

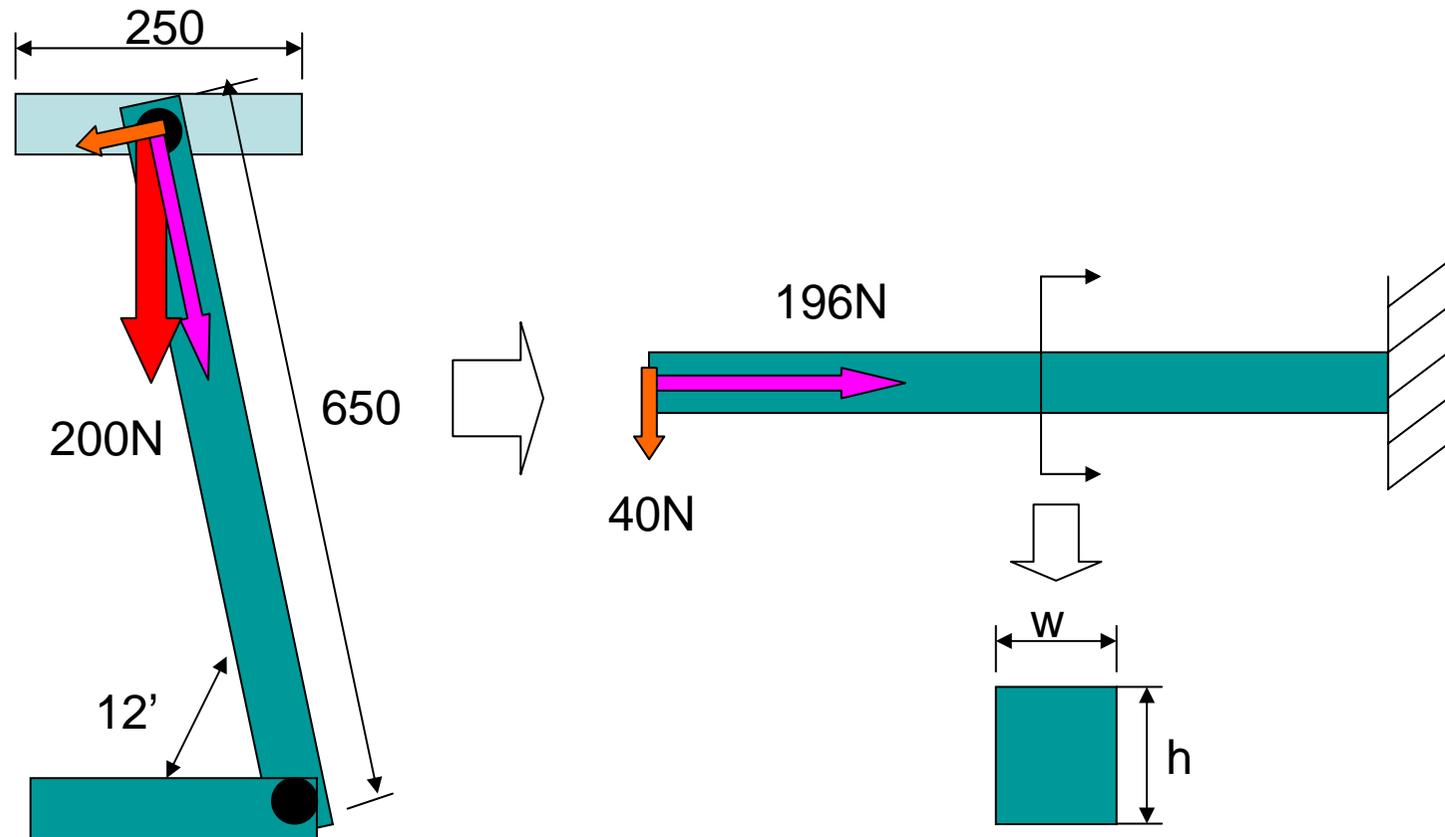
伸縮式腳架之結構分析 與可行性評估

范沛琦

2010/12/14

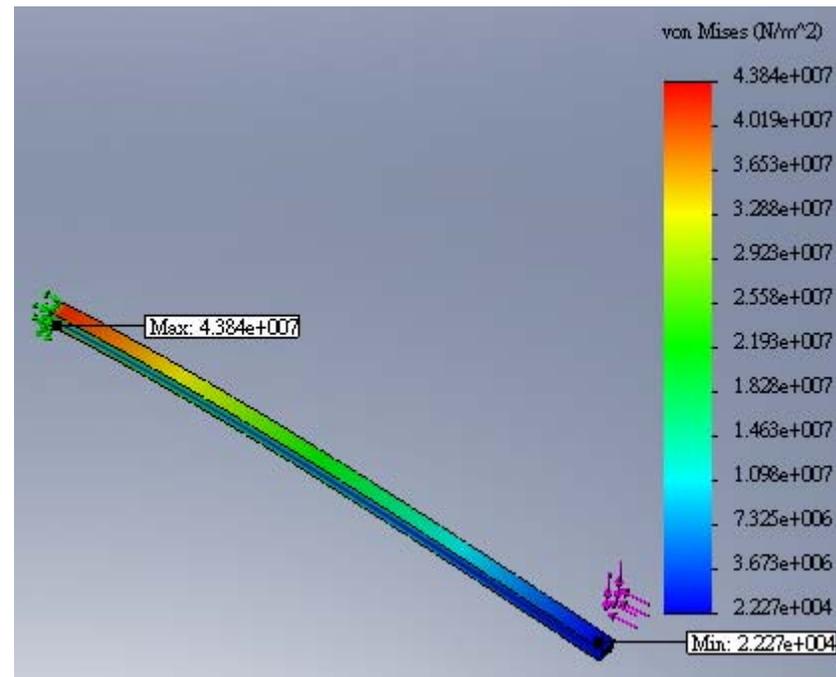
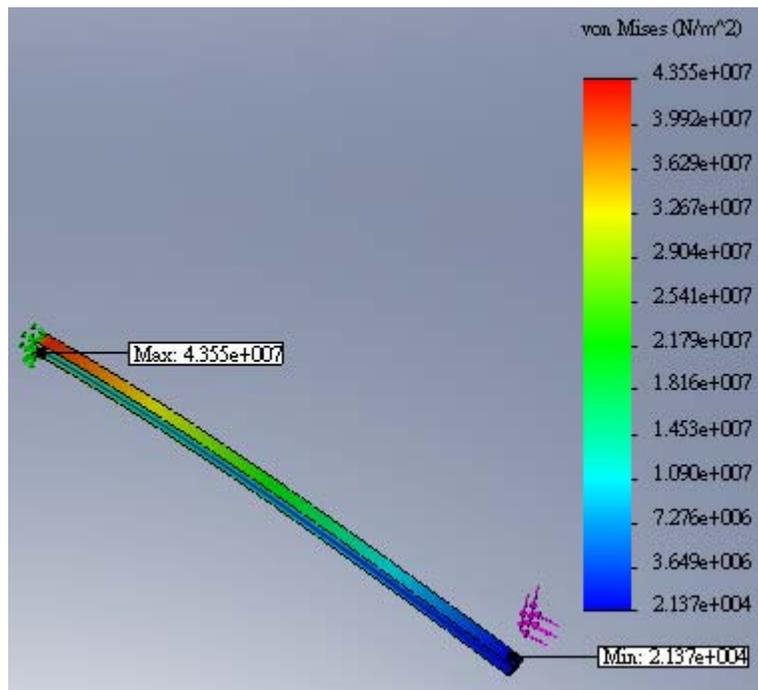
初始條件

- 伸縮式腳架的收回長度為250mm，伸長後是650mm.
- 最大負載20kg(靜負荷約200N - 假設動負荷<10%可忽略)，兩分力以稍大的數值(200N與50N)代入分析計算.



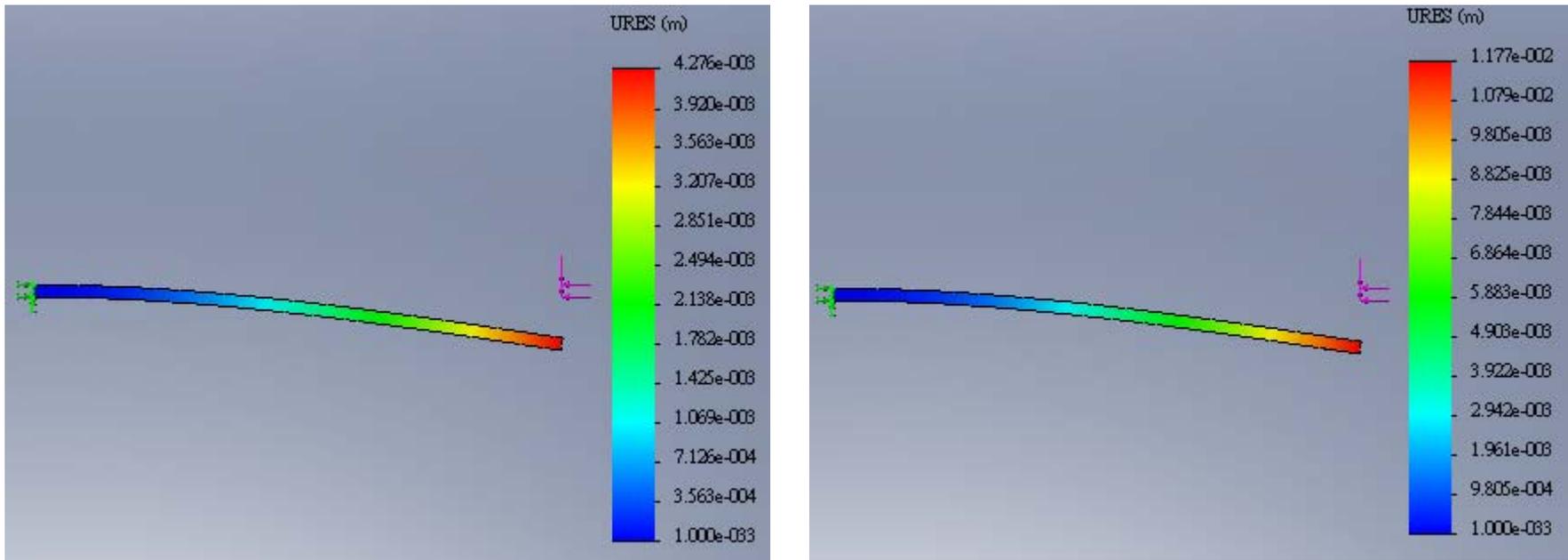
初步結構分析

- 腳架剖面的尺寸原本預定為20(w)x15(h)，假設採用最大強度的實心結構。
- 材料選用1. 304不銹鋼(200MPa)，2. A6061鋁合金(50MPa)



- 腳架剖面20(w)x15(h)，實心結構，最大應力在根部固定端約44MPa，左圖304不銹鋼(200MPa) OK，右圖A6061鋁合金(50MPa)已接近降伏應力。

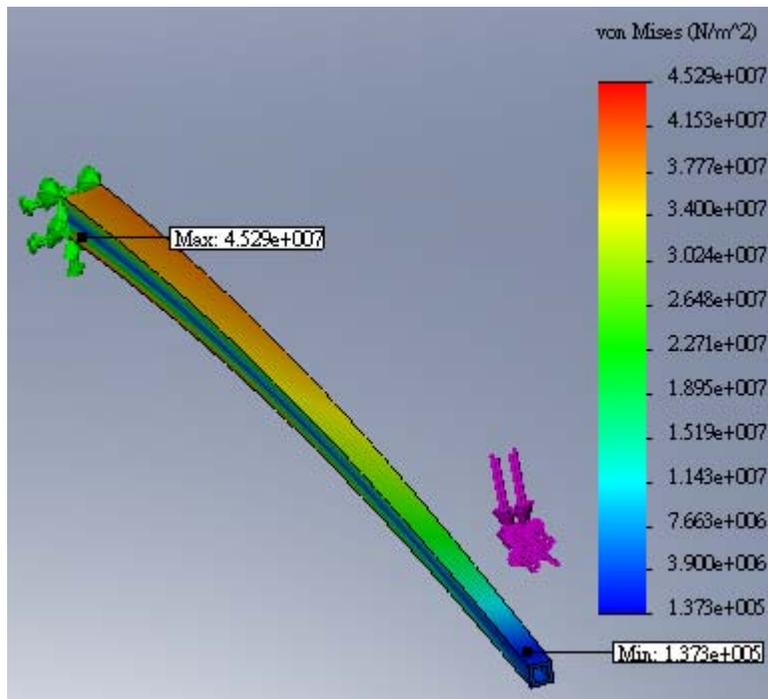
初步分析結果



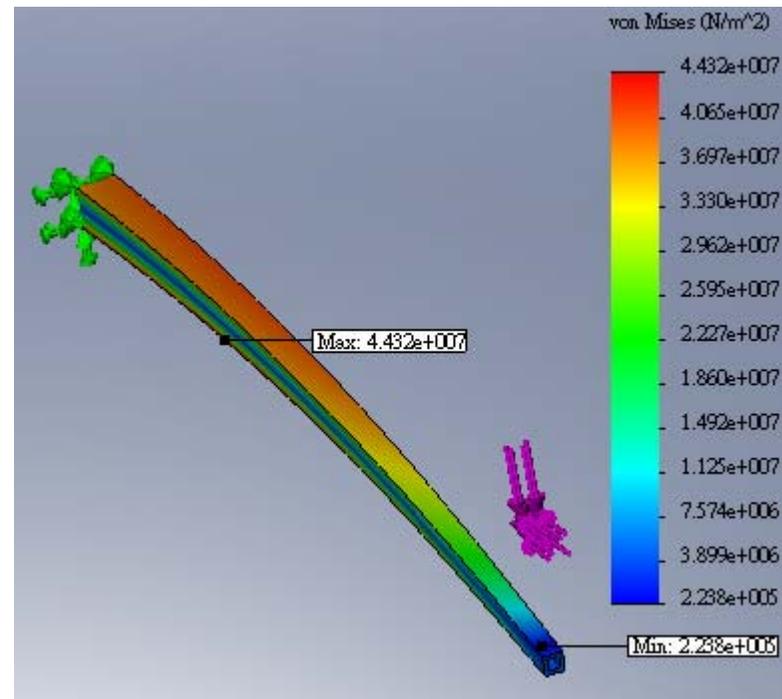
- 左圖304不銹鋼之最大變形量為位移4-5mm, 右圖A6061鋁合金之最大變形量為位移12mm.
- 即使是以不銹鋼實心結構分析, 最大變形量也有4-5mm, 剛性不足, 若要分解成可伸縮設計, 結構剖面將變成薄殼, 最大應力與變形量會增加數倍以上, 腳架剖面尺寸20(w)x15(h)不夠, 必需增加.

最佳化漸縮比例(1)

- 預定分解成4段可伸縮設計, 形成4層薄殼疊套, 平均薄殼厚度為1/8-1/10的剖面寬度.
- 以20x20 2t不銹鋼材料為例, 找出應力分佈均勻的剖面漸縮比例.

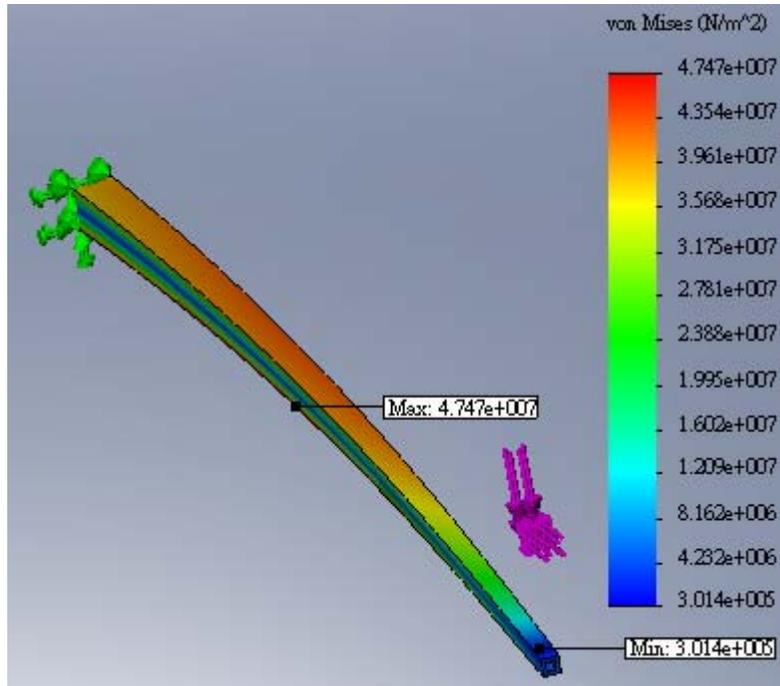


拔模0.40', 末端剖面11x11

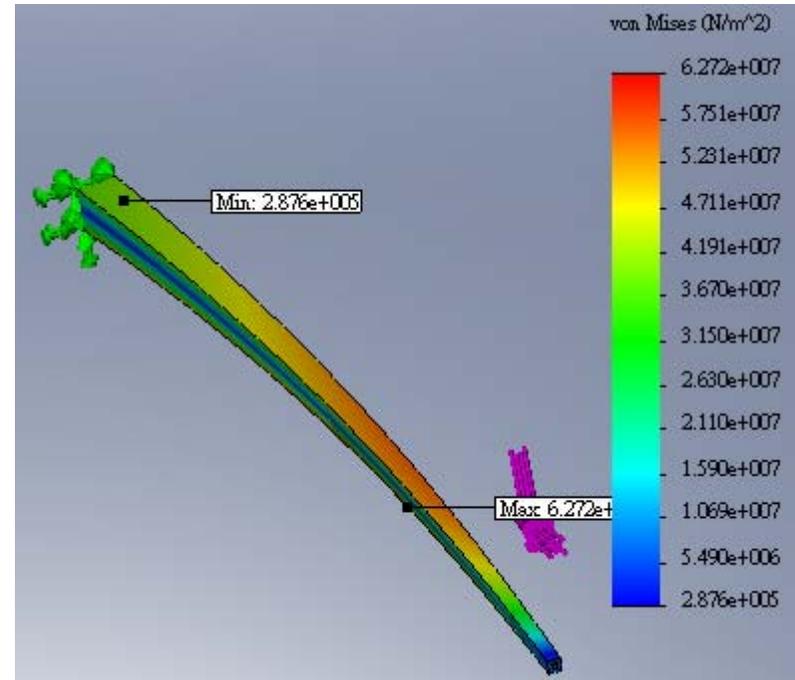


拔模0.45', 末端剖面9.8x9.8

最佳化漸縮比例(2)



拔模0.50', 末端剖面8.6x8.6

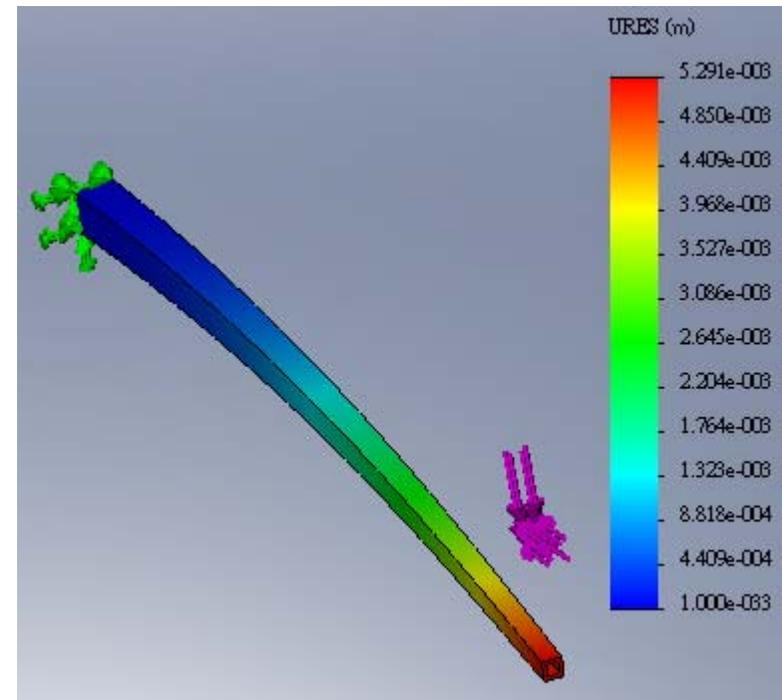
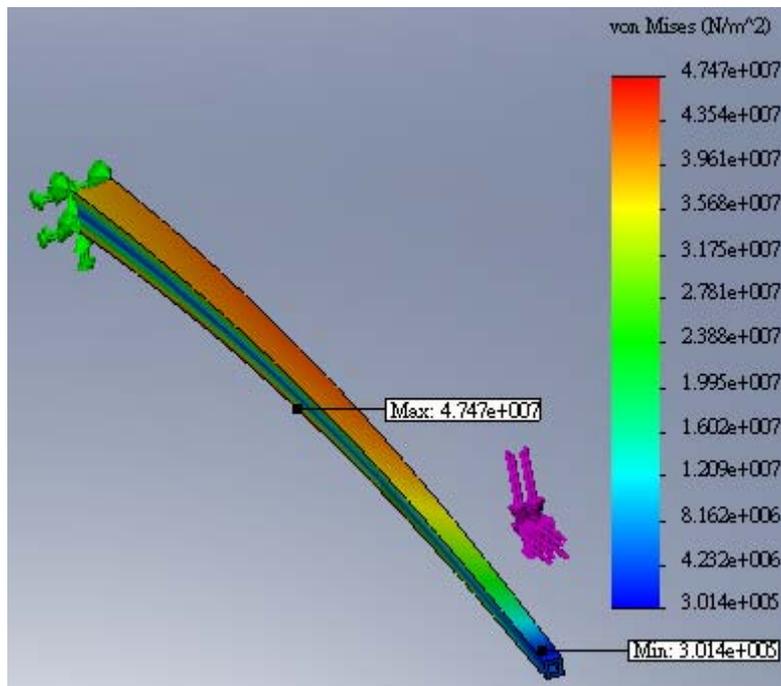


拔模0.60', 末端剖面6.4x6.4

- 以上分析結果可知, 20x20 2t薄殼柱, 大約以拔模0.50'漸縮方式(末端剖面8.6x8.6), 有較平均的應力分佈.
- 20x20 2t薄殼柱以4段可伸縮設計(4層薄殼疊套), 第4段剖面約為8x8, 很符合應力平均的分析結果, 但各段薄殼厚度仍需計算後再調整.

薄殼剖面尺寸分析(1)

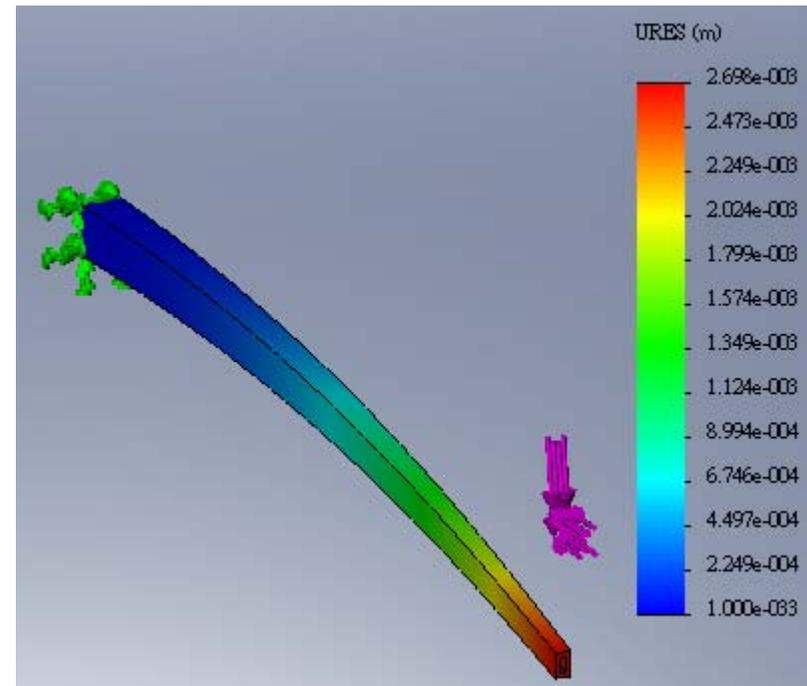
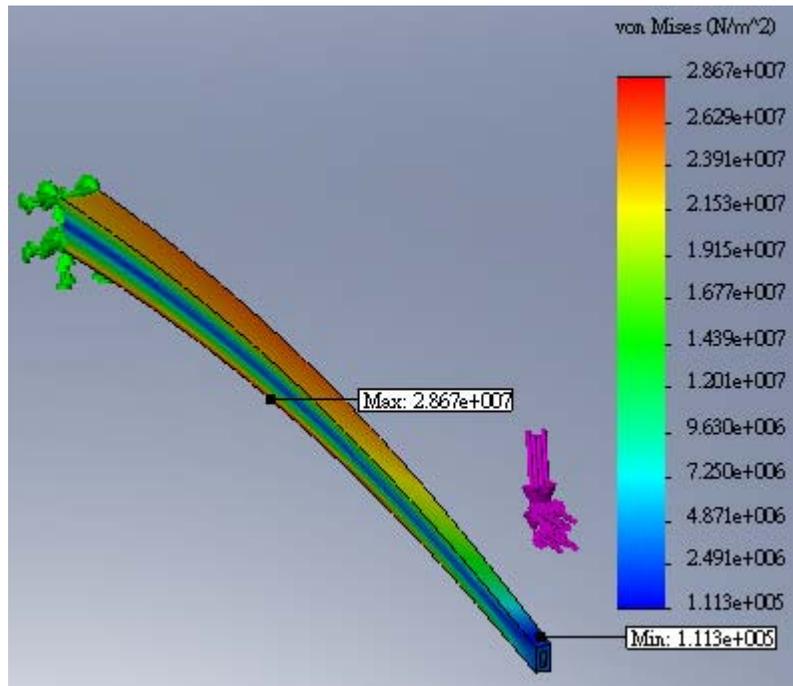
- 設計目標最大變形量 $<1\text{mm}$, 安全係數 >3 .
- 剖面寬度固定, 高度為變數, 找出最小滿足尺寸.



20x20 2t 304不銹鋼

安全係數約4 (>3),最大變形量約5mm

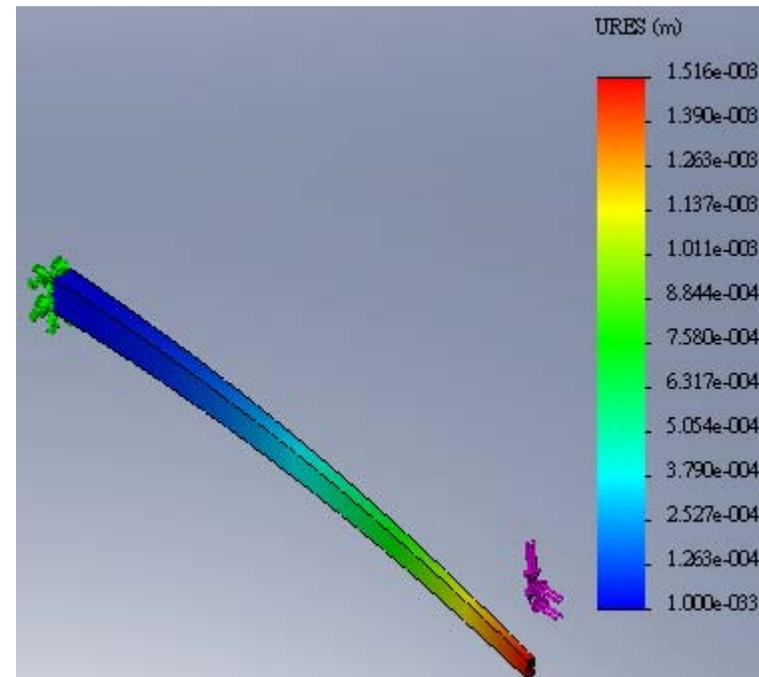
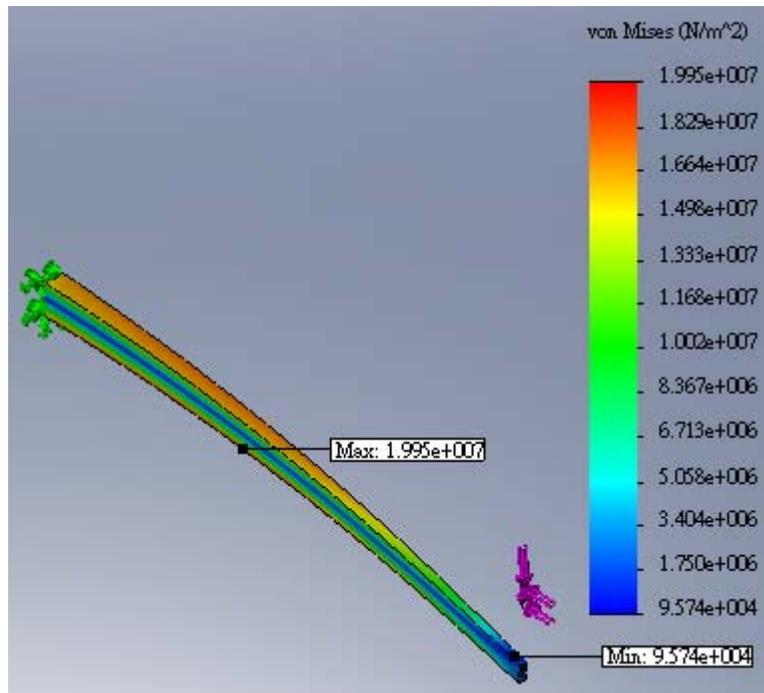
薄殼剖面尺寸分析(2)



20x25 2.5t 304不銹鋼

安全係數約6 (>3),最大變形量約2.7mm

薄殼剖面尺寸分析(3)

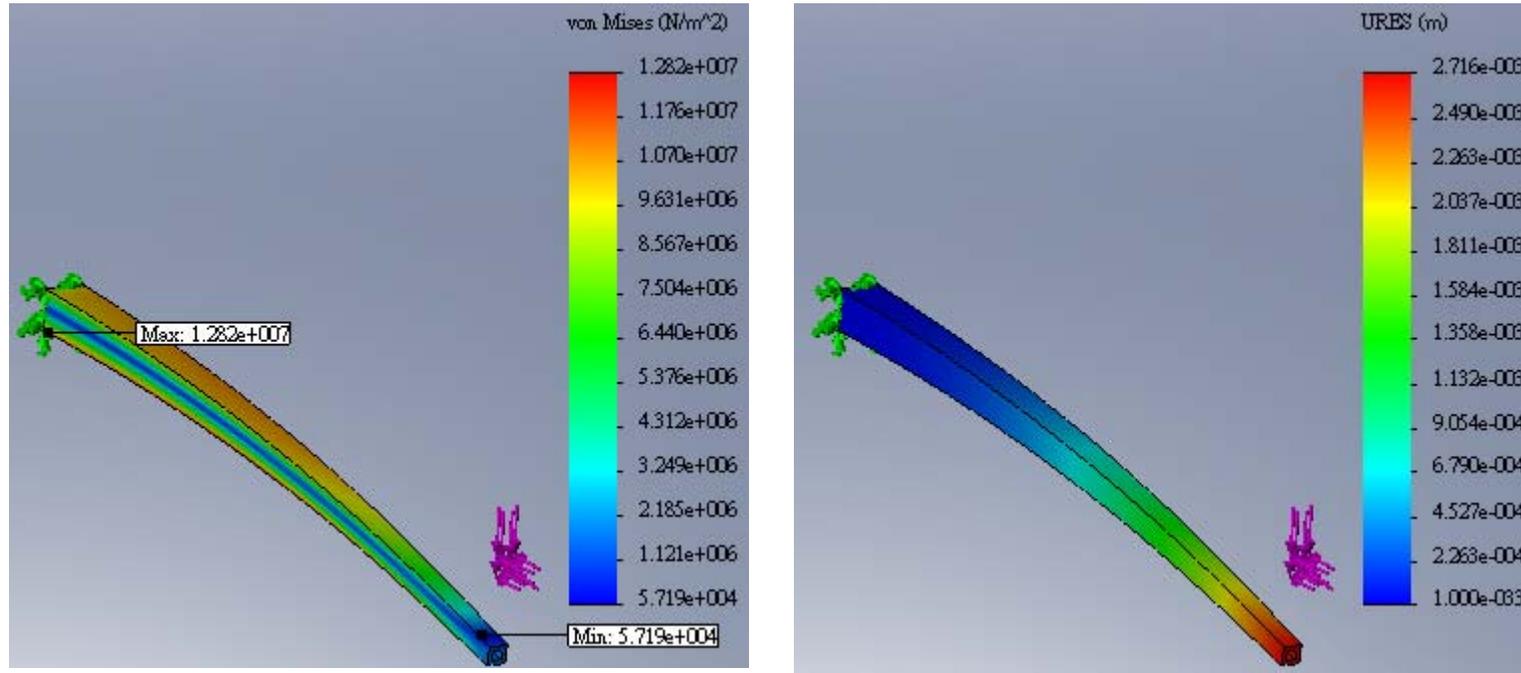


20x30 2.5-3t 304不銹鋼

安全係數約10 (>3),最大變形量約1.5mm

- 依據設計目標(最大變形量<1mm, 安全係數 >3), 不銹鋼剖面最小滿足尺寸為寬度至少20mm, 高度至少30mm.

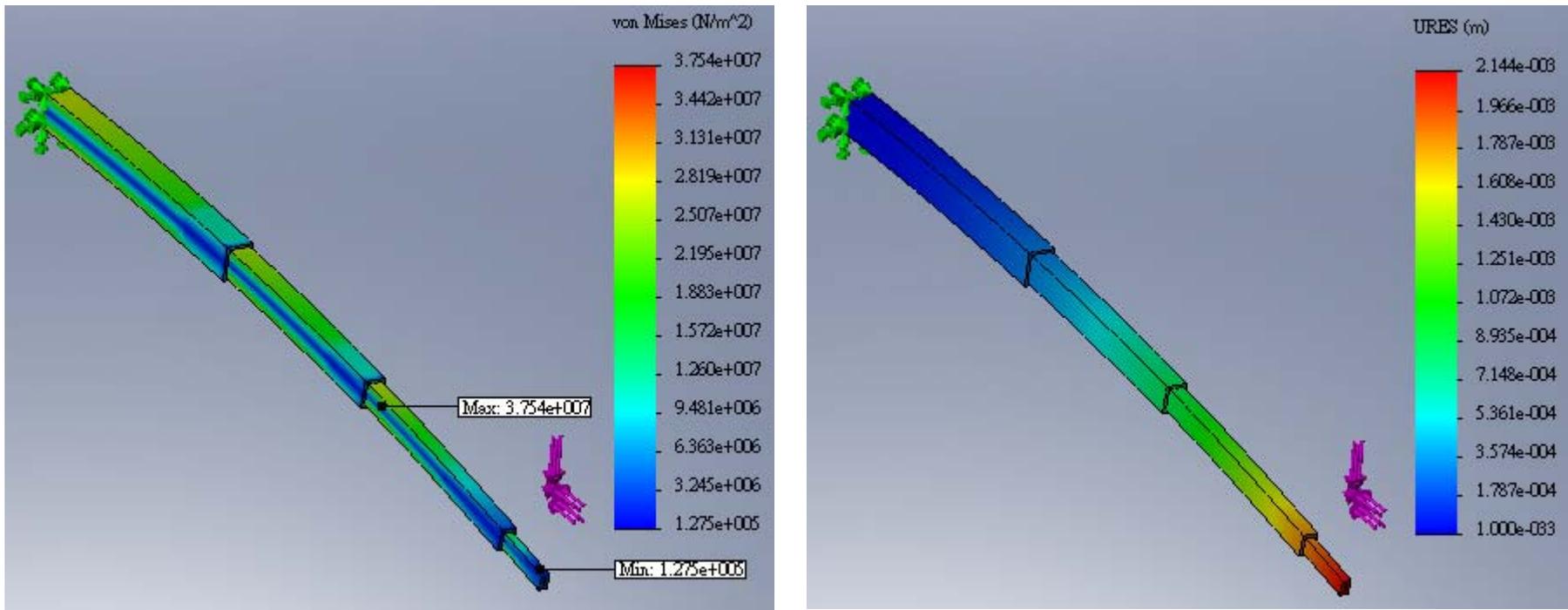
薄殼剖面尺寸分析(4)



- 上圖為A6061鋁合金(30x30 3.5t)的分析結果, 安全係數約4 (>3), 最大變形量2.7mm (超過1mm), 剖面最小滿足尺寸為寬度至少30mm, 高度至少30mm, 厚度3.5mm.
- 鋁合金強度比鋼差, 但加工製造成本較低, 重量也只有其1/3.

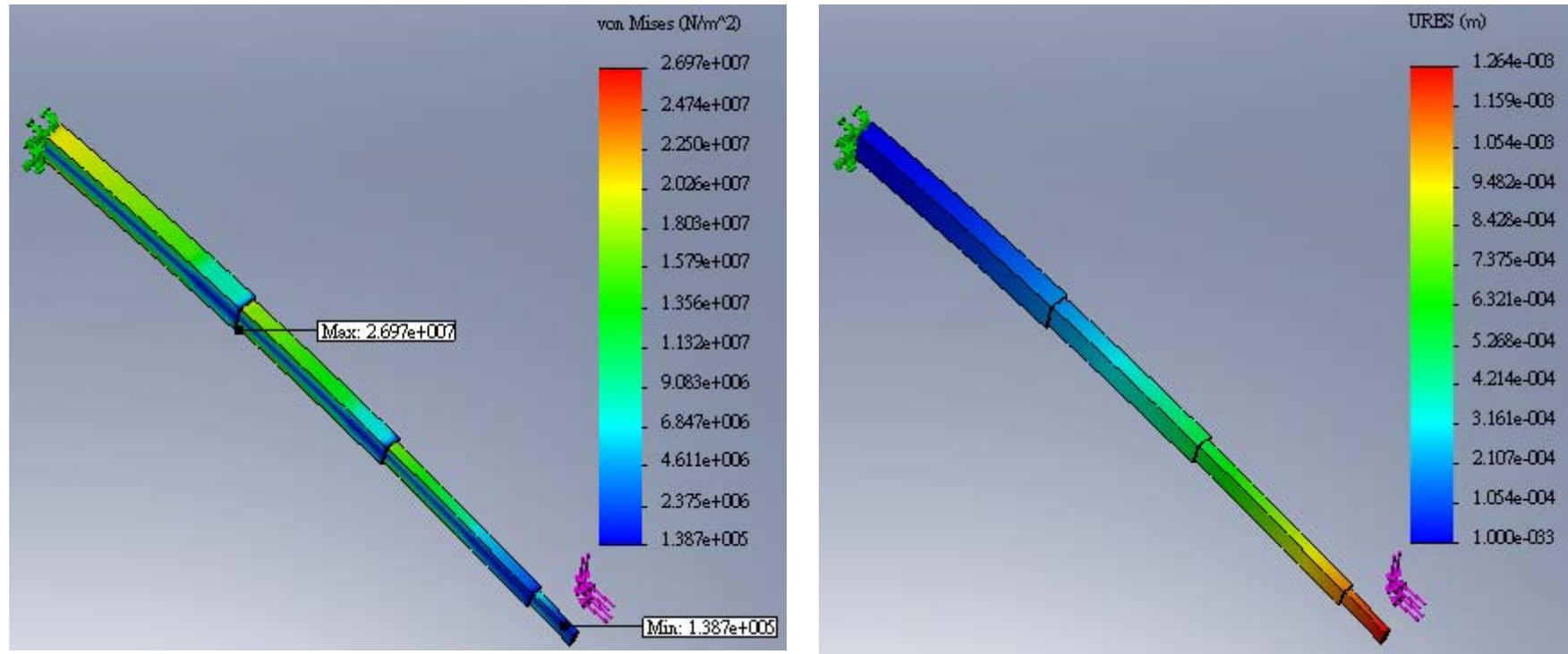
可伸縮柱整體分析(1)

- 依據薄殼剖面尺寸分析結果, 304不銹鋼材料, 選擇20x25 2t與20x30 2.5t 兩種薄殼剖面, 作4段可伸縮柱整體的分析與驗證.



- 上圖為20x25 2t分析結果, 與之前薄殼剖面比較, 安全係數約5 (之前6), 最大變形量約2.1 (之前2.7mm), 結果很接近, 因部分殼厚<2mm, 所以應力稍大, 但伸縮柱有重疊部分, 剛性更佳, 變形量變小.

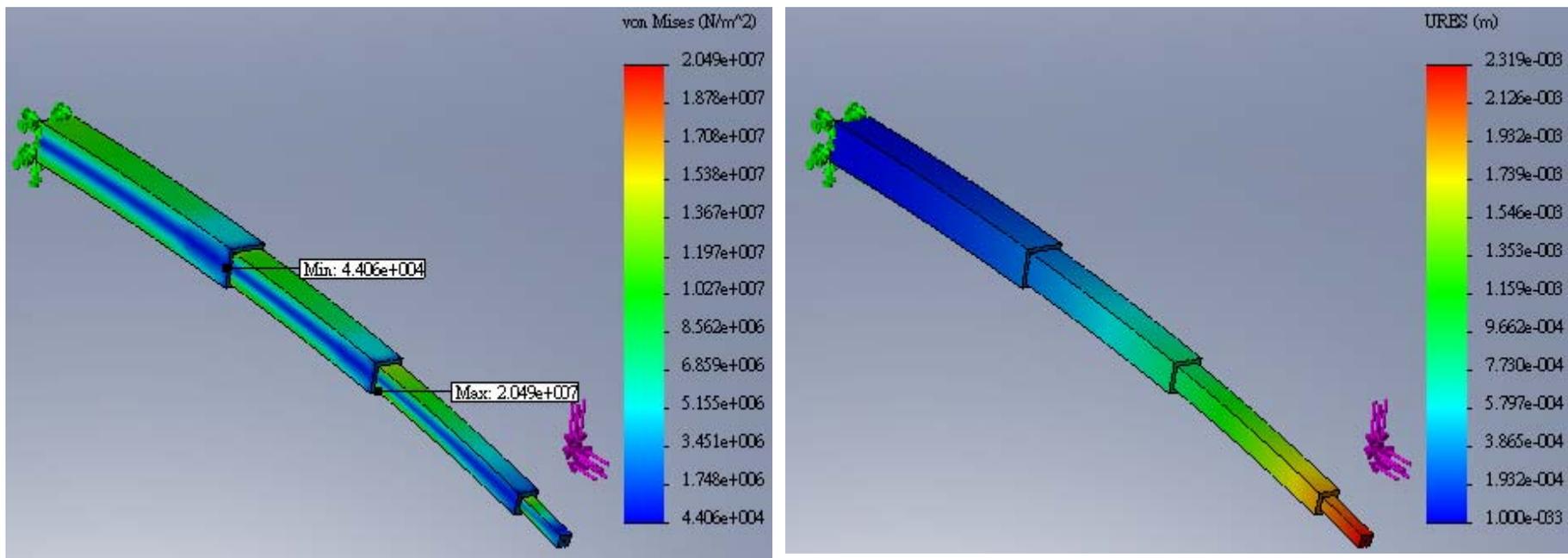
可伸縮柱整體分析(2)



- 上圖為20x30 2.5t分析結果, 與之前薄殼剖面比較, 安全係數約8 (之前10),最大變形量約1.3 (之前1.5mm), 結果很接近, 因部分殼厚<2.5mm, 所以應力稍大, 但伸縮柱有重疊部分, 剛性更佳, 變形量變小.

可伸縮柱整體分析(3)

- 依據薄殼剖面尺寸分析結果, A6061鋁合金材料, 選擇30x30 3.5t 薄殼剖面, 作4段可伸縮柱整體的分析與驗證.



- 上圖為分析結果, 與之前薄殼剖面比較, 安全係數約3 (之前4), 最大變形量約2.3 (之前2.7mm), 結果很接近, 因部分殼厚不均需調整, 所以應力稍大, 但伸縮柱有重疊部分, 剛性更佳, 變形量變小.

結論

- 設計標準依據最大變形量 $<1\text{mm}$, 安全係數 >3 , 採用4段可伸縮設計.
- 304不銹鋼材料的剖面最小滿足尺寸為寬度至少 20mm , 高度至少 30mm 厚度約 $2-2.5\text{mm}$.
- A6061鋁合金材料的剖面最小滿足尺寸為寬度至少 30mm , 高度至少 30mm , 厚度 3.5mm .
- 鋁合金強度雖比鋼差, 但加工製造成本較低, 重量也只有其 $1/3$.