

# 齒冠補綴物에 작용하는 Stress에 對한 光彈性學的 分析

서울大學校 大學院 齒醫學科 補綴學 專攻

尹 聖 逸 · 張 翼 泰

## — 目 次 —

- 第一章 緒 論
- 第二章 實驗資料 및 方法
- 第三章 實驗成績
- 第四章 總括 및 考按
- 第五章 結 論
- 參攷文獻
- 英文抄錄

## 第一章 緒 論

齒冠補綴物은 形成된 支臺齒의 全面을 被蓋하는 補綴物이다<sup>1)</sup>.

齒周組織의 健康狀態를 維持하기 爲해서 齒冠補綴物은 齒冠邊緣部에 full shoulder를 形成해 주는 것이 좋다고 報告된 바 있다<sup>2)</sup>. 또 齒冠邊緣部에 shoulder를 形成하지 않은 補綴物도 邊緣의 適合을 正確하게 해 줄수 있다고 報告한 바 있다<sup>3)</sup>.

Brumfield<sup>2)</sup>는 機械的인 側面에서 金冠의 強度는 만드시 支臺齒에 被蓋되는 補綴物面積에 依存하는 것이 아니라는 報告를 한 바 있다.

Craig<sup>3)</sup>는 四本の 固定性 局部義齒에 加해진 stress를 分析한 結果 橫軸의 方向으로 힘이 分散되었다고 한다.

또 stress가 加해졌을 때의 變化는 힘의 程度, 힘이 加해진 場所, 各各의 修復物의 質量과 形態에 따라 달라졌다고 報告하였다.

結局 理想的인 齒冠補綴物의 設計는 補綴物 表面에 均等하게 stress 分散을 圖謀하는 것이다.

齒冠修復物에 있어서의 光彈性學的 stress 分析은, Craig<sup>3), 4), 5), 7), 8), 9), 10), 11), 14)</sup>, El-Ebrash<sup>4), 5), 7), 8), 9), 10), 11)</sup>, Lepeak<sup>4)</sup>,

Peyton<sup>3), 4), 5), 7), 8), 9), 10), 11), 12)</sup>, Tillitson<sup>16)</sup>, Farah<sup>14)</sup>, Nally<sup>14)</sup> 等에 依해 研究報告된 바 있다.

著者는 靜的인 加力狀態에서 二次元的인 光彈性 stress 分析法을 利用해서 두點에서의 stress의 分散樣相을 研究하여 多少의 知見을 얻었기에 그 結果를 報告하는 바이다.

## 第二章 實驗資料 및 方法

傾斜된 齒牙와 正常的으로 位置한 齒牙 두個를 選定하여 金冠全體에 오는 stress의 分散을 보기 爲하여 美國의 photoelastic 會社에서 製作한 光彈性物質 PSM1 으로써 2個의 金冠模型을 齒牙解剖學的 形態에 類似하게 製作하였다.

支臺齒部分이 되는 基底部는 aluminum plate로써 製作하여 模形用硬石膏로 附着시키고 美國의 photoelastic 會社 製品인 Circular Transmission Polaroscope를 使用하여 stress 分散樣相을 調査해서 各各의 擱斷應力과 內外面에 接觸하는 面을 따라서도 stress 推定을 하였다.

補綴物에 加해진 荷重은 微弱한 힘 50 pound와 平均咬合力에 近似한 110 pound<sup>17)</sup>를 차례로 加해서 比較 研究하였다.

이때 isochromatic fringe가 principal stress에 對한 差異로서 나타나게 되고, 이 fringe의 數로써 擱斷應力을 算出해 내었다<sup>6), 12)</sup>.

## 第三章 實驗成績

近心으로 傾斜된 下顎第二大臼齒의 遠心咬頭의 頂點에 50 pound의 힘을 加했을때 나타나는 fringe order는 그림 1에서 보는바와 같으며,

이것은 擱斷應力을 求하는 公式

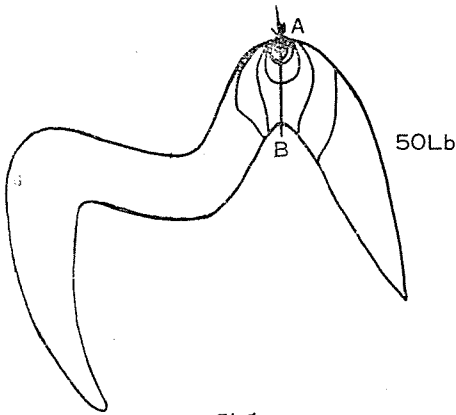


그림 1

$$\tau = \frac{f \cdot n}{2h}$$

에 代入하여 加壓點에서 支臺齒의 咬頭와 接하는 點을 連結하는 線 AB를 따라서, 2.5mm 間隔으로 擲斷應力을 求하였다.

여기서  $\left\{ \begin{array}{l} f \rightarrow \text{光學 stress 指數} \\ n \rightarrow \text{fringe의 計算值} \\ h \rightarrow \text{模型의 두께} \end{array} \right.$

를 말한다.

이때 PSM1의 f는 40 psi×inch. 두께는 1/4inch였다 다음에 壓力을 110 pound로 增加시켜서, 加壓했을때 50 pound 加壓時보다 훨씬 많은 fringe가 나타났다 (그림 2).

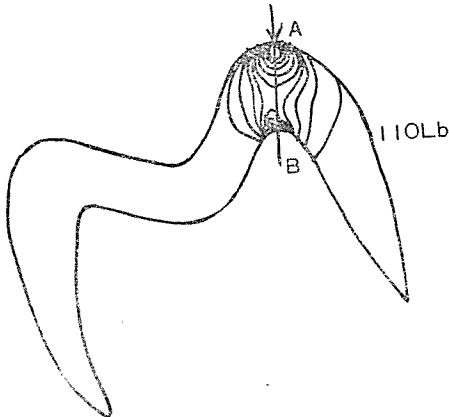


그림 2

50 pound 加壓時와 마찬가지로 shear stress를 2.5mm 間隔으로 AB線을 따라 計算하였다(그림 3).

이때 最高의 stress를 받은 支點은 B點으로서 支臺齒 咬頭와 接하는 支點이며 50 pound 加壓時 560 psi

110 pound 加壓時 800 psi

였으며 最底의 stress를 받은 部位는 50 pound 加壓時 A點으로부터 5mm 支點에서 300 psi였었다.

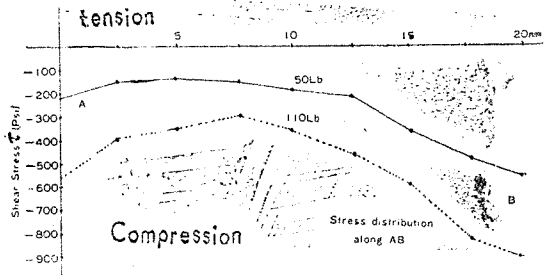


그림 3

이때의 모든 stress는 壓縮應力이었다. 또한 金冠의 內外面에 發生하는 stress의 樣相을 觀察하기 위해 그 點에서의 fringe 計算值를 垂直으로 새워 하나의 連結된 彎曲으로 表示하였다(그림 4).

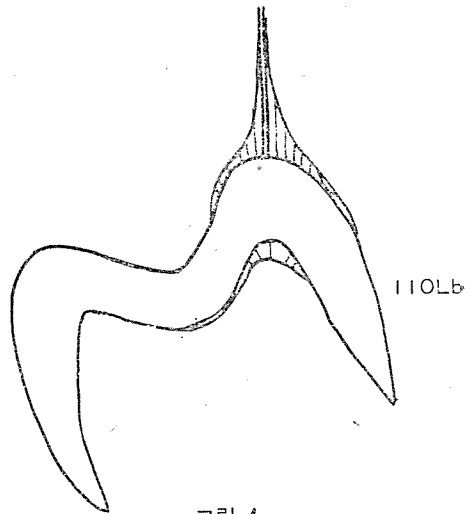


그림 4

50 pound 加壓時나 110 pound 加壓時나 類似한 樣相으로 A, B點에서 높은 stress 分布를 나타냈고, 齒頭部 側에서는 거의 stress가 나타나지 않았다.

正常的으로 位置한 支臺齒의 金冠에서 stress의 分佈를 觀察할 때 前術한 加壓方法과는 달리 圓型의 load cell을 利用하여 兩點에서 接觸이 되면서 加壓을 行하였다.

50 pound의 힘을 加했을때(그림 5) 그 fringe의 計算值를 求해서 前術한 바와 같이 shear stress를 求했다.

이때의 stress 分析은 金冠의 中心線 AB, 또 加壓點에서 支臺齒咬頭와 接觸하는 點을 이은線 CD, 兩線을 따라서 2.5mm 間隔으로 調査했다.

AB, CD線을 따라서 나타나는 擲斷應力을 前術한 바와 같이 算出해서 이것을 그림 8에 比較해 보았다.

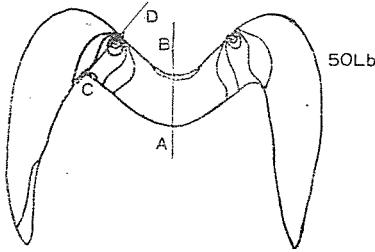


그림 5

또한 金冠의 內, 外面에 나타나는 stress도 前術한 바와 같은 方法으로 圖解하였다(그림 6).

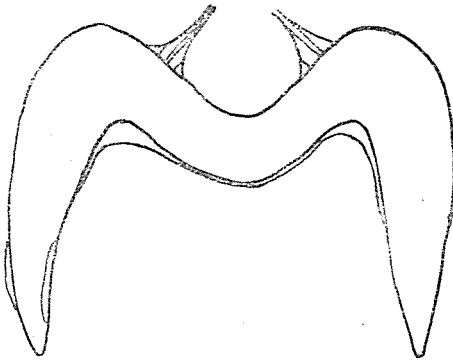


그림 6

여기서도 加壓點과 支臺齒咬頭와의 接觸點 部位에 stress 集中狀態를 볼 수 있고, 齒頭部側에서는 거의 stress 分布를 認知할 수 없었거나 微弱한 程度였다.

또한 이 金冠에서 110 pound로 힘을 增加시켰을 때(그림 7)

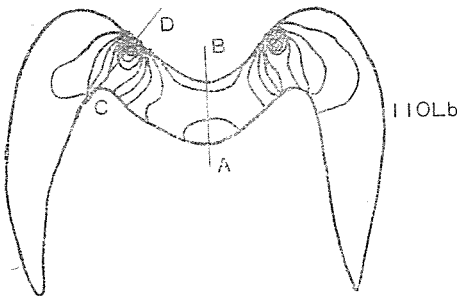


그림 7

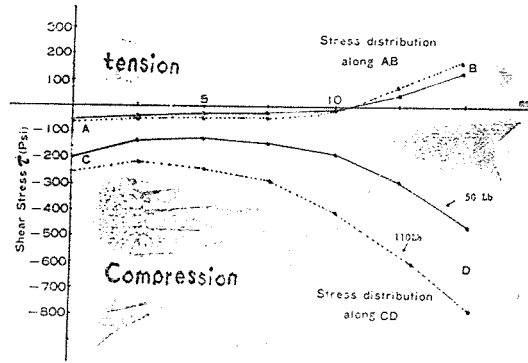


그림 8

이때의 stress 狀態는 CD線을 따라서 傾斜진 경우에서와 같이 壓縮應力을 나타내었고 AB線을 따라서는 A點으로부터 11mm 支點에서 引長應力으로 移行되었 으며,

B點의 stress值는 50 pound 加壓時 105 psi  
110 pound 加壓時 160 psi

였었다.

또한 CD線에서의 最高의 stress를 받은 支點은 D點 즉 加壓點으로써 50 pound 加壓時 445 psi

110 pound 加壓時 760 psi

였었다.

110 pound 加壓時 金冠 內外面의 stress 圖表(그림 9)에서는 역시 加壓點과 支臺齒咬頭와 接觸하는 面에 stress의 集中狀態를 나타내었고 中心窩 周圍에도 stress 가 나타났으나 齒頭部側에서는 極히 微弱한 stress 樣相을 보였다.

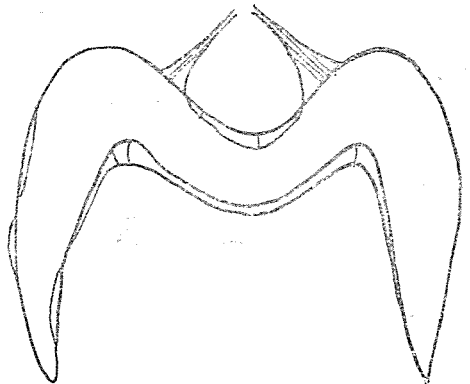


그림 9

## 第四章 總括 및 考按

臨床補綴領域에서 支臺齒로 利用되는 齒牙의 位置가 正常的이나 혹은 傾斜된 狀態이나 하는 것은 物理學的, 生物學的 見地에서 重要な 意味를 가진다.

本研究에서 stress의 樣相은 Craig等<sup>5)</sup>의 實驗과 比較해 보아서 各各의 加壓量이 달라서 比較할 수 없으나 類型에 있어서는 거의 類似한 結果를 보았다.

stress를 한點에서 준 境遇와 兩點에서 分散시켰을 境遇를 比較할 때 한點 加壓時에는 最高의 stress가

50 pound 加壓時 560 psi

110 pound 加壓時 800 psi

였으나 兩點에서 stress를 分散했을 境遇는,

50 pound 加壓時 445 psi

110 pound 加壓時 760 psi

로 나타난 것은 한點보다는 兩點에서의 stress 分散을 시켰을 때 stress를 덜 받는다는 것을 意味한다고 볼 수 있다.

또한 兩번에 實驗에서 金冠의 中心線 가운데서 壓縮 應力이 引長應力으로 移行된 것은 特異할만한 事項이며 金冠의 中心窩 附近에 引長應力을 많이 받는다는 것을 意味한다고 볼 수 있다.

金冠設計에 있어서 微弱한 stress를 받는 部位를 그 金冠의 부피가 小이나 軟組織에 刺戟을 주지 않는데도 不拘하고 더욱 적게 줄여준다는 것은 별 意味가 없다.

큰 重要性은 同一한 stress 分散을 圖謀하는데 있는 것이다.

즉 實驗數値에서와 같이 여러點에서 stress 分散을 시키는 것이 重要하다고 하겠다.

齒牙의 外形만 附合된다면 咬合面을, 特히 中心窩部分에는 두겹게 製作하고 支臺齒의 咬頭에 集中하는 stress를 分散시키는 設計를 하여야 한다.

이 研究의 stress值는, 二次元的 光彈性學的 模型에서의 研究이기 때문에 原形에서의 stress 表現方式은 더욱 더 意味가 있고 重要하다고 할 수 있다.

未來의 三次元的인 光彈性學的 分析에 關한 研究가 더욱 더 要望된다.

## 第 章 結 論

二次元的 光彈性物質 PSM1을 利用하여 齒冠補綴物을 製作하여 Circular Transmission Polariscopes를 使用하여, 그 fringe를 stress 計算值로 換算하여 齒冠補綴物에 作用하는 stress를 分析한 結果 다음과 같은 結論을

얻었다.

1. 修復齒牙와 對合齒가 咬合이 될때 修復齒牙의 中心窩周圍에 오는 stress를 減少시키기 위해서 깊은 groove 같은 것은 避하고 두겹게 해주는 것이 理想的이다.

2. 支臺齒 形成時 咬頭는 어느程度 彎曲을 이루어 金冠內面의 stress 分散과 아울러 支臺齒咬頭에 오는 stress의 分散을 圖謀해야 한다.

3. 修復齒牙와 對合齒가 咬合이 될때는 될 수 있는 限 多面接觸을 해서 金冠에 오는 stress를 均等하게 分散시켜 주는것이 좋다.

(끝으로 本研究에 始終 指導鞭達하여 주신 指導教授 張翼泰 教授님께 眞心으로 感謝드리오며 많은 助言해 주신 補綴學 敎室의 教授님들께도 感謝드리며 끝까지 協同하여 주신 補綴醫局員 여러분들께도 感謝드립니다.

또한 機械使用에 많은 도움을 주신 KIST 精密機械室 員들께도 感謝를 드립니다).

## 參 考 文 獻

- 1) Bucher, C.O. Editor: Current Clinical Dental Terminology, St. Louis, 1963, The C.V. - Mosby Company p. 87.
- 2) Brumfield, R.C.: Dental Gold Structures, Analysis and Practicalities, New York, 1953, The J.F. Jelenko Co, p. 49-52.
- 3) Craig, R.G., and Peyton, F.A.: Measurement of Stresses in Fixed-Bridge Restorations Using a Brittle Coating Technique, J. DENT. Res. 44: 756-762, 1965.
- 4) Craig, R.G., and El-Ebrashi M.K., Lepeak, P.T., and Peyton, F.A.: Experimental Stress Analysis of Dental Restorations Part I. Two-Dimensional Photoelastic Analysis of Inlays, J. Prosthet. DENT. 17: 277-291, 1967.
- 5) Craig, R.G., El-Ebrash, 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: 1967.
- 6) Dally, J.W., and Riley, W.F.: Experimental Stress Analysis, New York, 1965, McGraw Hill Book Company, Inc, pp. 223-231.
- 7) 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. Prosthet. DENT.* 22 : 33—35, 1967.
- 8) 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.
  - 9) El-Ebrashi, M.K., Craig, R.G., and Peyton, F.A. : Experimental Stress Analysis of Dental Restorations Part V. The Concept of Occlusal Reduction and Pins. *J. Prosthet. DENT.* 22 : 565—577, 1969.
  - 10) 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.
  - 11) 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.
  - 12) Mahler, D.B., and Peyton F.A. : Photoelasticity as a Research Technique for Analyzing Stresses in Dental Structures. *J. DENT. Res.* 34 : 831—838, 1955.
  - 13) Miller, I.F., and Belsky, M.W. : The Full Shoulder Periodontal Health, *D. Clin. North. America*, March, 1965, p.83—102.
  - 14) Nally, J.N., Farah, J.W., and Craig, R.G. : Experimental Stress Analysis of Dental-Restorations. Part K. Two-Dimensional Photoelastic Stress Analysis of Porcelain bonded to Gold Crowns. *J. Prosthet. DENT.* 25 : 307—315, 1971.
  - 15) Smith, G.P. : Marginal Fit of the Full Cast Shoulderless Crown, *J. Prosthet. DENT.* 7 : 231—243, 1957.
  - 16) Tillitson, E.W., Craig, R.G., and Farah, J.W. : Experimental Stress Analysis of Dental Restorations. Part VIII. Surface Strains on Gold and Chromium Fixed Partial Dentures. *J. Prosthet DENT.* 24 : 174—180, 1970.
  - 17) 李善炯 : 架工義齒咬合力에 관한 研究. 最新醫學 Vol.13, No.5, 105~108, 1970.

# PHOTOELASTIC STRESS ANALYSIS OF THE CROWN RESTORATIONS

Youn Sung-II, D.D.S.

*Dept. of Prosthodontics, Graduate School, Seoul National University*

Chang Ik-Tae, D.D.S., M.S.D., Ph.D.

..... >>Abstract<< .....

The author analyzed photoelastic stress on the crown restorations made by two-dimensional photoelastic material PSM1.

Tilted crown and normally positioned crown were loaded 50 pound and 110 pound respectively.

With the resulting fringe orders, shear stress was calculated.

The author obtained following results.

- 1) When the crown and antagonistic tooth occludes, to reduce stress concentration near the central fossa of the restored tooth, deep developmental groove should be avoided and occlusal surface must be thicken.
- 2) Reduced cusps should be rounded on the preparation to avoid high stress concentration on the interior surface of the crown.
- 3) It is desirable to have multiple contact on the occlusal surface, when crown and antagonistic tooth occludes.

아-트齒科技工所

서울 서대문구 옥천동 73의2

(73) 3452 (72) 4237

대표 文 —