

高強度螺栓是否可重複使用

【 2006-01-26 / 土木及結構技師 陳正平】

【問】：施工中之鋼結構因安裝錯誤而拆卸下來，或由鋼結構拆除更新所拆卸下來的使用過之高強度螺栓是否可以回收再重複使用？

【答】：

基於節約能源與綠色環保的考量，將使用過的高強度螺栓回收重複使用是理所當然的。但若因已使用而產生延遲性之疲勞破壞或斷裂，或因預拉力降低而產生接合面滑動致不能符合使用需求，將會得不償失。

目前常用之高強度螺栓依螺栓型式有六角形螺頭及圓形螺頭二種；依施工方式則可分為扭矩控制高強度螺栓與一般高強度螺栓二種。

不論那一種型式之高強度螺栓，安裝過程所產生之螺栓預拉力大小均不易準確控制，很可能導致螺桿及螺牙部位之應力超過降伏應力，而反復的安裝（或鎖固）及卸除螺栓，會導致螺栓之塑性變形能力甚至預拉力越來越低之情況，故使用過之高強度螺栓是否可以回收再重複使用，值得進一步探討其利弊得失。

高強度螺栓安裝過程，以「螺帽轉角法(turn-of-nut method)」為例說明如下：

「螺帽轉角法」之理論係由螺栓之伸長量來確定螺栓的張力，而螺栓的伸長量則由螺帽之轉角量來判斷。螺栓軸向拉力之計算法如下：

$$N = C \cdot \delta = C_0 \cdot \delta_0$$

式中：

δ = 螺栓之伸長量。

δ_0 = 連接鋼板之壓縮量。

C = 螺栓之彈性常數。

C_0 = 連接鋼板之彈性常數。

螺帽之總移動量為 $\delta + \delta_0$ ，螺帽之轉角位移量 θ 可由下式求得：

$$\theta = 360 \times (\delta + \delta_0) / P$$

式中：

P = 螺紋之間距 (pitch)

螺帽旋轉法先將螺栓鎖至緊密狀態(snug position)，然後再施加一螺帽旋轉量來對螺栓施加預拉力，螺帽旋轉等同於對螺栓施加一軸向伸長量。

螺帽之轉角量跟螺帽與鋼板間接觸之緊密度有極大之關係。接觸鬆，則旋緊螺帽所需之轉角量增大；接觸緊，則旋緊螺帽所需之轉角量減小。因此，在採用螺帽轉角法之前，必須先將螺帽旋緊至一定之緊密程度，然而因在安裝實務上不易控制在適當的緊密程度，而易有超預力或不足之情況。由高強度螺栓在旋緊半圈，放鬆，再旋緊後之行為的試驗資料，顯示累積之塑性變形量會導致高強度螺栓之變形能力越來越降低之情況，雖然 ASTM A325 高強度螺栓之試驗結果，其影響程度較不顯著，但實務上安裝時因最小預拉力不易控制，常有超量之情形，此種現象非試驗模式所能含蓋；對於 ASTM A490 或 JIS F10T 高強度螺栓重復安裝之試驗結果顯示，其塑性變形能力降低之程度較 ASTM A325 高強度螺栓快速。

採用扭矩控制旋緊之高強度螺栓，亦會受螺牙及鋼板之摩擦係數不同，而有不易準確控制，超量施加預拉力之情形。高強度螺栓安裝過程所產生之螺栓張力，很可能導致螺桿及螺牙部位之應力超過彈性界限，致螺栓之塑性變形能力降低，或在先前安裝或拆卸過程均會有受損之傷痕或螺牙變形，或因受載重致螺桿已有變形之情況，此些現象均可能導致不可預期之效能折損或破壞，故使用過之高強度螺栓不宜再重複使用。

雖然對於未施載最小預拉力之承壓型高強度螺栓較不受限，但國內幾乎不使用承壓型，且目前鋼結構建築物大量採用 JIS F10T 螺栓，其安裝事實上已加入預拉力，尤其是圓頭之扭矩控制高強度螺栓則因拆卸困難而易受損，且已經斷尾，無法安裝，亦無法重複使用。ASTM A325 高強度螺栓有些時候縱使重複使用，其重複的次數也要受限，此時管理上麻煩且易出錯。因此建議高強度螺栓避免回收再重複使用。

【參考資料】

- [1] R.J.Christopher, G.L. kulak and J. W. Fisher, “Calibration of Alloy Steel Bolts”, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.92, ST2. April 1966
- [2] J.L.Rumpf and J.W. Fisher, “Calibration of A325 Bolts”, Journal of the Structural Division, ASCE, Vol.89, ST6. April 1963
- [3] Geoffrey L. kulak, J.W. Fisher and John H. A. Struik, “Guide Design Criteria for Bolted and Riveted Joints” AISC
- [4] AI SC “Specification for Structural Joints Using ASTM A325 or A 490 Bolts”
- [5] “鋼結構設計手冊極限設計法” 陳正誠、陳正平，中華民國結構工程學會，民國 92 年 10 月。
- [6] “鋼結構設計手冊容許應力設計法” 陳正誠、陳正平，中華民國結構工程學會，民國 92 年 2 月。
- [7] “鋼結構建築物鋼結構技術設計規範(二)鋼結構極限設計法及容許應力設計法規範及解說” 內政部營建署。
- [8] “高旺螺絲工業有限公司” 型錄。
- [9] “鋼結構工程” 講義，陳正誠教授。