

# 아말감 충전물간의 결합強度에 관한 實驗的 研究

慶熙大學校 齒科大學 保存學教室

鄭仁永 · 閔丙淳 · 崔浩永 · 朴尚進

## 一 目 次

- I. 緒 論
- II. 實驗材料 및 方法
- III. 實驗成績
- IV. 總括 및 考按
- V. 結 論
- 參考文獻
- 英文抄錄

## I. 緒 論

齒科領域에서 아말감은 齒牙硬組織의 缺損部 修復時 가장 널리 使用되고 있는 充填材로서 開發初期의 아말감 合金은 粒子의 形態가 不規則하고 比較的 크기가 커 物理的 性質이 脆弱하였다. 이러한 아말감의 物理的 性質을 改善시키기 爲한 努力은 Jarabak<sup>10)</sup>이 合金粒子의 微細化로 物理的 性質이 增進됨을 證明한 이래 粒子의 形態가 一定한 球狀아말감 合金을 開發하기에 이르렀으며 아말감의 耐腐蝕性和 物理的 性質을 改善시키기 爲해 最近 金屬의 分散強化 概念을 齒科用 아말감에 導入해 銅의 含量이 높은 分散強化型 高銅아말감이 開發되었다.

아말감의 物理的 性質 即 強度, 壓流度, 硬化時 膨縮變化 等에 關하여 廣範圍하게 研究되었으며 臨床的 結果 特히 失敗의 原因에 關한 研究가 繼續되고 있다.

Healey<sup>8)</sup>, Easton<sup>7)</sup>은 아말감 充填의 主된 失敗原因은 破折이라고 하였으며, Rodriguez와 Dickson<sup>16)</sup>은 아말감 修復은 壓縮應力, 剪斷應力, 引張應力 等

의 影響을 받으며 아말감의 引張強度 및 剪斷強度가 壓縮強度에 비해 낮기 때문에 아말감의 破折은 主로 引張應力 및 剪斷應力에 依해 發生할 것이라고 報告하였다.

또 Mahler<sup>13)</sup>는 遠心咬合面窩洞의 아말감 修復에서 isthmus部位의 破折은 引張應力에 起因된다고 報告하였다. 이와같은 아말감 修復失敗의 主된 原因이 되는 引張應力에 對한 아말감 自體의 引張強度를 測定하기 위하여 Ward<sup>20)</sup>는 金屬鑄型 (briquette mold)을 製作하여 使用하였으며, Taylor<sup>18)</sup>도 Ward의 金屬鑄型을 使用하여 數種 아말감의 引張強度를 測定 報告하였다.

Rodriguez와 Dickson<sup>16)</sup>은 Taylor의 研究에 對한 分析報告에서 標準處方型 아말감 合金의 引張強度는 破折強度의 約 1/3이며 朱錫含量이 높은 合金의 引張強度는 壓縮強度의 1/2乃至 2/3에 이른다고 하였다.

Coy와 Liebig<sup>6)</sup>는 粒子크기가 多様한 아말감 合金의 引張強度를 測定하여 報告하였는데 充填 1日後 合金粒子가 微細한 아말감이 合金粒子가 큰 아말감보다 引張強度는 훨씬 높으나 充填 5日後는 별 差異가 없었다고 하였으며, Sweeney<sup>17)</sup>는 아말감의 引張強度가 約 11,000psi임을 測定 報告하였고, Koran과 Asgar<sup>19)</sup>는 切削型 合金과 球狀型 合金의 引張強度를 測定 報告하였다.

한편 아말감 修復物이 破折, 二次 齶蝕, 邊緣部 適合이 不良할 境遇나 기타 理由로 再修復을 必要로 할 境遇, 이미 充填되어 있는 아말감의 殘存部에 새로운 아말감으로 部分的 修復이 臨床的으로 必要한 境遇가 있다. 이 方法은 充填된 아말감의 部分的 欠損으로 因하여 殘存아말감 充填物에 새로운 아말감을 壓縮充填시켜 臨床的으로 簡便하게 使用함을

目的으로 하고 있으며, Terkla<sup>19)</sup> 등은 Transverse bend Test로 아말감 충전물간의 결합력을測定하였으며, Consani<sup>4)</sup> 등은放射線 同位元素를 사용하여 충전물간의 결합程度를觀察하였고, Kirk<sup>11)</sup> 는引張試驗에 의한 아말감 충전물간의 결합強度測定 및染色物質을 사용하여邊緣漏出度를觀察報告하였으며, Cowan<sup>5)</sup> 는 아말감의 部分的 修復時 臨床適用方法에 對해報告하였다.

以上の 研究報告에서 아말감 충전물이 破折 혹은 欠損된 境遇, 健全部位는 殘存된 狀態로 維持시키면서 새로운 아말감으로 充填時 結合이 잘 이루어지게 된다면 破折된 아말감을 全部 除去하지 않고도 殘存 충전물을 그대로 使用할 수 있어 臨床에서 便利하게 利用할 수 있을것으로 思料되어 著者는 數種 아말감을 使用하여 아말감 충전물간의 結合력을 測定 觀察한 結果 多少의 知見을 얻었기에 報告하는 바이다.

## II. 實驗材料 및 方法

### A. 實驗材料

本實驗에 使用한 아말감 合金은 切削型(Fine-cut, L. D. Caulk Co., Milford, Del. 以下 F-Type으로 略)과 球狀型(Caulk Spherical, L. D. Caulk Co., Milford, Del., 以下 S-Type으로 略) 및 分散強化型(Orosphere, Pentron Co., Wallingford, 以下 D-Type으로 略)이었다(Table 1 參照).

### B. 實驗方法

1) 使用機器: 本實驗에 使用한 機器는 天秤(韓國計器製作所, 韓國), Incubator(G. C. A. 社, 美國), Amalgamator(Capmaster Hi-Speed, S. S. White社, 美國, Fig. 2), 萬能試驗機(Instron Universal Testing machine, Model No. 1125, Instron社, 美國 Fig. 4), Stainless steel製 金屬鑄型(高麗精密製作所, 韓國,

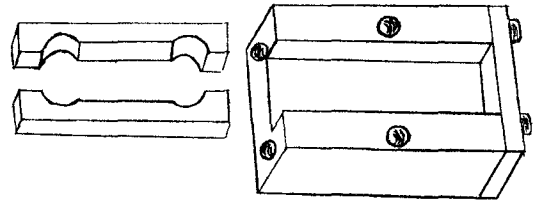


Fig. 1. Metal mold used in making the amalgam specimens:

- A) the split die
- B) the supporting die

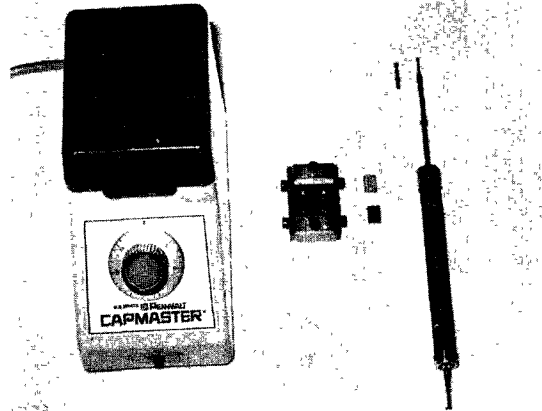


Fig. 2. Equipment used in the preparation of amalgam specimens for tensile tests.

(left to right): mechanical amalgamator, dumbbell-shaped mold, spacer, condenser tip and modified condenser.

Fig. 1, 2), 奉型引張試驗器(大場計器製作所, 日本, Fig. 2) 및 Condenser tip(祐晨機工, 韓國, Fig. 2)等이었다.

2) 試片製作: 本實驗을 爲한 各 試片製作은 一定한 크기와 均一한 두께를 얻기 위해 製作된 金屬鑄型(Fig. 1, 2) 內에 直徑 2mm의 圓柱型 condenser

Table 1. Amalgam Alloys Investigated

| Code | Alloy           | Manufacturer        | Mercury to Alloy ratio (%) | Particle Shape                 |
|------|-----------------|---------------------|----------------------------|--------------------------------|
| F    | Fine-cut        | The L. D. Caulk Co. | 50                         | Irregular                      |
| S    | Caulk Spherical | The L. D. Caulk Co. | 46                         | Sphere                         |
| D    | Orosphere       | Pentron Co.         | 50                         | Irregular (2/3)<br>Sphere(1/3) |

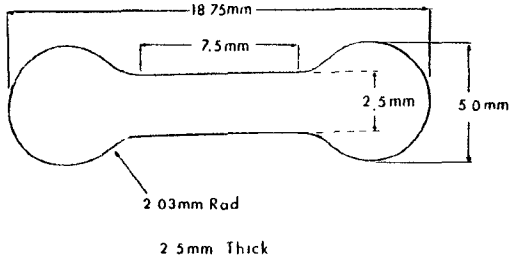


Fig. 3. Dimensions of the dumbbell-shaped specimen used to determine tensile strength.

(Fig.2)로 2kg의 壓力을 加하여 3個群 總 210個의 試片(Fig.3)을 製作하였다.

가) 第一群: 對照群으로서 上記 金屬鑄型內에 3種의 牙冠 合金을 種類에 따라 各各 充塡하여 10個씩 總 30個의 試片을 製作하였다(Table 2 參照).

나) 第二群: 金屬鑄型 內에 分離帶(spacer)를 設置하여 원래 金屬鑄型의 1/2部位에 牙冠을 充塡하고 分離帶를 除去한 後 室溫에 放置한 다음 15分 後 나머지 1/2部位에 새로운 牙冠을 充塡하였으며, 試片 兩側의 牙冠 種類에 따라 各各 10個씩 總 90個의 試片을 製作하였다(Table 2 參照).

다) 第三群: 金屬鑄型 內에 分離帶를 設置하여 원래 金屬鑄型의 1/2部位에 3種의 牙冠을 各各 30個씩 總 90個를 充塡하고 15分 後 生理的食鹽水에 담그어 37±1°C의 incubator內에 7日間 保管한 다음 새로운 牙冠이 結合될 境界部位를 #600 waterproof sand paper로 研磨한 後 金屬鑄型 內에 再配置하고 나머지 1/2部位에 다시 새로운 牙冠을 充塡하였으며, 試片 兩側의 牙冠 種類에 따라 各各 10個씩 總 90個의 試片을 製作하였다(Table 2 參照).

3) 引張強度 및 結合強度의 測定: 以上의 方法으로 製作된 3個群 總 210個의 試片을 生理的食鹽水에 담그어 37±1°C의 incubator內에 7日間 保管한 後 萬能試驗機(Instron Universal Testing machine, Model No. 1125, Fig. 4)를 使用하여 50kg의 荷重으로 cross head speed를 0.0762mm/min로 固定시켜 各 試片의 引張強度 및 結合強度를 測定하였다.

### III. 實驗 成績

製作된 試片들을 萬能試驗機를 使用하여 引張實驗한 結果 各群 試片의 引張強度 및 結合強度는 다음과 같다.

第一群 即 對照群의 引張強度는 F-type에서는

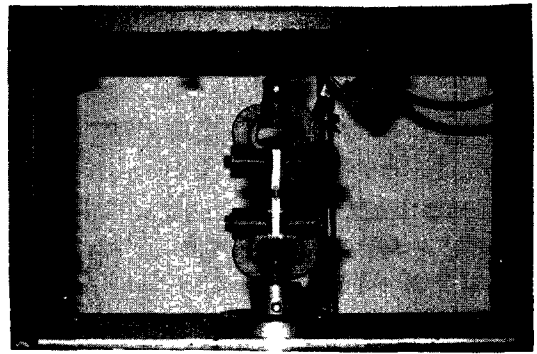


Fig. 4. Specimen held by grips for applying tensile load.

Table 2. Tensile Force (psi) Required for Separation of Specimens in each Group.

| Group | Type | No. of Specimens | Mean (psi) ± | S.D.* (psi) |
|-------|------|------------------|--------------|-------------|
| I     | F    | 9                | 8130 ±       | 670         |
|       | S    | 10               | 7230 ±       | 970         |
|       | D    | 11               | 6750 ±       | 1050        |
| II    | F+F  | 11               | 1940 ±       | 660         |
|       | S+S  | 9                | 1680 ±       | 330         |
|       | D+D  | 9                | 1530 ±       | 500         |
|       | F+S  | 9                | 2880 ±       | 580         |
|       | F+D  | 9                | 2060 ±       | 480         |
|       | S+F  | 7                | 1650 ±       | 230         |
|       | S+D  | 8                | 1860 ±       | 470         |
|       | D+F  | 8                | 1660 ±       | 290         |
| III   | F+F  | 9                | 1110 ±       | 370         |
|       | S+S  | 9                | 1710 ±       | 610         |
|       | D+D  | 9                | 870 ±        | 360         |
|       | F+S  | 9                | 1290 ±       | 310         |
|       | F+D  | 7                | 1000 ±       | 270         |
|       | S+F  | 8                | 1410 ±       | 330         |
|       | S+D  | 8                | 1130 ±       | 140         |
|       | D+F  | 7                | 1180 ±       | 360         |
| D+S   | 9    | 1210 ±           | 260          |             |

S.D.\* = Standard deviation

F : Fine-cut alloy S: Spherical alloy

D: Dispersed alloy

8130±670psi, S-type에서는 7230±970psi, D-type에서는 6750±1050psi로 F-type이 가장높게 나타났으며 D-type이 가장낮게 나타났다.

第二群에서는 F-type과 S-type간의 결합이 2880±580psi로 가장높게 나타났으며 D-type과 D-type간의 결합이 1530±500psi로 가장낮게 나타났다.

同種으로 결합된 群의 결합強度는 F-type과 F-type간의 결합이 1940±660psi, S-type과 S-type간의 결합이 1680±330psi, D-type과 D-type간의 결합이 1530±500psi로 F-type과 F-type간의 결합이 가장높게 나타났으며 D-type과 D-type간의 결합이 가장낮게 나타났다.

異種으로 결합된 群의 결합強度는 F-type과 S-type간의 결합이 2880±580psi로 가장높게 나타났으며, S-type과 F-type간의 결합이 1650±230psi로 가장낮게 나타났다.

第三群에서는 S-type과 S-type간의 결합이 1710±610psi로 가장높게 나타났으며, D-type과 D-type간의 결합은 870±360psi로 第二群의境遇와 마찬가지로 가장낮은 결합強度를 나타냈다.

同種으로 결합된 群의 결합強度는 S-type과 S-type간의 결합이 1710±610으로 가장높게 나타났으며 D-type과 D-type간의 결합이 870±360psi로 가

장낮게 나타났다.

異種으로 결합된 群의 결합強度는 S-type과 F-type간의 결합이 1410±330psi로 가장높게 나타났으며 F-type과 D-type간의 결합이 1000±270psi로 가장낮게 나타났다(Table 2 參照).

各群 試片들의 引張強度 및 結合強度를 比較觀察하기 爲한 그림은 Fig. 5와 같다.

#### IV. 總括 및 考按

齒牙硬組織의 欠損部 修復에 使用되고 있는 成形 復材中 齒科用 아말감은 比較的 操作이 簡便하고 邊緣漏出度가 적으며 齒髓에 對한 刺戟이 微弱하여 臨床에서 臼齒部 修復物의 85% 以上을 占有하고 있다.

또한 아말감은 壓縮強度는 높으나 引張應力이나 剪斷應力에 對한 抵抗은 아주 弱하다. 따라서 本實驗은 아말감 破折中의 한 要素인 引張應力을 加하여 數種의 아말감 自體引張強度와 아말감간의 結合強度를 測定하였다.

本實驗에서 對照群의 引張強度가 F-type에서는 8130±670psi, S-type에서는 7230±970psi, D-type에서는 6750±1050psi로 나타나 이는 Asgar<sup>9)</sup>, Peyton<sup>10)</sup>의 充填後 7日 經過된 아말감의 引張強度가

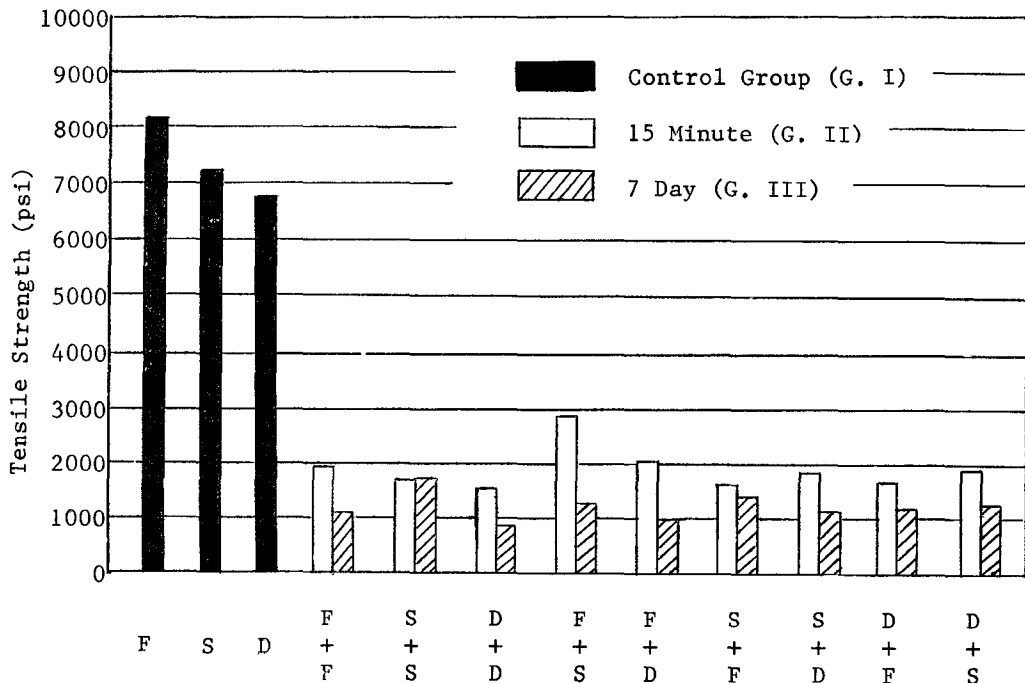


Fig. 5. Comparison of Tensile Strength of specimens in each Group.

fine-cut alloy에서 9300psi, spherical alloy는 9000 psi, Dispersed alloy는 6900psi로 Dispersed alloy가 大體로 낮은 引張強度를 나타낸 反面에 fine-cut alloy와 spherical alloy는 比較的 높은 引張強度를 나타냄을 報告한 結果와 類似하며, 또한 Mahler<sup>14</sup> 등이 Dispersed alloy, fine-cut alloy, micro-cut alloy의 引張強度가 6940psi, 7930psi, 7770psi 順으로 Dispersed alloy가 가장 낮은 引張強度를 나타낸 反面에 micro-cut와 fine-cut는 類似한 引張強度를 나타내고 있다고 報告한 研究結果와도 本實驗의 結果가 類似함을 알 수 있다.

한편 Kirk<sup>15</sup>는 아말감 充填 2日後 引張強度를 測定한 다음 破折된 試片을 원래 크기의 1/2로 研磨한 후 새로운 아말감을 結合시켜 2日後 結合強度를 測定한 結果 結合된 部位에서의 強度는 아말감 自體 引張強度의 23%乃至 96%로 多樣하게 나타나 約 1/3이 아말감 自體의 引張強度와 類似한 強度를 나타냈음을 報告하여 結合部位에서도 優秀한 結合強度를 期待할 수 있음을 알 수 있다. 또 Consani<sup>16</sup> 등은 아말감을 充填하고 6個月間 保管한 후 1/2크기로 切斷하여 切斷部位에 새로운 아말감을 結合시켜 強度를 測定한 結果 아말감 自體 引張強度의 14.55%乃至 33.72%의 強度를 나타냈다고 報告하였으며, Terkla<sup>19</sup> 등은 수은이 多量 含有된 아말감으로 破折部位를 處理한 境遇가 處理하지 않은 境遇보다 높은 強度를 나타냈으나 아말감 自體의 引張強度보다는 50% 以下 水準임을 觀察 報告하였다.

또 Cowan<sup>5</sup>도 이와 類似한 結合強度를 報告하였으나 破折面을 水銀 處理時 아말감 自體의 引張強도와 거의 같은 數值가 나타남을 觀察하였다.

本實驗에서도 Terkla<sup>19</sup> 등의 實驗結果와 類似하게 나타났으나 全般的인 結合력이 多少 낮게 나타남 理由는 實驗材料 및 評價分析方法이 相異한 때문이라고 思料된다.

本實驗에서 結合部位에 水銀處理를 하지 않았지만 15分後 새로운 아말감으로 結合시킨 群에서 一部가 對照群의 引張強도와 類似한 數值를 나타낸 것은 새로운 아말감으로부터 遊離된 水銀이 既存 아말감 內로 溶解浸透하면서 아말감이 硬化되어 發生하는 金屬間의 結合때문에 對照群과 實驗群의 強度가 類似하게 나타났다고 思料된다.

本實驗에서 充填 15分後 새로 結合된 아말감의 境遇보다 充填 7日後 새로 結合된 아말감이 낮은 結合強度를 나타낸 것은 Terkla<sup>19</sup> 등이 既存 아말감과의 結合部位에서 結晶의 生成不足으로 因한 것이

라고 報告한 바와 一致된다.

本實驗 第二群에서 同種아말감間의 結合強度는 그 強度는 낮지만 對照群과 同一한 順으로 나타났으며 異種아말감間의 結合強度는 F-type으로 充填된 아말감에 새로운 아말감을 結合시킨 境遇가 가장 높게 나타났으며, 充填된 아말감 種類와는 關係 없이 再結合될 새로운 아말감이 F-type일 境遇가 가장 낮게 나타났다. 이와 같은 結果는 아말감 粒子의 形態와 크기에 따른 合金內 組織相의 差異로 思料된다.

第三群에서 同種아말감間의 結合력은 S-type, F-type, D-type 順으로 나타났으며 異種아말감間의 結合強度는 D-type으로 結合시킨 境遇가 가장 낮게 나타났다.

全般的으로 結合된 모든 試片中에서 F-type과 S-type間의 結合強度가 가장 높게 나타났으며 D-type과 D-type間의 結合強度가 가장 낮게 나타났다.

S-type과 S-type間의 結合強度는 7日後 結合된 試片의 強度가 1710±610psi로 15分後 結合된 試片의 強度인 1680±330psi보다 若干 높게 나타났지만 統計學的으로 有意한 差異는 없었다.

上記 實驗結果, 著者は Howell과 Manly<sup>9</sup>가 報告한 바와 같이 第一大臼齒의 最大咬合力이 90kg/cm<sup>2</sup>라는 實驗結果로 미루어볼 때 本實驗에서 나타난 낮은 아말감間의 結合強度는 臨床에서 利用하기가 어렵다고 思料된다. 그러나 Anderson<sup>1, 2</sup>에 依하면 普通 飲食物을 攝取時 큰 咀嚼力을 必要로 하지 않으며 당근같은 飲食을 攝取時 咀嚼力이 0.23kg/cm<sup>2</sup>에 지나지 않는다고 報告하여 引張應力이 적게 加해지는 部位에 아말감間의 再充填時, undercut나 dovetail에 依한 機械的 結合力을 增加시킨다면 낮은 아말감間의 結合強度에 對한 問題가 어느정도 解決될 可能性이 있다고 思料된다.

## V. 結 論

著者は 아말감 充填物間의 引張強度 및 結合強度를 測定할 目的으로 切削型(F-type), 球狀型(S-type) 그리고 分散型(D-type) 合金을 材料로 하여 充填方法에 따라 다음과 같이 3個群으로 나누어 試片을 製作하였다.

第一群: 對照群으로서 한 種類의 아말감을 한번에 充填하여 試片을 製作한 群.

第二群: 金屬鑄型的 1/2部位에 아말감을 充填하고

15分 後 殘存 ½部位에 새로운 아말감을  
結合시킨 群.

第三群 : 金屬鑄型의 ½部位에 아말감을 充填하고  
7日後 殘存 ½部位에 새로운 아말감을  
結合시킨 群.

以上과 같이 製作된 試片을 15分後 生理的食鹽水에  
담그어 37±1°C의 incubator內에 7日間 保管한 後  
萬能試驗機를 使用하여 引張強度 및 結合強度를 測定  
하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

1. 第一群의 引張強度는 切削型(F-type), 球狀型  
(S-type) 그리고 分散強化型(D-type)의 順으  
로 나타났다.
2. S-type과 S-type이 結合된 境遇, 第二群과 第  
三群의 結合強度의 差異는 有意性이 없었다  
( $P>0.05$ ).
3. 第二群의 F-type과 S-type間의 結合時, 가장  
높은 結合強度를 나타냈으며 第三群의 D-type  
과 D-type間의 結合時, 가장낮은 結合強度를  
나타냈다.
4. 第二群에서 異種으로 結合된 群의 結合強度는  
F-type과 結合시킨 群이 가장높은 強度를 나  
타냈으며 F-type을 結合시킨 群은 가장낮은 強  
도를 나타냈다.  
同種으로 結合된 群의 結合強度는 第一群의 境  
遇와 同一한 順으로 나타났다.
5. 第三群에서 D-type을 結合시킨 境遇가 가장  
낮게 나타났으며 同種으로 結合된 群의 結合強度  
는 S-type과 S-type間의 結合, F-type과 F-  
type間의 結合, 그리고 D-type과 D-type 間의  
結合 順으로 나타났다.

#### 參 考 文 獻

1. Anderson, D.J.: Measurement of stress in  
mastication I, J. Dent. Res., 35:664, 1956.
2. Anderson, D.J.: Measurement of stress in  
mastication II, J. Dent. Res., 35:671,  
1956.
3. Asgar, K.: Amalgam alloy with a single  
composition with behavior similar to dis-  
persalloy, J. Dent. Res., 53: IADR/AADR  
Program, No. 23, 1974.
4. Cosani, S., Ruhnke, L.A., and Stolf, W.L.:  
Infiltration of radioactive solution into

joined silver-amalgam, J. Prosthet. Dent.,  
37:158, 1977.

5. Cowan, R.D.: Amalgam repair - A clinical  
technique, J. Prosthet. Dent., 49:49, 1983.
6. Coy, H.D., and Liebig, E.O.: Dental  
amalgam, D. Items Interest, 60:135, 1938.
7. Easton, G.S.: Causes and prevention of  
amalgam failures, J. Am. Dent. Assoc.,  
28:392, 1941.
8. Healey, N.J., and Phillips, R.W.: A clinical  
study of amalgam failures, J. Dent. Res.,  
28:441, 1949.
9. Howell, A.H., and Manly, R.S.: An elec-  
tronic strain gauge for measuring oral  
forces, J. Dent. Res., 27:705, 1948.
10. Jarabak, J.R.: Effect of alloy particle size  
on dimensional change of amalgam, J. Am.  
Dent. Assoc., 29:593, 1942.
11. Kirk, E.E.J.: Amalgam to amalgam bond,  
a preliminary report, Dent. Pract., 12:  
371, 1962.
12. Koran, A., and Asgar, K.: A comparison  
of amalgams made from a spherical alloy  
and from a comminuted alloy, J. Am. Dent.  
Assoc., 75:912, 1967.
13. Mahlers, D.B.: An analysis of stresses in a  
dental amalgam restoration, J. Dent. Res.,  
37:525, 1958.
14. Mahler, D.B. Terkla, L.G., Van Eysden, J.,  
and Reisbick, M.H.: Marginal fracture vs  
mechanical properties of amalgam, J. Dent.  
Res., 49:1452, 1970.
15. Peyton, F.A.: Restorative dental materials,  
In The American Text Book of Operative  
Dentistry, 5ed, p.169, St. Louis: The C.V.  
Mosby Co., 1975.
16. Rodriguez, M.S., and Dickson, G.: Some  
tensile properties of amalgam, J. Dent. Res.,  
41:840, 1962.
17. Sweeney, J.T.: Uncontrolled variables in  
amalgams, with significant improvements in  
the making of restorations, J. Am. Dent.  
Assoc., 27:190, 1940.

8. Taylor, N.O.: Specification for dental amalgam alloys: A report to the Scientific Foundation and the Research Commission of the American Dental Association, J. Am. Dent. Assoc., 17:112, 1930.
9. Terkla, L.G., Mahler, D.B., and Mitchem, J.C.: Bond strength of repaired amalgam, J. Prosthet Dent., 11:942, 1961.
20. Ward, M.L.: Modern tests for the strength of amalgam, J. Am. Dent. Assoc., 11:492, 1924.

— ABSTRACT —

AN EXPERIMENTAL STUDY ON THE BONDING STRENGTH OF THE  
JOINED AMALGAM RESTORATION

In Young Chung, Byung Soon Min, Ho Young Choi, Sang Jin Park

*Def* Dept. of Operative Dentistry, Division of Dentistry, Kyung Hee University.

The purpose of this study was to observe the tensile and bonding strength of the joined amalgam restoration.

Amalgam alloys of fine-cut (F-type), spherical (S-type), and dispersed type (D-type) were selected in this study, and all specimens were divided into three groups according to the condensation methods as follows.

Group I : the control group which condense the same kinds of mixed amalgam into the whole part of the mold respectively.

Group II : the group which condense a mix of amalgam into one half of the mold, and then condense a new mix of amalgam into the rest half of the mold 15 minutes later.

Group III : the group which condense a mixed amalgam into one half of the mold, and then condense a new mix of amalgam into the rest half of the mold 7 days later.

All specimens were stored in incubator at  $37\pm 1^{\circ}\text{C}$  for seven days with immersing in saline solution before testing. The tensile and bonding strength of them were measured with Instron Universal Testing machine.

The results were as follows:

1. In Group I, the order of tensile strength was F-type, S-type, and D-type.
2. In case of bonding of S-type + S-type, the difference of the bonding strength between Group II and III was not significant. ( $P > 0.05$ )
3. The bonding strength of F-type + S-type of Group II was marked the highest in value, and the lowest bonding strength was showed in bonded D-type + D-type of Group III.
4. In case of bonding with the different kinds of amalgam alloy in Group II, the specimen bonded to F-type was marked the highest bonding strength, and the specimen bonded with F-type was marked the lowest one.

In Group II, the bonding strength of the specimens bonded with the same kinds of amalgam alloy was presented as the same order as that of Group I.

5. In Group III, the specimen connected with D-type marked the lowest bonding strength of all specimens.

In Group III, the bonding strength of the specimens connected with the same kinds of amalgam alloy was the order of S-type + S-type, F-type + F-type, and D-type + D-type.