



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

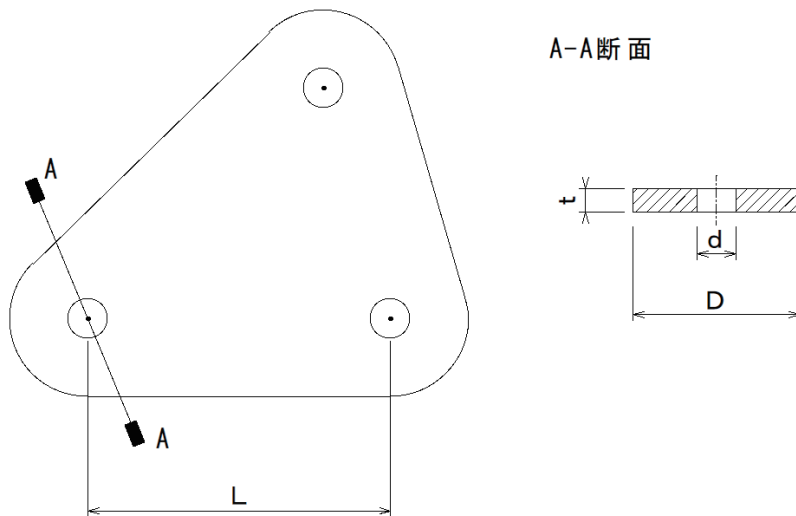


図 1. シャックル本体

表 1. 諸元

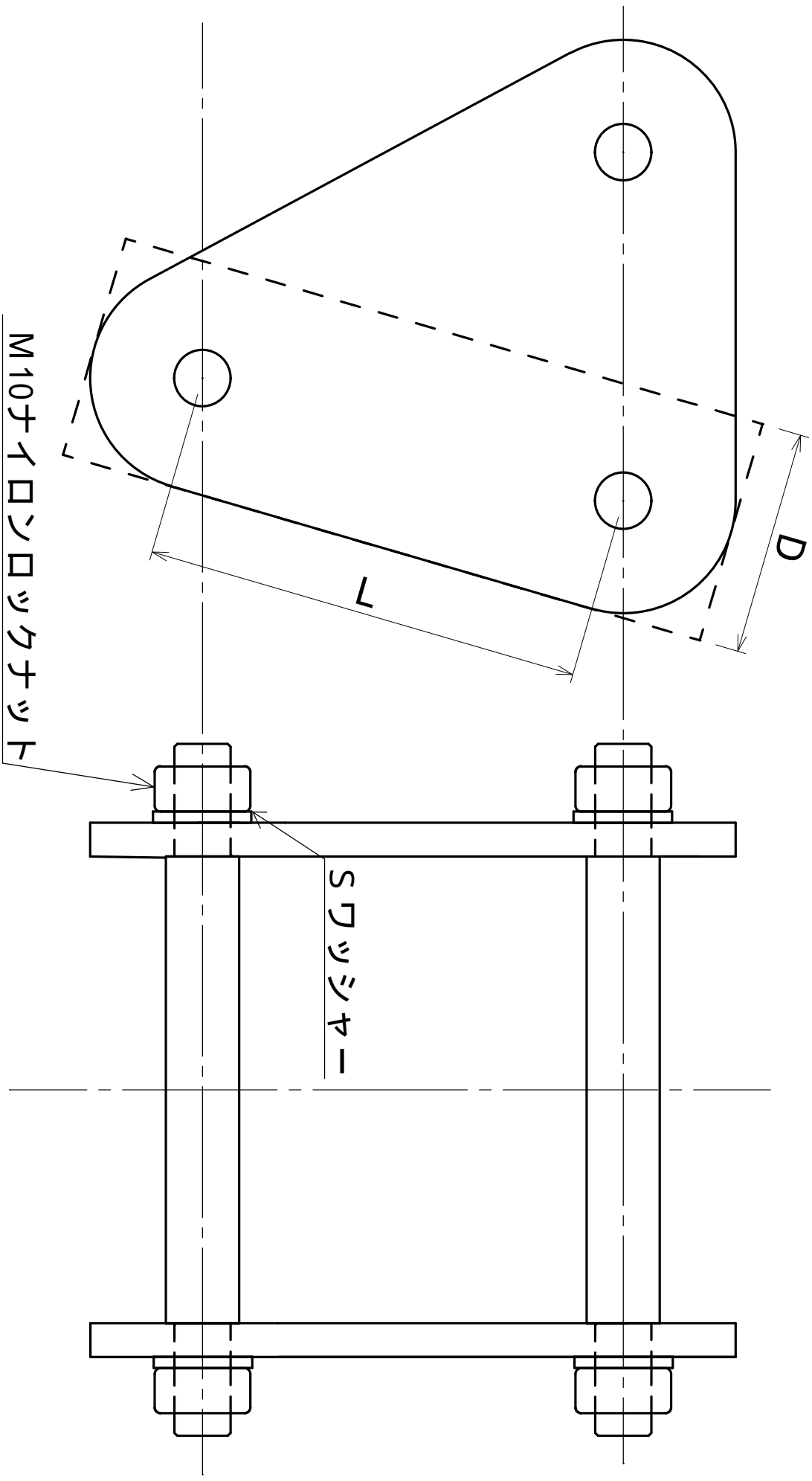
|              | 記号         | 数値    | 単位       |
|--------------|------------|-------|----------|
| 材質           | SS400      | —     | —        |
| 引張強さ(※1)     | $\sigma_B$ | 432   | $N/mm^2$ |
| 降伏強さ(※1)     | $\sigma_Y$ | 327   | $N/mm^2$ |
| 材料のせん断強さ(※2) | $\tau_B$   | 163.5 | $N/mm^2$ |
| 軸の許容限度(※3)   | W          | 4900  | N        |
| シャックルピンの間隔   | L          | 78    | mm       |
| シャックルの幅(※4)  | D          | 43    | 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



M10チイロソックスナット

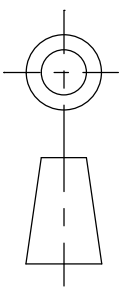
S ロックシャワー

変更

変

|     |    |
|-----|----|
| 年月日 | 製図 |
| 署名  | 検図 |
| 尺度  | 承認 |

|     |    |
|-----|----|
| 年月日 | 製図 |
| 署名  | 検図 |
| 尺度  | 承認 |



名称

反転防止  
シヤツクルASSY

図面番号

員数

2

材

SPHC SCM435

料

(H)

表面処理

## 1-2. 座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1. 断面二次半径 $K$

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

$$K = \sqrt{\frac{43^3 - 10^3}{12(43-10)}} = 14.080\dots \div \underline{14.08 \text{ (mm)}}$$

### 1-2-2. 座屈応力 $\sigma_R$

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

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{78}{14.08}\right)^2} = 332.18075\dots \div \underline{332.18 \text{ (N/mm}^2\text{)}}$$

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           |

※5. 端部条件定数 (n=1)

※6. SS400 は軟鋼

### 1-2-3. A-A 断面積

$$A = (D - d)t \text{より}$$

$$A = (D - d)t = (43 - 10) \times 6 = \underline{198 \text{ (mm}^2\text{)}}$$

### 1-2-4. 座屈荷重 $P_R$

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 198 \times 332.18 = \underline{65771.64 \text{ (N)}}$$

1-2-5.安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{65771.64 \times 2}{4900 \times 2.5} = 10.738226... \div \underline{\underline{10.74 \geq 1.6}}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力  $\tau$

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

$$\tau = \frac{4900 \times 0.5}{198 \times 2} = 6.186 \div \underline{\underline{6.19(N/mm^2)}}$$

1-3-2.破壊安全率  $S_B$

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

$$S_B = \frac{432}{6.19} = 69.78998... \div \underline{\underline{96.79 \geq 1.6}}$$

1-3-2.降伏安全率  $S_Y$

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

$$S_Y = \frac{163.5}{6.19} = 26.4135... \div \underline{\underline{26.41 \geq 1.3}}$$



# シャックル 強度計算書

## 1. 本体部の強度計算

### 1-1. 諸元

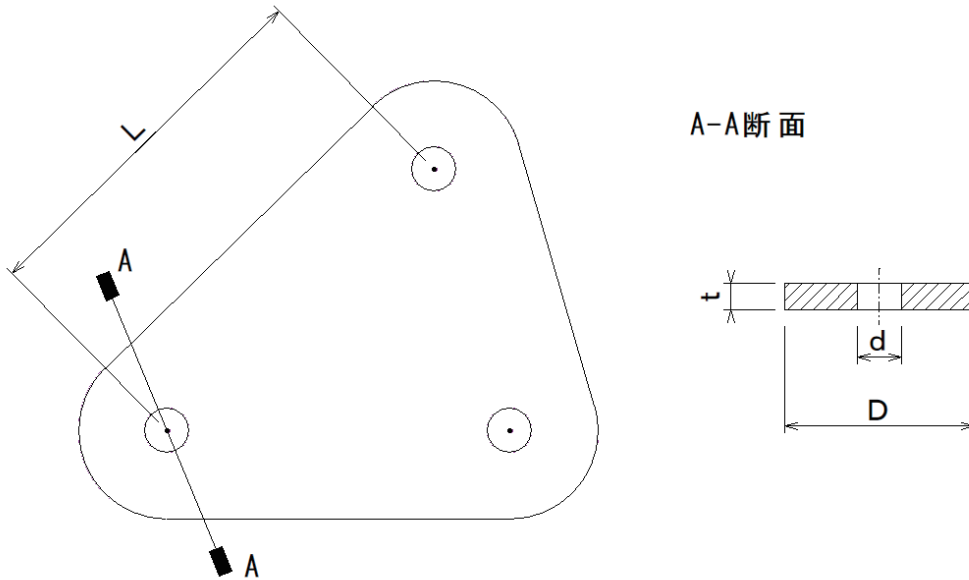


図 1. シャックル本体

表 1. 諸元

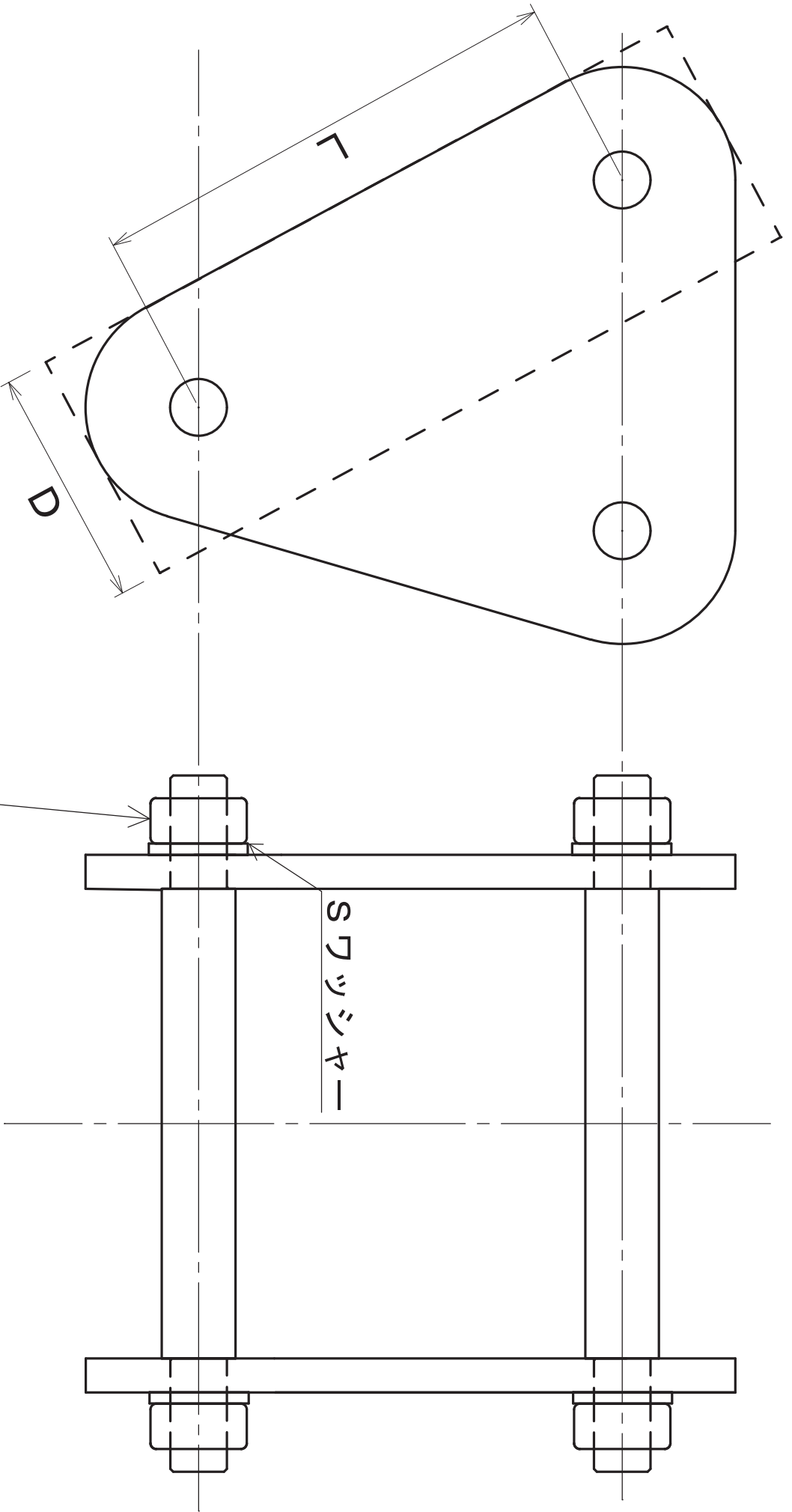
|              | 記号         | 数値    | 単位                |
|--------------|------------|-------|-------------------|
| 材質           | SS400      | —     | —                 |
| 引張強さ(※1)     | $\sigma_B$ | 432   | N/mm <sup>2</sup> |
| 降伏強さ(※1)     | $\sigma_Y$ | 327   | N/mm <sup>2</sup> |
| 材料のせん断強さ(※2) | $\tau_B$   | 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          | 85    | mm                |
| シャックルの幅(※4)  | D          | 43    | 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



M10チェーンロッタナット

|   |    |    |     |    |    |    |   |   |      |   |        |     |                   |   |   |   |
|---|----|----|-----|----|----|----|---|---|------|---|--------|-----|-------------------|---|---|---|
| 更 | 製図 |    | 年月日 | 署名 | 尺度 |    | 名 | 称 | 図    | 面 | 番      | 号   |                   |   |   |   |
|   | 検図 | 承認 |     |    |    |    |   |   |      |   |        |     | 反転防止<br>シヤツクルASSY |   |   |   |
|   |    |    |     |    |    | 員数 | 2 | 材 | SPHC | 料 | SCM435 | (H) | 表                 | 面 | 処 | 理 |

## 1-2.座屈強度(ランキンの式使用)

### 1-2-1.断面二次半径 K

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

$$K = \sqrt{\frac{43^3 - 10^3}{12(43-10)}} = 14.080... \div \underline{\underline{14.08 \text{ (mm)}}}$$

### 1-2-2.座屈応力 $\sigma_R$

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

$$\sigma_R = \frac{34 \times 9.81}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{85}{14.08}\right)^2} = 331.9270... \div \underline{\underline{331.93 \text{ (N/mm}^2\text{)}}}$$

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           |

※5. 端部条件定数 (n=1)

※6. SS400 は軟鋼

### 1-2-3.A-A 断面積

$$A = (D - d)t \text{より}$$

$$A = (D - d)t = (43 - 10) \times 6 = \underline{\underline{198 \text{ (mm}^2\text{)}}}$$

### 1-2-4.座屈荷重 $P_R$

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 198 \times 331.93 = \underline{\underline{65722.14 \text{ (N)}}}$$

1-2-5.安全率  $S_B$

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{65722.14 \times 2}{4900 \times 2.5} = 10.73014... \div \underline{\underline{10.73 \geq 1.6}}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力  $\tau$

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

$$\tau = \frac{4900 \times 0.5}{198 \times 2} = 6.186 \div \underline{\underline{6.19(N/mm^2)}}$$

1-3-2.破壊安全率  $S_B$

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

$$S_B = \frac{432}{6.19} = 69.78998... \div \underline{\underline{96.79 \geq 1.6}}$$

1-3-2.降伏安全率  $S_Y$

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

$$S_Y = \frac{163.5}{6.19} = 26.4135... \div \underline{\underline{26.41 \geq 1.3}}$$



鋼材検査証明書  
 INSPECTION CERTIFICATE

東京製鉄株式会社  
 TOKYO STEEL MF6 CO., LTD.



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

発注番号 2022.05.07  
 発行日 Date of Issue  
 検査番号 3X-10763  
 送り状番号 Invoice No. D-603178  
 検査番号 Certificate No. 690782

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

需役家 小野煙株式会社  
 Customer  
 工場名  
 Project Name

| 寸法<br>Size<br>(mm) | 数量<br>Quantity<br>piece | 重量<br>Weight<br>(kg) | コイル番号<br>Coil No. | 鋼種<br>Charge No. | 引張試験 Tensile Test ※1                 |                         | 衝撃試験 ※3                              |                                      |                                      | 厚さ方向特性<br>Through-thickness<br>Characteristics |                                      |                                      | 備考<br>Remark |
|--------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|-------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------------|--------------------------------------|--------------|
|                    |                         |                      |                   |                  | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) | 伸び<br>Elongation<br>(%) | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa)           | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) | 引張強さ<br>Tensile<br>Strength<br>(MPa) |              |
| 6.00X1.535XC01L    | 1                       | 26320                | A2301006N         | AC8495           | 337                                  | 44.4                    | 26                                   |                                      |                                      |  |                                      |                                      |              |
| 6.00X1.535XC01L    | 1                       | 24580                | A2301108N         | AC8490           | 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  
 Test Method JIS Z 2201 or JIS Z 2202  
 試験速度 試験機 試験機  
 Test Speed Test Machine Test Machine  
 試験位置 試験機 試験機  
 Test Position Test Machine Test Machine  
 試験温度 試験機 試験機  
 Test Temperature Test Machine Test Machine

※2 化学成分  
 Chemical Composition (%)  
 鋼種 鋼種  
 Charge No. Charge No.

※3 衝撃試験  
 Impact Test  
 試験方法 JIS Z 2201 又は JIS Z 2202  
 Test Method JIS Z 2201 or JIS Z 2202  
 試験速度 試験機 試験機  
 Test Speed Test Machine Test Machine  
 試験位置 試験機 試験機  
 Test Position Test Machine Test Machine  
 試験温度 試験機 試験機  
 Test Temperature Test Machine Test Machine

| 鋼種<br>Charge No. | C |   | Si |    | Mn |  | P |  | S |  |
|------------------|---|---|----|----|----|--|---|--|---|--|
|                  | % |   | %  |    | %  |  | % |  | % |  |
| AC8495           | 6 | 1 | 43 | 21 | 2  |  |   |  |   |  |
| AC8490           | 6 | 1 | 50 | 17 | 3  |  |   |  |   |  |

上記注文品は鋼材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.

小野煙株式会社 近畿支店  
 Onoda Steel Industry Co., Ltd. Kansai Branch

兵庫県姫路市柿原区豊原1598番地  
 1598-1 Honmachi, Arai-cho, Himeji-shi, Hyogo

田原工場 〒441-8638 愛知県田原市白浜二丁目1番3  
 Tawara Plant 〒441-8638 Aichi Pref. Tahara-shi, Japan

品質検査 検査部長 宇田川 康  
 Quality Control Dept. Chief Inspector Y. Udaoka

OSAKA YASHIRO Yashiro 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

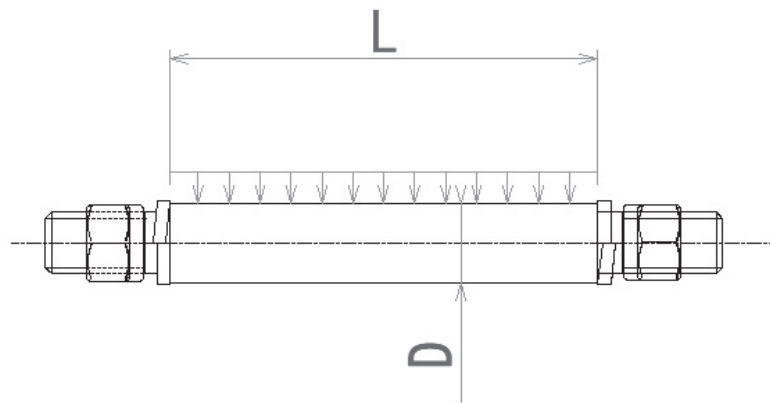


図 1. シャックルピン本体

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          | 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  $\tau_B$

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

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

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