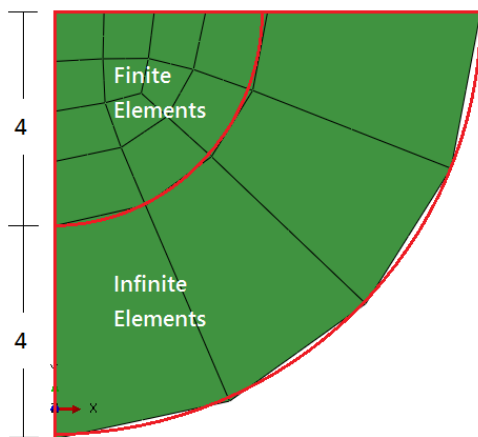


## Abaqus Tips : 無限元素建置方法

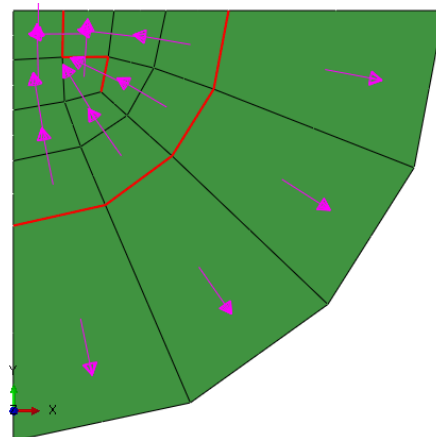
當模擬大範圍如水壩、路基、海域等軸向方向無限延伸，或關注區域遠小於環境區域的分析，為配合實際狀況，往往需要相對龐大的模型體積、元素數量，增加計算的負擔，因此本篇介紹以無限元素來模擬此類模型的邊界，進而降低運算的時間。無限元素通常接續在有限元素後建置，只需要在最外圍設置一層即可，並只能表現線性行為，在靜態分析中能提供相應的勁度，在動態分析中則作為有限元素的靜態邊界（Quiet Boundaries）。

本篇以一受線荷重（line load）之半空間（half-space）模型為例，說明無限元素在 Abaqus 的建置方式，並與對照的全有限元素模型及解析解比較無限元素的表現。模型設置方法如下：

1. 先建立一半徑為 8 單位長之 1/2 半無限模型，並建立零件的 Mesh Part（後續步驟都會在 Mesh Part 上動作），如圖一所示
2. 確認元素堆疊方向（Edit Mesh> Element> Orient Stack Direction），如圖二所示
3. 將內與外設定不同元素類型，以利步驟 4 作區別，以本篇為例，內、外設定分別為 CPE4、CPE4R
4. 由於 CAE 不支援無限元素，因此在模型建置完成後，至產出的 input file 更改 CPE4R 為 CINPE4（無限元素），即完成無限元素設定



圖一、1/2 半空間無限元素模型配置

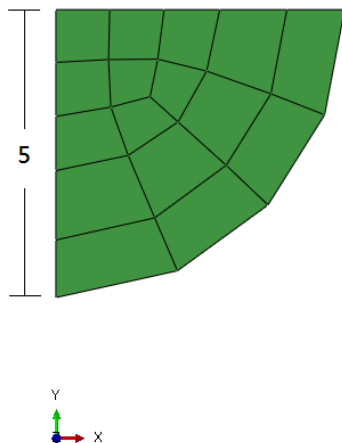


圖二、元素堆疊方向

模型材料為楊氏模數為 1.0、柏松比為 0.1 之線彈性材料。無限元素的外圍節點於方向皆固定（ $X=0$ 、 $Y=0$ ），並施加對稱面上的邊界條件（ $X=0$ ），單位線荷重施加於中心位置頂部。對照之半有限元素模型如圖三所示，其半徑為 5 單位長，全部採 CPE4R 元素。依據 Flamant 解析解，一受線荷重之半空間模型，其中心位置隨深度改變的沉陷量可表示為

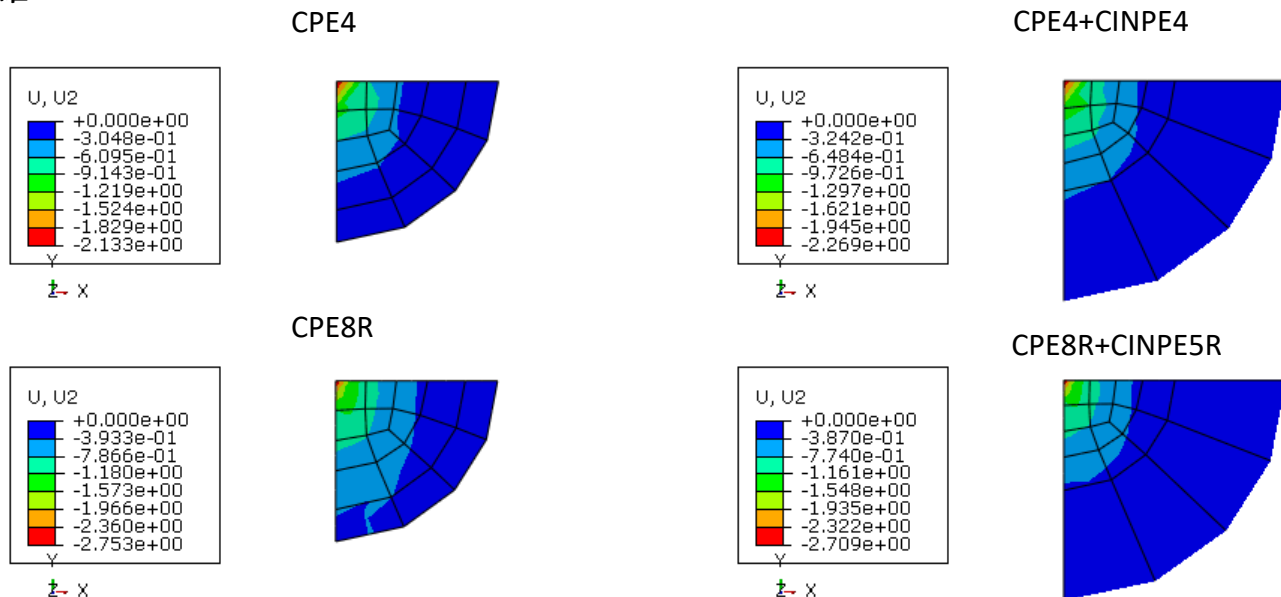
$$w = \frac{2P}{\pi E} \ln\left(\frac{d}{z}\right),$$

其中  $d$  為模型中位移假設為零位置，以本模型為例， $d=8$ 。

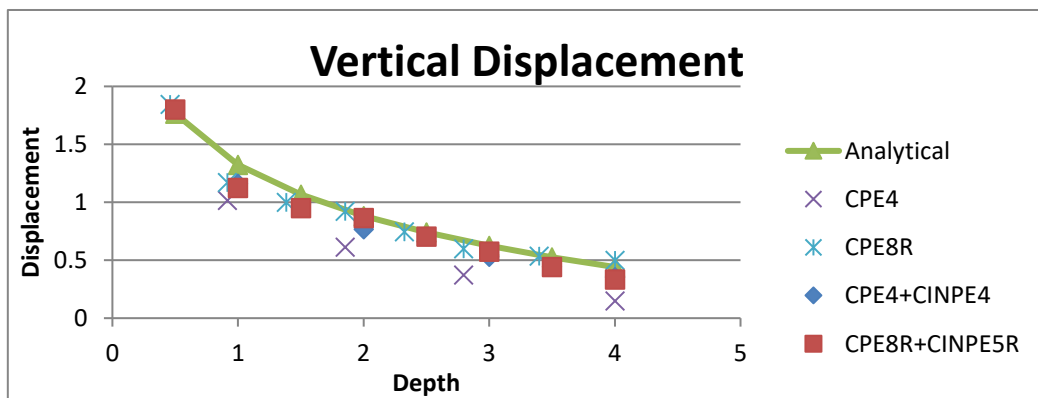


圖三、1/2 半有限元素模型配置

分別以一階與二階的有限元素與有限元素加無限元素模型進行分析，據分析結果顯示（圖四與圖五），使用二階元素較一階元素更接近解析解，且搭配無限元素邊界較全部使用有限元素類型之模型更準確。



圖四、各元素模型沉陷量分佈



圖五、Flamant 半空間問題沉陷量比較

## 士盟瑞其CAE團隊

---

補充：

- 建立無限元素前一定要確認元素堆疊方向，分析結果的無限元素是否有設定成功可從元素外形看出來，無限元素的尾端沒有邊
- 該方法需要檢視網格的收斂性，且在無限元素上的解是不可靠的，在動態分析尤為如此

文 · 工程師 Nina