



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

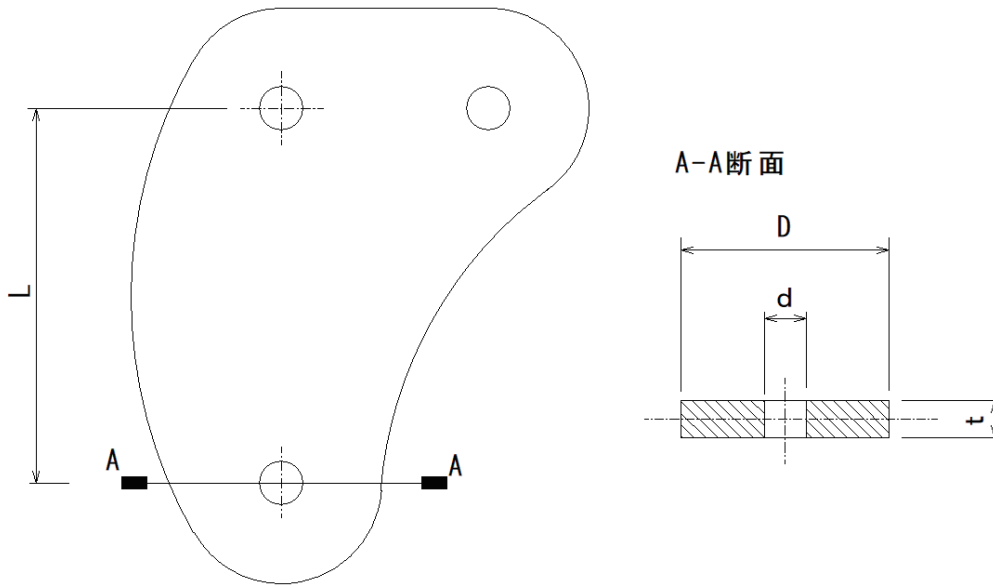


図 1. シャックル本体

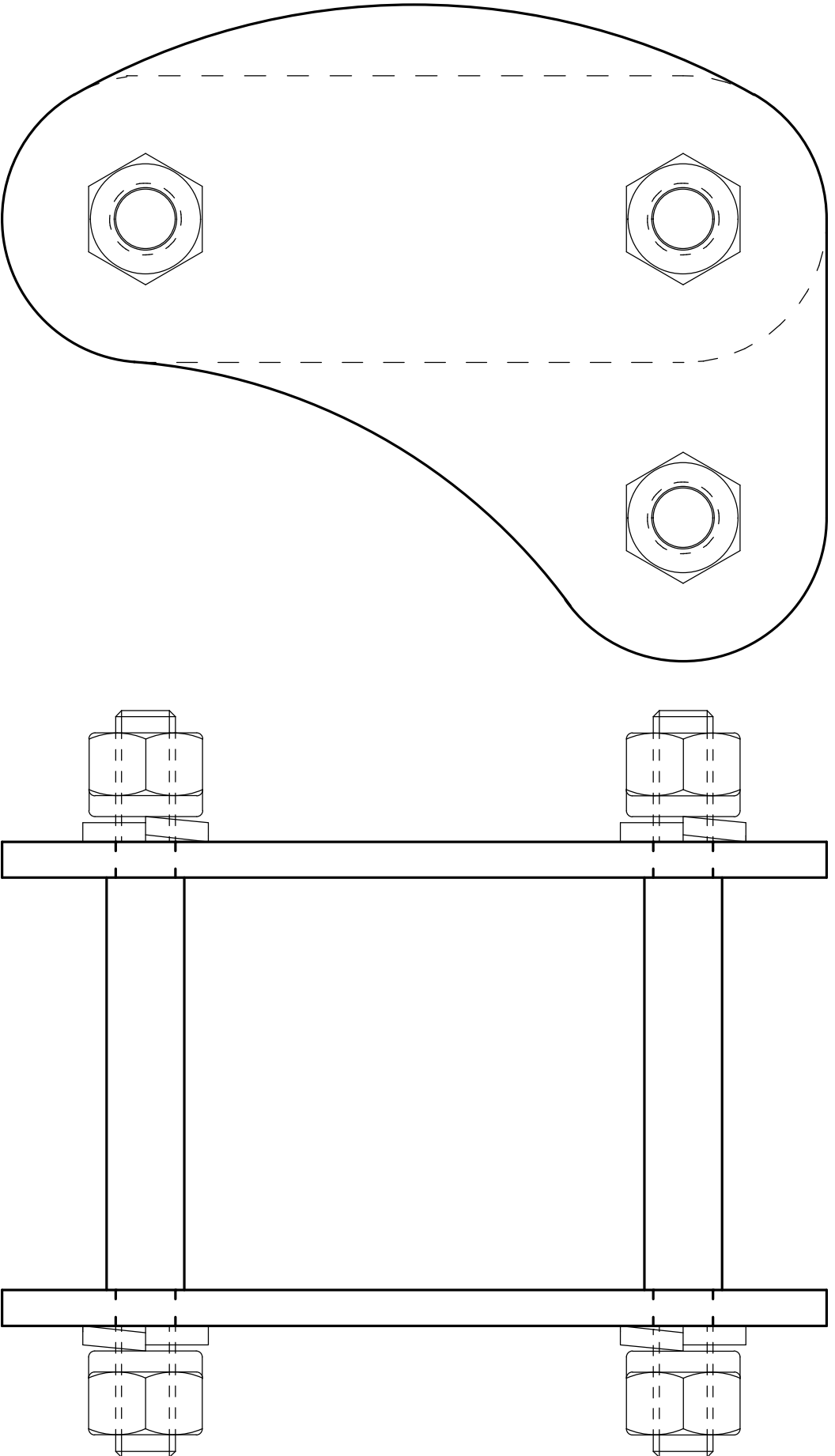
表 1. 諸元

	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

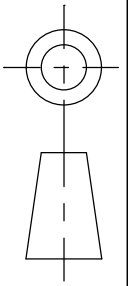
※2.せん断強さは $\tau_B$ は、降伏強さ $\sigma_Y$ の 2 分の 1

※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



变更

製図	年月日	製名	尺度
検図			1/1
承認			



名称

シヤツクル ASSY

図面番号

員数 材 料 表面処理

2 SS400 6.0t SCM435

## 1-2.座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1.断面二次半径 K

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

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

### 1-2-2.座屈応力 $\sigma_R$

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

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{90}{16.07}\right)^2} = 332.1509... \div \underline{\underline{332.15 \text{ (N/mm}^2\text{)}}}$$

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  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{79716 \times 2}{4900 \times 2.5} = 13.0148... \div \underline{\underline{13.01 \geq 1.6}}$$

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  $S_Y$

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

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

鋼材検査証明書  
 INSPECTION CERTIFICATE

東京製鉄株式会社  
 TOKYO STEEL MF6 CO., LTD.



注文書 小野煙株式会社 大阪支店  
 Shipper  
 特約店  
 Customers

発注番号 Order No. 3X-10763  
 発行日 Date of Issue 2022.05.07  
 発注番号 Invoice No. D-603178  
 証明書番号 Certificate No. 690782

品名 熱延広幅帯鋼  
 Commodity  
 規格 JIS G 3101 SS400 S  
 Specification

需要家 小野煙株式会社  
 Customer  
 工事名  
 Project Name

寸法 Size (mm)	数量 Quantity piece	重量 Weight (kg)	コイル番号 Coil No.	鋼種 Charge No.	引張試験 Tensile Test ※1			衝撃試験 Impact Test ※3			厚さ方向特性 Through-thickness Characteristics			備考 Remark	
					引張強さ Tensile Strength (MPa)	引張伸び Tensile Elongation (%)	伸び Elongation (%)	試験 試験	試験 試験	試験 試験	試験 試験	試験 試験	試験 試験		試験 試験
6.00X1.535XC01L	1	26320	A2301006N	AC8495	337	444	26								
6.00X1.535XC01L	1	24580	A2301108N	AC8490	327	432	26								
S-TOTAL	2	50900													
G-TOTAL															74430

※1 引張試験  
 Tensile Test  
 試験方法: JIS Z 2201 準拠  
 試験機: 株式会社 小野煙 大阪支店  
 試験場所: 大阪支店 試験室  
 試験日: 2022.05.07

※2 化学成分  
 Chemical Composition (%)  
 鋼種: AC8495  
 化学成分: C 0.06, Si 0.03, Mn 0.50, P 0.015, S 0.010

※3 衝撃試験  
 Impact Test  
 試験方法: JIS Z 2201 準拠  
 試験機: 株式会社 小野煙 大阪支店  
 試験場所: 大阪支店 試験室  
 試験日: 2022.05.07

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。  
 The hereby orderly that above steels have been satisfactorily tested with the specification.

兵庫県姫路市飾磨区豊滝1598番地  
 小野煙株式会社 近畿支店  
 所長 長國 康

田原工場: 〒441-8638 兵庫県田原市白根二丁目1番3  
 YAMADA PLANT: 〒441-8638 Hyogo, Japan  
 Aichi pref. 441-8414, Japan

品質保証  
 検査部長  
 小野煙 康  
 Chief Inspector  
 Quality Control Sec.  
 Y. Okuda  
 OTSUKA YASUHIRO  
 Yamanashi Plant



# 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

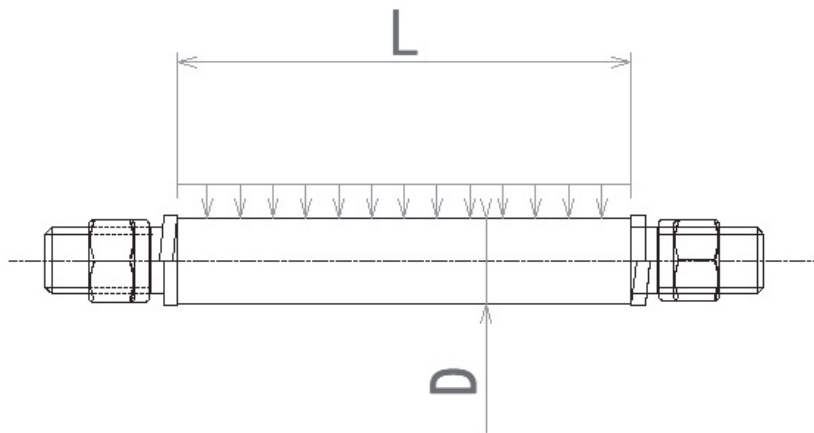


図 1. シャックルピン本体

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  $\tau_B$

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

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

1-3-2.安全率 S

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

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



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