

Simpack Tips : Simpact 搭配 Abaqus 模擬柔性體於系統級分析

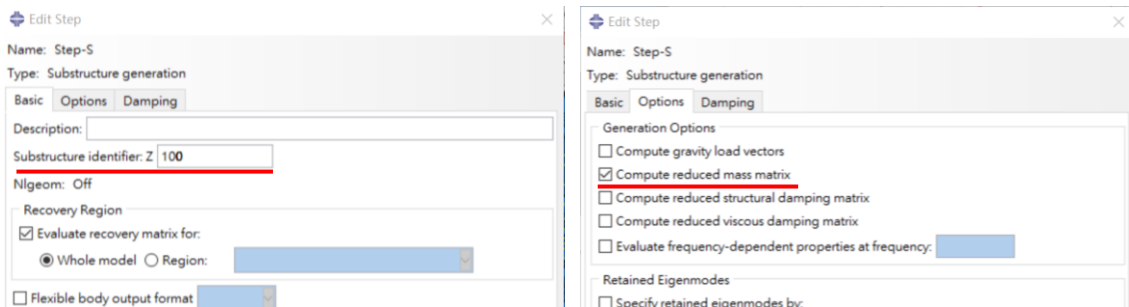
柔性體零件以 Abaqus 做完有限元素分析後，下一階段可進行組裝級甚至整機級分析，模型中非關注零件或相對勁度大者，可以剛體模擬之，由於有限元素法(FEM)與多體動力學理論(MBS)的差異，以多體動力學軟體如 Simpact 模擬剛體零件的時間成本遠少於用以有限元素法為基礎的軟體，因此若能結合兩軟體長處共同進行模擬，則能大幅提升分析效率。Abaqus 與 Simpact 共同模擬的方法有兩種，第一種是將柔性體先在 Abaqus 做頻率分析後，經模態縮減再與 Simpact 搭配模擬，其應力分布與形變以模態線性疊加，適合小變形柔性體使用，第二種則為兩軟體同步進行運算，適合大變形柔性體使用，可考慮零件的非線性與材料遲滯現象(Hysteresis Effects)。

本文針對前者方法介紹。此方法透過 Flexible Body Input (.fbi) 檔案溝通兩軟體，.fbi file 紀錄有限元素零件的質量矩陣(mass matrix)、勁度矩陣(stiffness matrix)、節點(nodes)等資料，其生成步驟如下：

in Abaqus

Step1. 建立 Frequency 分析步

Step2. 建立 Substructure Generation 分析步，勾選 Compute reduced mass matrix (圖一)



圖一

Step3. 於零件與他件銜接處建立 Distributing Coupling，並於參考點建立微小質量、接觸處建立集合

Step4. 於銜接處參考點建立邊界條件 Retained nodal dofs，勾選所有自由度

Step5. Edit keyword，加入以下字串並提交分析 (圖二)

```
*SUBSTRUCTURE MATRIX OUTPUT, MASS=YES, RECOVERY MATRIX=YES, SLOAD=YES,  
STIFFNESS=YES, GRAVITY LOAD=YES
```

```
*FLEXIBLE BODY, TYPE=SIMPACT
```

```
*ELEMENT RECOVERY MATRIX, POSITION=AVERAGED AT NODES
```

```
S,E,
```

```
** STEP: Step-2  
**  
*Step, name=Step-2, nlgeom=NO  
*Substructure Generate, overwrite, type=Z100, recovery matrix=YES, mass matrix=YES  
*Damping Controls, structural=COMBINED, viscous=COMBINED  
*Retained Nodal Dofs  
retained_node, 1, 6  
*SUBSTRUCTURE MATRIX OUTPUT, MASS=YES, RECOVERY MATRIX=YES, SLOAD=YE  
*FLEXIBLE BODY, TYPE=SIMPACT  
*ELEMENT RECOVERY MATRIX, POSITION=AVERAGED AT NODES  
S,E,  
*End Step
```

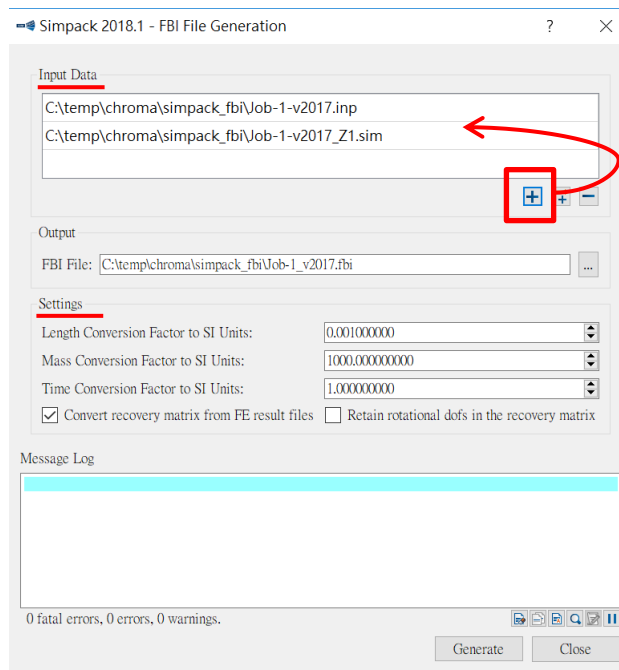
圖二

in Simpack

Step6. 開啟 Simpack> Utilities> FBI Files> Generation

Step7. 於 Input Data 加入<modelname>.inp 與<modelname>_Z<id>.sim。Simpack 使用 SI

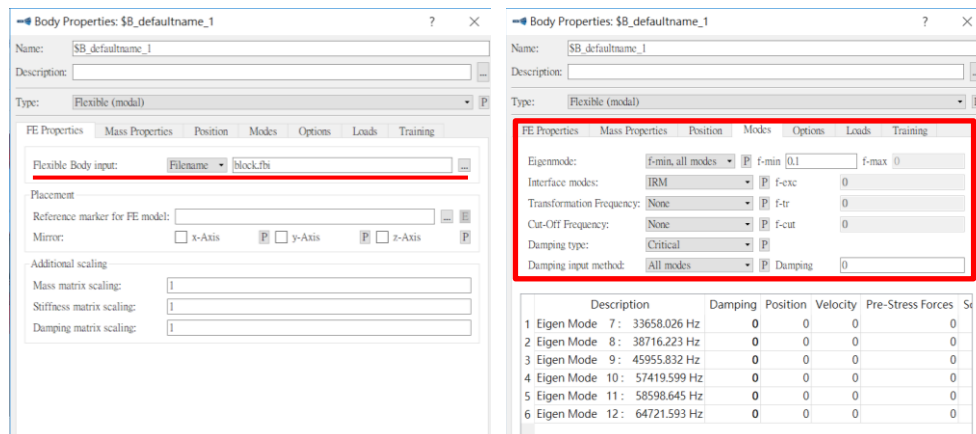
單位制，如數值須調整者可使用 Settings' Factors，例：由 Abaqus SI(mm)轉入 Simpack，則參數調整如下所示（圖三）



圖三

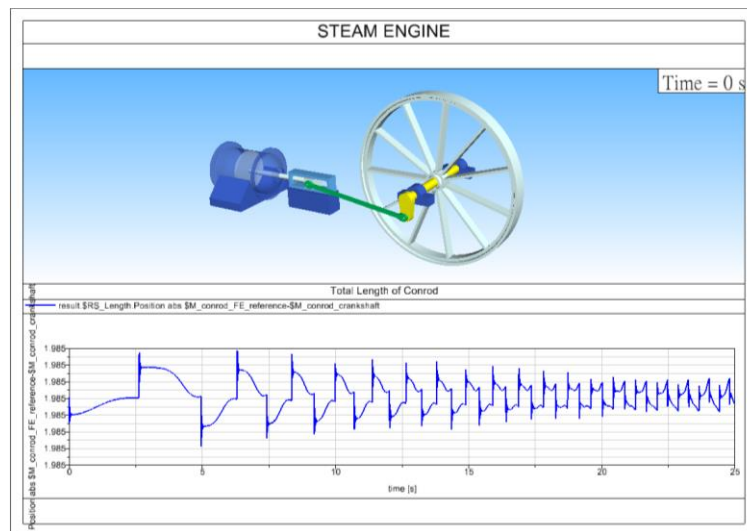
Step8. 建立一 Body，將 .fbi file 填入 Flexible Body input，並適當生成特徵模態描述，即可切換為柔性體（圖四）

Step9.



圖四

一蒸汽機連接桿於 Abaqus 完成有限元素分析後，經頻率提取、模態縮減再匯入 MBS 軟體 Simpack，模擬整機系統的情況。Simpack 完整模擬出系統各零件運動的行為及相互連動的關係，並考慮柔性體連接桿的微小變形，由分析結果得，在蒸汽機運動下，連接桿的總長度變化為 ± 0.06 毫米（圖五）。



圖五

註：

目前 Abaqus 2018 生成之 .fbi file 需搭配 Simpack 2019 版本，需將生成之 .sim file 降版再行使用，降版方法即在 command line 於路徑位置輸入字串(圖六)

```
abaqus sim_version convert=sim-file-name out=downgraded-sim-file-name  
level=R2016x
```

圖六

