

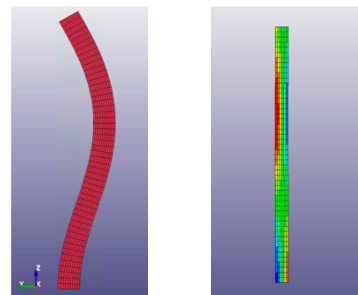
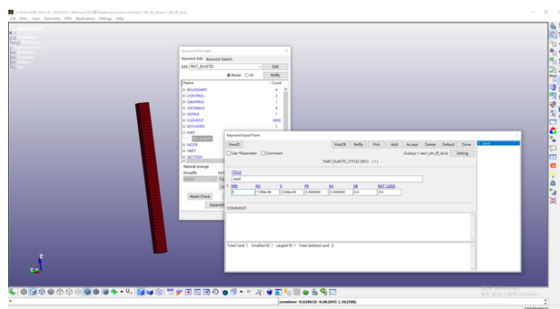
### (1)問題與分析

土木系課程，如大二「材料力學」及大三「鋼結構設計」，其部分章節內容需要相當程度的視覺化，以及憑藉學生們的想像力去揣想物體的變形行為，否則往往無法有效的學習。以結構的挫曲行為為例，物體的挫曲行為有多種模式，且其變形過程僅靠口述不容易闡明，若無適當教材輔助，學生難以勾勒出實際挫曲行為的表現，以及各種力學參數之影響。

### (2)目標與策略

為了彌補傳統教學教材之不足，本計畫將針對結構受壓時可能發生的不穩定行為，也就是挫曲，發展一套視覺化的教學教材，以期學生能夠透過這套教材，有效的感受不同的物理參數，如斷面性質、未支撐長度、以及邊界條件等，對挫曲行為的影響。

- 本計畫將先以有限元素軟體如 LS-DYNA 中，求取鋼結構於各種載重及邊界條件下之挫曲模態及強度。設定的參數除了斷面大小、長度、邊界條件的不同，還涵蓋了側撐的有無，讓學生得以明白不同的條件下，物體的受力情形、運動狀況以及應力分佈。



- 配合 Unity3D 及 steam VR tool 建置虛擬實境，學生即可於虛擬實境中親自操作介面，更改斷面、長度、邊界條件以及設定側撐的有無，實際感受挫曲模態及強度於不同參數組合下之變化，以提升對於挫曲行為的理解。除了相較傳統教材，視覺化能力有所提升外，透過同時比較不同參數設定下的挫曲模態並同步比對如軸力及變形等數據，學生能以實際挫曲模態和課堂所學的理论值做結合，且藉由操作介面引導學生主動式的學習，更能夠刺激學習動機與意願，並同時增加學習的成效。

教材中可設定之挫曲參數介紹介面：



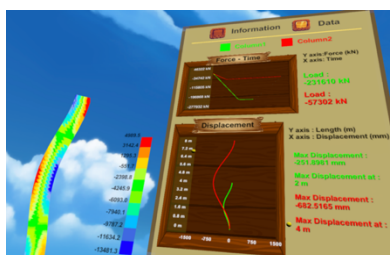
參數設定：



同時呈現兩個設定不同參數的鋼結構：



呈現挫曲發生時的應力分布、軸力以及變形等資訊：



- 為了能夠評估引進新教材所帶來的成效，將藉由教學前後測的方式來驗收學習成效。其中前後測的方法，將在課堂前後使用線上即時問答軟體 ZUVIO。即時問答一方面保證能夠最直接的反映學生們的程度與所學，另一方面可以有效控制學生們的作答時間，讓測驗的結果能夠最真實的反映教學成效。此外，也會採用定性的問卷調查，蒐集學生們的回饋及評估新教材的效益。

### (3) 成效與改變(預期)

除了關於挫曲的基本學理，學生透過於虛擬實境中之操作，可實際感受柱的挫曲行為，並懂得判別各種斷面性質、未支撐長度、以及邊界條件等參數對挫曲變形及強度之影響。

### (4) 評估與精進

為了評估新的教學教材其成效，當大二的材料力學課程進度完成挫曲的章節時，會選取一堂課將學生分組操作 VR 教具，並以前、後測以及問卷等方法對學生的學習情況進行定量及定性的評估，以具體了解 VR 教具對學生們理解挫曲行為之成效。

實際內容：

1. 選取課程：將以黃尹男教授所開授的材料力學課程作為評估對象。由於該課程於未來教室授課，並採用翻轉教學，不論分組或是場地皆相當適合 VR 教具的成效評估。
2. 分組方式：將使用與翻轉教學一樣的分組，除已可由平時的翻轉教學獲得各組學生的背景資料外，亦可回饋各組的評估成效予授課老師，進一步評估翻轉教學對學生們學習效果的影響。
3. 前測：在學生們操作 VR 教具前，以即時問答測驗的形式，分析學生們當下對於挫曲行為的理解程度。
4. 後測：在學生們操作 VR 教具後，同樣以即時問答測驗的形式，驗收學生對挫曲行為進一步理解的程度。
5. 問卷：在學生們填答完後測後，進行定性的成效評估。
6. 分析：從所收集到前、後測數據及問卷資料，定量及定性分析 VR 教具所帶來的學習成效。

前、後測的題目主要以學生在課堂上，作練習題及操作虛擬實境時，會接觸到之挫曲行為的觀念，以及各種參數對挫曲行為的影響為主。其中，題型為選擇題，能夠讓學生個別在限時內同時作答。此外，前、後測題目設計的內容與其困難程度是相近的，希望藉此得以比較學生在操作 VR 教具前後，對挫曲行為及各挫曲影響參數了解的增長程度，以分析 VR 教具對學生所帶來的教學成效。

目前 VR 教具中模型及操作介面已建置完備，即時問答(前、後測)及問卷也經過多次的討論並設計完畢，將確保可有效評估 VR 教具所帶來的學習效益，將於十一月中(學期第九週)的材料力學課堂上使用。