

## 承受直接拉力載重之高強度螺栓設計應力

(2008-02-27 初刊)

【2008-03-15 / 技術委員會】

【問】：

在「鋼結構容許應力設計法」第 10.3.3 節其中內文所敘：「……承受直接拉力載重之高強度螺栓，其標稱斷面上之平均應力不得超過表 10.3-2 所列之值，且不考慮初始旋緊力……」。

其中所謂不考慮初始旋緊力是指承壓式螺栓的旋緊力，或亦指鎖緊軸力達到規定最小預拉力之摩擦式螺栓？又螺栓只承載拉力時是不是只能使用承壓式螺栓，而不可使用摩擦式螺栓（因為摩擦式螺栓原鎖緊最小預拉力已超過容許拉力強度）？

另上述規範第 10.3.5 節對「拉力與剪力同時作用之摩阻型接合」規定：「同時承受拉力及剪力作用之 F10T 螺栓，其容許剪應力須為表 10.3-2 之值乘以折減係

數  $(1 - f_t A_b / T_b)$ ，式中  $f_t$  為螺栓之平均張應力， $T_b$  為表 10.3-1 所示最

小

預拉力…」，所謂螺栓之平均張應力是指外加力計算而得的平均張應力，還是包含螺栓最小預拉力之平均張應力？

表 10.3-2 螺栓及螺牙桿件之容許應力(tf/cm<sup>2</sup>)

螺栓及螺牙桿件種類	容許張應力 ( $F_t$ )	容許剪應力( $F_v$ )				
		摩阻型接合[a, g]				承壓式接合
		標準孔	超大孔及短槽孔	長槽孔		
				載重垂直 [f]	載重平行 [f]	
A307螺栓	1.40					0.70 [b, e]
F10T(S10T) 螺栓、螺紋在剪力平面	3.62[d]	1.41	1.20	1.00	0.87	1.87 [e]
F10T(S10T) 螺栓、螺紋不在剪力平面	3.62[d]	1.41	1.20	1.00	0.87	2.68 [e]
螺牙桿件符合 3.4 節 規定 螺栓、螺紋在剪力平面	$0.33 F_u$ [a, c]					$0.17 F_u$
螺牙桿件符合 3.4 節 規定 螺栓、螺紋不在剪力平面	$0.33 F_u$ [a]					$0.17 F_u$

註：

[a]僅適用於靜載重。

[b]允許螺紋在剪力平面內。

[c]擴頭桿螺紋部分之標稱拉力強度，依據主螺紋直徑之斷面積  $A_b$ ，須大於未放大部分標稱桿身斷面積乘以  $0.6 F_y$ 。

[d]F10T螺栓承受拉力疲勞載重時，其強度為附錄4中表A-4.4中A490螺栓疲勞強度之95%。

[e]續接拉力構材以承壓式接合時，螺栓及螺牙桿件排列形式，其在平行拉力方向上之長度超過125cm時，表列各值須減少20%。

[f]載重之作用方向相對於長槽孔之長軸。

[g]潔淨銹皮與噴氣清除及表面塗以護膜者，其滑動係數應在0.33以上。

表 C10.3-2 ASTM 規格高張力螺栓之容許應力值(tf/cm<sup>2</sup>)

	容許張應力 ( $F_t$ )	容許剪應力				
		摩阻型接合				承壓型接合
		標準孔	加大孔或 短槽孔	長槽孔		
載重垂直	載重平行					
A325螺栓、 剪力面含螺紋	3.05	1.19	1.05	0.84	0.70	1.45
A325螺栓、 剪力面不含螺紋	3.05	1.19	1.05	0.84	0.70	2.10
A490螺栓、 剪力面含螺紋	3.75	1.47	1.26	1.05	0.91	1.95
A490螺栓、 剪力面不含螺紋	3.75	1.47	1.26	1.05	0.91	2.80

【答】：

不論承壓式高強度螺栓或摩擦式高強度螺栓，鎖固時均有鎖緊達到規定最小預拉力之軸力存在，此時螺栓夾距內之各鋼板會因承受壓力而有壓縮變形。

當螺栓承受外加拉力載重時，螺桿內之張力並無明顯地增加，其所承受之外加之拉力載重僅是取代螺栓夾距內之各鋼板原有之壓力。接合部板材間之壓力被外加拉力載重取代後會有解壓現象，致接合部板材間原有之壓縮變形量減小，因此螺桿內之張應力會有些微增加，惟其增加量非常小，可以忽略；大部份外加拉力載重取代螺栓鎖緊時產生之預拉力後，接合部材間之壓力會大約等量減小。

故只要外加拉力載重在螺栓標稱斷面上之平均張應力不超過表 10.3-2 所列之值即符合設計規範所規定之安全需求，故二者均可用於承載外加拉力載重；亦均不必考慮初始旋緊力；拉力與剪力同時作用之摩阻型接合，所謂螺栓之平均張應力 是指外加力計算而得的平均張應力。

表1 F10T(S10T) 螺栓最小預拉力

螺栓標稱直徑 (mm)	F/S 10T 螺栓 (t)
12	5.9
16	10.6
20	16.5
22	19.9
24	23.7
27	30.0
30	37.1
註：等於最小抗拉強度之0.7倍	

表2 A325、A490 螺栓的最小預拉力 Tb

螺栓標稱直徑 (mm)	A325 螺栓 (tf)	A490 螺栓 (tf)
13 (1/2")	5.4	6.8
16 (5/8")	8.6	10.9
19 (3/4")	12.7	15.9
22 (7/8")	17.7	22.2
25 (1")	23.2	29.1
28 (1 1/8")	25.4	36.3
32 (1 1/4")	32.2	46.3
35 (1 3/8")	38.6	54.9
38 (1 1/2")	46.8	67.2
等於最小抗拉強度之0.7倍		

表3 JIS 螺栓之容許張力(tonf)

JIS	$F_t$	標稱直徑, mm						
		M16 16	M19 19	M20 20	M22 22	M24 24	M27 27	M30 30
稱呼	$\sqrt{\text{cm}^2}$	面積(標稱直徑總面積), $\text{cm}^2$						
		2.01	2.84	3.14	3.80	4.52	5.73	7.07
F8T	2.95	5.93	8.36	9.27	11.2	13.3	16.9	20.9
F10T	3.62	7.28	10.3	11.4	13.8	16.4	20.7	25.6

表 4 ASTM 螺栓之容許張力

ASTM	$F_t$	標稱直徑							
		5/8" (16mm)	3/4" (19mm)	7/8" (22mm)	1" (25mm)	1-1/8" (29mm)	1-1/4" (32mm)	1-3/8" (35mm)	1-1/2" (38mm)
稱呼	t/cm <sup>2</sup> (ksi)	面積(根據標稱直徑計算之總面積), cm <sup>2</sup>							
		1.98	2.85	3.88	5.07	6.41	7.92	9.58	11.4
A307	1.41 (20)	2.79	4.01	5.46	7.13	9.03	11.1	13.5	16.0
A325	3.10 (44)	6.13	8.83	12.0	15.7	19.9	24.5	29.7	35.3
A490	3.80 (54)	7.52	10.8	14.7	19.3	24.4	30.1	36.4	43.3

備註：剪力與張力同時作用時，需考慮互制行為

【參考資料】

- 〔1〕內政部營建署(1998) 結構建築物鋼結構技術設計規範，“容許應力設計法及鋼結構極限設計法設計規範”。
- 〔2〕中華民國結構工程學會（2003）“鋼結構設計手冊” 陳正誠、陳正平。

註：本文第一次刊登於 2008-02-27，並於 2008-03-15 第一次做修正。