

## 第六章 有限元素分析模擬

### 6.1 概述

第三章以有限元素分析對具協力桿件梁柱接頭進行協力桿件長度差異及固定端彎矩降低比例不同之參數研究，其後規劃三組實尺寸試體進行結構實驗，證實此種型式接頭確實可改善傳統梁柱接頭之缺點。本章將試體真實物理性質，如梁柱尺寸、材料強度等，以有限元素分析軟體進行模擬，進而有限元素分析之可信賴程度。

### 6.2 模型之建立

本章所模擬的為 CM400，模型的建立、基本假設及細節與 3.2 節相同，並將其扇形開孔考慮至分析模型中，鋼材料性質則依照拉力試驗所得之真實材料強度(如表 4.3)修改，而應變硬化係數  $E_{sh}$  採用  $0.03E$ 。

### 6.3 分析結果比較

#### 6.3.1 載重-位移包絡線

圖 6.1 為模擬 CM400 與實驗之梁端載重-位移包絡線。圖中可看出實驗與模擬之包絡線非常接近，於 2% 弧度之前模擬相差不多；試體至 4% 弧度梁翼板發生局部挫屈導致勁度下降，但差異值仍在 2% 以內，模擬結果非常理想。

圖 6.2 為模擬 CM400 實驗之梁端載重-位移曲線。模型以反覆位移控制之載重方式與實驗時相同。由圖中可看出行程於正方向時到 4% 弧度之模擬皆極為準確；負方向因於 4% 弧度時梁翼挫屈嚴重，力量無法繼續提升，而分析程式無法準確模擬挫屈後強度，故仍有些許差異。但整體來說，其模擬亦相當接近實驗結果。值得一提的為應變硬化係數  $E_{sh}$  採用  $0.03E$ ，可提高所建模型之準確性。

### 6.3.2 應變分佈比較

圖 6.3 至圖 6.6 為 ANSYS 分析結果與試體 CM400 梁翼與協力桿件腹板應變分佈比較圖，取層間變位角 0.5%、2% 與 4% 時之應變做比較。兩座標軸分別表示應變計所在梁翼或梁腹之位置與其相對應各層間變位角應變之值，實驗所貼應變計詳細位置於圖 5.6 所示。

圖 6.3 與圖 6.4 分別為梁翼距離柱面 40 mm 位置處與 320 mm 位置處之應變分佈，可知層間變位角 0.5% 弧度時實驗值完全落於模擬曲線上，模擬準確度佳；但 2% 至 4% 弧度時，實驗之應變與模擬值趨勢大致相同，但無法準確模擬，推測因應變計位置接近梁柱交接面、銲接熱影響區，致使附近之應變值無法與模擬值吻合。

圖 6.5 與圖 6.6 分別為梁翼縱向與協力桿件距離柱面 200 mm 位置處腹板之應變分佈，於 0.5% 弧度時實驗值與模擬之應變相符

合；於 2%弧度之後實驗值分佈趨勢類似其模擬曲線，但無法與模擬之曲線吻合。

### 6.3.3 主應力分佈

一般而言，試體受力作用後裂縫處即為其最大主應力發生的地方；而從實驗中試體上石灰剝落的走向也可以得知其主應力產生的方向。圖 6.7 為 ANSYS 模擬 CM400 梁翼板受拉側主應力之等高線圖，可發現於彈性階段(層間變位角 0.5%弧度)其最大主應力發生於梁翼全滲透銲道處，並逐漸向外擴張，而實驗時亦從全滲透銲道處產生初始石灰剝落。1%弧度之後最大主應力由梁翼全滲透銲道及協力桿件支撐點之梁翼逐漸向外擴張，此與試體石灰剝落趨勢大致相符合。至層間變位角 4%弧度時，最大主應力發生於全滲透銲道兩側，顯示該處有較高之開裂破壞潛能，而實驗時梁翼全滲透銲道處產生之裂縫亦證實此現象。

## 6.4 結論

由 ANSYS 模擬實驗試體 CM400 可得知，試體各處之局部應變行為與實驗之應變大多無法相符合，推測其原因大多為銲接之熱影響和協力桿件支撐處附近挫屈後有較為複雜的應變分佈情形。就試體載重-位移曲線整體而言，ANSYS 除挫屈後之曲線無法與實驗之曲線吻合外，其模擬則非常接近實驗結果；此外，ANSYS 模擬主應力之分佈亦與實驗時石灰剝落情形相符合。