

風力機輪轂外形的最佳化分析

曾瑞堂(JTTseng@itri.org.tw), 謝昆儒(kunruxie@itri.org.tw)
工業技術研究院 綠能與環境研究所

風力機組的容量不斷地提高，導致其製造、運輸與安裝費用亦不斷地增加，為了節省風力機設備之相關費用，MW級風力機的減重是一重要技術議題。風力機的輪轂聯結三個數十米長的大型葉片，並將三個方向的力矩及力量傳給主軸，其幾何外型複雜，而且同時承受多種負載，若以一般的設計與分析流程將十分耗時。本文採用ABAQUS幾何優化模組，進行輪轂外型優化，可快速完成滿足強度及輕量化的設計要求。

風力機輪轂幾何外型如Fig.1所示，其中紅色部分為與葉片聯結的端面，藍色部分則為與主軸聯結的端面。假設每個與葉片聯結的端面皆承受相同的六個負載，即承受三個力矩與三個集中力，負載如表1所示。本文分析風力機輪轂在四種負載條件下的應力分布，同時在移除20%材料的條件下，進行外型優化。輪轂在四種負載條件下的應力分布，如Fig.2~5左側所示，最大應力為976.3MPa，最小應力為233.2MPa。Fig.2~5右側表示輪轂外型優化的結果，當部分材料移除後，輪轂的應力分布隨之改變。同時，應力值也隨之上升，其中應力值上升最大幅度僅3.98%。本文利用ABAQUS，分析風力機輪轂在不同的負載條件下的應力分析，並配合ABAQUS的外型優化模組，分析不同負載條件之下的外型優化，可大幅節省設計時間。

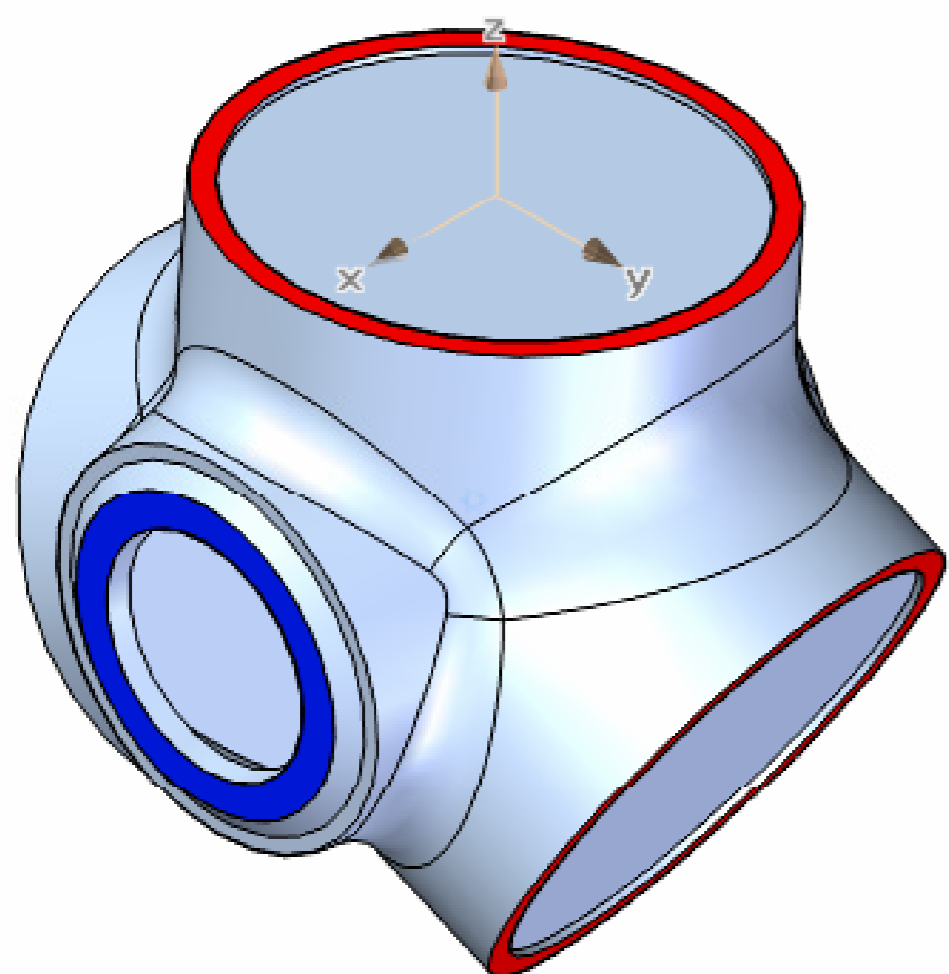


Fig. 1 輪轂原始外型與座標系

表1 輪轂所承受的不同負載狀況

	Mx	My	Mz	Fx	Fy	Fz
Load Case 1	51370	-7789.5	-872.0	-203.2	-1347.6	-145.4
Load Case 2	-15034	24673	-469.4	714.3	410.9	-29.2
Load Case 3	18971	49523	56.2	1356.8	-550.9	-140.4
Load Case 4	1427.3	32792	-242.0	931.1	-115.5	178.7

註：力矩單位=kNm，力單位：kN

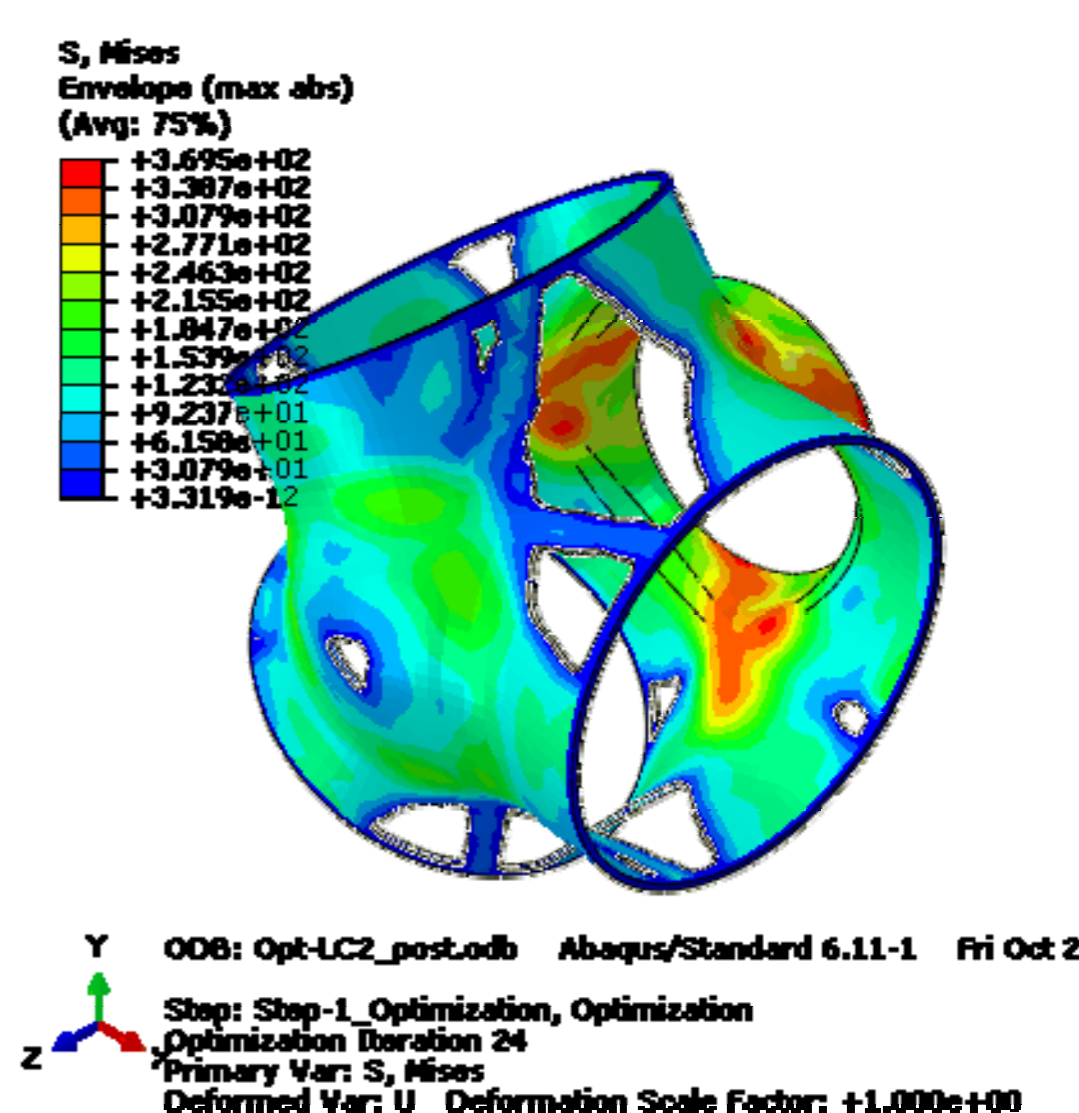
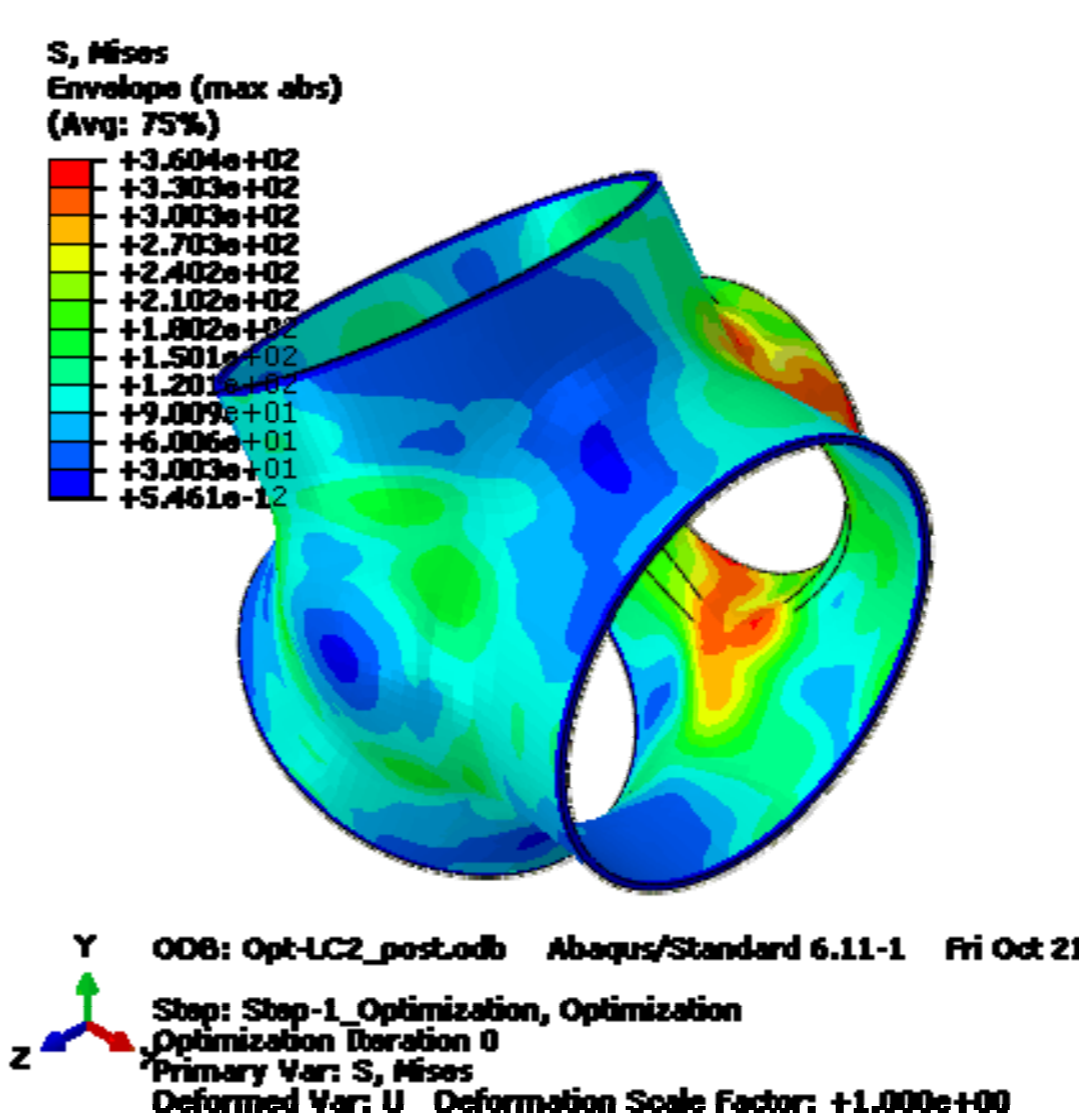
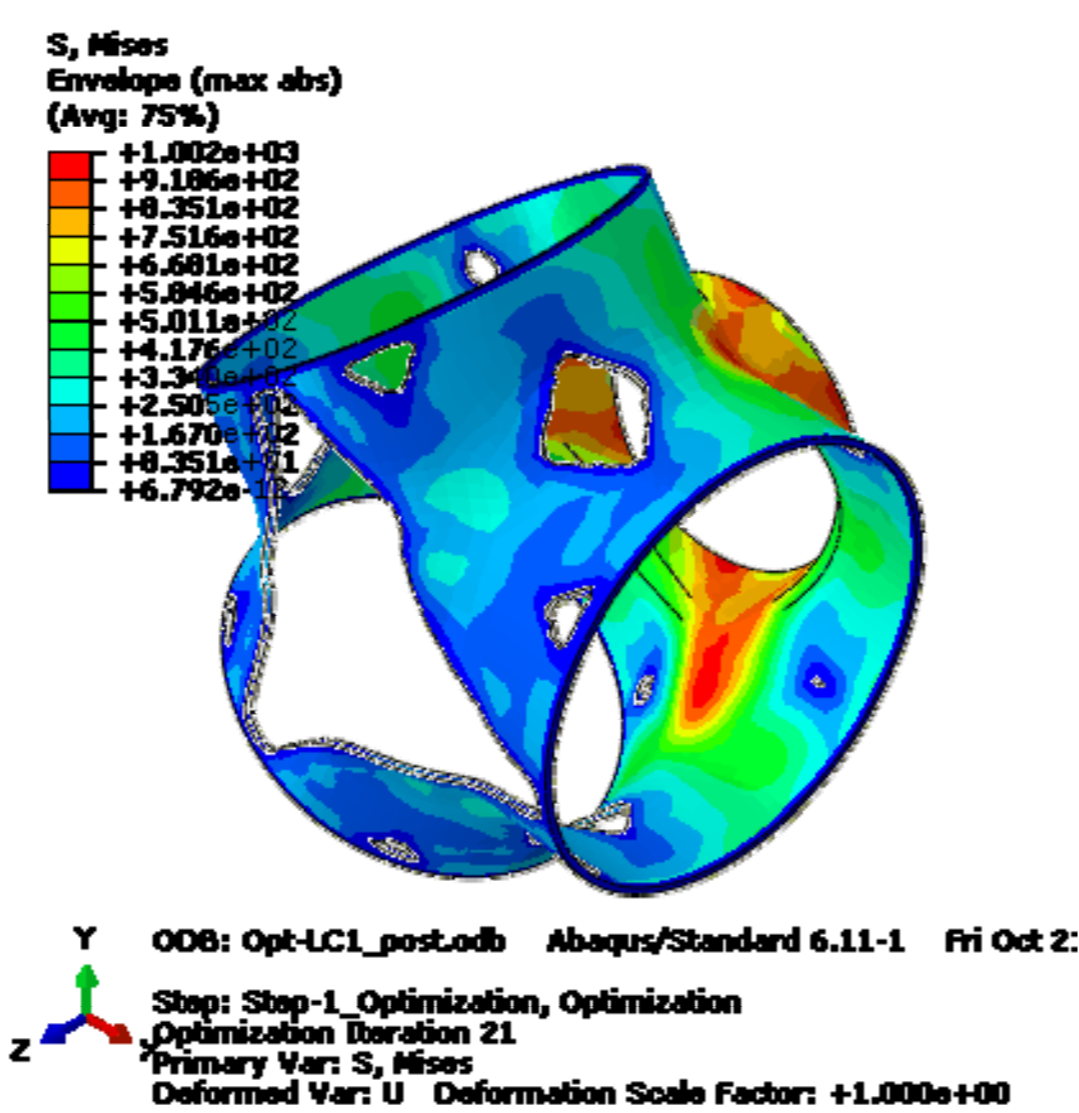
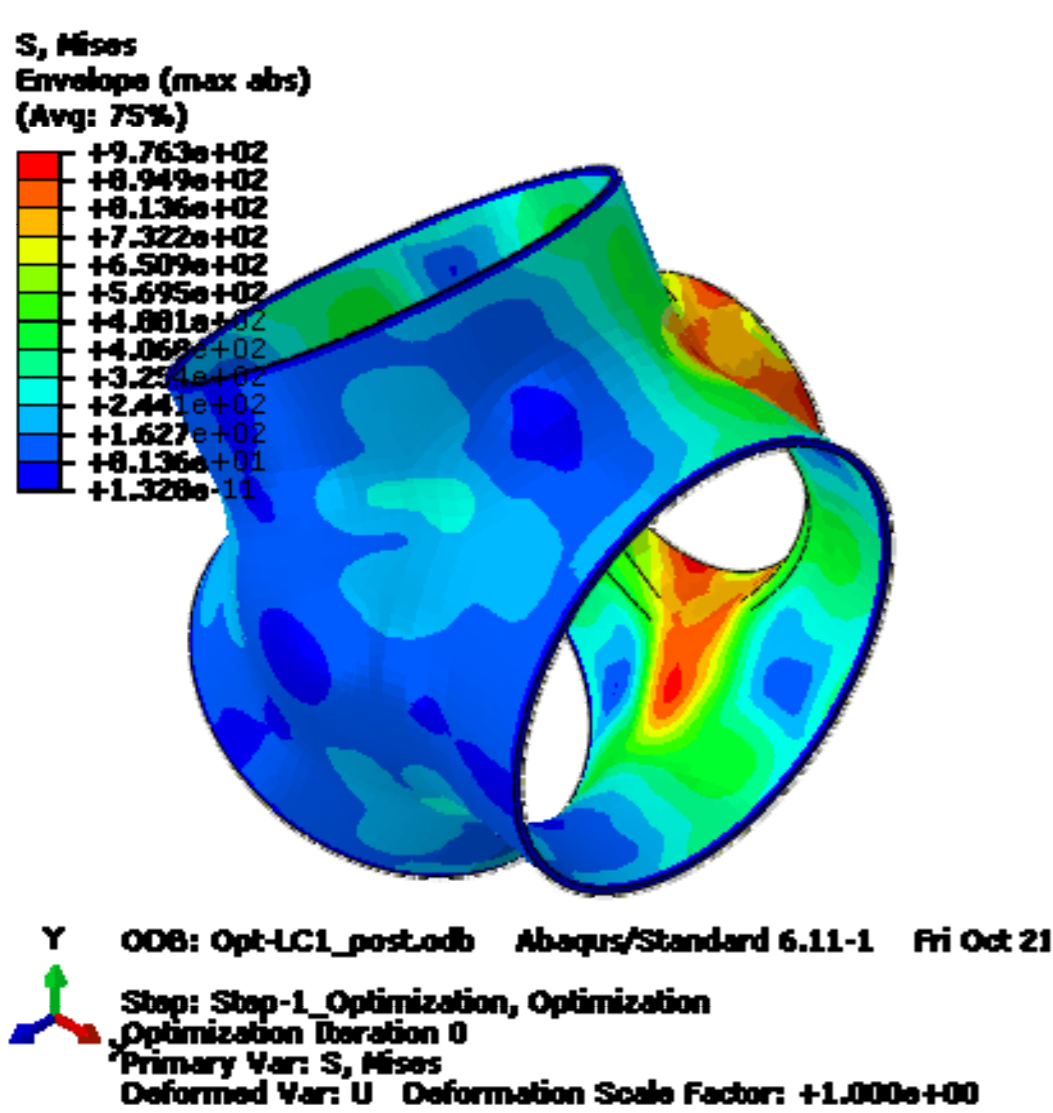


Fig. 2 在Load case 1之下的外型優化結果

Fig. 3 在Load case 2之下的外型優化結果

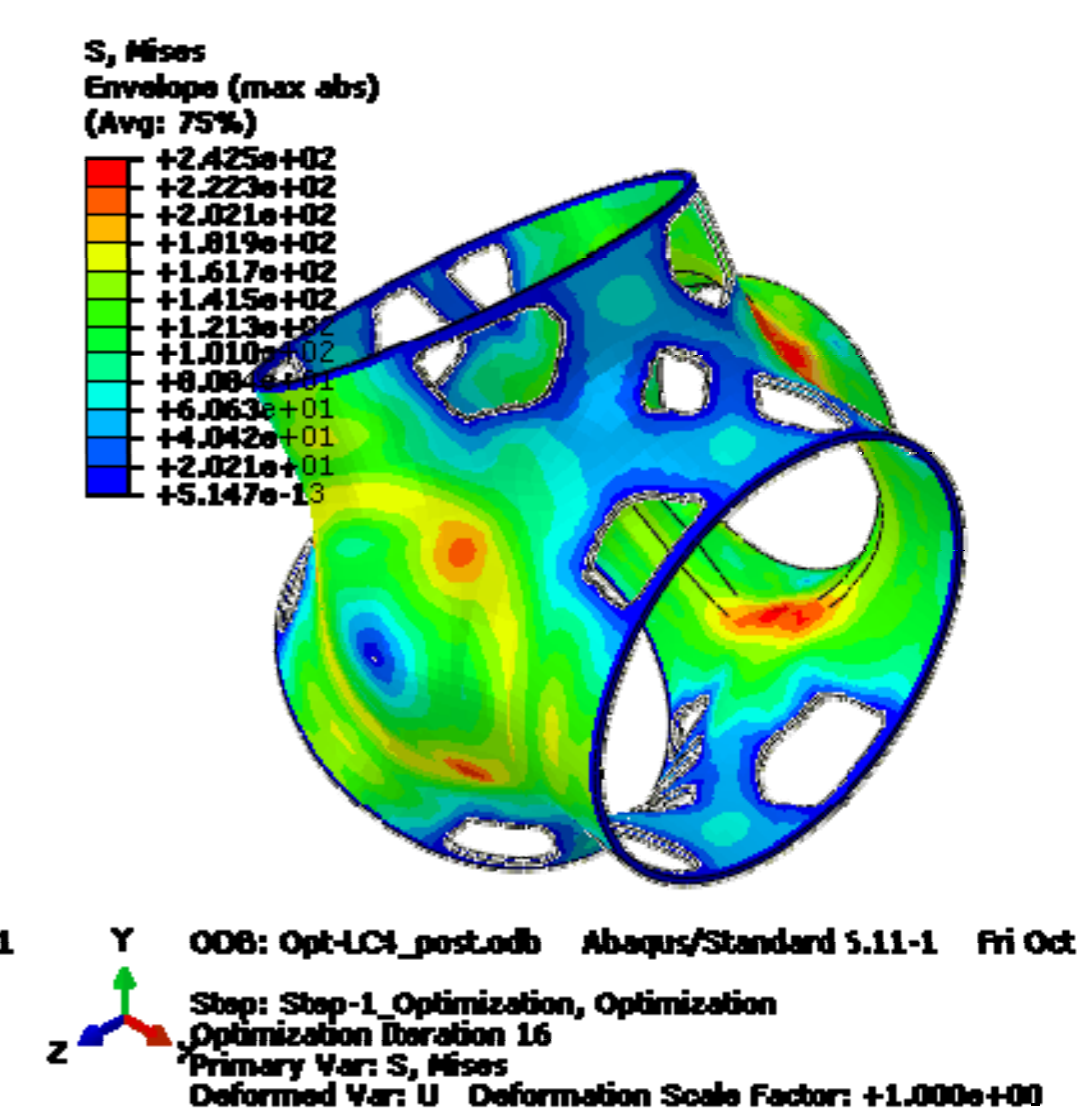
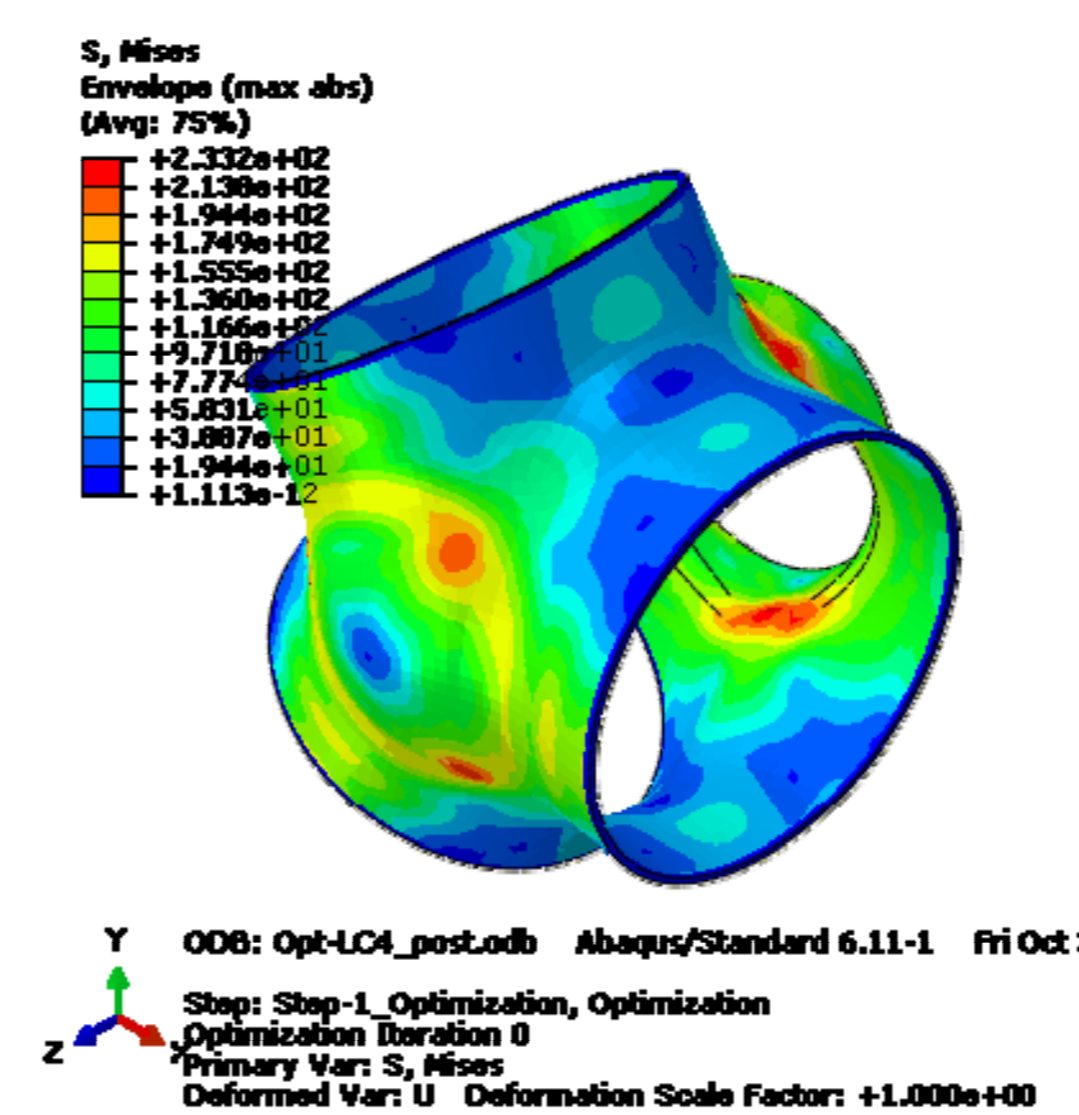
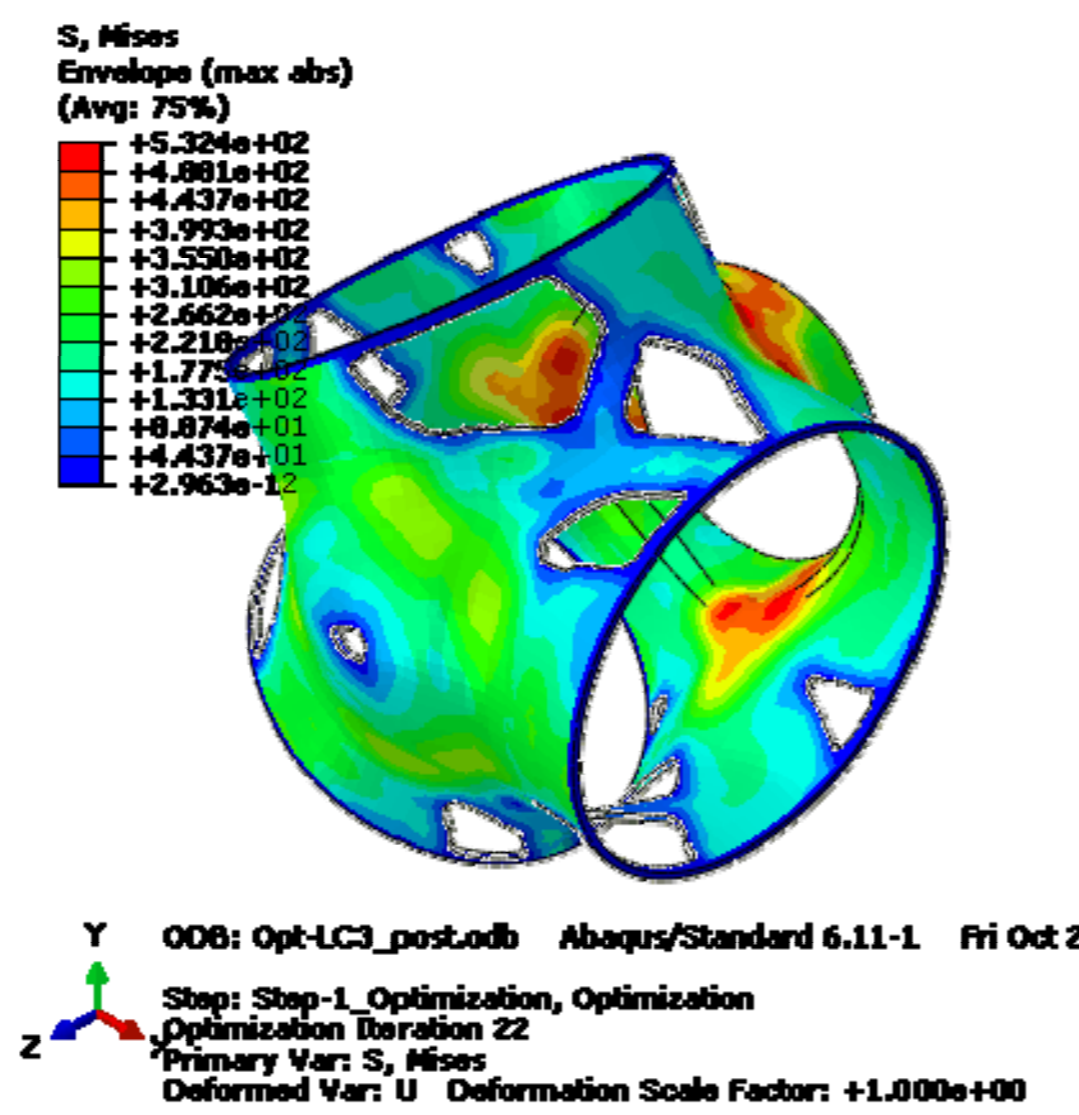
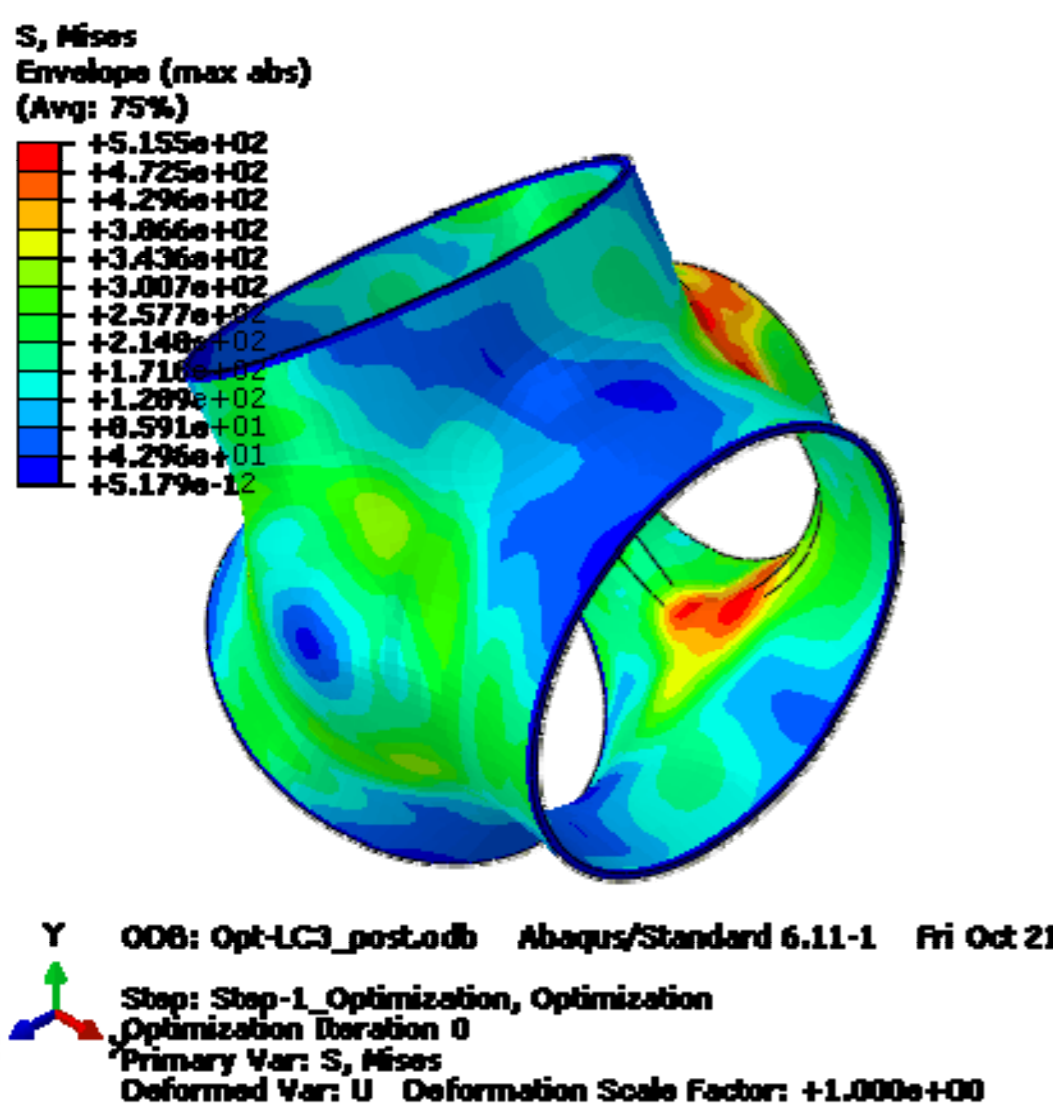


Fig. 4 在Load case 3之下的外型優化結果

Fig. 5 在Load case 4之下的外型優化結果