

以同步匯入方法整合 Abaqus_CAE 與 PTC Creo 進行分析模型參數化

黃富國¹

(1.鴻海精密工業股份有限公司/New PCEBG/DTSA, 台灣省)

摘要

模擬分析的核心價值在於使用科學化的方法，了解產品在不同工況下的受力情形，並且給予設計改善方向的指引以及使用模擬再次驗證可行性，因此如何可以快速得到改變後的分析模型是在實務工作中最為關心的問題。透過同步匯入插件，我們可以使 PTC Creo 中的幾何模型和 Abaqus/CAE 的幾何模型連動，達到設計變更的需求。同時利用雙向互導的功能，可以很容易地於 Abaqus/CAE 直接改變幾何模型的參數，並且結合 Python 的程序開發，可以做到幾何參數快速變更以及分析模型快速產生，使模擬工作放在各種模型的參數研究上。

關鍵字：Abaqus/CAE；PTC Creo；同步匯入；彈性建模；雙向互導

Abstract

In this thesis, we introduce how to use "PTC Creo" and "Associative Import Interface" to enhance the simulation modeling workflow. We can use PTC Creo to modify the geometry models more easily and quickly and update the models in Abaqus/CAE by one click only. By using flexible modeling technique, we modified the model very easily, such as moving structures, copy structures, pattern structures, etc. And we use Abaqus/CAE to build mesh model and set the test condition. The Geometry model modification in PTC Creo can be used in Abaqus/CAE directly by Associative import interface and all settings in Abaqus/CAE do not changed. Besides, We can use Bi-Direction function to change the geometry parameter in Abaqus/CAE without using PTC Creo. In the future, this technique can be driven by python script and it can update the geometry model, rebuild mesh and simulation model automatically.

Key words: Abaqus/CAE；PTC Creo；Associative Import；Flexible modeling；Bi-Direction import

一、引言

模擬分析的核心價值在於利用科學的方法，驗證既有設計，並給予設計改善方向的指引，因此如何快速的取得改變後的分析模型，是所有想要進一步提升模擬工作價值的門檻。對於這樣的需求，以結構分析的模擬工作為例，最簡單也最直觀的方法為調整網格模型，即利用移動節點(元素)、新增節點(元素)、合併節點(元素)等方法拼湊出新的網格模型。但這種方法本身帶有多種限制，模擬工作者可能要花費繁瑣的操作，並且可能需要重新進行分析設定，網格模型導入等重複的操作，最終才能得到變更後的網格模型。如果想要進行特定參數的數值研究，如螺絲孔位置，需花費大量的時間於重複操作上，效率很低。

二、利用幾何模型進行分析設定

為了解決變更分析使用的網格模型的困難性，同時避免因網格改變可能造成的大量分析設定遺失的問題。直接將分析設定建立在幾何模型上，是一種有效的方法。由於分析設定與網格無關，因此模擬工作者可以任意的改變網格型態、網格密度等，進行模擬的數值討論；同時可利用幾何修改工具直接對於幾何模型新增或刪減結構，達到設計變更的討論。較具代表性的 CAE 軟體有 Abaqus/CAE 以及 ANSYS Workbench

三、同步匯入技術

受限於軟體架構的原因，想要於 CAE 軟體中幾進行大程度的幾何模型的改變，如結構物的移動、壁厚的增減、孔洞的移位等，是件較困難或操作

麻煩的工作。有鑑於此同步匯入的功能順勢產生，其概念是利用 CAD 軟體改變幾何模型，再利用此技術進行 CAE 軟體中幾何模型的同步變更，所謂的同步意義在於先前已經於 CAE 軟體中完成的任何設定，如網格種子分布、拓模改善、幾何修補和連接關係的設定等都可以直接繼承，不需要再重複操作，達到真正快速變更幾何模型以及快速產生新的分析模型。目前有使用此種技術的 CAE 軟體有 Abaqus/CAE、ANSYS Workbench 和 Siemens NX 等。

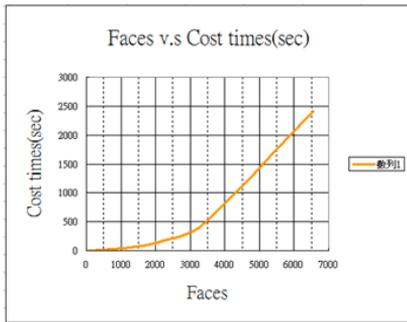
四、PTC Creo 與 Abaqus/CAE 的整合

想要快速取得變更後的分析模型，上述的三大技術都是缺一不可的，考量我們廠內的圖檔系統(PTC Creo)和 CAE 軟體(Abaqus)整合性，最終使用的以同步匯入的解決方案來達到 CAD 與 CAE 的連動，並且進行了同步匯入插件的相關研究。

4.1 同步匯入的速度

總結來說，同步匯入的速度取決於幾何模型的複雜程度，可見(圖一)。當模型過於複雜時，於 PTC Creo 中完成幾何模型變更後，需要花費大量的時間等待同步完成。以前因為 PTC Pro/E 沒有無參數建模的技術，造成不易修改幾何模型，導致同步匯入的效率不佳。而在 PTC Creo 導入無參數建模技術後，此問題獲得大幅度的改善。迄今我們可以使用 PTC Creo 進行大多數於結構分析中會使用到的幾何模型簡化工作，如小圓角移除、細小結構移除、代表面的抽取、實體幾何修復和干涉檢查與排除

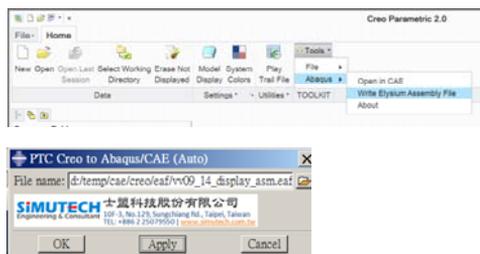
等。利用 PTC Creo 的彈性建模功能，不僅提升了幾何簡化的效率，同時也提高了同步匯入的速度。



(圖一)

4.2 同步匯入的成功率

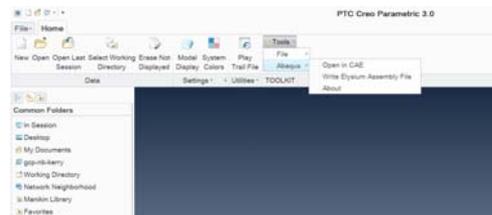
如前所提，利用 PTC Creo 簡化幾何模型可使同步匯入的速度提升，然而在 2013 年時研究發現，當使用彈性建模的方法修改模型後，以同步匯入的方式將幾何模型轉入 Abaqus/CAE 時，會有不正確的程式錯誤，此大大的限制了同步匯入的實用性。因此我們與士盟科技合作研究，成功開發出可以搭配 Creo2.0 版本的同步匯入功能，可以成功同步更新以 Creo 彈性建模的模型變更特徵，可見(圖二)。同時，這個問題也和原廠反映，最終於 2014 年的 Creo2.0 M090 版本中修正了這個問題。



(圖二)

4.3 同步匯入的軟體支援性

2014 年原廠推出了可直接支援 Creo2.0 的同步匯入插件，然而 2014 年 PTC 公司推出了最新的 Creo3.0 版本，其中新增了更多實用性高的功能。為了可使最新的 Creo 可以使用同步匯入技術，經研究後最終成功實現了 Creo3.0 與 Abaqus/CAE 的同步匯入作業，見圖三。



(圖三)

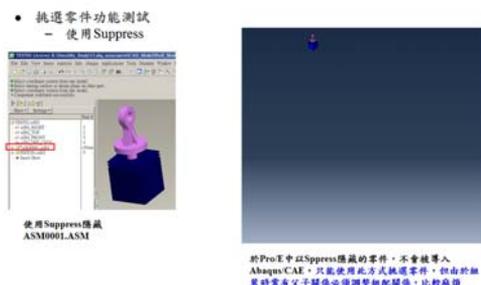
4.4 PTC Creo 修改模型

PTC Creo 由於引進了無參數建模的能力，無論是 Creo 原生幾何，或是導入的中繼圖檔(如 STP 檔案)模型都可以直接變更模型，其因為同時兼具了參數建模和無參數建模的方法，可靈活的應用於模型簡化、結構變更等工作上。於實際應用上如先在 PTC Creo 中對模型進行簡化，不但可大幅降低模型複雜度，使同步匯入的速度提升，更可以減少於 Abaqus/CAE 中的幾何操作，降低失敗的風險，兩者可說是相輔相成。且由於 PTC Creo 是原生的 CAD 圖檔系統，以此與廠內的 MERD 配合更為方便，避免了在交換模型可能又造成破圖的情形。茲將目前使用較多的功能介紹如下：

4.4.1 零件控管

PTC Creo 中可使用多種方法控管

零件的顯示狀態，如隱藏(Hide)、隱抑(Suppress)，簡化顯示(Simp. Rep.)和樣式(Style)等，同時透過模型樹和圖層樹的搭配使用，可以很快速的將所需要的零件挑選出來，並且可以快速切換顯示狀態。經研究發現，如果要與同步匯入功能搭配，對於不需要的零件，必須以隱抑的方式將其移除，見(圖四)。



(圖四)

4.4.2 零件幾何干涉檢查

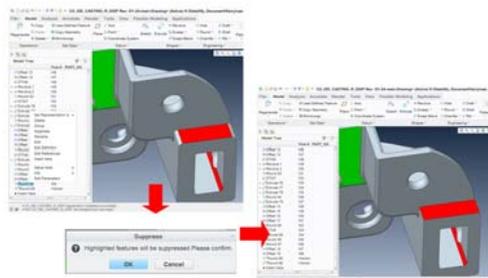
零件之間不正確的干涉，為結構分析中所必須檢查並排除的，傳統的做法是利用網格檢查干涉情形，但必須先生成網格且可能桿數區域過大不易處理。利用 Creo View 工具快速檢查出幾何模型的干涉，再使用 Creo 修改模型將干涉排除之。Creo View 干涉檢查的特點在於可以直接針對零件或組件進行干涉檢查，並且可讓使用者自行挑選零件或組件，見(圖五)。



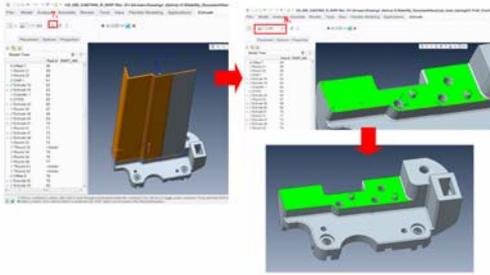
(圖五)

4.4.3 零件幾何特徵簡化

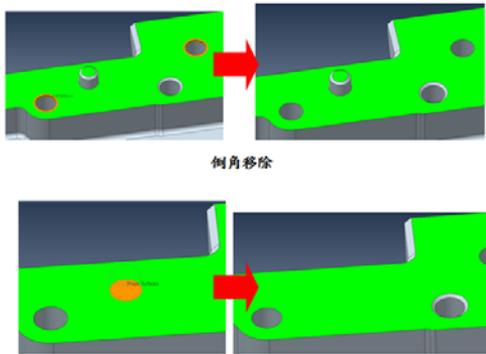
PTC Creo 中可以利用三種方法進行模型的修改，分別為：1.修改特徵參數或刪除特徵，見(圖六) 2.以參數建模功能重建幾何，見(圖七) 3.以彈性建模功能修改模型，見(圖八)。三種方法可以互相搭配使用。第1種方法即是直接於模型樹中將特徵隱抑或刪除，優點為快速且直接移除不需要的特徵，而缺點是可能受限於父子關係導致模型重生失敗；而參數建模的方法就是以建構新的幾何特徵的方法達到修改模型的目的，缺點為必須了解且熟悉 Creo 中關於建立模型的功能；彈性建模的方法就如同在一般 CAE 軟體中的特徵移除操作類似，最適合模擬分析人員使用，利用此功能可以很快速地將模型中的細小特徵移除，如移除圓角、倒角、台階、孔洞或是突起結構物等幾何特徵。其因為計算速度快且同時提供預覽和中斷的功能，在幾何簡化的工作上的效率更高。此三種方法可以完美的互相搭配使用，無論是效率或是成功率都能有顯著的提升。



(圖六)



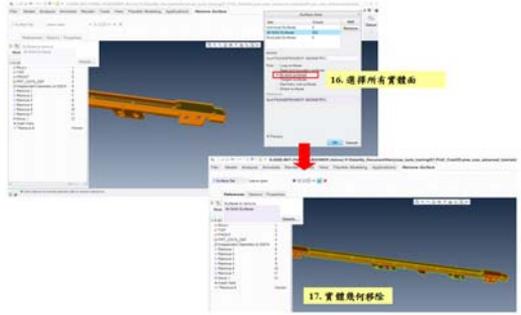
(圖七)



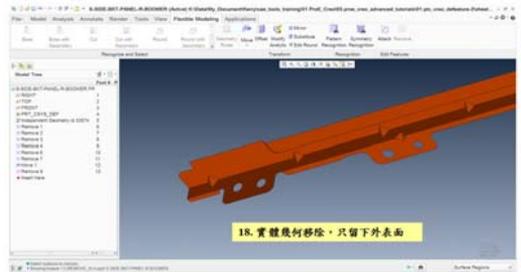
(圖八)

4.4.4 薄件代表表面建置

對於寬薄比大的零件，一般如鈹金件，於分析中多使用殼網格建立模型，殼網格必須使用代表面來簡化模型。而經研究發現，如於 Abaqus/CAE 中使用 Offset 方法建立出的面，當以 Creo 使用彈性建模修改模型並以同步匯入更新模型時，先前建立的 Offset 面會失效，此限制了在 Abaqus/CAE 中代表面的建置方法。此外對於複雜的鈹金件，其具有的面數量過大，如直接以實體幾何的方式同步匯入至 Abaqus/CAE，於之後模型變更時等待的時間會過久，為了改善以上這二個缺點。我們開發了方法可以直接使用 PTC Creo 進行薄件的代表面建置，並且可兼顧之後彈性建模修改模型，可見(圖九)、(圖十)和(圖十一)。

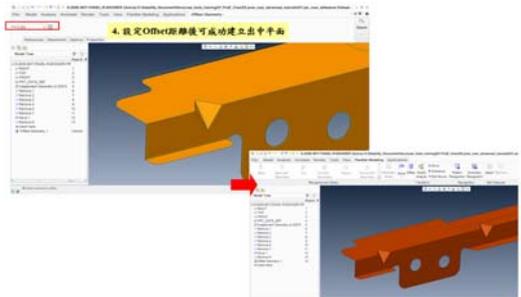


(圖九)



(圖十)

中平面建立



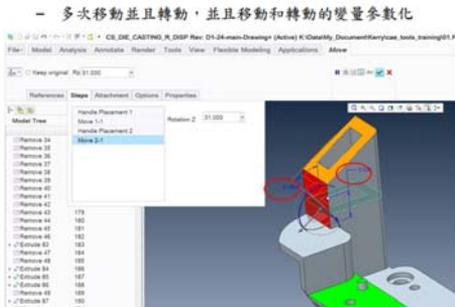
(圖十一)

4.4.4 幾何模型修改

利用 PTC Creo 中的彈性建模功能，可以很輕易地對於幾何模型做改變，如增加結構長度、寬度，移動結構、或是複製既有的幾何結構和陣列等。除了利用既有的幾何模型外，也支持直接複製其他圖檔的結構以供使用，大幅增加了變更模靈活性。搭配同步建模，這些修改都可以直接於 Abaqus/CAE 直接使

用，大幅縮短了建立變分析模型產生的時間，可見(圖十二)、(圖十三)和(圖十四)。

幾何模型修改-改變區域結構長度/厚度



(圖十二)

複製幾何結構



(圖十三)



(圖十四)

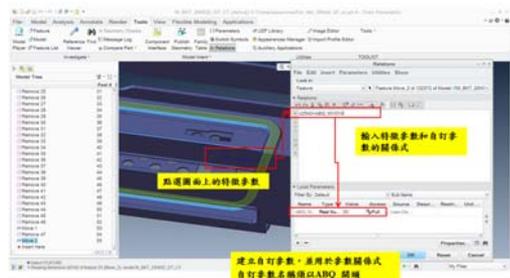
4.5 雙向互導

雙向互導(Bi-direction Import)的功能是同步匯入的延伸應用，其可只使

用 Abaqus/CAE 的介面進行幾何模型的參數修改，於操作過程中程式會自動於背景開啟 Creo 做參數變更，再更新 Abaqus/CAE 中的幾何模型。和同步匯入相同，早期雙向互導的功能也受到不易改變 CAD 模型的限制，因此於 PTC Creo 推出之前，此項功能的實用性不高，很難應用於專案工作中。而在 PTC Creo 推出後此大幅提升了此功能的實用性限制。

與同步匯入的區別在於雙向互導對於 Creo 的掌握能力需求更高，於 Creo 中須先針對想要進行參數討論的幾何區域參數化，利用 Relation 的功能自定義參數，如此幾何模型導入 Abaqus/CAE 後，可直接針對這些區域的參數進行修改，可見(圖十五)、(圖十六)和(圖十七)。此外，經研究發現雙向互導的效率受到模型是否可以成功重生的影響很大，因此於 Creo 的模型中必須先確保模型可以成功生成，否則將在更新模型時可能出現等不合理的長時間等待問題。

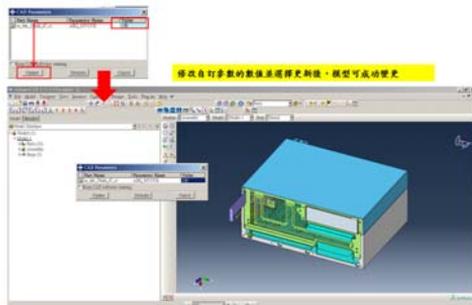
此外，雙向互導搭配 Python 語法的應用，可做到自動更新模型參數並產生新的網格模型，也可做到輕度的設計優化流程。



(圖十五)



(圖十六)



(圖十七)

五、結論

工欲善其事，必先利其器，由流程上來說工具軟體的整合是必須的，因其可以有效增進效率和避免轉換之間的問題，而 CAD 軟體與 CAE 軟體之間存在的鴻溝，如以 CAD 的角度出發，即是於 CAD 軟體中增加可供分析使用的功能或模組；如以 CAE 的角度出發，則是利用同步匯入的技術，將 CAD 的功能整合，結合二種軟體的優勢，達到 1 加 1 大於 2 的效果。而以改動幾何模型的容易程度作為考量，無參數建模的技術是必須的，目前具備此技術的 CAD 軟體有 PTC Creo、Siemens NX 和 Spaceclaim，使用者應考量自身的 CAD 系統和分析軟，進行搭配使用。如以 Abaqus 作為分析工具，使用 PTC Creo 搭配同步匯入的功能是一種很好的解決方案。