

Clasp 形態의 變形에 따라 支臺齒에 加해지는 水平壓力에 關한 研究

第 1 編 Stress 測定器具에 關한 研究

서울대학교 大學院 齒醫學科 補綴學 專攻

<指導 金 仁 哲 教授>

李 虎 容

A STUDY OF THE HORIZONTAL STRESS ON ABUTMENT TOOTH
EFFECTED WITH CLASP ASSEMBLY MODIFICATION

PART I: A STUDY OF ELECTRONIC DEVICE FOR THE MEASURING
THE RELATIVE DISPLACEMENT AND STRESS MAGNITUDES

Ho Yong Lee, D.D.S., M.S.D.

Department of Dental Prosthetics, Graduate School of Seoul National University

<Led by Prof. In Chul Kim, D.D.S., Ph.D.>

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

Electronic Strain Gauge through inductance method has been devised by the author to measure the movement of a abutment tooth and stress exerted on it by the partial denture.

This electronic strain gauge was characterized by dynamic recordings of the stress in all directions 360° at the same time and was connected to the oscilloscope to read.

This system is extremely sensitive and gives a good relative measure of very small displacements of abutment tooth. Voltage Regulator, Oscillator, Diode, Chopper and Higher Gain Amplifier were used in the circuit. Ferrite at the end of beam extended to abutment tooth was located in the center of differential transformer.

The tooth displacement is registered in millimeter on the oscilloscope scale vertically and horizontally by the deflection of the ferrite. This strain gauge was very easy to manipulate and its scale error was extremely minimized.

* 本論文의 要旨는 1973年 10月 27日 大韓齒科補綴學會 學術大會에서 發表하였음.

—目 次—

第一章 緒 論
 第二章 Stress 測定器具
 第一項 構成 및 原理
 第二章 機能 및 動作
 第三章 總括 및 考按
 第四章 結 論

第一章 緒 論

齒科 補綴物에 基因되어 齒牙와 이의 周圍組織에 發生하는 Stress는 生物學的 또는 補綴學的으로 매우 意義가 큰 것으로 옛부터 이에 對한 先賢들의 많은 研究가 있었다(3)5)7)8)9)13)20)25).

從來의 Stress 測定器具는 不完全하여 正確한 計測이 어려웠으나 最近에는 電子科學의 發展에 따라 精密한 Stress計測器具가 考察 報告되었다. Howell과 Manly¹⁾에 의한 Electronic Strain Gauge를 비롯하여, Scott와 Ash¹⁷⁾에 의한 Six Channel Transmitter, Shohet²⁰⁾의 Strain Measuring Device와 이를 使用한 支臺齒에 加해지는 Stress 測定에 關한 研究報告, Cecconi²⁵⁾의 Dial Gauge를 使用한 支臺齒의 動搖에 關한 報告가 있었다.

이들에 依하여 開發된 計測器는 주어진 方向으로의 動搖와 Stress에 關하여서만 計測이 可能했다. 그러나 支臺齒에 加해지는 Stress는 所定의 方向에만 波及되는 것이 아니고 360度 方向에서 多樣한 것이므로 著者は 支臺齒가 받는 Stress를 同時에 判讀할 수 있는 測定器를 考察 製作했다.

本 測定器는 Differential Transformer를 利用한 Electronic Strain Gauge로써 Ferrite의 位置가 變化됨에 따라 Differential Voltage를 發生 시키게 되며 電壓의 크기를 動搖의 크기와 Stress의 方向으로 表示할 수 있는 裝置이다.

第二章 Stress 測定器具

第一項 構成 및 原理

測定器具의 構成은 다음과 같다.

- 가) 檢出部
- 나) 檢出電壓 增幅器
- 다) 平衡 調整 裝置
- 라) Gain Control部

마) Oscilloscope裝置

外部에서의 Stress는 檢出部에 依하여 敏感하게 動作되며 Stress의 樣相은 測定器의 作動에 依하여 Oscilloscope에서 直時로 判讀할 수 있다.

模型上의 支臺齒에 Stress가 加해지면 Stress는 Beam을 通하여 變位量이 擴大되고 檢出部에 傳達되면 Differential Voltage로 檢出된다. 이 檢出部는 Inductor를 垂直과 水平方向의 兩側으로 놓으면 全方向으로 檢出된다. 檢出된 電壓을 Chopper에서 A.C. 로 바꾸어 A.C. Amplifier를 使用할 수 있도록 하고 變週期의 時間을 短縮시키면서 增幅시킨다. 이때에 入力電壓의 差異가 甚할때 이를 電氣的으로 制限시켜 주기 위하여 Gain Control部를 附加하였다. Oscilloscope의 感度는 0.1 volt/cm로서 垂直과 水平方向의 Scale로 指針된다. 이때에 供給되는 電壓은 平衡調整裝置에 依하여 調整된다(Fig. 1, 2, 3).

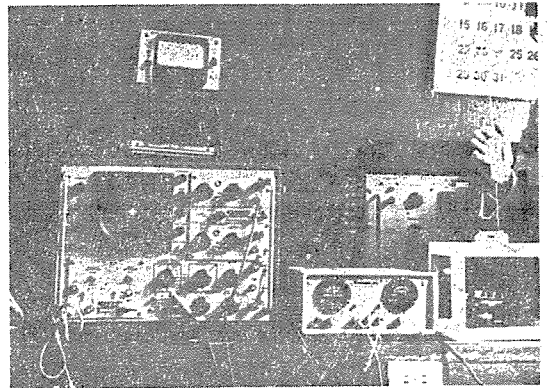


Fig. 1. Electronic Strain Gauge Meter System.

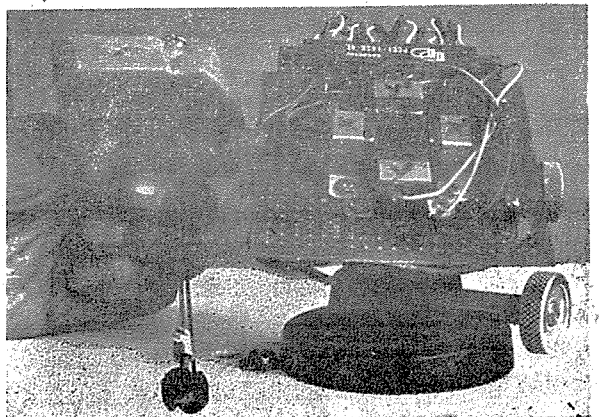


Fig. 2. Ferrite and Differential Transformer(檢出部)

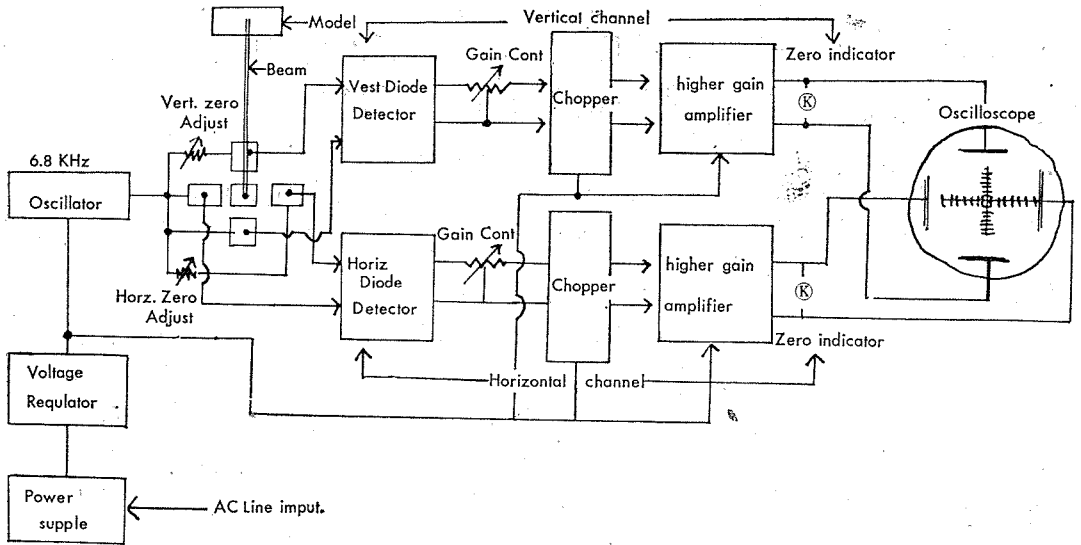


Fig. 3. Block Diagram

第二項 動作과 機能

A.C. Line에 Input을 넣어 電壓 平衡調整裝置에 의하여 電壓을 Constant Voltage로 하고 Amplifier와 Oscilloscope에 連結시킨다. 模型을 Stand에 固定하고 Beam과 Ferrite를 檢出部의 中央에 位置시키고 Zero ADJ시킨 後 支臺齒에 Stress를 주며 Ferrite의 位置가 變함에 따라 Differential Voltage가 發生한다. 發生된 電壓은 Gain Control部와 Amplifier를 通해 Oscilloscope의 垂直 및 水平方向으로 記錄된다(Fig. 4).

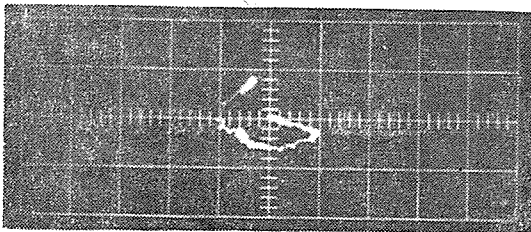


Fig. 4. A Reading on Oscilloscope

第三章 總括 및 考按

局部義齒에 依하여 支臺齒에 派生될 수 있는 全 周圍 方向에서의 Stress를 正確하게 計測하는 것은 局部義齒 設計와 이에 따른 支臺齒의 生物學的 樣相을 追究하는 데 크게 도움이 될 수 있다.

著者は Radiofrequency Method에 依하여 支臺齒에 派生하는 Stress를 齒牙의 全 周圍 方向에서 計測할 수 있는 測定器를 考案 製作하였다. 이 測定器具의 特徵은 齒根尖端에 Beam을 附着하여 Magnifier로서 作動할 수 있게 하였고 Beam의 長이 짧으며 많은 量의 Stress를 測定할 수 있고 輕微한 Stress를 測定할 수 있다(Fig. 2).

檢出部의 Y'를 近心, Y를 遠心, X'를 頰側, X를 鼻側 方向으로 定했으며 Scope의 面은 觀測方向에서 上方이 近心面이 되고, 下方은 遠心面, 右側은 頰面, 左側은 鼻面으로 一致하게 했다. 感度는 支臺齒에 0.04 Pound의 輕微한 壓力이 加해져도 變位量이 指示되며 Stress의 方向도 正確하게 記錄된다.

第四章 結 論

局部義齒에서 支臺齒에 派生되는 Stress의 樣相을 齒牙의 全 周圍 方向에서 計測하고자 Radiofrequency Method에 依한 測定器具를 製作하여 다음의 結論을 얻었다.

1. 考案된 Stress測定器는 Radiofrequency Method에 依한 Strain Gauge로서 齒牙의 動搖 狀態를 360° 方向에서 測定할 수 있다.
2. 測定器具는 誤差가 거의 없으며 感度가 優秀하다.
3. 計測時에 作動이 極히 簡便하다.

Clasp形態의 變形에 따라 支臺齒에 加해지는 水平壓力에 關한 研究

第2編 Clasp形態의 變形에 따른 支臺齒의 變位와 Stress에 關한 研究

서울大學校 大學院 齒醫學科 補綴學專攻

<指導 金 仁 哲 授教>

李 虎 容

A STUDY OF THE HORIZONTAL STRESS ON ABUTMENT TOOTH EFFECTED WITH CLASP ASSEMBLY MODIFICATION.

PART 2. A STUDY ON THE DISPLACEMENT AND HORIZONTAL STRESS OF ABUTMENT EFFECTED BY CLASP ASSEMBLY MODIFICATION.

Ho Yong Lee, D.D.S., M.S.D.

Department of Dental Prosthetics, Graduate School of Seoul National University

<Led by Prof. In Chul Kim, D.D.S., Ph.D.>

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

The Electronic Strain Gauge Meter devised by the author was used to measure the relative displacement of the abutment tooth and magnitudes of stress exerted on it by insertion and removal and by load application on denture base vertically or horizontally.

This experimental study on a test model was to register the displacement of abutment tooth in all directions on oscilloscope and to calculate the relative stress by the graph on the corresponding calibration chart.

The followings are resulted by this study;

1. The greatest degree of horizontal stress was registered on abutment with conventional Aker's Clasp, but it was decreased greatly with alteration of the lingual retentive arm to the reciprocal arm.
2. When vertical load was applied on denture base, conventional Aker's Clasp caused the most destructive distal tilting stress.
3. With a laterally applied load on denture base, the highest amount of displacement was with circumferential clasps and the lowest occurred with I-Bar Clasp.
4. About one-fourth of degree of stress transmitted to the abutment from the opposite side of denture with load application on denture base.

—目 次—

第一章 緒 論

第二章 研究資料 및 研究方法

第一項 研究資料

第二項 研究方法

第三章 研究成績

第一項 挿入 또는 撤去할 때의 Stress.

第二項 義齒床에 垂直負荷를 주었을 때의 Stress

第三項 義齒床에 水平負荷를 주었을 때의 Stress

第四章 總括 및 考按

第五章 結 論

參 考 文 獻

第一章 緒 論

齒科補綴物에 依하여 支臺齒과 이의 周圍組織에 惹起될 수 있는 危害를 最少限으로 局限시킬 수 있는 設計나 製作은 齒科 補綴施術의 成敗의 關鍵이 된다.

局部義齒에서 支臺齒나 殘存齒牙 또는 周圍組織의 健康을 維持시켜 줄 수 있는 捷徑은 局部義齒에 依하여 惹起되는 Stress를 最少限으로 減少시켜 주는 것이다.

특히 支臺齒에 加해지는 水平壓力의 發生은 Clasp에 基因됨이 많으며 Clasp의 形態를 變形시켜 支臺齒에 加해지는 水平壓力을 減少시킬 수 있는 方法은 生物學的으로 큰 意義가 있다(7)(9)(13). 支臺齒에 加해지는 水平壓力은 Rest의 位置와 形態, Clasp의 強度, Major Connector의 硬度, 또는 Clasp Force, 遊離端義齒에 있어서는 齒槽堤 및 人工齒 咬合面의 形態 또는 Clasp의 種類에 따라 變化될 수 있는 것으로 이들에 對한 先賢들의 많은 研究 業績이 있다(7)(9)(10)(11)(12)(13)(16)(20)(27).

이들의 報告는 支臺齒가 받는 多様한 Stress를 360° 全方向에서 記錄하지 못하고 任意로 定한 方向에서 計測한 것이었으므로 部分的인 觀察에 不過하였다고 思料된다.

著者는 支臺齒에 加해지는 水平壓力이 Clasp形態를 變化시켜 줌으로써 支臺齒에 最少限의 Stress가 惹起될 수 있는 方法에 關心을 가지고 이 研究에 着手하였으며 電子裝置에 依한 Radiofrequency Method를 利用하여 Stress測定器具를 考案製作하고 Clasp의 形態와 이의 變形에 따라 局部義齒를 挿入시키고 撤去할 때에 또는 義齒床에 各種 負荷를 주었을 때 支臺齒에 加해지는 Stress를 測定하여 이에 그 結果를 報告하는 바이다.

第二章 研究資料 및 研究方法

第一項 研究資料

實驗에 使用된 模型은 下顎의 Kennedy Classification 의 Class 1 이고 合成樹脂로 製作하였다(Fig. 1).

選定된 支臺齒는 左右의 小白齒이고 齒冠과 齒根은 合成樹脂로 만들어 解剖學的 形態를 주었다.

齒根과 齒根膜 사이는 Sheet Wax 32 Gauge 두장 두께의 Silastic 140RTV Rubber로 裏裝하였고 義齒床下의 齒槽堤도 2mm 程度 削除하고 Silastic 140RTV로 裏裝했다.

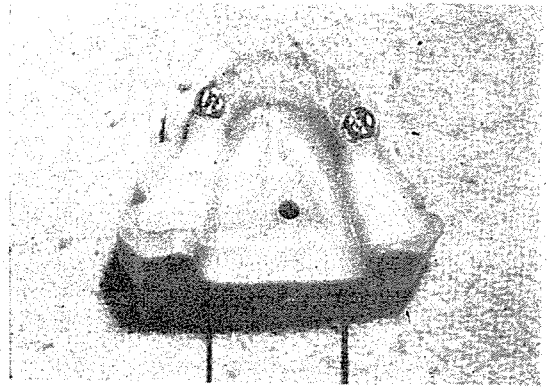


Fig. 1. Test Model

支臺齒의 齒根 尖端에는 Stainless Steel Beam을 附着하고 Ferrite를 固定하여 檢出部內에 位置시켰다. 支臺齒의 形態는 實驗義齒에 따라 變形시켰으나 頰側面은 同一한 Undercut를 賦與하기 爲하여 變形하지 않았다.

實驗義齒은 白金加金の 合金으로 製作하였고 製作過程은 通法에 準하였다(25)(26).

實驗義齒의 Clasp 分類(Fig. 2)

가) Cast 1, Aker's Clasp.

나) Cast 2, Basic "C" type Clasp.

다) Cast 3, Basic "C" type Clasp(Ledge preparation).

라) Cast 4, I-Bar Clasp.

Cast 1의 Aker's Clasp는 兩側 維持形이고 Cast 2의 Clasp는 頰側에 維持部를 주고 舌側에는 Reciprocal Arm을 形成해 준 것이다. Cast 3의 Clasp는 頰側에 維持部를 주고 舌側에서는 Ledge를 形成하여 Reciprocal Arm을 形成해 주었다. Cast 4의 Clasp는 I-Bar Clasp로서 近心에 Rest, 遠心에 Proximal Plate, 頰側에 維持部를 주었다.

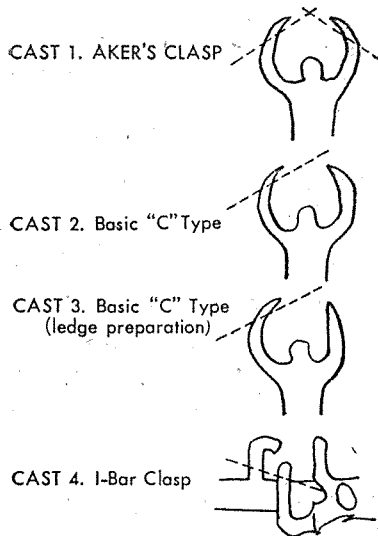


Fig. 2. 實驗義齒의 Clasp分類

實驗義齒의 義齒床은 合成樹脂를 使用하여 같은 크기로 製作하였고 支臺齒의 遠心面에서 12mm 後方의 咬合面에 負荷를 加할 位置를 凹形으로 形成하였다.

第二項 研究方法

實驗模型을 Stand에 固定하고 Beam에 附着되어 있는 Ferrite를 檢出部의 中央에 位置시키고 Zero ADJ 한다. 支臺齒는 水平壓力을 받으면 動搖되고 動搖의 程度는 Beam을 通하여 檢出部 中央에 位置했던 Ferrite에 變位를 이르게 되며 變位量은 增幅器를 通하여 Oscilloscope에서 判讀되는 것이다.

計測裝置는 右側 第2小臼齒에 裝置하여 이곳을 作業側으로 하고 相對側을 反對側으로 定하였다. 實驗義齒를 挿入하고 撤去하는 동안에 Oscilloscope에 記錄되는 映像을 3回 反復하여 寫眞記錄하였다(Fig. 3).

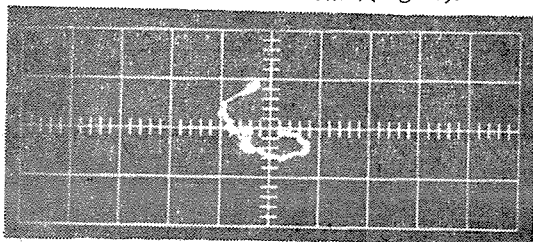


Fig. 3. A Reading on Oscilloscope.

義齒床에서의 負荷는 作業側과 反對側에서 垂直方向과 水平方向으로 加하였고 水平方向에서는 頰側과 舌側에서 負荷를 加하여 Oscilloscope에서 支臺齒의 變位樣相을 各各 3回 反復하여 寫眞記錄하였고 賦與한 負荷量은 垂直인 境遇에 10 Pound이고 水平인 境遇에 .5

Pound 이었다. 3回式 反復하여 寫眞 記錄된 映像을 Tracing하여 平均圖를 作成하여 比較 觀察하였다.

測定에서 記錄된 變位를 Stress로 決定하고자 Known Load Application Method에 依하여 Pound 單位로 Calibration 하였다(Fig. 4).

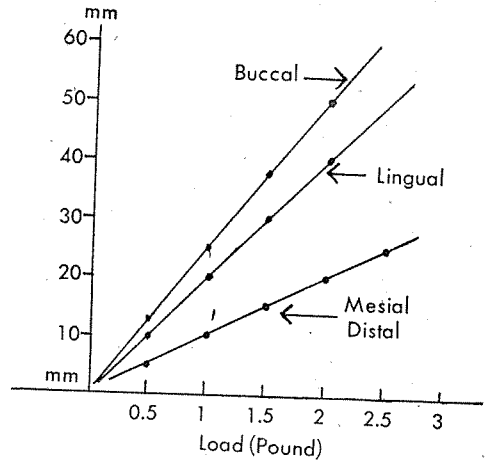


Fig. 4. Load Calibration

第三章 研究成績

研究方法에 따라 얻어진 Oscilloscope上에서의 映像의 平均圖를 比較 觀察하면 다음과 같다.

第一項 挿入또는 撤去할 때의 Stress

局部義齒를 挿入하고 撤去할 때에 支臺齒의 變位相을 比較 觀察하였고, 支臺齒의 最大變位點을 座標로 表示하였다 (Fig. 5, Table 1).

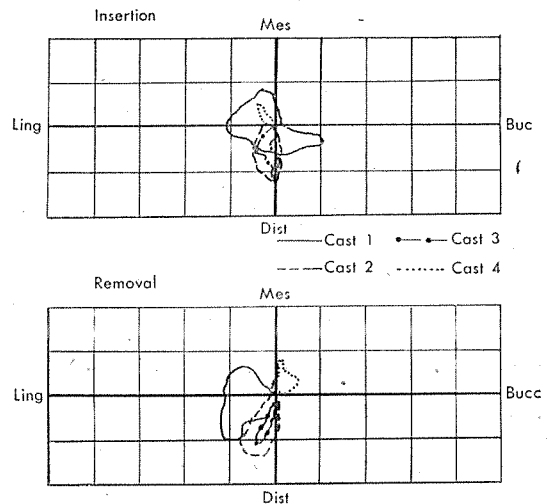


Fig. 5. Insertion and Removal

支臺齒가 가장 많이 變位된 것은 Cast 1이었고 Cast 2와 Cast 3에서는 變位量이 훨씬 限定되었다.

Table 1. Insertion and Removal (mean)

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Insertion	Lingual	11.0	6.0	5.8	4.0
	Mesial	8.5	0.5	0	5.0
	Buccal	10.0	1.0	1.0	0
	Distal	6.0	11.0	11.0	0
Removal	Lingual	12.0	8.0	6.0	1.5
	Mesial	6.0	0	0	8.0
	Buccal	0	0.5	0.5	5.0
	Distal	10.0	14.0	11.0	0

支臺齒에 加해진 Stress의 量을 Load Calibration Curve에 依하여 Kg로 換算하였다 (Table 2).

Table 2. Insertion and Removal <單位 kg>

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Insertion	Lingual	0.25	0.14	0.13	0.09
	Mesial	0.38	0.02	0	0.20
	Buccal	0.18	0.02	0.02	0
	Distal	0.27	0.49	0.49	0
Removal	Lingual	0.27	0.18	0.14	0.05
	Mesial	0.27	0	0	0.36
	Buccal	0	0.01	0.01	0.09
	Distal	0.45	0.65	0.49	0

實驗義齒에서 支臺齒가 Stress를 가장 많이 받은 것은 Cast 1으로서 挿入할 때에 1.08kg이었고 撤去할 때에 0.99kg이었다.

第二項 義齒床에 垂直負荷를 주었을 때의 Stress.

義齒床에 垂直으로 10Pound의 負荷를 加했을 때에 支臺齒의 變位相을 比較觀察하였고, 支臺齒의 最大 變位點을 座標로 表示하였다(Fig.6, Table 3).

Table 3. Vertical Load(mean)

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working	Lingual	18.0	9.5	11.0	6.0
	Mesial	0	0	0	0.5
	Buccal	0	0	0	0.5
	Distal	18.5	9.5	14.0	11.0
Opposite	Lingual	6.0	6.0	5.5	4.5
	Mesial	0	0.5	0	3.7
	Buccal	0	0.5	0	0
	Distal	3.5	1.0	10.0	0

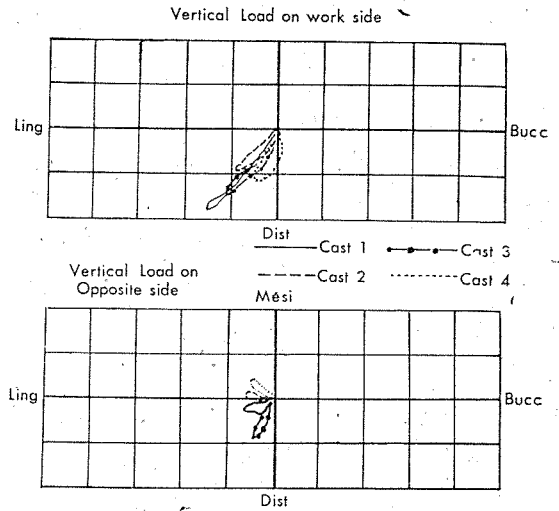


Fig. 6. Vertical Load on Denture Base

義齒床에 垂直負荷를 加했을 때에 支臺齒는 遠心方向과 舌側方向으로 變位를 일으켰고 가장 甚한 것은 Cast 1이었다.

支臺齒에 加해진 Stress의 量을 Load Calibration Curve에 依하여 kg로 換算하였다(Table 4).

Table 4. Vertical Load <單位 kg>

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working Side	Lingual	0.41	0.21	0.25	0.14
	Mesial	0	0	0	0.02
	Buccal	0	0	0	0.01
	Distal	0.83	0.43	0.63	0.50
Opposite Side	Lingual	0.14	0.14	0.14	0.13
	Mesial	0	0.2	0	0.17
	Buccal	0	0.01	0	0
	Distal	0.16	0.05	0.45	0

實驗義齒床에 垂直負荷를 加했을 때 支臺齒에 오는 Stress는 Cast 1이 가장 많아서 1.24kg이었고 反對側 義齒床에 負荷를 加했을 때 作業側에서의 Stress는 1/4程度이다.

第三項 義齒床에 水平方向의 負荷를 주었을 때의 Stress.

義齒床의 頰側面에 水平方向의 負荷를 주었을 때 支臺齒의 變位相을 比較觀察하였고, 最大 變位點을 座標로 表示하였다 (Fig.7, Table 5).

齒의 變位相을 比較 觀察하였고, 支台齒의 最大變位點을 座標로 表示하였다(Fig. 8, Table 7).

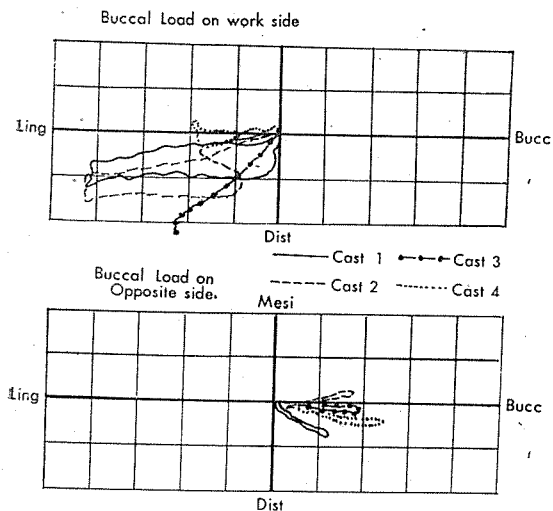


Fig. 7. Buccal Load on Denture Base.

Table 5. Buccal Load(mean)

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working Side	Lingual	44.0	44.5	24.0	19.5
	Mesial	0	0	0	0
	Buccal	0	0	0	0
	Distal	12.0	15.0	22.5	2.0
Opposite Side	Lingual	0	0	0	0
	Mesial	0	4.0	0	0
	Buccal	12.0	18.0	20.5	24.0
	Distal	7.0	0	5.0	5.0

實驗義齒의 作業側 義齒床에 負荷를 주었을 때 支台齒의 變位量이 가장 적은 것은 Cast 4 이었다.

支台齒에 加해진 Stress의 量을 Load Calibration Curve에 依하여 Kg로 換算하였다 (Table 6).

Table 6. Buccal Load <單位 kg>

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working Side	Lingual	0.99	1.0	0.54	0.44
	Mesial	0	0	0	0
	Buccal	0	0	0	0
	Distal	0.54	0.68	0.99	0.09
Opposite Side	Lingual	0	0	0	0
	Mesial	0	0.18	0	0
	Buccal	0.21	0.32	0.37	0.44
	Distal	0.31	0	0.22	0.22

頰側面에 負荷를 加했을 때 가장 많은 Stress가 派生된 것은 Cast 1로서 1.53kg이고 가장 적었던 것은 Cast 4로서 0.53kg이다.

義齒床의 舌側面에 水平方向의 負荷를 加했을 때 支台

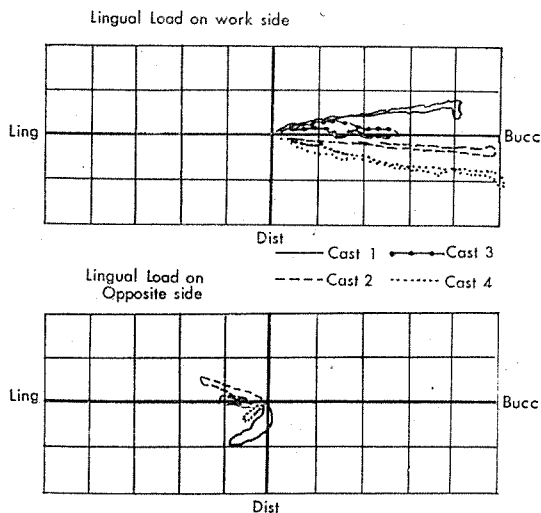


Fig. 8. Lingual Load on Denture Base

Table 7. Lingual Load(mean)

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working Side	Lingual	0	0	0	0
	Mesial	7.0	0	4.0	0
	Buccal	42.0	49.5	26.0	51.0
	Distal	0	4.0	0	11.0
Opposite Side	Lingual	9.0	14.5	10.0	6.0
	Mesial	0	5.5	4.0	0
	Buccal	0	0	0	0
	Distal	8.5	0	0	5.0

實驗義齒床의 舌側面에 水平方向의 負荷를 加했을 때 支台齒의 變位가 가장 甚한 것은 Cast 4 이었고 적은 것은 Cast 3 였다.

支台齒에 加해진 Stress의 量을 Load Calibration Curve에 依하여 Kg로 換算하였다 (Table 8).

Table 8. Lingual Load <單位 kg>

		Cast 1	Cast 2	Cast 3	Cast 4
Working side	Lingual	0	0	0	0
	Mesial	0.32	0	0.18	0
	Buccal	0.76	0.80	0.47	0.92
	Distal	0	0.18	0	0.49
Opposite side	Lingual	0.21	0.33	0.23	0.14
	Mesial	0	0.25	0.18	0
	Buccal	0	0	0	0
	Distal	0.38	0	0	0.22

第四章 總括 및 考按

局部義齒에 의하여 支台齒에 加해지는 Stress에 關해서는 많은 先賢의 研究가 있었으나 齒牙의 360°方向에서 支台齒에 加해지는 Stress에 關한 研究는 없었다(13)15)19)20)25). 支台齒에 派生되는 Stress는 Beam를 통하여 Strain Gauge Meter에 傳達되고 Oscilloscope에서 記錄된 것을 判讀하였다.

Shohet²⁾는 몇개의 Clasp에서 支台齒에 派生되는 Stress에 關한 研究에서 Aker's Clasp가 가장 많은 Stress를 惹起시켰다고 報告했다.

著者는 Aker's Clasp와 이의 舌側 Clasp Arm을 Reciprocal Arm으로 代替한 Clasp에서 挿入 및 撤去時에 支台齒에 加해지는 Stress의 樣相을 比較 觀察한 結果 Aker's Clasp에 비해 $\frac{2}{3}$ 程度로 減少되었다. 이는 Reciprocation作用에 基因되었다고 思料된다.

義齒床에 垂直負荷를 加했을 때에 Aker's Clasp가 支台齒에 가장 많은 Stress를 惹起시켰고 I-Bar Clasp에서 Stress가 적은 것은 I-Bar의 特殊한 形態로 看做된다(11)21)22)26).

義齒床의 頰側面에 水平方向의 負荷를 加했을 때는 Circumferential Type인 Cast 1, 2, 3, 은 서로 같은 程度로 甚한 Stress를 惹起시켰으나 I-Bar Clasp는 이의 半 程度였다. 反對側 負荷가 作業側으로 傳達되는 程度는 $\frac{1}{4}$ 로서 이는 義齒床의 適合度와 Major Connector의 強度와 깊은 關係가 있다고 생각된다(14)24).

第五章 結 論

Clasp形態의 變形과 種類에 따라서 만들어진 局部義齒를 挿入하고 撤去할 때에 支台齒에 加해지는 Stress와 義齒床에 各種 負荷를 주었을 때 支台齒에 加해지는 Stress의 樣相을 Radiofrequency Method에 依하여 測定하고 比較한 結果는 다음과 같다.

1. 局部義齒를 挿入하고 撤去할 때에 支台齒에 派生되는 Stress는 Aker's Clasp가 가장 컸고 이는 Reciprocal Arm을 賦與한 Aker's Clasp에서보다 約1.5倍 程度이다.

2. 義齒床에 垂直方向의 負荷를 加했을 때 支台齒의 遠心方向 Stress는 Aker's Clasp에서 가장 甚했다.

3. 義齒床에 水平方向의 負荷를 頰側에서 주었을 때 Circumferential Type의 Clasp는 I-Bar Type Clasp에 比하여 約 2倍 程度로 支台齒에 많은 Stress를 주었다.

4. 義齒床의 反對側에 負荷를 加했을 때에 作業側의 支台齒에 派生되는 Stress는 反對側의 보다 $\frac{1}{4} \sim \frac{1}{5}$ 이었다.

(끝으로 始終 指導 校閱하여 주신 恩師 金仁哲 教授에게 謝意를 表하는 바이다)

References

1. Howell, A.H. and Manly, R.S.: Electronic Strain Gauge for Measuring Oral Forces, J. Dent. Res. 27:705, 1948.
2. Hindels, G. W.: Load Distribution in Extension Saddle Partial Denture, J. Prosth. Dent. 2: 92-100, 1952.
3. Anderson, D. J.: Method of Recording Masticatory Loads. J. Dent. Res. p. 785, Dec. 1953.
4. Mühleman, H.R.: Tooth Mobility Change through Artificial Trauma, J. Periodont. 25: 202, 1954.
5. Stromberg, W.R.: A Method of Measuring Forces of Denture Bases Against Supporting Tissues, J. Prosth. Dent. 5:268, 1955.
6. Ledley, R.S.: A New Method of Determining the Functional Forces Applied to Prosthetic Appliance and Their Supporting Tissue, J. Posth. Dent. 5:546-562, 1955.
7. Frechette, A.: Influence of Partial Denture Design on Distribution of Force on Abutment Teeth, J. Prosth. Dent. 6:195-212, 1956.
8. Kaires, A.: Effect of Partial Denture Design on Bilateral Force Distribution, J. Prosth. Dent. 6:373-385, 1956.
9. Fenner, W., Gerber, A. and Mühlemann, H.R.: Tooth Mobility Changes During Treatment with Partial Denture Prosthesis, J. Prosth. Dent. 6:520-525, 1956.
10. George W. Hindels: Stress Analysis in Distal Extension Partial Dentures, J. Prosth. Dent. 7: 197-205, 1957.
11. Frank, J. Kratochvil: Influence of Occlusal Rest Position and Clasp Design on Movement of Abutment Teeth, J. Prosth. Dent. 13:114-134, 1963.
12. 金仁哲: 韓國人の咬合力에 關한 研究: 綜合醫學 Vol. 8, No. 11, 1963.

13. Kydd, W., Dutton, D. and Smith, D.: Lateral Forces Exerted on Abutment Teeth by Partial Dentures, J. A.D. A. 68:859, 1964.
14. Appligate, O.C.: Essentials of Removable Partial Denture Prosthesis, 1965.
15. Clayton, J.: Measurment of Clasp Forces on Teeth, Thesis, University of Michigan, 1966.
16. Menètre, J.: Etude Experimental Comparative Sur Divers Typesde Crochets. Thesis No. 234, Univ. Geneva, 1966.
17. Ian Scott and M.M. Ash: A Six Channel Transmitter for Measuring Occlusal Forces, J. Prosth. Dent. 16:56-61, 1966.
18. Irwin J. Plotnick: Stress Regulator for Complete and Partial Dentures, J. Prosth. Dent. 17: 166-171, 1967.
19. Hekneby, M.: Model Experiments on the Transmission of Forces. Tandlaegebladet, p. 1067, Nov., 1967.
20. Harmon Shohet: Relative Magnitudes of Stress on Abutment Teeth with Different Retainers, J. Prosth. Dent. 21: 267-282, 1969.
21. William, L. McCracken: Partial Denture Construction 3rd. Ed. 1969.
22. Bertrams Kraus: Dental Anatomy and Occlusion, 1969.
23. Richard D. Lowe, William L. Kydd: Swallowing and Resting Forces Related to Lingual Flange Thickness in Removable Partial Dentures, J. Prosh. Dent. 23:279-288, 1970.
24. Bert T. Cecconi, Kamal Asgar: Fit of the Removable Partial Denture Base and it's Effect on Abutment Movement, J. Prosth. Dent. 25: 515-518, 1971.
25. Bert T. Cecconi, Kamal Asgar : Clasp Assembly Modification and Their Effect on Abutment Tooth Movement, J. Prosth. Dent. 27 : 160-167, 1972.
26. 金仁哲: I Bar Attachment에 의한 遊離端義齒의 臨床例, 대한치과의사회지, Vol. 10, No. 8, Aug., 1972.
27. 夫三揆: 局部義齒에 있어서 支台齒에 加해지는 Stress에 관한 研究, 最新醫學 vol. 16, No.4, 1973.