



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

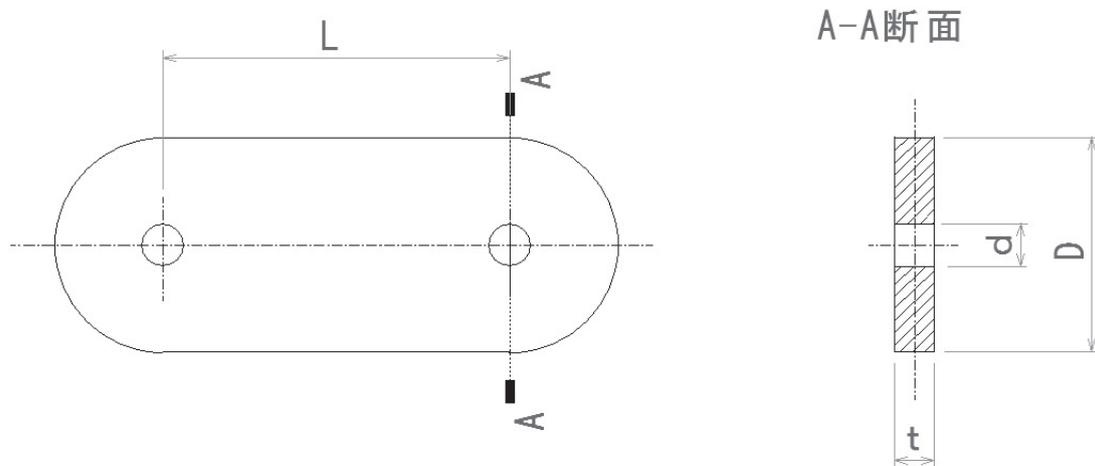


図 1. シャックル本体

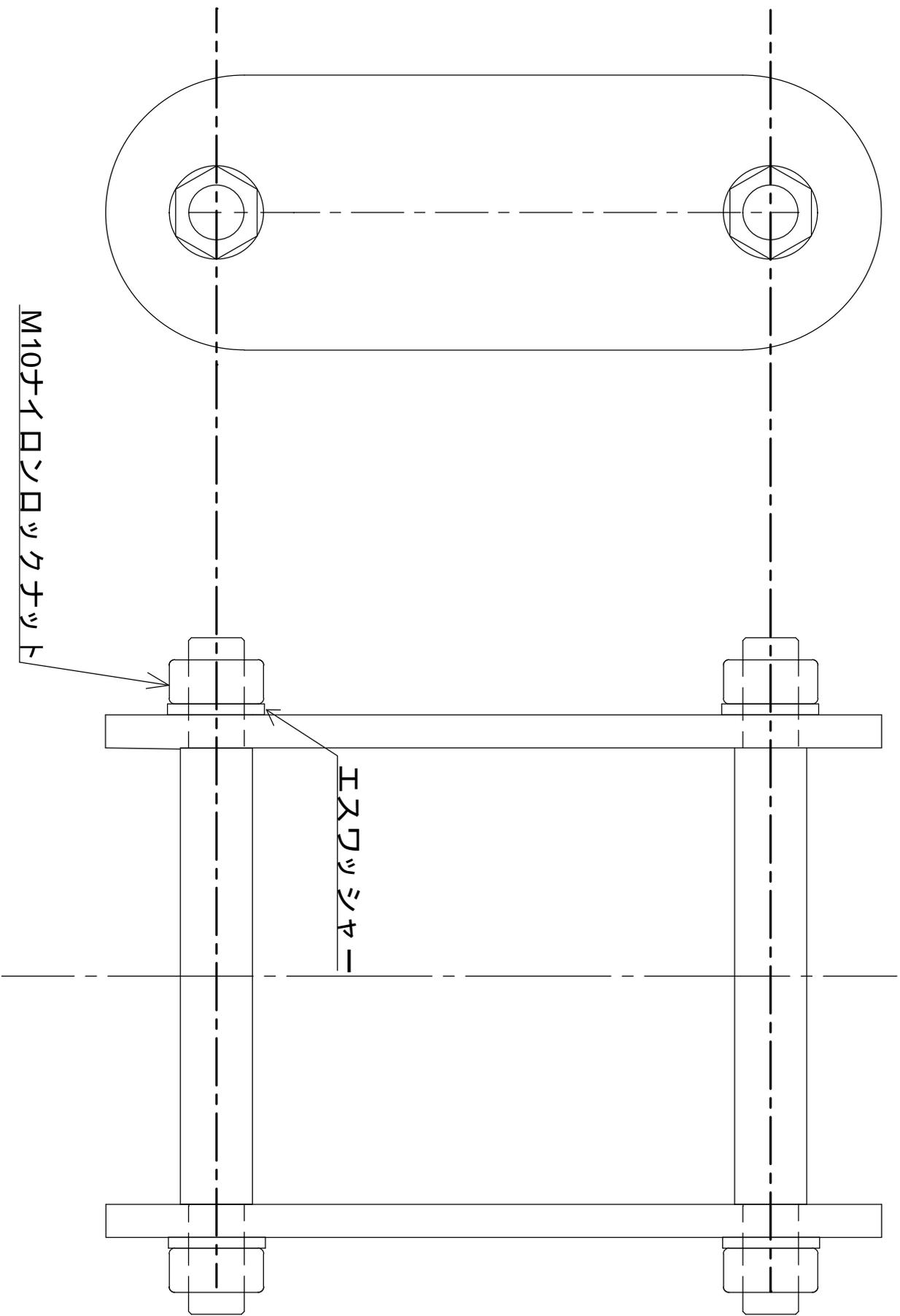
表 1. 諸元

	記号	数値	単位
材質	SS400	—	—
引張強さ(※1)	$\sigma_B$	432	N/mm <sup>2</sup>
降伏強さ(※1)	$\sigma_Y$	327	N/mm <sup>2</sup>
材料のせん断強さ(※2)	$\tau_B$	163.5	N/mm <sup>2</sup>
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	D	50	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



M10チイロソツクナット

エスワツシャー

製 図	年月日	製 名	尺 度		名 称	図 面 番 号	
	製 図	検 図					承 認
更					員 数	材 質	表 面 処 理
					2	SS400 SCM 435H	Ep-Fe/Zn8 /QM1

## 1-2.座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1.断面二次半径 K

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

$$K = \sqrt{\frac{50^3 - 10^3}{12(50-10)}} = 16.072... \doteq \underline{\underline{16.07 \text{ (mm)}}}$$

### 1-2-2.座屈応力 $\sigma_R$

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

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{90}{16.07}\right)^2} = 332.15091... \doteq \underline{\underline{332.15 \text{ (N/mm}^2\text{)}}}$$

表 2.定数

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

※4. 端部条件定数 (n=1)

※5. SS400 は軟鋼

### 1-2-3.A-A 断面積

$$A = (D - d)t \text{より}$$

$$A = (D - d)t = (50 - 10) \times 6 = \underline{\underline{240 \text{ (mm}^2\text{)}}}$$

### 1-2-4.座屈荷重 $P_R$

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 240 \times 332.15 = \underline{\underline{79716 \text{ (N)}}}$$

1-2-5.安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{79716 \times 2}{4900 \times 2.5} = 13.01485... \div \underline{\underline{13.01 \geq 1.6}}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力  $\tau$

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

$$\tau = \frac{4900 \times 0.5}{240 \times 2} = 5.10416 \div \underline{\underline{5.10(N/mm^2)}}$$

1-3-2.破壊安全率  $S_B$

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

$$S_B = \frac{432}{5.10} = 84.7058... \div \underline{\underline{84.7 \geq 1.6}}$$

1-3-2.降伏安全率  $S_Y$

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

$$S_Y = \frac{163.5}{5.10} = 32.0588... \div \underline{\underline{32.06 \geq 1.3}}$$





# 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

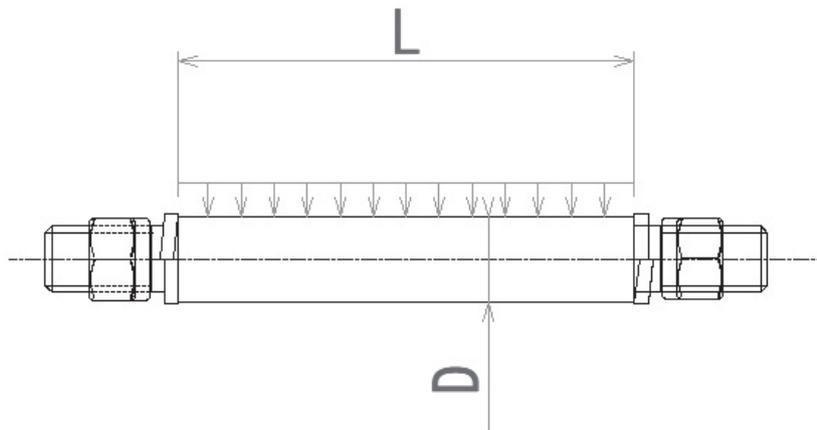


図 1. シャックルピン本体

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	60	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

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

$$M = \frac{4900 \times 60}{32} = \underline{\underline{9187.5(N \cdot mm)}}$$

### 1-2-2. せん断係数

$$Z = \frac{\pi D^3}{32} \text{より}$$

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

### 1-2-3. 曲げ応力 $\sigma_A$

$$\sigma_A = \frac{M}{Z} \text{より}$$

$$\sigma_A = \frac{9187.5}{98.175} = 93.5828... \div \underline{\underline{93.583(N/mm^2)}}$$

$$93.583 \times 2.5 = \underline{\underline{233.9575(N/mm^2)}}$$

### 1-2-4. 破壊安全率 $S_B$

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

$$S_B = \frac{1158}{233.9575} = 4.949616... \div \underline{\underline{4.95 \geq 1.6}}$$

### 1-2-4. 降伏安全率 $S_Y$

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

$$S_Y = \frac{785}{233.9575} = 3.3553... \div \underline{\underline{3.36 \geq 1.6}}$$

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