

中山醫學大學牙科材料研究所碩士論文

Master Thesis, Institute of Dental Materials,

Chung Sang Medical University

牙科用印模材精確性之比較

The Comparison of the Accuracy of Dental

Impression Materials

指導教授：高嘉澤 教授

CHIZ TZE, KAO

研究生：張琇晴

SHIOU CHING, CHANG

中華民國九十一年一月



目 錄

目錄	1
表次目錄	3
圖次目錄	4
照片目錄	6
中文摘要	7
英文摘要	9
壹、 緒論	11
貳、 文獻整理	14
參、 研究目的	23
肆、 材料與方法	24
一、 金屬模型的製備	24
二、 印模用材料	24
三、 印模材料的準備與印模	25
四、 印模與取模	26
五、 灌模方式	27
六、 模型精確度之測量	28
七、 統計分析	29
伍、 結果	30

陸、 討論	35
柒、 結論	44
捌、 參考文獻	45
口試問答	49

表 次

表格 1-1. 各印模灌模材料	52
表格 1-2 各印模托之規格	53
表格 2. 實驗材料與組別	53
表格 3. 模型掃描模式設定	54
表格 4. 各組實驗結果	55
表格 5. 表面粗糙儀測量設定	56
表格 6. 金屬模型及各印模材料粗度 (Ra)	56
表格 7. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 AB 各組別間差異	57
表格 8. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 DE 各組別間差異	57
表格 9. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 AC 各組別間差異	58
表格 10. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 CE 各組別間差異	58
表格 11. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 CO 各組別間差異	59
表格 12. 以 Turkey-Kramer HSD 分析 BE 各組別間差異	59
表格 13. 以 Turkey-Kramer HSD 各材料間粗度 (Ra) 的差異	60

圖 次

圖 1. 金屬模型設計圖	62
圖 2. 各組別 AB (右上第一大臼齒到右上犬齒) 距離之比較	63
圖 3. 各組別 DE (左上第一小白齒到左上第一大臼齒) 距離之比較	63
圖 4. 各組別 AC (右上第一大臼齒到正中門齒) 距離之比較	64
圖 5. 各組別 CE (正中門齒到左上第一大臼齒) 距離之比較	64
圖 6. 各組別 CO (正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點) 距離之比較	65
圖 7. 各組別 BE (右上犬齒到左上第一大臼齒) 距離之比較	65
圖 8. 各組別 AD (右上第一大臼齒到左上第一小白齒) 距離之比較	66
圖 9. 各組別 BC (右上犬齒到正中門齒) 距離之比較	66
圖 10. 各組別 CD (正中門齒到左上第一小白齒) 距離之比較	67
圖 11. 各組別 AE (右上第一大臼齒到左上第一大臼齒) 距離之比較	67
圖 12. 各組別 BD (右上犬齒到左上第一小白齒) 距離之比較	68
圖 13. 金屬模型與各印模材料粗度之比較	68

圖 14.第 1 組模型各水平距離變化	69
圖 15.第 2 組模型各水平距離變化	69
圖 16.第 3 組模型各水平距離變化	70
圖 17.第 4 組模型各水平距離變化	70
圖 18.第 5 組模型各水平距離變化	71
圖 19.第 6 組模型各水平距離變化	71

照片次

照片 1. 金屬模型側面觀與正面觀	73
照片 2. 水浴槽	73
照片 3. 印模材料	74
照片 4. 印模托	74
照片 5. 彈簧秤	75
照片 6. 調拌水溫用的量筒、溫度計	75
照片 7. Alginate 攪拌機	76
照片 8. 乾熱式寒天加熱槽	76
照片 9. 藻膠專用黏著劑	77
照片 10. 計時器	77
照片 11. 印模儀器	78
照片 12. 印模動作	78
照片 13. 真空調拌機	79
照片 14. 震盪機	79
照片 15. 保濕盒	80
照片 16. 儲放石膏模型用的電子防潮箱	80
照片 17. 表面粗糙測量儀	81

中文摘要

活動假牙的印模必須能夠將口腔中軟硬組織關係真實呈現出來，如此所製作出來的活動假牙支架，才能夠確實的密合於口腔環境中。印模完成後所灌製出的石膏模型與金屬主模的尺寸變化是本實驗研究的重點。而各印模材料所印製出的石膏模型的表面粗糙度，亦是本實驗的另一研究重點。本實驗以 6 種印模材料，印製上頷全口金屬牙弓模型；一種加成式矽膠類印模材料 (Imprint II)，四種藻膠類印模材料 (AccuDent, CA38, Hydrogum, Jeltrate)，以及一種瓊膠類印模材料 (Cohere608)，與三種印模托 (COE original tray, COE spacer tray, Accu tray)，以及黏著劑的塗布與否，共分成六組進行實驗，每一組皆印製六個石膏模型，測量各組石膏模型上支台齒間的水平距離變化量，以及各組石膏模型的表面粗糙度。實驗結果顯示，使用沒有塗上黏著劑的塑膠類印模托進行藻膠印模材料印模時，所印製出的石膏模型尺寸變化與其他各組比較有明顯差異 ($p < 0.05$)。此結果表示，以沒有塗上粘著劑的塑膠類的印模托印模，易產生較不精確的模型。而在各印模材料的表面粗糙度測量結果，以加成式矽膠類印模材料 (Imprint II) 所印製出的石膏模型表面的表面粗糙度最小 ($p < 0.05$)，再來是瓊膠類印模材料 (Cohere608)，和藻膠類印模材料 (Hydrogum、AccuDent、CA38)。

關鍵詞：印模材料、精確性、表面粗糙度

英文摘要

The impressions for removable partial dentures should carry the ability to record the accuracy and detail of both the teeth and soft tissues. And the casts poured from the impressions should be the exact replicas of the oral structures to ensure the fit of RPD framework.

The aim of this study is to analyze the accuracy and surface roughness of various impression materials and methods. The model is a full arch stainless steel master model with five cones represents the prepared abutments of the right first molar, right canine, right central incisor, left first premolar, and the left first molar on the maxillary. The materials used are additional silicone (Imprint II), irreversible hydrocolloids (AccuDent, Hydrogum, CA38 and Jeltrate), and reversible hydrocolloid Cohere 608). Stock (COE) or special (Accu tray) is used and compared in certain circumstances. With or without adhesive for impressions are also examined and discussed. The distances between abutments of master model and poured casts are recorded and analyzed. The surface roughness

of the poured casts for various impression materials is also registered in this study.

The results show that there are statistically significant in dimensional change between master cast and any other poured casts from impression materials. Of those poured casts, the ones with additional silicone impression material show the highest accuracy, and the alginate impressions without adhesive on the trays show the poorest result. The poured casts from alginate impressions (either traditional alginates, eq. Hygrogum, CA38, and Jeltrate, or special formula alginate, eq. AccuDent) with adhesive on tray (either stock tray or special tray) end up with acceptable results.

In surface quality results, the casts from additional silicone show the best result, followed by agar impression materials and alginate impression shows the worst result.

Key words : impression materials, dimensional accuracy, detail reproduction

壹、緒論

活動假牙印模之基本要求乃必須能同時紀錄一精確、詳細的牙齒及其周圍組織。也就是將口內狀況正確的複製出來。當印模從牙齒和組織的倒凹部位取出時，會發生變形的材料乃是不可以使用的。堅硬的印模材料雖然可以很精確地記錄牙齒和組織的微細部份，但是將它們從口中取出時，一定會發生斷裂，並且需要重新組合。加熱變形的材料不能精確地記錄牙齒和組織的細微部份，因為將它們從口中牙齒和組織的倒凹部份取出時會發生變形。彈性印模材之所以被廣泛的運用在活動假牙印模上的原因則是為在取模時它能順利通過牙齒以及組織的倒凹區而不會造成永久性的變形¹。

臨床上用於活動假牙的印模用的彈性印模材有 alginate, silicone, polysulfide 等。材料的選用方面，按臨床醫師個人的經驗和技術，患者的需要並配合各項客觀的條件而決定採用那一種印模材料²。Linke B.於 1985 年研究關於不同印模材應用於各支台齒間的水平距離尺寸變化上發現，不可逆性藻膠體 (irreversible hydrocolloids)，聚乙烯環氧矽氮 (polyvinylsiloxane)，組合可逆性 / 不可逆性藻膠體 (combine reversible/irreversible hydrocolloid) 這三種印模材的尺寸變化在統計上並無差異³。而另一

關於以全口牙弓模型印模的實驗發現，加成式矽膠 (additional silicone) 的尺寸變化穩定性是優於聚硫化橡膠 (polysulfide) 的⁴。藻膠印模材料自問世後即有許多關於其作為膺復物製作時之精確性探討的研究，有學者研究發現，若做為短距離牙冠牙橋的印模用時其精確性是可接受的⁵；但有些學者則不這麼認為⁶。

藻膠印模材可說是使用性非常廣泛的牙科印模用材料，學者Hyde, McCord 以問卷方式針對 United Kingdom 地區進行全口假牙印模材料選用類型調查，發現絕大多數人都是以 alginate 印模^{7,8}，近年來有些研究探討藻膠印模材在活動假牙製作時所扮演的角色，乃跳脫以往藻膠印模材只能用於診斷用模型製作的空間，而進入工作用模型階段^{9,10}。

造成印模變形（不精確的石膏模型）的原因有很多，石膏模型與口腔組織間之所以會有差異產生可能是與選用的印模材以及印模技術有關。當然此差異性的形成也可能與所選用的印模托有關。印模材料受壓產生永久變形與受力的時間長短與速率有關，所以臨床使用時，從患者口中取下的方式，一般建議應確定材料已經完全凝固之後，以快速且依平行牙齒長軸方向取出，以降低永久變形的量¹¹。

選用適當的印模托對於印模的正確度相當的重要。印模托的種類對於選擇的決定，有賴於許多因素。使用有洞孔的印模托能藉機械式

之固著方式裝著凝膠是必要的。藻膠印模材料通常表現不具附著性，若它必須穩定地留在印模托中，就須使用有孔洞的印模托，或是塗上印模托黏膠以增加藻膠與印模托的黏附性。無論使用何種印模托，以藻膠印模時，在印模托與組織之間的凝膠厚度，必須經常是最少 3 mm 厚，以防止移動時過度扭曲¹²。

學者 Hochman, Yaniv 在 1998 年的實驗中，以兩種印模材（藻膠類印模材料、縮合式矽膠類印模材料）來印製活動假牙模型，並以試戴活動假牙支架的舒適性以及有無壓迫口腔軟組織來做比較，實驗結果發現在所有測試者認為較好、較舒適的活動假牙中有 73 % 是用藻膠類印模材印模的⁹。學者 Motiriou, Hobkirk 在 1995 年所作關於 stock tray 與 disposable plastic tray 承受印模力道的研究紀錄發現，若是以彈性印模材料印模的話，最大印模壓力 metal tray 是 19.5 N 到 35.7 N，plastic tray 是 20.9 N 到 14.5 N；若是以藻膠印模的話，最大印模壓力 metal tray 是 16.3 N，plastic tray 是 9.9 N¹³。可見對口腔軟組織而言，彈性印模材較藻膠印模材料容易壓迫口腔軟組織（初期硬化壓力較大），也就是對口腔軟組織的壓迫較大，亦即在印模時印模材料會排擠口腔軟組織，而這種情形下所製作的活動假牙，於臨床上常因假牙支架壓迫口腔黏膜，口腔潰瘍即隨之而生。

貳、文獻整理

牙科的印模材料大致可以分為彈性和非彈性印模材料，所謂的彈性印模材料是指材料在凝固後擁有抵抗壓縮拉張形變的能力，並且能夠在上述應力消失後可以藉由材料本身的彈性恢復而獲得準確的印模效果。牙科用印模材料可歸納如下表：

印模材料分類	
非彈性印模材料	彈性印模材料
石膏印模材料	瓊膠水膠體印模材料
混合印模材料	藻膠印模材料
氧化鋅丁香油酚糊劑	聚硫化橡膠印模材料
蠟印模材料	矽膠印模材料
	聚乙醚橡膠印模材料

牙科印模材料是用以作為口腔組織形態精確複製使用，其中的口腔組織是自單顆牙齒至整口齒列，或是全口缺牙製作義齒前，牙床黏膜形態的印取複製。所謂的印模是將口腔組織製成一負式的複製品（陰模），然後灌入石膏材料或其他模型材料，當模型材料凝結後，從印模材料中分離取出，即可獲得一正式模型（陽模）。

在採取印模之前，印模者必須注意下列各點：

1. 頷骨的形狀及大小，穹窿的高度。
2. 天然牙齒的狀況、位置、咬合、及數目。
3. 黏膜及其下齒槽骨的狀況。
4. 部分托牙的印模方法。

由於牙科用印模材料將使用於患者口腔組織形態複製使用，對於口腔組織有直接接觸，因此印模材料的基本性質將必備一定的要求，印模材料性質的基本要求列述如下：

1. 材料具有患者易於接受的氣味和顏色；
2. 其成分對患者口腔局部組織甚至全身不引起毒性反應；
3. 有足夠長的保存期限；
4. 價格合理，且印模效果物有所值；
5. 操作簡易方便，毋需特別儀器設備的配合；
6. 凝固的特色符合臨床操作的需求；
7. 合理的黏度和結構；
8. 在口腔內對組織的濕潤性程度佳；
9. 具有優良的彈性恢復性能，免除永久變形的發生；
10. 在印模過程中有足夠的強度以抵抗撕裂或折斷現象發生；
11. 在口腔內和室溫環境中置放，均能保持尺度的穩定性；
12. 與一般石膏灌製和單齒模電鍍處理等材料均有良好的相容

性；

13. 臨床使用具有優良的精確度；

14. 進行消毒處理不會影響灌模的精確性。

綜合以上各項的基本要求可以歸納為三大主要考慮因素：

1. 精確性的考慮：

在印模材料凝固過程中，無論是以化學方式或物理方式進行往往都會有尺度變化的發生，因而造成精確性的降低，而大部分的材料，特別是聚合物材料類所呈現尺度變化往往都是收縮現象，因此當印模過程中使用印模托盛載印模材料，而材料與印模托之間必須保持有良好的附著或黏著效果，在材料凝固後，材料將往印模托方向收縮，結果將造成印取的組織形態有大變化，尺度不準確的後果。如果在不精確的印模所灌注出的模型上進行各項復形體的製作，結果在模型上當然是可以接受的精密程度，但在口腔組織內則完全不精確且沒法採用，要獲得膠佳的印模精確性，則尺度變化必須盡量避免和降低。

2. 尺度穩定度：

為了確保印模和製模的品質，一般的建議是在印模後儘快灌製石膏模型較為合適，逾時存放或延誤灌模，由於材料受存放的環境的溫度、溼度等的影響，可能引起發生變形，更有部分材料

由於化學凝固反應的持續進行，將造成明顯的變形，目前，除了少數的加成式矽膠材料有特別標示著名需再印模後等待一至二小時，讓內部產生氣體能散逸完全才進行灌製石膏模型外，大部分印模材料應在印模後立刻緊接灌製石膏模型為宜。

3. 操作變數：

操作的技術也是影響結果的主因，在不完全的聚合時提早移開印模托、不適當的材料比例和不完全的混合、牙齒表面有雜質和抑制聚合的污染物都將造成印模材有粗糙和不均勻的表面；快速的聚合、調拌時空氣的混入或注射材料時的不連續性將使印模結果出現氣泡。所以近年來廠商均建議以自動攪拌機以預設比例自動混合以減少以上問題的產生。造成粗糙或白堊狀的石膏模型表面可能是因為過量的水分或潤濕劑留在印模材表面、過早將石膏模型拆下、石膏不適當的處理或副產物-氫氣未完全釋放時就灌模所引起。造成模型變形的原因更多，包括個人牙托的持續聚合收縮（因此利用化學聚合樹脂製作的個人牙托應於印模前 24 小時即製作完成）、印模材料和牙托之間缺乏機械性的固持力、牙托不適當的定位及過度施力、過量的印模材料、移除牙托的時間、力道及方法錯誤或印模與灌模間隔太久。

因此，當印模具從牙齒和組織的倒凹部位取出時會發生變形的材

料不可以使用。堅硬的印模材料雖然可以很精確地記錄牙齒和組織的微細部份，但是將它們從口中取出時，一定會發生斷裂。自從水膠質被發明後，在牙科的印模方面不啻是往前邁了一大步。因為這可算是牙科中第一種用來印取倒凹部位的模而不會發生永久變形的材料。有彈性的材料是唯一可以自牙齒和組織的倒凹部份取出而不會發生永久變形的印模材料，因此只有此種材料適於口腔組織的不規則形狀。以下就關於彈性印模材料性質的研究作一歸納整理

一、 彈性印模材的精確性

Link、Nicholls、Faucher 等學者在 1985 年關於比較六種不同彈性印模材的研究，polyvinylsiloxane、regular-body silicone-irreversible hydrocolloid 、 light-body/regular-body silicone-irreversible hydrocolloid、 irreversible hydrocolloid、 combination modified reversible hydrocolloid with irreversible hydrocolloid、 reversible hydrocolloid ，並測量石膏模型上的各種變形量，牙弓的形變方向、支台齒間的水平方向型變量、以及單一支台齒水平及垂直向的形變量，實驗結果發現，所有印模材所印製的石膏模型牙弓都有變大的傾向，支台齒間距的變形量以 reversible hydrocolloid 印模材較其他印模材要明顯的小很多；

雖然各印模材間都有明顯的差異性存在，但此研究以 irreversible hydrocolloid 結合 silicone 和 modified reversible hydrocolloid 的印模方式在臨床上是可接受的。

學者 Peters 和 Tieleman 在 1992 研究關於結合可逆性與不可逆性水膠體印模材印模並評估其精確性實驗，實驗中，印好的模型先儲放於保濕盒中再分別經過 1/4、1/2、2、3、4 小時的時間才灌石膏模型，所有石膏模型皆放置於保濕容器中待其硬化，並於 1 小時後拆模。實驗結果發現，超過 3 小時後才灌模的石膏模型其尺寸有些微的變化，超過 4 小時才灌模的石膏模型其尺寸變化則非常顯，因此儲放在保濕容器的水膠體印模材在 3 小時內灌模都不會影響其臨床精確性。

Kern、Rathmr 和 Strub 等學者於 1993 年研究關於消毒劑對印模材精確性的影響，實驗中將八種彈性印模材分別噴上(Hygojet/ND50)或浸泡 (Impresept) 在消毒劑中，並觀察其尺寸變化情況，實驗結果發現，此二種消毒液對八種印模材尺寸變化的影響很小。

二、石膏與印模材料的關係

Kaiser 和 Nicholls 等學者在 1976 研究關於藻膠印模材以不同的灌模方法（一次灌模、二次灌模）以及用不同的水（蒸餾水、過

飽和石膏水)調拌石膏對模型表面硬度與型變量的影響,結果發現,一次灌模的石膏模型精確性與二次灌模的差不多,但二次灌模的石膏模表面硬度明顯的比一次灌模的高。而在一次灌模中若以過飽和石膏水調拌石膏則所得的石膏模型表面硬度較以蒸餾水調拌的要明顯來的高。

學者 Carlyle 在 1983 年研究關於藻膠印模材與牙科用石膏的調和性對模型表面凹槽的再複製性實驗,結果發現,所實驗的三種石膏中(Die-Keen、Hemihydrate、Quickstone)以 Die-Keen 石膏和藻膠印模材搭配是最好。

三、 印模托/黏著劑對印模的影響

一般印模材料在應用時往往需藉印模托的盛載,當材料保持有良好的流動性和塑性階段時,將之置放於要印模的口腔組織部位上,材料經反應作用(物理作用或化學作用)後將慢慢凝結,當印模材料穩定且有足夠強度(凝固)時,才將其取出灌模。

印模托的種類主要可分為 stock tray 與 custom tray 兩大類,又依印模托的設計又分成有孔洞的與無孔洞的兩種。選用適當的印模托對於印模的精確度相當的重要。印模托的種類對於選擇的決定,有賴於許多因素。以彈性印模材料進行印模時,必須確定印模材與印模

托是緊密接合的，如此才能確定整個印模的精確性。如果印模材在從口中拔模時與印模托友分離現象的話，則整個印模將因材料無法回復到最初形態、尺寸，而最後導致變形的支台齒 (die)、蠟型 (wax pattern)、鑄造物 (casting) 的結果。使用能機械地裝著印模材料的印模托是必要的，通常使用有洞孔的印模托，當印模材料注入印模托時，它會稍為流出洞孔，待膠化以後，流過洞孔的印模材料與印模托間提供一機械性的附著力，可以使印模托在移開時印模材料仍保留在印模托上。因為，除非印模材料能穩定地留在印模托中，否則，在印模取出後一定會扭曲變形。要將模型牢固的附著在印模托上的方法，除了印模托上機械附著力之外，還可藉由塗上黏著劑來增加印模材料的黏附力，使印模更精確。因此使印模材料黏附在印模托上的方法有許多，像是刷上液態的黏著劑，以及增加機械性的附著力。包含 (1) 利用黏著劑來達成黏結效果、(2) 增加牙托上的孔洞或其他變化使印模材的抓附力增強、(3) 以上兩種方法一起使用。

學者 Pines²¹ 在 1987 年關於印模托上孔洞與印模材料固持力的研究中，以無孔洞的印模托、單一孔洞以及 8 個孔洞平均分散的印模托，分別以有塗上黏著劑與無塗上黏著劑進行 load-unload cycle 實驗，結果發現，有黏著劑與有孔洞的印模托的固持力較好。

學者 Bomberg¹⁵ 在 1988 年關於印模材料黏著劑的影響研究中，以

custom/stock tray 分別在有無塗上黏著劑形況下印模，研究結果顯示，只有全部塗膠和使用有孔洞的印模托這兩組所製作出的牙冠膺復物邊緣密合度是較好的，並且和無使用黏著劑的 custom tray 與無孔洞設計又無塗上黏著劑的 stock tray 這二組有統計上差異 ($p < 0.001$)。

最常被使用的方法為刷上液態黏膠以增加黏著。每一種彈性印模材都有其專用與牙托黏結的黏膠。如果牙托上所塗上的黏膠不夠的話，將會使印模材的留滯力 (retention) 減小。

黏著劑必須完全充分的塗布於牙托上以確保印模材與印模托有足夠的留滯力 (retention)，且非常重要是在開始印模前必須先確認黏膠已完全乾燥才可進行印模。

參、研究目的

本實驗之研究目的主要是研究藻膠類印模材料、藻膠-瓊膠類印模材料、加成式矽膠類印模材料，比較在沒有任何倒凹情形，與控制中之印模拔模方向條件下之印模精確性，我們將所印製出石膏模型與原金屬模型作一比較，探討各印模材所印製出的石膏模型水平方向尺寸變化的情形觀察與各支台齒間距離變化(尺寸變化量)。並希望藉由觀察各印模材料所印製出的石膏模型的表面粗糙度，來了解各印模材料的表面複製力。

肆、研究方法與材料

本實驗所研究之印模材料的精確度，是測量從金屬模型印模後所灌製出的石膏模型。

一、 金屬模型的製備

此金屬模型是以鋁製的上頷全口牙弓模型 (Al, 1016T1, 新普機械, 台中, 台灣) 此金屬模型的咬合面上有五支平行放置且無任何倒凹的圓柱型支台齒, 分別坐落於左右上頷第一大臼齒 (直徑 6 mm)、右上犬齒 (直徑 5 mm)、左上第一小臼齒 (直徑 5 mm)、上頷正中門牙 (直徑 4 mm)^{3,14,15}。每個支台齒的高度都是 7 mm、往支台齒底部有 6 度傾斜角的圓柱體, 底部金屬牙脊高 8 mm (照片 1、圖 1), 為模擬口腔環境, 金屬模型在使用前都是置於 37 的水浴槽 (YIH DER) (照片 2) 中備用。

二、 印模用材料

表格 1-1、1-2、2 為本實驗所用的材料 (照片 3)。現成不鏽鋼印模托 (COE, #U13, Coe Laboratories Chicago USA) 是使用於二種藻膠類印模材料 (Hydrogum, CA38) 以及藻膠-瓊膠類印模材料

(Cohere 608-Jeltrate)的印模；拋棄式印模牙托 (COE, #U4, USA) 是使用於加成式矽膠類印模材；Accudent 印模材料則是使用 Accudent 印模材料專用印模托 (IVOCLEAR NORTH AMERICA, Inc)(照片 4)。

三、 印模材料的準備與印模

所有的印模材料都按照廠商的指示混合調伴，印模粉在使用前都先左右搖晃使其呈現蓬鬆狀後再以彈簧秤進行稱重 (M-10 郵秤，永泰度量衡有限公司)(照片 5)，藻膠印模材的所使用的調拌水溫是 23℃，AccuDent 印模材的調拌水溫是 26℃，所有調拌用水溫是以 5℃和室溫水調配成。(照片 6)

藻膠印模材依一定比例混合後，先用手攪拌 5 秒以使水粉充分混合，在置入 Alginate 攪拌機 (ALGIMAX AM506)(照片 7)混合 5 秒，使其能夠充分混合均勻，避免不必要氣泡出現。

藻膠印模材料在開始印模時，先用手指取少量以調拌好的印模材塗抹於各支台齒周圍，再放置已盛裝好印模材的印模托進行印模。藻膠印模材 (CA38) 的硬化時間是 3 分鐘、Hydrogum 是 4 分鐘。

Cohere 608 (agar) -Jeltrate 的印模是先將 agar 置於乾熱式寒天加熱槽煮沸、儲存 (CADCO USA)(照片 8) 備用，印模時，先將

agar 注射在各支台齒周圍，在將以成裝好 Jeltrate 的印模托置於工作平台上進行印模，硬化時間為 3 分鐘。

AccuDent 印模材在印模時是先混合 syringe gel (硬化時間 3.5 分鐘)，在 syringe gel 擠壓入支台齒周圍的同時請另一位助手混合的 Tray gel，將 Accu tray 上的 tray gel 堆築成前高 (2-3 cm 高) 後低的形狀，並且用乾燥的手指/掌將 Tray gel 上的皺摺拍平，再將已塑好形的 Tray gel 置於水龍頭下沖洗，並輕拍 gel 表面；再將 tray gel 壓入模型 (硬化時間 3 分鐘)。實驗時所使用的 Accu tray 一組有塗上藻膠專用黏著劑 (Bosworth Tac™ HARRY J. Bosworth company USA) (照片 9) 另一組則沒有，有塗黏著劑的 Accu tray 印模托，須等黏著劑塗完 5 分鐘後再開始印模。

加成式矽膠印模材料的印模，在印模前先在印模托上塗上矽膠類印模材料專用黏著劑，並另其乾燥 5 分鐘；印模時先將低稠度的 wash material 塗布於各支台齒周圍，之後以盛裝好高稠度 tray material 的印模托進行印模，硬化時間為四分鐘。

所有印模材料的硬化時間的測量都以計時器控制 (Timer clock HS-882，台灣) (照片 10)

四、 印模與取模

印模前，先將金屬模型固定在可平行上下移動的印模儀器上（Power tool CH6-CE，INDUCTION MOTOR，台灣）（照片 11），印模時，將印模托置於有定位的工作平台上，轉動印模儀器把手進行印模，模型下降距離為 35 mm（照片 12），印模材料凝固後拔模時，鬆開把手，模型與印模托即可自動分開。

每組印模材料皆取 6 個模型，總共有 36 個模型。

在印模取出後必須檢查表面是否有缺點。如果在印模的表面有大氣泡、或印模材沾黏於金屬模型支台齒的情況、或印模材料與印模托有分離現象、或 Agar 與 Alginate 有不完全結合等等現象出現的話，都需將這些印模捨棄不用。

五、 灌模方式

印模取出後立刻灌模。灌模是以 100g Type IV 石膏 / 21ml 蒸餾水之水粉比（Die Keen，Type IV Dental Stone，Columbus dental，USA），置入真空調拌機（照片 13）內攪拌 15 秒，將印模托置於震盪機（PIONEER）（照片 14）上並灌入已調拌好的石膏⁵，石膏硬化過程中，模型是置放在保濕盒內（照片 15）以避免硬化過程中因印模材料脫水而產生變形，石膏模型於灌模 1 小時後拆模。

所有的石膏模型在測量前皆置於電子防潮箱（生活小管家

SH-60, 祥新防潮科技有限公司) 內儲放 24 小時後再進行測量 (照片 16)。

六、 模型精確度之測量

材料精確度的比較, 是藉由測量各種印模材所翻印出的石膏模型與金屬模型相比較之後的尺寸變化。共測量 11 個部位分別是從右上第一大臼齒到右上犬齒距離 (AB)、右上犬齒到正中門齒距離 (BC)、正中門齒到左上第一小白齒距離 (CD)、左上第一小白齒左上第一大臼齒距離 (DE)、從右上第一大臼齒到正中門齒距離 (AC)、從右上第一大臼齒到左上第一小白齒距離 (AD)、右上第一大臼齒到左上第一大臼齒距離 (AE)、犬齒到左上第一小白齒距離 (BD)、犬齒到左上第一大臼齒距離 (BE)、正中門齒到左上第一大臼齒距離 (CE)、正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點距離 (CO)(圖 2)

本實驗的模型測量是使用 -CAD 軟體, 先將所有模型以掃描器 (Micro tek Scan Maker 4) 輸入電腦, 掃描模式設定列於表格 3, 所使用的影像處理軟體為 Photoshop 5.0 SE。所有的模型都輸入電腦之後, 再利用 Core Draw 9 軟體描繪模型支台齒頂端圓形圖樣, 所描繪出的模型圖像再利用 CAS mate 軟體轉成向量化資料, 向量化之後的資料再以 -CAD 計算各支台齒間的水平距離。

計算出主模型與每種印模材料之各支台齒間距離的測量結果後，再將各個印模材支台齒間距離減去主模型各支台齒間平均距離，即可得到各支台齒間距離的尺寸變化量（表格 4）。

模型表面粗糙度是以表面粗糙儀測量（Surfactorder, SE-40C Kosak）（照片 17），儀器測量設定列於表格 5，所測得的結果列於表格 6。

七、統計分析

結果以 JMP 統計軟體分析（SAS Intitude Inc. version : 4.0 USA），各組材料間的差異性以 Oneway ANOVA 分析，上下信賴區間為百分之九十五；如果 p 值小於 0.05，再以 Tukey-Kramer HSD 進一步分析各組間差異，如果數值為正值，則表示有顯著差異。

伍、實驗結果

本研究共有六組實驗印模材料 (表格 2) , 四組藻膠類印模材、一組加成式矽膠類印模材、一組瓊膠-藻膠類印模材。石膏模型尺寸變化的測量結果列於表格 2 , 石膏模型表面的表面粗度 R_a 的測量結果列於表格 3。

一、各支台齒間距離尺寸變化量

在 AB 距離的變化上 , 所有組別的尺寸變化量皆有縮小傾向 , 其中以第 2 組的尺寸變化量 (-0.205 mm) 較其他組別要來的大 , 約為其他組別的 5~20 倍 , 此差異在統計上是有意義的 ($p < 0.05$) (圖 2、表格 7) ; 其他組別的尺寸變化量都很微小 (-0.011~-0.052 mm) , 彼此間並沒有明顯差異存在 ($p > 0.05$) 。在齒弓上相對於 AB 距離位置的 DE 距離變化上 , 所有組別尺寸變化量亦是有縮小的傾向 , 其中亦是以第 2 組的尺寸變化量亦是較其他組別要來的大 (-0.171 mm) , 尤其是第 1、5、6 這三組 , 其尺寸變化量幾乎是它們的 4 倍左右 , 而此差異在統計上有有意義的 ($p < 0.05$) (圖 3、表格 8) 。

在 AC 距離的變化上 , 所有組別尺寸變化量亦是有縮小傾向 , 第 2 組的尺寸變化量 (-0.404 mm) 較其他組別要來的大 , 除了第 3 組之

外，和其他組別都有明顯的不同 ($p < 0.05$)，而且其變化量約是它們的 4~6 倍左右 (圖 4、表格 9)。在齒弓上相對於 AC 距離位置的 CE 距離尺寸變化量上，第 1、第 3、第 4、第 6 組的尺寸變化量有增加的傾向，而第 2 和第 5 組的尺寸變化量則是有縮小的傾向，單就尺寸變化的量而言，第 2 組的尺寸變化量 (-0.163 mm) 是所有組別中最大的，而此變化量與第 1、第 4 組作一比較，在統計上都有明顯差異 ($p < 0.05$)；但和第 3、第 5、第 6 組作比較，其變化量差異在統計上是沒有差異的 (圖 5、表格 10)。

在 C0 距離的變化上，第 1 組尺寸變化量有增加的傾向，其餘組別尺寸變化量則是有縮小的傾向，第 2 組的尺寸變化量是所有組別中最大的 (-0.219 mm)，其尺寸變化量和第 1 組 (0.141 mm) 作比較，在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)；其餘組別的尺寸變化量皆很小 (0.002~0.051 mm)，在統計上和所有組別皆無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 6、表格 11)

在 BE 距離的變化上，第 1、第 3、第 4、第 6 組的尺寸變化量有增加傾向，而第 2 和第 5 組的尺寸變化量則有縮小傾向，第 2 組的尺寸變化量 (-0.188 mm) 是較其他組別要來的大，和第 3、第 4、第 6 組作一比較，在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)；而第 1、第 5 組和所有組別作比較，在統計上皆無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 7、表格 12)。

在尺弓上相對於 BE 距離位置的 AD 距離尺寸變化量上，所有組別的尺寸變化量都有縮小傾向，其中以第 3 組的尺寸變化量 (-0.166 mm) 較其他組別要來的大，第 2 組次之，和其他組別做一比較，所有組別在統計上均無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 8)。

在 BC 距離的變化上，所有組別的尺寸變化量皆有縮小的傾向，其中以第 2 組的尺寸變化量 (-0.173mm) 較其他組別要來的大，和其他組別做一比較，所有組別在統計上均無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 9)。

在尺弓上相對於 BCE 距離位置的 CD 距離尺寸變化量上，所有組別的尺寸變化量都有縮小傾向，其中以第 2 組的尺寸變化量 (-0.134mm) 較其他組別要來的大，和其他組別做一比較，所有組別在統計上均無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 10)。

在 AE 距離的變化上，所有組別的尺寸變化量皆有縮小的傾向，其中以第 2 組的尺寸變化量 (-0.218mm) 較其他組別要來的大，和其他組別做一比較，所有組別在統計上均無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 11)。在尺弓上相對於 AE 距離位置的 BD 距離尺寸變化量上，所有組別的尺寸變化量都有縮小傾向，其中以第 2 組的尺寸變化量 (-0.237mm) 較其他組別要來的大，和其他組別做一比較，所有組別在統計上均無明顯差異 ($p > 0.05$) (圖 12)。

二、 金屬模型與各印模材料的粗度變化

表格 6 所列的是不同印模材料所灌製出的石膏模型，其石膏表面粗糙度 (R_a) 的平均值，數值單位是微米 (μm)。鋁製金屬模型的粗糙度 R_a 數值是 $0.0873 \mu\text{m}$ ，顯示本實驗所使用的金屬主模乃是一高度拋光的材質，所有的印模材料應該都能在順利且不沾黏的情況下與金屬模型分離。

在所有的印模材所灌製出的石膏模型中，以加成式矽膠類印模材料 (Imprint II) 所灌製出的石膏模型粗糙度最小 ($R_a = 0.925 \mu\text{m}$)，以瓊膠類印模材料 (Cohere608) 所灌製出的石膏模型次之 ($R_a = 1.061 \mu\text{m}$)，以藻膠類印模材料所灌製出的石膏模型是較粗糙的 ($R_a = 1.236 \mu\text{m} \sim 1.605 \mu\text{m}$)。

Imprint II 的石膏模型表面雖然比 Cohere608 的表面粗凹度要來的小些，但在統計上卻沒有明顯的差異 ($p > 0.05$)。然而，Imprint II 石膏模型表面的表面粗糙度卻明顯的比藻膠類印模材料要來的小 ($p < 0.05$)。(表格 13)

在水膠體類印模材料(藻膠、瓊膠)的表面粗糙度比較上，Cohere 608 的石膏模型是比 CA38 的以及 AccuDent 的 ($R_a = 1.605$ 和 $1.484 \mu\text{m}$) 表面粗糙度要來的小 ($p < 0.05$)。

在藻膠類印模材料的表面粗糙度比較上，Hydrogum 的石膏模型

表面($R_a = 1.236 \mu\text{m}$)比 CA38 的($R_a = 1.605 \mu\text{m}$)粗糙度小, ($p < 0.05$)

陸、討論

本實驗結果顯示，第 2 組在尺寸變化量的表現上，都較其他組別要來的大，尤其在 AB、DE、AC、CE、BE、CO 這些距離的變化上，和其他組別相比較，都有明顯的差異存在 ($p < 0.05$)。而第 2 組和第 3 組都是相同材料 (AccuDent)、相同印模托 (Accu tray)，唯一的不同點是，第 2 組的印模托上沒有塗上藻膠黏著劑，而第 3 組的有。而在齒弓上，各部位距離的變化量都不盡相同，尤其是在長距離 (AB、DE、AC、CE、BE) 的表現上，第 2 組的表現和其他組別比較下更為明顯不同。在相同印模材料的情況下，齒弓上左右相對位置的各距離尺寸變化量的情況亦不盡相同，包含犬齒部位的右邊齒弓，其變化量較未包含犬齒部位的左邊齒弓要來的明顯 (圖 14-19)；不同印模材料所產生的尺寸變化量都不盡相同的原因，而各印模材料所印製出的石膏模型表面亦不盡相同，以下將就此情況分別探討。

一、黏著劑/印模托的影響

以彈性印模材料進行印模時，拔模後必須確定印模材與印模托是緊密接合的，如此才能確定整個印模的精確性¹⁶。如果印模材在從口中拔模時與印模托有分離現象的話，則整個印模將因材料無法回復到

最初形態、尺寸，而最後導致支台齒(die)、蠟型(wax pattern)、鑄造物(casting)變形的結果。

在印模時，為了要使材料更加牢固地附著在印模托上的方法有許多，像是以刷上液態的黏著劑的方式增加印模材與印模托間的鍵結力，或是提高印模托上的機械性的附著力¹⁷等方法。以藻膠印模時，學者 Boucher¹⁸, Arturo¹⁹ 建議使用有孔洞的印模托印模，在學者 Arturo 於 1985 年的研究發現，使用有孔洞的印模托，不論是 stock tray 或是 custom tray，在石膏模型尺寸變化的表現上都比沒有孔洞的印模托來的精確。而若是使用個人牙托（塑膠類印模托）印模時，學者 Bomberg¹⁶ 建議以塗上黏著劑的方式來增加印模托與印模材間的黏附力。

實驗結果發現，以 AccuDent 印模材料來說，第 3 組較第 2 組的尺寸變化量要來的小（圖 15、圖 16），也就是使用有塗上黏膠的 Accu tray 印模（第 3 組），較使用沒有塗上黏膠的 Accu tray 印模（第 2 組）其石膏變形量較少。第 2 組與第 3 組都是使用相同的藻膠類印模材料，以及相同的印模托，Accu tray 是屬於有孔洞的、塑膠類的印模托，在有塗上黏著劑的情況下印模時，石膏模型的尺寸變化量比使用未塗上黏著劑的印模托要來的明顯的小（ $p < 0.05$ ）。

至於在印模托黏著劑的使用上，是以刷上或噴上液態黏膠的方法

最常被使用。學者 Leung 於 1998 年關於黏著劑的鍵結強度測試實驗²¹ 發現，有塗黏著劑的組別皆比未塗黏著劑的組別其藻膠與印模托的黏結效果更好 (Tensile、shear、cleavage bond strength 都增加)，在有塗黏著劑與未塗黏著劑的組別中，這三種 bond strength 的強度變化，於統計上皆有明顯的差異 ($p < 0.05$)。此外，使用有塗黏著劑的印模托印模前，必須注意的一點是，在開始印模前必須先確認印模托上的黏膠已經完全乾燥之後才可進行印模。

在本實驗中，未塗上黏著劑的組別 (第 2 組) 其 AB、DE、AC、CE、BE、CO 這些距離的尺寸變化量都比其他組別要明顯的大許多 ($p < 0.05$) (表格 7-13); 至於其他未塗黏著劑的組別 (第 4、5、6 組)，各支台齒間距離皆無明顯差異。而有塗上黏著劑的組別 (第 1、3 組) 其尺寸變化量皆不明顯 ($p > 0.05$)。在使用未塗黏著劑的印模托組別中，第 2 組所使用的是塑膠材質印模托 (Accu tray)，其餘的則是使用金屬材質印模托 (COE stock tray)，實驗結果發現，在使用塑膠材質印模托印模時，若未塗上黏著劑 (第 2 組)，將易導致形變的模型出現；但若有塗上黏著劑的話 (第 3 組)，模型尺寸變化則無明顯差異，此實驗結果和學者 Artho¹⁹、Bomberg¹⁶ 所實驗研究的結果類似。而其他未塗黏著劑的組別 (第 4、5、6 組)，各支台齒間距離無明顯差異的原因，可能是因為在印模時，所使用的印模托類似學者

Boucher 實驗時所用的(金屬類 有孔洞的 且有 rim lock 的印模托)之前曾提到，增加印模材料與印模托之間的附著力，除了使用印模托黏著劑之外，一般最常用來增加印模材料與牙托間的機械固持力就是使用有孔洞的印模牙托。而印模托上孔洞的設計亦會影響印模材料的固持效果²²。本實驗中所使用的三種 tray(metal tray, plastic tray, special tray)都是有孔洞的，但此三種 tray 的孔洞數目與大小都不同，COE metal tray 的孔洞數目最多且孔洞直徑最小、plastic tray 次之、special tray 的孔洞數目最少且孔洞直徑最大(照片 4)，在沒有塗黏著劑的情況下，Accu tray 與印模材的黏附力最差(第 2 組)，取模時會有部分印模材料與印模托分離的情形發生，至於 COE tray 則沒有此情形，推究其原因，可能是因為此二種印模托的材質不同、設計不同所致。Accu tray 為塑膠類材質，COE tray 為金屬類材質，雖然此二種印模托皆是有孔洞的，但是 COE tray 上的孔洞數目比 Accu tray 上的多且密集，這些多且密集的孔洞可能提供給 COE tray 上的機械固持力即以足夠提供印模材料的附著力所致；因此印模托上的孔洞數目在不影響印模托堅固性質的情況下愈多愈好，而其機械固持的效果當然也就會愈好²²；而使用有塗黏著劑的印模托印模時(第 1、3 組)，以矽膠(第 1 組)或藻膠(第 3 組)印取的石膏模型其尺寸變化量在統計上並無明顯不同($p > 0.05$)。

學者 Arturo 在 1985 年實驗中選用四種不同印模托 (Stock Rim-lock non-perforated、Stock Rim-lock perforated、Custom non-perforated、Custom perforated) 進行藻膠印模材印模，實驗結果顯示，在牙弓長度與寬度的精確性表現上，perforated trays 較 non-perforated trays 來的精確。除了 Stock perforated tray 這組之外所有印模皆有變大的傾向²⁰。Justin 在 1996 年的研究中分別以 custom 和 stock 印模托進行三種彈性印模材 (addition silicone, polyether, polysulphide) 之印模，實驗結果發現，以 addition silicone 印模時，若使用 stock tray，則在牙齦處所量得的支台齒間距會明顯增加，而用 custom tray 則會明顯減少；而在咬合處所測得的支台齒間距則深受印模托設計影響，使用 stock tray 時支台齒間距離增加，使用 custom tray 時支台齒間距則沒有明顯不同²³。而本實驗皆使用有孔洞的印模托來印模，並且是在咬合處量測尺寸變化，實驗結果各支台齒間距離的尺寸變化量都是第 2 組較其他組要來的大 (-0.404 mm ~ -0.131 mm) (表格 4)。第 2 組的尺寸變化之所以較其他組別來的明顯的原因，可能是因第 2 組材料於拔模時印模材料和印模托脫離所導致的緣故，而印模材料和印模托之所以會脫離，可能是因為印模托本生的機械固持力不夠 (孔洞數目太少或孔洞孔徑太大)，再加上又無黏著劑幫助印模材料附著於印模托上所致；又或

許可能是拔模的力道太大，以致於超越牙托本身所能提供的機械附着力。學者 Dixon, Breeding, Moseley 在 1994 年所作關於以 vinyl polysiloxane impression 測試在 custom tray 上拔模力道與拔模著力點影響的研究發現，在前牙區的單點施力拔模最大可承受 224 N；若以三點平均施力拔模的話則可承受 514 N 的力道²⁴。學者 Motiriou, Hobkirk 在 1995 年所作關於 stock tray 與 disposable plastic tray 承受拔模力道的研究紀錄發現，若是使用 metal tray 的話，彈性印模材料最大可承受 36.3 N 到 40.6 N 的拔模力道，而不可逆藻膠體則是 29.6 N；若是以 disposable plastic tray 的話，彈性印模材料最大可承受 14.7 N 到 19.9 N 的拔模力道，而不可逆藻膠體則是 13.7 N²⁵；由此可知，塑膠類印模托本身可承受的拔模力道就比金屬類印模托小，因此在本實驗中，使用塑膠類印模托又缺乏黏著劑提供額外的黏附力的第 2 組實驗組別，其模型的形變量最大。

二、 水平方向的變化

在本實驗結果中 AB、DE、AC、CE、BE、CO 這些距離，在尺寸變化量上各組有明顯的不同。而這些距離恰是屬於支台齒間距較長的部分，而在模型相對的左右兩側距離比較上，模型右側（包含位於牙弓轉折點的犬齒部位，即 C 點）的變化較左側要來的明顯，推究其原因，

除了 AB 與 BE 的距離分別較 DE 與 AD 的距離長些之外，由 AC 與 CE 的距離變化可知，若支台齒距離間包含牙弓的轉折點（C 點），則印模時將可能因此因素而造成變形的模型出現。

三、 拔模方向的影響

當進行整個牙弓的印模時，我們很難以完全平行牙齒長軸的方向來拔模。也因為如此，一般的拔模方向都沒有垂直於咬合面，而此情形可能造成在支台齒與鄰牙間倒凹區較薄的印模區產生尺寸變化。

Naofumi、 Shigeto 在 1989 年針對於三種不同拔模方向（牙托平行支台齒長軸、牙托以牙弓前部為支點傾斜拔模、以牙弓後部為支點傾斜拔模）對支台齒尺度精確性的研究發現，若使以傾斜牙托方式拔模的話，拔模支點最好選在離支台齒越遠越好，尤其是在印取後牙區域的模型時更應特別的注意（選擇平行方向或以後牙為支點的方向拔模）⁸。基於此，本實驗在拔模時，拔模的方向皆控制在平行於各支台齒的方向上；又由於金屬主模型在設計時為內低外高的形狀，再加上模擬牙脊部分的為一平行的弓狀牙弓，因此當印模材凝固之後，印模材料與金屬模型間所形成的吸盤效應，在牙弓中央似乎較在牙弓周圍的來的大且集中，可能是因為這個因素，在拔模時，印模托與印模材料發生脫離的部分，都先從牙弓中央開始。此外，本實驗的第 2 組

(使用未塗上黏著劑的 Accu tray 進行 AccuDent 印模材料印) 所使用的上頷 Accu tray 恰巧在牙弓中央的孔洞較稀疏，所以在沒有塗上黏著劑加強印模材料附著力的情況下，變形的模型就產生了。

四、 模型表面粗糙度

表格 6 為金屬模型與各印模材所灌製出的石膏模型的表面平均粗糙度，Ra (單位 μm)，金屬模型的表面平均粗糙度為 $0.087 \mu\text{m}$ ，顯示此金屬模型有一高度拋光的表面，印模材料與金屬模型表面間無彼此干擾的情形，而印模材料在也能夠在凝固後順利通過金屬模型表面取模。

在所有的印模材中，以 Imprint II 的表面粗糙度最小(表格 13)，也就是以 Imprint II 印取的石膏模型表面是較其印模材料要來的更細緻，即表示矽膠類材料的表面複製力是優於藻膠類印模材的，此結果與學者 Johnson 於 1998 年關於不可逆印模材料與彈性印模材料於消毒過後的表面複製力比較的實驗結果類似²⁵。Cohere 608 的表面粗糙度和 Imprint II、Hrdrogum 無明顯差異，但明顯優於 CA38、AccuDent；此結果表示瓊膠類印模材料的表面複製力是介於加成式矽膠類印模材料與藻膠類印模材料間的。加成式矽膠類印模材料和瓊膠類印模材料的表面粗糙度差異不明顯的原因，可能是這兩種材料的初

期流動性都相當好，都是屬於低稠度的印模材料，因此在印模時，印模材料能夠順利的到達金屬模型的每個角落以及細微的地方。也可能因為這個原因，加成式矽膠類印模材料的尺寸變化量是所有材料中最少的，其次是瓊膠類印模材料，最後才是藻膠類印模材料。

在藻膠類印模材料的表面粗糙度表現上，以 hydrogum 的表面複製力最好，而且明顯的優於 CA38，AccuDent 的表面複製力則介於兩者之間。但在尺寸變化的表現上，不同廠牌的藻膠類印模材料，在不同部位上的尺寸精確性各有優劣，可見在藻膠類印模材料中，印模材料的表面複製力與尺寸變化量無絕對的關係。

柒、結論

在本實驗中這六組得實驗材料的精確性比較，在尺寸變化量方面，當支台齒距離較大時，印模材料的尺寸穩定性會降低，尤其是有一端支台齒位於牙弓轉折點（犬齒）位置時；而在模型表面粗糙度方面，以矽膠類印模材料最好，瓊膠類印模材料次之，最後則是藻膠類印模材料；藻膠類印模材料中，模型表面粗糙度由小至大依序是 Hydrogum、AccuDent、CA38。

捌、 參考文獻：

1. McCracker W , McCracker`s Removable Partial Prosthodontics ,
ed 10th.. Louis, CV Mosby Co. , pp 300-317
2. Anthony H. L. Tjan, Dr. Dent, Sung B. Whang, :Clinical
oriented evaluation of the accuracy of commonly used
impression materials. J.Prosth Dent 1986 ; 36 : 1
3. Linke B, Nicholls J, Faucher R, : Dimension analysis of stone
casts made from impression materials. J. Prosth Dent 1985 ;
54 : 794-802
4. Lacy AM, Fukui H, Bellman T, Jendresen MD, : Time-depend
accuracy of elastomeric impression materials. J. Prosth
Dent 1981 ; 54 : 794-802
5. L W. Carlyle : Compatibility of irreversible hydrocolloid
impression materials with dental stones. J. Prosth Dent
1983 ; 49 : 3
6. Ödman P , Jemt T : Accuracy of impression materials in a
semi-clinical model. Dent Mater 1988 ; 4 : 64-67
7. P. W. Smith, R. Richmond, J. F. McCord : The design and use

- of special trays in prosthodontics : guideline to improve clinical effectiveness. British Dental Journal 1999 ; 187 : 8
8. Naofumi Shigeto : Evaluation of the methods for dislodging the impression tray affecting the dimensional accuracy of the abutment in a complete dental arch cast . J.Prosth Dent 1989 ; 61 : 1 : 54-58
 9. Nira Hochman, DMD ; Oded Yaniv, DMD : Comparative Clinical Evaluation of Removable Partial Dentures Made From Impressions With Different materials. Compendium Feb 1998 ; 19 : 2
 10. Nira Hochman, Oded Yaniv : Comparative clinical evaluation of removable partial dentures made from impressions with different materials. Compendium 1998 : 19 : 2 : p200-206
 11. 鍾國雄 : 牙科材料學 1994 ; 合計圖書出版社
 12. Smith, Richmond, McCord : The design and use of special trays in prosthodontics : guidelines to improve clinical effectiveness. British Dental Journal 1999 ; 187 : 8 : 423-426
 13. Soirion M, Hobkirk J. A. : An in vivo investigation of seating

- and removal forces associated with recording impressions in dentate patients. J. Prosth Dent 1995 ; 74 : 455-462
14. Thomas J, Richard S, Donald V, : Immersion disinfection of irreversible hydrocolloid impressions. Part II : Effect on gypsum casts. Int. J. Prosth 1994 ; 7 : 424-423
15. David A. Kaiser, Jack I. Nicholls : A study of distortion and surface hardness of improved artificial stone casts. J. Prosth Dent 1976 ; 36 : 4 : 373-381
16. T.J. Bomberg and B. Flower : The effect of application of impression materials adhesive. Journal of Dental Research 1987 ; 66 : 133
17. K.C.M. Leunh , T.W. Chow , C.W. Woo , R.K.F. Clark : Tensile, shear and cleavage bond strengths of alginate adhesive. Journal of Dentistry 1998 : 26 ; 617-622
18. Boucher CO, Hickey JC, Zarb GA : Prosthodontic Treatment for Edentulous Patients, ed 7. st. Louis, 1975, The CV Mosby Co.
19. Arturo J. Mendez, D.D.S., M. Sc. : The influence of the impression trays on the accuracy of stone casts poured from

- irreversible hydrocolloid impressions. J. Prosth Dent
1985 ; Vol 54, No 3, p383-388
20. Einfeldt H : The alginate impression. Quintessence Int.
1973 ; 4 : 57
21. K.C.M. Leung , T.W. Chow , C.W. Woo , R.K.F. Clark : Tensile,
shear and cleavage bond strengths of alginate adhesive.
Journal of Dentistry 1998 ; 26 : 617-622
22. Pines M, Penugonda B, Vaidyanathan TK, Schuluman A. : Tray
perforation effects on the retention of PVS impression
material. Journal of Dental Research 1987 ; 66 : 133
23. Justin L. Boulton : A laboratory study of dimension changes
for three elastomeric impression materials using custom and
stock trays. J. Prosth Dent 1996 ; 41 : 6
24. Donna L. Dixon, Larry C. Breeding : Custom impression trays.
Part II : Removal forces. J.Prosth Dent 1994 : 71 : 3 : 316-318
25. G. H. Johnson, K. D. Chellis, G. E. Gordon, X. Lope :
Dimensional stability and detail reproduction of
irreversible hydrocolloid and elastomeric impressions
disinfected by immersion. J. Prosth Dent 1998 ; 79 : 446-53

口試問答

問題一：為何選用這些材料作實驗研究？

回答：實驗中所選用的材料，都是一般臨床上常用的印模材料。矽膠類印模材料選用 Imprint II 的主要原因是，操作方便可一次印模，較無一般矽膠類印模材料印模時繁複的步驟，而且印模後無須等待 24 小時即可馬上灌模；藻膠類印模材料選用 CA38、Hydrogum、Jeltrate 這些材料，主要是臨床上這些材料即蠻普遍的使用，至於為何選用 AccuDent 藻膠印模材料，主要是因為它與矽膠類印模材料同樣式具有兩種不同稠度的印模材料。

問題二：一般藻膠類印模材料的尺寸變化都是變大，為何本實驗結果大部分是縮小？

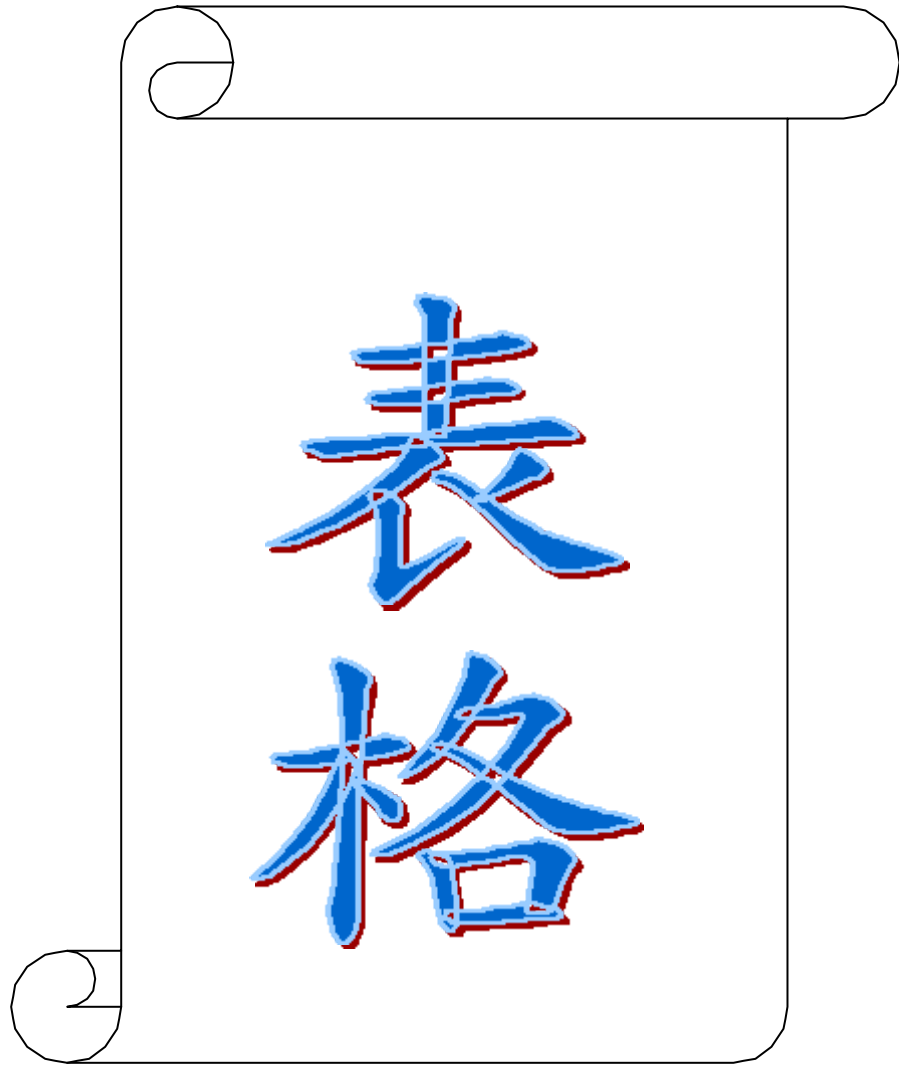
回答：這可能與實驗時的拔模方向有關。本實驗所採用的是平行各支台齒方向拔模的，在拔模時，材料往拔模方向與中央收縮，因此引造成所測量的結果尺寸變化大部分是縮小的結果。

補充：本實驗所測量的點都是位於模型最上端，及各支台齒間咬合

面上端的距離，並未量測各支台齒底部間距離，在印模材料的尺寸變化上，應該是一立體的變化，從側面觀來看，模型的變化可能是呈現一弓形變化，即上窄下寬，因此實驗所測得的各支台齒間咬合面上端的距離呈現縮小的情形是有可能的

問題三：今後若將再繼續進一步作研究，會朝哪一方向？

回答：影響模型變形的因素是很多的，印模材料的種類、印模托的種類、黏著劑有無使用等等，都會影響到整個模型的尺寸變化；今後若再繼續研究的話，可能所有印模材料都使用一般臨床上常用的金屬印模托，在有無塗上黏著劑的情形下進行印模。或是，在強調感染控制的現今醫療環境中，牙科印模用的印模托是否也應考慮使用拋棄式的印模托，而拋棄式的印模托與印模材料的黏附效果如何？所印製出來的模型變化如何？大部分的拋棄式印模托都是塑膠材質的，如果印模時再搭配黏著劑的使用的話，印模效果是否會更好呢？至於在模型尺寸變化的測量上，回朝向立體方向作一測量，除了水平方向的考量增加支台齒底部的變化之外，垂直高度的測量亦是必需的，期許能將模型的變化作一整體立體化檢視。



表格 1-1：印模與灌模材料

材料	AccuDent		Hydrogum (normal setting)	CA38	Jeltrate	Cohere608	Imprint II	DIE-KEEN
	Syringe Accu-Gel (System 2™)	Tray Accu-Gel (System 2™)						
類型	Alginate	Alginate	Alginate	Alginate	Alginate	Agar	Silicone	TYPE IV DENTAL STONE
製造商	IVOCLEAR NORTH AMERICA, Inc New York Reorder #	IVOCLEAR NORTH AMERICA, Inc New York Reorder #	Zhermack, IT ALY REF. C302025	CAVEX HOLLAND	DENSTPLY HONG KONG	GINGI-PAK; USA	3M Dental Products	COLUMBUS DENTAL; USA
g/ml 粉水比	依廠商指示	依廠商指示	9/18	19.3/46	7/19	--	--	100/21
水溫	26	26	23	23	23	--	--	25
min 硬化時間	3.5	3	4	3	3	3	4	60

表格 1-2：各印模托之廠牌型號		
印模托	廠牌、型號	
Plastic tray	COE disposable spacer tray # 4D	GC AMERICA INC. Reorder number 250046
Metal tray	COE original tray # U13	GC AMERICA INC. Reorder number 265013
Special tray	Accu tray	Ivoclar North America, Inc New York Reorder # 820058

組別	材料	印模托	黏著劑
1	Imprint II	COE disposable spacer tray	+
2	Accu-Dent	Accu-Tray	-
3	Accu-Dent	Accu-Tray	+
4	CA38	COE metal tray	-
5	Hydrogum	COE metal tray	-
6	Cohere608-Jeltrate	COE metal tray	-

表格 2：實驗材料與組別

掃描模式	250 灰階
影像解析度	600dpi
掃描尺寸	寬 18 cm ; 長 12 cm
比例	100 %
對比	-11 %
最暗點	28
最亮點	111
中間色	110

表格 3：模型掃描模式設定

表格 4：實驗結果 - 各支台齒間距離之尺寸變化 (mm)

組別	第 1 組		第 2 組		第 3 組		第 4 組		第 5 組		第 6 組	
	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差	平均值	標準差
AB	-0.034	0.039	-0.205	0.124	-0.052	0.065	-0.011	0.059	-0.028	0.040	-0.049	0.029
DE	-0.037	0.020	-0.171	0.113	-0.061	0.029	-0.069	0.068	-0.045	0.071	-0.042	0.021
BC	-0.048	0.050	-0.173	0.146	-0.101	0.064	-0.004	0.148	-0.128	0.040	-0.055	0.043
CD	-0.044	0.050	-0.134	0.173	-0.023	0.039	-0.042	0.022	-0.023	0.058	-0.037	0.053
AC	-0.082	0.051	-0.404	0.360	-0.156	0.043	-0.078	0.090	-0.118	0.028	-0.095	0.029
CE	0.060	0.066	-0.163	0.215	0.008	0.061	0.043	0.093	-0.012	0.048	0.018	0.022
AD	-0.088	0.073	-0.131	0.308	-0.166	0.046	-0.068	0.053	-0.074	0.044	-0.098	0.062
BE	0.003	0.127	-0.188	0.239	0.022	0.071	0.057	0.061	-0.061	0.049	0.049	0.011
AE	-0.057	0.073	-0.218	0.210	-0.100	0.034	-0.092	0.063	-0.092	0.069	-0.049	0.029
BD	-0.057	0.060	-0.237	0.256	-0.059	0.048	-0.035	0.035	-0.022	0.246	-0.062	0.039
CO	0.141	0.324	-0.219	0.187	-0.051	0.026	-0.025	0.109	-0.028	0.061	-0.002	0.033

Surfcorder Model SE –40G	
Drive speed	0.1 mm/sec
Horizontal magnification	100
Vertical magnification	5000
Cut-off value	0.08 mm
Set up	0.2 mm

表格 5：表面粗糙儀測量設定

印模材	平均值	標準差
Metal	0.087	0.027
Imprint II	0.925	0.247
AccuDent	1.484	0.242
CA38	1.605	0.322
Hydrogum	1.236	0.267
Cohere608	1.061	0.271

表格 6：金屬模型及各印模材粗度 (Ra) (μm)

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	+	-	-	-	-
2	+	-	+	+	+	+
3	-	+	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	-
5	-	+	-	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異 ($p < 0.05$)

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 7：以 Tukey-Kramer HSD 分析 AB (右上第一大臼齒到右上犬齒) 各組別間差異；表格上顯示第 2 組 (即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray) 與其他組別在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)。

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	+	-	-	-	-
2	+	-	-	-	+	+
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	-	+	-	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異 ($p < 0.05$)

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 8：以 Tukey-Kramer HSD 分析 DE (左上第一小白齒到左上第一大臼齒) 各組別間差異；表格上顯示第 2 組 (即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray) 與第 1、第 5、第 6 組在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)。

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	+	-	-	-	-
2	+	-	-	+	+	+
3	-	-	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	-
5	-	+	-	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；

第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；

第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；

第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 9：以 Tukey-Kramer HSD 分析 AC（右上第一大臼齒到正中門齒）各組別間差異；表格上顯示第 2 組（即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray）與其他組別（第 3 組除外）在統計上有明顯差異（ $p < 0.05$ ）。

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	+	-	-	-	-
2	+	-	-	+	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異（ $p < 0.05$ ）

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；

第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；

第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；

第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 10：以 Tukey-Kramer HSD 分析 CE（正中門齒到左上第一大臼齒）各組別間差異；表格上顯示第 2 組（即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray）與第 2、第 4 組在統計上有明顯差異（ $p < 0.05$ ）。

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	+	-	-	-	-
2	+	-	-	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異 ($p < 0.05$)

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；

第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；

第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；

第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 11：以 Tukey-Kramer HSD 分析 C0 (正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點) 各組別間差異；表格上顯示第 2 組 (即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray) 與第 1 組 (即 Imprint II + COE plastic tray) 在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)。

組別	1	2	3	4	5	6
1	-	-	-	-	-	-
2	-	-	+	+	-	+
3	-	+	-	-	-	-
4	-	+	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	-
6	-	+	-	-	-	-

PS：“+”表示有明顯差異 ($p < 0.05$)

第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；

第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；

第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；

第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 12：以 Tukey-Kramer HSD 分析 BE (右上犬齒到左上第一大臼齒) 各組別間差異；表格上顯示第 2 組 (即 AccuDent 印模材料 + 未塗上黏著劑的 Accu tray) 與第 3、第 4、第 6 組在統計上有明顯差異 ($p < 0.05$)

	IMPRINT II	ACCUDENT	CA38	HYDROGUM	COHERE 608
Imprint II	-	+	+	+	-
AccuDent	+	-	-	-	+
CA38	+	-	-	+	+
Hydrogum	+	-	+	-	-
Cohere 608	-	+	+	-	-

PS：“+”表示有明顯差異 ($p < 0.05$)

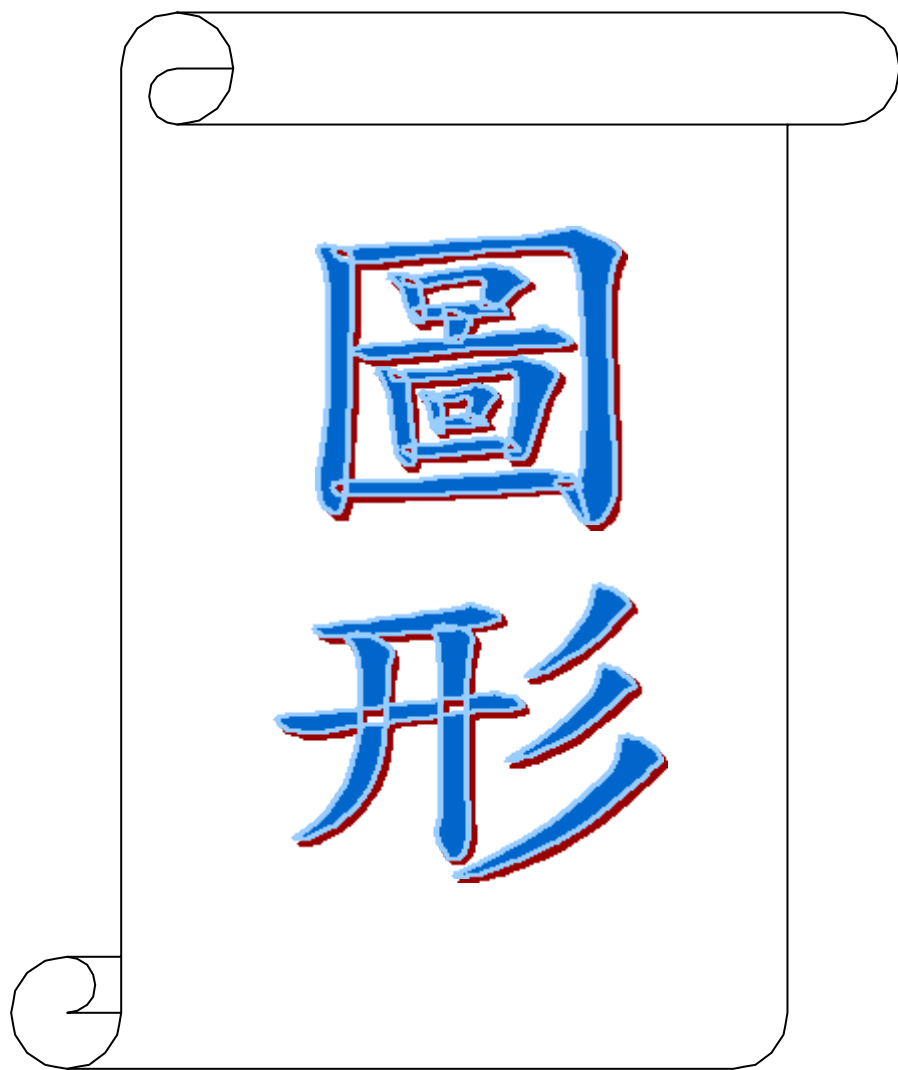
第 1 組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第 2 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；

第 3 組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第 4 組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；

第 5 組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；

第 6 組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

表格 13：以 Tukey-Kramer HSD 分析各材料間粗度 Ra 的差異



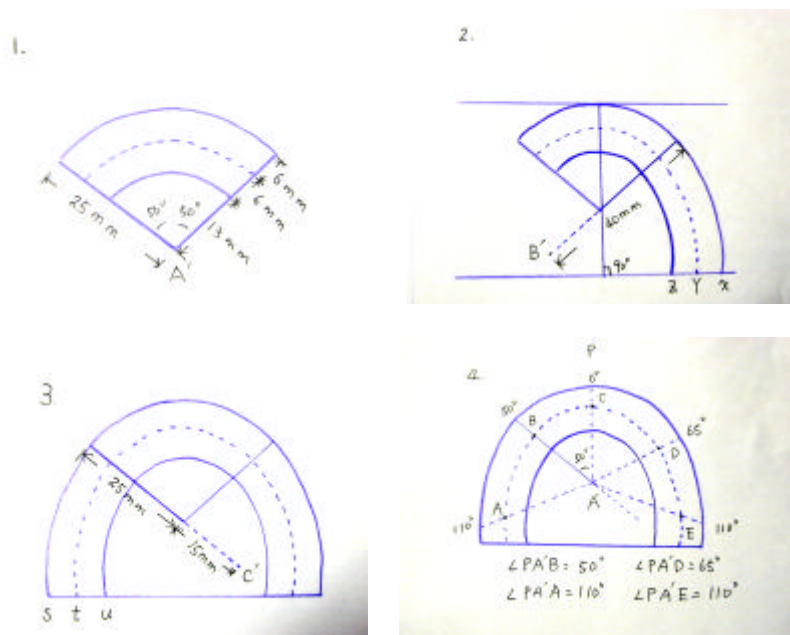


圖 1：金屬模型設計圖

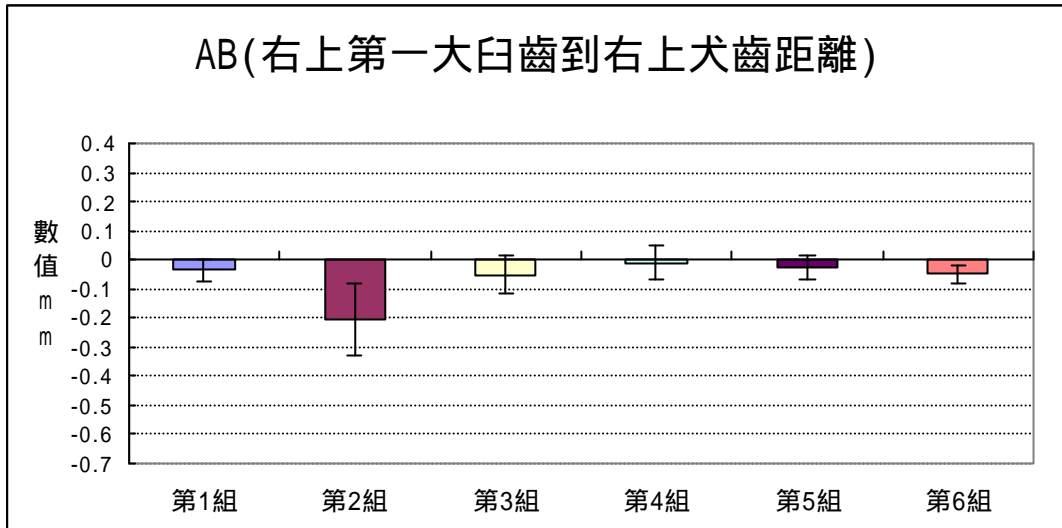
此實驗模型的設計是參考學者 Link¹⁵, Thomas¹⁷, Kaiser¹⁹ 等人的實驗設計模型所修改設計的。此模型設計圖基本上是由 3 個圓所組的 (圓 A', 圓 B', 圓 C'), 圓 A' 構成模型之前牙區, 圓 B' 與圓 C' 則構成後牙區, 圓 B' 與圓 C' 是相同大小的圓。說明：

圖 1-1：以 A' 為圓心 25mm 為半徑畫圓，再以 A' 為圓心 13mm 為半徑畫圓，並取此圓角度為 100 度的弧形作為模型前牙區

圖 1-2：以 B' 為圓心 40mm 為半徑畫圓，再以 B' 為圓心 34mm 為半徑畫圓，並與通過 A' 點高 40mm 之垂直線相交於 X, Y, Z

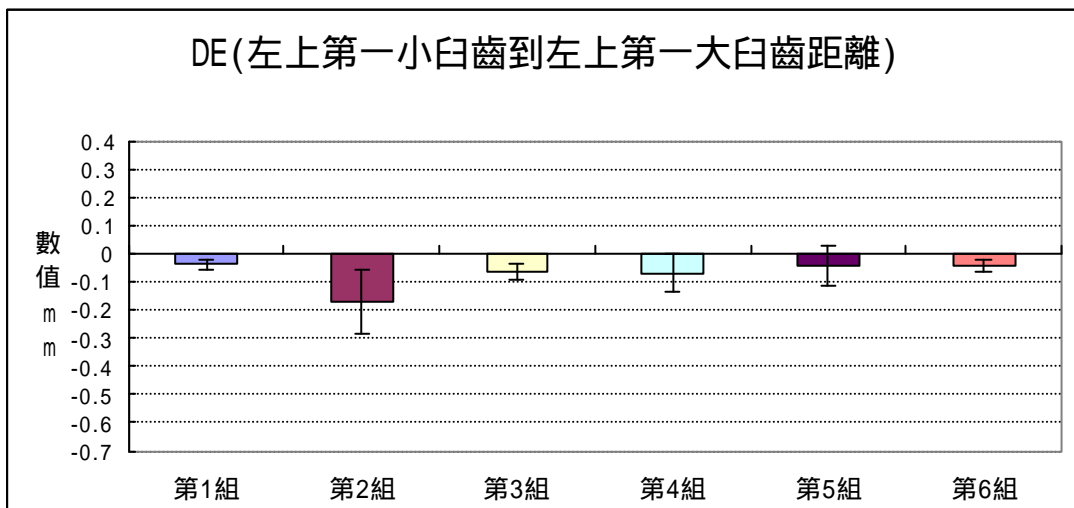
圖 1-3：以 C' 為圓心 40mm 為半徑畫圓，再以 C' 為圓心 34mm 為半徑畫圓，並與通過 A' 點高 40mm 的垂直線相交於 S, T, U

圖 1-4：以 A' 當圓心，P 為 0 度，分別定出各支台齒位置。右上第一大臼齒 A (110 度)，右上犬齒 B (50 度)，正中門齒 C (0 度)，左上第一小白齒 D (65 度)，左上第一大臼齒 E (110 度)



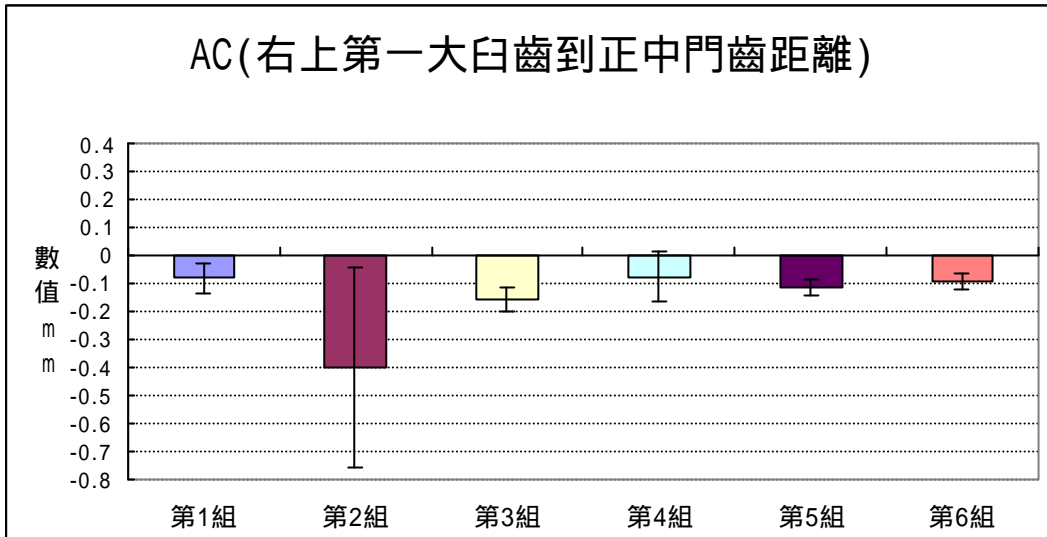
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 2：各組別 AB (右上第一大臼齒到右上犬齒) 距離之比較



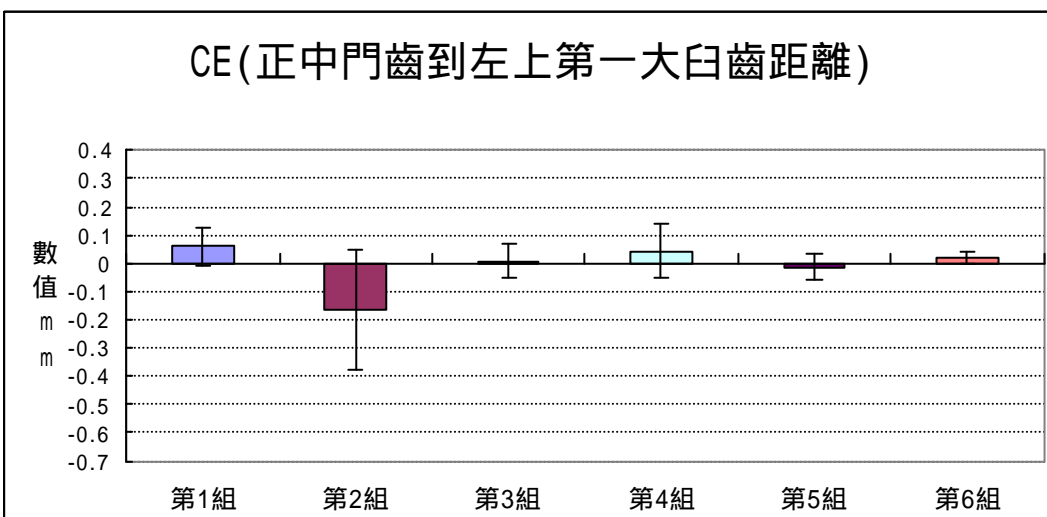
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 3：各組別 DE (左上第一小白齒到左上第一大臼齒) 距離之比較



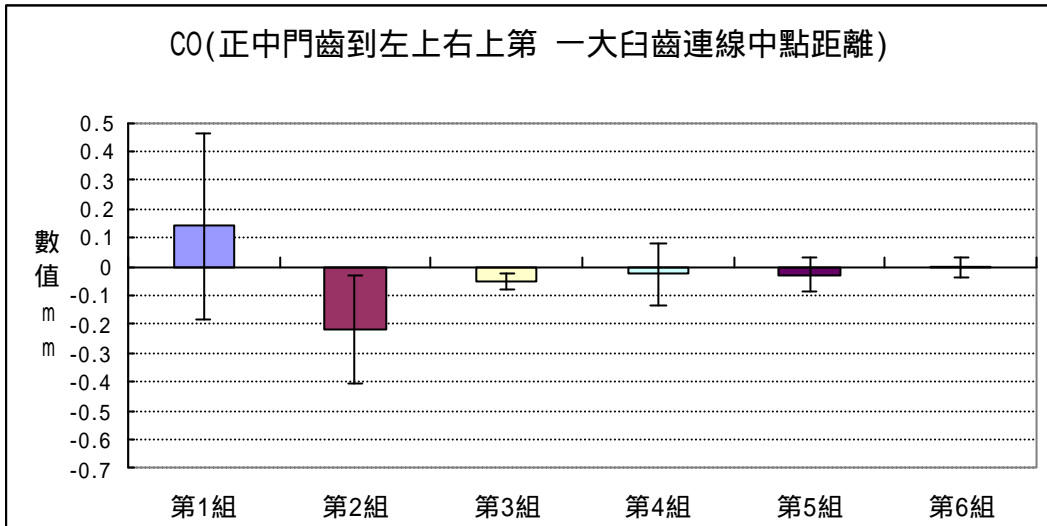
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 4：各組別 AC (右上第一大臼齒到正中門齒) 距離之比較



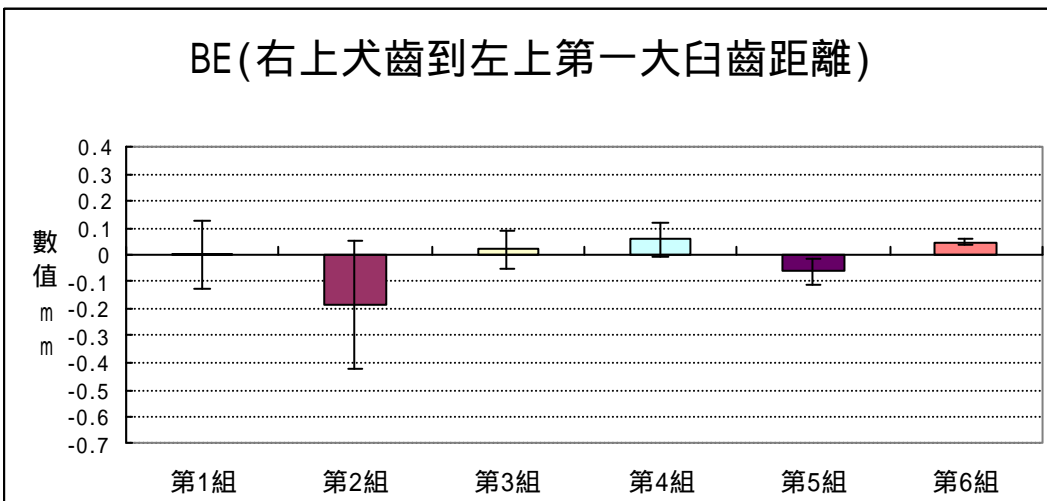
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 5：各組別 CE (正中門齒到左上第一大臼齒) 距離之比較



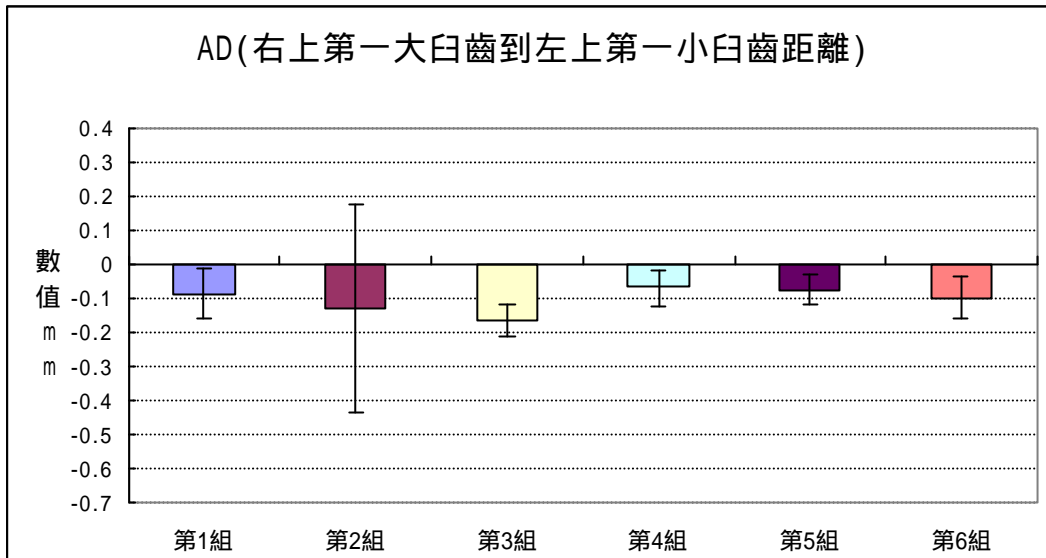
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 6：各組別 C0 (正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點) 距離之比較



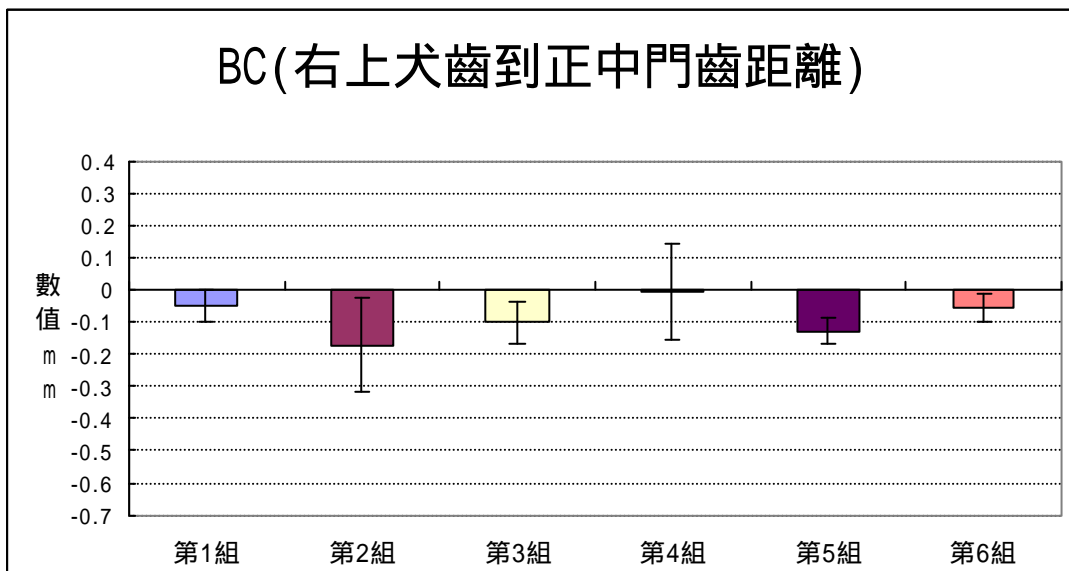
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 7：各組別 BE (右上犬齒到左上第一大臼齒) 距離之比較



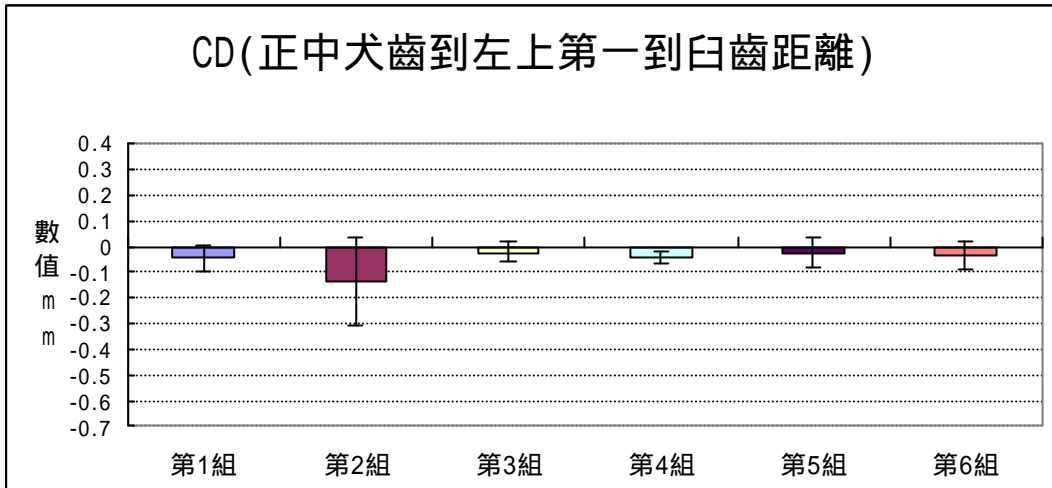
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 8：各組別 AD (右上第一大臼齒到左上第一小白齒) 距離之比較



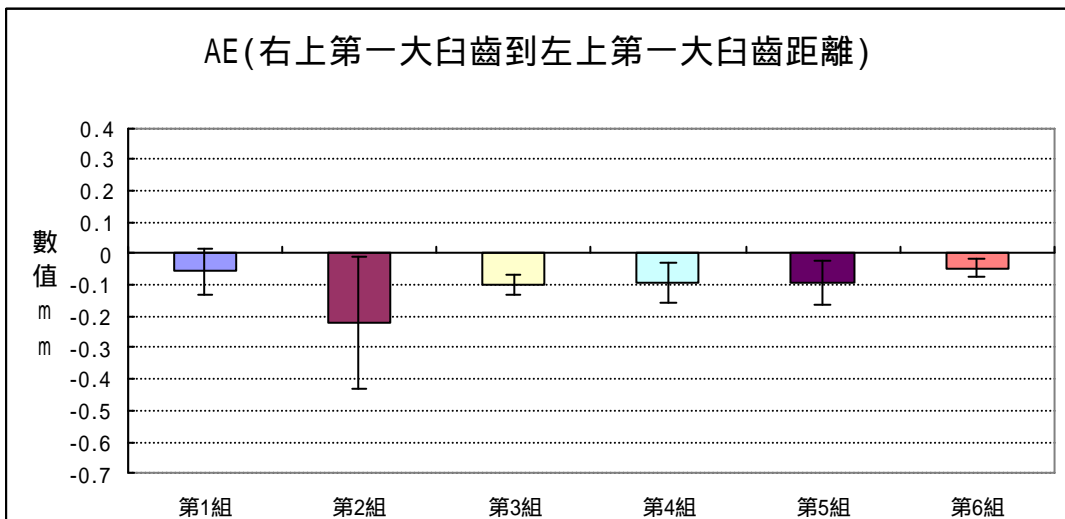
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+) ; 第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-) ;
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+) ; 第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-) ;
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-) ;
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 9：各組別 BC (右上犬齒到正中門齒) 距離之比較



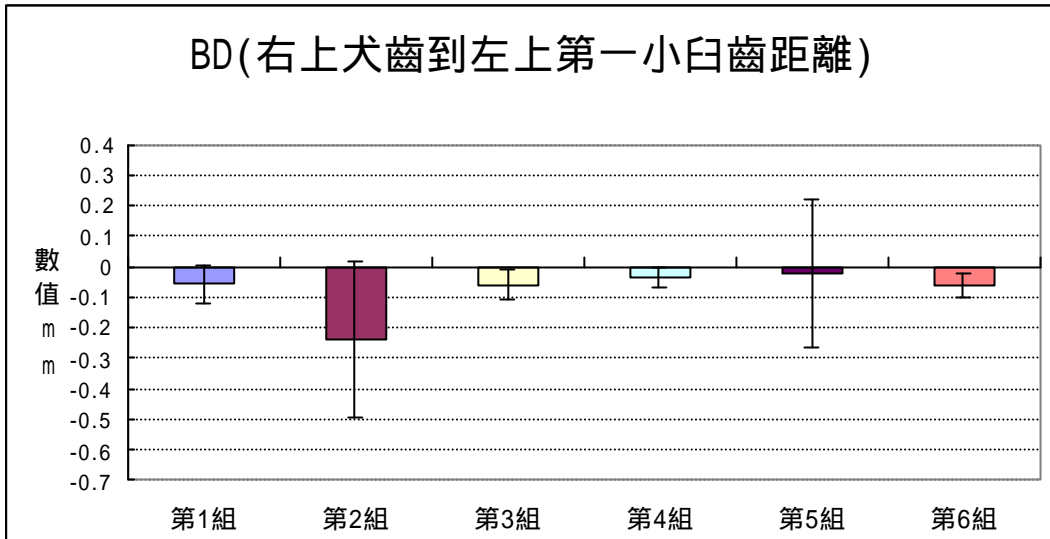
第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 10：各組別 CD (正中門齒到左上第一小白齒) 距離之比較



第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 11：各組別 AE (右上第一大臼齒到左上第一大臼齒) 距離之比較



第1組：Imprint II + COE spacer tray, adhesive (+)；第2組：AccuDent + Accu tray, adhesive (-)；
 第3組：AccuDent + Accu tray, adhesive (+)；第4組：CA38 + COE original tray, adhesive (-)；
 第5組：Hydrogum + COE original tray, adhesive (-)；
 第6組：Cohere608-Jeltrate + + COE original tray, adhesive (-)

圖 12：各組別 BD (右上犬齒到左上第一小白齒) 距離之比較

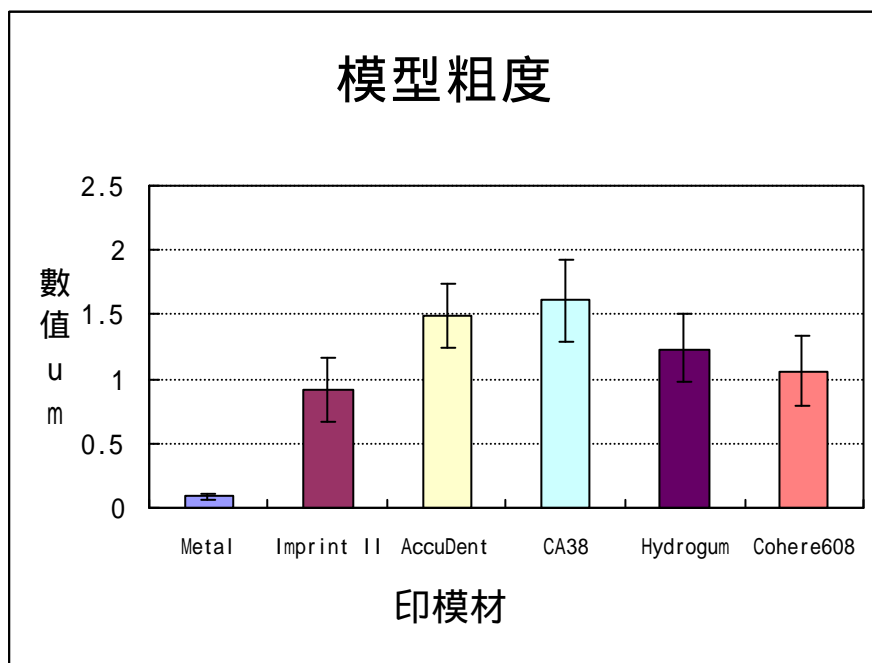
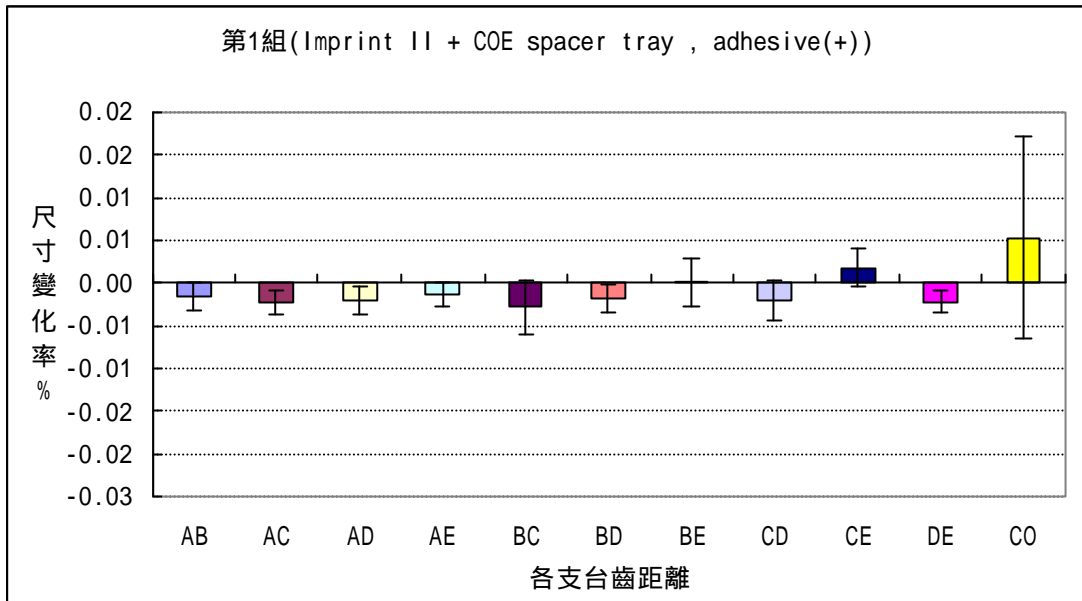
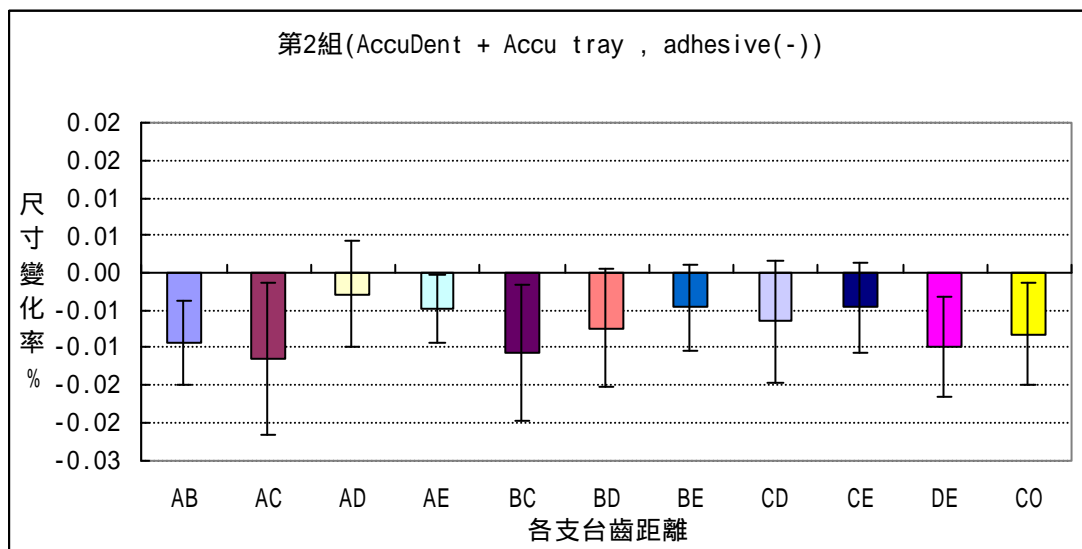


圖 13：金屬模型及各印模材料表面粗度之比較



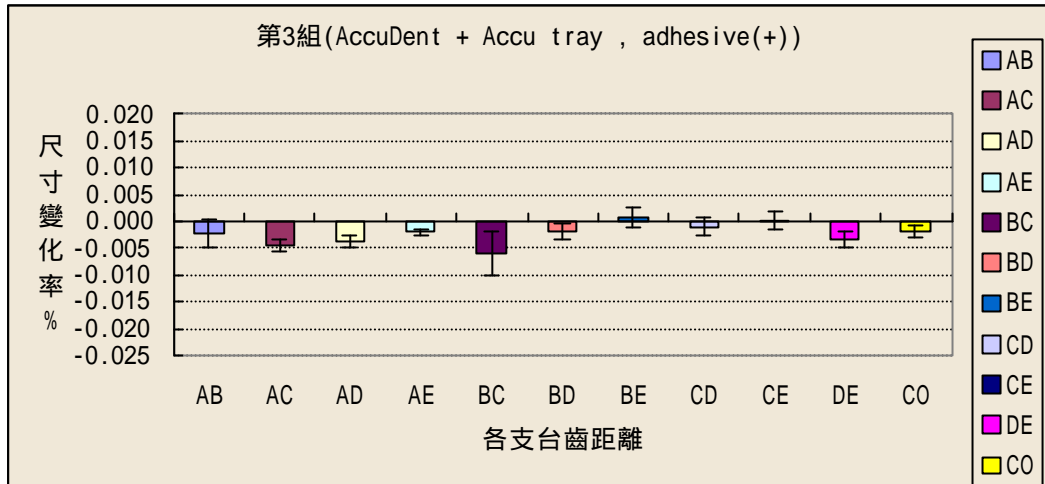
(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

圖 14：第 1 組 (Imprint II + COE spacer tray + adhesive) 模型各
水平距離變化



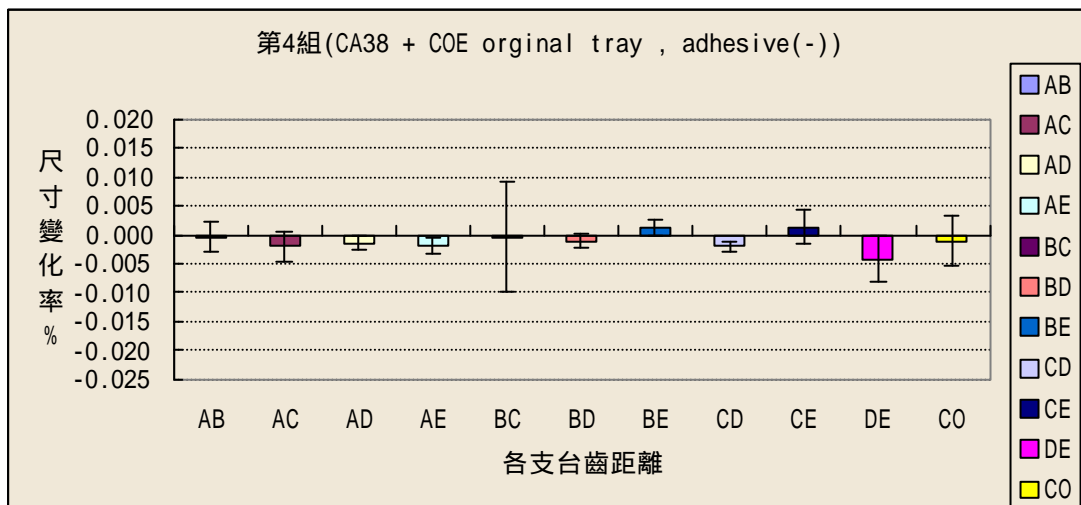
(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

圖 15：第 2 組 (AccuDent + Accu tray without adhesive) 模型
各水平距離變化



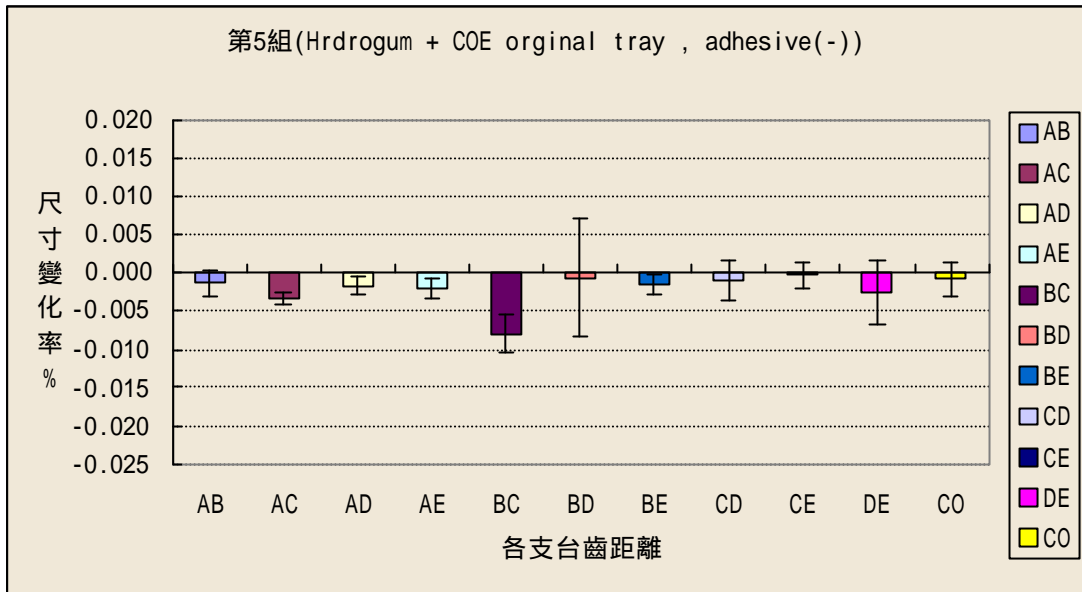
(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

圖 16 : 第 3 組 (AccuDent + Accu tray with adhesive) 模型各水平距離變化



(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

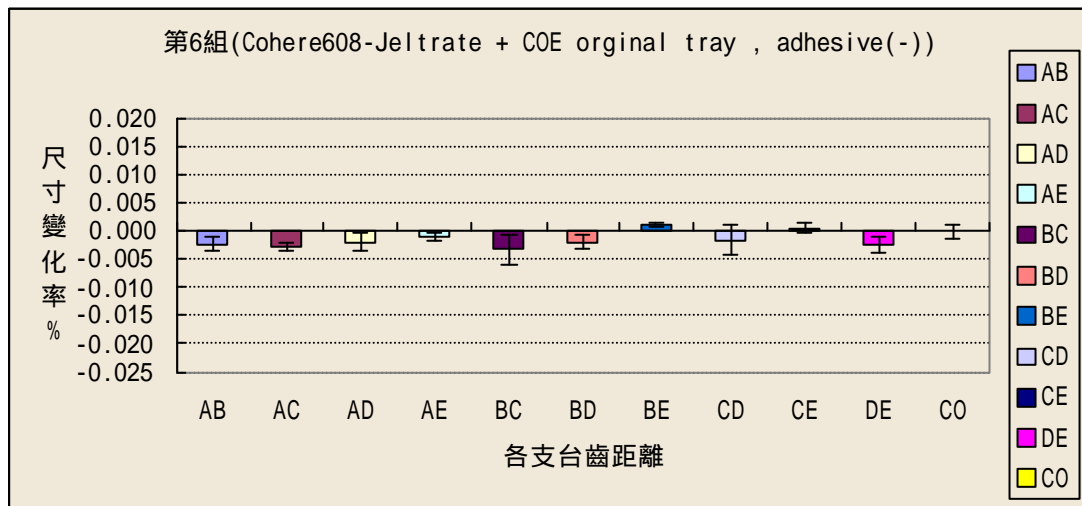
圖 17 : 第 4 組 (CA38 + COE original tray without adhesive) 模型各水平距離變化



(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

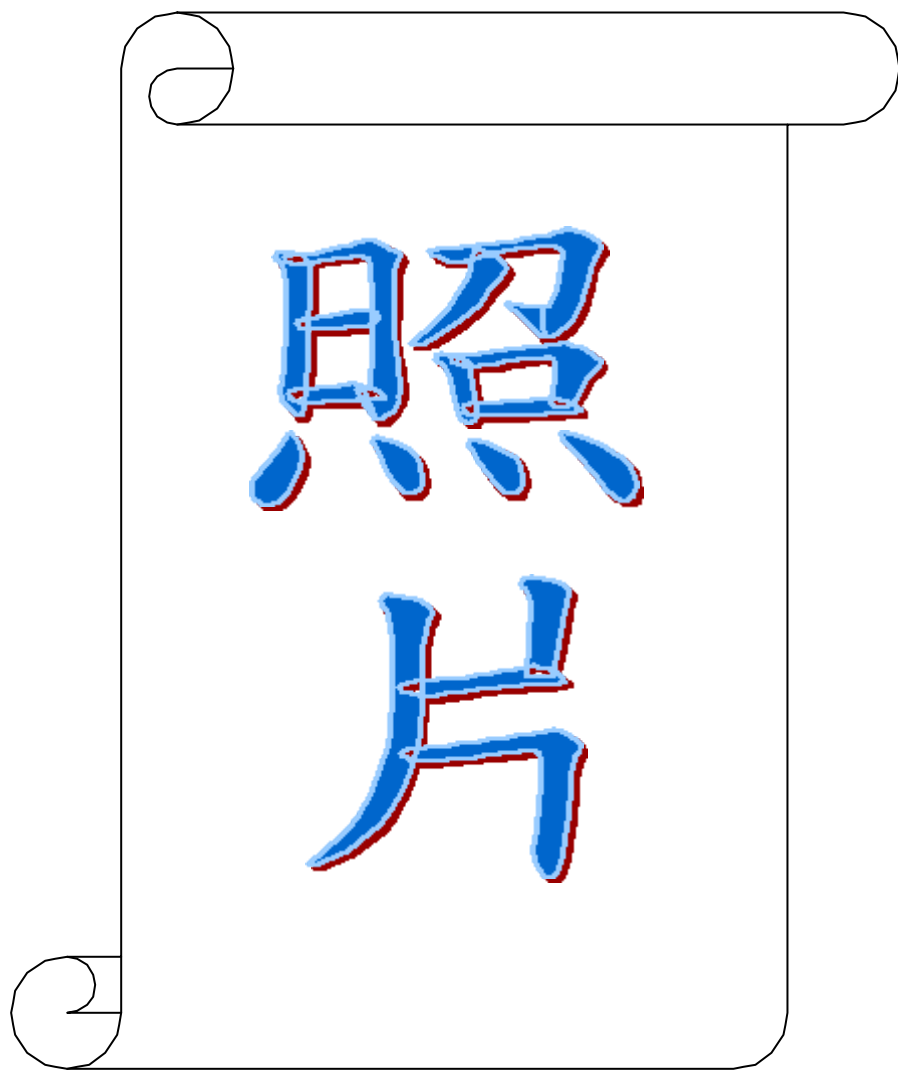
圖 18 : 第 5 組 (Hydrogum + COE original tray without adhesive)

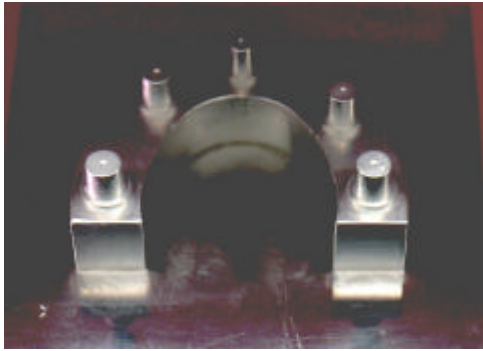
模型各水平距離變化



(A 右上第一大臼齒、B 右上犬齒、C 正中門齒、D 左上第一小白齒、E 左上第一大臼齒、O 正中門齒到左上右上第一大臼齒連線中點)

圖 19 : 第 6 組 (Jeltrate-Cohere 608 + COE original tray without adhesive) 模型各水平距離變化





側面觀



正面觀

照片 1：金屬模型側面觀與正面觀



照片 2：水浴槽



照片 3：印模材料：由左至右分別是 Jeltrate、CA38、Hydrogum、
Cohere608、AccuDent system 2、Imprint II、Die Keen



照片 4：印模托，由左至右分別是 Accu tray、COE original tray、
COE spacer tray



照片 5：彈簧秤（M-10 郵秤，永泰度量衡有限公司）



照片 6：調拌水溫所用的量筒、溫度計



照片 7 : Alginate 攪拌機



照片 8 : 乾熱式寒天加熱槽 (CADCO USA)



照片 9：藻膠專用黏著劑（ Bosworth Tac™ HARRY J. Bosworth company
USA)



照片 10：計時器



11-1



11-2

照片 11：印模儀器 (Power tool CH6-CE , INDUCTION MOTOR , 台灣)

11-1：印模遺棄之遠側觀

11-2：印模儀器上之印模檯面近側觀



12-1



12-2

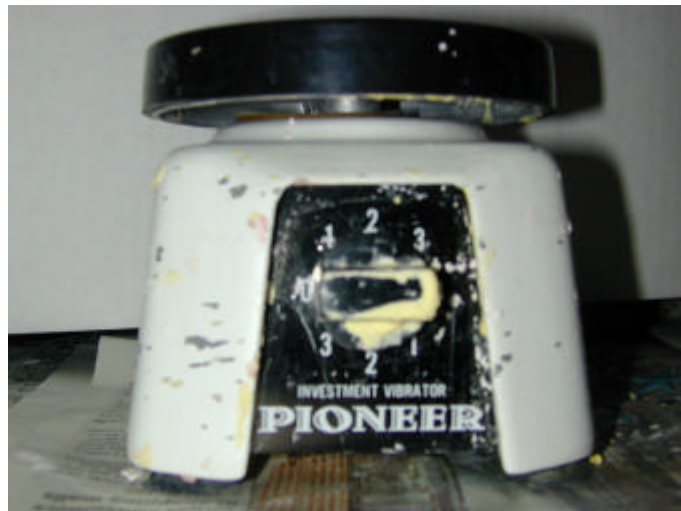
照片 12：印模動作

12-1：印模前，模型與印模托之相對位置

12-2：印模時，模型與印模托之相對位置



照片 13：石膏真空調拌機



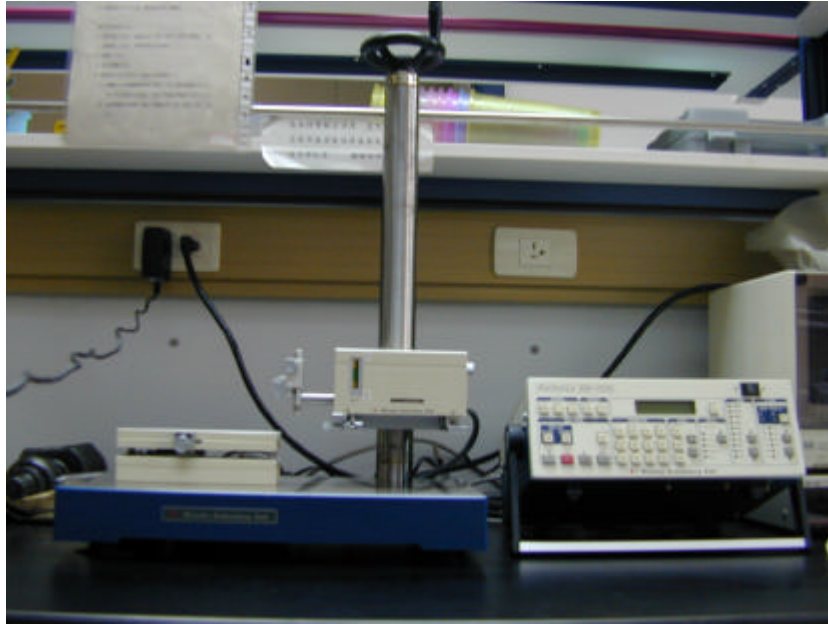
照片 14：震盪機 (PIONEER)



照片 15：保濕盒



照片 16：儲放石膏模型的電子防潮箱（生活小管家 SH-60，祥新防潮
科技有限公司）



照片 17：表面粗糙儀測量 (Surfactorder, SE-40C Kosak)

