

後牙區樹脂黏合牙橋與支台齒界面之有限元素應力分析

林峻立^{*1} 李惠娥² 張志涵³ 張耕華³ 林鼎勝³

¹長庚大學機械工程系所

²高雄醫學大學牙醫學研究所

³國立成功大學 醫學工程研究所

收件日期2000年12月12日；接受日期2001年4月25日

摘要

由於幾何外型的複雜及結構的不穩定性，使得樹脂黏合牙橋與支台齒界面的結合強度對於牙橋在臨床使用上的成功率是一個非常重要的考量因素，但臨床觀察或一般的實驗方法卻很難得知咬合力與界面結合強度間的關係，因此本研究利用三維有限元素分析針對咬合應力與牙橋界面破壞之關係進行探討。由於樹脂黏合牙橋幾何結構的複雜，本研究首先利用影像處理技術及CAD (Pro/Engineer) 系統建構出牙橋與支台齒之三維實體模型 (solid model)，再將其輸入有限元素軟體中 (ANSYS v5.3) 進行分析，首先在界面結合良好的情況下 (即界面為bonded)，針對九組不同的咬合力進行固位器和支台齒之界面應力分析，其次再利用先前所分析出來對界面末端產生最大應力值的咬合力，對兩組不同的界面破壞模式 (依臨床破壞模式及應力集中模式設定) 進行分析 (即界面為de-bonding)。結果發現當界面尚未發生破壞時，作用於第二大臼齒頰側遠心咬頭向舌側呈45°之咬合力會對界面末端下方造成應力集中之現象而容易導致界面產生破壞；在咬合力對界面破壞的影響方面，由分析結果得知所模擬的兩種破壞模式 (依臨床破壞模式及應力集中模式設定) 下，咬合力均會造成義齒支架與牙齒之界面末端產生應力集中的情形，並沿著義齒支架下緣往牙橋本體方向發生，故若以應力為破壞的指標，界面應沿著此方向破壞，但此現象卻與臨床觀察之破壞趨勢不同，因此本研究推斷當界面產生破壞後，應力可能並非導致界面加速破壞的最主要原因，酸性物質的腐蝕作用可能係一更重要之因素。

關鍵詞：樹脂黏合牙橋、界面、有限元素法

前言

臨床上臼齒的早期缺失常會使相鄰的牙齒在受到長期咬合力的作用下而向近心方向傾倒 (mesio-tipping) (如圖一 (a))，這種現象不但會造成齒列不整齊影響美觀之外，更容易造成食物以及唾液中之酸性物質在缺牙處的堆積、腐蝕，使缺牙處周邊的牙齒在長期的腐蝕作用下對冷、熱產生敏感 (hypersensitive)，甚至會破壞牙週組織，進而引起齦齒以及牙週的疾病。因此在臨床治療上，牙醫師大多會採用傳統固定式牙橋 (conventional fixed partial denture) 來進行修復工作 [1, 2] (如圖一 (b)、(c))，傳統固定式牙橋可以將多顆牙齒連結在一起，在臨床使用上有較強的結構來承受咀嚼所產生之咬合力，然而在傳統固定式牙橋製造的過程中，挖除牙釉質是非常重要的工作，由於牙釉質的厚度很薄 [2]，因此常常在進行挖除、修形之過程中，可能會挖除過多的牙釉質而傷及牙本質 (dentin)，而牙本質的鈣化程度較牙釉質低很容易遭受到外力的作用而產生破壞；當牙本質被破壞後會造成口腔內細菌以及不乾淨之物質經由造牙本質細胞 (odontoblast) 傳入牙髓腔 (pulp) 中，進而破壞牙髓腔內之牙神經，最後會造成整顆健康的牙齒必須接受根管治療甚至必須拔除，因此在製作過程中須耗費大量之時間及

精力；基於上述原因及齒列審美觀的逐漸重視，Rochette [3] 於1973年便提出所謂“樹脂黏合牙橋 (resin-bonded bridge)”的設計概念，在樹脂黏合牙橋的製作過程中，只需將兩顆支台齒舌側 (lingual side) 邊緣以及靠近缺牙處兩端之牙釉質作少部分修形，以兩個厚度約略等於牙釉質邊緣修形之厚度的固位器 (retainer)，利用複合樹脂 (composite resin) 固定於支台齒之舌側處，經由連接體與牙橋體結合便可達到與傳統牙橋相同的功能，如圖二所示。

由於樹脂黏合牙橋並不需要挖除全部之牙釉質，因此降低了製作過程中破壞牙本質之危險性以及傷害牙神經之機率，不但保有健康牙本質齒質之功能，同時也兼顧了美觀上之考量。然而在幾何外形及機械結構上，樹脂黏合牙橋相較於傳統固定式牙橋而言卻相對的複雜及不穩定，樹脂黏合牙橋在結構上僅依賴連結體與兩邊的固位器 (retainer) 固定於支台齒上，在臨床應用中常常會造成固位器與支台齒間的固位強度過低 (lower retention rate)，使得牙橋與支台齒因無法緊密結合而產生鬆脫的現象 [4]，最後導致治療失敗。在固位器與支台齒界面早期破壞的過程中，牙橋本身設計不良或材料熱漲冷縮等問題常會造成牙橋與支台齒界面無法完全密合，而此種現象於固位器末端尤為嚴重常會因結合界面無法密合而產生微裂縫 [5] (50 ~ 59 μ m)，進而導致食物以及唾液中之酸性物質在此處的堆積，在酸性物質長期的腐蝕作用之下便容易造成界面逐漸發生崩解 (de-bonding)而造成界

* 通訊作者：林峻立

電話：+886-3-3283016 ext. 5759；傳真：+886-3-3283031

電子郵件信箱：cclin@mail.cgu.edu.tw