

Direct-bonding bracket의 引張強度

慶北大學校 齒科大學 矯正學教室

權 元 源

TENSILE STRENGTH OF DIRECT-BONDING BRACKETS

Oh Won Kwon, D.D.S., M.S.D.

Department of Orthodontics, School of Dentistry, Kyung Pook National University.

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

As adhesive systems were improved, a great variety of bracket bases were available.

The purpose of this study was to evaluate the adhesive properties of 3 types of direct-bonding brackets by testing the tensile strength.

60 noncarious premolars extracted for orthodontic treatment were used.

The tensile strength was tested by Tensilon/UTM-1-10000C after 24 hours from bonding. Following results were obtained;

There was no difference between the tensile strength of foil-mesh base bracket and photoetched base bracket statistically. However, the accurate test result of plastic bracket could not be obtained due to the distortion of bracket wing during testing.

Of the failure in foil-mesh base bracket and photo-etched base bracket, the combination type of failure, where part of the adhesive remained on the tooth and part on the bracket was the most common type (50%, 50%), The second type of failure occurred at the bracket-adhesive interface (30%, 35%) and the last type of failure occurred at the adhesive-tooth interface (20%, 15%).

.....

I. 緒 論

1955年 Buonocore¹⁾가 酸腐蝕術式을 紹介한 以來로 많은 接着劑가 開發되고 改善됨에 따라서 多樣的 種類의 bracket을 使用할수 있게 되었다. 現在 市販되고있는 接着劑는 主로 acrylic resin製劑이거나 diacrylate resin製劑이며 이들은 powder-liquid

type, two paste type, one paste type으로 市販되고 있다.

接着術式에 있어서 接着強度에 影響을 미치는 要素로는 酸의 濃度 및 適用時間, 弗素 塗布與否, 琺瑯質 表面의 構造 및 構成成分, 汚染與否, 接着劑의 構成成分, bracket base의 構造 등이 있겠다.

Gorelick²⁾는 酸의 濃度나 適用時間의 變化에도 不具하고 口腔內에서 bracket의 同一한 脫落率을

報告하였으며, Mitchem과 Turner³⁾도 Concise-Enamel Bond의 接着強度가 磷酸濃度を 變化시켰을때 同一하였다고 報告하였고, Brännström등⁴⁾도 酸의 適用時間을 15秒, 60秒, 2分으로 하였을때 同一한 酸腐蝕 結果가 나타났음을 報告하였지만 Diedrich⁵⁾는 50% 磷酸으로 2分間 酸腐蝕 하였을때 琺瑯質 表面에 微細維持構造가 가장 均一하게 分布된다고 主張하였다. Brännström등⁴⁾은 弗素治療한 齒牙에서 酸腐蝕效果가 減少되지 않았으며, 오히려 增加한 境遇도 있었다고 報告하였지만 Kochavi等⁶⁾은 弗素治療한 齒牙나 弗素를 많이 包含하고 있는 齒牙는 酸腐蝕에 대한 抵抗이 크고 接着強度가 弱하다고 報告하였고, Lehman과 Davidson⁷⁾은 弗素治療한 琺瑯質表面은 2~4 micron의 酸腐蝕에 抵抗하는 層이 形成되고 이러한 層을 除去하기 위해서 50% 磷酸으로 적어도 2分間 酸腐蝕을 해야 하므로 bracket을 接着하기 前에 弗素塗布를 하지않는것이 좋다고 主張하였다. 琺瑯質 表面의 構造 및 構成成分에 따라 酸腐蝕에 대한 反應이 多樣하게 나타날수 있으며, 손가락의 接觸에 의해서 酸腐蝕된 琺瑯質 表面이 破壞되며 酸腐蝕된 琺瑯質表面에 唾液이나 粘膜이 接觸될때 glycoprotein層이 形成되어 琺瑯質 表面에 대한 接着劑의 浸透가 상당히 減少된다.⁸⁾ Dogon⁹⁾, Buonocore⁹⁾는 tag formation을 促進하고 增進시키기 위해서 Composite resin을 使用하기 前에 intermediary resin의 使用를 主張하였지만 Diedrich⁵⁾는 接着劑의 粘稠度, 構成成分 등이 相異함에도 不具하고 浸透力에는 差異가 없었고 sealant의 使用도 浸透力을 增加시키지 않았다고 報告하였다. Buonocore¹⁰⁾, Retief等¹¹⁾은 接着劑의 두께가 두꺼우면 中合收縮을 가져와 結果적으로 變形되고 쉽게 bracket이 脱落될 수 있다고 報告하였다. Keizer等¹²⁾은 plastic bracket의 base를 여러가지 方法으로 前處理하여 接着強度를 比較研究하였고 Reynolds와 Fraunhofer¹³⁾는 mesh-base metal bracket이 perforated metal-base bracket보다 優秀한 接着強度를 가졌다는 것을 提示하였으며, Low와 Fraunhofer¹⁴⁾는 여러가지 composite restorative material을 使用하여 mesh-base bracket의 維持力을 比較研究하였다. Reynolds와 Fraunhofer¹⁵⁾는 거친 mesh-base bracket이 微細한 mesh-base bracket보다 더 強한 接着強度를 가진다고 하였지만 Majier와 Smith¹⁶⁾는 filler 含量이 적고 더 微細한 粒子를 가진 pynabond를 使用하였을 때는 微細한 mesh-base bracket이 거친 mesh-base bracket보다 더 強한 接

着強度를 가진다고 報告하였다. 著者は 比較的 國內에서 많이 使用하고 있는 foil-mesh base bracket, photo-etched base bracket, plastic bracket 등의 引張強度를 測定하여 多少의 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

II. 材料 및 方法

가. 材料

- ① 矯正治療를 爲해서 拔齒한 齶蝕이 없는 60個의 小臼齒
- ② 矯正用 接着劑인 Mono-Lok(R. M.) (Fig. 1)
- ③ • foil-mesh base bracket (Unitek)
• photo-etched base bracket (Tomy)
• single plastic bracket (R. M.)

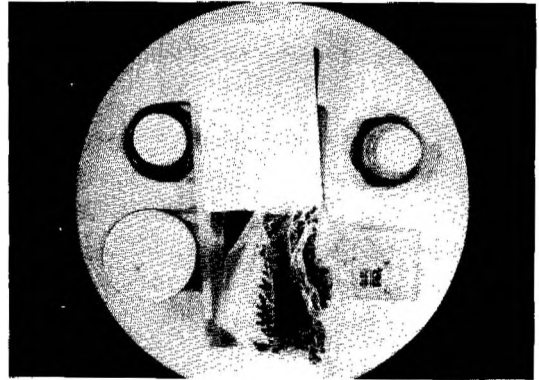


Fig. 1. : Orthodontic direct-bonding adhesive: Mono-Lok

나. 方法

矯正治療를 爲해서 拔齒한 齶蝕이 없는 60個의 小臼齒를 拔齒即時 흐르는 물에 깨끗히 씻고 0.9% 生理的 食鹽水에 沈積하였다. 60個의 小臼齒를 任意로 20個씩 3群으로 나누고 Mono-Lok을 製造會社의 說明대로 使用하여 3가지 種類의 bracket을 小臼齒 頰面에 接着하였다. 接着劑가 充分히 硬化하도록 室溫에서 20分間 放置한 後 stone block에 齒牙를 植立하고 (Fig. 2), stone block이 充分히 硬化하도록 室溫에서 1時間 放置한 후 다시 0.9% 生理的 食鹽水에 沈積하였다. 引張強度를 測定하기 위하여 .018", .036" stainless steel wire로 特殊한 裝置를 考案하였으며 (Fig. 2), bracket 接着 24時間 後에 Tensilon/UTM-1-10000c (TOYO BALDWIN Co.)에서 100kg의 load cell을 使用하여 cross-head의 速度는 0.5mm/min, chart의 速度를 50mm/min로 하여 引張強度를 測定하였다 (Fig. 3).

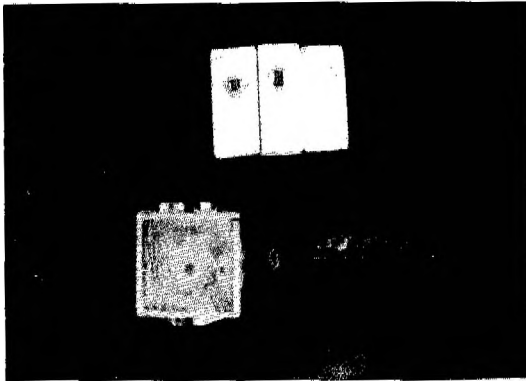


Fig. 2. : Upper: stone block
Lower: special instrument for testing tensile strength.

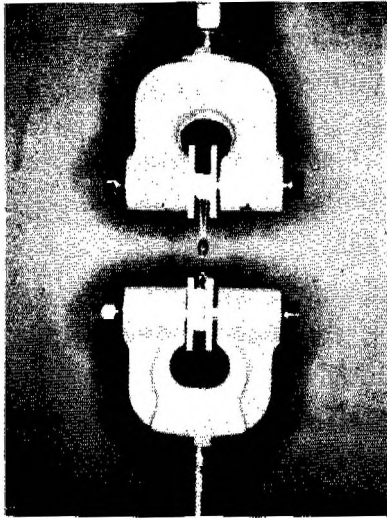


Fig. 3. : 100 kg load cell

III. 成 績

foil-mesh base bracket과 photo-etched base bracket의 引張強度의 平均, 標準偏差, 範圍는 Table I과 같으며 plastic bracket는 引張強度 測定時 齒牙로부터 bracket이나 接着劑가 떨어지기 前에bracket wing이 變形되어 (30%) 正確한 測定結果를 얻을수 없었다 (Fig. 4).

平均 引張強度의 比較檢定에서 foil-mesh base bracket은 photo-etched base bracket과 $P=0.05$ 有意水準에서 有意한 差가 없었다. 接着劑가 떨어진 樣相은 Table II에서 보는것과 같이 接着劑가 bracket과 齒牙에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 foil-mesh base bracket에서 50%, photo-etched base bracket에서 50%로 가장 많았다.

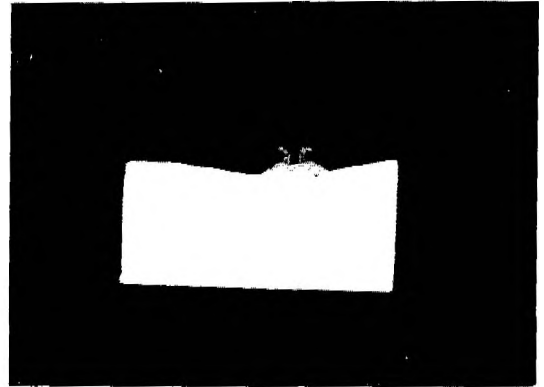


Fig. 4. : Distortion of plastic bracket wing

Table I. Tensile strength of direct-bonding brackets

	Mean(kg/cm ²)	S.D.(kg/cm ²)	Range(kg/cm ²)
foil-mesh base bracket	62.10	20.1	26.9-99.1
photo-etched base bracket	54.1	17.8	36.2-115.7

Table II. Mode of failure

	P	T	B
foil-mesh base bracket	10(50%)	6(30%)	4(20%)
photo-etched base bracket	10(50%)	7(35%)	3(15%)

P : Failure where part of the adhesive on the tooth and part on the bracket

T ; Failure occurred at the bracket-adhesive interface

B ; Failure occurred at the adhesive-tooth interface.

IV. 考 察

接着術式의 使用은 審美的인 面의 改善, 完全히 萌出하지 않았거나 深하게 轉位된 齒牙에 適用可能性, 環帶有隔의 除去, 時間의 節約, 齒齦刺戟의 減少, 環帶 使用에 依한 脫灰 可能性의 除去等 많은 長點을 가지고 있다. plastic bracket, ceramic bracket等은 審美性이 優秀하며, 接着劑의 改善에 依해서 bracket과 bracket base의 크기가 減少되었다. 齒間離開나 環帶有隔의 除去過程이 不必要하게 됨에 따라 患者에게 疼痛과 不快感을 除去해 주었고 治療期間이 短縮되었으며 間接 接着術式이 考案됨으로써 더욱 簡便하게 할수 있고 治療時間을 短縮시킬수 있게 되었다. Burket¹⁷⁾은 齒間離開나 環帶 裝着으로 因한 齒齦損傷을 觀察하였으며 Sakamaki와 Bahn¹⁸⁾은 環帶邊緣에 細菌의 集積을 除去하기 爲해서 bracket을 齒牙에 直接 接着하는 것이 더욱 要望스럽다고 報告하였다. 그러나 direct-bonding bracket은 隣接面 保護의 缺如로 因해서 隣接面 齒牙齶蝕을 增加시킬수 있으며, 接着劑의 齒齦 接觸으로 因해서 齒齦炎症을 惹起시킬수 있으며 齒頸部에 음식물, 齒苔의 集積은 여전히 脫灰를 가져올수 있다.^{19, 20)}

Diedrich⁵⁾는 酸腐蝕된 珐瑯質 表面이 口腔內에 露出되지 4個月이 經果한 後에도 輕微하나마 酸腐蝕된 構造가 存在하는 것을 觀察하였고 sealant 나 primer를 使用하지 않았을 때는 resin으로 덮혀져 있지 않은 酸腐蝕된 珐瑯質 表面의 回復過程을 促進시키고 齒牙齶蝕症에 대한 抵抗을 增大시키기 爲해서 弗素塗布를 해야한다고 主張하였으며 Zachrisson等²¹⁾은 酸素의 抑制作用에 依해서 sealant의 中合反應이 일어나지 않거나, sealant의 粘稠度나 患者의 頭部位置에 依한 流動에 依해서 保護膜을 形成하지 못할수도 있다고 報告하였다.

Direct-bonding bracket은 plastic bracket, ceramic bracket, metal bracket으로 大別할수 있다. plastic bracket은 使用範圍가 제한되며 metal bracket은 perforated metal-base bracket, foil-mesh base bracket, photo-etched base bracket等 多樣한 製品이 市販되고 있다. perforated metal-base bracket은 近來에 foil-mesh base bracket으로 代置되고 있는데 이는 foil-mesh base bracket이 齒苔를 더 작게 殘存시키고 接着強度가 더 強하기 때 문이다.²²⁾

本 實驗에서 plastic bracket은 自体強度가 弱함으로 因한 wing의 變形에 依해서 引張強度를 正確히 測定할 수 없었다. 實際 臨床에서 plastic bracket은 審美性은 優秀하나 彈線과 摩擦이 深하고 bracket slot의 磨耗나 bracket wing의 破折을 많이 經驗하게 된다. foil-mesh base bracket과 photo-etched base bracket의 平均 引張強度는 62.1kg/cm², 54.1kg/cm²이나 統計學的으로는 有意한 差가 없었다.

foil-mesh base bracket과 photo-etched base bracket의 引張強度의 標準偏差는 Keizer等¹²⁾, Alexandre等²³⁾의 研究結果와 같이 相當히 크게 나타났으며 接着劑가 떨어진 樣相은 foil-mesh base bracket과 photo-etched base bracket에서 接着劑가 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 各其 50%로 가장 많았고, 接着劑가 齒牙에만 붙어서 떨어진것(30%, 35%), 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진것(20%, 15%)順으로 나타났다. 實際 臨床에서 많은 bracket의 脫落을 經驗하게 되는데 bracket-adhesive interface에서 떨어진 경우는 接着劑가 gel 狀態가 된 後 bracket을 接着하였을때, bracket을 接着한 後 움직였을때, 接着劑가 充分히 硬化하기 前에 矯正力을 加했을때, 接着劑가 bracket base에 充分히 浸透하지 못하였을때, 咬合障礙, 外傷 등이 그 原因이 될 수 있으며, tooth-adhesive interface에서 떨어진 境遇는 不適切한 齒面洗磨, 不適切한 酸腐蝕, 酸腐蝕後 充分히 물로써 씻어 내지 못하였을때, 不適切한 乾燥, 唾液 및 粘膜에 依한 汚染, 손가락의 接觸 등이 原因이 될 수 있겠다. 滿足스런 接着術式을 爲해서는 接着強度가 높아야 할 뿐 아니라 標準偏差가 적어야 하며 쉽게 除去될 수 있어야 하겠다.

V. 要 約

著者は 3가지 種類의 bracket을 矯正을 爲해서 拔齒한 20個씩의 小白齒에 接着하여 24時間 後에 引張強度를 測定한 結果 다음과 같은 結論을 얻었다.

foil-mesh base bracket과 photo-etched base bracket의 平均引張強度는 統計學的으로 有意한 差가 없으며, plastic bracket은 引張強度 測定時 wing의 變形에 依해서 正確한 測定 結果를 얻을 수 없었다.

接着劑가 떨어진 樣相은 foil-mesh base bracket

과 photo-etched base bracket에서 接着劑가 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 各其 50%로 가장 많았고, 接着劑가 齒牙에만 붙어서 떨어진 것(30%, 35%), 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진 것(20%, 15%)順으로 나타났다.

參 考 文 獻

1. Buonocore, M.G.: A simple method of increasing the adhesion of acrylic filling materials to enamel surface, J. Dent. Res. 34: 849-853, 1955.
2. Gorelick, L.: Bonding metal brackets with a self polymerizing sealant-composite: A 12 month assessment, Am. J. Orthod. 71: 542-553, 1977.
3. Mitchem, J.C., and Turner, L.R.: The retentive strength of acid etched retained resins, J. Am. Dent. Assoc. 89:1107-1114, 1974.
4. Brännström, M., Nordenvall, K.J., and Malgrem, O.: The Effect of various pretreatment methods of the enamel in bonding procedures, Am. J. Orthod. 74:622-530, 1978.
5. Diedrich, P.: Enamel alterations from bracket bonding and debonding: A study with the scanning electron microscope, Am. J. Orthod. 79:500-522, 1981.
6. Kochavi, D., Gedalia, I., and Anaise, J.: Effect of conditioning with fluoride and phosphoric acid on enamel surfaces as evaluated by scanning electron microscopy and fluoride incorporation, J. Dent. Res. 54:304-309, 1975.
7. Lehman, R., and Davidson, C.L.: Loss of surface enamel after acid etching procedures and its relation to fluoride content, Am. J. Orthod. 80:73-82, 1981.
8. Dogon, I.L.: Studies demonstrating the need for an intermediary resin of low viscosity for acid etch technique: Proceedings of an international symposium on the Acid Etch Technique, St. Paul, 1975, North Central Publishing Company.
9. Buonocore, M.G.: Adhesives in the prevention of caries, J. Am. Dent. Assoc. 87:1000-1005, 1973.
10. Buonocore, M.G.: Principles of adhesive retention and adhesive restorative materials, J. Am. Dent. Assoc. 67:382-391, 1963.
11. Retief, D.H., Dreyer, C.J., and Gavron, G.: The Direct bonding of orthodontic brackets to dental enamel, Br. Dent. J. 130:392-396, 1971.
12. Keizer, S., ten Cate, J. M., and Arends, J.: Direct bonding of orthodontic brackets, Am. J. Orthod. 69:318-327, 1976.
13. Reynolds, I.R., and Von Fraunhofer, J.A.: Direct bonding in orthodontics: A comparison of attachments, Br. J. Orthod. 4:65-69, 1977.
14. Low, T., and von Fraunhofer, J.A.: The direct use of composite materials in adhesive dentistry, Br. J. Orthod. 141:207-213, 1976.
15. Reynolds, I.R., and Von Fraunhofer, J.A.: Direct bonding of orthodontic attachments to the teeth: The relation of adhesive bond strength to gauze mesh size, Br. J. Orthod. 3:91-95, 1976.
16. Majer, R., and Smith, D.C.: Variables influencing the bond strength of metal orthodontic bracket bases. Am. J. Orthod. 79: 20-34, 1981.
17. Burket, L.: The effects of orthodontic treatment on the soft periodontal tissues, Am. J. Orthod. 49:660-671, 1963.
18. Sakamaki, S.T., and Bahn, A.N.: Effect of orthodontic bonding on localized oral lactobacilli, J. Dent. Res. 47: 275-279, 1968.
19. Mandrel, I.D., Salkind, A., and Oshrain, H.I.: Bacterial aspects of developing supragingival and subgingival plaque, J. Periodontol. 42:706-708, 1971.
20. Loe, H.: Human research model for the pro-

- duction and prevention of gingivitis, *J. Dent. Res.* 50:256-264, 1971.
21. Zachrisson, B.U., Heimgard, E., Ruyter, I.E., and Mjör, I.A.: Problems with sealants for bracket bonding, *Am. J. Orthod.* 75:641-649, 1979.
22. Zachrisson, B.U., and Brobakken, B.O.: Clinical comparison of direct versus indirect bonding with different bracket types and adhesives, *Am. J. Orthod.* 74:62-77, 1978.
23. Alexandre, P., Young, J., Sandrik, J.L., and Bowman, D.: Bond Strength of three orthodontic adhesives, *Am. J. Orthod.* 79:653-660, 1981.
-