



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

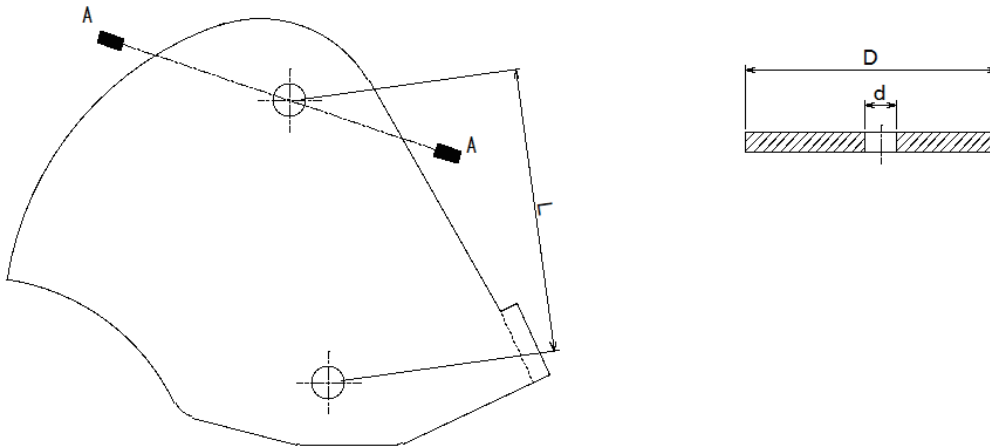


図 1. シャックル本体

表 1. 諸元

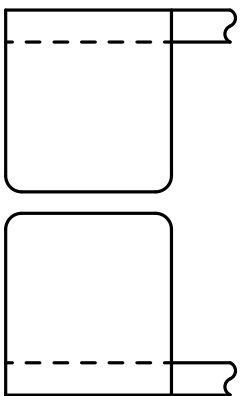
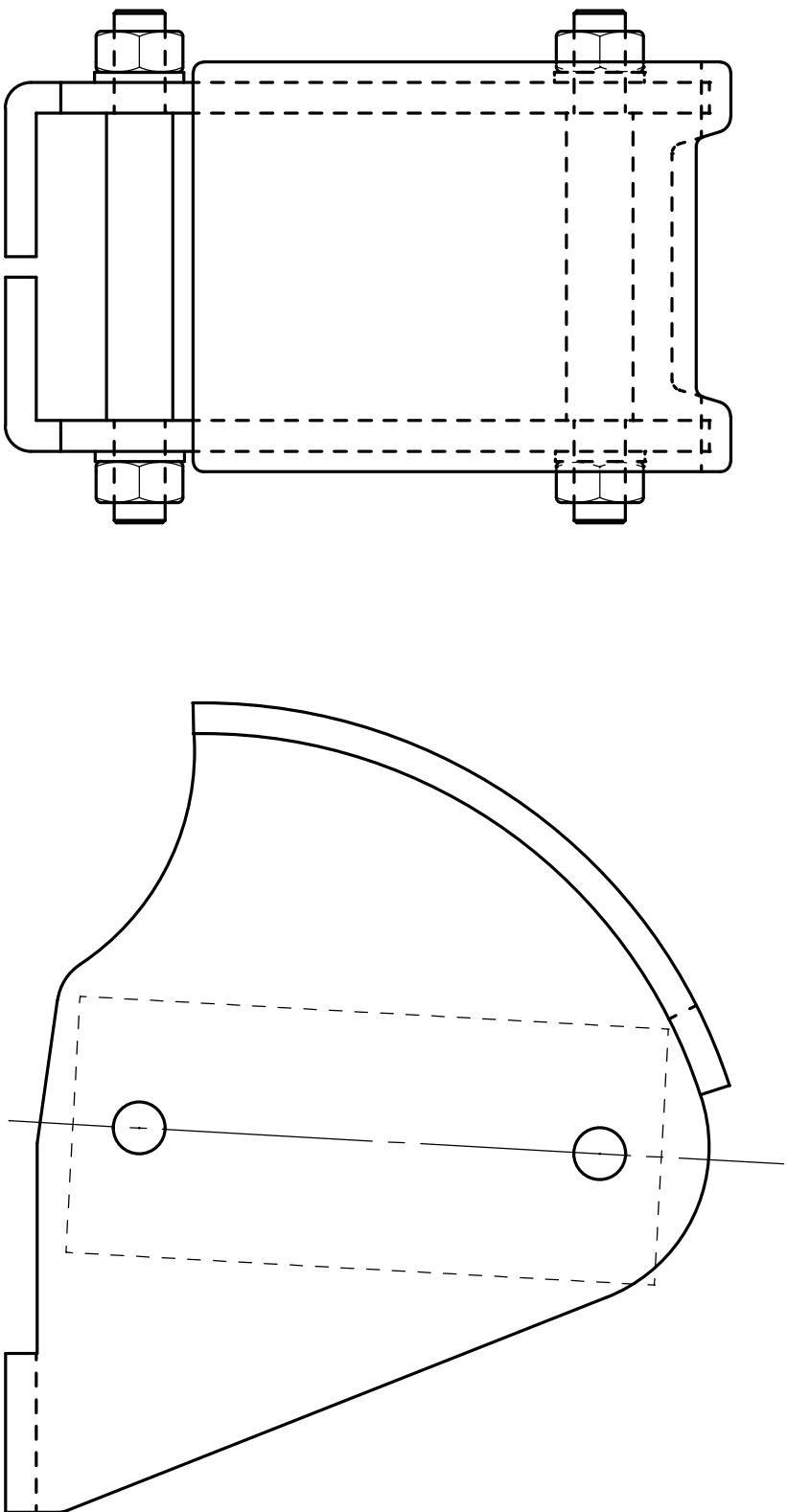
	記号	数値	単位
材質	SS400	—	—
引張強さ(※1)	$\sigma_B$	432	$N/mm^2$
降伏強さ(※1)	$\sigma_Y$	327	$N/mm^2$
材料のせん断強さ(※2)	$\tau_B$	163.5	$N/mm^2$
軸の許容限度(※3)	W	4900	N
シャックルピンの間隔	L	90	mm
シャックルの幅(※4)	D	80	mm
シャックルピンの径	d	10	mm
シャックルの厚さ	t	6	mm

※1.別紙 1 参照


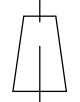
※2.せん断強さは $\tau_B$ は、降伏強さ $\sigma_Y$ の 2 分の 1

※3.車両に左右取付の部品であるため、 $9800 \div 2 = 4900$  で計算する

※4.シャックルの最も断面積が小さい部分で計算する



本図通り  
勝手反対 1

製図 検図 承認	年月日	備考	尺度	 	名 称	図 面 番 号
	製図	検図				
更					ス キ ッ ト シ ヤ ツ ケ ル A S S Y	
					各1	SS400 SMC435

## 1-2. 座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1. 断面二次半径 $K$

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

$$K = \sqrt{\frac{80^3 - 10^3}{12(80-10)}} = 24.6644... \doteq \underline{\underline{24.66(\text{mm})}}$$

### 1-2-2. 座屈応力 $\sigma_R$

$$\sigma_R = \frac{\sigma_C}{1 + \frac{a}{n} \left(\frac{L}{K}\right)^2} \text{より}$$

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{80}{14.08}\right)^2} = 333.0726... \doteq \underline{\underline{333.07(\text{N}/\text{mm}^2)}}$$

表 2. 定数

	鋳鉄	軟鋼	硬鋼
$\sigma_C(\text{N}/\text{mm}^2)$	$56 \times 9.81$	$34 \times 9.81$	$49 \times 9.81$
a	1/1600	1/7500	1/5000

※5. 端部条件定数 (n=1)

※6. SS400 は軟鋼

### 1-2-3. A-A 断面積

$$A = (D - d)t \text{より}$$

$$A = (D - d)t = (80 - 10) \times 6 = \underline{\underline{420(\text{mm}^2)}}$$

### 1-2-4. 座屈荷重 $P_R$

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 420 \times 333.07 = \underline{\underline{139889.4(\text{N})}}$$

1-2-5.安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{139889.4 \times 2}{4900 \times 2.5} = 22.8390... \div \underline{\underline{22.84 \geq 1.6}}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力  $\tau$

$$\tau = \frac{W \times 0.5}{A \times 2} \text{より}$$

$$\tau = \frac{4900 \times 0.5}{420 \times 2} = 2.916 \div \underline{\underline{2.92(N/mm^2)}}$$

1-3-2.破壊安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{\sigma_B}{\tau} \text{より}$$

$$S_B = \frac{432}{2.92} = 147.9452... \div \underline{\underline{147.9 \geq 1.6}}$$

1-3-2.降伏安全率  $S_Y$

$$S_Y = \frac{\tau_B}{\tau} \text{より}$$

$$S_Y = \frac{163.5}{2.92} = 55.99315... \div \underline{\underline{55.99 \geq 1.3}}$$



# シャックルピン

## 強度計算書

### 1. 本体部の強度計算

#### 1-1. 諸元

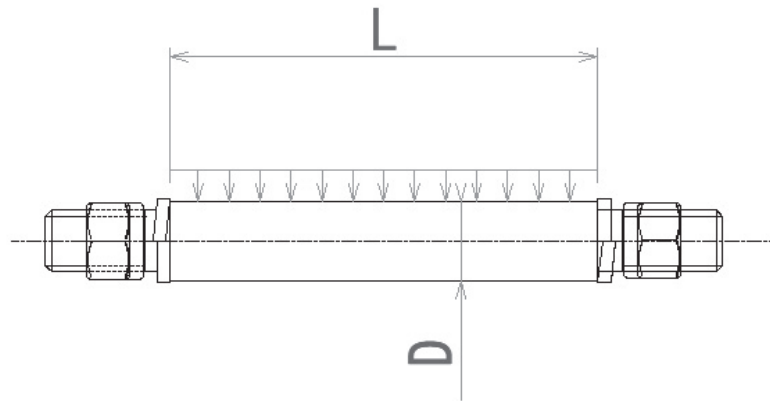


図 1. シャックルピン本体

表 1. 諸元

	記号	数値	単位
材質(JIS4105)	SCM435	—	—
引張強さ(別紙 1)	$\sigma_B$	1158	N/mm <sup>2</sup>
降伏強さ	$\sigma_Y$	785	N/mm <sup>2</sup>
せん断強さ(※1)	$\tau_A$	579	N/mm <sup>2</sup>
軸の許容限度(※2)	W	4900	N
シャックルピンの間隔	L	69	mm
シャックルピンの径(※3)	D	10	mm

※1.せん断強さ $\tau_A$ は引張強さ $\sigma_B$ の2分の1

※2.車両に左右取付の部品であるため、 $9800 \div 2 = 4900$  で計算する

※3.径の最も細い部分で計算するものとする

## 1-2. 曲げ強さ

### 1-2-1. 曲げモーメント $M$

$$M = \frac{W \times L}{32} \text{より}$$

$$M = \frac{4900 \times 69}{32} = 10565.625 \div \underline{10565(N \cdot mm)}$$

### 1-2-2. せん断係数

$$Z = \frac{\pi D^3}{32} \text{より}$$

$$Z = \frac{\pi \times 10^3}{32} = 98.17477... \div \underline{98.175(mm^3)}$$

### 1-2-3. 曲げ応力 $\sigma_A$

$$\sigma_A = \frac{M}{Z} \text{より}$$

$$\sigma_A = \frac{10565}{98.175} = 107.61395... \div \underline{107.61(N/mm^2)}$$

$$107.61 \times 2.5 = \underline{269.025(N/mm^2)}$$

### 1-2-4. 破壊安全率 $S_B$

$$S_B = \frac{\sigma_B}{\sigma_A \times 2.5} \text{より}$$

$$S_B = \frac{1158}{269.025} = 4.3044... \div \underline{4.30 \geq 1.6}$$

### 1-2-4. 降伏安全率 $S_Y$

$$S_Y = \frac{\sigma_Y}{\sigma_A \times 2.5} \text{より}$$

$$S_Y = \frac{785}{269.025} = 2.917944... \div \underline{2.92 \geq 1.6}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力  $\tau_B$

$$\tau_B = \frac{W}{8 \times \frac{\pi d^2}{4}} \text{より}$$

$$\tau_B = \frac{4900}{8 \times \frac{\pi \times 10^2}{4}} = 7.79859... \div \underline{7.799(N/mm^2)}$$

1-3-2.安全率 S

$$S = \frac{\tau_A}{\tau_B} \text{より}$$

$$S = \frac{579}{7.799} = 74.24028... \div \underline{74.2 \geq 4(1.6 \times 2.5)}$$

管理番号	TO22060182
報告書番号	5-2207044 (3)
発行年月日	2022.07.12

## ピンの引張試験結果

**NIPPON STEEL**

日鉄テクノロジー株式会社  
NIPPON STEEL TECHNOLOGY Co.,Ltd.

関西事業所

技術営業部 大阪技術室業室

承認	検証	作成
	—	

(TEL.No.) 06-6466-6153

(FAX.No.) 06-6466-6232

### 1. 供試品

材質 - SCM435

処理 - ユニクロベーキング

### 2. 試験項目

- ・ 常温引張試験(JIS Z2241)  
試験片形状 : 製品のまま

### 3. 試験結果

供試品の常温引張試験結果を表1に示す。

表1 常温引張試験結果

	最大荷重 [N]	引張強さ [N/mm <sup>2</sup> ]	破断位置
供試品	67,186	1,158	ネジ部

\* ネジ部(M10)の公称断面積: 58.0mm<sup>2</sup>

以上