



シャックル 強度計算書

1. 本体部の強度計算

1-1. 諸元

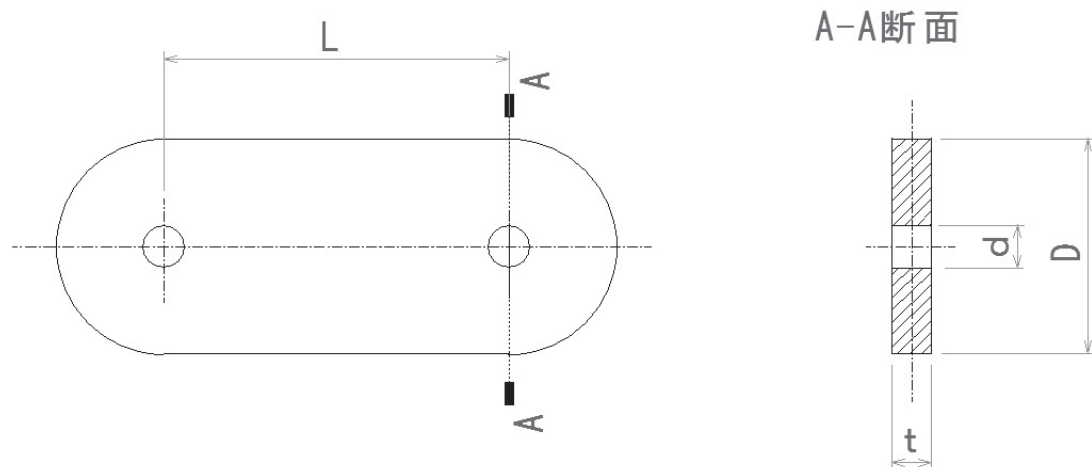


図 1. シャックル本体

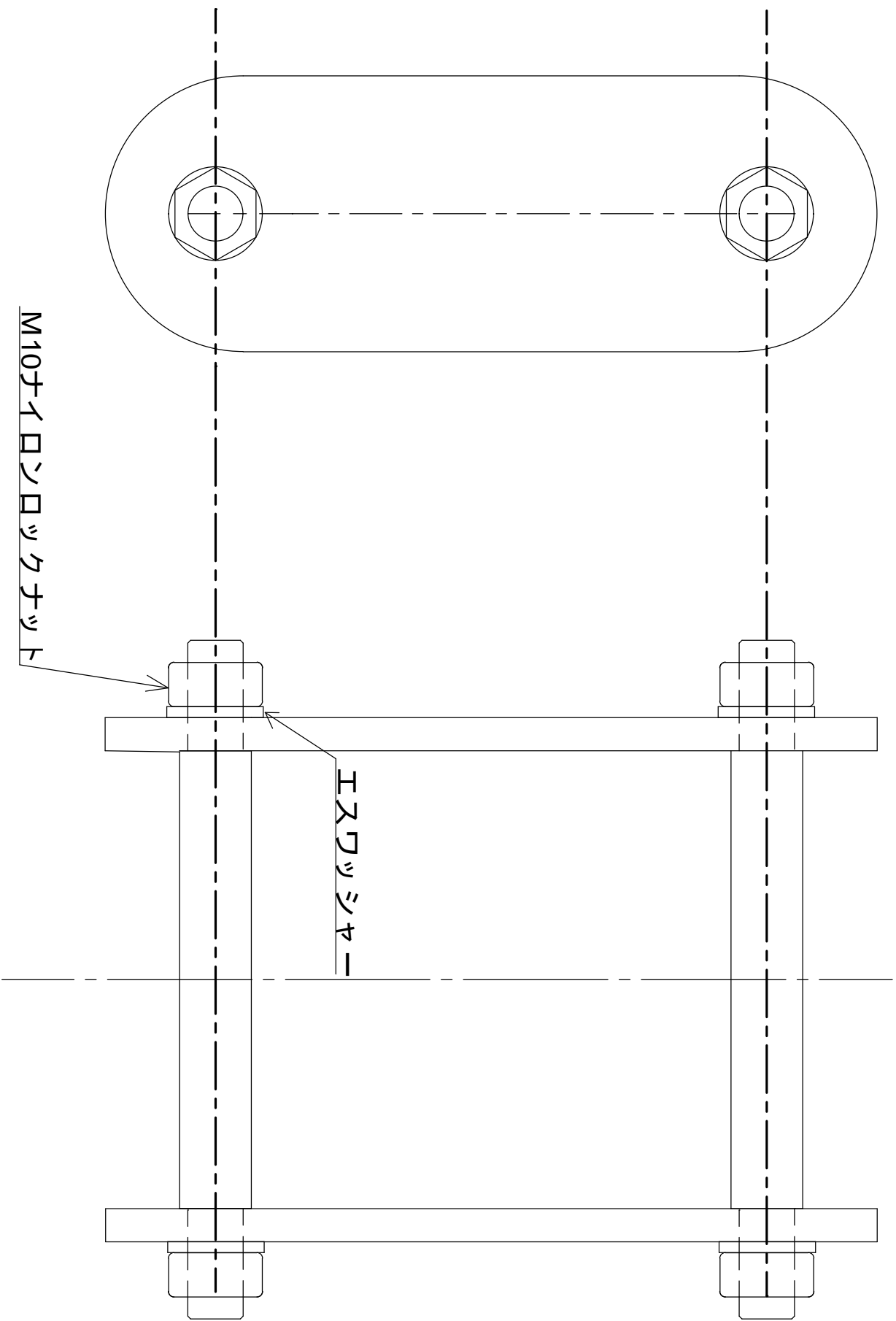
表 1. 諸元

	記号	数値	単位
材質	SS400	—	—
引張強さ(※1)	σ_B	432	N/mm^2
降伏強さ(※1)	σ_Y	327	N/mm^2
材料のせん断強さ(※2)	τ_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	70	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 τ_B は、降伏強さ σ_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

製図	年月日	製名	尺度	図面番号	
				シヤツクル	Ep-Fe/Zn8 / QM 1
検図				材	表面処理
承認				SS400 SCM 435H	
				員数	
				2	

更

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 σ_R

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

$$\sigma_R = \frac{34}{1 + \frac{1}{7500} \left(\frac{70}{16.07}\right)^2} = 332.69830... \doteq \underline{\underline{332.7 \text{ (N/mm}^2\text{)}}}$$

表 2.定数

	鋳鉄	軟鋼	硬鋼
$\sigma_C \text{ (N/mm}^2\text{)}$	56×9.81	34×9.81	49×9.81
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

$$P_R = A \times \sigma_R \text{より}$$

$$P_R = 240 \times 332.7 = \underline{\underline{79848 \text{ (N)}}}$$

1-2-5.安全率 S_B

$$S_B = \frac{P_R \times 2}{W \times 2.5} = \frac{79848 \times 2}{4900 \times 2.5} = 13.0364 \dots \div \underline{\underline{13.04 \geq 1.6}}$$

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力 τ

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

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

1-3-2.破壊安全率 S_B

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

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

1-3-2.降伏安全率 S_Y

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

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

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 小野煙株式会社 大阪支店
 特約店
 Customers

発注番号 Order No. 3X-10763
 発行日 Date of Issue 2022.05.07
 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 熱延広幅帯鋼

規格 JIS G 3101 SS400 S

検査者 小野煙株式会社
 Inspector 小野煙株式会社
 Project Name

寸法 Size (mm)	数量 Quantity	鋼種 Steel No.	鋼番 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 N/mm ²	伸び Elongation %	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	引張強さ Tensile Strength N/mm ²	
6.00X1.535XC01L	1	26320	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 による試験
 試験機: 試験機
 試験場所: 試験場
 試験日: 試験日

※2 化学成分
 Chemical Composition (%)
 元素: C, Si, Mn, P, S
 単位: %

※3 衝撃試験
 Impact Test
 試験方法: JIS Z 2201 又は JIS Z 2202 による試験
 試験機: 試験機
 試験場所: 試験場
 試験日: 試験日

鋼種 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 by percentage with the specification.

検査者 小野煙株式会社
 Inspector 小野煙株式会社
 Project Name

検査場所 近畿
 Inspection Place 近畿

検査日 2022.05.09
 Inspection Date 2022.05.09

検査者 Y. Oshika
 Inspector Y. Oshika
 Project Name

検査場所 近畿
 Inspection Place 近畿

検査日 2022.05.09
 Inspection Date 2022.05.09



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

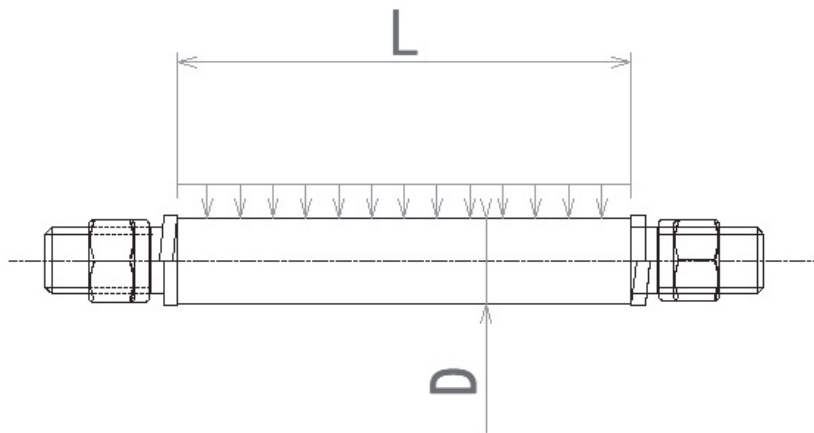


図 1. シャックルピン本体

表 1. 諸元

	記号	数値	単位
材質(JIS4105)	SCM435	—	—
引張強さ(別紙 1)	σ_B	1158	N/mm ²
降伏強さ	σ_Y	785	N/mm ²
せん断強さ(※1)	τ_A	579	N/mm ²
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 τ_A は引張強さ σ_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

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

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

1-2-2. せん断係数

$$Z = \frac{\pi D^3}{32} \text{より}$$

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

1-2-3. 曲げ応力 σ_A

$$\sigma_A = \frac{M}{Z} \text{より}$$

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

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

1-2-4. 破壊安全率 S_B

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

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

1-2-4. 降伏安全率 S_Y

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

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

1-3.せん断強度

1-3-1.せん断応力 τ_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 ²]	破断位置
供試品	67,186	1,158	ネジ部

* ネジ部(M10)の公称断面積:58.0mm²

以上