

新川製作所のクロスサポーター

1. 新川鋼管クロスサポーター

クロスサポーターは写真のような、鋼管製の門型骨組みを交叉するように組み立て、保管倉庫において1段から3段位まで積み上げて、物品を収納保管する製品です。

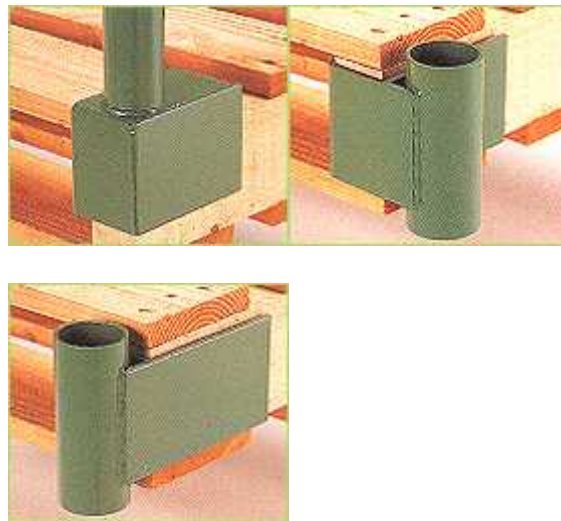
弊社は特にクロスサポーターの溶接部の信頼性を重視し、パイプカッターによる切断とロボット溶接によって、信頼性の高い製品を製作しております。

鋼管には、従来 STK-400 48.6 × 2.3 t を使用してきましたが、新製品として STK-500 48.6 × 2.4 t をシリーズに加えました。新製品は、高強度鋼の使用、断面積の増加によって従来製品より約3割の耐力アップが見込まれます。また、管厚のアップは、単に断面積の増加だけでなく、管の破壊直前に生ずる管の偏平化(局部座屈)の抵抗に大きく寄与し、終局強度を高めると共に、物体の衝突などによる管の局部変形の防止に寄与し、管の寿命化を延ばすこととなります。

弊社のクロスサポーター



クロスサポーターのアタッチメント



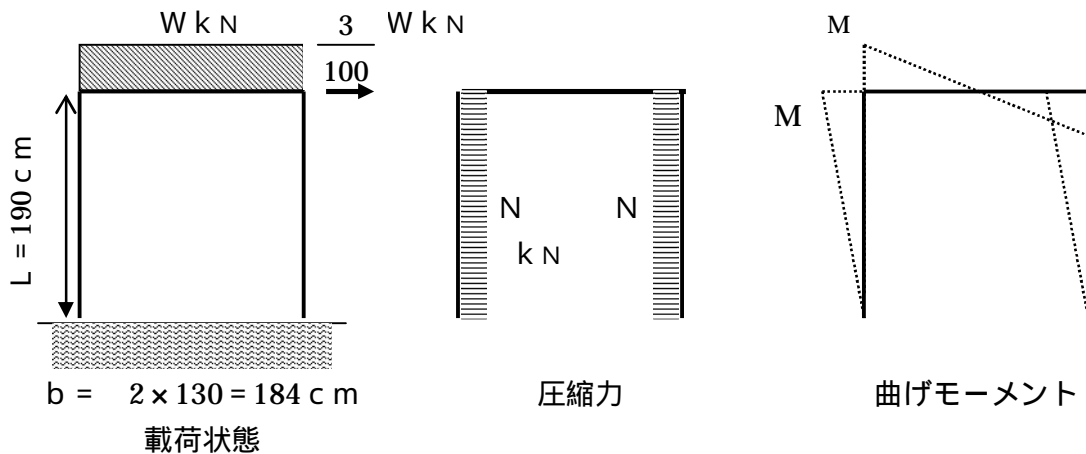
[鋼管の断面諸元]

	従来製品	新製品
鋼種	STK-400	STK-500
管径×管厚 (mm)	48.6×2.3	48.6×2.4
断面積 (cm ²)	3.345	3.483
断面2次モーメント(cm ⁴)	8.99	9.32
断面係数 (cm ³)	3.70	3.83
断面2次半径 (cm)	1.64	1.64
降伏点 (kN/cm ²)	23.5	35.5
許容応力度 (kN/cm ²)	15.7	23.5

2. 新川鋼管クロスサポーターの耐力

クロスサポーターを2段あるいは3段積で使用した場合、最も負荷がかかるのは最下段のクロスサポーターであるから、これに注目し、パレット重量を含め全上載荷重を W (kN) とする。さらに積荷の偏載や多少の揺れを考慮して、全上載荷重の3%の力が水平方向に作用するものとし、これらを安全に支持し得る重量をもって、許容上載荷重とする。

クロスサポーターは、2つのラーメン構造からなるので、1つのラーメンには上記荷重の1/2が作用する。



この場合パイプ柱に生ずる圧縮力 N および最大曲げモーメント M は、次式により算出される。

$$N = \frac{1}{2} \left(\frac{W}{2} + \frac{3W}{100} \times \frac{l}{b} \right) = 0.265W \quad (kN)$$

$$M = \frac{1}{2} \left(\frac{3Wl}{2 \times 100} \right) = 1.425W \quad (kN \cdot cm)$$

これらの断面力によって生ずる応力度は、

$$\text{圧縮応力度} \quad : \quad \sigma_c = \frac{N}{A} = \frac{0.265W}{A} \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

$$\text{従って、STK-400 では、} \quad \sigma_c = 0.0792 W \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right),$$

$$\text{STK-500 では、} \quad \sigma_c = 0.0761 W \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

$$\text{最大曲げ応力度} \quad : \quad \sigma_b = \frac{M}{Z} = \frac{1.425W}{Z} \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

$$\text{従って、STK-400 では、} \quad \sigma_c = 0.3852 W \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right),$$

$$\text{STK-500 では、} \quad \sigma_c = 0.3721 W \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

曲げ応力と圧縮応力が同時に作用して安全であるためには、次式を満足しなければならない。

$$\frac{\sigma_c}{\sigma_{ca}} + \frac{\sigma_b}{\sigma_{ba} \left(1 - \frac{\sigma_c}{\sigma_e} \right)} \leq 1.0$$

ここに、 σ_{ca} : 座屈を考慮した許容圧縮応力度、

柱の細長比は $l/r = 190 / 1.64 = 116$ であるから、

$$\text{STK-400 に対し } \sigma_{ca} = \frac{120000}{6700 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} = 5.95 \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

$$\text{STK-500 に対し } \sigma_{ca} = \frac{120000}{4000 + \left(\frac{l}{r} \right)^2} = 6.87 \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

σ_{ba} : 許容曲げ応力度、

$$\text{STK-400 に対し、} \quad \sigma_{ba} = 15.7 \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

$$\text{STK-500 に対し、} \quad \sigma_{ba} = 23.75 \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

σ_e : オイラー座屈応力、

$$\sigma_e = \frac{120000}{\left(\frac{l}{r} \right)^2} = \frac{120000}{116^2} = 8.92 \quad \left(\frac{kN}{cm^2} \right)$$

以上の諸数値を評価式に代入し、許容荷重 W を求めると、

STK-400 では、 $W \leq 22.7 \text{ kN}$ (2.3 tonf)、

STK-500 では、 $W \leq 30.7 \text{ kN}$ (3.1 tonf) となる。

算出した許容荷重 W は 3 段積を前提として、2 段目および 3 段目の総重量であり、また W にはパレット重量も含まれていることを考慮すると、各段に載荷できる重量としては、下記の値とし 3 段積までとしておくのが妥当である。1 段目の重量は外力として作用せず構造安定に有効である。

STK-400 では、 10 kN (1.0 tonf)

STK-500 では、 13 kN (1.3 tonf)

3 . パレットの効用

クロスサポーターは、クロスしているはり部に直接荷重をかけず、木製パレットを介して柱に荷重をかけるように設計されています。

木製パレットは、保管物品の床として、その重量をパイプに伝えるだけでなく、クロスサポーター構造形状を保持する役割を担うことによって構造体の一部を形成していますので、これらの機能を発揮できるようクロスサポーター本体と同様、パレットの保守点検もよろしくお願い申し上げます。