

## ① 成績書・耐震計算と考察・事例(M8との比較)

あいち産業科学技術総合センターにおいての

**引張試験、衝撃吸収試験**の数値を元に

(株)中日設計事務所 1級建築士 鈴木 潤先生による

**耐震計算と考察・事例**

### 目次

1. あいち産業科学技術総合センター 成績書	・・・P2~3
2. 吸収性 実験メモ	・・・P4
3. 安震アジャスターの引抜強度比較	・・・P5
4. 安震アジャスターの耐震検討にあたっての条件	・・・P6
5. 耐震計算 A(機器架台据付時 重量500kg)	・・・P7~9
6. 耐震計算 B(圧着機)	・・・P10~12
7. 耐震計算 C(部品棚)	・・・P13~15
8. 耐震計算 D(L字ラック)	・・・P16~19
9. 耐震計算 E(機器架台据付時 重量2000kg)	・・・P20~22
10. (株)中日設計事務所・1級建築士 鈴木潤先生 概要	・・・P23
11. 安震アジャスターの耐震検討にあたっての計算費用	・・・P24

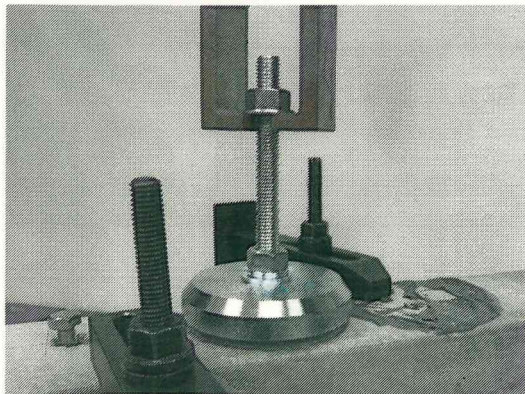
# 成 績 書

依頼者	住所	愛知県岡崎市花崗町3番地		
	氏名 <small>(名称及び代表者氏名)</small>	株式会社安震		
依頼事項		製品荷重試験		
試料	品名	特殊ゴムV3のみ, 市販ゲルのみ, 安震V3ミ, 安震V3φ85, 安震V3φ100, アンカーM8	数量	6
成績	別紙のとおり			
受付施設		産業技術センター		
<p>試料の成績は上記のとおりです。</p> <p>平成 29年 5 月 15 日</p> <p>あいち産業科学技術総合センター所長 加藤 和美</p>				

(注) 試料品名は依頼者の申し出のとおり記載しています。

## 1. 試験方法

下図のとおりボルトを垂直方向に引張り、最大荷重を求めた。  
 なお、試験体の作製は依頼者による。荷重速度：10mm/min



試料：右記以外



試料：アンカーM8

## 2. 試験結果

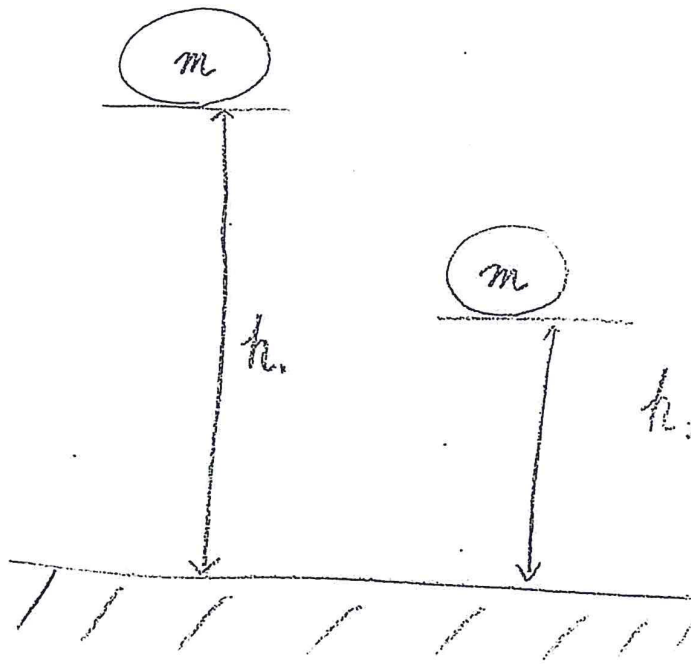
試料	最大荷重(kN) 平均値	試料数
特殊ゴムV3のみ	0.07	2
市販ゲルのみ	0.04	2
安震V3 ミニ	1.5	2
安震V3 φ85	2.3	2
安震V3 φ100	3.8	2
アンカーM8	0.57	3

(以下余白)

落下前

落下後

理科4X中土 2017.5.8

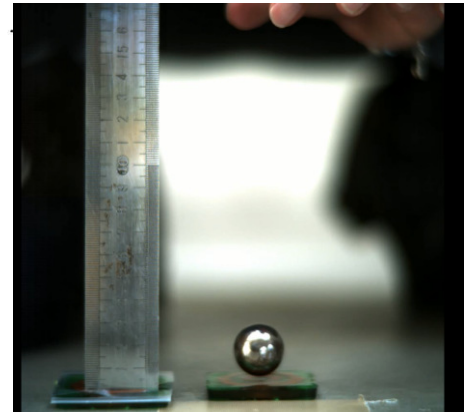


落下前の位置エネルギー

$$mgh_1$$

落下後の位置エネルギー

$$mgh_2$$



無

特殊ゴムV3

高減衰ゴム

$h_1$   
前

$h_2$   
後

$h_1$   
前

$h_2$   
後

$h_1$   
前

$h_2$   
後

144 mm

81 mm

143 mm

12 mm

151 mm

4 mm

145

77

150

15

156

4

151

84

136

15

157

3

$$\left(1 - \frac{mgh_2}{mgh_1}\right) \times 100$$

55%

平均値 45%

90%

98%



# 安震アジャスターの 引抜強度比較

## 2. 試験結果

試料	最大荷重 (kN) 平均値	試料数
特殊ゴム V3 のみ	0.07	2
市販ゲルのみ	0.04	2
安震 V3 ミニ	1.5	2
安震 V3 φ85	2.3	2
安震 V3 φ100	3.8	2
アンカー M8	0.57	2

(以下余白)

(H29.5.8あいち産業科学技術総合センター産業技術センター実験値による)

4倍

3ページの「あいち産業科学技術総合センター」様での荷重実験により、

安震アジャスター「安震V3 治具 φ85」は、アンカーボルトM8の**4倍**の引抜強度があることが分かります。また、

**安震V3を入れることによって、地震の揺れが1/5に低減されます。**

※

※ 1/5 = アンカーボルトに対し、5倍の吸収性

**【引抜強度】4倍 × 【吸収性】5倍 = 20倍**

安震V3の免震効果を加味すると、

なんと!! アンカーボルトM8の**20倍相当**

# 安震アジャスターの 耐震検討にあたっての条件

2017.5.30

(株)中日設計事務所 代表取締役

1級建築士 鈴木潤

- ①耐震性検討対象物の形状および重量を前提条件として提示していただきます。
- ②耐震性検討対象物の重心位置を前提条件として提示していただきます。ただし不明の場合は、耐震性検討対象物を構成する各部分の重量を提示いただいた上で、当方にてその位置を推定した上で計算いたします。
- ③荷重超過による安震アジャスター自体の破断は計算しません。
- ④耐震性検討対象物の「しなり」による振幅の増幅が予見される場合であっても、その「振幅の増幅」は考慮しません。
- ⑤安震アジャスターの回転剥離耐力は、あいち産業科学技術総合センターの試験値を準用することとします。※1
- ⑥安震アジャスターの鉛直方向剥離耐力は、あいち産業科学技術総合センターの試験値を準用することとします。※1
- ⑦安震アジャスターの衝撃吸収値は、あいち産業科学技術総合センターの試験値を準用することとします。※1

## ※1 別紙資料参照

- ★あいち産業科学技術総合センター成績書(2枚)
- ★吸収性について(1枚)

重量(500kg)機器架台据付時の耐震性検討【Aタイプ】

2017.5.30

(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：架台の重量は無視、架台と機器と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：500kg

外形：脚幅縦 0.85m、脚幅横 0.75m、脚を含む高さ 1.8m、脚を含む重心高さ 1.3m

■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）

$\phi$ ：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、 $F_v = 588.4N = 0.5884kN < 2.3kN$

よって、「安震 V3φ85」1点のみの鉛直方向耐力（試験値 2.3kN）でも「安震 V3φ85」は剥離せず、対象物は転倒しない。



イメージ写真

■剛体単体としての転倒条件（安震アジャスターを設置しない場合）

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) ※1kgf=9.80665N

$Z$ ：地震地域係数（市域においては 1.0）

$\phi$  : 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  $F_u = 2,942\text{N} = 2.942\text{kN}$

※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 2,942N

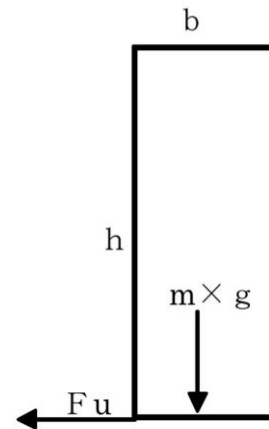
$m$  : 対象物の質量(kg)=上記より 500kg

$h$  : 対象物の脚を含む高さ(m)=上記より 1.8m

$b$  : 対象物短辺側の脚幅(m)=上記より 0.75m

$g$  : 重力加速度 (980gal の定数=9.80665m/s<sup>2</sup>)

⇒2,942kN > 1,022kN 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)=2.942kN

$C$  : 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 1m

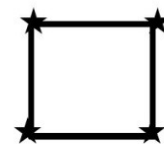
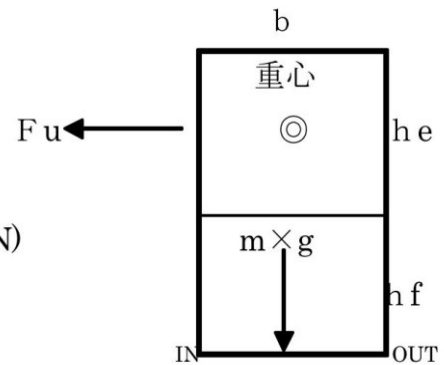
$h_f$  : 架台の高さ(m)=上記より 0.8m

$b$  : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.75m

$T_y$  : 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

⇒2.942 kN < 6.635 kN 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)

■ (参考) アンカーボルト M8 の場合

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 2.942kN

$T_y$  : 試験値より 0.57kN

$h$ 、 $b$ 、 $N_o$  : 上記と同一

⇒2.942kNm > 0.329kN よりアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。



## ■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、M8 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。

また、アンカーボルトとの比較においては、

- 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。打て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ができるものである。

2017.5.30

(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：1000kg

外形：脚幅縦 1m、脚幅横 0.3m、高さ 1.04m、脚の高さ 0.06m、脚を含む重心高さ 0.58m

### ■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）

$\phi$ ：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、 $F_v = 1,176.8N = 1.1768kN < 2.3 kN$

よって、「安震 V3 φ85」1点のみの鉛直方向耐力（試験値 2.3kN）でも「安震 V3 φ85」は剥離せず、対象物は転倒しない。



イメージ写真

### ■剛体単体としての転倒条件（安震アジャスターを設置しない場合）

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) ※1kgf=9.80665N

$Z$ ：地震地域係数（市域においては 1.0）

$\phi$  : 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  $F_u = 5,884\text{N} = 5.884\text{kN}$

※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 5.884kN

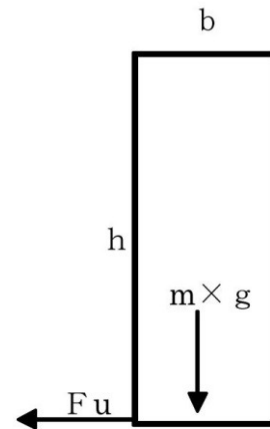
$m$  : 対象物の質量(kg)=上記より 1000kg

$h$  : 対象物の脚を含む高さ(m)=上記より 1.1m

$b$  : 対象物短辺側の脚幅(m)=上記より 0.3m

$g$  : 重力加速度 (980gal の定数=9.80665m/s<sup>2</sup>)

⇒5.884kN > 1.337kN 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)=5.884kN

$C$  : 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 1.04m

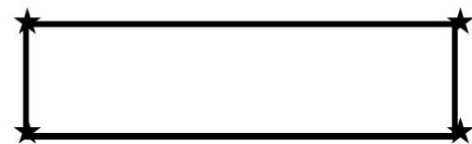
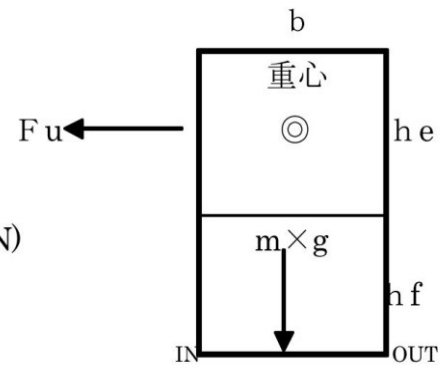
$h_f$  : 架台の高さ(m)=上記より 0.06m

$b$  : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.3m

$T_y$  : OUT 側設置「安震 V3 φ 85」の鉛直方向耐力(kN)  
=試験値 2.3kN(=234.6kgf)

$No$  : OUT 側「安震 V3 φ 85」の取付個数=今回 2 個

⇒5.884kN < 5.948 kN 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)

■ (参考) アンカーボルト M8 の場合

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 5.884kN

$T_y$  : 試験値より 0.57kN

$h$ 、 $b$ 、 $No$  : 上記と同一

⇒5.884kN > 0.295kN より、計算上は簡単にアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

## ■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、M8 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。

また、アンカーボルトとの比較においては、

- 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。打て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ができるものである。



株式会社 安震 御中

安震アジャスター「安震 V3 φ 85」

重量(1000kg/m)

部品棚の耐震性検討【Cタイプ】

2017.5.30

(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：1000kg

外形：脚幅縦 1m、脚幅横 0.6m、高さ 2m、重心高さ 1.1m

### ■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）

$\phi$ ：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、 $F_v = 1,176.8N = 1.1768kN < 2.3kN$

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（安震アジャスターを設置しない場合）

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) ※1kgf=9.80665N

$Z$ ：地震地域係数（市域においては 1.0）



イメージ写真

$\phi$  : 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  $F_u = 5,884\text{N} = 5.884\text{kN}$

※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 5,884N

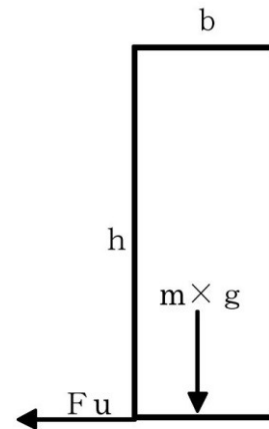
$m$  : 対象物の質量(kg)=上記より 1000kg

$h$  : 対象物の脚を含む高さ(m)=上記より 2m

$b$  : 対象物短辺側の脚幅(m)=上記より 0.6m

$g$  : 重力加速度 (980gal の定数=9.80665m/s<sup>2</sup>)

⇒5.884kN > 1.471kN 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安震アジャスター「安震 V3  $\phi$  85」の剥離耐力を検討

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=5.884kN

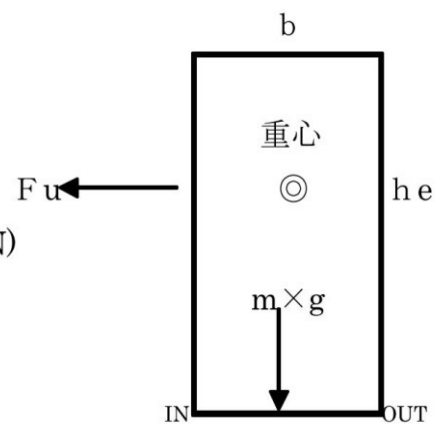
$C$  : 地震加速度低減率=上記より 0.2

$h_e$  : 機器の重心の高さ(m)=上記より 1.1m

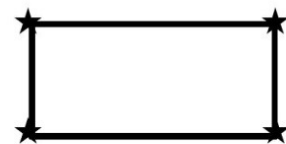
$b$  : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.6m

$T_y$  : OUT 側設置「安震 V3  $\phi$  85」の鉛直方向耐力(kN)  
=試験値 2.3kN(=234.6kgf)

$No$  : OUT 側「安震 V3  $\phi$  85」の取付個数=今回 2 個



⇒5.884kN < 6.273 kN より「安震 V3  $\phi$  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)

■ (参考) アンカーボルト M8 の場合

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 5.884kN

$T_y$  : 試験値より 0.57kN

$h$ 、 $b$ 、 $No$  : 上記と同一

⇒5.884kN > 0.311kN より、計算上は簡単にアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

## ■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、M8 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。

また、アンカーボルトとの比較においては、

- 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。打て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ができるものである。

重量(650kg/m)L字ラックの耐震性検討【Dタイプ】

2017.5.30

(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载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：650kg（ラック 50kg+载荷 600kg）

外形：脚幅縦 2m、脚幅横 0.5m、高さ 2.05m（脚高 0.05m+ラック高 2m）

■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）

$\phi$ ：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、 $F_v \doteq 1,912N = 1.912kN < 2.3kN$

よって、「安震 V3 φ85」1点のみの鉛直方向耐力（試験値 2.3kN）でも「安震 V3 φ85」は剥離せず、対象物は転倒しない。



イメージ写真

■剛体単体としての転倒条件（安震アジャスターを設置しない場合）

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) ※1kgf=9.80665N

$Z$ ：地震地域係数（市域においては 1.0）

$\phi$ ：地震荷重割増係数（1.0~1.25 今回は 1.0 と仮定）

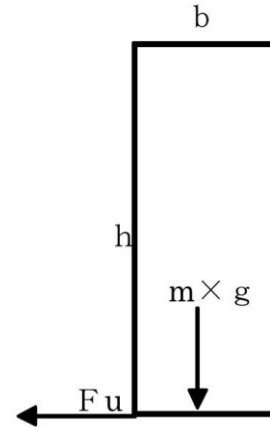


$K_s$  : 設計用標準水平震度 (地階・1階 0.6=今回の仮定、中間階 1.0、最上階 1.5)  
 $\Rightarrow$  今回の  $F_u \div 3,825\text{N} = 3.825\text{kN}$

※ 静止摩擦係数は十分に大きいと仮定し、各棚の載荷重も均一と仮定し算出。

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 3,825N  
 $m$  : 対象物の質量(kg)=上記より 650kg  
 $h$  : 対象物の脚を含む高さ(m)=上記より 2.05m  
 $b$  : 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/s<sup>2</sup>)

$\Rightarrow 3.825\text{kN} > 0.777\text{kN}$  より転倒し得る形状である。

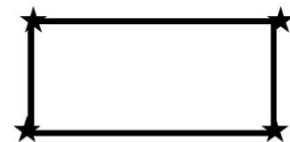
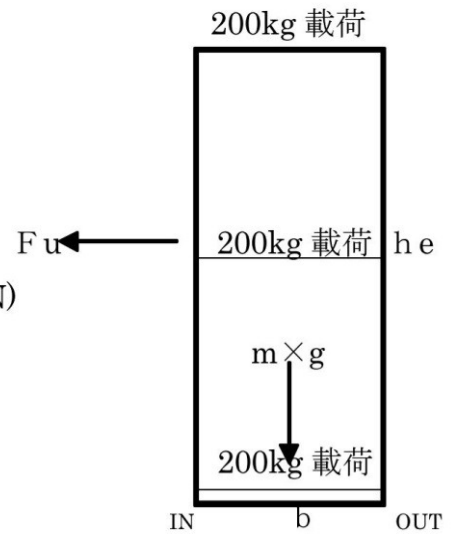


■ 以上より、転倒しようとする対象物に対する安震アジャスター「安震 V3 φ 85」の剥離耐力を検討

【ケース A】

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=3.825kN  
 $C$  : 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=1.048m

$\Rightarrow 3.825\text{kN} < 5.487\text{kN}$  より「安震 V3 φ 85」は剥離せず、  
 対象物は転倒しない。

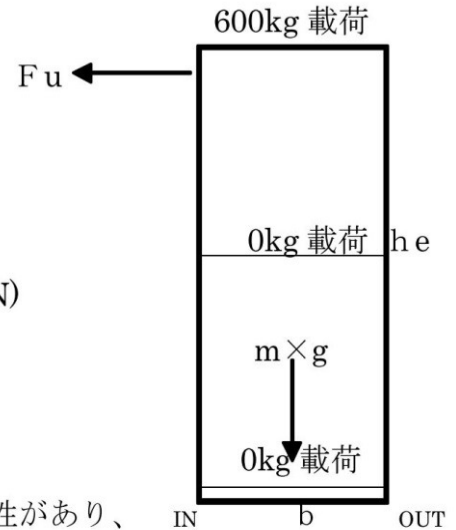


★ = 安震アジャスター取付位置  
 (機器架台底面図)

【ケースB】

- 記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=3.825kN  
 $C$  : 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=1.971m

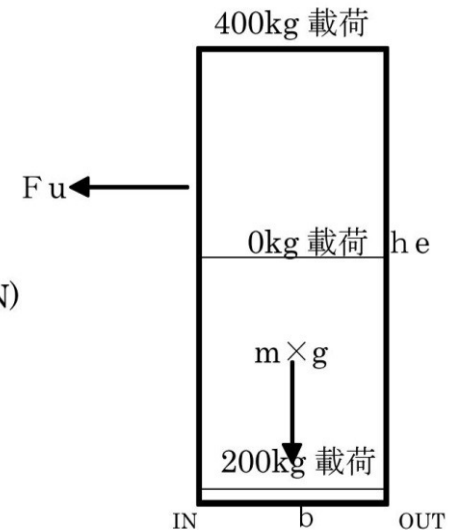
⇒3.825kN > 2.917kN より「安震 V3 φ 85」は剥離する可能性があり、  
 対象物は転倒し得る。



【ケースC】

- 記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=3.825kN  
 $C$  : 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=1.356m

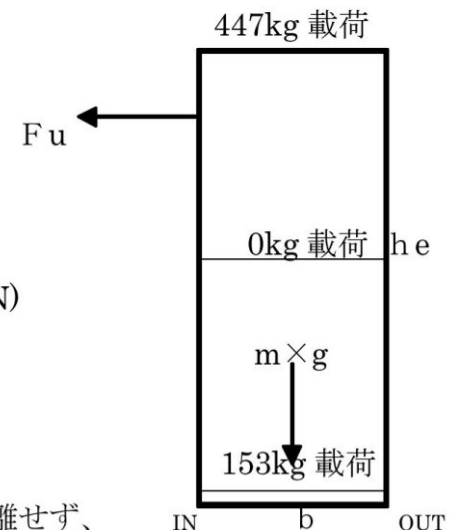
⇒3.825kN < 4.24kN より「安震 V3 φ 85」は剥離せず、  
 対象物は転倒しない。



【ケースD】

- 記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=3.825kN  
 $C$  : 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=1.663m

⇒3.825kN < 3.827kN 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。



## ■（参考）アンカーボルト M8 の場合

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 3.825kN

$T_y$  : 試験値より 0.57kN

$h$ 、 $b$ 、 $N_o$  : 上記と同一

⇒【ケースA】  $3.825\text{kN} > 0.272\text{kN}$  よりアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

【ケースB】  $3.825\text{kN} > 0.145\text{kN}$  よりアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

【ケースC】  $3.825\text{kN} > 0.21\text{kN}$  よりアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

【ケースD】  $3.825\text{kN} > 0.171\text{kN}$  よりアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

## ■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、M8 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。併せて、ラックへの载荷状況（=重心位置）により安震アジャスターの必要設置箇所数が増減することを示し、同時に、その最適解を求める手法も得ることができた。

また、アンカーボルトとの比較においては、

- 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。打て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ができるものである。

総重量 2000kg(200kg/m) 機器架台据付時の耐震性検討 【Eタイプ】

2017.5.30

(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：架台の重量は無視、架台と機器と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

総重量 2000kg の機器。外形は幅 0.8m×長さ 10m×高さ 1m で、同形の高さ 1m の架台（架台脚 1mピッチ）に載っている。架台の重量は無視、架台と機器とは一体の剛体であるとして計算することとする。



イメージ写真

■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）

$\phi$ ：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、 $F_v = 5,883.4N = 5.8834kN < 3 \times 2.3 kN$

よって、「安震 V3 φ85（試験値 2.3kN）」3点以上の鉛直方向耐力で「安震 V3 φ85」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（安震アジャスターを設置しない場合）

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) ※1kgf=9.80665N

$Z$ ：地震地域係数（市域においては 1.0）

$\phi$ ：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  $F_u = 11,768\text{N} = 11.768\text{kN}$

※静止摩擦係数は十分に大きいと仮定し算出。

※両岸に機器質量が掛けられるため、機器質量に影響されない。

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=上記より 11,768N

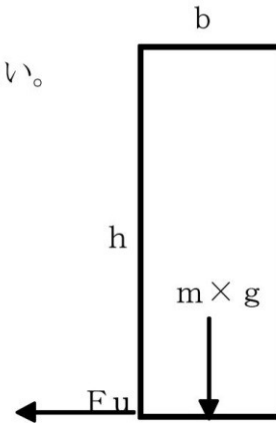
$m$  : 機器の質量(kg)=上記より 2000kg

$h$  : 機器の高さ(m)=上記より 2m

$b$  : 機器の奥行(m)=上記より 0.8m

$g$  : 重力加速度 (980gal の定数=9.80665m/s<sup>2</sup>)

⇒11.768kN > 3.923kN より転倒し得る形状である。



■以上より、転倒しようとする架台付機器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

【ケースA】

記号  $F_u$  : 設計用水平地震力(N)=11.768kN

$C$  : 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 1m

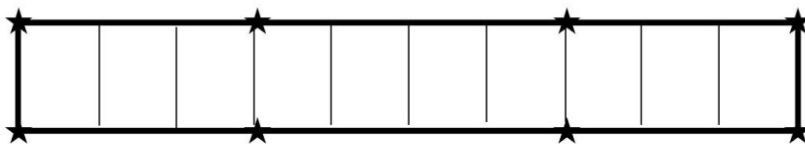
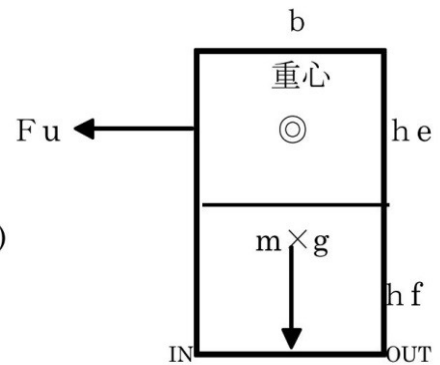
$h_f$  : 架台の高さ(m)=上記より 1m

$b$  : 短辺側の脚幅(m)=上記より 0.8m

$T_y$  : OUT 側設置「安震 V3 φ 85」の鉛直方向耐力(kN)  
=試験値 2.3kN(=234.6kgf)

$No$  : OUT 側「安震 V3 φ 85」の取付個数=今回 4 個

⇒11.768kN < 12.267kN より「安震 V3 φ 85」は剥離せず、対象物は転倒しない。

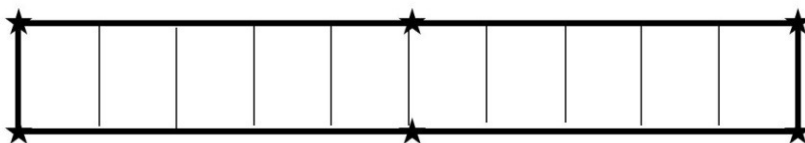


★=安震アジャスター取付位置  
(機器架台底面図)

【ケースB】

$No$  : OUT 側「安震 V3 φ 85」の取付個数=今回 3 個

⇒11.768kN > 9.2kN より剥離する可能性があり、対象物は転倒し得る。



★=安震アジャスター取付位置  
(機器架台底面図)



■ (参考) アンカーボルト M8 (OUT 側 11 本/1m 毎) の場合

記号  $F_u$ : 設計用水平地震力(N)=上記より 11.768kN

$T_y$ : 試験値より 0.57kN

$h$ 、 $b$ 、 $N_o$ : 上記と同一

⇒11.768kN>1.672kN より、計算上は簡単にアンカーボルト M8 が抜け対象物は転倒する。

■ 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、M8 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。併せて、安震アジャスターの設置箇所が幾通りも想定される場合における、その最適解を求める手法も得ることができた。

また、アンカーボルトとの比較においては、

- 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。打て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ができるものである。

株式会社中日設計事務所

所在地：〒444-0066 愛知県岡崎市広幡町 3-5

連絡先：TEL0564-21-2132 FAX0564-21-2003

創業：昭和 39 年 5 月

資本金：2,500 万円

特定建設業許可：愛知県知事許可（特）第 10412 号

設計事務所登録：1 級建築士事務所 愛知県知事登録（い）第 3463 号

保有資格：1 級建築士 3 名、2 級建築士 1 名

設計事例：岡崎市立城北中学校 体育館 他

代表者：代表取締役 鈴木潤

S43 年 愛知県岡崎市生まれ

H4 年 名古屋大学工学部建築学科卒

H4～6 年 住宅都市整備公団（現 独立行政法人都市再生機構）勤務

H7 年～ 株式会社中日設計事務所 勤務

H8 年～ 1 級建築士 国土交通大臣登録 第 261754 号

H11 年～ 愛知県被災建築物応急危険度判定士 登録第 26A-154 号

H11 年～ FP の家 技術指導員 登録 F220-0512 号

H13 年～ 気密測定技能者 登録第 03697-17 号

H17 年～ 株式会社中日設計事務所 代表取締役

H24 年～ 耐震診断・耐震改修技術者 登録第 W12-0240 号

H24 年～ CASBEE 評価員 登録 戸-06258-18 号

H26 年～ 既存住宅現況検査技術者 登録第 01-14-00680 号

H27 年～ 住宅省エネルギー技術者 登録第 015-23-C2-0734 号

H27 年～ CASBEE 不動産評価員 登録 ふ-000582-20 号

H24 年～ 愛知県建築士事務所協会 専門委員

H24 年～ 愛知県建築士事務所協会 岡崎支部幹事

H20 年：社団法人日本青年会議所スペースクリエイター部会 部会長

H23 年：岡崎商工会議所 青年部会長

H24～27 年：高气密高断熱施工工務店全国組織 東海地区会長

H28 年～ 名古屋地方裁判所 民事調停委員

H28 年～ 岡崎簡易裁判所 民事調停委員

# 安震アジャスターの 耐震検討にあたっての計算費用

ご希望がございましたら、株式会社 中日設計事務所様に下記条件等にて、耐震検討にあたっての計算をしていただくことも可能です

## 【安震アジャスターの耐震検討にあたっての計算費用】

対象物1点あたりの計算費用は金50,000円（税別）といたします。  
ただし、P6.「条件」に該当する範囲とします。

## 【初回特典】

初回のみ、上記に基づく対象物1点あたりの計算費用を金10,000円（税別）でお請けいたします。～2017.9.末日まで

## 【その他】

特殊形状の場合等は別途とさせていただきます。

ご希望がございましたら、安震までお問い合わせください

平成 年 月 日

御社名				
御担当者様				
ご連絡先				
対象物の名称	◆高さ	cm	◆横幅	cm
	◆奥行	cm	◆重量	kg
	◆重心の高さ			

安震FAX 0564・45・1378