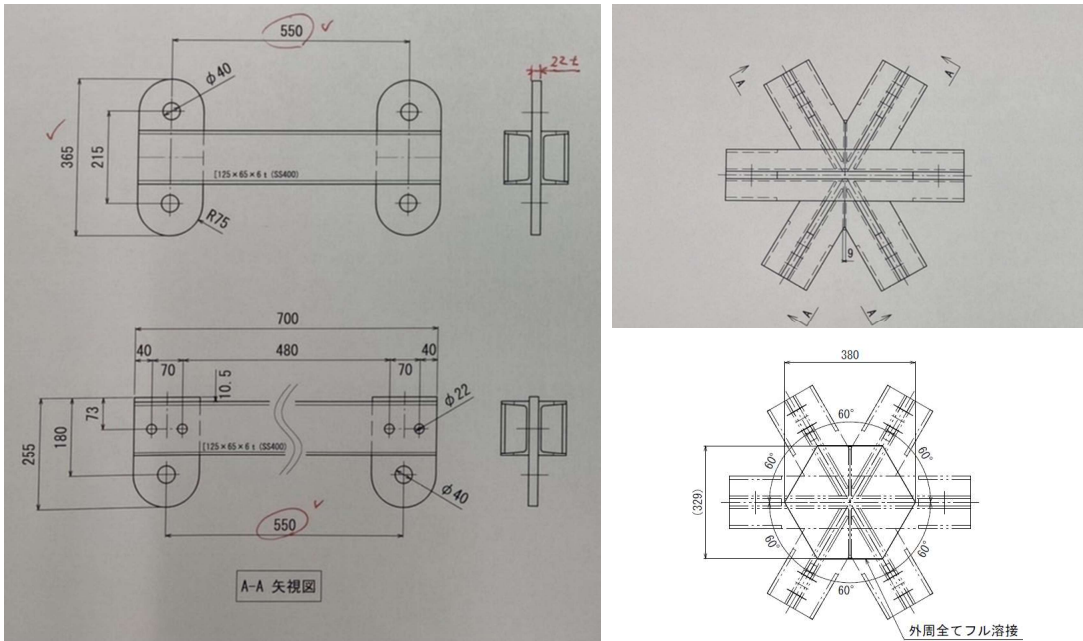


～星形吊り金具の強度計算～

2024/11/5

1. 目的
星形吊り金具の許容吊り荷重を、鋼材の強度及び溶接部の強度を検討する

2. 概要



[図2-1]吊り具概要

3. 参考資料
クレーン安全規則……遵守

安全率S	5	□
------	---	---

4. 材料強度
・ 吊り板/六角板部分
使用材料=SN490B

引張強さFb	490	N/mm ²
許容応力σb	98	N/mm ²
許容せん断応力τb	56.5	N/mm ²

$\tau_b = \sigma_b / \sqrt{3}$

参考URL=<https://www.chubukohan.co.jp/product/jis/product03/>

- ・ 溝形鋼部分
使用材料=SS400

引張強さFs	400	N/mm ²
許容応力σs	80	N/mm ²
許容せん断応力τs	46.1	N/mm ²
溶接部許容引張応力σys	64	N/mm ²
溶接部許容せん断応力τys	36.8	N/mm ²

$\tau_s = \sigma_s / \sqrt{3}$
 $\sigma_{ys} = \sigma_s \times 0.8$
 $\tau_{ys} = \tau_s \times 0.8$

参考URL=<https://www.jaish.gr.jp/horei/hor1-10/hor1-10-5-1-3.html>

5. 強度検討

①-1 吊り具部分の許容せん断荷重P1

変数	寸法	単位
a1	55	mm
t1	22	mm

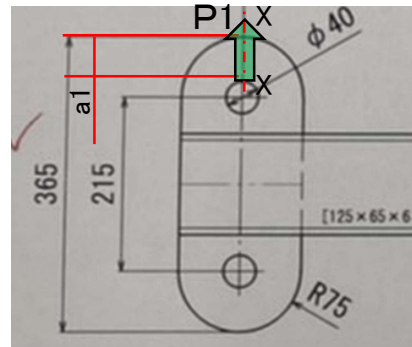
板厚

$$\tau_b = \frac{P1}{A1} \text{ の公式より算出}$$

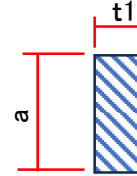
$$A1 = a1 \times t1 = 55 \times 22 = 1210 \text{ [mm]}$$

$$P1 = A1 \times \tau_b = 1210 \times 56.5 = 68365 \text{ [N]} \\ 6976 \text{ [kg]}$$

〈結論〉 吊り具部分の、許容せん断荷重P1は6976kgとなる



[図5-1]計算モデル



[図5-2]X-X断面図

①-2 吊り具部分の許容引張荷重P2

変数	寸法	単位
a2	135	mm
t1	22	mm

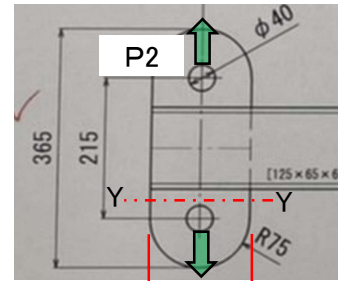
板厚

$$\sigma_b = \frac{P}{A2} \text{ の公式より算出}$$

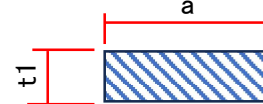
$$A2 = a2 \times t1 = 135 \times 22 = 2970 \text{ [mm]}$$

$$P2 = A2 \times \tau_b = 2970 \times 56.5 = 167805 \text{ [N]} \\ 17122.9 \text{ [kg]}$$

〈結論〉 吊り具部分の、許容引張荷重P2は17122.9kgとなる



[図5-3]計算モデル



[図5-4]Y-Y断面図

②-1 溝形鋼部の許容曲げ荷重P3

溝形鋼:[125 x 65 x 6t(SS400)]

変数	寸法	単位
断面積A3	1711	mm ²
断面係数Z3	67800	mm ³
長さL3	700	mm

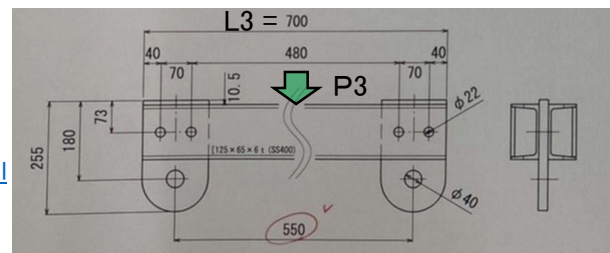
参考URL=https://www.t-kizai.co.jp/steel/1_003.html

$$Z = \frac{M}{\sigma} \quad M = \frac{P \times L}{4} \text{ の公式より算出}$$

$$P3 = \frac{4 \times Z3 \times \sigma_s}{L3}$$

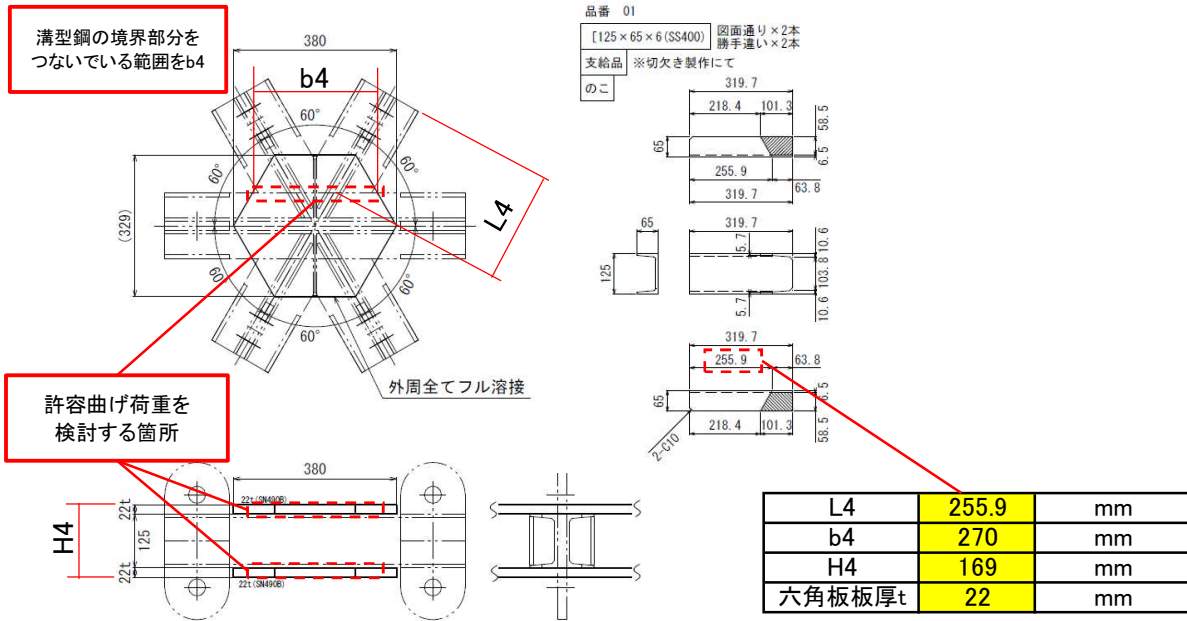
$$= \frac{4 \times 67800 \times 80}{700} = 30994.2 \text{ [N]} \\ 3162.6 \text{ [kg]}$$

〈結論〉 溝形鋼部分(1本当たり)の、許容曲げ荷重P3は3162.6kgとなる
溝形鋼2本を背中合わせで溶接し、六角板で曲げを補強しているため、曲げはほとんど作用しない。
強度計算上参考程度の計算結果とする。

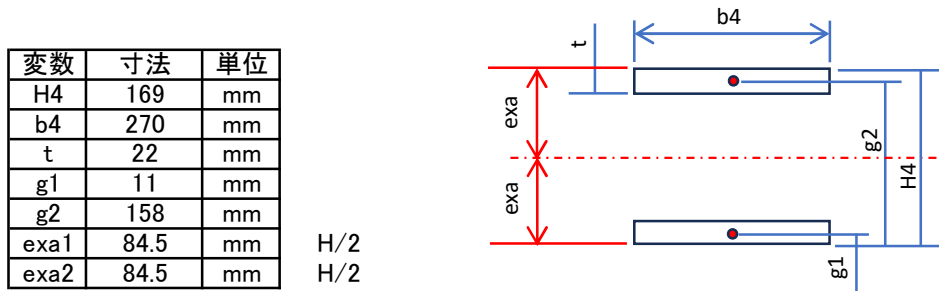


[図5-5]計算モデル

- ③-1 六角板部分の許容曲げ荷重P4
 1か所の吊り具で吊ったと仮定し、上下2か所の六角板にモーメントが作用するときの許容曲げ荷重P4を算出する

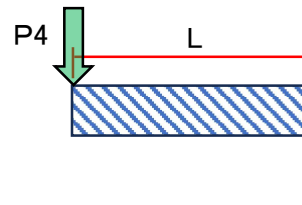


[図5-5]六角板強度検討箇所詳細



[図5-6]計算モデル

$$\begin{aligned}
 I4 &= \left(\frac{b4 \times t^3}{12} + b4 \times t \times (exa2 - g2)^2 \right) + \left(\frac{b4 \times t^3}{12} + b4 \times t \times (exa1 - g1)^2 \right) \\
 &= \left(\frac{270 \times 22^3}{12} + 270 \times 22 \times (84.5 - 158)^2 \right) \\
 &\quad + \left(\frac{270 \times 22^3}{12} + 270 \times 22 \times (11 - 84.5)^2 \right) \\
 &= 64657890 \quad \text{mm}^4 \\
 Z4 &= \frac{I4}{exa1} = \frac{64657890}{84.5} = 765182.1 \quad \text{mm}^3 \\
 Z &= \frac{M}{\sigma} \quad M = P \times L \quad \text{の公式より} \\
 P4 &= \frac{\sigma b \times Z4}{L4} = \frac{98 \times 765182.1}{255.9} = 293035.7 \quad [\text{N}] \\
 &\quad 29901.6 \quad [\text{kg}]
 \end{aligned}$$



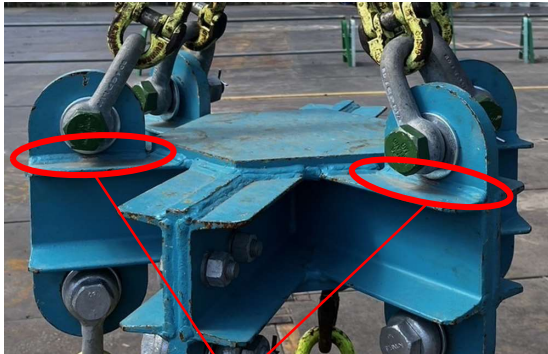
[図5-7]計算モデル

〈結論〉 六角板部分の、許容曲げ荷重P4は29901.6kgとなる

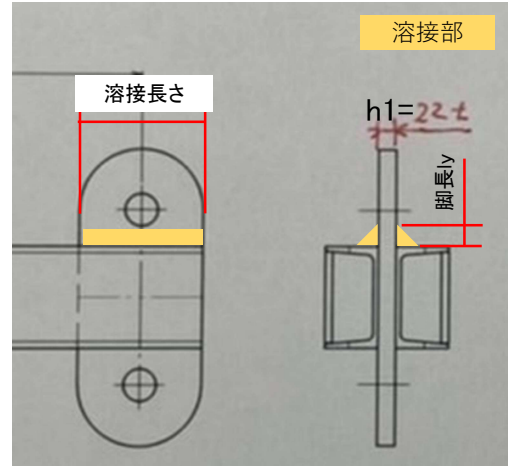
③-1 吊り具部分の溶接部の強度
溝形鋼と吊り具を挟み溶接されている部分の溶接強度を検討する

変数	寸法	単位
脚長 l_y	15	mm
溶接長さ L_n	150	mm
溶接有効長さ L_s	120	mm
溶接間 h_1	22	mm

$L_s = L_n - (l_y \times 2)$ ←溶接はじめと終わりを脚長分引く(溶接強度が弱い)
吊り具板厚 t と同じ



吊り板を支える
溶接部部の強度を検討



[図5-8]溶接部検討箇所詳細図

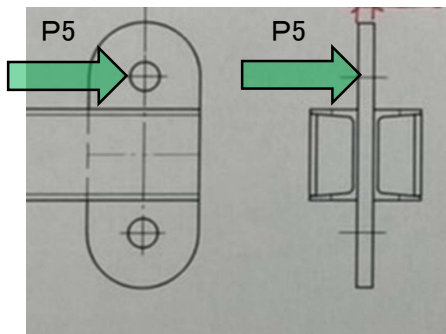
- 溶接部の許容水平せん断荷重 P_4

$$\tau_{ys} = \frac{0.707 \times P_5}{h_1 \times L_s}$$

$$P_5 = \frac{\tau_{av} \times h_1 \times L_s}{0.707}$$

$$= \frac{36.8 \times 120 \times 22}{0.707}$$

$$= \begin{matrix} 137414.4 & [\text{N}] \\ 14021.8 & [\text{kg}] \end{matrix}$$



[図5-9]計算モデル

〈結論〉 吊り板溶接部の許容水平せん断荷重 P_4 は14021.8kgとなる

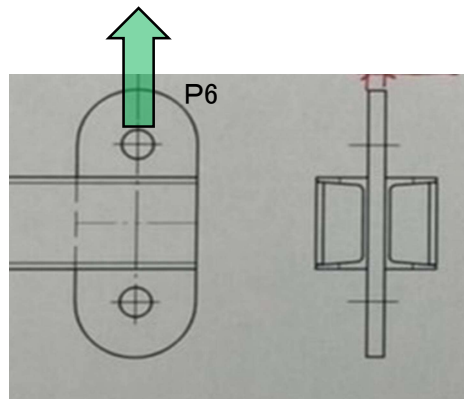
- 溶接部の許容垂直引張荷重 P_5

$$\sigma_{ys} = \frac{0.707 \times P_6}{h_1 \times L_s}$$

$$P_6 = \frac{\sigma_{av} \times h_1 \times L_s}{0.707}$$

$$= \frac{64 \times 120 \times 22}{0.707}$$

$$= \begin{matrix} 238981.6 & [\text{N}] \\ 24385.8 & [\text{kg}] \end{matrix}$$



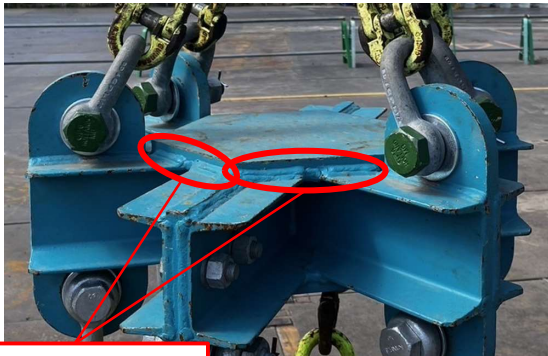
[図5-10]計算モデル

〈結論〉 吊り板溶接部の垂直引張荷重 P_5 は24385.8kgとなる

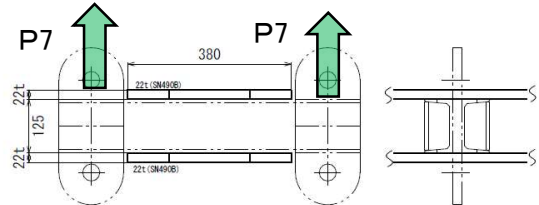
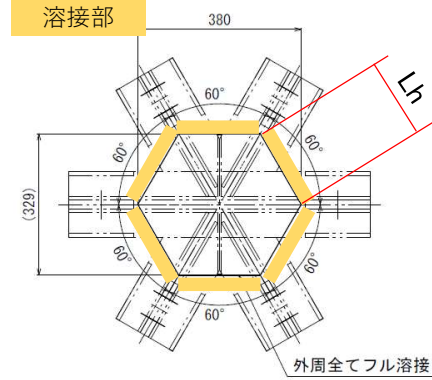
③-2 六角板部分の溶接部の強度

変数	寸法	単位
脚長 l_y	15	mm
溶接長さ L_h (六角板1辺の長さ)	190	mm
溶接長さ L_{ht} (六角板全周長さ)	912	mm

$L_{ht} = l_y \times L_h \times 0.8$ (不完全溶接部を考慮し0.8掛け)



六角板外周の溶接せん断強度を検討



[図5-11]六角板溶接部/荷重方向詳細

・ 溶接部の許容垂直引張荷重 P_5

$$\sigma_{ys} = \frac{P_7}{l_y \times L_{ht}}$$

$$P_7 = \sigma_{ys} \times l_y \times L_{ht}$$

$$= 64 \times 15 \times 912$$

$$= \begin{matrix} 875520 & [\text{N}] \\ 89338.7 & [\text{kg}] \end{matrix}$$

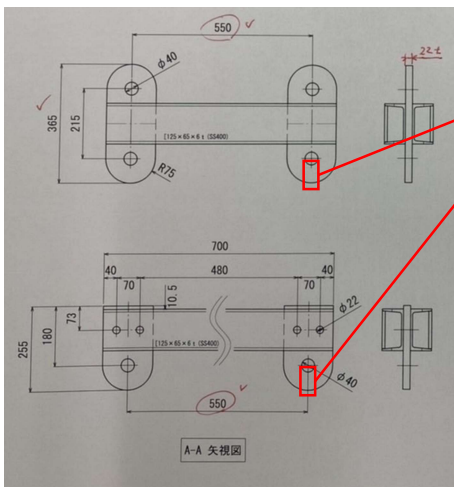
〈結論〉 六角板溶接部の垂直引張荷重 P_7 は89338.7kgとなる

6. 強度計算結果による吊り具の仕様説明

今回の強度計算結果より、「5.②-1許容せん断荷重 P_1 」の6976kgが最も許容荷重が小さいことがわかった
下記の図で示す位置が、各吊り位置で6976kgの許容せん断荷重を持つため

星形吊り金具の許容吊り荷重は、安全率を確保した状態で
ただし、吊り板1枚あたりは6976kgを許容吊り荷重とする。

許容せん断荷重 $P_1 \times 4$
27904 kg とする。



吊り板1枚当たりの許容せん断荷重
6976 kgを厳守して使用する事

↑ 星形吊り具全体で吊れる荷重は
27904 kg とする。

