

# AI結構非線性歷時分析

## AI Nonlinear Structural Seismic Response Time History Analysis

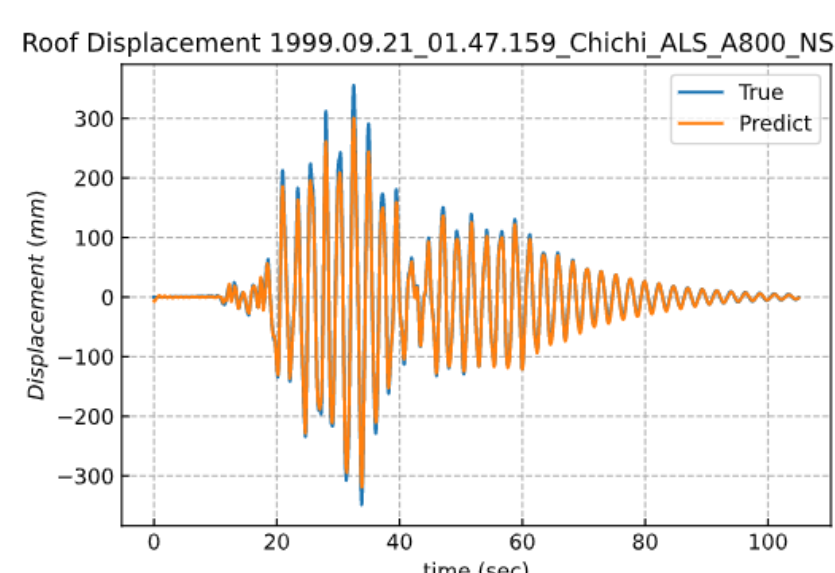
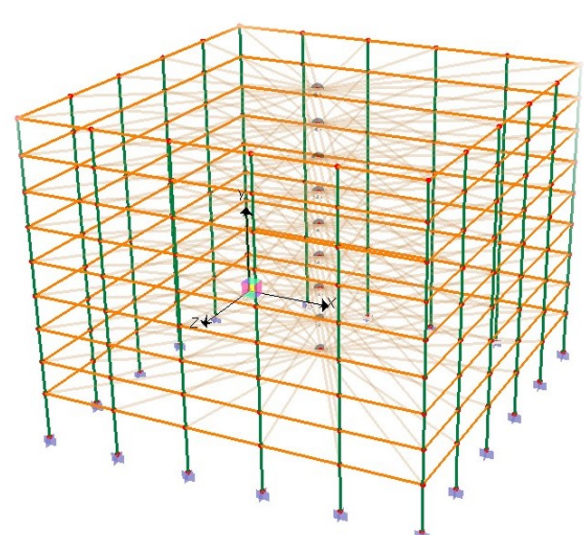
國震中心與台大土木合設

AI研究中心

Presenter: 郭柏志 Advising Professor: 陳俊杉、黃尹男 教授

### 研究動機與目標:

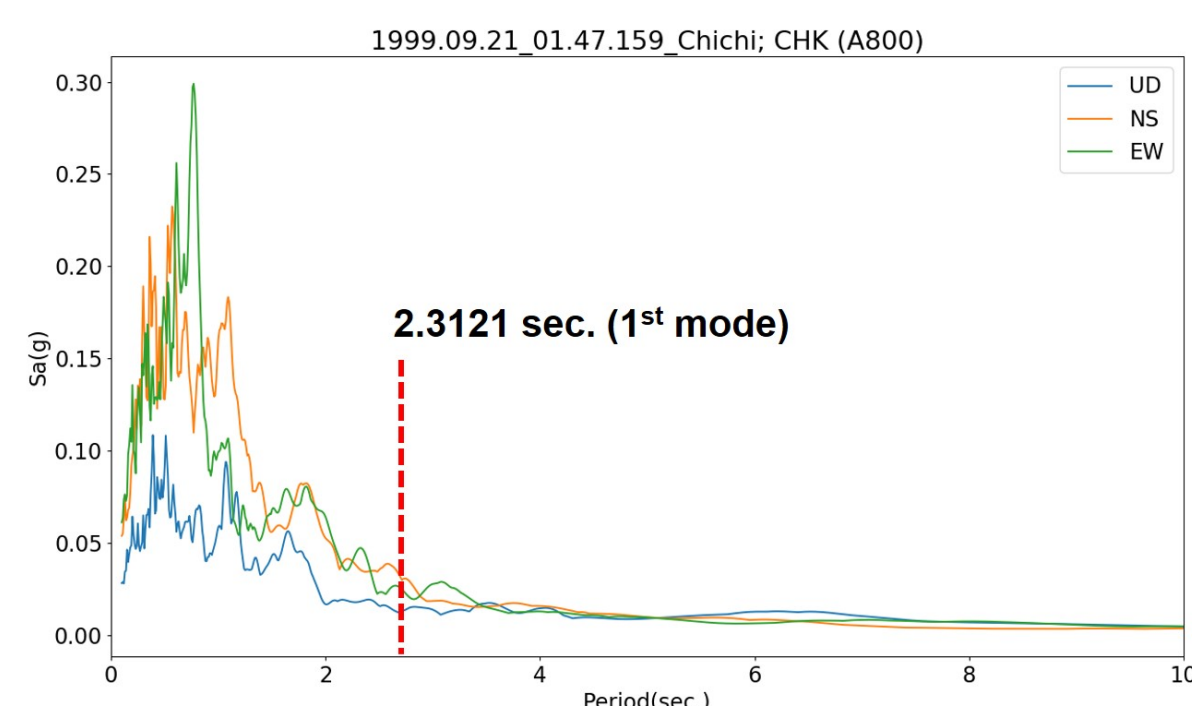
傳統數值方法進行結構非線性歷時分析相當耗時，且偶有迭代無法收斂情況，因此期望導入AI人工智慧，發展深度學習地震結構反應預測技術，在地震發生時，提供快速的結構反應評估。  
本研究以一9層樓鋼構建築為目標結構，訓練並預測結構物在地震作用下的樓層反應歷時。



### 研究方法:

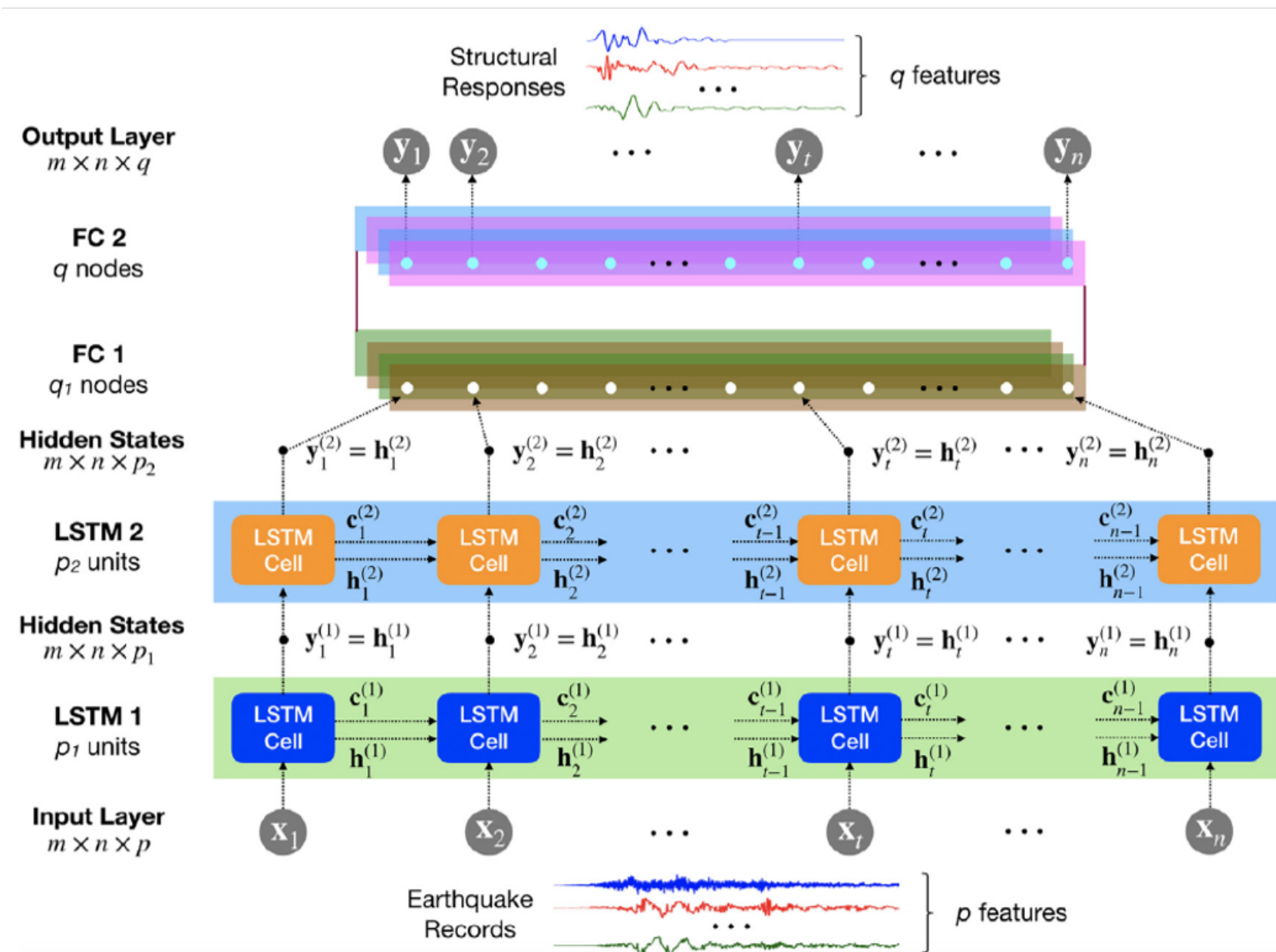
#### Step1: 蒐集地震資料與強度分級

蒐集台灣各測站地震資料，將地震依目標結構物第一自然震動週期之加速度反應譜縮放至0.2g、0.3g、0.4g三個強度等級，再以Pisa3D結構分析軟體產生不同非線性程度的結構反應歷時。



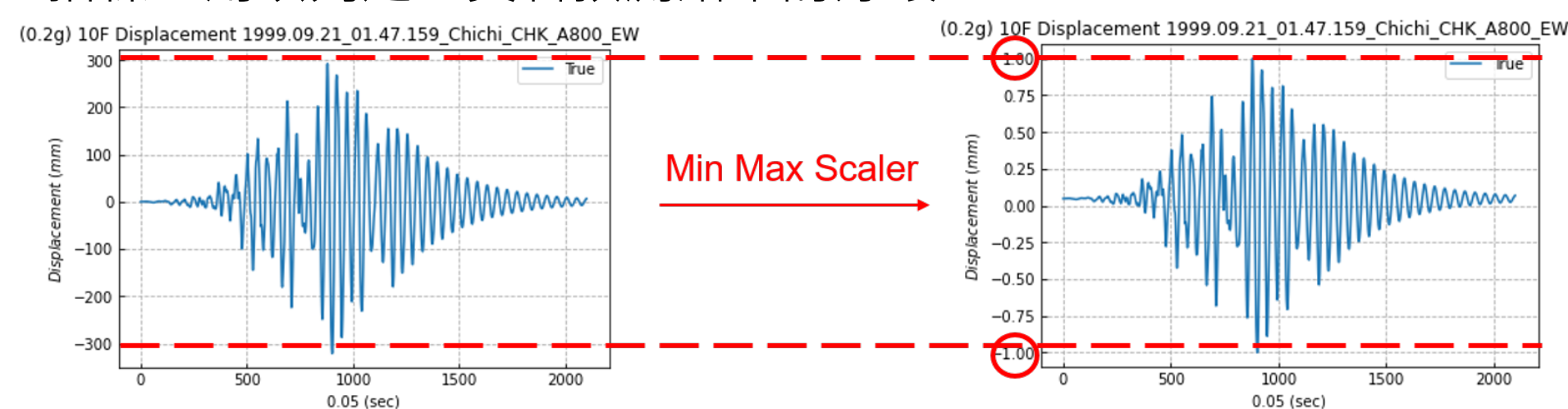
#### Step2: 訓練LSTM模型

以兩層LSTM Layer疊加兩層Dense Layer作為基礎模型，訓練1141筆0.2g地震資料，並以491筆0.2g地震資料做為測試集，預測各樓層相對位移與絕對加速度。



#### Step3: 預測與評估模型表現

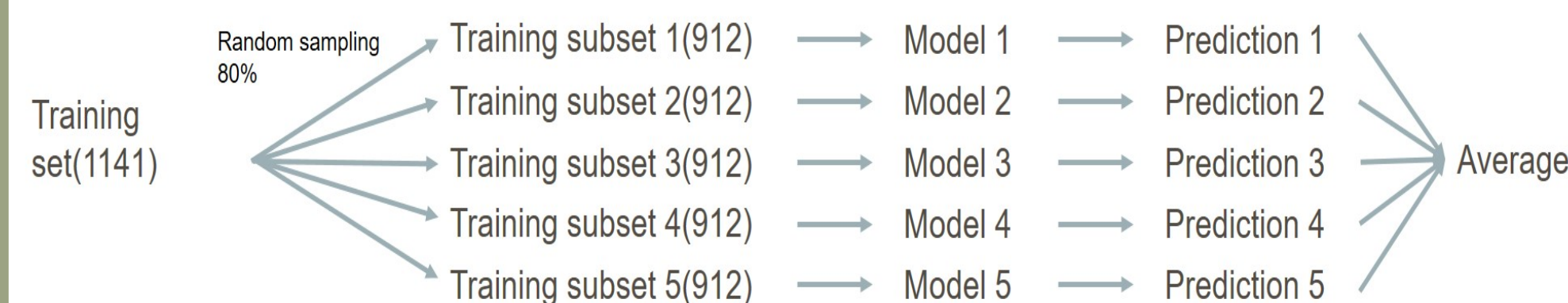
將每筆預測反應以真實反應之Min Max Scaler正規化至正負1之間，以排除不同單位造成計算Mean Square Error之數量級不一致。並訂定正規化之Mean Square Error=0.005為預測表現評估指標，用以判定一資料預測結果的好壞。



### LSTM 模型參數:

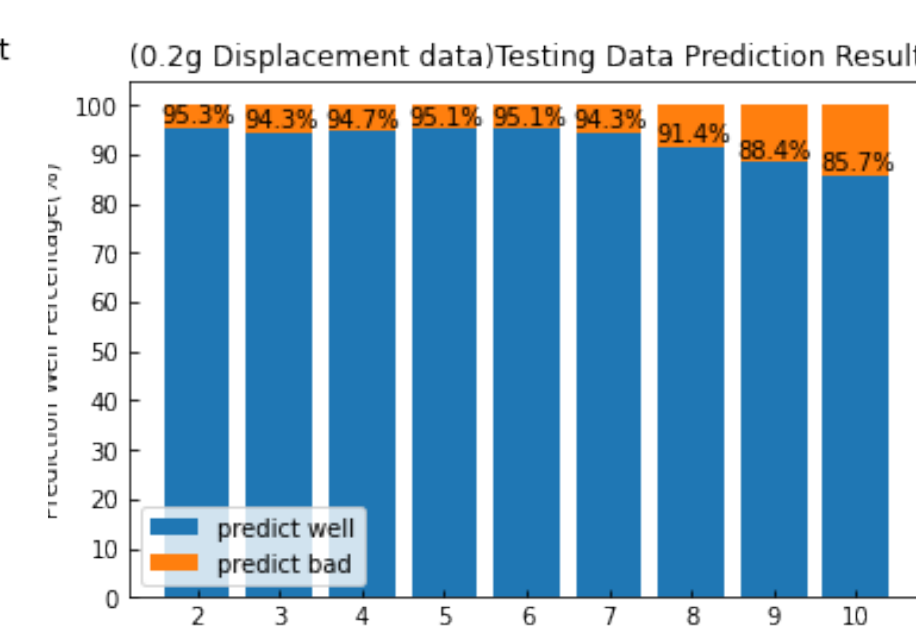
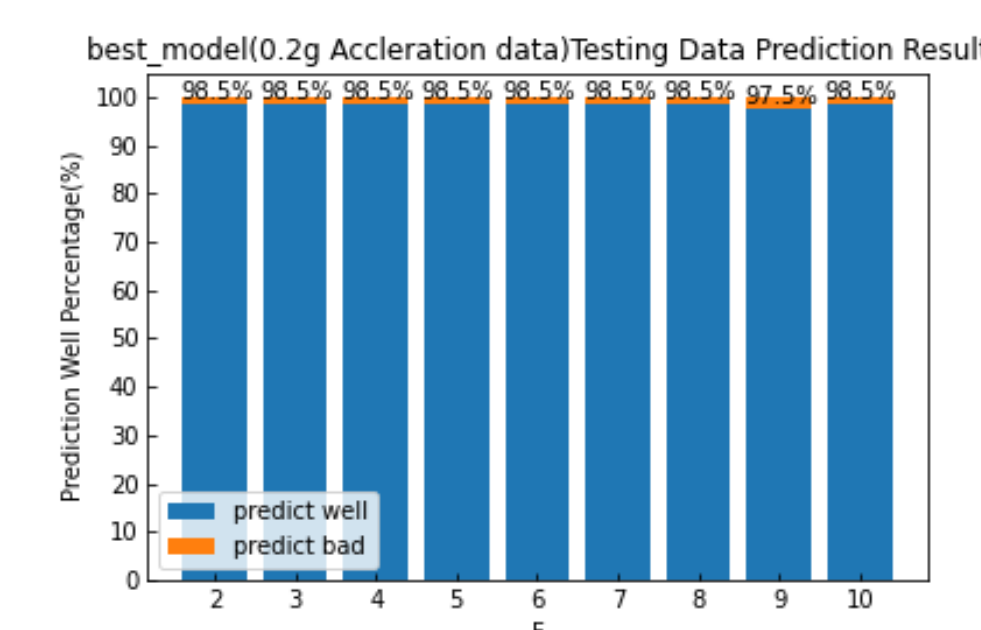
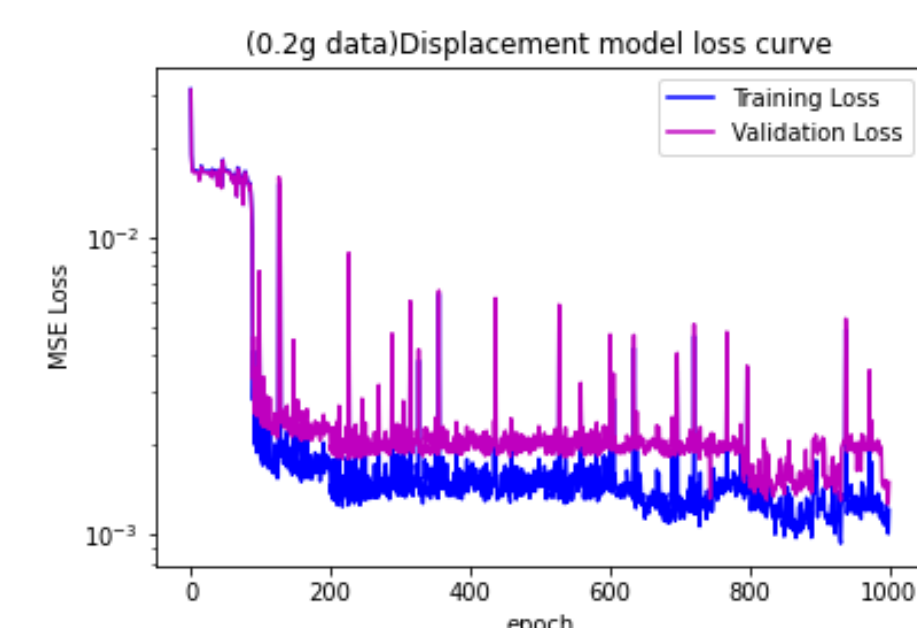
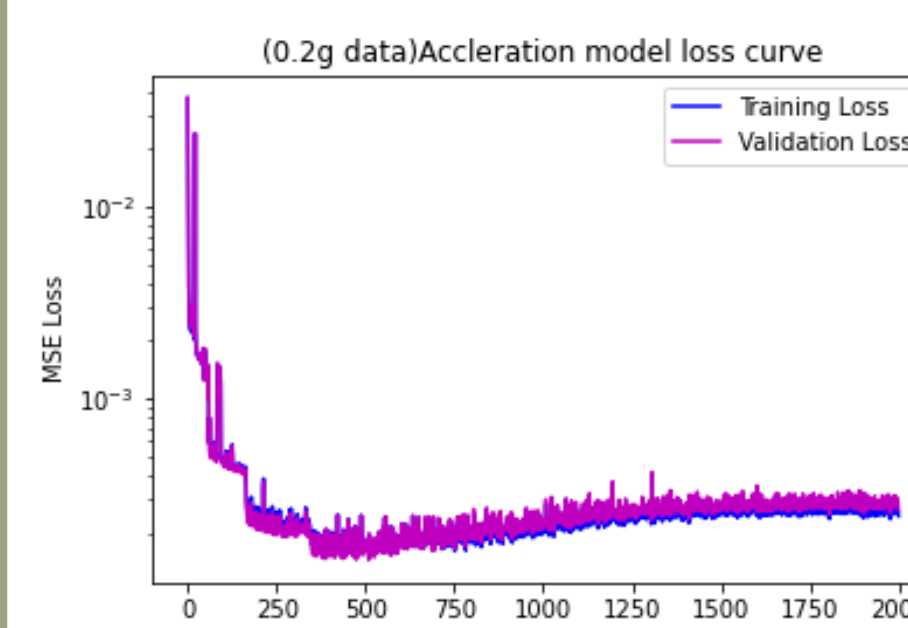
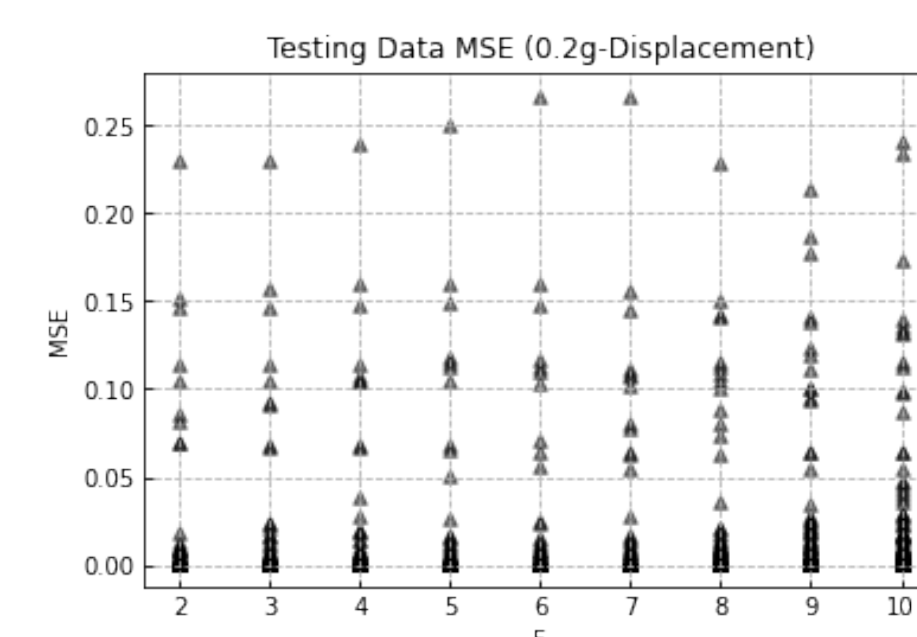
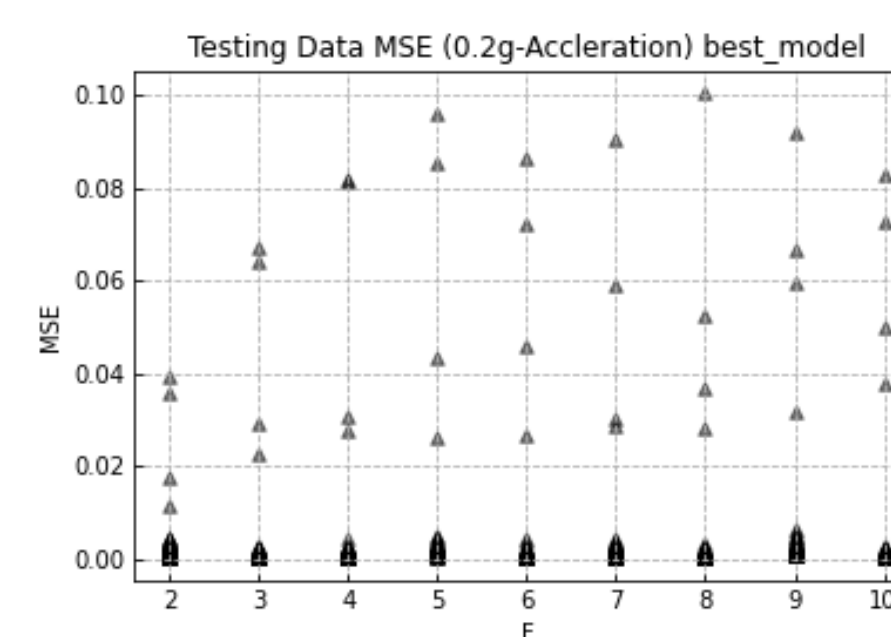
Batch size: 16 / Epoch: 2000 / Optimizer: Adam / Dropout: 0.2

Bagging:



### 實驗結果:

結構絕對加速度反應比相對位移反應較容易訓練及預測，且強度較大的地震如0.3g,0.4g等級的地震，較0.2g等級之地震難以訓練及預測，且就位移反應而言，可看出高樓層的預測表現較低樓層還差，顯示LSTM模型有能力抓到部分非線性的結構反應特徵，但結構反應非線性程度愈大，LSTM模型愈難抓到結構反應特徵。



### 討論:

分析位移反應預測較差的地震資料，可看出預測較差的地震平均反應譜曲線與預測較好的地震資料有明顯的差異，可推測反應譜特徵相似於此曲線的訓練資料不夠多，或此反應譜特徵的地震資料較難以被訓練。

