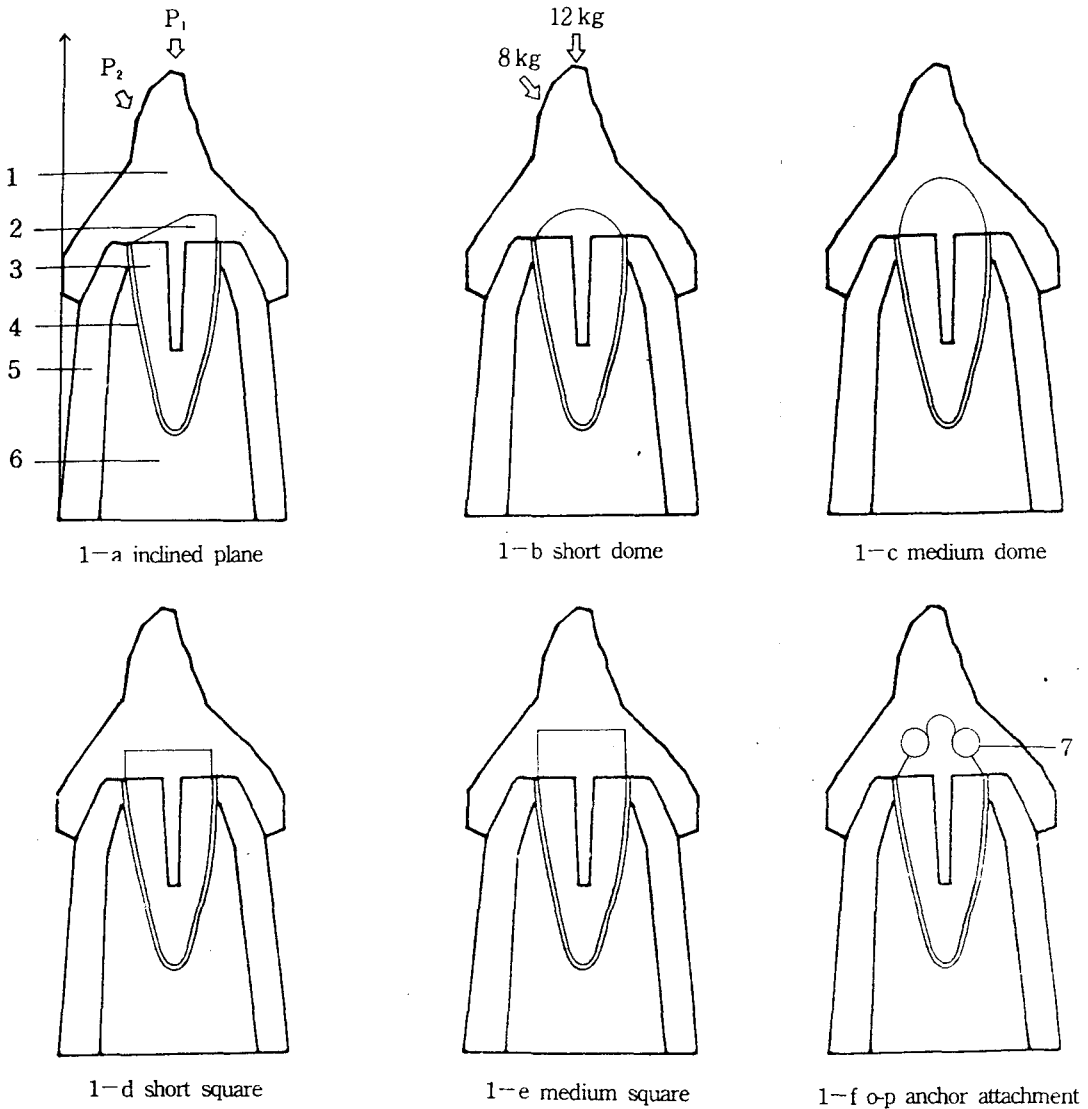


Fig. 1. Cross-sectional view of denture, coping, abutment teeth and supporting structures.

1: Denture 2: Coping 3: Abutment teeth 4: Periodontal membrane

5: Oral mucosa 6: Alveolar bone 7: O-ring

P₁: Vertical load

P₂: 30° diagonal load.

Table 1. Types of coping design

(단위 : mm)

Types of coping	Coping height	Coping diameter	Post length	Post diameter
Inclined plane	2	7	10	1.5
Short dome	2	7	10	1.5
Medium dome	4	7	10	1.5
Short square	2	7	10	1.5
Medium square	4	7	10	1.5
O-P anchor attachment	4	7	10	1.5

폭은 7 mm, 치근막의 두께는 0.3 mm로 하였다. (Fig. 1). 설계된 모형을 2.5 배 확대하여 광탄성 재료로 지대치와 치조골 및 의치상의 모형을 coping의 형태에 따라 6 개 제작하였다. 또한 aluminum 판을 이용하여(두께 6.5 mm), inclined plane 과 short dome, medium dome, short square, medium square 및 o-p anchor attachment의 형태로 coping의 모형을 제작하였다(Table 1).

지대치의 gutta percha 층은 모형제작의 편의상 무시하였고, o-p anchor attachment의 o-ring은 치과용 실리콘 인상재(Optosil®, Bayer Co., Germany)로 제작하였으며, 구강점막은 왁스(Utility wax strips®, Modern materials MFG. Inc., U.S.A.)로 재현하였다. 치근막은 실리콘인상재(Xantopren®, Bayer Co., Germany)을 사용하였으며, 지대치 모형과 각각의 coping은 zinc polycarboxylate cement (Poly-F®, Dentsply Co., Germany)으로 부착시켰다. 모형을 제작할 때, 점접촉시는 응력이 집중될 수 있으므로 coping과 의치상이 면접촉할 수 있도록 polycarboxylate cement을 부가하여 응력이 균일하게 전달되도록 하였다. 절단과정에서 생길 수 있는 발열이나, 과도한 압력에 의한 잔류응력을 최소화하기 위하여, 광탄성 수지평판은 jeweler's saw를 이용하여 평판에 수직되게 절단하였다.

2) 하중의 조건 및 응력분석

각각의 모형에 수직으로 12 kg의 정하중(P_1 방향)과, 수직축에 대한 30°경사로 순면에서 8 kg의 하중(P_2 방향)을 가하였다(Fig. 1-a). 응력의 분포상태를 가시화하기 위하여 편광기(Model PA-420, Riken Keiki Fine Instrument Co. Ltd., Japan)을 사용하였다. 이는 광원, polarizer, 1/4 wave plate, 시편,

1/4 wave plate, analyzer로 구성되어 있다(Fig. 2). 응력분포 양상은 최대 주응력과 최소 주응력의 차인 전단응력의 성분이 무늬차수로 나타나므로, 사진 촬영 후 도해하여, 등색선을 추적함으로써 무늬차수를 구하였다. 무늬차수의 변화는 black이 0차 red와 blue-green 사이가 1차, 두번째 red와 green 사이가 2차, 세번째 red와 green 사이가 3차를 나타내게 된다(Table 2).

최대전단응력은 $\tau_{xy} = Nf \times \frac{\sin 2\theta}{2h}$ 에 의해 계산된다.

- n; 무늬차수
- f; 광탄성 계수
- h; 모형두께

그러나 수치로 계산된 응력분포가 무늬차수와 선형적으로 대응되므로 본 실험에서는 무늬차만 가지고 응력을 분석하였다.

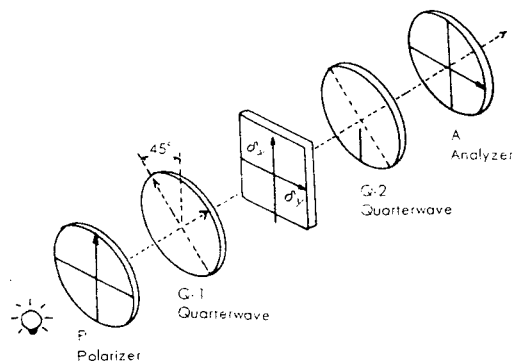


Fig. 2. Schematic diagram of the photoelastic equipment.

Table 2. Dominant Isochromatic Colors for Full-field Interpretation

Color	Approximate Fringe Order
BLACK	0
YELLOW	0.6
RED	0.9
PURPLE(TINT OF PASSAGE)	1.0
BLUE GREEN	1.2
YELLOW	1.5
RED	1.75
RED/GREEN TRANSITION	2.0
GREEN	2.2
YELLOW	2.5
RED	2.8
RED/GREEN TRANSITION	3.0
GREEN	3.2

III. 실험 결과

1. 수직하중시 응력분포

지대치 장축에 평행되게 12 kg의 하중을 가했을 때 의치, 치아, 치조골 부위에 나타나는 응력분포의 무늬차수는 Table 3.과 같다.

1) Inclined plane 형의 응력분포

의치의 응력분포 양상은 하중이 가해지는 의치의

접촉점을 중심으로 4.2차의 방사형의 응력이 발현되어 coping의 경사면과 접촉하는 의치 내면에 까지 0.45차의 응력분포가 연결되어 나타났으며, 특히 coping의 순측 모서리각에 0.6차의 응력집중이 보였다.

지대치에 있어서 응력분포는 post첨단부 하방에 1.2차가 나타났고, 특히 치근단부와 치조골에 있어서 치조와 하방에 각각 3.2차의 상당히 큰 방사형의 응력집중 양상을 보였다(Fig. 3).

2) Short dome 형의 응력분포

의치의 응력분포 양상은 하중이 가해지는 의치의 접촉점을 중심으로 5.0차의 방사형의 응력분포가 나타났으며, coping과 접촉하는 의치 내면에 까지 0.6차의 응력분포가 연결되어 발현되었다. post첨단부 하방에 0.6차, 치근단에 또한 0.6차가 나타났고, 치조와 최하단부에 1.2차의 응력분포를 보임으로서 비교적 적은 응력집중양상을 보였다(Fig. 4).

3) Medium dome 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점을 중심으로 5.0차의 방사형의 응력분포를 이루면서 coping과 접촉하는 의치 내면까지 0.9차수의 응력분포로 연결되어 발현되었다. post첨단부 하방에 1.2차의 응력분포를 보이며, 치근단에서 2.2차, 치조와 하단에 3.2차의 방사형의 응력분포를 보임으로써 전체적으로 볼 때 상당히 큰 응력집중 양상을 보였다(Fig. 5).

Table 3. Fringe orders under the vertical load

(unit ; fringe order)

Type of coping Areas observed	Inclined plane	Short dome	Medium dome	Short square	Medium square	O-P anchor attachment
Denture	Contact point under vertically loading appliance	4.2	5.0	5.0	4.2	5.0
	Denture base area contacted with coping	0.45 0.6*	0.6	0.9	0.45	0.9
Tooth	Under the post	1.2	0.6	1.2	0.6	2.0
	Apex of the root	3.2	0.6	2.2	0.6	3.0
Alveolar bone	Deep portion of alveolar socket	3.2	1.2	3.2	2.0	3.2

*labioincisal angle of coping

4) Short square 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉부위를 중심으로 4.2차의 방사형의 응력분포가 발견되어 coping 과 접촉하는 의치 내면에 까지 0.45 차수의 응력분포가 연결되어 나타났다. 또한 post 첨단부 하방에 0.6 차를, 치조와 하단에 방사형의 2.0 차의 응력분포를 보임으로서 전체적으로 비교적 낮은 응력집중 양상을 보였다(Fig. 6).

5) Medium square 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점부위를 중심으로 5차의 방사형 무늬가 발견되어 coping 과 접촉하는 의치 내면까지 균일하게 응력분포가 연결되어 나타났으며, 특히 coping 의 순측 모서리각에 0.9 차로 응력집중이 나타났다. post 첨단부 하방에 2.0 차 치근단에 3.0 차, 치조와 하단에 3.2 차의 응력분포가 각각 방사형으로 나타남으로서 큰 응력집중 양상을 보였다(Fig. 7).

6) o-p anchor attachment 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점 부위를 중심으로 5차의 방사형 무늬가 발견되었고, coping 의 첨단부와 접촉하는 의치의 내면에 1.5 차의 큰 응력집중 양상이 나타났다. post 첨단부 하방에 0.9 차, 치근단에 2.5 차, 치조와 하단에 3,2차의 방사형의 응력분포를 보임으로서 상당히 큰 응력집중 양상이 나타났다(Fig. 8).

2. 순측 경사하중시 응력분포

지대치 장축에 대해 순측 30°경사로 8kg 의 하중을 가했을 때, 의치상, 치아, 치조골 부위에 나타나는 응력분포의 차수는 Table 4 와 같다.

1) Inclined plane 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉부위를 중심으로 4.0차의 방사형의 응력분포가 발견되었으며, coping 의 경사면을 따라 균일하게 0.6 차가 나타났다. 또한 post 첨단부 하방에 1 차, post 순측 부위에 0.45 차 및 치근단 침 부위에 3.2 차를 나타냈다. 설측 치조골의 cortical plate 를 따라 0.45 차의 무늬가

Table 4. Fringe orders under 30° diagonal load on the labial surface (unit ; fringe order)

Area Observed \ Types of coping	Inclined plane	Short dome	Medium dome	Short square	Medium square	O-P anchor attachment
Denture	Contact point under laterally loading appliance	4.0	3.2	3.65	3.2	3.2
	Denture base area contacted with coping	0.6*	0.45	0.6	1.2**	1.2** 0.45***
Tooth	Inferior portion of post apex	1.0	0.45	0.45	0.6	0.9 0.6
	Lingual portion of post		0.45	0.6	0.45	0.6
	Labial portion of post	0.45				
	Apex of root	3.2		1.0		
Alveolar bone	Deep portion of tooth socket	3.2	1.0	2.2	1.2	2.2
	Lingual compact bone	0.45	1.2	1.2	0.6	2.2
	Labial compact bone		1.2	0.45	0.6	
	Labial cancellous bone		1.2	0.45	1.0	

*inclined plane **labioincisal angle of coping ***O-ring

발현되었으며, 치조와 하단에 3.2차의 높은 응력이 분포되었다(Fig. 9).

2) Short dome 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점을 중심으로 3.2차의 방사형의 응력분포를 보이며 coping 과 접촉하는 부위의 의치내면에 균일하게 0.45차의 적은 응력분포를 보여주었다. post 침단 하방 부위와 설측에 각각 0.45차의 응력분포를 보였으며, 치조와 하단에 방사형의 1차수 무늬를 보였다. 또한 설측 치조골은 치밀골 부위를 따라 띠형상의 1.2차의 응력분포가 발현되었고, 순측 치조골은 치밀골과 해면골 부위를 따라 각각 1.2차의 띠형상의 응력이 발현되어 측방하중시 순측 및 설측 치조골에 응력이 균등하게 분포되는 것을 볼 수 있었다(Fig. 10).

3) Medium dome 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉 부위를 중심으로 3.65차가 방사형으로 발현되어 coping 과 접촉하는 의치 내면까지 0.6차의 응력분포가 고르게 연결되어 나타났다. 또한 post 침단 하방에 0.45차를, post 설측 부위에 0.6차 및 치근의 침단부에 1.0차를 보였다. 치조와 하단 부위에 2.2차의 방사형의 응력분포와 설측의 치밀골을 따라 1.2차의 띠형상의 응력분포를 보이며, 순측의 cortical plate 에 0.45차, 해면골 부위에 0.45차의 부분적인 응력분포를 보였다. 측방 하중시 순측 및 설측 치조골에 대체로 응력이 분산되어 있는 것을 볼 수 있었다(Fig. 11).

4) Short square 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점을 중심으로 3.2차의 방사형의 응력분포가 발현되어 coping 의 순측 모서리각에까지 0.45차수로 연결되어 나타났다. 또한 post 침단 하방부에 0.45차, post 설측으로 0.45차의 응력분포가 나타났으며, 치조와 하단에 1.2차의 방사형의 응력분포를 보이며, 설측 치조골의 cortical plate 를 따라 0.6차의 응력분포가 넓게 퍼져 나타났다. 순측 치조골의 치밀골 부위에 0.6차, 해면골 부위에 1.0차의 응력분포가 나타나, 측방 하중시 치조골에 있어서 응력분포는 설측 및 순측에 비교적 균등하게 나타났다(Fig. 12).

5) Medium square 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉점을 중심으로 3.2차의 응력분포가 나타났으며, coping 의 순측 모

서리각에 1.2차의 응력집중 양상을 보였다. post 침단 하방부위는 0.9차를, post 설측 부위는 0.6차를 보여주었다. 치조와 하단부위에 2.2차의 방사형의 응력분포를 보이며, 설측 치조골의 치밀골을 따라 2.2차의 띠형상의 응력분포를 보였다. 측방하중시 치조골에 있어서 응력분포는 설측에 치우치는 양상을 보였다(Fig. 13).

6) o-p anchor attachment 형의 응력분포

하중이 가해지는 의치의 접촉부위를 중심으로 3.2차의 응력분포가 방사형으로 발현되었으며, 또한 coping 의 침단부를 중심으로 1.2차의 응력집중양상이 방사형으로 나타났다. 순측의 o-ring 과 접촉하는 부분을 중심으로 0.45차수가 분포되었다. 지대치의 응력분포양상에 있어서 post 침단부의 하방에 0.6차, post 의 설측과 순측부위에 각각 0.45차의 응력이 발현되었다. 치조골의 치조와 하단 부위에 2.2차의 방사형의 응력분포가 설측 치조골의 치밀골을 따라 2.2차, 순측 치조골의 치밀골과 해면골을 따라 각각 1.2차의 띠모양의 응력분포 양상을 보임으로서 측방하중시 치조골에서 응력분포 양상은 순측과 설측에 비교적 균등하게 분포되어 나타났다(Fig. 14).

IV. 총괄 및 고안

Overdenture 는 1856년 Ledger³²⁾가 처음 소개한 이래, 치아나 치근을 이용하는 방법으로, 술식은 다소 상이하나 hybrid prosthesis³³⁾, telescopic denture^{34,35)}, crown and sleeve-coping prosthesis³⁶⁾, tooth supported denture³⁷⁾등으로 보고되었다.

치아를 잔존시킴으로서, 골 흡수의 정도를 감소시키는 것 이외에 의치의 안정 및 유지를 증가시킬 수 있다. Loissell 등³⁸⁾과 Risin 등³⁹⁾은 의치하방에 치근을 보존함으로써 잔존치조골의 손실을 지연시키며, 치근막 감각수용기의 기능을 유지시킴으로서 저작시 음식물의 크기를 보다 잘 인지할 수 있으며, 음식을 보다 효율적으로 저작할 수 있고, 상하악 관계 및 고경에 대해서 인지할 수 있는 능력을 증가시켜 준다고 하였다. 또한 Miller⁴⁰⁾은 치아를 biologic stabilizer 로 이용하므로써 치조제의 형태 유지, 치근막의 감각수용기에 의한 신경근 기구의 조절로 정상적인 저작운동 기능을 이행할 수 있다고

보고하였다.

소수 치아만 잔존하여 치아를 발거하고 총의치로 해 주는 경우, 치조제의 과도한 흡수가 문제점으로 지적되는데, Atwood⁴¹⁾와 Tallgren⁴²⁾은 의치 기능하에서 상악보다 하악의 경우에 4배 정도 치조골의 흡수가 심하다고 보고하였고, Crum¹⁴⁾은 overdenture를 장착한 환자의 5년후 결과를 관찰한 바 상악 전치부위 치조골에 5.2mm, 하악전치부위 치조골에 0.6mm의 골흡수가 있었다고 했다. Lammie⁴³⁾는 치조제의 높이나 넓이의 감소는 치아손실에 따른 치조골의 흡수에 의해 일어난다고 보고하였으며, 흡수는 치조제를 덮고 있는 점막의 퇴축으로 인한 압력에 의한다고 하였다. Reitz 등³⁾은 overdenture를 오랫동안 장착했을 경우, 치주질환의 발생빈도가 주요 문제점이라고 지적했고, Toolson 등⁶⁾은 지대치의 우식증이 현저히 증가했다고 보고하였으며, Ettiger 등⁴⁴⁾은 구강의 청결유지가 overdenture의 성패를 좌우한다고 보고하였다.

이러한 단점을 보완하기 위해 지대치를 처치하는 방법으로서 아말감, gold coping, attachment를 사용할 수 있는데, Lord 등⁴⁾은 gold coping 대응으로서 아말감으로 치근면에 수복함으로서 치근변연 부위의 청결 유지가 쉽고 경제적이라고 했으며, Warren과 Caputo¹¹⁾는 근면처리방법으로 아말감, cast gold dowel and coping, cast gold dowel and coping with occlusal concavity의 세가지 형태를 소개하여 그 중 아말감으로 수복한 경우가 응력이 가장 적게 전달되었다고 보고하였다. Morrow⁴⁵⁾는 gold coping을 장착함으로서 치아우식증 방지와 심미적인 효과를 얻을 수 있다고 하였다. Overdenture의 유지 및 안정을 증가시키기 위한 방법으로서, Crum¹³⁾은 stud attachment overlay denture를, Dolder¹²⁾는 bar joint mandibular denture를, Quinlivan⁴⁶⁾은 o-ring의 사용을 보고하였다.

Overdenture의 경우 교합력에 의해 지대치에 전달되는 응력의 정도를 분석할 수 있는 방법으로서 Electronic strain gauge법, 유한요소법, Holography법, 광탄성 응력분석법 등^{18, 47)}이 있다. 광탄성 응력분석법은 편광판사이에 광탄성모형을 위치시키고, 하중을 가하여 발생된 복굴절 현상을 촬영하고, 분석하여, 그 내부응력을 관찰하는 실험방법으로서 2차원적 분석법, 3차원적 분석법 및 광

탄성 물질의 도포분석법 등이 있으며, 치과수복물에 대한 응력분석은 주로 2차원 및 3차원 분석법에 의해 행해지고 있다. 치과계에서는 Zak¹⁹⁾가 교정력에 관한 연구를 광탄성 응력분석법으로 소개한 이래 많이 응용되고 있다. 그러나 광탄성 응력분석법은 모형제작이 힘들고, 인체의 구강조직을 재현한 광탄성 재료가 구강조직의 재질과 다르고 모형의 탄성계수를 구강조직에 정확히 일치시키기 어려운 단점을 가지고 있다.

본 실험은 coping의 형태 5종³⁰⁾ 및 o-p anchor attachment를 설계하여, 의치의 교두정과 순면에 각각 수직하중 12kg, 순측 경사하중 8kg을 가하였다. inclined plane형은 수직하중시, coping의 경사면의 의치상에 응력분포 양상을 보이고, 순측 모서리각에 보다 큰 응력집중을 나타냈으며, 경사면을 따라서는 마찰에 의한 응력이 거의 균등하게 분포되어 있으나 미끄럼은 발생하지 않았다. 치근단 설측에 미세한 굽힘 압축응력이 분포되어 방³⁰⁾의 결론과 유사한 결과를 볼 수 있었다. Short square보다 medium square에서 coping의 상단 접촉면의 의치상에 응력분포 양상을 보이며, 특히 순측 모서리각 부분에 더 큰 응력집중을 볼 수 있으며, 순측 경사하중시 medium square 및 short square의 순측 모서리각에 응력집중 양상을 보이나, medium square에서 보다 큰 응력집중 현상이 나타나고, 의치의 두께가 다른 coping 형태에서보다 얇기 때문에 의치장착시 파절에 대한 세심한 주의가 필요하다고 사료된다. 수직하중시 medium dome형의 coping상단부위의 의치상에 응력이 집중되어 있으나, short dome형의 coping상단부위의 의치상에 응력이 집중되어 있으나, short dome에서는 보다 넓고 균일하게 분포되어 있고, 치근단 및 치조골 부위에서 응력분포 양상이 medium dome에서 현저하나 short dome에서 미미하게 나타나며 순측 경사하중시에도 마찬가지로 medium dome이 short dome보다 응력이 집중되는 양상을 나타내므로, 의치 제작시 short dome형이 응력분포면에서 바람직하다고 생각되며 방³⁰⁾의 보고와 같은 결과를 얻을 수 있었다. O-p anchor형의 경우, 수직하중 및 순측 경사하중시 의치상에 다른 형태의 coping보다 큰 응력집중 양상을 보이나 o-ring의 탄성력에 의하여 전달되는 응력을 어느 정도 상쇄시킬

수 있고 유지력도 증가시킬 수 있다고 생각되었다. 또한 지지조직의 순축 및 설축에 응력이 균일하게 분포되어 나타남으로서 응력분포면에 있어서는 short dome 에서와 마찬가지로 우수하다고 생각되었다. 6종의 coping 형태 모두에서 공히, 수직하중에서 의치상과 치근단 하단 및 치조골에 수직 방향으로 하중이 전달되어 응력이 분포되는 것을 볼 수 있으며, 이는 방의 결과와 유사하게 나타났다. 순축 경사하중시 지대치 및 지지조직에 나타나는 응력분포 양상으로부터 의치의 밀착성을 검토해 볼 수 있는데 short dome 과 o-p anchor 형의 경우에는 측방력에 대한 모멘트를 순축의 지지조직에서도 지지하므로 상하로 띠모양의 1.2차의 무늬를 관찰할 수 있었다. 이 두가지 경우는 순축 경사하중이 가해질 때 순축 의치상의 설축 내면이 구강점막과 지대치 조직에 밀착되어 의치가 안정적으로 힘을 전달하는 경우라고 볼 수 있었다. 그러나 short square 나 medium square 의 경우에는 순축 모서리각 부분에 응력이 집중되어 의치의 하단부위가 위로 들리게 되는 변형을 받기 때문에 측방하중시 의치의 밀착성이 감소되는 것으로 볼 수 있었다. 이런 영향은 short square보다는 medium square의 경우가 훨씬 심한 것을 알 수 있었다. 이와 같은 경향은 medium dome 이나 inclined plane 의 경우도 마찬가지이므로 밀착성 면에서는 short dome 이나 o-p anchor 의 경우가 더 좋다고 볼 수 있다. 순축 경사하중시 지대치 및 지지조직에 나타나는 응력의 분포는 서로 비교하기 어려울 정도로 불규칙하게 나타나는데 이는 순축 경사하중시 의치가 미끄러지는 경향과, 광탄성 모형을 제작함에 있어서의 재료의 성질을 정확히 재현하기 어렵고, 인체의 치근막은 지대치와 치조골 사이에 인장하중과 압축하중을 정확히 전달할 수 있는 기능이 있으나, 본 실험에서 치근막 대응으로 사용한 silicone rubber 는 인장력에 의해서 분리되고, 압축력에 의해서는 밀리는 경향으로 구강내와 다른 상태가 발생되어, 방³⁰⁾의 유한요소법으로 분석한 결과와 비교하여 지지조직에 나타나는 응력분포에 비해서 정확성이 떨어지는 것으로 생각된다. short dome 및 o-p anchor attachment 의 경우, 지지조직이 순축 및 설축으로 응력이 분포되고 있는 반면, 다른 형의 경우 순축 또는 설축의 어느 한쪽으로 응력

분포가 치우치는 경향을 볼 때 short dome 과 o-p anchor attachment 가 응력분포면에서 이상적이라고 생각된다. 또한 수직하중시 medium square, medium dome, o-p anchor attachment 와 같은 coping 의 길이가 증가된 경우는 응력집중 현상이 현저한 것을 볼 때, Warren 과 Caputo¹¹⁾가 광탄성 실험에서 short coping 에서의 응력이 가장 작았다는 보고와 유사하다고 생각된다. inclined plane 형의 경우, 순축 경사하중시 coping 의 경사면의 의치상에 응력이 분포되어 의치상이 탈락하려는 경향을 나타내므로 의치의 유지력에 있어서는 불리하다고 생각된다. Overdenture 는 치조골 및 지지조직의 상태, 치근의 길이, coping 의 형태에 따라 예후에 영향을 미칠 수 있다. 본 실험은 견치 치근 및 그 상부의 의치에 국한하여 실험을 행하였으나 실제 구강내에서는 보다 광범위한 지지조직의 피개, 교합력에 의한 조직의 변위 및 비기능적 측방력 이외에도 3차원적인 여러방향의 힘이 지대치 및 지지조직에 작용하므로 전 구강을 대상으로 할 때 상이한 결과를 나타낼 것으로 생각되며, 또한 attachment 의 경우 stud attachment 이외의 다른 종류를 사용할 때 치근 및 지지조직에 서로 다른 양상의 응력분포가 나타날 것으로 생각된다. 그러므로 치근의 길이에 따른 치아 및 지지조직에 가장 바람직한 응력을 분산시킬 수 있는 attachment 의 선택을 하기 위한 연구가 필요하다고 생각되며 임상적으로 볼 때 환자의 구강위생 조절능력이 overdenture 의 예후에 있어 큰 변수로 작용하므로 보다 계속적인 임상적 연구 및 관찰이 필요하다고 생각된다.

V. 결 론

지대치 coping 형태에 따른 응력의 분포양상을 연구하기 위하여 하악 견치 치근에 inclined plane, short dome, medium dome, short square, medium square 및 o-p anchor attachment 가 장착된 지대치, 지지조직, overdenture 를 2차원적인 광탄성 재료로 모형을 제작하여, 모형의 교두정에 수직으로 12 kg 과 순면에서 측방으로 8 kg 의 하중을 가하여 의치, 지대치 및 지지조직에 나타나는 응력분포 양상을 광탄성학적으로 분석하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. Short dome 형 및 o-p anchor attachment 형의 경우 지대치 및 치조골에 응력이 균등히 분포되었으며 의치의 안정감 및 응력분포면에서 우수하였다.

2. 순측 경사하중시 inclined plane 에서 overdenture 의 이탈 경향이 가장 크게 나타났다.

3. Long coping 이 short coping 보다 응력집중이 크게 나타났다.

4. Medium square 형의 경우, 순측 경사하중시 coping 의 순측 모서리각의 의치상에 가장 큰 응력이 집중되었다.

참 고 문 헌

1. Watt, D.M., and MacGregor, A.R. : Designing partial dentures, ed. 1, John wright & Sons Ltd., p. 175, 1984.
2. Atwood, D.A. : Some clinical factors related to rate of resorption of residual ridges, J. Prosthet. Dent., 12 : 441, 1962.
3. Reitz, P. V., et al. : An overdenture survey : Preliminary report, J. Prosthet. Dnet., 37 : 246, 1977.
4. Lord, J. L., and Teel, S. : The overdenture : Patient selection, use of copings, and follow-up evaluation, J. Prosthet, Dent., 32 : 41, 1974.
5. Toolson, L. B. and Smith, D. E. : A 2-year longitudinal study of overdenture patient, Part I. Incidence and control of caries on overdenture abutments, J. Prosthet. Dent, 40 : 486, 1978.
6. Toolson, L. B., Smith, D. E., and Phillips, C. : A 2-year longitudinal study of overdenture patients, Part II. Assessment of the periodontal health of overdenture abutments, j. Prosthet. Dnet., 47 : 4, 1982.
7. Davis, R. K., Renner, R. P., Antos, E. W., Schlissel, E. R., Bear, R. N. : A two year longitudinal study of the periodontal health status of overdenture patients, J. Prosthet. Dent., 45 : 358, 1981.
8. Brewer, A. A., and Morrow, R. M. : Overdentures, ed. 2, ST. louis, The C. V. Mosby Co., p. 341, 1980.
9. Garver, D. G. and Fenster, R. K. : Vital root retention in humans, a three year analysis of data, a final report, J. Prosthet. Dent. 213 : 368, 1980.
10. Garver, D. G., Fenster, R. K., Baker, R. D., and Johnson, D. L. : Vital root retention in humans, a preliminary report, J. Prosthet. Dent. 40 : 23, 1978.
11. Warren, A. B., and Caputo, A. A. : Load transfer to alveolar bone as influenced by abutment designs for tooth supported dentures, J. Prosthet. Dent, 33 : 137, 1975.
12. Dolder, E. J. : The bar joint mandibular denture, J. Prosthet. Dent, 11 : 689, 1961.
13. Crum, R. J., Loiselle, R. J., and Hayes, C. K. : The stud attachment overlay denture and proprioception, J. Am. Dent. Assoc. 82 : 583, 1971.
14. Crum, R. J., and Rooney, G. E. : Alveolar bone loss in overdentures : a 5 year study, J. Prosthet. Dent. 40 : 610~613, 1978.
15. Preiskel, H. W. : Precision attachments in prosthodontics : The applications of intracoronal and extracoronal attachments. Volume I, Chicago, Quintessence publishing co, Inc., p.131, 1984.
16. Gillings, B. R. D. : Intraradicular anchorage of overlay dentures using cobalt rare earth magnet, Aust. Soc. Prosth. Bull. 7 : 27, 1977.
17. Gillings, B. R. D. : Two-year assessment of overlay dentures retained by co-sm closedfield magnets, J. Dnet. Res. 58 : Special Issue A, Jan., 1979(abst. No. 751)
18. Dally, J. W., and Riley, W. F. : Experimental stress analysis, ed. 2, Tokyo, Mc Graw - Hill Kogakusha, LTD., p. 406, 1978.
19. Zak, B. : Photoelastische Analyse in der orthodontischer Mechanik, Oest. Z. Stomatol., 33 : 22, 1935.
20. Craig, R. G., et al. : Experimental stress analysis of dental restorations, Part I. two-dimensional photoelastic stress analysis of inlays, J. Prosthet. Dent., 17 : 277, 1967.
21. Craig, R. G., El - Ebrashi, M. K., and Peyton, F. A. : Experimental stress analysis of dental restorations, part II. Two-dimensional photoelastic st-

- ress analysis of crowns, *J. Prosthet. Dent.*, 17 : 293, 1967.
22. Craig, R. G., Farah, J. W. and El - Tahawi, H. M. : Three dimensional photoelastic stress analysis of maxillary complete dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 31 : 122, 1974.
 23. Thompson, W. D., Kratochvil, E. J., and Caputo, A. A. : Evaluation of photoelastic stress patterns produced by various designs of bilateral distal extension removable partial denture, *J. Prosthet. Dent.*, 38 : 261, 1967.
 24. Standlee, J. P., Caputo, A. A., Collard, E. W., and Pollack, M. H. : Analysis of stress distributing properties of threaded endodontic posts. *Oral surgery.*, 33 : 952, 1972.
 25. 윤성일, 장익태 : 치관 보철물에 작용하는 stress 에 관한 광탄성학적 분석, *대한치과 의사 협회지*, 23 : 45, 1985.
 26. 조원행 : 가공의치에 작용하는 stress 에 관한 광탄성 분석, *대한치과보철학회지*, 18 : 15, 1980.
 27. 이동악 : 구치부 도재 전장관의 stress 에 관한 광탄성 분석, *대한치과의사협회지*, 20 : 699, 1982.
 28. 김동원, 김영수 : 각종 형태의 골내 임프란트와 해부학적 치형에 관한 광탄성 응력분석, *대한치과교합학회지*, 3 : 25, 1984.
 29. 방몽숙 : O - P anchor attachment 를 이용한 오버덴추어에 관한 임상적인 연구(1), *대한치과 의사협회지*, Vol. 26. No. 12, 1988.
 30. 방몽숙 : 지대치 coping 형태에 따른 overdenture 의 거동에 관한 연구, *대한치과의사협회지*, Vol. 28, No. 4, 1990.
 31. Wheeler, R. C. : a text book of dental anatomy and physiology and occlusion, 5th. ed. Philadelphia, W. B. Saunders, p. 184, 1974.
 32. Ledger, E. : On preparing the mouth for the reception of a full set of artificial teeth. *Br. J. Dent. Sci.*, 1 : 90, 1856.
 33. Brill, N. : Adaptation and the hybrid - prosthesis, ed. 1. The C. V. Mosby Co. ST Louis, 1975.
 34. Perel, M. L. : telescopic dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 29 : 151, 1973.
 35. Schweizer, J. M., Schweitzer, R. D., and Schweitzer, J. : The telescoped complete denture : A reach report at the clinical level, *J. Prosthet. Dent.*, 26 : 357, 1971.
 36. Schweitzer, J. M. : Discussion of crown and sleeve - coping - retainers for removable partial prosthesis, *J. Prosthet. Dent.*, 16 : 1086, 1966.
 37. Brewer, A. A. : The tooth - supported denture, *Dent. Clin. North Am.* 17 : 723, 1973.
 38. Loisselle, R. J., Crum, R. J., Rooney, G. E., and Stuever, C. J. : The physiologic basis for the overlay denture, *J. Prosthet. Dent.* 28 : 4, 1972.
 39. Rissin, L., House, J. E., Manly, R. S., and Kapur, K. K. : Clinical comparison of masticatory performance and electromyographic activity of patients with complete dentures, overdentures, and natural teeth, *J. Prosthet. Dent.* 39 : 508, 1978.
 40. Miller, P. A. : Complete denture supported by natural teeth. *J. Prosthet. Dent.*, 8 : 924, 1938.
 41. Atwood, D. A. : Clinical, Cephalometric, and Densitometric study of the reduction of the residual ridges, *J. Prosthet. Dent.*, 26 : 293, 1971.
 42. Tallgren, A. : The continuing reduction of the residual alveolar ridges in complete denture wearers : A mixed longitudinal study covering 25 years, *J. Prosthet. Dent.* 27 : 120, 1972.
 43. Lammie, G. A. : The reduction of the edentulous ridges, *J. Prosthet. Dent.* 10 : 605, 1960.
 44. Ettiger, R. L., Taylor, T. D., and Scandrett, F. R. : Treatment needs of overdenture patients in a longitudinal study : Five - year results, *J. Prosthet. Dent.*, 52 : 532, 1984.
 45. Morrow, R. M., et al. : Tooth - supported complete denture : Description and clinical evaluation of a simplified technique, *J. Prosthet. Dent.*, 22 : 415, 1969.
 46. Quinlivan, J. T. : An attachment for overlay dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 32 : 256, 1974.
 47. 임상전, 광병만, 이주성 : 유한요소법 입문, 서울, 동명사, 1985.

Explanation of Figures

1. Isochromatic fringe patterns, 12 kg vertical load.
 - Fig. 3. Inclined plane
 - Fig. 4. Short dome
 - Fig. 5. Medium dome
 - Fig. 6. Short square
 - Fig. 7. Medium square
 - Fig. 8. O - P anchor attachment
2. Isochromatic fringe patterns, 8kg labial diagonal load
 - Fig. 9. Inclined plane
 - Fig. 10. Short dome
 - Fig. 11. Medium dome
 - Fig. 12. Short square
 - Fig. 13. Medium square
 - Fig. 14. O - P anchor attachment

논문사진부도



Fig. 3

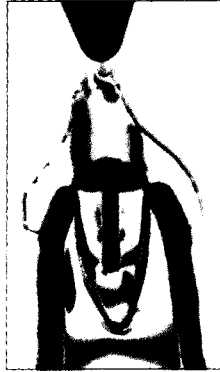


Fig. 4



Fig. 5

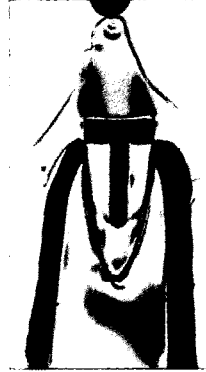


Fig. 6



Fig. 7

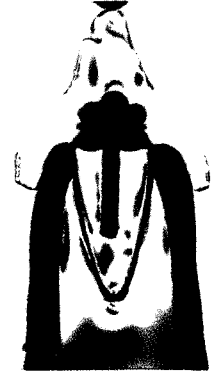


Fig. 8



Fig. 9



Fig. 10



Fig. 11



Fig. 12



Fig. 13



Fig. 14

—Abstract—

TWO - DIMENSIONAL PHOTOELASTIC ANALYSIS ON VARIOUS TYPES OF COPING DESIGNS UNDER OVERDENTURE

Hye - Ryung Yang, D. D. S., Mong-Sook Vang, D. D. S., Ph. D.

Department of Prosthodontics, College of Dentistry, Chonnam National University

This study was executed to analyze the stress distribution of tooth, supporting structure and overdenture by two - dimensional photoelastics when 6 types of coping were inserted.

Types of coping were designed to be inclined plane, short dome, medium dome, short square, medium square and o - p anchor attachment.

Forces were applied respectively as follows :

- 1) Vertical load of 12 kg on the incisal edge
- 2) 30° diagonal load of 8 kg on the labial surface.

The results were as follows :

1. In case of short dome and o - p anchor attachment, the stress is evenly distributed on teeth, supporting tissue structure under vertical and 30° diagonal load, then short dome and o - p anchor attachment show better stress distribution and stabilization of overdenture than any other copings.
2. Inclined plane revealed greater tendency of displacement of overdenture than any other coping under labial diagonal load.
3. Long height of copings had greater concentration of stress than short height of copings.
4. In case of medium dome under labial diagonal load, there were high level of stress concentration on denture base contacted labioincisal angle of coping.