

塑膠產品工程分析整合技術

吳政翰、彭軼暉

Z. H. Wu, Allen Y. Peng

科盛科技股份有限公司
(CoreTech System Co., Ltd.)

摘要

隨著模具產業的技術提昇、計算機功能的大幅躍進，業界對於 CAE 分析技術的需求除了急遽增長外，分析技術的要求也從傳統的 2.5D 變成 3D 實體分析的模式。此外，為了提高產品的利潤，精確的分析是十分必要的，工程師除了要能夠判斷模流分析後的各種結果外，進行應力分析時，亦須先將模流分析的各種必要結果視為應力分析的初始條件再進行如模態、強度等應力分析。因此，模流、應力分析勢必確實的整合，對於工程品質、問題的控制才能有更好的掌握。本文先透過 Moldex3D 進行模流分析，再使用 ABAQUS 分析由 Moldex3D-I2 輸出含有模流分析資料的 FE 模型，進行碰撞等應力分析。

關鍵字: Moldex3D、Moldex3D-I2、ABAQUS

一、前言

隨著科技的創新，資訊產業正以快速的腳步，推出更新奇、便利的產品。此外，大部份的廠商，也同時採取降低成本的策略 (Cost Leadership)，以追求更高的總體利潤。為了以最低的成本達到客戶的所要求的條件，傳統的 CAE 分析流程勢必面臨嚴峻的考驗。因此，為了在模擬計算中得到更好的成效，我們所要考量的變因必須更周詳，模擬的過程也必須涵蓋整個產品的生命週期。

二、現階段 CAE 模擬過程

理論上，各種工程問題的模擬都可以透過有限元素法的技巧來實現，但早期礙於計算機的運算能力有限，科學家在有限元理論上做了十分多的假設，這也造成早期 CAE 技術備受到各界的

質疑。但在科技發達的今日，計算機的高度發展使得 CAE 計算上的”瓶頸”逐步解決。並且，更複雜的理論，彈塑性、黏彈性、黏塑性、接觸演算甚至破壞預測等非線性問題能夠得到更進一步的應用。雖然硬體設備的提升使 CAE 使用者看到了曙光，但所面臨的問題卻也更為複雜棘手。

工程問題所面臨的物理現象往往不是單純的固體或是流體問題而已，但工程師進行 CAE 分析時，為了簡化模擬條件以及加速得到模擬結果，因此甚少進行流固耦合的運算。雖然就固體或是流體力學個別的理論而言，學理上已經可以解決大部分的問題，但面對真正的工程問題時，所需要的卻是將流體、固體耦合計算，這所面臨的又是另一個艱深的難題。儘管現階段已有流固耦合計算的應用理論，但仍無法有效解決各種工程問題。因此，改進現階段的分析流程將會是最符合經濟效益的一條通路。

三、整合式 CAE 模擬分析

彈性力學的基本假設是物體材料為線彈性、並且是均質、等向性的。就塑膠製造業而言，物體加工成型時所面臨的是高溫、相變化、黏彈性、黏塑性等高度非線性問題。但是進行結構強度分析時，所應用的假設條件卻是無法將複雜的成型條件考量周詳的。為了彌補這個瑕疵，只能提高產品的強度安全係數，造成成本的提升。因此，執行 CAE 模擬分析時，唯有對整個產品的生產週期有更詳細的考量，才能得到更低的生產成本。換言之，製品加工成型時所產生的物理現象，如熱效應、流動纖維排向分佈、翹曲、幾何缺陷等現象，在進行結構分析時亦需加入考量。這也就是我們所謂的 CAE 整合式分析。

四、應用結果與討論

為了得到更真實的模擬結果，模擬時必須考量更多的變數。針對塑膠產品而言(圖一)，進行結構分析時，所要考量的即是塑膠產品加工過程中所產生的各種物理問題，翹曲(圖二)、殘留應力或幾何瑕疵等。

以結構分析中的模態提取問題為例，為了得到物體本身固有的自然頻率，進行傳統分析的步驟為建立 FE 模型，給定邊界條件，隨之進行模態提取。但真正的情形卻並非如此單純，零件在產生的過程中，時常會因模具設計不良而造成產品的翹曲，因而無法真實反映出物體本身的固有頻率(表一，圖三)。透過 Moldex3D/Solid-I2 將 FE 模型及模流分析結果輸出至 ABAQUS 進行模態運算，提取固有頻率後，設定適當的時間增量，我們可以再接續進行結構撞擊分析。進行撞擊分析之前，首先加入模流分析結果並設訂為撞擊分析的初始條件，本例題材料並未含有纖維，因此並不考量纖維的流動分佈，而僅考量物體的翹曲變形以及殘留應力分佈效應。加入模流分析結果後，對物體施加一 60 km/hr 的撞擊初速(圖五)，向傾斜 20 度的剛性牆進行衝撞分析。

從圖六、圖七可以看出有考量模流分析效應的撞擊應力分佈和傳統的分析結果有明顯的不同。從這個例子，我們可以了解進行結構分析時，適當的考量產品因製程中所引發的各種物理現象，如纖維、翹曲及殘留應力等，才能使分析結果更接近真實。

五、結論

使用 Moldex3D/Solid-I2 將 Moldex3D 模流分析後的各種結果輸出，再藉由 ABAQUS 應力分析軟體進行接續的分析工作，此分析流程能將傳統應力分析法無法得知的實際狀況列入考量，得到更符合現實的分析結果。

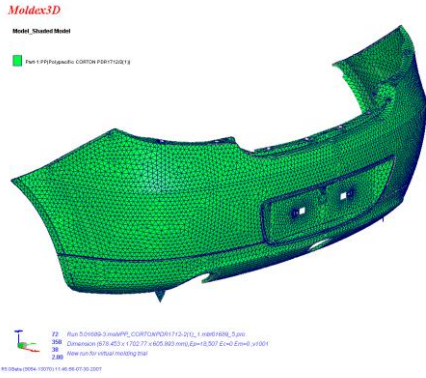
六、參考文獻

1. Moldex3D User's Manual
2. ABAQUS6.7 User's Manual

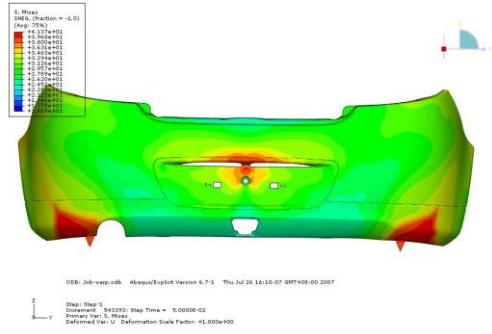
七、圖表彙整

模態	傳統分析		考量翹曲後模態	
	頻率	週期	頻率	週期
1	32.764	0.0305	30.855	0.0324
2	40.085	0.0249	37.432	0.0267
3	45.559	0.0219	43.690	0.0229
4	54.660	0.0183	52.365	0.0191
5	61.020	0.0164	57.159	0.0175
6	62.948	0.0159	60.318	0.0166
7	67.467	0.0148	62.573	0.0160
8	68.330	0.0146	65.145	0.0154
9	80.905	0.0124	77.477	0.0129
10	82.937	0.0121	79.788	0.0125

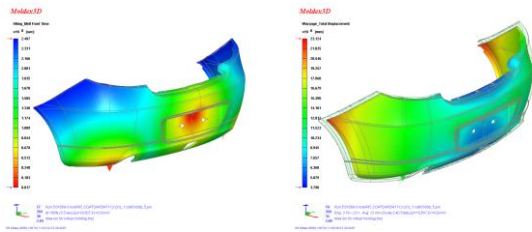
表一、模態頻率。



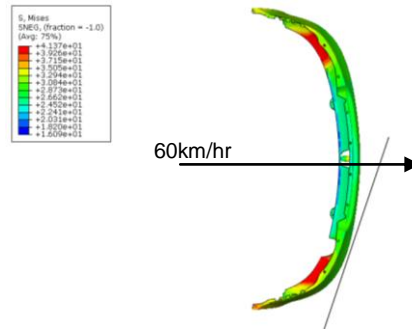
圖一、FE 模型。



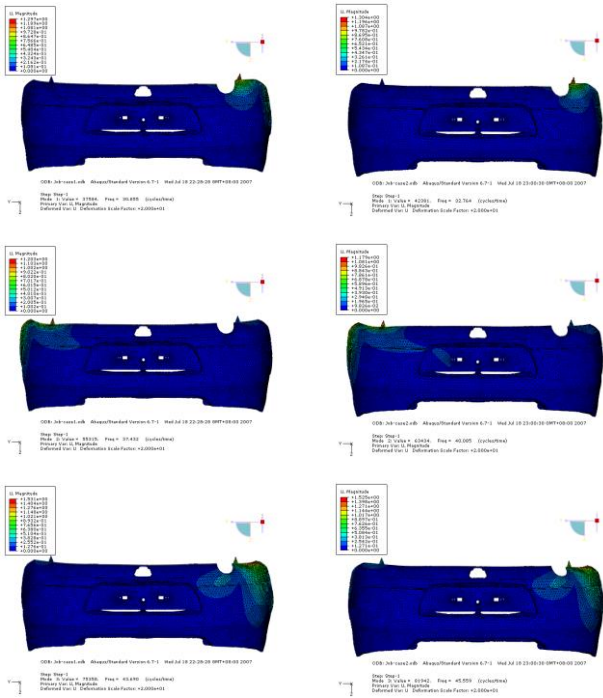
圖四、殘留應力分佈。



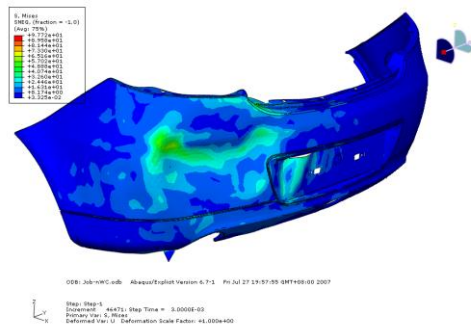
圖二、產品翹曲模擬。



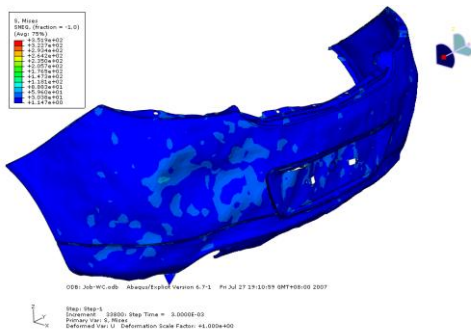
圖五、施加 60km/hr 撞擊初始速度。



圖三、第一階至第三階模態，(左) 傳統分析 (右) 考量翹曲變形後模態。



圖六、傳統分析之撞擊結果。



圖七、考量模流分析效應之撞擊結果。