

強度と許容荷重

部材別の各強度は労働省規格または仮設工業会認定基準で定められていますが、足場の使用上の積載荷重は安衛則第571条により規定されています。許容荷重限度内で使用することをまず第一に厳守して下さい。

単管本足場については、1スパン当りの積載荷重は400kgを限度とし、連続スパンに渡って積載しないで下さい。また、足場の自重に積載荷重を加算した建地1本当りに作用する荷重の限度は、高さ31m以下の通常の本足場の場合700kgとして下さい。したがって足場の高さがそれ以上高くなると、足場の自重が増加し、建地1本当りに作用する荷重700kgを越えてしまうため、建地を2本組にするなど建地を補強し建地の許容支持力を高める必要があります。そのため、安衛則第571条に建地の補強について規定されています。

建地の支持力

一般に、単管足場の建地の座屈長は、壁つなぎの取付け間隔、各建地の荷重の分担状況によって相違します。

- (1) 壁つなぎを3スパン3層ごとに設けます。
- (2) 積載荷重の負担は一部の建地のみとし、他の建地は自重のみを負担するものとするれば、建地の座屈長 lk は次式より求められます。

$$lk = 1.4h + 0.75l$$

ただし、 h は1層の層高とし、 l は1スパンのスパン長とします。

したがって、たとえば、 $h = 1.6\text{m}$ 、 $l = 1.8\text{m}$ とすると $lk = 3.59\text{m}$ となり

$$\text{建地の許容座屈荷重 (許容支持力)} = \frac{91.4}{lk^2} \approx 7.09\text{kN} \text{ が求められます。}$$

なお、各建地の荷重の分担状況を、(2)に代わり

- (2) 各建地がすべて、自重と積載荷重を負担するもの

とすれば、建地の座屈長 $lk = 3h$ となり、さらに $h = 1.6\text{m}$ とすれば $lk = 4.8\text{m}$ となり、前記の場合に比べて建地の許容支持力は60%以下に低下します。したがって、積載荷重を全スパン一斉、かつ2層にわたって載荷するような、きびしい積載は慎まなければなりません。これが、わく組足場に比較して、単管足場が能力において若干の遜色がみられる点です。

荷 重

単管本足場に作用する荷重は、鉛直方向の荷重として足場の自重と積載荷重、水平方向の荷重として風荷重または鉛直方向の荷重(自重+積載荷重)の5%の値に匹敵する水平荷重(足場の座屈に対する安定性検討のための荷重)とします。

なお、壁つなぎ、筋かい、水平構などの検討においては、上記水平方向の荷重のうちいずれか大きな方の荷重を採るものとします。

足場の自重

単管足場の構成寸法を次のように定めます。

- (1) 層 高 $h = 1.65\text{m}$
- (2) 建地間隔 布方向 $l = 1.8\text{m}$ 、腕木方向 $b = 1.2\text{m}$
- (3) ネットフレームを外側面全面に取り付けます。
- (4) 朝顔(養生だな)を6層ごとに取り付けます。
- (5) 足場板を1層おきに、巾が合計90cm(30cmの巾の板を3枚)になるよう敷き並べます。

このような構成の単管足場の、建地1本に作用する高さ1層当たりの自重は次のようになります。

なお、下の計算において、足場板、ネットフレーム、朝顔の重量を、前踏み、後踏み、2本建地に配分したのは、これらの建地が終局的には互いに協力して座屈に抵抗するからです。



強度と許容荷重

建地 (1.65 m) ……………	4.5kg	足場板 (1.8 m × 30cm × 2.5cm × 3枚 × $\frac{1}{2}$ 本 × $\frac{1}{2}$ 層) ……	6.1kg
腕木 (1.5 m × 2 本 × $\frac{1}{2}$ 本) ……………	4.1kg	ネットフレーム (3.8kg × $\frac{1}{2}$ 本) ……………	1.9kg
布 (1.8 m) ……………	4.9kg	朝顔 (木製、63kg × $\frac{1}{2}$ 本 × $\frac{1}{6}$ 層) ……………	5.3kg
大筋かい (1.65 m × $\sqrt{2}$ × $\frac{1}{2}$ 本 × $\frac{1}{9}$ 層) ……	0.3kg	壁つなぎ、ジョイントなど ……………	0.4kg
クランプ (4 個) ……………	1.0kg	合 計	28.5kg

風 荷 重

風荷重により足場の強度を検査する場合は、壁つなぎ（控え）および同取付け部、建地および同ジョイント部、筋かい等水平荷重に対して重要と思われる部分について検討を行う必要があります。鋼管足場の風荷重の算定式は次のとおりです。

$$P = \frac{5}{8} V_z^2 CA \text{ [N]}$$

V_z 地上高さ Z [m] での風速 [m/s]

C : 風力係数

A : 作用面積(足場構面の面積) [m²]

V_z は $V_z = V_0 \cdot K_e \cdot S \cdot E_B$ で表され、各地域における基準風速 V_0 *、地上からの高さによる風速の補正值 S 、近接高層建築物による影響係数 E_B をそれぞれの条件に応じて代入することにより求められます。

*台風時割増係数 K_e

積 載 荷 重

本足場というものは元来、工事用資材の置き場にするに足るスペースと、その荷重を安全に支える能力を有するものでなければなりません。

作業床の幅を80cm以上とし、これに250~300kg/m²の荷重を考えますと、単管本足場の積載荷重はスパンを1.8mとして、1スパン当たり400kgの積載荷重を考慮する必要があります。

なお、この荷重は全スパンの2層に同時に積載できれば理想ですが、単管足場の建地の積載能力からみてこれは無理で、層数は2層同時でよいが、スパン方向には、2スパンを置いて2スパンというように間けつ的に載せることが必要です。

さて、鋼管の許容座屈荷重表において、 $h=1.65$ m、 $l=1.8$ mより、 $lk=3.66$ mを代入すれば

$$\text{建地 1 本の許容支持力} = \frac{91.4}{lk^2} = 6.82 \text{ [kN]}$$

となり、これに対し

$$10 \text{層 (16.5 m) の足場の自重} = 285 \text{ [kg]} = 2.79 \text{ [kN]}$$

ですから、積載荷重は、連続スパンに渡って載せていなければ、同時に2層積載は十分可能ということになります。

強度と許容荷重

壁つなぎ

単管足場の倒壊事故のほとんどは壁つなぎの不備による全体座屈であり、わく組足場と比べてもはり間方向に座屈を生じやすいからです。

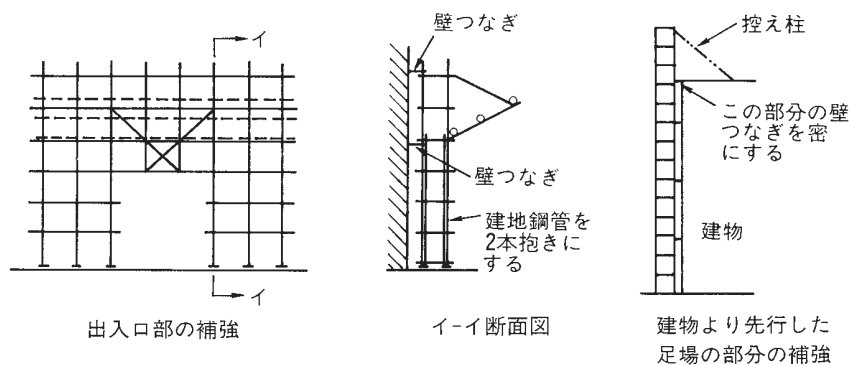
安衛則では、壁つなぎの取付け間隔を垂直方向5.0m、水平方向5.5m以下とすることで座屈防止を規定しています。しかしながらこの規定は一応の最低基準であって、足場に飛来防止用のシートなどを張る場合には、風荷重に対処するため、さらに密に設けなければならないこともあるので注意を要します。

- (1) 壁つなぎ間隔は、労働安全衛生規則第570条第1項5号より表に掲げる値以下とします。

壁つなぎ間隔

足場の種類	垂直方向	水平方向
単管足場	5.0m	5.5m

- (2) 壁つなぎは、許容引張力（圧縮力）が4.41kN（450kg）以上の強度を有するもの（仮設工業会で認定されているものは、1000kgの引張り、圧縮強度試験に合格している）を使用します。
- (3) 壁つなぎに鋼管などを用いる場合、クランプなどで緊結する構造とします。
- (4) 壁つなぎは、足場に対してできるだけ直角に設けます。
- (5) 壁つなぎを引張材と圧縮材とに分けて用いる時は、両部材をなるべく近づけて下さい（1m以内にする。）
- (6) 壁つなぎはなるべく建地と布の交さ部、またはそれに近いところに設けます。
- (7) 防護だな、荷物用タワーなど特に荷重のかかる時は、その部分の壁つなぎを密に設けます。



- (8) 足場が建物より高く組み上げられているとき、強風などで合板などが引掛かり風圧を受けるときなどを考慮して最上層部の壁つなぎは密に入れます。
- (9) 型わくの取外しに際しては、壁つなぎを1箇所ずつ順次取り外し、取付けを行い、またこの盛替え時には必要以上の荷重がかからぬように注意します。

壁つなぎは、原則として垂直方向2層、水平方向2スパンごとに設置しますが、台風、強風のとき、シートが足場に張ってあるとシートが受ける風圧はかなり大きくなり、風荷重が加わり許容耐力をこすおそれがありますので、足場シートをかける際には、あらかじめ、計画に当たり風荷重を計算に入れておかなければなりません。また、仮に強力な壁つなぎ用金具を使用する場合であっても、むやみに壁つなぎ負担面積を倍にしたり、本数を半分に減らすことはできません。



強度と許容荷重

鋼管の性能

鋼管の機械的性質

種類	引張試験			曲げ試験		へん平試験
	引張強さ kN/mm ² (kg/mm ²)	降伏点 kN/mm ² (kg/mm ²)	伸び %	曲げ角度 度	内側半径 (Dは管の外径)	平板間の距離 (Dは管の外径)
STK-500	0.50(51)以上	0.35(36)以上	15以上	90	8 D	7 / 8 D

鋼管の許容荷重

管の種類	許容耐力	引張り kN(kg)	曲げ kN-cm(kg-cm)	せん断 kN(kg)
φ 48.6 × 2.4t, 3種		75.1 (7660)	82.7 (8430)	61.5 (6270)

鋼管の許容座屈荷重

管の種類	座屈長 ℓ_k (m)	許容座屈荷重 (kN)
φ 48.6 × 2.4t, 3種	$\ell_k < 1.4$	75.1 - 14.5 ℓ_k^2
	$\ell_k \geq 1.4$	91.4 / ℓ_k^2

クランプの性能

クランプの性能について、労働省規格において表の左側に示すように定められています。また、許容荷重について、同表の左欄に示す変化量の10mmにおける荷重に対し2以上、しかも破壊に対して3以上の安全率とすると同表右欄のとおりとなります。

種類	締付トルク	荷重	変化量	締付トルク	引張強度	許容荷重
直交型 クランプ	3.43kN·cm (350kg·cm)	0 ~ 9.80 kN (0 ~ 1000 kg)	10mm 以下	4.41kN·cm (450kg·cm)	14.7kN (1500kg) 以上	4.9kN (500kg)
自在型 クランプ	4.41kN·cm (450kg·cm)	0.49 ~ 7.35 kN (50 ~ 750 kg)			9.80kN (1000kg) 以上	3.43kN (350kg)

なお、φ 48.6の鋼管とφ 42.7の鋼管を結合する異径式のクランプ（異径クランプまたは兼用クランプと称している）も性能は直交型または自在型によりそれぞれ表と同じです。

単管ジョイントの性能

部材中にある継手は、部材自身の強度以下にならないようにすることが理想ですが、組立・解体を繰り返す仮設材にあつては、作業の迅速容易性を必要とする関係から、理想から多少はずれるのはやむをえません。単管ジョイントの場合も、部材自身の強度よりジョイントの強度が下回っています。その下回る度合を「効率」とし、ジョイントの許容荷重とともに、これを下表に示します。

単管ジョイントの許容荷重および効率

種類	許容荷重	効率(%)
引張り	12.2kN(1.25t)	16
$l=1.8m$ に対する座屈	20.5kN(2.10t)	73
曲げモーメント	66.1kN·cm(6.75t·cm)	80