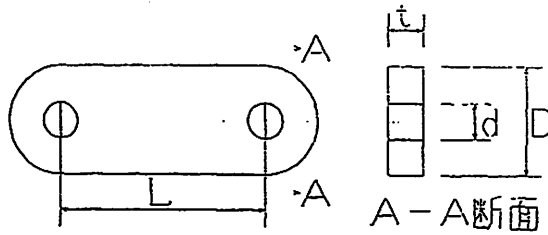
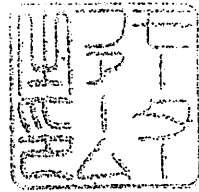


# シャックルの強度計算書



材	質	SS400	
材料のせん断強さ	$\tau_B$	20.5	kg/mm <sup>2</sup>
軸の許容限度	W	1000	kg
シャックルピンの間隔	L	90	mm
シャックルの幅	D	33	mm
シャックルピンの径	d	10	mm
シャックル厚さ	t	5.8	mm

この計算書においては、当製品ブーメランシャックルの形状の部合上曲線部分にかかる応力などの計算をすと非常に煩雑な計算式となるため、計算を簡略化するため図面上の点線で記した仮想のストレートシャックルの強度を検討しています。

各会自動車協会のご担当者様は、

製品の強度 > 仮想シャックルの強度

となることが簡単にお分かり頂けると幸いですので、ご理解の程宜しくお願い致します

材質 SS400 : 引張強さ  $\delta_B = 41 \text{ kg/mm}^2$  せん断強さ  $\tau_B$  は引張強さの 2 分の 1 (JIS G3101:2004)

## 1. 座屈強度 (ランキンの式使用)

### ① 断面二次半径 K

$$K = \sqrt{\frac{(D^3 - d^3)}{12(D - d)}}$$

$$K^2 = \frac{(D^3 - d^3)}{12 \times (D - d)} = \frac{33^3 - 10^3}{12 \times (33 - 10)} = 126.583$$

### ② 座屈応力 $\delta_R$ (材料=軟鋼)

$$\delta_R = \frac{\delta_C}{1 + \frac{a}{n} \left( \frac{L}{K} \right)^2} = \frac{34}{1 + \frac{0.0001333}{1} \times \left( \frac{90}{126.583} \right)^2} = 33.712 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

定数\材料	鋳鉄	軟鋼	硬鉄
$\delta_C$	56	34	49
a	1/1600	1/7500	1/5000

n : 端部条件係数 (=1)

### ③ A-A 部断面積

$$A = (D - d) t = (33 - 10) \times 5.8 = 133.4 \text{ (mm}^2\text{)}$$

### ④ 座屈荷重 $P_R$

$$P_R = A \times \delta_R = 133.4 \times 33.712 = 4497.18 \text{ (kg)}$$

### ⑤ 安全率 $S_B$

$$S_B = \frac{P_R}{\frac{W}{8}} = \frac{4497.18}{\left( \frac{1000}{8} \right)} = 35.977 \geq 1.6$$

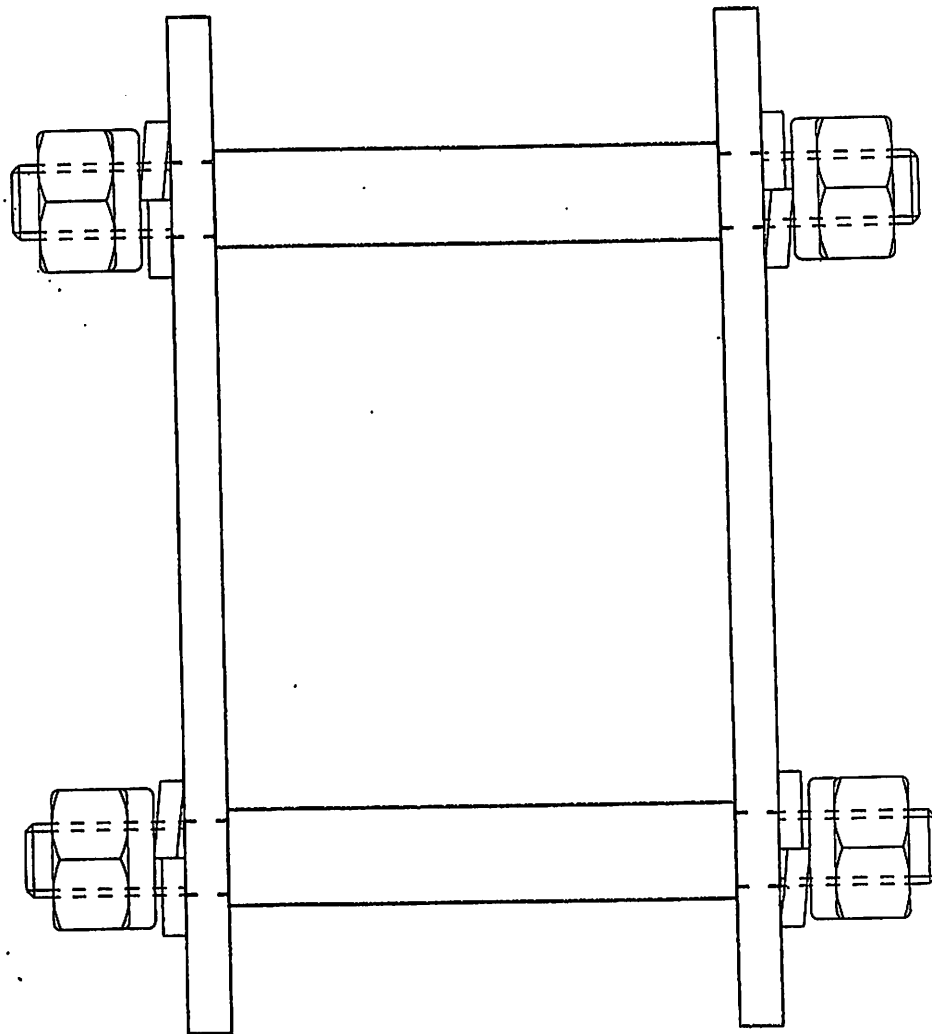
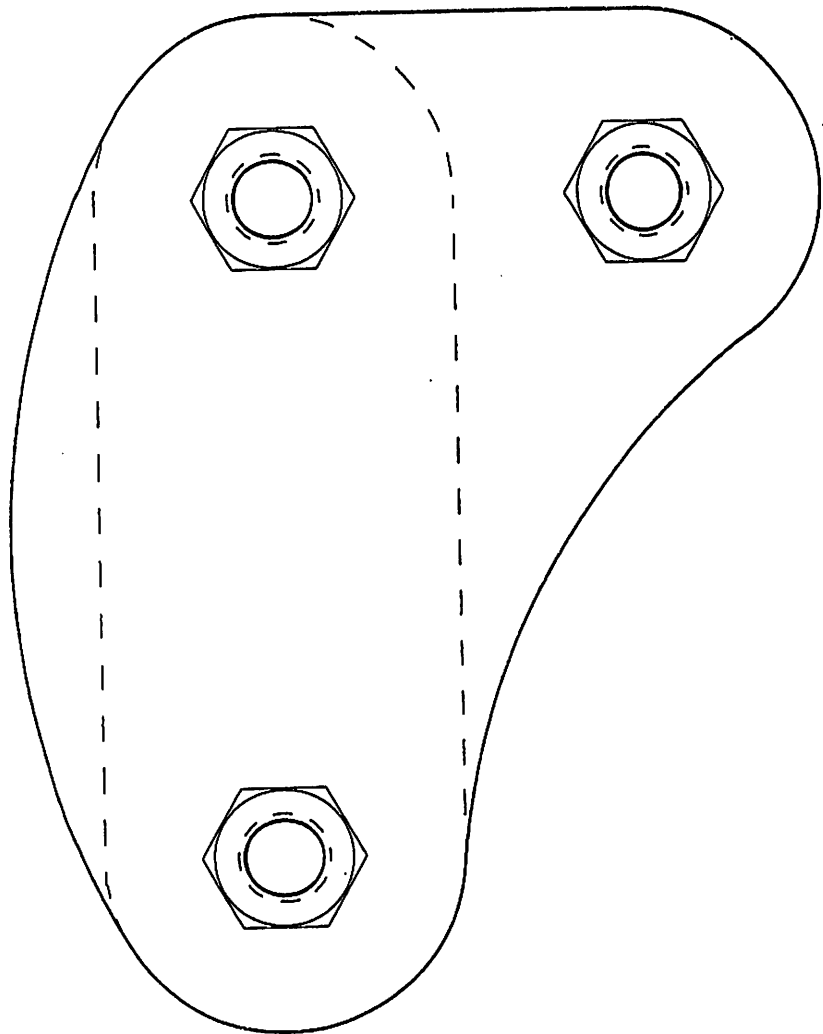
## 2. せん断強

### ① せん断応力 $\tau$

$$\tau = \frac{W}{8A} = \frac{1000}{8 \times 133.4} = 0.937 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$$

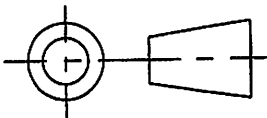
### ② 安全率 $S_B$

$$S_B = \frac{\tau_B}{\tau} = \frac{20.5}{0.937} = 21.878 \geq 1.6$$



変更

	年月日	署名	尺度
製図			1/1
検図			
承認			



名称		図面番号
シャックル ASSY ②		
員数	材料	表面処理
2	SS400 6.0t SCM435	

# 検査成績証明書

受注先: 林磨鋼材株式会社 殿

発行年月日: 2007年2月8日

証明書番号: 10702362

納入品

鋼種	形状・寸法・長さ	納入状態	製造年月日	製造番号
SCM435H	丸 14.00 (mm)	④	-	52481304

化学成分

鋼番	規格値								
	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Ni%	Cr%	Mo%	Cu%
	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100
	32	15	55	MAX	MAX	MAX	85	15	MAX
	39	35	95	30	30	25	125	35	30
6N0420	36	17	82	11	3	2	102	20	1

機械的性質

項目	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	硬さ
規格値	-	-	-	-	-
成績	-	-	-	-	-

寸法・形状許容差

項目	寸法許容差 (寸法のバラつき又は両端公差ハズレ) (mm)	偏径差	長さ公差 (mm)	真直度 (mm/m)	その他
規格値					
成績					

その他の検査

項目	結晶粒度	マクロ組織	脱炭深さ		
規格値					
成績					

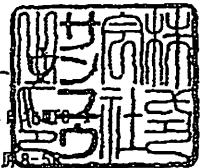
出荷数数

No.	本数 / 質量	No.	本数 / 質量
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

株式会社 サンエ

本社工場: 〒573-0137 枚方市春日 1-10-3

八尾工場: 〒581-0092 八尾市老原 8-5



技術・品質管理部

材質: SCM 寸法: 14φ

田村 435(H)

納入日: 年 月 日

林磨鋼材(株)

# 検査成績証明書

受注先: 林磨鋼材株式会社 殿

発行年月日: 2007年5月10日

証明書番号: 10705356

納入品

鋼 種	形状・寸法・長さ	納入状態	製造年月日	製造番号
SCM435H	丸 13.00 (mm)	Ⓜ	-	52493094

化学成分

鋼 番	規格値								
	C%	Si%	Mn%	P%	S%	Ni%	Cr%	Mo%	Cu%
	×100	×100	×100	×1000	×1000	×100	×100	×100	×100
	32	15	55	MAX	MAX	MAX	85	15	MAX
	39	35	95	30	30	25	125	35	30
1-57275	34	21	79	12	13	1	104	17	1

機械的性質

項目	引張り強さ (N/mm <sup>2</sup> )	耐力 (N/mm <sup>2</sup> )	伸び (%)	絞り (%)	硬 さ
規格値	-	-	-	-	-
成績	-	-	-	-	-

寸法・形状許容差

項目	寸法許容差 (寸法のバラツキ又は両端公差ハズレ) (mm)	偏径差	長さ公差 (mm)	真直度 (mm/m)	その他
規格値					
成績					

その他の検査

項目	結晶粒度	マクロ組織	脱炭深さ		
規格値					
成績					

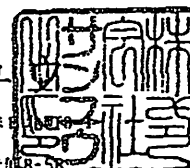
出荷数量

No.	本数 / 質量	No.	本数 / 質量
1		6	
2		7	
3		8	
4		9	
5		10	

株式会社 サンエ

本社工場: 〒573-0137 枚方市春

八尾工場: 〒581-0092 八尾市老



技術・品質管理部

材質 SCM 435H  
寸法 13φ

2007年5月10日  
林磨鋼材株式会社

加工品検査成績書  
INSPECTION CERTIFICATE

2006年 12月 26日

Messrs

殿

(株) 東洋金属熱錬工業所  
TOYO METAL TREATING CORPORATION

品番 Part No.	型式 Type	No.1 6AV7988-002	納入数量 Qty Deliv.	2
品名寸法 Description	φ 14 コイル	No.2	数量 Qty	2
鋼種 Material	SCM435H	加工の種類 Heat Treatment	仕掛番号 Spec. Card	重量 Weight
	1-57275	焼入焼戻		2,108.000
指定硬さ Spec. Hardness	HRC 28.0 - 35.0	備考 Remarks  880℃×70分 OC 570℃×8時間 AC		
指定硬さ換算値 Converted Spec. Hardness				
測定値 Measurement				
ロット No	COIL No	硬さ (HRC)		
104	6XN98-0011	31.5		
105	6XN98-0012	31.0		
材質 SCM435H				
寸法 13φ				
年月日				
検査材料部				
		Approved By	Issued by	
		① 300612199357	錦口	
		② 06122682435285	成城製作所	

(F151040102)

# 鋼材検査証明書

## INSPECTION CERTIFICATE

### 東京製鐵株式会社

TOKYO STEEL MFG.CO.,LTD.

本社：〒100-0013 東京都千代田区霞が関1丁目4番2号 大同生命館が関ビル(12階)  
Head Office: Daidouseimei Bldg(12F), 1-4-2 Kasumigasaki, Chiyoda-ku Tokyo 100-0013 Japan

受注番号

Contract No. 3X-51249

送り状番号

Invoice No. 0-500822

発行日

Date of Issue 2006. 5. 10

証明書番号

Certificate No. 606197

注文者

Shipper 住友商事株式会社 大阪本社

需家

Customer 住商鋼板加工株式会社

特约店

Customer 住商鋼板加工株式会社

品名

Commodity 熱延広幅帯鋼

工事名

Project Name \*\*

規格

Specification JIS G3101 S8400

寸法 Size (MM)	数量 Quantity		コイル番号 Coil No.	鋼番 Charge No.	引張試験 Tensile Test				曲げ試験 Bend Test	衝撃試験 Impact Test	備考 Remark
	員数 Pieces	質量 Weight (kg)			引張強さ Tensile Strength N/mm <sup>2</sup> (MPa)	降伏比 Yield Ratio %	伸び Elongation %	J			
6.00X1,230XCOIL	1	20440	6412022N	32139094	304	44.5		26600D			
6.00X1,230XCOIL	1	20520	6412023N	32139094	304	44.5		26600D			
6.00X1,230XCOIL	1	20520	6412033N	32139104	314	45.4		26600D			
S-TOTAL	3	61480									

鋼番 Charge No.	化学成分 Chemical Composition (%)					
	C	Si	Mn	P	S	
32139094	6	3	52	19	8	
32139104	7	3	51	20	5	

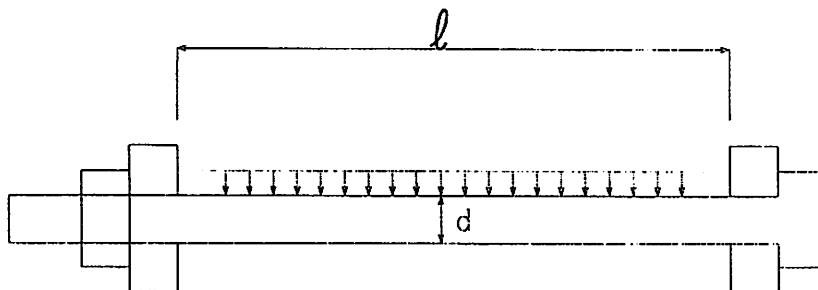
上記注文品は御指定の規格または仕様に従って製造され、その要求事項を満足していることを証明します。  
We hereby certify that above steels have been satisfactorily tested in accordance with the specification.

岡山工場：〒712-8585岡山県倉敷市南畝4-1-1  
OKAYAMA PLANT: 4-1-1, Minamise, Kurasaki-city,  
Okayama pref. 712-8585, Japan

岡山工場 管理部  
OKAYAMA PLANT  
Quality Control Sec.



# シャックルピンの強度計算書



材	質	SCM435
材料の引張強さ	$\delta_B$	95 kg/mm <sup>2</sup>
材料の降伏強さ	$\delta_Y$	80 kg/mm <sup>2</sup>
軸の許容限度	W	1000 kg
シャックルの間隔	$l$	60 mm
シャックルピンの径	d	14 mm

(参考) 材質 S45C 引張強さ  $\delta_B = 52 \text{ kg/mm}^2$  せん断強さ  $\tau_2 = 26 \text{ kg/mm}^2$   
降伏強さ  $\delta_Y = 31 \text{ kg/mm}^2$

## 1. 曲げ強さ

① 曲げモーメント M

$$M = \frac{Wl}{4 \times 8} = \frac{1000 \times 60}{32} = \underline{1875 \text{ (kgmm)}}$$

注) 等分布荷重とし、アックスル中心はバネ中心としピンに架かる荷重は  $1/4W$  とする

② せん断係数 Z

$$Z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3.14 \times 14^3}{32} = \underline{269.255 \text{ (mm}^3\text{)}}$$

③ 曲げ応力  $\delta_A$

$$\delta_A = \frac{M}{Z} = \frac{1875}{269.255} = \underline{6.9637 \text{ (kg/mm}^2\text{)}}$$

④ 安全率 S

$$\text{破壊安全率 } S_B = \frac{\delta_B}{\delta_A} = \frac{95}{6.9637} = \underline{13.6422} \geq 1.6$$

$$\text{降伏安全率 } S_Y = \frac{\delta_Y}{\delta_A} = \frac{80}{6.9637} = \underline{11.4881} \geq 1.3$$

## 2. せん断強さ

① せん断応力  $\tau_1$  (kg/mm<sup>2</sup>)

材料のせん断強さ  $\tau_2$  (kg/mm<sup>2</sup>)

(=引張強さの2分の1) 故に  $\tau_2 = 47.5 \text{ (kg/mm}^2\text{)}$

$$\tau_1 = \frac{W}{8 \times \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1000}{2 \times 3.14 \times 14^2} = \underline{0.8124 \text{ (kg/mm}^2\text{)}}$$

② 安全率 S

$$S = \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{47.5}{0.8124} = \underline{58.469} \geq 1.6$$



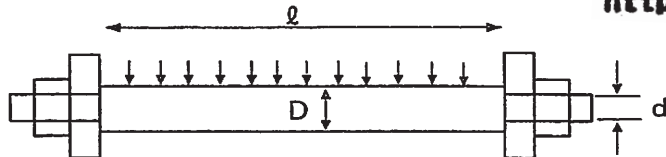
# モーターファーム

〒580-0013 大阪府松原市丹南4-201-1

TEL 072-338-8222 FAX 072-338-8223

http://www.motor-farm.com

## シャックルピンの強度検討書



材 質	SCM435	
引張り強さ $\delta_B$	52	kg/mm <sup>2</sup>
降伏強さ $\delta_Y$	31	kg/mm <sup>2</sup>
せん断強さ $\tau_2$	26	kg/mm <sup>2</sup>
軸の許容限度 $W$	1000	kg
シャックルの間隔 $b$	60	mm
シャックルピンの径 $D$	14	mm
シャックルピンの取付径 $d$	10	mm

(参考)材質SCM435=S45C 引張り強さ  $\delta_B=52\text{kg/mm}^2$  せん断強さ  $\tau_2=26\text{kg/mm}^2$   
降伏強さ  $\delta_Y=31\text{kg/mm}^2$

### 1. 曲げ強さ

#### ① 曲げモーメント $M$

$$M = \frac{Wb}{4 \times 8} = \frac{1000 \times 60}{32} = 1875 \quad (\text{kg/mm})$$

注)等分布荷重とし、アクスル中心はバネ中心とし、ピンにかかる荷重は1/4Wとする

#### ② せん断係数 $Z$

$$Z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3.14 \times 10^3}{32} = 98.125 \quad (\text{mm}^3)$$

#### ③ 曲げ応力 $\delta_a =$

$$\delta_a = \frac{M}{Z} = \frac{1875}{98.125} = 19.108 \quad (\text{kgf/mm}^2)$$

#### ④ 安全率 $S$

$$\text{破壊安全率 } S_B = \frac{\delta_B}{\delta_a} = \frac{52}{19.108} = 2.721 > 1.6$$

$$\text{降伏安全率 } S_Y = \frac{\sigma_Y}{\sigma_a} = \frac{31}{19.108} = 1.622 > 1.3$$

### 2. せん断強さ

#### ① せん断応力 $\tau_1$ (kg/mm<sup>2</sup>) 材料のせん断強さ $\tau_2$ (kg/mm<sup>2</sup>) (=引張強さの2分の1)故に $\tau_2 = 26$ (kg/mm<sup>2</sup>)

$$\tau_1 = \frac{W}{8 \times \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1000}{2 \times 3.14 \times 10^2} = 1.592 \quad (\text{kg/mm}^2)$$

#### ② 安全率 $S$

$$S = \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{26}{1.592} = 16.328 \geq 1.6$$

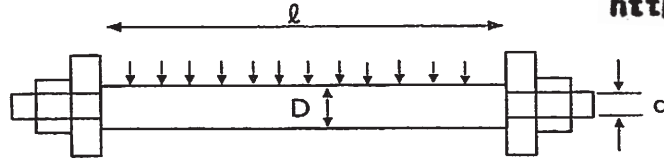




# モーターファーム

〒580-0013 大阪府松原市丹南4-201-1  
 TEL 072-338-8222 FAX 072-338-8223  
<http://www.motor-farm.com>

## シャックルピンの強度検討書



材 質	SCM435	
引張り強さ $\delta_B$	52	kg/mm <sup>2</sup>
降伏強さ $\delta_Y$	31	kg/mm <sup>2</sup>
せん断強さ $\tau_2$	26	kg/mm <sup>2</sup>
軸の許容限度 $W$	1000	kg
シャックルの間隔 $l$	60	mm
シャックルピンの径 $D$	13	mm
シャックルピンの取付径 $d$	10	mm

(参考) 材質SCM435=S45C 引張り強さ  $\delta_B=52\text{kg/mm}^2$  せん断強さ  $\tau_2=26\text{kg/mm}^2$   
 降伏強さ  $\delta_Y=31\text{kg/mm}^2$

### 1. 曲げ強さ

#### ① 曲げモーメント $M$

$$M = \frac{Wl}{4 \times 8} = \frac{1000 \times 60}{32} = 1875 \quad (\text{kg/mm})$$

注) 等分布荷重とし、アクスル中心はバネ中心とし、ピンにかかる荷重は1/4Wとする

#### ② せん断係数 $Z$

$$Z = \frac{\pi d^3}{32} = \frac{3.14 \times 10^3}{32} = 98.125 \quad (\text{mm}^3)$$

#### ③ 曲げ応力 $\delta_a =$

$$\delta_a = \frac{M}{Z} = \frac{1875}{98.125} = 19.108 \quad (\text{kgf/mm}^2)$$

#### ④ 安全率 $S$

$$\text{破壊安全率 } S_B = \frac{\delta_B}{\delta_a} = \frac{52}{19.108} = 2.721 > 1.6$$

$$\text{降伏安全率 } S_Y = \frac{\sigma_Y}{\sigma_a} = \frac{31}{19.108} = 1.622 > 1.3$$

### 2. せん断強さ

① せん断応力  $\tau_1$  (kg/mm<sup>2</sup>)      材料のせん断強さ  $\tau_2$  (kg/mm<sup>2</sup>)  
 (=引張り強さの2分の1) 故に  $\tau_2 = 26$  (kg/mm<sup>2</sup>)

$$\tau_1 = \frac{W}{8 \times \frac{\pi d^2}{4}} = \frac{1000}{2 \times 3.14 \times 10^2} = 1.592 \quad (\text{kg/mm}^2)$$

#### ② 安全率 $S$

$$S = \frac{\tau_2}{\tau_1} = \frac{26}{1.592} = 16.328 \geq 1.6$$