

行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告

計畫編號：NSC 89-2213-E-040-001

執行期限：89年08月01日至90年07月31日

計畫主持人：楊惠雯 中山醫學大學牙醫系

共同主持人：黃何雄 中山醫學大學牙科材料研究所

計畫參與人員：林茂欽 中山醫學大學牙科材料研究所

廖容慧 中台醫護技術學院牙體技術系

一、中文摘要

為尋求改善傳統瓷邊緣瓷金屬融合牙冠 (porcelain margin of metal-ceramic crown) 之瓷邊緣於技工操作之製作方法，本研究利用光聚合樹脂基質與瓷粉混合之方法進行。瓷粉材料使用邊緣部瓷粉 (margin porcelain)；樹脂基質材料包括前聚合物 BDMA (1,3-butanediyl dimethacrylate) 及 EDMA (ethylene dimethacrylate)，分別加入感光劑 CQ (camphoroquinone) 與稀釋劑 TEGDMA (triethylene glycol dimethacrylate)，組合成為研究用光聚合樹脂基質液體再與瓷粉混合，光照硬化成形後製作實驗組試片，並以蒸餾水利用傳統方法與瓷粉混合製作對照組試片。實驗組與對照組同樣經乾燥、燒成等程序，完成試片之前處理。燒成後之試片分別測量其體積收縮率、密度與壓縮強度，並以顯微鏡觀察試片之表面性狀與內部氣泡。此外也觀察不同液體組合和瓷粉混合後與單齒模 (die) 邊緣部之分離程度及對邊緣適合性之影響等測試並比較其操作性，以及實驗組與對照組之金屬/陶瓷結合強度比較。

關鍵詞：金屬陶瓷牙冠，瓷邊緣，光聚合樹脂基質，金屬/陶瓷接合強度。

Abstract

Porcelain margin metal-ceramic crowns are widely used due to their superior esthetics. The application of light-cured resin matrix/porcelain powder mixture to the porcelain margin of a metal-ceramic crown is an interesting and a new technique nowadays. In the present investigation, we blended the margin porcelain powder with the light-cured resin matrix to prepare specimens for the experimental groups, and with the distilled water for the control group. The light-cured resin matrix consisted of BDMA or EDMA (as a prepolymer), TEGDMA (as a diluent), CQ (as a photoinitiator) and DEAEEMA (as an accelerator). We measured various properties, namely physical property, mechanical property and biocompatibility, of the test specimens. In other words, volumetric shrinkage, density, compressive strength, surface characteristics, internal porosity, biocompatibility, the separability of the condensed porcelain with the stone die, and the marginal fit of each group. The bonding strength of metal/ceramic was also investigated. The possibility of mass application of light-cured resin matrix/ceramic powder mixture technique to the porcelain margin of metal-ceramic crown was evaluated in the present study.

Key words: metal-ceramic crown, porcelain margin, light-cured resin matrix, metal-ceramic bonding strength.

二、緣由與目的

瓷金屬融合牙冠 (porcelain fused to metal

crown) 具有良好的審美性，令人滿意的強度與耐久性，近年來廣泛地應用在牙科臨床治療上，尤其常見於前牙區之修復。但在臨床上也常見因瓷金屬融合牙冠之金屬邊緣露出而影響美觀之情形¹，例如當牙齦發生退縮時或是在牙齦較薄的部位，常會露出此金屬邊緣或透出金屬邊緣而呈現一黑線 (dark line)，導致美觀上的障礙。為解決此一問題，許多牙醫師刻意將金屬邊緣的厚度變薄，但金屬愈薄愈易發生變形^{2,3}；或是以瓷粉遮蓋住此金屬邊緣，卻因此而造成齒頸部外型過於突出 (over contour) 導致牙菌斑 (plaque) 堆積及牙齦發炎^{2,4}。目前臨床上則使用瓷邊緣瓷金屬融合牙冠 (porcelain margin of metal-ceramic crown or collarless metal-ceramic crown)，可用以解決上述之問題。此種設計，結合了傳統瓷金屬融合牙冠之強度與瓷套冠 (porcelain jacket crown) 邊緣部之美觀第二項優點⁵⁻¹¹。

瓷邊緣瓷金屬融合牙冠首先由 Brecker¹² 於 1956 年首先採用，他建議可將唇側齒頸部的金屬邊緣除去，改以陶瓷形成邊緣部以增加美觀。之後，由於對審美性要求的提高與技工操作之進步，瓷邊緣瓷金屬修復物逐漸受到歡迎。關於此種修復物的製作技術，McLean¹³ 將之分成下列三大類：(I) 白金箔 (platinum foil matrix)^{2,14-16} 法；(II) 耐火單齒模 (refractory die)¹⁶⁻¹⁹ 法；(III) 直接舉上 (direct lift-off)^{13,20-23} 法等。但應用以上幾種方法在技工操作上仍有許多問題存在；例如，白金箔完全壓貼有困難、需複製耐火模型 (refractory model)、耐火模型材料強度不足以及瓷粉堆築後與單齒模 (die) 完全分離有困難等，因此難以得到理想的瓷邊緣瓷金屬融合牙冠。

為改善這些問題，陸續有許多學者提出改進的方法，這些方法包括以蠟^{1,7,24,25}、製模液體 (modeling fluid)²⁶、包埋液 (investment liquid)²⁶、矽酸鈉溶液 (sodium silicate solution)²⁷ 來取代傳統使用之蒸餾水作為與瓷粉混合之介質。最近 Pinnell 等人²⁸ 更提出使用光聚合黏著劑 (bonding agent) 與瓷粉混合，作為邊緣部瓷粉堆築之方法。而使用這些不同介質的目的，不外乎是為了獲得較蒸餾水為優的操作性、與單齒模間得到更完整性的分離、減少邊緣部瓷粉的體積收縮或是邊緣部變圓 (rounded margin) 之現象等等。

在這些方法中，利用光聚合方法來進行邊緣部瓷粉之堆築，不失為一簡單且有效的方法；然而臨床上使用此種方法的最適當條件仍未能確立，諸如使用光聚合樹脂基質 (light-cured resin matrix) 的成份、比例，以及各種組合條件下對其材料特性的影響等等。因此本研究利用不同光聚合樹脂基質組合，作為與瓷粉混合之介質，製作試片進行物性測試；另再利用直接舉上的技術以及光聚合方式進行邊緣部瓷粉之堆築，比較不同組合對瓷粉與單齒模之分離程度及其對邊緣適合性之影響，以求得最適當的樹脂基質成份組合，進而得到最理想的修復物。另外，本研究結果也將與傳統方法 (1) 陶瓷混合蒸餾水及 (2) 陶瓷混合專用液 (廠商提供) 進行比較，以瞭解瓷粉混合光聚合樹脂製作牙冠瓷

邊緣技術普遍被應用於臨床上之可行性。

二、結果

表 1 為實驗組與對照組之液體組成。表 2 為每組試片之測試分配。實驗結果分述如下：

1. 體積收縮率

各實驗組與對照組之平均體積收縮率列於表 3 及圖 1。比較使用不同樹脂基質組合與邊緣部瓷粉混合之各實驗組和使用蒸餾水與邊緣部瓷粉混合之對照組間的平均體積收縮率，可以發現各實驗組的平均體積收縮率均較對照組為大；而且除了 E3 組與對照組之間無顯著差異外，其餘各組均與對照組之間具有統計上的意義 ($P < 0.05$)。

2. 密度

各實驗組與對照組之平均密度大小列於表 4 及圖 2。比較各實驗與對照組之間之平均密度大小，可發現各實驗組之平均密度均較對照組為小，且各實驗組與對照組之間均有顯著差異 ($P < 0.01$)。

3. 壓縮強度

各實驗組與對照組之平均壓縮破裂強度列於表 5 及圖 3。比較各實驗組與對照組之間的壓縮強度可知，對照組之壓縮破裂強度最大，而實驗組中，除了 B3 及 E4 與對照組之間無顯著差異外，其餘各實驗組均與對照組之間有顯著差異。 ($P < 0.01$)。

4. 表面性狀

由掃描式電子顯微鏡 (SEM) 觀察試片表面之粗糙度及空洞大小，結果如圖 4。與實驗組相比較，可發現對照組試片之表面較平滑。實驗組中，樹脂基質組合內未添加稀釋劑之 B1、B2、E1 與 E2，其表面最為粗糙且成不規則狀，有各種空洞 (voids) 及氣泡。至於有添加稀釋劑之 B3、B4 與 E3、E4，其表面則較未添加稀釋劑之實驗組平滑些，空洞及不規則壘 (ridge) 較少，但仍較對照組粗糙。

5. 內部氣泡

比較試片內部氣泡之生成情形 (圖 5)，可發現使用蒸餾水之對照組試片，因能混入之瓷粉量較多亦較緻密，所以試片內部之氣泡數目最少且體積亦較小。實驗組中，則不論使用何種前聚合物，凡是樹脂基質組合中有添加稀釋劑之實驗組，其氣泡數目及大小均與對照組類似；而未添加稀釋劑之實驗組試片，其內部氣泡則相對較大且較多。

6. 瓷粉與單齒模之分離程度

比較各組與單齒模邊緣部的分離程度，可發現各實驗組之分離程度較對照組為佳，殘留在單齒模邊緣部的瓷粉量較少。至於實驗組中，若樹脂基質組合中含感光劑為 1.0wt.% 之實驗組，其分離程度較 0.1wt.% 之實驗組為優；表示感光劑較高之實驗組在經過可見光光源照射後，其聚合程度較高，因此與單齒模之邊緣部的分離程度較好，殘留之瓷粉量較少。

7. 邊緣適合性

修復物與支柱牙間的邊緣適合性受許多因素的影響。本研究比較經過黏著之修復物與單齒模間的邊緣適合性。實驗組中，感光劑為 1.0wt.% 之實驗組，因其分離程度較優、聚合程度較高，因此能產生較為平滑的邊緣，適合性亦相對較佳 (圖 6)。至於感光劑為 0.1wt.% 之實驗組及對照組，因其與單齒模邊緣部之分離程度較差，有較多瓷粉殘留於單齒模上，因而產生較粗糙、適合性較差之邊緣。

8. 金屬/陶瓷接合強度

本研究利用三點彎曲試驗法評估金屬/陶瓷破裂負荷。圖 7 為金屬/陶瓷試片外觀。圖 8 為三點彎曲試驗進行時之狀況 (中心受力點為金屬側)。表 6 為三種 Ni-Cr 金屬表面燒附陶瓷 (包括光聚合樹脂基質混和瓷粉 (採用表 1 之 E4 組條件) 及專用液混合瓷粉兩種試片) 的金屬/陶瓷三點彎曲試驗結果。結果顯示，破裂的位置均發生在金屬與不透光瓷層 (opaque) 界面，金屬/陶瓷破裂負荷質在 421 ~ 612 g 範圍。相對而言，利用專用液混合瓷粉的試片之破裂負荷值稍高於利用光聚合樹脂基質混和瓷粉的試片。

四、結論

實驗結果顯示：1). 實驗組試片之體積收縮率較大；密度較對照組試片為小；壓縮強度也較對照組試片為小。2). 添加稀釋劑之實驗組及對照組試片以掃描式電子顯微鏡觀察其表面，發現較未添加稀釋劑之試片為平滑，內部氣泡也較少且較小。3). 與單齒模之分離程度則以添加 1.0wt.% 感光劑之實驗組為優；分離程度較佳者邊緣適合性也相對較佳。4). 利用專用液混合瓷粉的試片之破裂負荷值稍高於利用光聚合樹脂基質混和瓷粉的試片的試片。由以上結果可知，利用光聚合樹脂基質混合瓷粉的技術製作瓷金屬牙冠之邊緣是可行的方法。

五、計畫成果自評

本研究已依計畫書內容如期完成，並得到重要結果可供臨床參考。目前正準備將研究成果發表於國內外相關期刊，未來亦將延續本計畫的研究成果，繼續深入探討此技術之改善及其他方面的應用性。

六、參考文獻

1. Prince J, Donovan TE, Presswood RG. The all - porcelain labial margin for ceramometal restorations: A new concept. J Prosthet Dent, 50: 793 - 796, 1983.
2. Goodacre CJ, Van Roekel NB, Dykema RW, Ullmann RB. The collarless metal ceramic crown. J Prosthet Dent, 38: 615 - 622, 1977.
3. Silver M, Klein G, Howard MG. An evaluation and comparison of porcelain fused to metal. J Prosthet Dent, 10: 1055, 1960.
4. Loë H. Reaction of marginal periodontal tissues to restorative procedures. Int Dent J, 18: 759, 1968.
5. Prince J, Donovan T. The esthetic metal-ceramic margin: A comparison of techniques. J Prosthet Dent, 50: 185 - 192, 1983.
6. Donovan T, Prince J. An analysis of margin configurations for metal-ceramic crowns. J Prosthet Dent, 53: 153 - 157, 1985.
7. Schrader JA, Duke ES, Haney SJ, Herbold ET. Volumetric shrinkage of a porcelain suspended in wax technique. J Prosthet Dent, 55: 302 - 304, 1986.
8. Wanserski DJ, Sobczak KP, Monaco JG, McGivney GP. An analysis of margin adaptation of all-porcelain facial margin ceramometal crowns. J Prosthet Dent, 55: 289 - 292, 1986.
9. Arnold HN, Aquilino SA. Marginal adaptation of porcelain margins in ceramometal restorations. J Prosthet Dent, 59: 409 - 417, 1988.
10. Koidis PT, Schroeder K, Johnston W, Campagni. Color consistency, plaque accumulation, and external marginal surface characteristics of the collarless metal - ceramic restoration. J Prosthet Dent, 65: 391 - 400, 1991.
11. Boyle JJ, Jr., Naylor WP, Blackman RB. Marginal accuracy of metal ceramic restorations with porcelain facial margins. J Prosthet Dent, 69: 19 - 27, 1993.
12. Brecker SC. Porcelain baked to gold-new medium in prosthodontics. J Prosthet Dent, 6: 801 - 810, 1956.
13. McLean JW. The Science and Art of Dental Ceramics. Vol. 2. Quintessence Publishing Co. Inc, Chicago. p. 322, 1979.
14. Choung CK, Garlapo DA, Brown MH, Sorensen SE. Procedure for a simplified collarless metal - ceramic restoration using gold powder. J Prosthet Dent, 47: 449 - 453, 1982.
15. Johnston JF, Mumford G, Dykema RW. Modern Practice in Dental Ceramics. WB Saunders Co, Philadelphia. p. 235, 1967.
16. Jeffrey T. Construction of combination porcelain to gold and porcelain jacket. NACDL J, 16: 17, 1969.
17. Schneider DM, Levi MS, Mori DF. Porcelain shoulder adaptation using direct refractory dies. J Prosthet Dent, 36: 583 - 587, 1976.
18. Sozio RB, Riley EJ. A precision ceramic-metal restoration with a facial butted margin. J Prosthet Dent, 37: 517 - 521, 1977.
19. Vickery RC, Badinelli LA, Ratke RW. The direct fabrication of restorations without foil on a refractory die. J Prosthet Dent, 21: 227 - 234, 1969.
20. Toogood GD, Archibald JF. Technique for establishing porcelain margins. J Prosthet Dent, 40: 464 - 466, 1978.

21. Vryonis P. A simplified approach to the complete porcelain margin. J Prosthet Dent, 42: 592 - 593, 1979.
22. Hunt JL, Cruickshanks-Boyd DW, Davies EH. The marginal characteristics of collarless bonded porcelain crown produced using a separating medium technique. Quintessence Dent Technol, 2: 21, 1978.
23. Hunt JL, Cruickshanks-Boyd DW. A technique for the production of collarless porcelain crowns using liquid separating media. Dent Update, 7: 483, 1980.
24. Wiley MG, Huff TL, Trebilcock C, Girvan TB. Esthetic porcelain margin: A modified porcelain - wax technique. J Prosthet Dent, 56: 527 - 530, 1986.
25. Belles DM, Cronin RJ, JR, Duke ES. Effect of metal design and technique on the marginal characteristics of the collarless metal ceramic restoration. J Prosthet Dent, 65: 611 - 619, 1991.
26. Kessler JC, Brooks TD, Keenan MP. The direct lift-off technique for constructing porcelain margin. Quintessence Dent Technol, 10: 145 - 150, 1986.
27. Edge MJ, Maccaroni T. An Alternate method for establishing porcelain margins. J Prosthet Dent, 57: 276 - 277, 1987.
28. Pinnell DC, Latta GH, Jr., Evans JG. Light - cured porcelain margins: A new technique. J Prosthet Dent, 58: 50 - 52, 1987.

表 1 實驗組與對照組之液體組成

組別	前聚合物	稀釋劑	加速劑	感光劑
	BDMA/EDMA	TEGDMA	DEAEMA	CQ
實驗組				
B1	2	0	1.0wt.%	1.0wt.%
B2	2	0	1.0wt.%	0.1wt.%
B3	2	1	1.0wt.%	1.0wt.%
B4	2	1	1.0wt.%	0.1wt.%
E1	2	0	1.0wt.%	1.0wt.%
E2	2	0	1.0wt.%	0.1wt.%
E3	2	1	1.0wt.%	1.0wt.%
E4	2	1	1.0wt.%	0.1wt.%
對照組				
C	蒸餾水			

表 2 每組試片之測試分配

試片 (15個/組)	體積收縮	密度	壓縮強度
	(9個/組)	(9個/組)	(9個/組)
	表面性狀		(3個/組)
	內部氣泡		(3個/組)

表 3 各實驗組與對照組之平均體積收縮率

組別	N	Mean (%)	SD	P *
B1	9	29.06	1.08	<0.01
B2	9	27.78	1.51	<0.01
B3	9	27.18	0.45	<0.05
B4	9	27.33	1.02	<0.05
E1	9	31.39	0.95	<0.01
E2	9	30.88	1.77	<0.01
E3	9	26.63	1.40	>0.05
E4	9	27.80	1.30	<0.01
C	9	26.08	1.18	

表 4 各實驗組與對照組之平均密度大小

組別	N	Mean (g/cm ³)	SD	P *
B1	9	2.10	0.04	<0.01
B2	9	2.11	0.05	<0.01
B3	9	2.18	0.02	<0.01
B4	9	2.14	0.03	<0.01
E1	9	2.06	0.03	<0.01
E2	9	2.14	0.04	<0.01
E3	9	2.17	0.03	<0.01
E4	9	2.18	0.02	<0.01
C	9	2.21	0.02	

表 5 各實驗組與對照組之平均壓縮破裂強度

組別	N	Mean (kgf)	SD	P *
B1	9	15.85	1.62	<0.01
B2	9	17.29	1.90	<0.01
B3	9	21.35	4.23	>0.05
B4	9	19.76	3.94	<0.05
E1	9	18.17	3.77	<0.01
E2	9	17.96	2.79	<0.01
E3	9	18.87	1.63	<0.01
E4	9	23.22	4.54	>0.05
C	9	24.32	2.15	

表 5 金屬/陶瓷三點彎曲試驗結果

材料 性質	TA/LC	TA/P	W99/LC	W99/P	NiTi/LC	NiTi/P
	破裂負荷, g	482	524	537	563	421
破裂位置	金屬/不透光瓷層 界面	金屬/不透光瓷層 界面	金屬/不透光瓷層 界面	金屬/不透光瓷層 界面	金屬/不透光瓷層 界面	金屬/不透光瓷層 界面

1. TA, W99, NiTi 分別為 Ni-Cr 合金 Talladium, Wiron 99 及 NiTi-8 等廠牌之縮寫。
2. LC 及 P 分別為光聚合樹脂基質混合瓷粉(表 1 之條件 E4)及專用液混合瓷粉之試片。

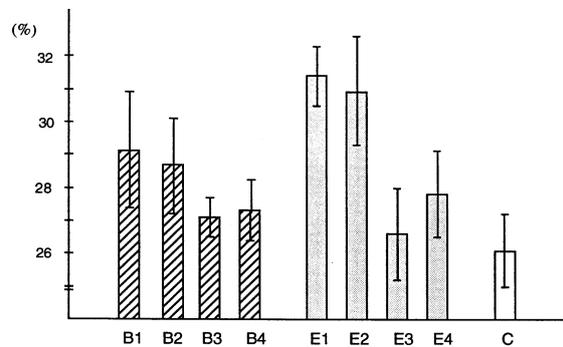


圖 1 各實驗組與對照組之平均體積收縮率

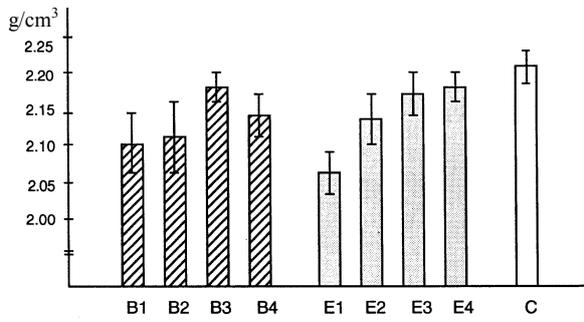


圖 2 各實驗組與對照組之平均密度大小

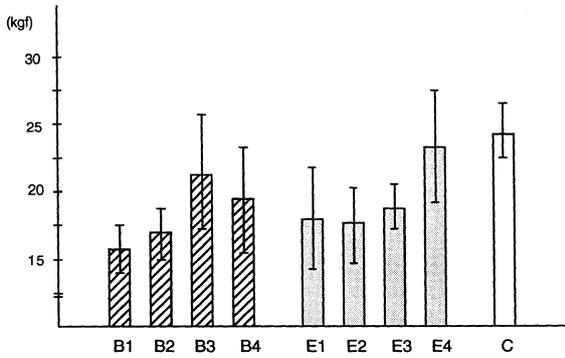


圖 3 各實驗組與對照組之平均壓縮破裂強度

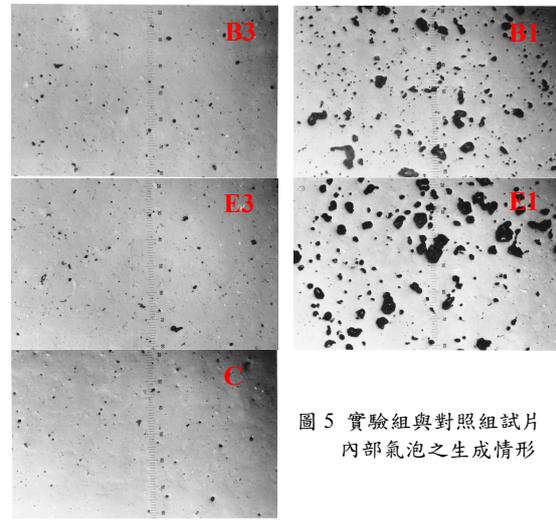


圖 5 實驗組與對照組試片內部氣泡之生成情形

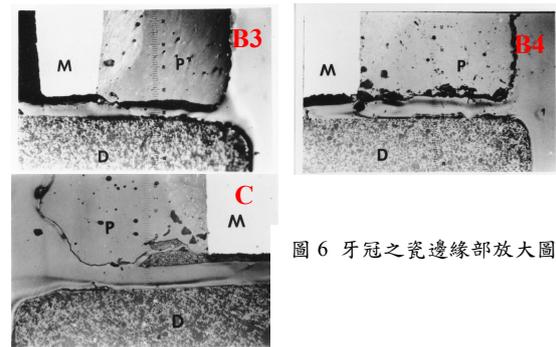


圖 6 牙冠之瓷邊緣部放大圖

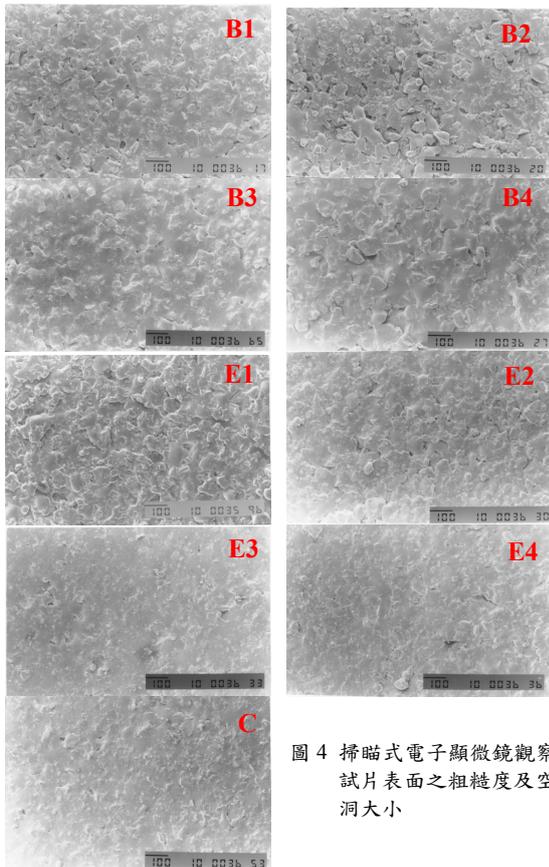


圖 4 掃描式電子顯微鏡觀察試片表面之粗糙度及空洞大小

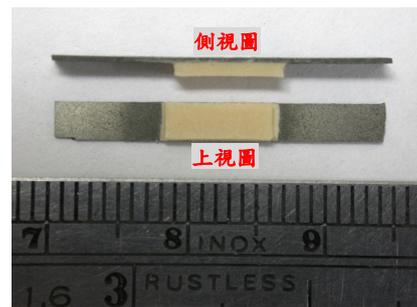


圖 7 金屬/陶瓷結合強度試驗試片外觀

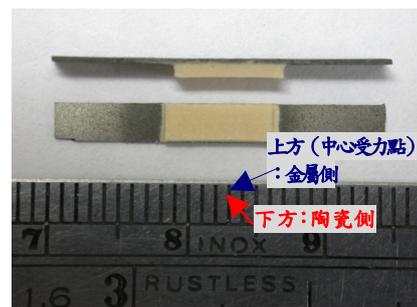


圖 8 三點彎曲試驗進行時之狀況 (試片上方中心受力點為金屬側)