



車輛結構的不定時炸彈--您絕對不能忽視的金屬疲勞破壞

車輛中心 零件品質部/環境測試課 張榮明

是否層聽聞或於開車的時候，看見車子的零件掉落在道路上，或是看見拖著排汽管行駛的汽車呢？大部分發生上述現象的主要原因，就是因為車輛零件產生疲勞(Fatigue)破壞。

車輛行駛於道路時，由於受到路面凹凸不平及引擎振動的因素，使零件受到反覆的負荷。這樣的負載雖不會馬上造成產品的損壞，但其能量會持續累積。當產品經過一定的工作時間或里程時，若所設計或製造的產品無法承受此累積負荷時，零件便發生損壞。一旦發生破壞時可能造成使用者或其他車輛的傷害，車輛業者則因破壞事件，而影響產品商譽，並須負責賠償，甚至召回產品等之責。

一般而言，車輛製造廠商於產品設計階段，會依據其產品之使用環境入力(如圖1所示)，藉由疲勞設計方法進行車輛產品之壽命設計。車輛工程常用的疲勞壽命預估方法包括有應力壽命法及應變壽命法等。其中應力壽命法是以零件之應力歷程，透過計算式(1)進行疲勞壽命之預測。應變壽命法則以零件之應變歷程，透過計算式(2)進行疲勞壽命之預測。如圖2所示，當零件壽命位於無限壽命時，表示產品在此環境下不會發生損壞。若位於有限壽命區時，則所設計之產品的壽命至少須大於設計壽命。以現今美國轎車的設計壽命一般是16萬公里，很多零組件的設計壽命就是16萬公里。而這個壽命是所謂的B10壽命，即要求汽車零組件達到這個壽命時發生失效的機率為10%，也就是90%的產品還能夠正常工作。

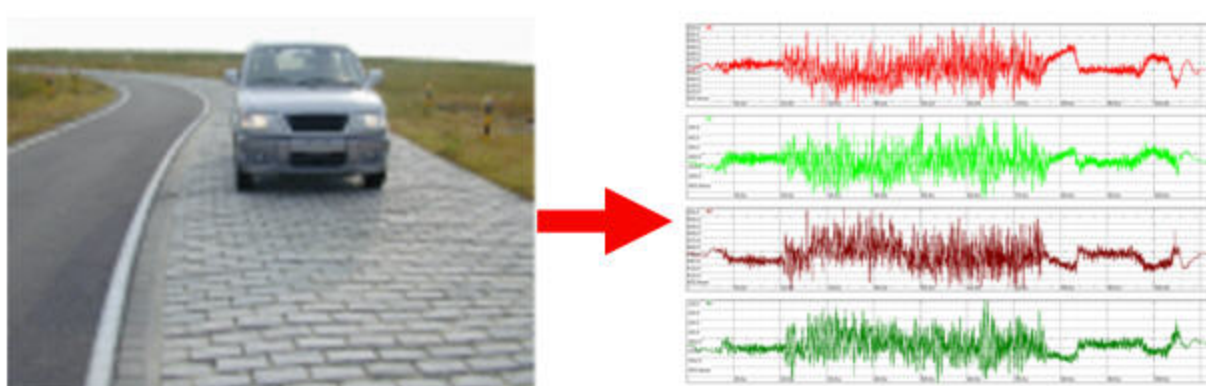


圖1 市場使用環境(行駛道路上受力波形)

$$\text{應力壽命計算式: } S = 10^C N^b \text{ 或 } N = 10^{-C/b} S^{1/b} \dots\dots\dots (1)$$

$$\text{應變壽命法計算式: } \frac{\Delta \epsilon}{2} = \frac{\sigma_f'}{E} (2N_f)^b + \epsilon_f' (2N_f)^c \dots\dots\dots (2)$$

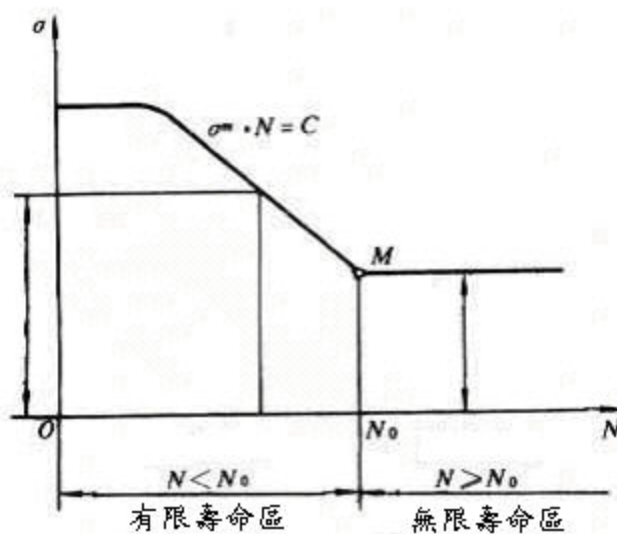


圖2 應力-壽命曲線

雖然利用疲勞壽命分析方法可預估出產品壽命，但因所製造出的產品具有公差及材質不一等，因此每一部汽車及其零組件的壽命變成是一個隨機變量。為了解實際產品的平均壽命，須進一步藉由試驗進行驗證。車輛中心(ARTC) 疲勞耐久實驗室為協助國內業者於產品開發、生產與製造過程中，進行產品之可靠性與耐久性的提升，已建立了可執行汽/機車零件及整車結構之強度與耐久性的完整能量與技術。目前已可協助業者以實際環境入力，透過加速耐久及疲勞壽命分析方法，進行產品耐久性驗證規格制定，並提供產品耐久性驗證服務(如排氣管、懸吊臂、減震筒、引擎支架及整車路況模擬耐久測試服務等)。除此之外，並可進一步搭配工程分析與實車入力訊號量測，協助汽、機車製造廠針對所開發的產品，進行如圖3所示之零組件與整車結構的耐久性分析及驗證，以便縮短產品開發時程及增進產品可靠性。

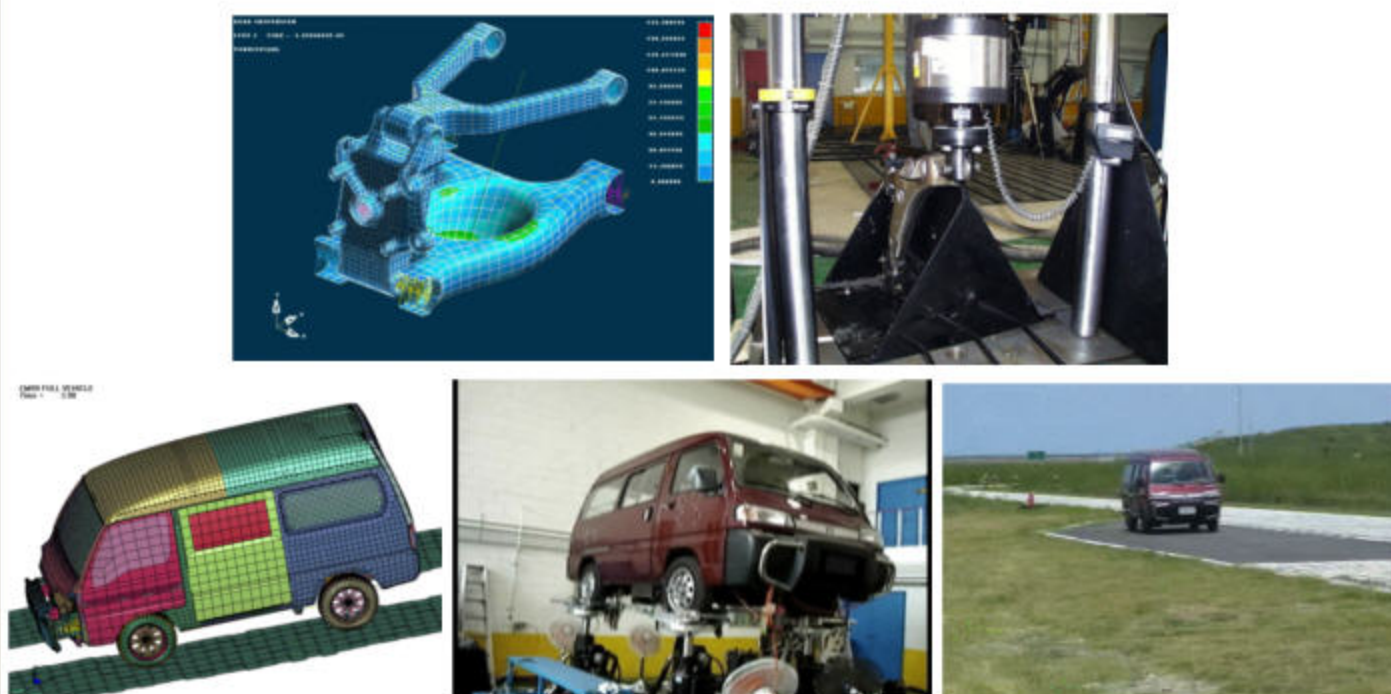


圖3 零組件與整車結構之耐久性分析及驗證

若想進一步瞭解疲勞耐久的驗證內容，請洽：

環境測試課 張榮明 工程師，04-7811222分機3305，e-mail: jrm@artc.org.tw

張誌煌 工程師，04-7811222分機2309，e-mail: jyhuang@artc.org.tw