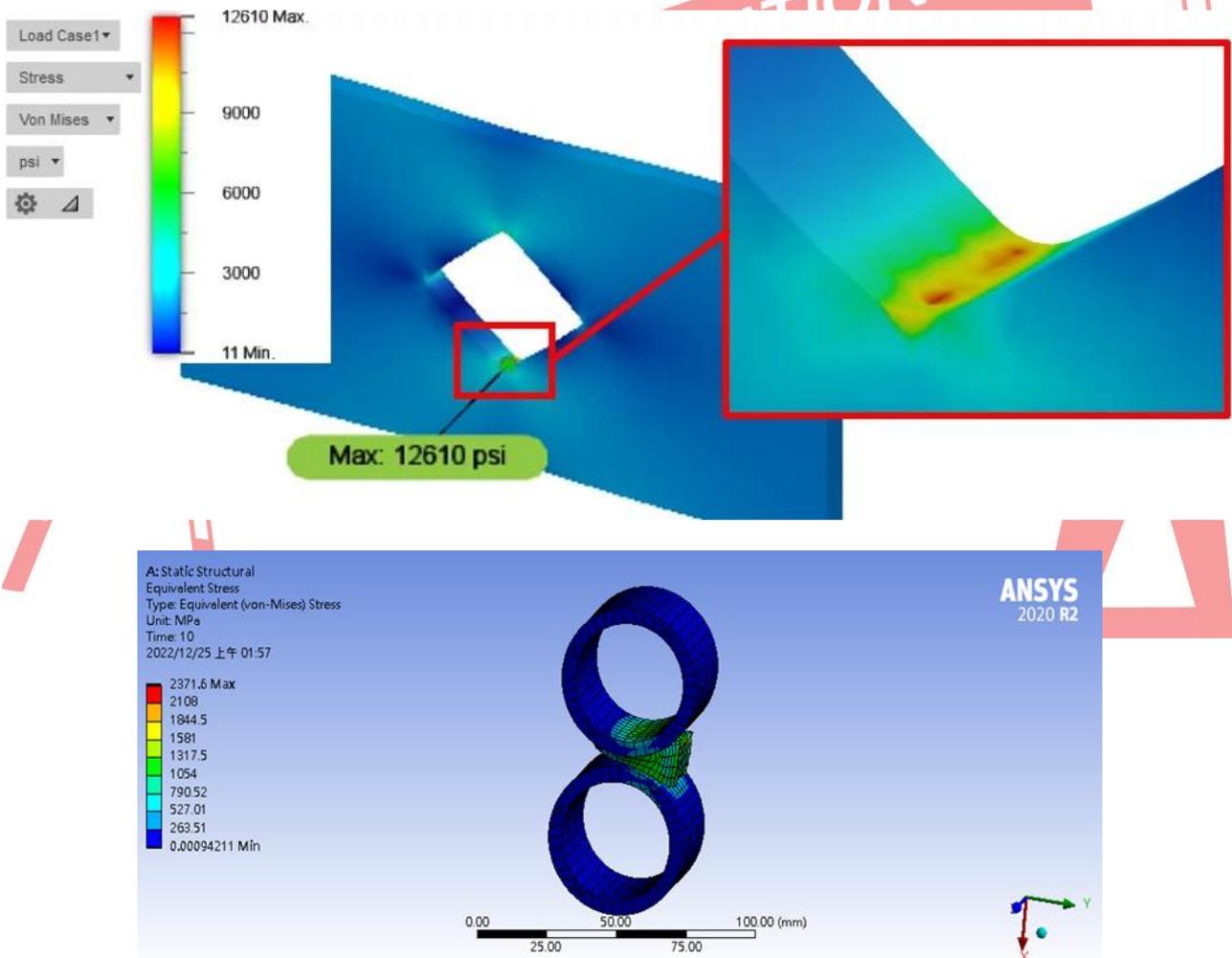


## 探討應力集中對軍艦結構強度之影響

郭俊毅、張志瑋、曹翔皓

應力集中對於軍艦船體結構的影響是設計時的一個關鍵考量。應力集中通常出現在結構中某些局部區域，這些區域的幾何形狀或結構變化（如孔洞、裂縫、轉角等）會使應力集中於這些位置，從而產生高於平均應力的局部區域（如圖一）。對於軍艦船體結構，這樣的效應可能會對船體的耐用性、穩定性和安全性產生重大影響，以下是應力集中對軍艦船體結構的幾個主要影響：



圖一：應力集中示意圖

## 1. 材料疲勞

軍艦船體經常處於不斷變化的工作負荷中，受到波浪、海水、風力以及其他外部環境因素的影響。當船體結構中出現應力集中現象時，這些局部區域會經常處於高應力狀態。長時間的反覆應力作用會使得材料發生疲勞現象，最終可能導致裂縫的形成。這些裂縫若未及時發現或修補，可能會在後期發展成結構性損壞，危及船隻的安全。

## 2. 結構損壞

軍艦船體的設計要求其承受極大的外力，特別是戰鬥中可能遭遇的爆炸、撞擊等衝擊。若結構中存在應力集中的區域，這些區域就會成為破壞的薄弱點。應力集中可能會導致結構的局部層層剝離，進而引發結構的崩塌或破裂。這對船體的穩定性和戰鬥中存活能力構成極大威脅。

## 3. 船體壽命縮短

應力集中會加速結構的老化，從而縮短軍艦船體的使用壽命。在設計和建造過程中，若未考慮到這些區域的特殊需求，可能導致軍艦需要更頻繁的檢查和維修，並縮短整體服役期。這樣不僅增加了維護成本，也極大影響了軍艦的全壽命。

## 4. 設計不當的影響

軍艦船體結構的設計需要考慮到應力分佈的均勻性。在某些情況下，設計不當的結構形狀或接縫會引發應力集中，這在強風、波浪衝擊或火箭攻擊等極端條件下尤為危險。若船體的接縫處或改裝部分處理不當，應力集中的影響會更加

明顯，可能導致局部結構失效，進一步影響整體的結構穩定性。

## 5. 船體防護的影響

軍艦船體的防護是設計的關鍵部分，用來保護船員和船體內部免受敵方攻擊的影響。船殼的接合處和過渡區域往往會存在應力集中現象，特別是鋼板厚度不均或轉角過度尖銳的情況下。這些區域不僅會降低鋼板的防禦能力，還可能因為應力集中而引發裂縫或破壞，影響軍艦的整體防禦效果。

## 6. 振動與共振

軍艦在運行過程中會遇到不同頻率的振動，這些振動可能源自於裝備、海浪以及其他內外部因素。若船體結構中存在應力集中，可能會導致共振現象的發生。共振會使結構的某些部位振動幅度增大，進而加劇局部的應力集中，增加材料的疲勞和破壞的風險。

而為了避免上述狀況產生，我們在軍艦設計階段即會盡可能的減少應力集中發生的可能，而以下即是可能的幾種方法：

1. 優化設計：於軍艦設計時應該避免過於尖銳的角落或突出的結構元素，以避免局部幾何形狀過於複雜，從而降低應力集中的風險。
2. 選擇高強度材料：選用具有良好延展性和抗疲勞性能的材料，如鋼合金、鋁合金等，可以有效減少應力集中帶來的負面影響。
3. 加強檢測與維修：定期檢查船體結構，特別是容易產生應力集中的區域，

如接縫、焊縫、舷側等部位，及時發現並修補微裂縫。

4. 使用補強結構：在應力集中的位置加強補強結構(支柱、橫樑等)，用以分散應力，避免過度集中。

總結來說，應力集中對軍艦船體結構的影響是不可忽視的，它會引發材料疲勞、結構損壞、船體壽命縮短等問題。因此，在軍艦設計、建造和維護中，應當充分考慮如何減少應力集中的影響，保障軍艦的運行安全性和耐久性；台灣國際造船股份有限公司除了具有極高的造艦技術之外，在設計規劃及軟體分析領域亦具備不小的能量，如能活用在各軍艦的設計及建造過程中，相信一定能夠造出更加出色且適用海軍的作戰艦艇。

參考資料：

1. 潘純致，〈殘留應力之含意〉，機械月刊第十四卷第五期，頁 169-174，1988。
2. 廖信智，〈不同振盪頻率對殘留應力消除之研究〉，中興大學碩士論文，頁 10，2006 年。
3. 陳宏志，〈銲接結構強度學〉，復文書局，1995。
4. 徐慶瑜等，艦用 5083 鋁合金在不同應變率下的塑變行為，中國造船暨輪機工程學刊第四十卷第一期，2021 年 2 月。
5. J. Harding, E. O. Wood and J. D. Campbell, Tensile testing of materials at impact rates of strain, J. Mech. Eng. Sci. 2, 88 - 96. 1960.
6. R.W. Armstrong and S.M. Walley, "High strain rate properties of metals and alloys", International Materials Reviews VOL 53 105-128, May 2008.