

株式会社 安震 御中

安震アジャスター「安震 V3 φ 85」

L字ラックの耐震性検討【Fタイプ】

2017.6.26

(株)中日設計事務所 代表取締役

1級建築士 鈴木潤

■前提条件

□想定地震加速度：公的な建築設備耐震設計基準にて用いられる 980gal のみを採用。

□地震加速度の低減率：公的試験値より、安震パッドの低減率は 0.178 と推測される。この書面中では安全率も鑑み低減率 0.2 を採用することとする。

□仮定：計算対象の機器および載荷は一体の剛体であるとして計算することとする。

■対象物の形状・重量

重量：310kg（ラック 50kg＋載荷 65kg×4 段）

外形：脚幅縦 2m、脚幅横 0.5m、高さ 2.05m（脚高 0.05m＋ラック高 2m、中間棚ピッチ 0.5m×4 段）

■対象物が真上方向に飛び上がろうとする際の抵抗力の検討

設計用地震力の算定

F_v ：設計用鉛直地震力(N)

W ：対象物の重量(N)

Z ：地震地域係数（市域においては 1.0）

ϕ ：地震荷重割増係数（1.0～1.25 今回は 1.0 と仮定）

K_s ：設計用標準水平震度（地階・1 階 0.6＝今回の仮定、中間階 1.0、最上階 1.5）

より、 $F_v \approx 912\text{N} = 0.912\text{kN} < 2.3\text{kN}$

よって、「安震 V3 φ 85」1 点のみの鉛直方向耐力（試験値 2.3kN）でも「安震 V3 φ 85」は剥離せず、対象物は転倒しない。

■剛体単体としての転倒条件（安震アジャスターもアンカーボルトも設置しない場合）

設計用水平地震力の算定

記号 F_u : 設計用水平地震力(N)

W : 対象物の重量(N) ※ $1\text{kgf}=9.80665\text{N}$

Z : 地震地域係数（市域においては 1.0）

ϕ : 地震荷重割増係数（1.0~1.25 今回は 1.0 と仮定）

K_s : 設計用標準水平震度（地階・1階 0.6=今回の仮定、中間階 1.0、最上階 1.5）

⇒今回の $F_u \doteq 1,824\text{N} = 1.824\text{kN}$

※静止摩擦係数は十分に大きいと仮定し算出。

記号 F_u : 設計用水平地震力(N)=上記より 1,824N

m : 対象物の質量(kg)=上記より 310kg

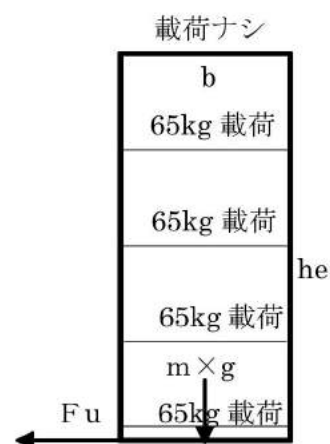
h_e : 対象物の脚を含む高さ(m)=上記より 2.05m

h_c : 重心の高さ=0.84m

b : 対象物短辺側の脚幅(m)=上記より 0.5m

g : 重力加速度（980gal の定数=9.80665m/s²）

⇒ $1.824\text{kN} > 0.905\text{kN}$ より転倒し得る形状である。



■以上より、転倒しようとする対象物に対する M12 アンカーボルトの剥離耐力の限界を検討

記号 F_u : 設計用水平地震力(N)=1.824kN

C : 地震加速度低減率=1.0

h_e : 機器の高さ(m)=上記より 2.05m

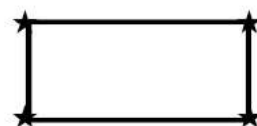
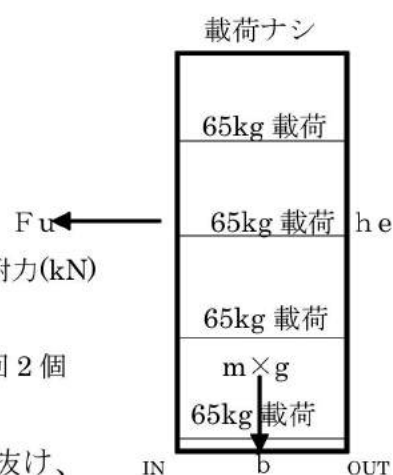
b : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.5m

T_y : OUT 側設置 M12 アンカーボルトの鉛直方向耐力(kN)
=試験値 3.05kN(=311kgf)

N_o : OUT 側 M12 アンカーボルトの取付個数=今回 2 個

h_c : 重心の高さ=0.84m

⇒ $1.824\text{kN} > 1.815\text{kN}$ より M12 アンカーボルトが抜け、対象物は転倒する。

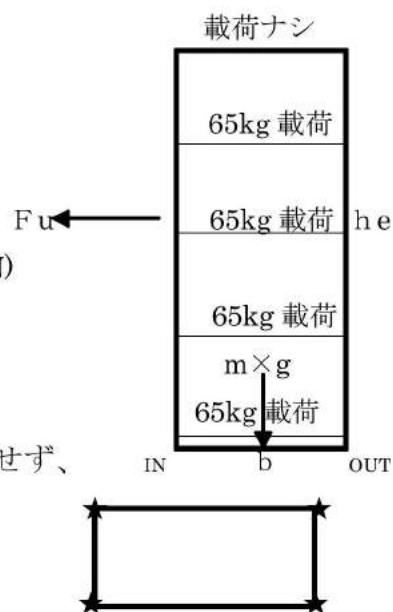


★=M12 アンカーボルト取付位置
(機器架台底面図)

■同様のケースでの、転倒しようとする対象物に対する安震アジャスター「安震 V3 φ 85」の剥離耐力を検討

記号 F_u : 設計用水平地震力(N)=1.824kN
 C : 地震加速度低減率=上記より 0.2
 h_e : 機器の高さ(m)=上記より 2.05m
 b : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.5m
 T_y : OUT 側設置「安震 V3 φ 85」の鉛直方向耐力(kN)
 =試験値 2.3kN(=234.6kgf)
 N_o : OUT 側「安震 V3 φ 85」の取付個数=今回 2 個
 h_c : 重心の高さ=0.84m

⇒1.824kN < 6.845kN より「安震 V3 φ 85」は剥離せず、
 対象物は転倒しない。

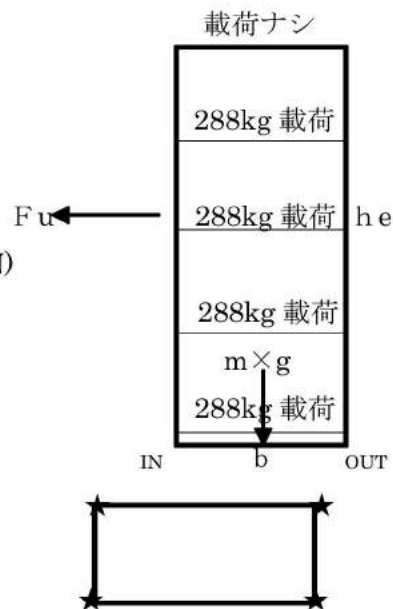


★=安震アジャスター取付位置
 (機器架台底面図)

■次に、転倒しようとする対象物に対する安震アジャスター「安震 V3 φ 85」の剥離耐力の限界を検討⇒各棚の载荷を 288kg に設定

記号 F_u : 設計用水平地震力(N)=7.073kN
 C : 地震加速度低減率=上記より 0.2
 h_e : 機器の高さ(m)=上記より 2.05m
 b : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.5m
 T_y : OUT 側設置「安震 V3 φ 85」の鉛直方向耐力(kN)
 =試験値 2.3kN(=234.6kgf)
 N_o : OUT 側「安震 V3 φ 85」の取付個数=今回 2 個
 h_c : 重心の高さ=0.81m

⇒7.073kN < 7.099kN より「安震 V3 φ 85」は
 ギリギリ剥離せず、対象物は転倒しない。



★=安震アジャスター取付位置
 (機器架台底面図)

■考察

以上の計算の結果、安震アジャスター「安震 V3φ85」の安全性、M12 アンカーボルトに対する優位性を確認することができた。ちなみに今回は各棚に均一に載荷する前提での計算であったが、ラックへの載荷状況（＝重心位置）により安震アジャスターの必要設置箇所数は変化するものであり、その最適解も同様の計算によって求めることができる。

また、あいち産業科学技術総合センターにおける引張試験では、

- ・ M12 アンカーボルト 3.05kN
- ・ 安震アジャスター「安震 V3φ85」 2.3kN

と、単品としての引張耐力は M12 アンカーボルトが勝っているのだが、ここに安震パッドによる地震加速度の低減効果が掛けられることにより、この優劣は完全に逆転する。

加えて、アンカーボルトとの施工上の比較においては、

- 1) コンクリート床スラブの厚さによってはアンカーボルトが打てない。打っても短いものしか無理となり十分な性能が発揮できない。
- 2) アンカーボルトは真っ直ぐ打込めない場合にハンマーで向きを整えるが、その際スラブ表層においてアンカーとスラブが剥離するためその分の打込み長さ（20mm 程度とされる）が失われてしまう。
- 3) 短い距離でのアンカーボルトの打ち直しは周囲のコンクリートの強度低下が過剰となり危険。
- 4) アンカーボルト打ち直しの穿孔の度に粉塵が発生する。
- 5) アンカーボルト設置には電動工具やそれを扱う技量が必要なため、その技量を備えた人員を用意する必要がある。
- 6) アンカーボルト打込みにあたっては正確な位置の算出、その正確な位置での穿孔が必要であり、後からの微調整が出来ない。

といったアンカーボルトのデメリットがある中で、この安震アジャスターの設置にあたってはこれらを気にする必要が無いというのは、実際の施工現場の場面においては大きなメリットとなると思われる。

更には、このように容易に設置できることから、生産設備に限らずその他の什器にも気軽に取り付けられるため、地震時の什器の横移動や転倒による場内従業員の怪我や避難経路の封鎖等を避け、従業員の安全な脱出を図ることができる上、災害時の事業継続の可能性が大きく高まる、或いは災害後の事業再開が早まる可能性が大きく高まる、というメリットも挙げることもできるものである。