



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

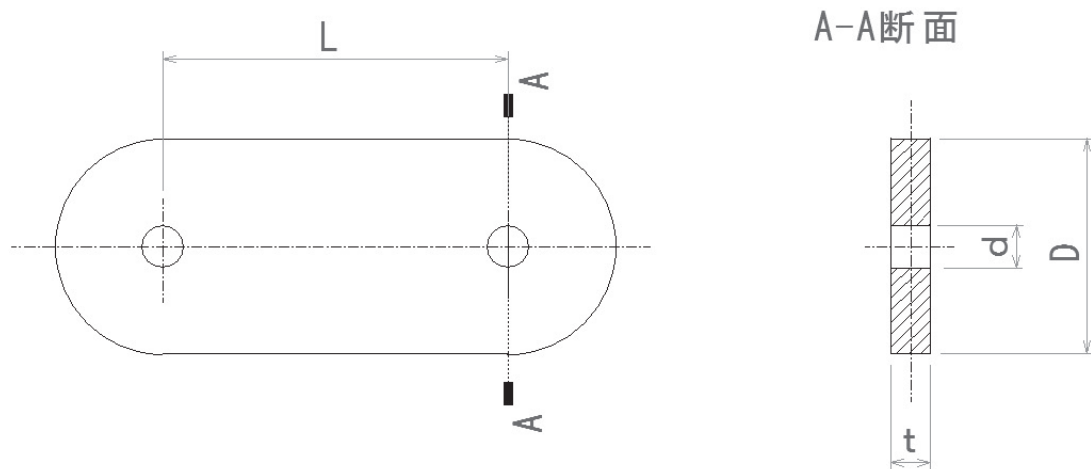


図 1. シャックル本体

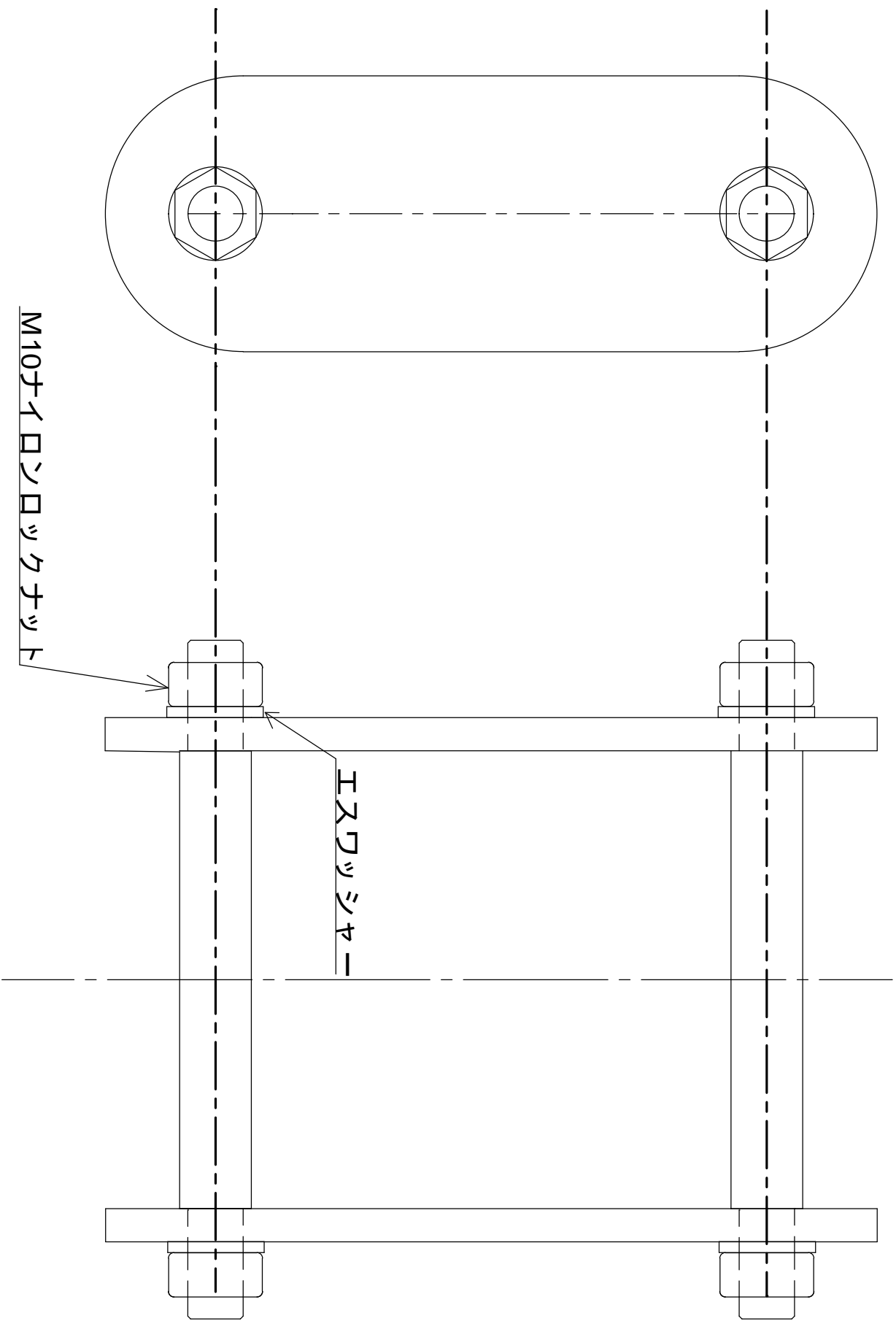
表 1. 諸元

|              | 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          | 100   | 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チイロソツクナツト

エスワツシャー

|   |   |     |    |    |    |    |    |  |                      |         |                      |                        |
|---|---|-----|----|----|----|----|----|--|----------------------|---------|----------------------|------------------------|
| 更 | 変 | 年月日 | 製図 | 検査 | 承認 | 製名 | 尺度 |  | 名称<br>シヤツクル<br>シヤツシー | 数量<br>2 | 材質<br>SS400 SCM 435H | 表面処理<br>Ep-Fe/Zn8 /QM1 |
|   |   | 年月日 | 製図 |    |    |    |    |  |                      |         |                      |                        |

## 1-2. 座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1. 断面二次半径 K

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

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

### 1-2-2. 座屈応力 $\sigma_R$

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

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{100}{16.07}\right)^2} = 331.82675\dots \doteq \underline{\underline{331.83 \text{ (N/mm}^2\text{)}}}$$

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 $P_R$

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 240 \times 331.83 = \underline{\underline{79639.2 \text{ (N)}}}$$

1-2-5.安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{79639.2 \times 2}{4900 \times 2.5} = 13.0023... \div \underline{\underline{13.00 \geq 1.6}}$$

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  
 Customer

発注番号 3X-10763  
 発行日 2022.05.07

送り状番号 D-603178  
 証明書番号 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 Name

| 寸法<br>(mm)      | 数量<br>Quantity | 鋼種<br>Steel No. | 鋼番<br>Charge No. | 引張試験 Tensile Test        |                  | 衝撃試験 Impact Test | 厚さ方向特性<br>Through-thickness<br>Characteristics |                  |                  | 備考<br>Remark |
|-----------------|----------------|-----------------|------------------|--------------------------|------------------|------------------|------------------------------------------------|------------------|------------------|--------------|
|                 |                |                 |                  | 引張強さ<br>Tensile Strength | 伸び<br>Elongation |                  | 引張強さ<br>Tensile Strength                       | 伸び<br>Elongation | 伸び<br>Elongation |              |
| 6.00X1.535XC01L | 1              | 26J20           | A2301006N        | ACB495                   | 337              | 44.4             | 26                                             |                  |                  |              |
| 6.00X1.535XC01L | 1              | 24580           | A2301108N        | ACB490                   | 327              | 43.2             | 26                                             |                  |                  |              |
| S-TOTAL         | 2              | 50900           |                  |                          |                  |                  |                                                |                  |                  |              |
| G-TOTAL         |                |                 |                  |                          |                  |                  |                                                |                  |                  | 74430        |

\*1 引張試験  
 Tensile Test  
 試験方法: JIS Z 2201 又は JIS Z 2202  
 試験速度: 0.5mm/min  
 試験機: 100kN

\*3 厚さ試験  
 Thickness Test  
 試験方法: JIS Z 2201 又は JIS Z 2202  
 試験速度: 0.5mm/min  
 試験機: 100kN

\*4 外形・寸法・公差  
 Dimensional Test  
 試験方法: JIS S 3002  
 試験速度: 0.5mm/min  
 試験機: 100kN

| 鋼種<br>Steel No. | 化学成分 Chemical Composition (%) |       |    |   |   |
|-----------------|-------------------------------|-------|----|---|---|
|                 | C                             | Si    | Mn | P | S |
| ACB495          | 6.1                           | 43.21 | 2  |   |   |
| ACB490          | 6.1                           | 50.17 | 3  |   |   |

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 by percentage 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 國近 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. 441-8611, Japan

品質管理 検査部長  
 Chief Inspector Otsuka YASUHIRO  
 品質管理 検査部長  
 Quality Control Sec. Yabuuchi



# 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

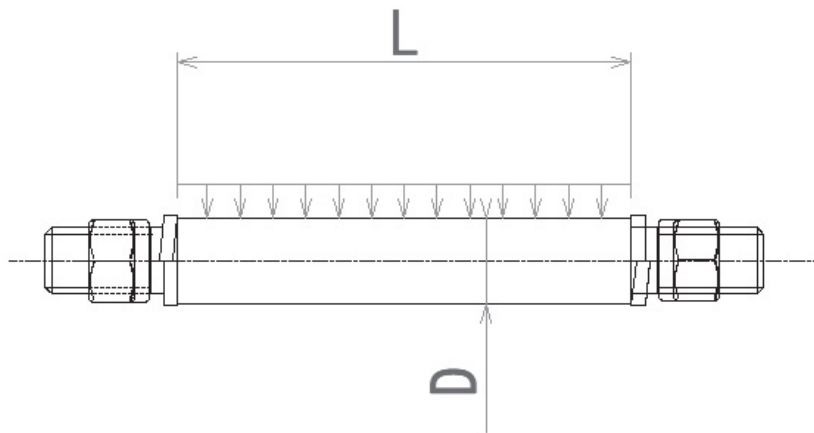


図 1. シャックルピン本体

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  $\tau_B$

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

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

1-3-2.安全率 S

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

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



|       |               |
|-------|---------------|
| 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<br>[N] | 引張強さ<br>[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