

化學處理 및 热處理한 再生金屬 Bracket의 耐蝕性에 關한 走查電子顯微鏡的 研究

朝鮮大學校 齒科大學 矯正學教室

尹英柱·李東柱

-目 次-

- I. 緒論
- II. 研究材料 및 方法
 - A. 研究材料
 - B. 研究方法
- III. 研究成績
- IV. 總括 및 考察
- V. 結論
- 參考文獻
- 英文抄錄
- 寫眞附圖

I. 緒論

스테인레스鋼은 鐵鋼의 最大 缺點인 腐蝕을 防止하기 위해 表層部에 크롬이 크롬酸化膜의 不動態를 形成하여 녹슬지 않는 性質을 갖는 特殊鋼으로서 構成成分上 크롬系와 크롬-니켈系로 大別되고 金屬組織의 으로는 크롬系는 헤라이트(Ferrite)系와 마르텐사이트(Martensite)系로, 크롬-니켈系는 오스테나이트(Austenite)系로 區分된다.^{6,9,19,31)}

矯正治療에 使用되는 大部分의 金屬 bracket과 base는 18~20%의 크롬, 8~10%의 니켈, 少量의 망간과 硅砂 그리고 0.1% 未滿의 炭素를 含有하는 오스테나이트 系統의 American

Iron and Steel Institute(A.I.S.I)의 type 302, 304 스테인레스鋼으로 만들어진다.^{9,19,29,31)}

最近에는 直接接着用 金屬 bracket의 使用 增加와 더불어 經濟的인 理由로 이 附着物의 再使用을 為한 많은 研究들이 報告되었다.^{2,11,12,21,27,3,23,34)}

再生過程의 主된 目標는 bracket의 微細한 構造를 損傷시키지 않고 bracket slot幅徑의 變化 없이 接着劑를 完全히 除去하는 것이다.^{27,35)} 再生會社들에 依해 商業的으로 利用되고 있는 再生方法은 接着劑의 燒却을 為한 热의 使用과 热處理後에 生成된 不動態를 除去하기 為한 電解研磨로 이루어진다.^{17,30)}

이러한 bracket再生 會社들은 再生後 bracket의 物理的 性質에 影響을 미치지 않는 것으로 紹介하고 있지만 여러 研究^{2,11,12,21,27,33)}들에 依해 問題點들이 提起되어 왔다.

오스테나이트 스테인레스鋼은 冷間加工으로만 硬化될 뿐이며 热處理 效을 때는 軟化되는 데⁸⁾ 550~850°C로 加熱하면 結晶粒內의 炭素은 크롬과 作用하여 炭化크롬이라는 析出物을 形成함으로써 結晶粒界를 따라 좁은 區域에서 遊離크롬의 含量이 不動態를 形成하기 為해 必要한 量 以下로 되기 때문에 所謂 結晶粒界腐蝕에 銳敏해져 本來의 光澤으로 電解研磨될 수 없고 強度와 硬度가 減少된다.^{2,4,5,7,15,16,23)}

熱과 電解研磨을 利用해서 再生한 bracket에
關한 研究에서 Buchman(1980)¹¹⁾은 腐蝕抵抗의
減少를 報告하였고 Mascia等(1982)²⁷⁾, Wheele-
r等(1983)³³⁾과 朴(1985)²¹⁾은 接着强度가 減少
되었음을 報告하였다.

또한 電解研磨는 酸化膜을 除去하여 變色과
腐蝕을 減少시켜 주고 거친 表面을 減少시켜서
患者에게 便安感을 주지만²⁹⁾ bracket slot幅徑
에 影響을 주어서 效果의인 torque를 떨어뜨린
다고 하였다.^{11,12,21,27)}

이러한 問題點들을 改善시키기 為해 方
(1987)³¹⁾과 高(1987)¹¹⁾等은 95% 黃酸을 使用한 化
學的 再生處理方法을 利用하여 金屬 bracket의
接着强度와 slot幅徑에 아무런 變化도 없음을 報
告하였다. 金屬 bracket에 腐蝕이 일어나면 니
켈과 크롬이 遊離되어 表面이 變化되고 強度와
軟性이 減少하며 齒牙 着色 및 알러지성 接觸性
口內炎, 味覺消失, 昏憊, 灼熱感, 潰瘍痛, 口角
炎等이 起起될 수 있다.^{10,13,20,22,24,25)}

그러나 實際 口腔內에 附着되었을 境遇 金屬
의 重要 性質中의 하나인 耐蝕性에 關한 研究는
없었다.

따라서 著者는 化學處理 및 热處理한 再生金
屬 bracket의 臨床的 適用 可能性 與否를 判斷
하기 為해 再生金屬 bracket의 耐蝕性에 關해
長期의으로 研究한 結果 多少의 知見을 얻었기
에 報告하는 바이다.

II. 研究材料 및 方法

A. 研究材料

Diacylate resin系統의 自家重合樹脂인
Monolok^{*}을 利用하여 自家重合反應된 bracket
를 各各 16個씩 化學處理 및 热處理하여 使用
하였고 16個의 새 bracket를 對照群으로 使用하
였다.

그 分布는 Table 1과 같다.

B. 研究方法

直接 附着된 bracket을 實際 臨床에서처럼 除
去時 scaler, plier等과 같은 器具로부터 고르지
못한 힘이 作用하여 bracket 自體內에 變形이
招來됨으로써 再生 bracket의 slot幅徑이나 接
着力에 影響을 미칠 수 있기 때문에 本 研究에서는
人爲의으로 bracket base에 liquid primer와
adhesive paste를 使用하여 自家重合反應시켰
다. 24時間 後에 热處理에 依한 再生方法은
bracket을 350°C의 電氣爐에서 1時間 加熱한 後
15秒間 sand blaster를 利用하여 inorganic
filler를 除去하고 15秒間 電解研磨하였고²¹⁾ 化學
處理에 依한 再生方法은 95% 黃酸을 24時間마
다 交換해 주면서 72時間동안 化學處理하였다.³¹⁾

Table 1. Distribution of sample by recycling method

Group	N.B.		C.R.B.		T.R.B.	
	Mx.	Mn.	Mx.	Mn.	Mx.	Mn.
Anterior	4	4	4	4	4	4
Premolar	4	4	4	4	4	4
Bonding period			1 year			

N.B. : New bracket

C.R.B. : Chemically recycled bracket

T.R.B. : Thermally recycled bracket

* 1 : Monolok(R.M.C.)

同一한 口腔內 條件下에서 耐蝕性을 評價하기
爲해 朝鮮大學校 齒科大學 附屬齒科病院 矯正科
에 來院한 4名의 患者 口腔內에 化學處理 및 热
處理한 再生金屬 bracket과 새 bracket을 各各
4個씩 直接附着하였다. 1年後 bracket을 除去하
고 走查電子顯微鏡(J.S.M-840 Scanning

Electron Microscope, Japan)을 利用하여
bracket 表面의 微細構造를 觀察하였다(Fig.
1).

III. 研究成績

再生方法에 따른 bracket 微細構造의 走查電子顯微鏡的 所見은 Table 2와 같다.

새 bracket과 化學處理한 再生金屬 bracket 表面의 微細構造는 結晶粒과 再結晶의 形成 없이 均一하였으며 (Fig. 2, 4), 患者的 口腔內에 直接附着하여 1年後 觀察하여도 약간의 擦痕을 除外하고는 同一한 所見을 보였다 (Fig. 3, 5).

그러나 热處理한 再生金屬 bracket 表面의 微細構造는 燒鈍에 依해 再結晶과 結晶粒 形成의 初期 所見을 보였으며 (Fig. 6), 患者的 口腔內에 直接附着하여 1年後 觀察한 結果 再結晶에 依해 結晶粒이 매우 粒大化된 典型的인 腐蝕所見을 보였다 (Fig. 7).

結果的으로 化學處理한 bracket이 热處理한 bracket보다 더 良好한 耐蝕性을 보였다.

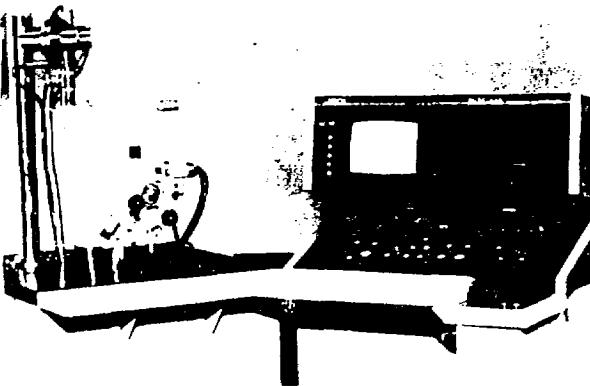


Fig. 1. Photograph in JSM-840 Scanning Electron Microscope, Japan.

Table 2. Effect of recycling methods on the microstructure of bracket surface

Groups		Microstructure
Control	N	regular structure
	D	regular structure with some scratches
C.R.B.	R	regular structure
	D	regular structure with some scratches
T.R.B.	R	a beginning of island formation and recrystallization by annealing
	D	completely island formation with some metal grains by recrystallization

C.R.B. : Chemically recycled bracket

T.R.B. : Thermally recycled bracket

N : New bracket

R : Recycled bracket

D : Debonded bracket after 1 year, in vivo.

IV. 總括 및 考察

腐蝕이란 金屬 化合物을 形成하기 為해 金屬과 周圍 環境 사이에서 일어나는 一種의 化學反應으로서 두 種類로 分類할 수 있는데, 첫째는 非水溶液 腐蝕 또는 乾蝕으로 金屬이 高溫에서 酸化物이나 黃化物을 生成하기 為한 反應이고, 둘째는 水溶液 腐蝕 또는 濕蝕으로 口腔內에서 일어날 수 있으며 電氣化學的 反應에 依해 發生된다.^{14,18)}

腐蝕을 惹起시키는 主原因은 電解質이며 서로 다른 金屬 사이에서 化學反應을 일으키는 媒介物로 作用한다. 또한 隣接部位와 서로 다른 酸素濃度, 낮은 pH, 齒苔, 蛋白質, 唾液, 魁熱, 칼바닉 作用, 金屬 自體의 腐蝕에 對한 感受性等이 腐蝕을 일으킬 수 있는 要因으로 指摘되고 있다.^{12,14,18,19,20,24,26,28)} 이와같이 여러가지 面에서 볼 때 口腔內는 金屬과 合金의 水溶性 腐蝕이 일어나기 좋은 理想的인 環境이라고 할 수 있다.

矯正用 金屬 bracket은 一般 工業用 金屬과는 달리 優秀한 耐蝕性과 機械的 特性을 要求할 뿐만 아니라 口腔內에서 機能的, 審美的이어야 한다.^{15,26,29)}

그러나 文獻考察을 通해서 보면 矯正用 金屬 bracket의 腐蝕에 關한 많은 研究가 있었다.

Maijer等(1982, 1986)^{24,26)}은 前齒部 bracket을 使用하여 腐蝕抵抗에 關해 研究한 結果 再生된 bracket에서 腐蝕抵抗이 減少한다고 報告하였고 Gwinnett(1982)²⁰⁾는 白齒部에 比해 前齒部의 腐蝕 罹患率이 높다고 하였다.

또한 Berge等(1982)¹⁰⁾은 矯正裝置에 腐蝕이 일어나면 金屬이온이 遊離되어 表面이 變化되고 強度와 軟性이 減少된다고 하였으며 Ceen과 Gwinnett(1980)¹³⁾는 bracket 除去後 지울 수 없는 겉푸른 색의 齒牙着色에 關한 證例를 報告하면서 이는 bracket의 腐蝕과 關係된다고 主張하였다.

再生된 bracket의 金屬遊離에 關한 研究 報告에서 Buchman(1980)¹¹⁾은 Esmadent法으로 再生處理한 bracket에서 腐蝕抵抗과 強度가 減少하며 金屬의 微細構造가 變化한다고 報告하였고

Hixon(1982)²¹⁾은 bracket을 400~900°C로 加熱하면 炭素는 크롬과 反應하여 炭化크롬의 析出物을 形成하여 結晶粒界 腐蝕에 銳敏해진다고 하였으며 再生된 bracket을 電解研磨하지 않으면 腐蝕이 잘 일어난다고 하였다.

本 研究에서 热處理한 再生金屬 bracket의 境遇 燒鈍에 依해 再結晶과 結晶粒 形成의 初期 所見을 보였고 1年後에는 再結晶에 依해 結晶粒이 매우 粒大化된 典型的인 腐蝕所見을 보인 것은 金屬이온이 遊離되어 耐蝕性이 減少한다는 이들의 研究 結果와 一致했다.

따라서 높은 溫度로 热處理하여 再生處理한 bracket을 使用하는 것은 避해야 하며 金屬의 物理化學的 性質에 影響을 미치지 않는 化學的 再生處理 方法을 利用하는 것이 賢明하다고 思料된다.

金屬 bracket의 耐蝕性은 그 表面에 形成되는 不動態에 依한 것으로서 腐蝕效果를 最小化 시키기 為해서는 良好한 口腔衛生狀態의 維持와 보다 높은 耐蝕性을 지닌 스테인레스鋼으로 bracket이 製作되어야 할 것이다.

V. 結論

化學處理 및 热處理한 再生金屬 bracket의 耐蝕性을 評價하기 為해 朝鮮大學校 齒科大學 附屬齒科病院 矯正科에 來院한 4名의 患者 口腔內에 再生 bracket과 새 bracket을 1年間 直接 附着한 後 除去하여 走査電子顯微鏡(J.S.M-840 Scanning Electron Microscope, Japan)으로 觀察한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

1. 새 bracket과 化學處理한 再生金屬 bracket 表面의 微細構造는 結晶粒과 再結晶의 形成徵이 均一하였으며, 1年後에도 若干의 擦痕을 除外하고는 同一한 所見을 보였다.

2. 热處理한 再生金屬 bracket 表面의 微細構造는 燒鈍에 依해 再結晶과 結晶粒 形成의 初期 所見을 보였으며, 1年後에는 再結晶에 依해 結晶粒이 매우 粒大化 된 典型的인 腐蝕所見을 보였다.

3. 化學處理한 bracket이 热處理한 bracket보다 耐蝕性에서 더 良好한 結果를 보였다.

REFERENCES

1. 高永三：“化學的으로 再生된 金屬 bracket의 接着強度와 slot 幅徑에 關한 研究”，「朝鮮大學校 大學院 碩士學位論文」，1987.
2. 朴昌基：“熱處理한 再生金屬 bracket의 引張強度와 物理的 變化에 關한 研究”，「大韓齒科矯正學會誌」，第15卷，第2號，261-269，1985.
3. 方常容：“金屬 bracket의 化學的 再生處理方法에 關한 研究”，「朝鮮大學校 大學院 碩士學位論文」，1987.
4. 社團法人 大韓金屬學會編：「鐵鋼材料」，서울，1981，韓出版社，pp.174-178.
5. 梁勳永，金水泳：「金屬材料學」，서울，1979，文運堂，pp.96-111, 114-143, 188-228, 232-281.
6. 廉熙澤，「金屬表面處理」，改正版，서울，1979，文運堂，pp.157-159.
7. 尹秉河，金大龍：「金屬의 腐蝕과 防蝕概論」，서울，1979，螢雪出版社，pp.54-65, 126-127.
8. 崔在烈：「金屬의 熱處理」，서울，1979，文運堂，pp.673-685.
9. 韓國綜合特殊鋼株式會社編：「特殊鋼」，서울，1978，pp. 172-278.
10. Berge, M., and Gjerdet, N.R.: "Corrosion of silver soldered orthodontic wires", Acta Odontol. Scand., 40:75-79, 1982.
11. Buchman, D.J.L.: "Effects of recycling of metallic direct-bond orthodontic brackets", Am. J. Orthod., 77:654-668, 1980.
12. Chapman, P.L.: "Recycling the orthodontic bonded brackets", M.S. Thesis, Indiana University School of Dentistry, 1979.
13. Ceen, R.F., and Gwinnett, A.J.: "Indelible introgenic staining of enamel following debonding", J. Clin. Orthod., 15:713-715, 1980.
14. Cowbe, E.C.: Notes on dental materials, 4th ed., pp. 72-81, 1981.
15. Craig, R.G.: Dental materials, Saint Louis, The C.V. Mosby Co., pp. 217-225, 1978.
16. Edie, J.W., Andressen, G.F., and Eaytoun, M.P.: "Surface corrosion of nitinol and stainless steel under clinical conditions", Angle Orthod., 51:319-324, 1981.
17. Esmadent, "BIG JAME" bracket reconditioner-polisher E3762, Esma Chemicals, Inc. P.O. Box 162. Highland park, IL 60035 U.S.A., Am. J. Orthod., 92:22A, 1987.
18. Fusayama, T., Katayori T., and Nomoto S.: "Corrosion of gold and amalgam placed in contact with each other", J. Dent. Res., 42:1183-1197, 1963.
19. Gaston, N.G.: "Chrome alloy in orthodontics", Am. J. Orthod., 37:779-796, 1951.
20. Gwinnett, A.J.: "Corrosion of resin-bonded orthodontic brackets", Am. J. Orthod., 82:441-446, 1982.
21. Hixon, M.E., Brantley, W.A., Pincsak, J.J., and Conover, J.P.: "Changes in bracket slot tolerance following recycling of direct bond metallic orthodontic appliance", Am. J. Orthod., 81:447-454, 1982.
22. Kawata, Y., Shiota, M., Tsutsui, H., Yoshida, Y., Sasaki, H., and Kinouchi, Y.: "Cytotoxicity of Pol-Co dental casting alloys", J. Dent. Res., 60:1403, 1981.
23. Lyman, Taylor (editor): Atlas of microstructures of industrial alloys, In metals handbook, ed. 8, Metals Park, Ohio, 1972, America Society of Metals, Vol. 7, pp. 133-137.
24. Maijer, R., and Smith, D.C.: "Corrosion of orthodontic bracket bases", Am. J. Orthod., 81:43-48, 1982.
25. Maijer, R., and Smith, D.C.: "Biodegradation of the orthodontic bracket system",

- Am. J. Orthod., 90:195-198, 1986.
- 26. Maijer, R., and Smith, D.C.: "Crystal growth on the outer enamel surface - An alternative to acid etching", Am. J. Orthod., 89:183-193, 1986.
 - 27. Mascia, V.E., and Chen, S.R.: "Shearing strength of recycled direct-bonded brackets", Am. J. Orthod., 82:211-216, 1982.
 - 28. Mueller, V.E., Greener, E.H., and Marker, B.C.: "Corrosion by external polarization of soldered orthodontic wires in cleanser solutions", Am. J. Orthod., 76:555-564, 1979.
 - 29. O'Brien, W.J., and Ryge, G.: An outline of dental materials and their selection, Philadelphia, W.B. Saunders Co., pp. 307-319, 1978.
 - 30. Ortho-cycle company, 1231 Ross Ave., St. Louis, Mo.: Product information ma-
 - terials, 1987.
 - 31. Phillips, R.W.: Skinner's science of dental materials, ed. 7, Philadelphia, 1973, W.B. Saunders Co., pp. 641-655.
 - 32. Siomka, L.V., and Powers, J.M.: "In vitro bond strength of treated direct bonding metal bases", Am. J. Orthod., 88:133-136, 1985.
 - 33. Wheeler, J.J., and Ackerman, R.J.: "Bond strength of thermally recycled metal brackets", Am. J. Orthod., 83:181-186, 1983.
 - 34. Wright, W.L., and Powers, J.M.: "In vitro tensile bond strength of reconditioned brackets", Am. J. Orthod., 87:247-252, 1985.
 - 35. Zachrisson, B.U.: Bonding in orthodontics, in "Orthodontics" by Graber, T.M., and Swain, B.F., St. Louis, 1985, C.V. Mosby Co., pp. 485-563.

— ABSTRACT —

A SCANNING ELECTRON MICROSCOPIC STUDY ON THE CORROSION
RESISTANCE OF CHEMICALLY AND THERMALLY RECYCLED
METAL BRACKETS

Young Joo Yoon, D.D.S., Dong-Joo Lee, D.D.S., M.S.D., Ph. D.

Dept. of Orthodontics, College of Dentistry, Chosun University

The purpose of this study was to evaluate the corrosion resistance of chemically and thermally recycled metal brackets.

In vivo, two types of recycled metal brackets and new brackets were directly bonded for 1 year, and then the microstructure of bracket surface was examined by S.E.M. (J.S.M.-840 Scanning Electron Microscope, Japan).

The following results were obtained.

- 1) The microstructure of new and chemically recycled metal bracket surfaces showed regular structure without island formation and recrystallization; and after 1 year, the same appearance except some scratches.
- 2) The microstructure of thermally recycled metal bracket surfaces showed a beginning of island formation and recrystallization by annealing, and after 1 year, a typical corrosive appearance, completely island formation with some metal grains by recrystallization.
- 3) Chemically recycled metal brackets showed better corrosion resistance than thermally recycled metal brackets.

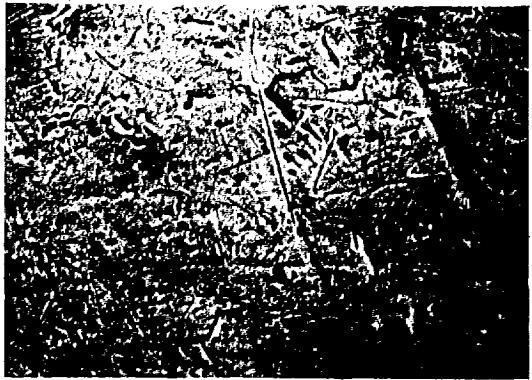
EXPLANATION OF FIGURES

- Fig. 2.** Regular structure
(new bracket surface, X500)
- Fig. 3.** Regular structure with some scratches
(debonded bracket surface after 1 year in vivo, X500)
- Fig. 4.** Regular structure
(chemically recycled bracket surface, X500)
- Fig. 5.** Regular structure with some scratches
(debonded chemically recycled bracket surface after 1 year in vivo, X500)
- Fig. 6.** A beginning of island formation and recrystallization by annealing
(thermally recycled bracket surface, X500)
- Fig. 7.** Completely island formation with some metal grains by recrystallization
(debonded thermally recycled bracket surface after 1 year in vivo, X500)

논문 사진부도 ①



2



5

