

兩側性 遊離端 局所義齒의 設計變化에 따른 光彈性 應力分析에 關한 研究

서울大學校 齒科大學 補綴學敎室

尹 聖 逸 · 張 翼 泰

一 目 次 一

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄
- 寫眞附圖

臨床補綴 領域에서 局所義齒의 成敗는 支臺齒와 支持組織의 損傷을 막아주는 理想的인 局所義齒의 設計에 依하여 많은 影響을 받는다.^{19, 20, 26, 35, 45, 49)}

局所義齒가 機能運動을 할때 咬合壓은 주로 誘導面, 直接維持裝置로 傳達되는 境遇가 많기 때문에 가장 理想的인 義齒의 設計는 支臺齒와 支持組織의 健康을 維持하는 것이라고 하겠다.

臨床的인 側面에서 局所義齒 周圍에는 齒齦炎, 齒牙動搖, 骨吸收 등이 廣範圍하게 나타날 수 있다. 또한 咀嚼壓은 齒牙의 長軸에 平行하게 加해지는 것이 바람직하다고 報告된바 있다.³⁰⁾

局所義齒에서 支臺齒에 影響을 주는 壓力은 레스트의 位置와 形態, 床下組織의 齒槽骨狀態, 人工齒咬合面 狀態, 直接維持裝置의 強度, 種類, 形態에 따라 많은 變化를 보인다.^{4, 5, 6, 7, 8, 9, 19, 20, 22, 23, 25, 27, 29, 37, 42, 49)}

局所義齒에 主維持인 直接維持裝置의 形態를 變化시킴으로서 支臺齒에 미치는 壓力을 減少시킬수 있다는 可能性은 큰 意味를 지니고 있다.^{23, 25, 28, 31, 49)}

Applegate는 遊離端 局所義齒에서 聯合直接維持裝置가 좋다고 하였으며¹⁾, McCracken은 4 가지 類型의 直接維持裝置가 使用되어 질수 있다고 主張하였고³⁰⁾, 또 Kratochvil과 Caputo는 設計變化에 따른 支臺齒의 壓力變化를 光彈性 實驗으로 報告한바 있다.^{26, 41)}

Henderson과 Steffel은 5個의 直接維持 裝置가 遊離端 局所義齒에서 使用될 수 있다고 하였고,²¹⁾

Clayton과 Jaslow¹⁰⁾, Cecconi⁸⁾, Shohet³⁷⁾, Nally³³⁾, 등이 測定器具로써 遊離端 局所義齒의 運動을 測定한바 있다.

Clayton과 Jaslow는 wrought-wire clasp가 鑄造된 bar clasp보다 더 많은 壓力을 支臺齒에 미친다고 指摘하였다.¹⁰⁾

Cecconi와 그의 研究팀은 直接維持裝置의 設計變化에 따른 支臺齒 運動에는 重要的 變化가 없었다고 結論을 내렸다.⁸⁾

最近 Kratochvil과 Caputo는 7種의 直接維持裝置를 光彈性 分析法으로 研究한바 I-bar設計가 가장 優秀하다고 報告한바 있다.⁴¹⁾

韓國에서는 李⁴⁸⁾ 등이 直接維持裝置의 變型에 따른 支臺齒運動에 미치는 影響을 strain gauge로 研究한 結果, Aker's clasp가 I-bar clasp보다 支臺齒 運動이 더 많았다고 報告하였다.

齒醫學 分野에서는 光彈性分析을 利用한 많은 實驗들이 歐美各國에서 行하여 지고 있는데 이미 保存學^{11, 13, 14, 15, 16, 18)}, 補綴學^{12, 14, 17, 32, 38, 39)}, 矯正學^{3, 34)} 分野에서 많은 研究結果가 報告된 바 있다.

最近 韓國에서도 著者⁴⁶⁾의 齒冠補綴物에 發生하는 應力에 關한 二次元 光彈性 分析外에 趙⁵¹⁾, 林

50, 金⁴³⁾, 李⁴⁷⁾, 조⁵²⁾의 論文이 發表된바 있다.

著者は 局所義齒設計에서 흔히 使用하는 backaction, R. P. I, Aker's 型의 直接維持裝置를 光彈性 分析法을 利用하여 支臺齒와 隣接齒 및 遊離端에 傳達되는 應力을 分析함으로써 이 세가지의 直接維持裝置의 差異點을 研究하였기에 그 結果를 報告하는 바이다.

用하는 第一小白齒와 隣接한 犬齒는 齒槽骨로 부터 分離시켜 齒周韌帶를 再現시켰다. (그림 1)

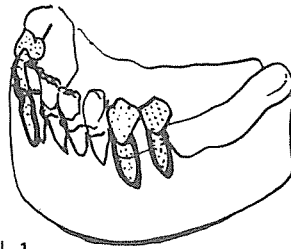


그림 1.

II. 實驗材料 및 方法

1) 實驗模型

三次元 光彈性 物質인 PLM-4 (美 Vishay社 Photoelastic Div.)와 接着劑 PMC-1 (美 Vishay社 Photoelastic Div.)을 利用하여 세개의 光彈性 遊離端 局所義齒의 模型을 製作하였는데, 兩側 第二小白齒 및 大白齒가 缺損된 模型에서 直接維持裝置가 作

合成樹脂로써 犬齒와 第一小白齒가 分離된 下顎骨 遊離端模型을 製作한 後, silicone rubber (Rhordorsil, 獨)를 利用하여 分離된 齒牙와 殘餘 下顎骨 模型別로 各各 mold를 製作하였다.

이 mold內에 三次元 光彈性物質 PLM-4를 注入 하고 硬化 冷却 cycle에 따라 freezign oven 內에 넣어서 凝結시켰다 (그림 2).

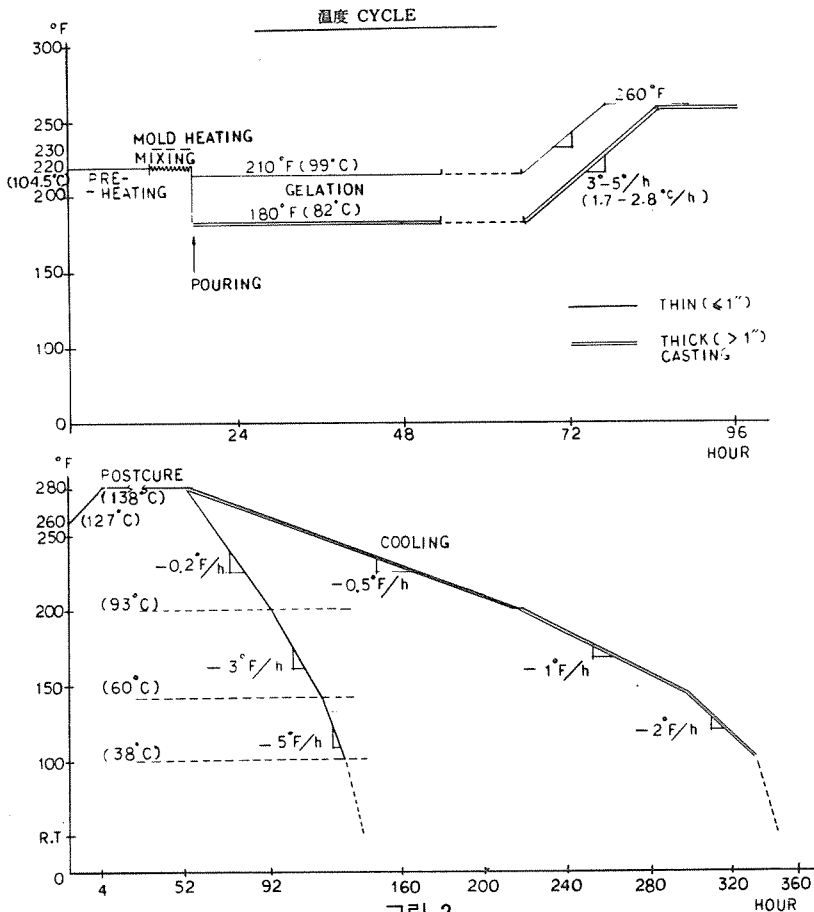


그림 2.

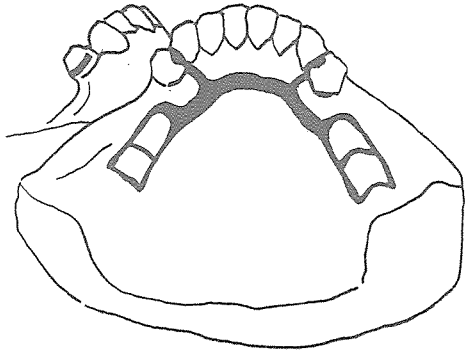


그림 3-I. Backaction clasp

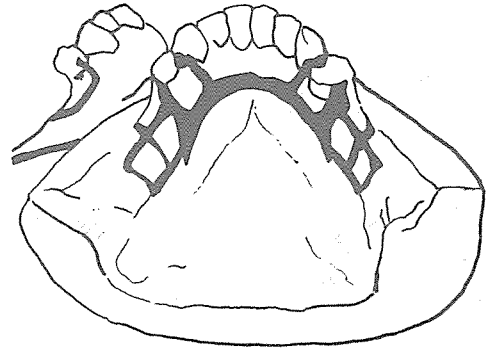


그림 3-II. R. P. I. clasp

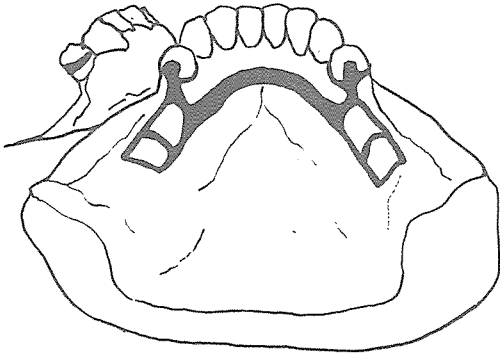


그림 3-III. Aker's clasp

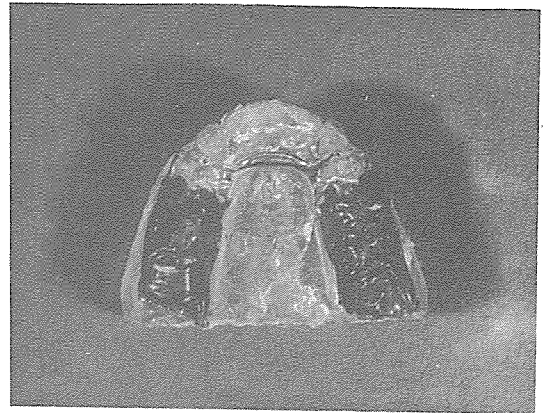


그림 3-IV. 完成된 義齒

完全히 冷却된 模型을 얻기 위하여, 約20日이 經
過한 後, 齒牙와 下顎骨을 PMC-1으로 接着시키고
24時間을 常溫에서 硬化시킨다음,

模型I에서는 兩側 第一小臼齒에 backaction cla
sp를 適用하기 위한 近心 rest seat 를

模型II에서는 兩側 第一小臼齒에 R. P. I. clasp를
適用하기 위한 近心 rest seat 를

模型III에서는 兩側 第一小臼齒에 Aker's clap를 適
用하기 위한 遠心 rest seat 를 形成하고 모든模型에서
頰面에는 0.010 inch의 undercut을 賦與했다.

2) 實驗義齒 製作

上記 3個의 模型에서 고무 印象材를 使用하여
印象을 採得한 다음 chrome-cobalt alloy로 各各 兩
側에 backaction clasp, R. P. I. clasp, Aker's clasp
를 包含하는 局所義齒 金屬構造物을 鑄造하여 裝着
하였다.(그림 3).

3) 實驗裝置

Transmission Polariscope(美 Vishay 社 Pho-
toelastic Div.)를 利用하여 三次元 應力分析을 하기

위해 義齒을 裝着한 模型에 2.2kg의 荷重을 兩側
에 同一하게 加한 後 이것을 그대로 freezing oven
에서 凍結시켰다.

이 凍結된 模型에서 義齒을 除去한뒤 各 模型을
여러 面으로 切斷하여 나타나는 fringe로서 應力分
析을 하는데, 原理는 光源에서 나온 震動波가 pol-
arizer, quarterwave plate, analyzer를 通過하면서
試片에 의하여 位相差가 發生하여 應力에 따라 各
各 다른 色調를 나타내게 되는 것이다(그림 4).

4) 應力分析 方法

三次元 應力分析을 위해 凍結된 模型을 左側은
頰舌平面으로 支臺齒長軸, 犬齒長軸, 遊離端 頂上
에서 垂直으로 各各 3mm 두께로 切斷하였다. 또한
右側은 近遠心間의 應力分布를 보기 위하여 犬齒
第一小臼齒 長軸으로 近遠心 平面으로 切斷하였고,
各試片을 A, B, C, D라고 命名하였다(그림 5).

이렇게 하여 3個의 模型에서 總 12個의 切
斷片을 얻었다.

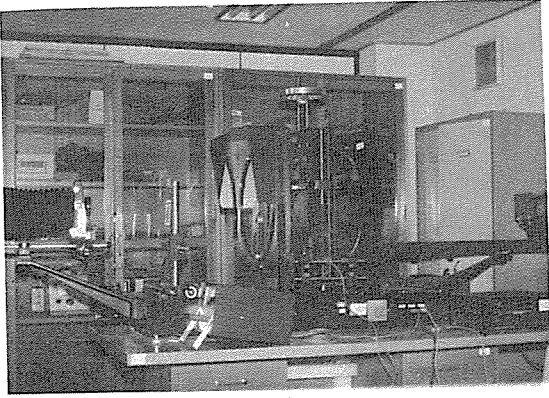


그림 4.

여기서 나타나는 fringe를 알기쉽게 圖解 하였다 (그림 6~11). 寫眞附圖 1~6. 應力分析은 近遠心平面에서는 犬齒, 第一小白齒의 齒根端을 따라가며 fringe數를 求하고, 遊離端에서는 頂上에서 垂直線을 따라가면서 fringe數를 求하였다. 또한 犬齒, 第一小白齒의 齒根端을 連結한 直線을 따라가면서 應力을 分析하였다.

頰舌平面에서도 위와같은 方法으로 犬齒 第一小白齒, 遊離端의 應力分析을 하여 近遠心 및 頰舌側을 同時에 比較할 수 있도록 하였다(그림 12).

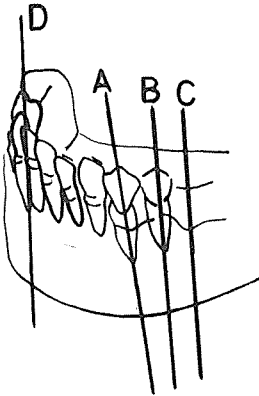


그림 5. 切斷方向

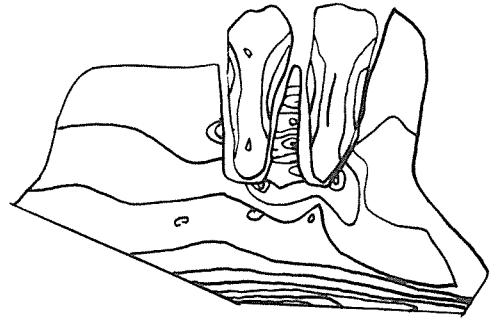


그림 7. 近遠心平面的 II 模型

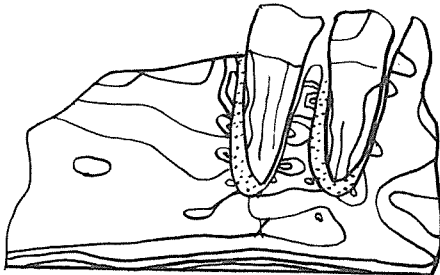


그림 6. 近遠心平面的 I 模型

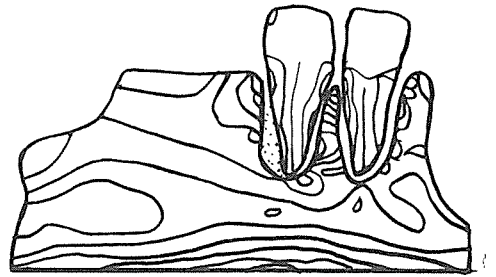


그림 8. 近遠心平面的 III 模型

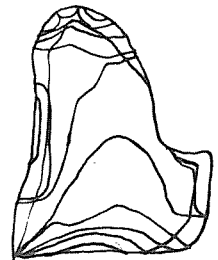
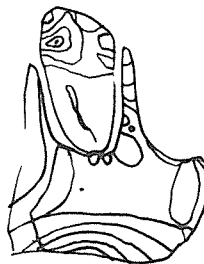
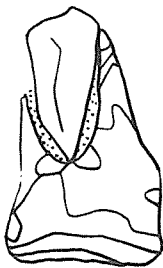


그림 9. 頰舌平面的 I 模型

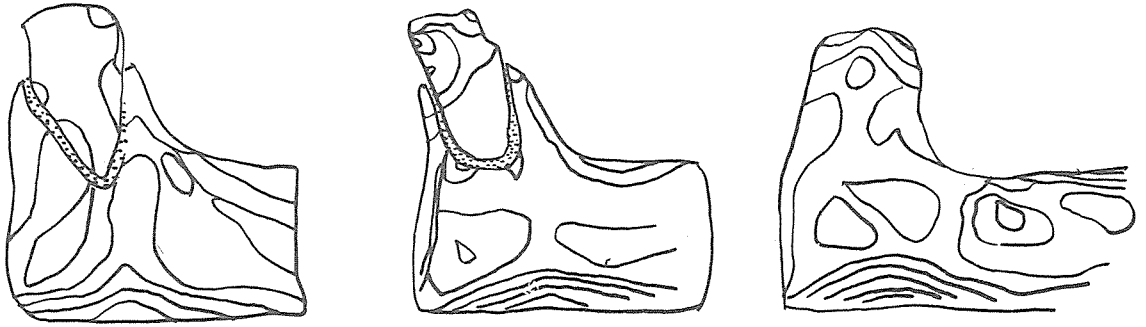


그림 10. 頰舌平面의 II 모델

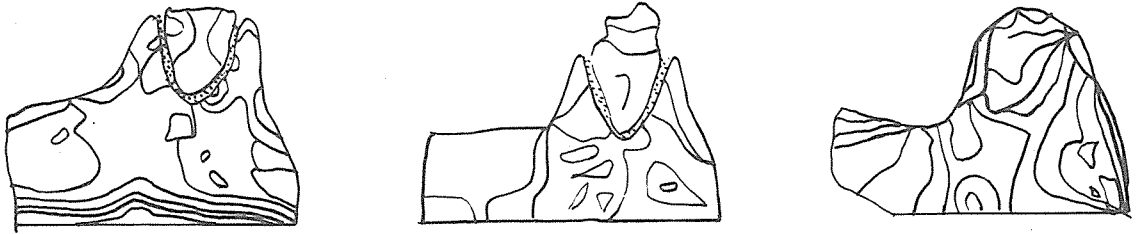


그림 11. 頰舌平面의 III 모델

近遠心平面

- Table 1. 모델 I 에서 犬齒齒根
 2. 모델 I 에서 第一小白齒齒根
 3. 모델 I 에서 犬齒第一小白齒連結線
 4. 모델 I 에서 遊離端
 5. 모델 II 에서 犬齒齒根
 6. 모델 II 에서 第一小白齒齒根
 7. 모델 II 에서 犬齒第一小白齒連結線
 8. 모델 II 에서 遊離端
 9. 모델 III 에서 犬齒齒根
 10. 모델 III 에서 第一小白齒齒根
 11. 모델 III 에서 犬齒第一小白齒連結線
 12. 모델 III 에서 遊離端

頰舌平面

- Table 13. 모델 I 에서 犬齒齒根
 14. 모델 I 에서 第一小白齒齒根
 15. 모델 I 에서 遊離端
 16. 모델 II 에서 犬齒齒根
 17. 모델 II 에서 第一小白齒齒根
 18. 모델 II 에서 遊離端
 19. 모델 III 에서 犬齒齒根
 20. 모델 III 에서 第一小白齒齒根
 21. 모델 III 에서 遊離端

그림 12.

이때 求하는 應力은 剪斷應力 分析法을 擇했는데
 剪斷應力 $\tau = \frac{f \cdot n}{2h}$

$N = \text{fringe 數}$

$f = \text{光彈性係數 (PLM 4=60psi/fringe/inch)}$

$h = \text{模型의 두께}$

여기서 3個의 模型의 微弱한 差異를 補償하기 위하여,

τ 를 $\left(\frac{P}{A}\right)$ $p = \text{荷重}$

$h = \text{模型의 길이로 나누어 各各 그 값을 求하였다.}$

이때 fringe는 7倍로 擴大하여 觀察하였다.

III. 實驗 成績

前述한 方法으로 21個의 解析圖表를 가지고 3個의 模型을 比較하기 위해 7個의 graph에 3個의 模型값을 集約하였다.

즉, Graph -1 犬齒에서 齒根端을 0로한 近遠心 齒根을 따라가면서 分析 (그림 13 切斷D)

Graph -2 第一小白齒에서 齒根端을 0로한 近遠心 齒根을 따라가면서 分析 (그림 14 切斷D)

Graph -3 犬齒의 第一小白齒의 齒根端을

이은 線에서 第一小白齒의 齒根
 端을 0로한 近遠心間의 分析
 (그림 15 切斷D)

Graph - 4 遊離端에서 第二小白齒 支點

의 遊離端 頂點에서 垂直線을 따
 라가면서 分析 (그림 16 切斷D)

Graph - 5 犬齒에서 齒根端을 0로한 頰舌
 齒根을 따라가면서 分析 (그림
 17 切斷A)

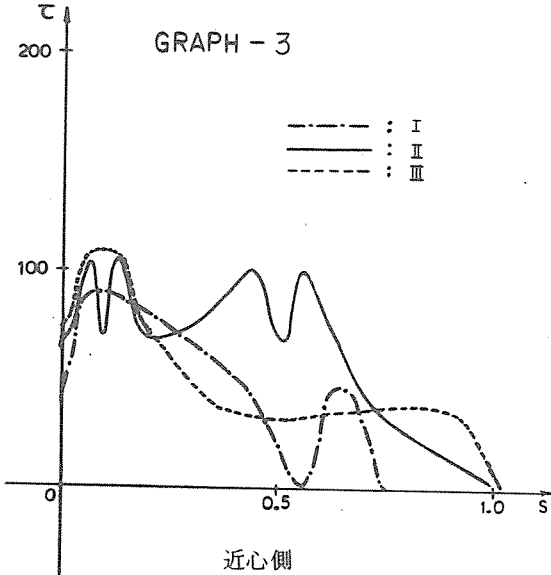


그림 15. 近遠心平面에서의 犬齒, 第一小白齒 齒根
 端 連結線 比較

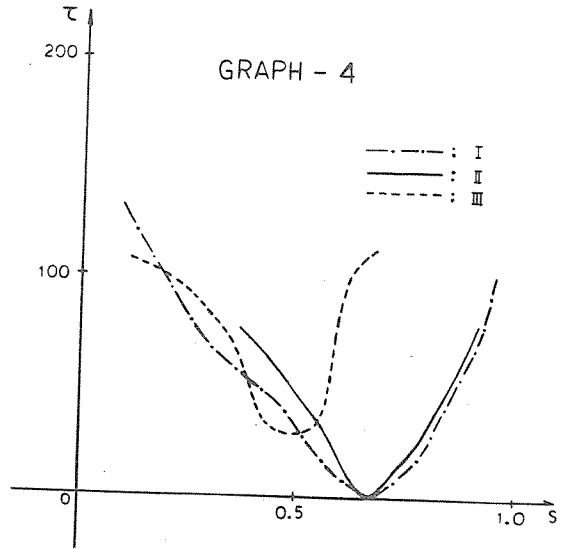


그림 16. 近遠心平面에서의 遊離端 比較

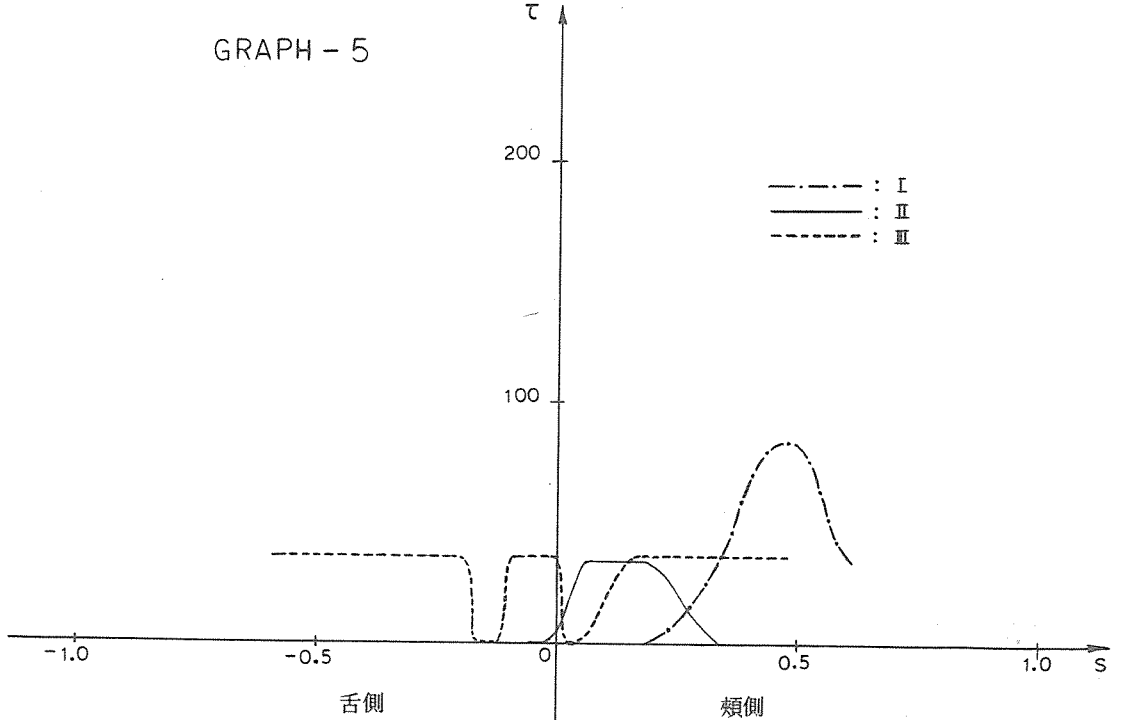


그림 17. 頰舌平面에서의 犬齒 比較

GRAPH - 6

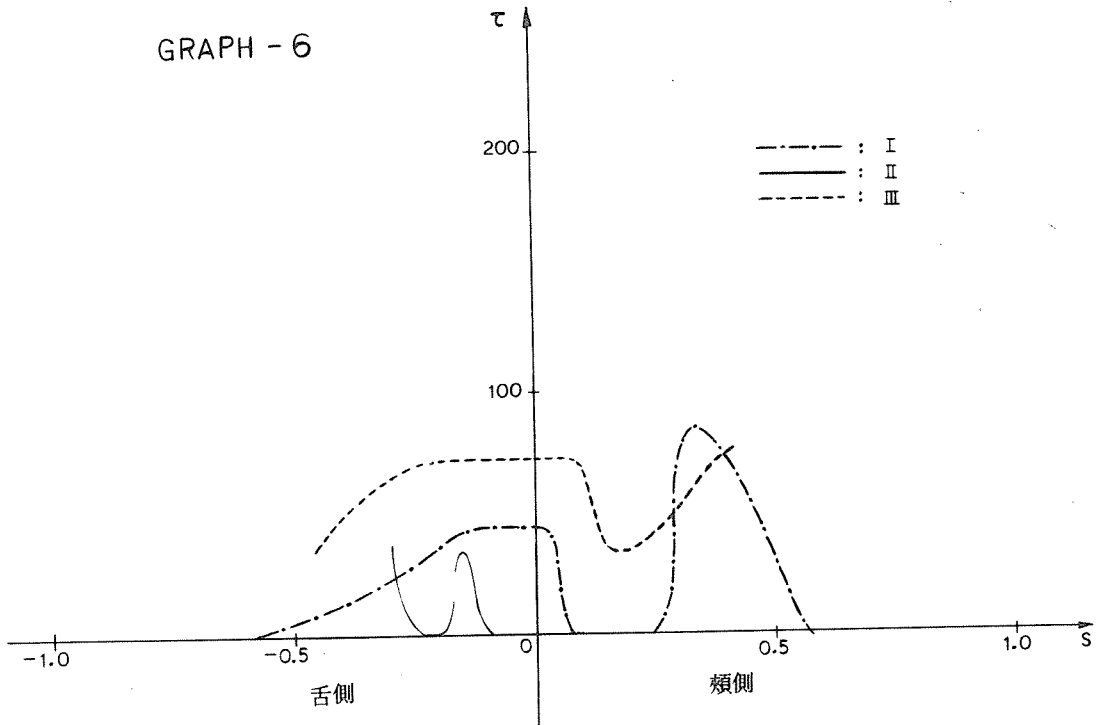


그림 18. 頰舌平面에서의 第一小白齒 比較

GRAPH - 7

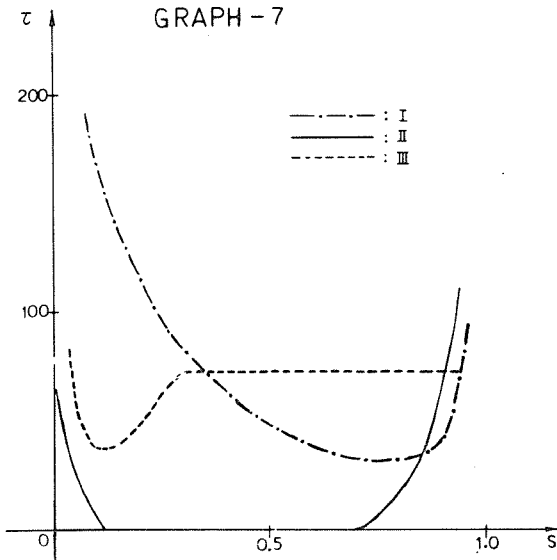


그림 19. 頰舌平面에서의 遊離端 比較

Graph-6 第一小白齒에서 齒根端을 0로 한 頰舌齒根을 따라가면서 分析 (그림 18 切斷B)

Graph-7 遊離端頂點에서 垂直線을 따라가면서 分析 (그림 19 切斷C)

여기서 應力分布를 보면 犬齒에 있어서는 近遠心 比較에서 모든 模型에서 遠心쪽에 훨씬 많은 應力을 보이고 있고, I, II 模型이 III 模型보다 훨씬 많은 應力을 보이고 있다.

第一小白齒의 近遠心 分析은 近遠心이 類似한 應力을 나타내며, 分布는 遠心에서는 II 模型이 比較的 적은 應力을 보이는 反面, 近心에서는 오히려 I, III 模型보다 더 많은 應力分布를 나타내고 있다.

近遠心平面에서의 齒根端을 이은 線을 보면 第一小白齒에서 犬齒쪽으로 갈수록 II 模型에서는 安定된 分布를 나타내는 代身, I, III 模型에서는 急激히 減少한다. 遊離端에서의 近遠心平面에서의 分析은 3개가 거의 類似한 分布를 보인다.

頰舌平面에서의 犬齒는 頰側이 더 많은 應力을 나타내고 I, II 模型에서는 舌側에 거의 應力을 보이지 않는다.

第一小白齒에서는 亦是 I, III 模型에서는 頰側에 많은 應力을 보이는 反面, II 模型에서는 舌側에만 若干의 應力을 보인다.

遊離端頰舌側에는 II 模型에서는 거의 應力이 나타나지 않고 I 模型에서 가장 많은 應力을 보인다.

IV. 總括 및 考按

支臺齒에 加해진 應力은 Graph 2에서 보는 바와 같이 R. P. I. clasp가 가장 安定된 應力分布를 나타냈다.

그러나 頰舌側으로는 거의 應力이 發生되지 않았는데, 이것은 舌側에 clasp arm이 없기 때문이라고 推理된다.

近遠心으로는 매우 安定된 應力이 分布됐지만 近心에 보다 많은 應力을 보인다. 이것은 近心の 레스트에서 作用하는 應力으로 보여지며, 또한 R. P. I. clasp에서는 支臺齒가 頰舌方向으로 보다는 近遠心方向으로 더 많은 應力을 나타내고 있다는 것을 立證한다. 이것은 李²⁸⁾의 報告에서 R. P. I. clasp設計가 頰舌보다는 近遠心으로 支臺齒運動을 더 많이 나타냈다는 報告와 一致한다. Aker's clasp設計에 있어서는 3個의 模型中 제일 많은 應力이 頰舌로 作用하고 있는 反面, 近心에는 거의 應力이 나타나지 않았다.

이것은 Aker's clasp의 遠心레스트의 影響이라 볼 수 있으며, 近遠心보다는 頰舌側으로 支臺齒가 많이 運動한다는 것을 나타냈다.

Backaction clasp에 있어서는 比較的 安定된 應力分布를 보이고 있으나 頰側에 많은 應力을 보임과 同時에 不安定한 變化를 보인다.

支臺齒에서 分析한 結果, 近心레스트를 形成해준 backaction clasp와 R. P. I. clasp가 遠心레스트를 形成해준 Aker's clasp보다 多少 有利하다고 類推되며 McCracken의 主張과 一致한다.³⁰⁾

隣接齒인 犬齒는 backaction, R. P. I. clasp가 어느 정도의 應力을 보이지만 Aker's clasp에서는 훨씬 적은 應力이 分布된다는 事實도 立證됐다.

따라서 Aker's clasp는 前方齒牙로의 應力分散을 期待하기 어렵다는 事實을 類推할 수 있는 것이다. 특히 近心側에는 거의 應力分布를 볼수가 없고 頰舌側으로는 매우 不安定한 應力分布를 나타냈다.

反面 backaction clasp와 R. P. I. clasp는 近遠心으로는 어느 정도의 安定된 應力分布를 보이지만 頰側에는 不安定한 應力分布를 나타냈다.

頰側에는 backaction clasp가 顯著하게 많은 應力分布를 보인다. 이것은 backaction clasp를 利用하였을 때는 頰側에 많은 量의 骨吸收를 惹起시킬 수 있다는 事實을 類推할 수 있는 것이다.

遊離端에서는 모두가 齒槽骨 頂上에서 下方으로 갈수록 減少하는 應力分布를 보이고, R. P. I. clasp에서 가장적이고 backaction, Aker's clasp에서는 많은 應力을 나타내고 있으나 backaction clasp에서 더 많고 不安定한 應力分布를 나타내고 있다. 이것은 遊離端에서의 應力集中 現象이 backaction clasp를 使用하였을 때 가장 많이 나타났다고 할 수 있다.

同一한 咬合壓이 作用될 때 backaction clasp가 Aker's clasp나 R. P. I. clasp보다 더 많은 量의 骨吸收를 惹起시킬 수 있다는 事實을 類推할 수 있는 것이다. 또한 Graph 3에서 犬齒 第一小白齒 齒根端 連結線에서는 支臺齒에서 犬齒로 갈수록 R. P. I. clasp는 安定된 應力分布를 보이는 反面, Aker's clasp와 backaction clasp는 急激히 減少하는 應力分布를 나타냈다.

以上과 같은 結果로 미루어 볼 때, R. P. I. clasp가 比較的 優秀하다고 하겠지만 近遠心側에 應力이 集中된다는 것은 注目할 만한 事實이다.

本 實驗의 結果 R. P. I. clasp가 臨床의 優秀하다는 것은 Kratochvil⁴¹⁾의 報告와 一致했다.

또한 Aker's clasp는 支臺齒를 過度하게 遠心側으로 넘어뜨리려는 힘이 많이 作用함으로써 支臺齒의 損傷을 豫防하기는 困難하다는 事實도 立證할 수 있었다.

將次 齒醫學分野에서 光彈性 研究가 더욱 많이 試圖되어 좋은 施設과 與件을 가지고 研究한다면 臨床에 有益한 새로운 事實을 確證할 수 있다고 느껴지며, 나아가 齒醫學과 關聯된 生體工學的 研究에 많은 發展을 期待할 수 있다고 하겠다.

V. 結 論

著者は 局所義齒設計에서 흔히 使用되는 backaction, R. P. I., Aker's型의 直接維持裝置를 光彈性 分析法을 利用하여 支臺齒와 隣接齒 및 遊離端에 傳達되는 應力을 分析하여 直接維持 裝置의 差異點을 研究하여 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. R. P. I. clasp設計가 가장 理想的인 應力分布를 나타냈다.
2. Aker's clasp設計는 支臺齒의 遠心側으로 많은 應力分布를 보였다.
3. Backaction clasp와 R. P. I. clasp는 比較的 安定된 應力分布를 나타냈지만 R. P. I. clasp는 頰舌側에 거의 應力을 보이지 않고 backaction cla-

sp는 遊離端에 많은 應力을 나타냈다.

4. Aker's clasp는 支臺齒 前方齒牙에 까지는 거의 應力을 分散시키지 못했다.

參 考 文 獻

1. Applegate, O.C.: Essentials of Removable Partial Denture Prosthesis, Philadelphia, W.B. Saunders Company, p.63, 1954.
2. Baeten, L.R.: Canine retraction: Photoelastic study, Amer. J. Ortho., 67:11-23, 1975.
3. Brodsky, J.F., Caputo, A.A., and Furstman, L.L.: Root tipping; Photoelastic-histopathologic correlation, Amer. J. Ortho., 67:1-10, 1975.
4. Cecconi, B.T.: Effect of rest design on transmission of forces to abutment, J. Prosthet. Dent. 32:141-141, 1974.
5. Cecconi, B.T., Asgar, K., and Dootz, E.: Clasp assembly modifications and their effect on abutment tooth movement, J. Prosthet. Dent. 27:160-167, 1972.
6. Cecconi, B.T.: Lingual bar design, J. Prosthet. Dent. 29:635-639, 1973.
7. Cecconi, B.T., Asgar, K., and Dootz, E.: Removable partial denture abutment tooth movement as affected by inclination of residual ridges and type of loading, J. Prosthet. Dent. 25:375-381, 1971.
8. Cecconi, B.T., Asgar, K., and Dootz, E.: The effect of partial denture clasp design on abutment tooth movement, J. Prosthet. Dent. 25:44-56, 1971.
9. Cecconi, B.T., and Kaiser, G.: Stress breakers and the removable partial denture, J. Prosthet. Dent. 34:145-151, 1975.
10. Clayton, J.A., and Jaslow, C.: A Measuring of Clasp Forces on Teeth, J. Prosthet. Dent. 25:21-43, 1971.
11. Craig, R.G., El-Ebrashi, M.K., Lepeak, P.T., and Peyton, F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part I. Two dimensional photoelastic stress analysis of inlays, J. Prosthet. Dent., 17:277-291, 1967.
12. Craig, R.G., El-Ebrashi, M.K., and Peyton F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations, Part II. Two dimensional photoelastic stress analysis of crowns, J. Prosthet. Dent., 17:292-302, 1967.
13. El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations, Part III. The concept of the geometry of proximal margins. J. Pros. Dent. 22:333-345, 1969.
14. El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part IV. The concept of parallelism of axial walls, J. Prosthet. Dent., 22:346-353, 1969.
15. El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part V. The concept occlusal reduction and pins, J. Prosthet. Dent., 22:565-577, 1969.
16. El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part VI. The concept of proximal reduction in compound restorations, J. Prosthet. Dent., 22:663-670, 1969.
17. El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part VII. Structural design and stress analysis of fixed partial dentures, J. Prosthet. Dent., 23:177-186, 1970.
18. Fisher, D.W., Capto A.A., Shillingburg, Jr. H.T., and Duncanson, Jr. M.G.: Photoelastic analysis of inlay and onlay preparations, J. Prosthet. Dent., 33:47-53, 1975.
19. Frechett, A.R.: Partial denture planning with special reference to stress distribution, J. Prosthet. Dent. 1:710-724. 1951.

20. Frechette, A.R.: The influence of partial denture design on distribution of force on abutment teeth, *J. Prosthet. Dent.* 6:195-212, 1956.
21. Henderson, D., and Steffel, V.L.: *McCracken's Removable Partial Prosthodontics*, St. Louis, The C.V. Mosby Company, p.75, 1973.
22. Hindels, G.W.: Load distribution in extension saddle partial denture, *J. Prosthet. Dent.* 2:92-100, 1952.
23. Hindels, G.W.: Stress analysis in distal extension partial dentures, *J. Prosthet. Dent.* 7:197-205, 1957.
24. Johnston, J.F., Phillips, R.W., and Dykema, R.W.: *Modern practice in crown and bridge prosthodontics*, 2nd Ed. W.B. Saunders Company, 1965.
25. Kaires, A.K.: Effect of partial denture design on bilateral force distribution, *J. Prosthet. Dent.* 6:373-385, 1956.
26. Kratochvil, F.J., and Caputs, A.A.: Photoelastic Analysis of Pressure on Teeth and Bone Supporting Removable Partial Dentures, *J. Prosthet. Dent.* 32:52-61, 1974.
27. Kratochvil, F.J.: Influence of occlusal rest position and clasp design on movement of abutment teeth, *J. Prosthet. Dent.* 13:114-124, 1963.
28. Krol, A.J.: Clasp design for extension-base removable partial dentures, *J. Prosthet. Dent.* 29:408-415, 1973.
29. Kydd, W.L., Dutton, D.A., and Smith, D.W.: Lateral forces exerted on abutment teeth by partial dentures, *J. Am. Dent. Assoc.* 68:859-863, 1964.
30. McCracken, W.L.: *Partial Denture Construction*, St. Louis. The C.V. Mosby Company, p.176, 1960.
31. Miller, E.L.: *Removable partial prosthodontics*, pp.103-118, Williams and Wilkins Company, 1972.
32. Nally, J.N., Farah J.W., and Craig R.G.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part IX. Two-dimensional photoelastic stress analysis of porcelain bonded to gold crowns, *J. Prosthet. Dent.*, 25:307,315, 1971.
33. Nally, N.N.: Methods of Handling Abutment Teeth in Class I partial Dentures, *J. Prosthet. Dent.* 30:561-566, 1963.
34. Nikolai R.J., and Schweiker, J.W.: Investigation of Root-Periodontium interface stresses and Displacements for Orthodontic Application, *Experimental mechanics*: 406-413, 1972.
35. *Partial dentures*, New York, J.F. Jelenko & Company, Inc., 1962.
36. Posselt, U.: *Occlusion Related to Periodontics-Review of Literature*, World Workshop in Periodontics, Ann Arbor, Mich. The University of Michigan, p.229, 1966.
37. Shohet, H.: Relative magnitudes of stress on abutment teeth with different retainers, *J. Prosthet. Dent.* 21:267-282, 1969.
38. Thayer, H.H., and Caputo, A.A.: Effects of overdentures upon remaining oral structures, *J. Prosthet. Dent.*, 37:374-381, 1977.
39. Tillitson, E.W., Craig R.G., Farah, J.W., and Peyton F.A.: Experimental stress analysis of dental restorations. Part VIII. Surface strains on gold and chromium fixed partial dentures, *J. Prosthet. Dent.*, 24:174-180, 1970.
40. Waerhaug, J.: *Epidemiology of Periodontal Disease-Review of Literature*, World Workshop in Periodontics, Ann Arbor, Mich., The University of Michigan, p.200, 1966.
41. Wayne D. Kratochvil, F.J., Caputo, A.: Evaluation of Photoelastic stress patterns produced by various designs of bilateral distal-extension removable partial dentures, *J. Prosthet. Dent.* 38:261-273, 1977.
42. 金仁哲, 池潤澤, 李揆松, 崔光哲, 朴文植: I-Bar attachment에 의한 遊離端義齒의 臨床例. *大韓齒科醫師協會誌*, 제10권 제8호, 1972.

43. 金俊淵：臼齒部 Inlay修復物에 作用하는 stress에 關한 光彈性 分析, 大韓齒科醫師協會誌, 19 : 593-608, 1981.
44. 夫三煥：局所義齒에 있어서 支臺齒에 加해지는 stress에 關한 研究. 最新醫學, 제16권 제 4 호, 1973.
45. 嚴煥培：Occlusal rest의 設置에 따라 支臺齒와 床下組織에 加해지는 stress의 分布에 關한 研究. 大韓齒科補綴學會誌, 제12권 제 1 호, 1974.
46. 尹聖逸：齒冠補綴物에 作用하는 stress에 關한 光彈性學的 分析. 大韓齒科醫師協會誌, 17 : 47-52, 1979.
47. 李東岳：臼齒部 陶材前裝鑄造冠의 stress에 關한 光彈性 分析. 大韓齒科醫師協會誌, 20 : 699-716, 1982.
48. 이병태：Clasp의 변형에 따른 유지가 지대치운동에 미치는 영향에 관한 실험적 연구. 大韓齒科醫師協會誌, 14 : 147-156, 1976.
49. 李虎容：Clasp形態의 變形에 따라 支臺齒에 加해지는 水平壓力에 關한 研究. 大韓齒科醫師協會誌, 제11권 제12호, 811-820, 1970.
50. 林政奎：齒冠補綴物의 隣接邊緣部位에 作用하는 stress에 關한 光彈性學的 分析. 大韓齒科補綴學會誌, 12 : 15-35, 1972.
51. 趙元行：架工義齒에 作用하는 stress에 關한 光彈性學的 分析. 大韓齒科補綴學會誌, 18 : 15-35, 1980.
52. 조인호：총의치 교합형태에 따른 3차원적 광탄성 응력분석. 대한치과 의사협회지, 20 : 945-966, 1982.

PHOTOELASTIC STRESS ANALYSIS PRODUCED BY
VARIOUS DESIGNS OF BILATERAL DISTAL EXTENSION
REMOVABLE PARTIAL DENTURES

Youn, Sung-II, Chang, Ik-Tae

Dept. of Prosthodontics, Seoul National University

..... » Abstract «

The purpose of this study was to analyze the stress distribution of various designs of bilateral distal extension removable partial dentures.

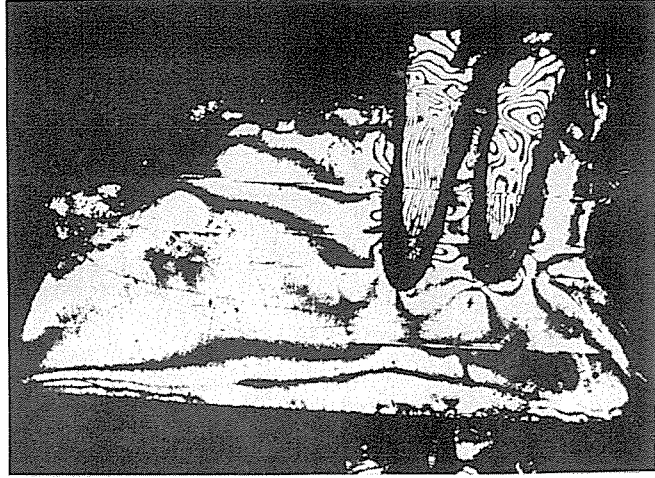
The author examined stress distribution on the distal extension removable partial dentures with three-types of direct retainers, i.e, backaction clasp, R.P.I clasp, Aker's clasp. Three models were made of PLM-4 for three dimensional photoelastic stress analysis. And each model was set with a chrome cobalt partial denture frame with three different direct retainers. 2.2 kilogram load was applied on the bilateral distal extension edentulous space. After freezing the stress, with eighteen slices shear stress was analyzed bucco-lingually and mesiodistally.

The results were as follows.

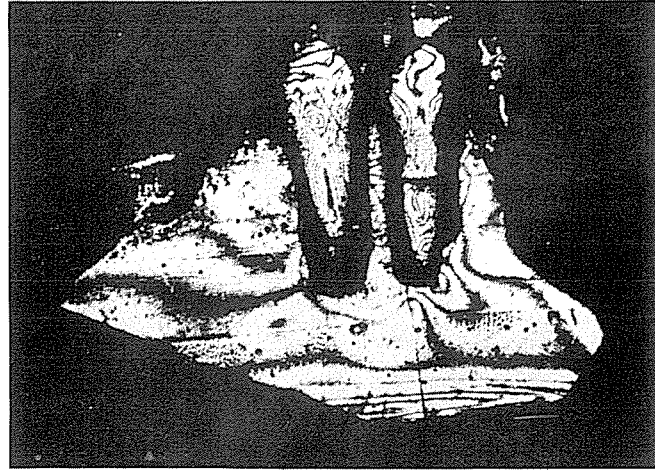
1. R.P.I clasp design exhibited the most favorable stress distribution.
2. Abutment with Aker's clasp design exhibited the most distally bending stress pattern.
3. Backaction clasp and R.P.I clasp design developed a little favorable stress distribution but, R.P.I clasp design exhibited little stress distribution in bucco-lingual side and backaction clasp design exerted higher stress concentration in distal extension edentulous area.
4. Aker's clasp did not distribute the stress to the anteriorly positioned tooth from terminal abutment tooth.

.....

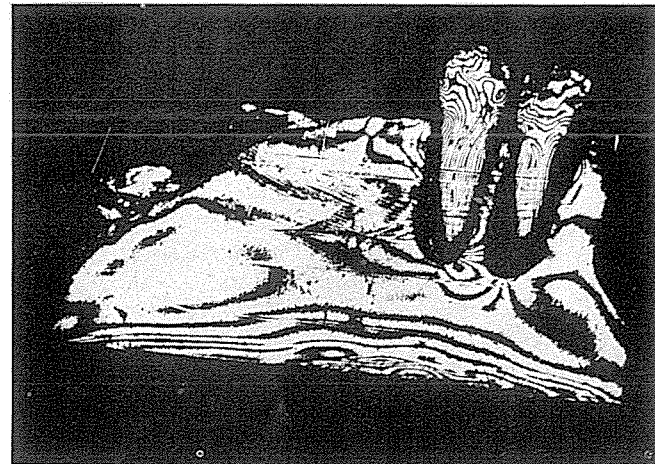
論文 寫眞附圖 ①



附圖 1. 近遠心平面에서의 模型Ⅰ의 切斷面

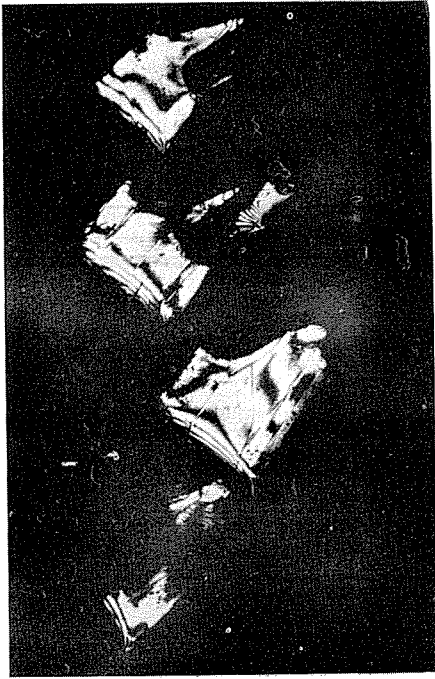


附圖 2. 近遠心平面에서의 模型Ⅱ의 切斷面

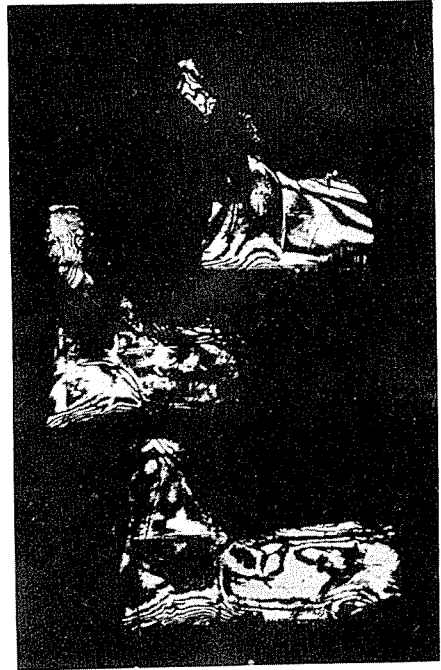


附圖 3. 近遠心平面에서의 模型Ⅲ의 切斷面

論文 寫眞附圖 ②



附圖 4. 頬舌平面에서의 模型Ⅰ의 切斷面



附圖 5. 頬舌平面에서의 模型Ⅱ의 切斷面



附圖 6. 頬舌平面에서의 模型Ⅲ의 切斷面