



Alps socket screws

# Hexagon Socket Head Cap Screws 六角穴付きボルトの設計資料

## 六角穴付きボルトの機械的性質

六角穴付きボルトの機械的性質は、JIS B 1051で強度区分10.9、12.9等が決められています。

強度区分12.9とは

12は引張強さ1200N/mm<sup>2</sup>の1/100を表します。  
.9は耐力と引張強さの比です。

従って、強度区分12.9は  
引張強さ12×100=1200N/mm<sup>2</sup>、  
耐力0.9×1200=1100を概算できます。

換算率：1kgf=9.806Nです。  
引張強さ  $b$ 、耐力  $\gamma$ 、保証荷重応力  $H$ に  
有効断面積 $A_s$ をかければ、各々、引張荷重、  
耐力荷重、保証荷重です。

有効断面積 $A_s$ とは、  
仮想円筒の断面積であり、ねじの谷径 $d_3$ と  
有効径 $d_2$ との加重平均値を直径とします。  
JIS B 1082を参照ください。

保証荷重とは、  
ボルトを軸方向に、引張荷重で15秒保持、  
除荷したとき、永久伸びが12.5  $\mu$ m以下で  
あることを保証しています。  
強度区分10.9、12.9の場合、  
 $H = 0.88 \gamma$  の関係があります。  
 $\gamma = 0.9 b$  ですから、  
 $H = 0.792 b$   
保証荷重は引張荷重の約8割です。

耐力荷重（降伏荷重）とは、  
ボルトを軸方向に、引張り、荷重をかけ、  
除荷したとき、永久伸びが0.2%以下である  
ことを保証しています。

引張荷重の最小値、保証荷重値はJIS B 1051に  
一覧表があります。

保証荷重値は最終ページを参照してください。

## アルプス製品の機械的性質

強度区分	記号	kgf/mm <sup>2</sup>	
引張強さ最小	$b$	10.9	12.9
耐力最小	$\gamma$	95.9	112
保証荷重応力	$H$	84.6	98.9
ロックウェル 硬さ	HRC	32~39	39~44

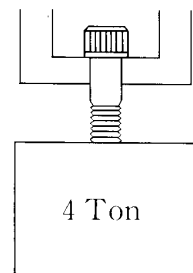
換算率 1kgf/mm<sup>2</sup>=9.806N/mm<sup>2</sup>

## 六角穴付きボルトの使い方

ここでは、ボルト自体の強さについて説明します。  
(ボルトの締付け方法については、JIS B 1083を  
参照してください。)

(1) 単純引張りの場合のボルトの強さ、耐力荷  
重値がそのまま使えます。

例えば、M8 ボルト  
 $A_s \cdot \gamma = 36.6 \times 112$   
=4100kgf  
即ち、強度区分12.9の  
場合は1本のボルトで  
4Tonの物を吊ること  
ができます。



(2) しかし、ボルトは通常、他の物を締め付け  
て使われます。そのとき、捻りと引張力が  
同時にボルト内部に働きます。従って、単純  
引張りの一部が剪断応力 に転換されます。

(3) このときの引張応力を等価応力  $\nu$  といいま  
すが、式  $\nu = \sqrt{\sigma^2 + 3\tau^2}$  となります。

(4) 例えば、この式を用いて  $\tau = 0$  として、軸  
直角の剪断応力を計算します。  $\nu = \gamma = 112$   
の場合、  $\sigma = 65 \text{kgf/mm}^2$  になり、弾性変形より  
塑性変形に移行します。  
10.9の場合、  $\sigma = 55 \text{kgf/mm}^2$  となります。



Alps socket screws

# Hexagon Socket Head Cap Screws

## 六角穴付きボルトの設計資料

- (5) 締め付けた時の強さは？  
相手の材質、形状、締結条件によって、変化します。
- (6) ボルトが変形しない領域として、保証荷重が設定されています。バラツキを考慮し、この8割を締め付け軸力最大とします。  

$$F_{max} = 0.8 \cdot H \cdot A_S$$
これを初期締め付け軸力とします。  
これらの計算値は最終ページにあります。

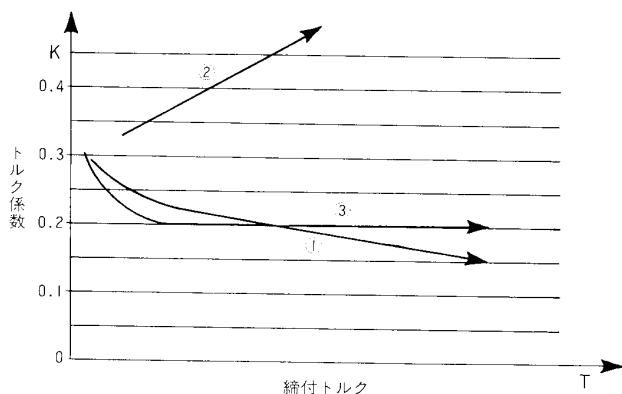
- (7) 軸直角方向の力  

$$F = 0.5 \cdot H \cdot A_S$$
この0.5 Hは、バラツキを考慮した剪断応力とします。  
これらの計算値は最終ページにあります。

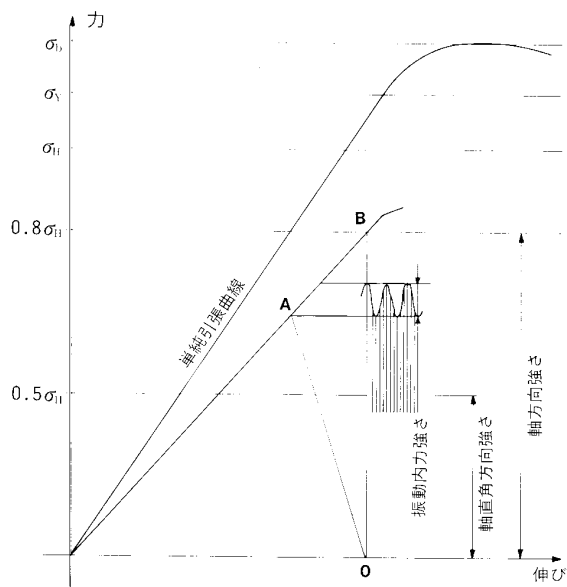
- (8) 締め付けトルク  
締め付けトルクは、次式にて実験できます。  

$$T = K \cdot F \cdot d$$
K : トルク係数  
F : 軸力  
d : ボルトの呼び径

- (9) トルク係数のバラツキ  
トルクレンチにて、ボルトを締め付けていきますと、接触面の凸凹が徐々に平滑になる場合(下図 )があります。逆に、相手の材質等によっては焼き付きなどをおこし、締め付け機能を果たさない場合(下図 )があります。又、一定の値を保持する場合(下図 )もあります。



### ■アルプスCAPの締め付け線図



- (10) 締め付け線図において、適正なる締め付けがなされた時、A点において更に、外力が負荷され、B点を越えると接合面に隙間ができます。この時、B点における外力は、 $0.8 \cdot H \cdot A_S$ となります。

- (11) この場合、B点にて、横方向の強さ ( ) を計算します。(3)より、 $V=112$ 、 $\sigma = 0.8 \cdot H$  の場合、  

$$112 = (0.8 \cdot H) + 3 \cdot \sigma^2$$

$$= 45.8$$

軸方向約79kgf/mm<sup>2</sup>、横方向約45kgf/mm<sup>2</sup>の応力であることが予測されます。

- (12) 引張強さ  $\sigma_b$   
引張強さは単純引張曲線において、最大となる強さです。ボルトの許容外部応力は、次式より、ほぼ引張強さの6割となります。  

$$0.8 \cdot H = 1 \times 0.9 \times 0.88 \times 0.8 \cdot \sigma_b = 0.63 \cdot \sigma_b$$
(耐力比) (保護荷重比) (バラツキ)

座面の陥没対策として、12.9に対応できるスプリング・ワッシャー組込の六角穴付きボルトも用意しています。弊社営業課にお問い合わせください。



Alps socket screws

# Hexagon Socket Head Cap Screws

## 六角穴付きボルトの設計資料

ボルトの呼び mm	有効断面積 A <sub>s</sub> mm <sup>2</sup>	単純引張時の強さ		ボルト締結時の強さ				単純剪断時の強さ	
		保証荷重 H <sup>+</sup> A <sub>s</sub> kgf		初期締付け軸力 F=0.8 H <sup>+</sup> A <sub>s</sub> kgf		(参考) 初期締付トルク kgf・cm T=0.16F・d		剪断軸力 0.5 H <sup>+</sup> A <sub>s</sub> kgf	
		84.6・A <sub>s</sub>	98.9・A <sub>s</sub>						
		10.9	12.9	10.9	12.9	10.9	12.9	10.9	12.9
M1.6	1.27	107	125	86	100	2.20	2.56	53.5	62.5
2	2.07	175	205	140	164	4.48	5.25	87.5	103
2.5	3.39	287	335	230	268	9.20	10.7	144	168
3	5.03	426	498	341	398	16.4	19.1	213	249
4	8.78	743	869	594	695	38.0	44.5	372	435
5	14.2	1200	1410	960	1130	76.8	90.4	600	705
6	20.1	1700	1990	1360	1590	131	153	850	995
8	36.6	3100	3620	2480	2900	317	371	1550	1810
10	58.0	4900	5740	3920	4590	627	734	2450	2870
12	84.3	7140	8340	5710	6670	1100	1280	3570	4170
14	115	9740	11440	7790	9120	1740	2040	4870	5700
16	157	13300	15500	10600	12400	2710	3170	6650	7750
18	192	16200	19000	13000	15200	3740	4380	8100	9500
20	245	20700	24300	16600	19400	5310	6170	10400	12200
22	303	25700	30000	20600	24000	7250	8410	12900	15000
24	353	29900	34900	23900	27900	9180	10700	15000	17500
27	459	38900	45400	31100	36300	13400	15700	19500	22700
30	561	47500	55500	38000	44400	18200	21300	23800	27800
33	694	58700	68600	47000	54900	24800	29000	29400	34300
36	817	69100	80800	55300	64600	31900	37200	34600	40400
39	976	82600	96600	66100	77300	41200	48200	41300	48300

振動荷重につきましては、JIS B 1081ねじ部品の引張疲れ試験方法を参照されるか、弊社品質管理課にお問い合わせください。