

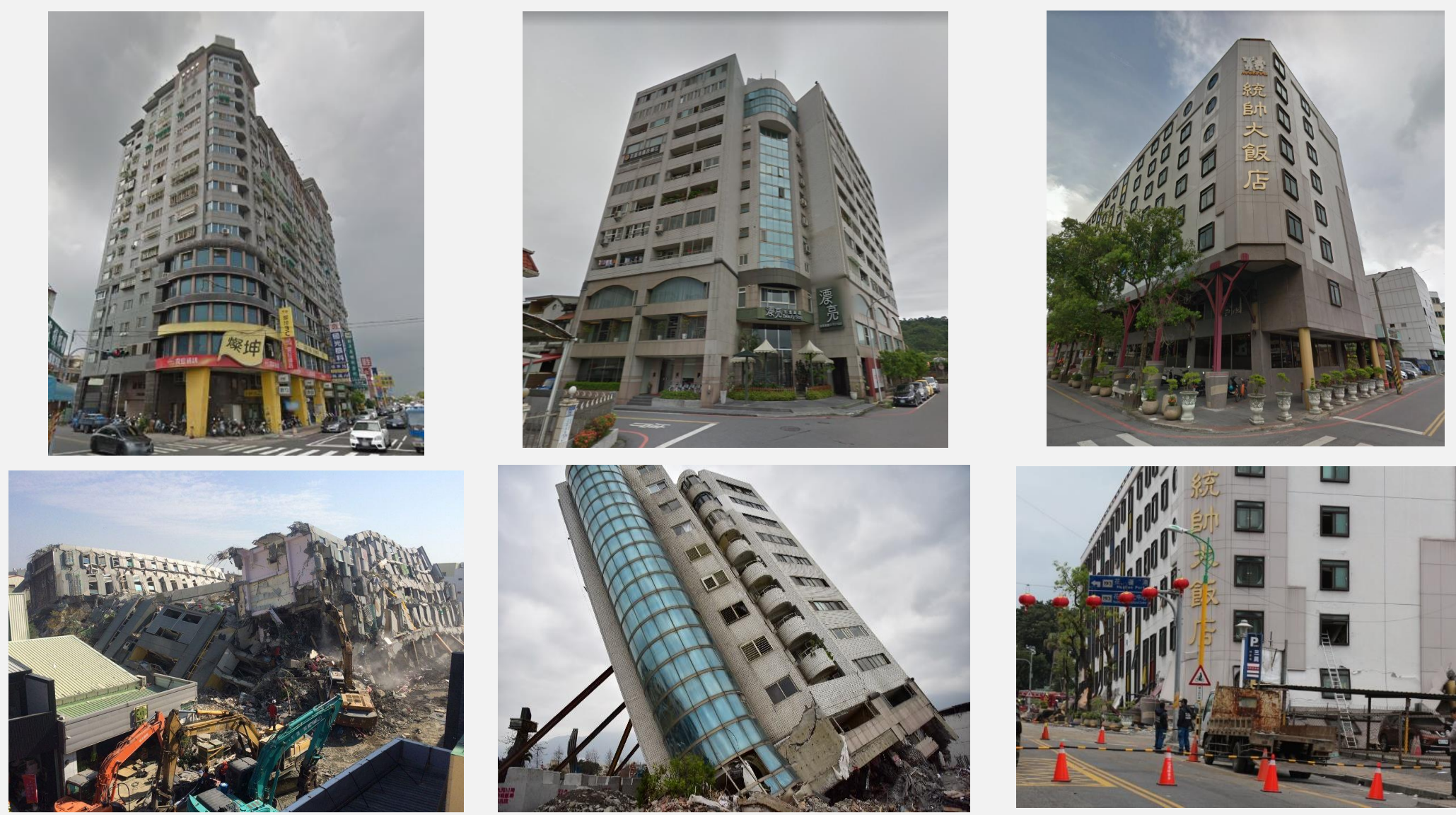
# 應用非線性動力分析法於中高樓層軟弱層及扭轉不規則建築之詳細耐震能力評估

## Seismic Evaluation of Middle to High-rise Building Structure with Weak Story and Torsional Irregularity – Using Nonlinear Dynamic Time history Analysis Method

- 主管單位：內政部建築研究所
- 合作單位：成功大學土木工程學系
- 計畫主持人：劉光晏、盧煉元、蕭輔沛
- 計畫參與人：陳慶輝、李官峰、胡耀騰、邱佳晨、黃慧佳

### 一、計畫緣起

中高樓層住商混合大樓為地震災害中最为嚴重的一群建築物。以0206美濃地震為例，「維冠金龍大樓」之倒塌，原因乃為單跨大樓之贅餘度低及牆量少形成軟弱底層，再者，樓梯間及電梯間配置於大樓之後側，形成前側弱、後側強，產生扭轉效應。另以0206花蓮地震，「雲門翠堤大樓」及「統帥飯店」為例，倒塌之原因係1999年以前的老舊建築物依據舊耐震設計規範，且底層開放空間，上層居住用途，具軟弱底層的缺陷。



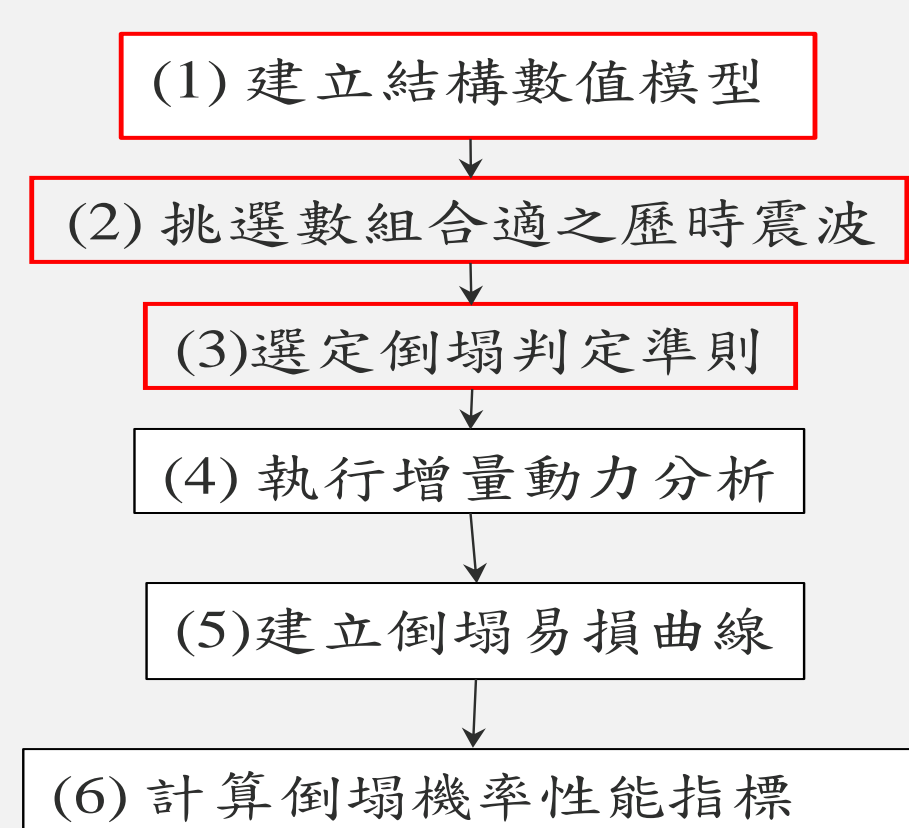
### 二、研究目的

本研究旨在研議一實用之機率式建物倒塌耐震評估方法與流程，該方法係簡化自美國FEMA P-58之非線性增量式動力分析法、倒塌易損分析法，並計及結構在強震下的非線性動態特性及地震力的不確定性等項因子，並以2個中高樓建物案例說明執行程序並和靜力側推分析比較，相關研究成果再彙整提供耐震設計規範修訂之參考。

### 三、計畫範圍及流程

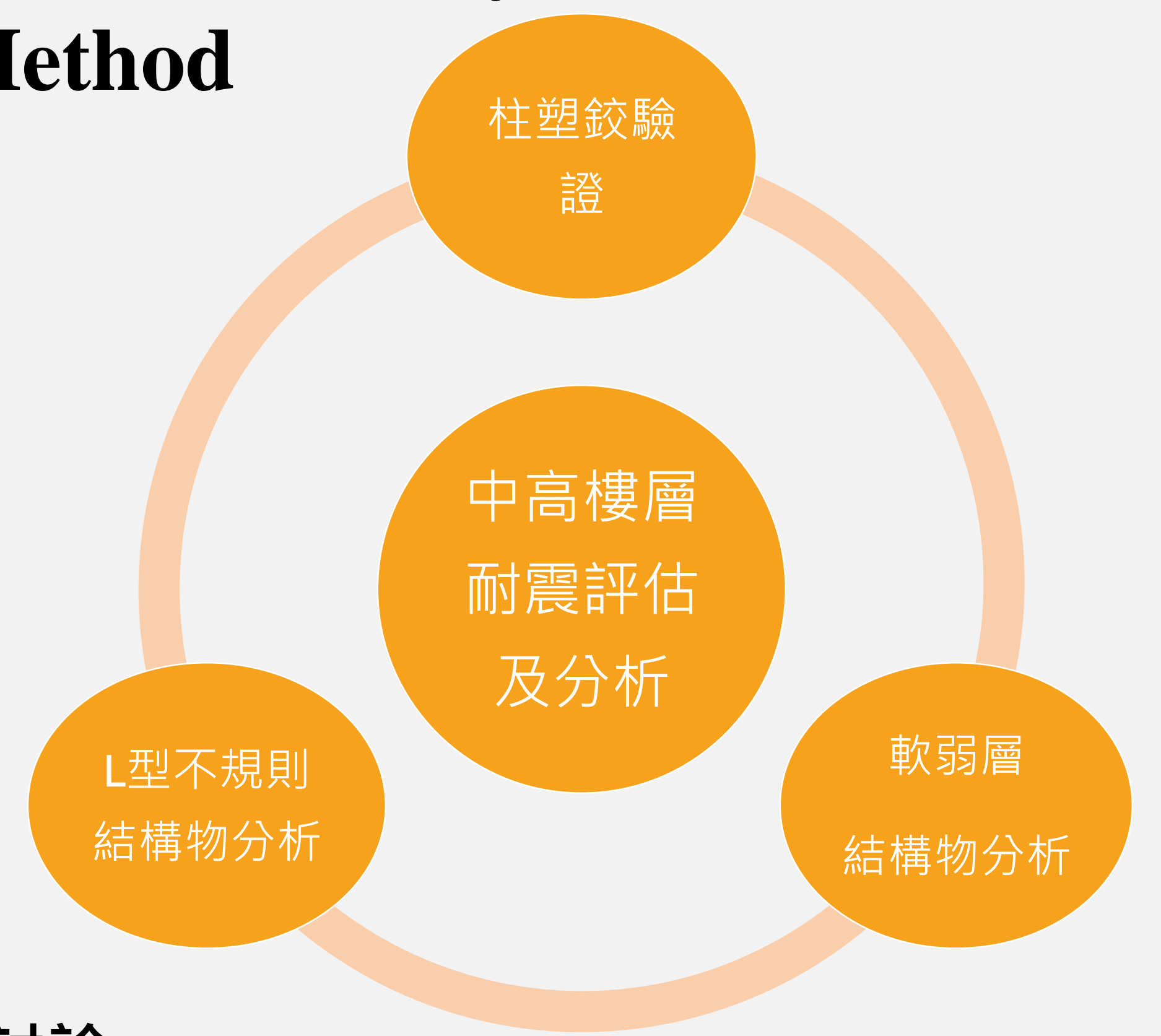
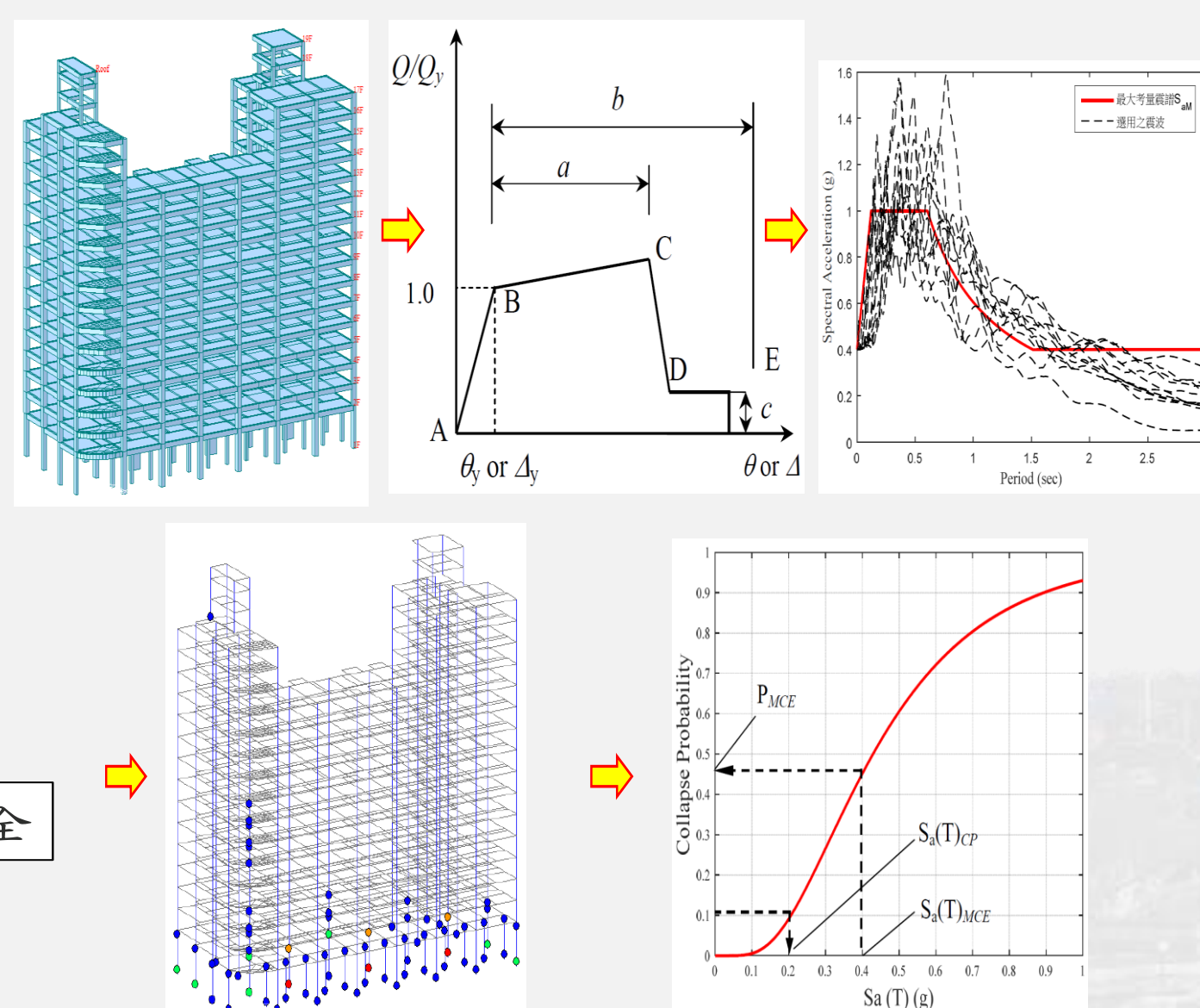
凡有下述任一情況之建築物，需以動力分析方法設計之：

- 高度等於或超過50公尺或十五層以上。
- 超過五層或20公尺，且勁度、重量配置或立面幾何形狀立面不規則性，或具有平面扭轉不規則性者。
- 超過五層或20公尺，非全高度具有同一種結構系統者。



(7) 判斷倒塌機率是否滿足容許值？

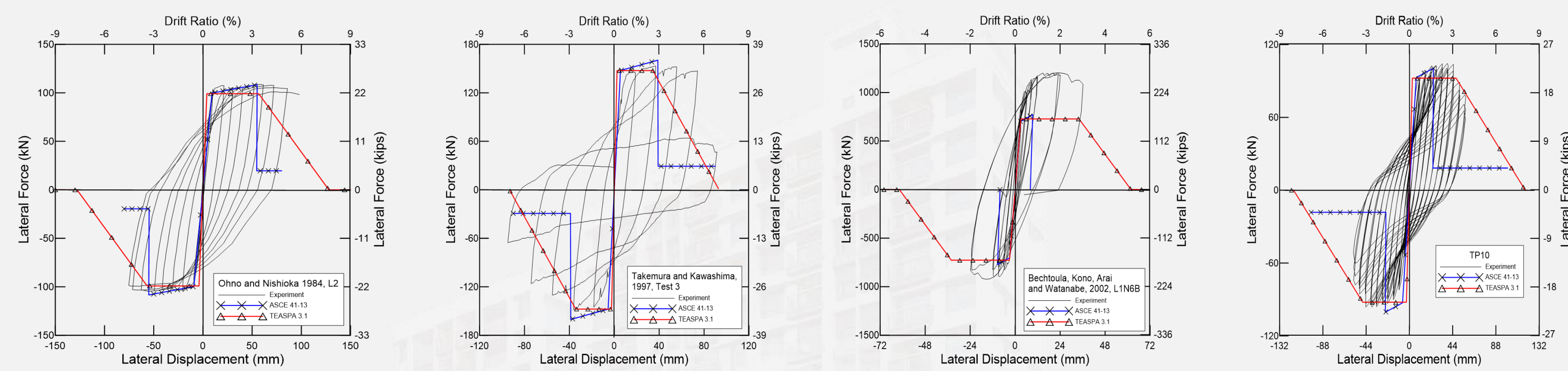
否 → 實施補強 | 是 → 安全



### 四、研究成果

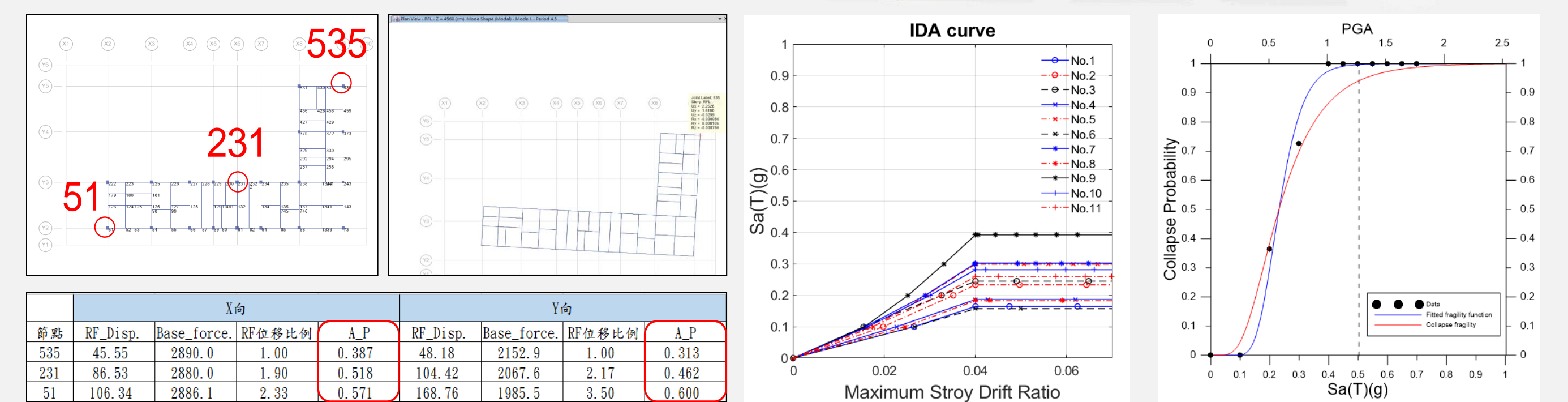
#### ① 實驗與分析結果討論

由PEER實驗資料庫以及日本實驗室資料庫還有國家地震中心之柱實驗資料，透過不同素鉸運算模式找出其分析精確性。



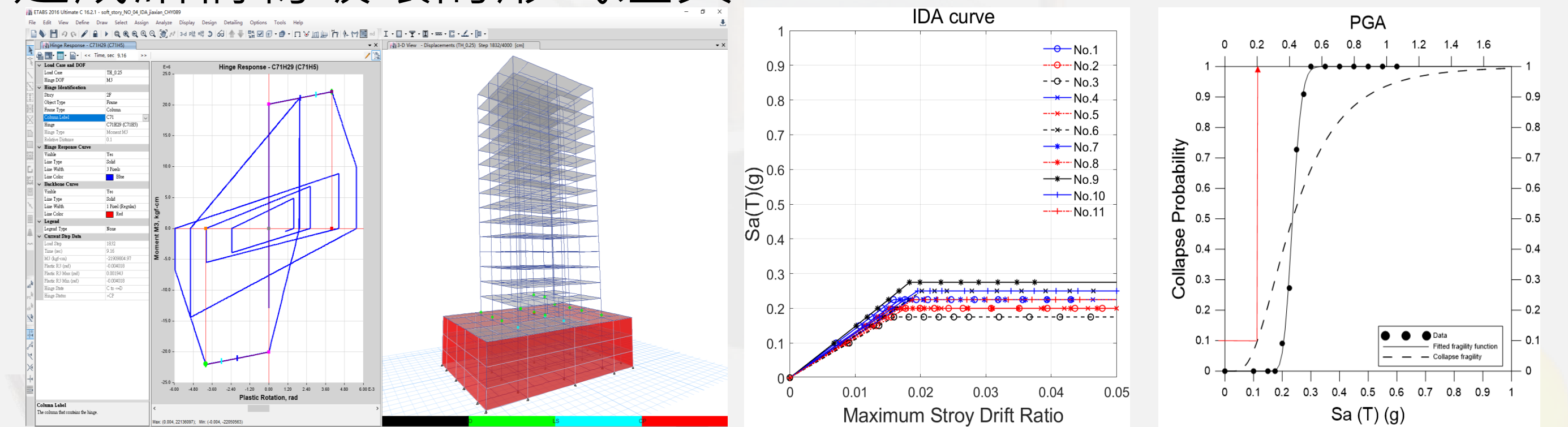
#### ② L型不規則結構物分析討論

結構模型使用L型，在地震作用下會產生不規則扭轉效應，透過增量動力分析及搭配塑鉸運算可以更精確掌握其破壞模式。



#### ③ 軟弱層結構物分析討論

結構物在一樓有挑高且牆體較少使一樓層之勁度較小，導致軟弱層現象發生。透過增量動力分析及搭配塑鉸可了解軟弱層效應造成結構物破壞的形式差異。



### 五、結論

1. 本計畫收集34組柱實驗資料，其中12組來自Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER)實驗資料庫、9組來自日本實驗室資料庫、13組來自國家地震中心實驗資料庫。有關梁、柱構件塑性鉸設定，經由實驗與分析驗證顯示，ASCE 41-13所建議之塑性鉸，針對最大強度的預測與單曲率柱實驗值接近，但高估雙曲率柱的強度。極限變形部分，低軸力下約可預測至4%層間位移角，但隨軸力增加則降低至2%層間位移角，屬於較保守的預測。相反的，TEASPA V3.1所定義之塑鉸參數，可有效掌握各種破壞模式，對於初始勁度、最大強度及極限變形，也有較合理的預測結果。
2. 進行非線性動力歷時分析時，如採用商用軟體（如：ETABS程式），塑鉸之設定必須由原有側推分析的P-M2、P-M3轉換為M2、M3塑鉸，使能啟動滯迴圖規則，例如Takeda模式，來描述塑鉸的加載與卸載行為。值得注意的是，受限於程式功能，動力分析中無法呈現軸力變化對塑鉸參數變化的影響。因此，M2及M3塑鉸參數至少須考慮構材的初始軸力（即靜載重及1/2活載重），分析結果才屬合理。
3. 非線性動力分析所需耗時較長，但對於平面或立面不規則性結構仍有必要。案例分析顯示，具扭轉不規則建築結構或軟弱底層建築結構，以機率式倒塌易損曲線方式判定，其地表加速度值較側推分析評估結果低。尤其扭轉不規則建築結構受觀測點之點位選擇影響，結果變異性大。