

## 矯正用 接着劑의 引張強度

慶北大學校 大學院 齒醫學科

(指導教授 成 在 鉉)

權 五 源

### I. 緒 論

矯正領域에서 環帶를 使用하지 않고 珐瑯質表面에 bracket을 直接 接着하는 術式은 矯正施術 發達中에도 크게 刮目할 만한 것이며, 이에 대한 理解와 使用이 크게 높아지고 있다.

1955年 Buonocore<sup>1)</sup>가 酸腐蝕術式을 紹介하고 이 術式을 齒牙齶蝕症 治療에 使用할 것을 提案하였으며, Bowen<sup>2)</sup>이 BIS-GMA type의 接着劑를 發見한 以來로 前處理한 齒牙面에 bracket을 直接 接着하는 多樣한 方法이 많은 先學들<sup>3-13)</sup>에 의해서 研究되어왔다.

直接接着術式의 使用은 環帶에 bracket을 熔接하여 使用하는 術式에 비해 몇가지 長點을 가지고 있다. 즉 審美的인 面의 改善, 齒齶刺戟의 減小, 口腔清潔의 容易, 時間의 節約, 完全히 萌出하지 않았거나 심하게 轉位된 齒牙에 適用可能性, 環帶有隔의 除去, 環帶使用에 의한 脫灰可能性의 除去 등이 있겠다.

成功的인 直接接着術式의 使用을 위해서는 接着劑의 接着強度가 무엇보다도 重要하다. 지금까지 齒牙表面處理, bracket base의 構造 및 接着劑의 成分에 의한 接着強度의 變化에 대해서 많은 研究가 있었다. 齒牙表面處理에 관한 研究는 Miura等<sup>14)</sup>, 張<sup>15)</sup>, Silverstone<sup>16)</sup>, Brännström等<sup>17)</sup>, Sheykhohleslam과 Brandt<sup>18)</sup> 등의 業績이 있겠으며, bracket base의 構造 및 接着劑의 成分等에 의한 接着力의 綜合比較研究는 Keizer等<sup>19)</sup>, Reynolds와 Fraunhofer<sup>20)</sup>, Thanos等<sup>21)</sup>의 業績이 있겠다.

그러나 比較의 最近來 開發되어 國內에서 많이 使用되고 있는 矯正用 接着劑의 接着強度에 관한 研

究報告는 國內에서 찾아 보기가 힘들었으므로 著者는 이에 興味를 느끼고 比較의 最近來 開發되어 國內에서 많이 使用되고 있는 3가지 矯正用 接着劑의 引張強度를 測定하여 接着強度를 比較한 結果多小의 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

### II. 材料 및 方法

#### 가. 材 料

- ① 矯正治療를 위해서 拔齒한 75個의 小白齒
- ② Tomy會社의 Series 5 Base Bracket (Standard Edgewise Bracket)
- ③ 矯正用 接着劑인 Mono-Lok(R. M. Co.), Dyna-Bond(Unitek Co.), Concise(3M Co.) (Fig. 1)

#### 나. 方 法

矯正을 위해서 拔齒한 75個의 小白齒를 각기 25個씩 3群으로 나눠 0.9% 生理的 鹽水에 沈積하였다. Mono-Lok, Dyna-Bond, Concise를 각 製造會社의 說明대로 使用하여 Bracket을 小白齒 頰面에 接着하였다.

接着劑가 充分히 硬化되도록 室溫에서 20分間 放置한 後 stone block에 齒牙를 植立하고 (Fig. 2) stone이 充分히 硬化하도록 室溫에서 1時間 放置한 後 다시 0.9% 生理的食鹽水에 沈積하였다.

.018", .036" wire로 引張強度를 測定하기 위한 特殊한 裝置를 考案하였으며 (Fig. 2) bracket 接着 24時間後에 Tensilon/UTM-1-1000C (TOYO BALDWIN CO.)의 cross head 速度를 0.5mm/min로 해서 引張強度를 測定하였다 (Fig. 3).

각 製品 引張強度의 平均, 標準偏差, 範圍를 測定하고 平均値의 有意性檢定은 t檢定, 3가지 製品

Table I. Tensile strength of orthodontic-direct bonding adhesives.

Sample	Product A	Product B	Product C
1	35.4 (kg/cm <sup>2</sup> )	43.8 (kg/cm <sup>2</sup> )	32.5 (kg/cm <sup>2</sup> )
2	23.3	30.4	28.8
3	39.2	37.7	31.3
4	40.8	46.7	27.1
5	57.1	41.7	36.3
6	39.6	40.4	64.2
7	40.8	34.6	67.1
8	26.7	40.8	42.9
9	32.1	36.7	37.9
10	45.4	54.2	46.3
11	44.6	32.5	33.3
12	34.6	40.8	51.3
13	26.3	40.0	37.1
14	41.3	45.4	61.3
15	32.5	26.3	50.8
16	22.5	41.7	56.3
17	32.5	38.8	79.6
18	36.3	47.5	35.4
19	43.3	37.5	49.6
20	23.3	29.6	62.9
21	36.3	33.8	53.3
22	33.3	43.8	40.6
23	44.6	47.1	48.3
24	31.3	39.2	39.2
25	31.7	36.3	34.2
Mean	35.79	39.48	45.90
S.D.	8.18	6.33	13.61
Range	57.1-22.5	54.2-26.3	79.6-27.1
P	P < 0.01	P < 0.01	P < 0.01

Product A : Dyna-Bond.

Product B : Concise.

Product C : Mono-Lok.

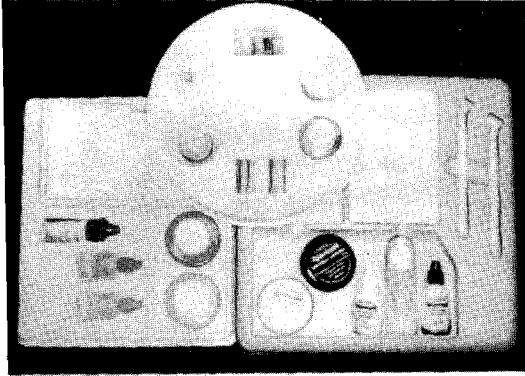


Fig. 1. 3 orthodontic direct-bonding adhesives  
 Right : Dyna-Bond  
 Left : Concise  
 Top : Mono-Lok

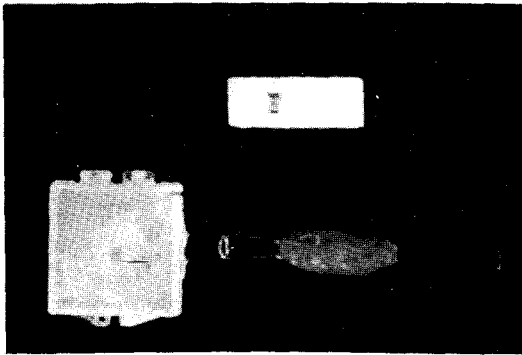


Fig. 2. Upper : stone block  
 Lower : special instrument for testing  
 tensile strength

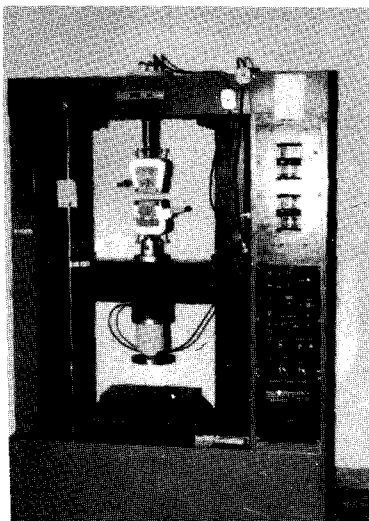


Fig. 3. Tensilon/UTM-1-10000C

平均의 比較檢定은 Duncan의 重範圍檢定<sup>22</sup>을 施行하였다.

### Ⅲ. 成 績

각 製品 引張強度의 平均, 標準偏差, 範圍은 Table I 과 같으며, 각 製品 平均引張強度는 矯正力과 口腔內에서 發生할 수 있는 外力의 許容인  $29\text{kg/cm}^2$ <sup>14</sup>보다  $P=0.01$  有意水準에서 높았다(Table I).

각 製品 引張強度의 平均의 比較檢定에서  $P=0.05$  有意水準에서 製品C는 製品B, A보다 引張強度가 높았고, 製品B와 製品A는 有意한 差가 없었다(Table II).

接着劑가 떨어진 樣相은 Fig. 4에서 보는 것과 같이 接着劑가 bracket과 齒牙에 部分的으로 붙어서 떨어진 것(68%)이 가장 많았다.

Table II. Analysis of variance between products using Duncan's multiple range test.

Products	Probability
Product C vs. product A	$P < 0.05$
Product C vs. product B	$P < 0.05$
Product B vs. product A	$P > 0.05$

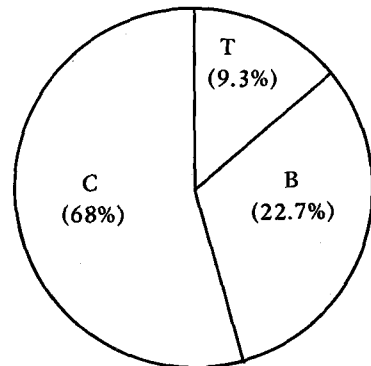


Fig. 4. Mode of failure.

C : Failure where part of the adhesive remained on the tooth and part on the bracket.

B : Failure occurred at the tooth-adhesive interface.

T : Failure occurred at the adhesive-bracket interface

#### IV. 考 察

理想的인 矯正用 接着劑란 接着力의 持續, 多様な 힘에 견디는 能力, 珐瑯質 保存에 影響을 미치지 않고 쉽게 除去될 수 있는 能力, 口腔內 環境의 低下作用에 대한 抵抗力, 用途의 多樣性等이 具備 되어야겠다.

接着劑의 接着強度는 Lee와 Orłowski<sup>23)</sup>는 주로 intermolecular force에 의한 것이라고 主張한 反面에 Buonocore<sup>24)</sup>는 micro-mechanical interlocking이 더 影響을 미친다고 主張하였다. 어느 機構이 주된 것이든 接着說에 있어서 濕潤性概念이 매우 重要한 役割을 하고 있다.

珐瑯質의 free surface energy가 接着劑의 表面張力보다 클때 接着劑가 珐瑯質表面에 濕潤이 된다. free surface energy가 表面張力보다 더 높으면 接着劑가 珐瑯質表面에 充分히 濕潤이 되고 더 낮으면 濕潤이 不完全하게 된다. 그러나 free surface energy가 增加할수록 接着強度가 항상 增加하는 것은 아니다. 만일 珐瑯質表面이 너무 거칠면 接着劑를 適用한 後 粘稠도가 急激히 增加될 때 거칠어진 珐瑯質表面에 갇혀 있던 空氣가 미처 빠져나갈 時間을 갖지 못해서 珐瑯質表面이 거칠어진 것에 의한 接着面의 增加보다 더 많은 接着面을 減小시켜 分割面을 形成하여 오히려 接着強度가 低下될 수도 있다.

接着劑의 長期間 維持力에 관해서는 Miura等<sup>16)</sup>은 6個月間 물속에 齒牙를 沈積하였을때 接着強度가 低下되는 것을 觀察하고 silane primer의 使用을 主張하였으며, Reynolds와 Fraunhofer<sup>25)</sup>의 研究도 이 意見에 同調를 하였지만, Rensch<sup>7)</sup>는 6個月 後에도 뚜렷한 差異가 없었다고 報告하였다. Jassem等<sup>26)</sup>은 sealing resin이 接着強度에 뚜렷한 效果를 나타내지 못하며 腐蝕된 珐瑯質表面은 곧 回復되기 때문에 sealing resin의 使用에 疑問을 提起하였다.

本 實驗에 使用한 接着劑는 比較의 最近來 開發되어 國內에서 많이 使用되고 있는 paste type이었다. 接着用 bracket은 大別해서 plastic bracket, plastic bracket with metalreinforcing endoskelon, metal bracket, ceramic bracket 등으로 分類할 수 있으며, 많은 矯正法에서 共同 使用될 수 있는 Tommy會社의 photo-etched type의 metal bracket을 使用하였다.

本 實驗에서 각 製品의 平均引張強度는 arch wire나 rubber elastic等에 의한 矯正力과 口腔內에서 發生할 수 있는 外力의 合인  $29\text{kg/cm}^2$ 보다 모두 높았으며 製品C가 製品B, A보다 引張強度가 높았으며, 製品B와 A는 統計學的으로 有意한 差가 없었다. 또한 각 製品 引張強度의 標準偏差는 先學들<sup>19, 27)</sup>의 研究結果와 같이 꽤 큰데 그 原因으로는 각 齒牙 珐瑯質表面의 差異, 均一하지 못한 接着劑의 두께, 酸腐蝕의 範圍, 接着過程中에서 包含된 空氣의 量, 測定機具 操作過程中에서 생기는 誤差等이 있겠다. 實際 臨床에서 直接接着術式에 의한 많은 bracket의 脫落을 經驗하게 되는데 이는 本 實驗이 口腔內 環境條件을 考慮하지 않은 것이 하나의 理由가 될 수 있으며, 또한 口腔內에서 bracket을 接着時 技術的인 失敗가 일어날 수 있는 可能性이 더 높기 때문이라고 思料된다.

接着劑가 떨어진 樣相은 先學들<sup>21, 27)</sup>의 研究結果와는 달리 接着劑가 bracket과 齒牙에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 가장 많았는데 (68%) 이는 使用된 bracket과 接着劑가 달랐고 接着시키는 方法이 달랐기 때문이라고 思料된다.

接着劑의 引張強度測定은 臨床的인 側面에서 볼 때 bracket을 接着한 30分後에 裝置物을 活性化시키는 것이 바람직하므로 接着 30分後에 引張強度를 測定하는 것이 좋으나 本 實驗에서는 接着面에 垂直되게 荷重을 가하기 위한 stone block 製作過程의 複雜性 때문에 接着 24時間後에 測定하였다.

接着劑의 維持力을 測定하는 方法은 引張實驗, 剪斷實驗, 捻力實驗 등이 있겠으며 接着劑의 維持力을 評價하기 위해서는 이러한 3가지 方法의 實驗結果를 綜合分析하여야겠다. 本 實驗의 結果는 이러한 研究의 一環이 될 수 있겠으며, 앞으로 이 分野에 더 많은 研究가 있어야 겠다고 思料된다.

#### V. 要 約

著者は 比較의 最近來 開發되어 市販되고 있는 3가지 矯正用 接着劑를 矯正을 위해 拔齒한 25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.

各 製品의 平均引張強度는 矯正力과 口腔內에서 發生할 수 있는 外力의 合인  $29\text{kg/cm}^2$ 보다 높았으며, 製品C는 製品B, A보다 統計學的으로 높은 引張強度를 보이나, 製品B와 製品A는 統計學的으로

有意한 差가 없었다.

接着劑가 떨어진 樣相은 接着劑가 齒牙와 bracket에 部分的으로 붙어서 떨어진 것이 가장 많았고 (68%), 接着劑가 bracket에만 붙어서 떨어진 것 (22.7%), 接着劑가 齒牙에만 붙어서 떨어진 것 (9.3%) 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. Bowen, R.L.: U.S. Pat. 3,006,112 (Nov. 27, 1962.).
3. Newman, G.V.: Epoxy adhesives for orthodontic attachments, Am. J. Orthod. 50: 901-912, 1965.
4. Newman, G.V. Snyder, W.H., and Welson, C.W.: Acrylic adhesives for bonding attachments to tooth surfaces, Angles Orthod. 38:12-18, 1968.
5. Newman, G.V.: Adhesion and orthodontic plastic attachments, Am. J. Orthod. 56: 573-588, 1969.
6. Mizrahi, E., and Smith, D.C.: Direct cementation of orthodontic brackets to dental enamel, Br. Dent. J. 127:371-375, 1969.
7. Rensch, J.A.: Direct cementation of orthodontic attachments, Am. J. Orthod. 63: 156-160, 1973.
8. Daft, D.S., and Lugassy, A.A.: A preliminary study of orthodontic treatment with the use of direct bonded brackets, Am. J. Orthod. 65:407-418, 1974.
9. Garn, N.W.: Direct bonding: A clinical study using an ultraviolet-sensitive adhesive system, Am. J. Orthod. 69:455-463, 1976.
10. Newman, G.V.: A posttreatment survey of direct bonding of metal brackets, Am. J. Orthod. 74:197-206, 1978.
11. Thomas, R.G.: Indirect bonding simplicity in action, J. C.O. 13:93-106, 1979.
12. Moser, J.B., Marshall, G.V., and Green, F.P.: Direct bonding of polycarbonate orthodontic brackets: An in vitro study, Am. J. Orthod. 75:78-85, 1979.
13. Zachrisson, B.U., Heimgard, E., Ruyter, I.E., and Mjor, I. A.: Problems with sealants for bracket bonding, Am. J. Orthod. 75: 641-649, 1979.
14. Miura, F., Nakagawa, K., and Masuhara, E.: New direct bonding system for plastic brackets, Am. J. Orthod. 59:350-361, 1971.
15. 張英一: Direct bonding system의 塗布液이 珐瑯質表面에 주는 效果, 大韓齒科矯正學會誌, 3: 21-28, 1972.
16. Silverstone, L.M.: Fissure sealants, Caries Res. 8:2-26, 1974.
17. Brannstrom, M., Nordenvall, K.J., and Malmgren, O.: The effect of various pretreatment methods of the enamel in bonding procedures, Am. J. Orthod. 74:522-530, 1978.
18. Sheykhoslam, Z., and Brandt, S.: The role of acid etching in rebonding, J.C.O. 13:58-61, 1979.
19. Keizer, S., ten Cate, J.M., and Arends, J.: Direct bonding of orthodontic brackets, Am. J. Orthod. 69:318-327, 1976.
20. Reynolds, I.R., and von Fraunhofer, J.A.: Direct bonding in orthodontics: A comparison of attachments, Br. J. Orthod. 4:65-69, 1977.
21. Thanos, C.E., Munholland, T., and Caputo, A.A.: Adhesion of mesh-base direct bonding brackets, Am. J. Orthod. 75:421-430, 1979.
22. 李仁錫: 實驗計劃法, 大邱: 學文社, 1981, pp 35-39.
23. Lee, H.L., Jr., and Orlovski, J.A.: Handbook of Dental Composite Restoratives. South El Monte, California: Lee Pharmaceuticals, 1973.
24. Buonocore, M.G.: Sealants: Questions and

- answers. J. Am. Soc. Prev. Dent., pp. 44-50, Jan-Feb, 1973.
25. Reynolds, I.R., and von Fraunhofer, J.A.: Direct bonding of orthodontic attachments to teeth: The relation of adhesive bond strength to gauze mesh size, Br. J. Orthod. 2:91-95, 1976.
26. Jassem, H.A., Retief, D.H., and Jamison, H.C.: Tensile and shear strengths of bonded and rebonded orthodontic attachments. Am. J. Orthod. 79:661-668, 1981.
27. Alexandre, P., Young, J., Sandrik, J.L. and Bowman, D.: Bond strength of three orthodontic adhesives, Am. J. Orthod. 79: 653-660, 1981.

## TENSILE STRENGTH OF ORTHODONTIC DIRECT BONDING ADHESIVES\*

Kwon Oh-Won

*Department of Dentistry Graduate School, Kyungpook  
National University Taegu, Korea  
(Supervised by Professor Sung Jae-Hyun)*

..... » Abstract « .....

The requirement of ideal orthodontic direct bonding adhesive should include longevity of bond, ability to withstand a variety of forces, resistance to the degrading effects of the oral environment, and ability to be easily removed without affecting the integrity of the enamel.

The purpose of this study was to evaluate the adhesive properties of recently developed 3 orthodontic directbonding adhesives by testing the tensile strength.

75 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;

The mean tensile strength of each product was higher than the maximum force (29kg/cm<sup>2</sup>) exerted on a bracket during orthodontic treatment.

The tensile strength of Mono-Lok was statistically higher than Concise and Dyna-Bond, although there was no difference between the tensile strength of Concise and Dyna-Bond statistically. Of the failure, the combination type of failure (68%), where part of the adhesive remained on the tooth and part on the bracket was the most common type. The second type of failure (22.7%) occurred at the toothadhesive interface and the last type of failure (9.3%) occurred at the adhesive-bracket interface.

\* A thesis submitted to the committee of the Graduate School of Kyungpook National University in partial fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science in Dentistry in December 1981.