

家具・什器の地震時転倒診断システムの開発と適用

(その1) 転倒判定チャートの作成

長谷川研究室
01512100 杉田 悠輔

1. はじめに

地震災害で人的被害を軽減するためには、第一に家屋の耐震化、第二に家具・什器の転倒対策とされている。1995年阪神大震災では、人的被害のうち、家具の転倒による犠牲者が17%を占める結果となった(図1参照)¹⁾。そこで、室内での人的被害軽減のため、家具・什器の地震時転倒診断システムの開発を行った。まず、(その1)では誰でも容易に診断可能な「転倒判定チャート」を作成し、(その2)では本チャートを活用して本学施設の現地調査を行い、家具・什器の地震時転倒診断を実施した。

2. 剛体の転倒と滑動

まず、家具は剛体とし、地震による水平力は家具の中心に作用するものと仮定する(図2参照)。このとき、床応答最大加速度 $\alpha = A_{max}$ を受ける家具の重心Gに働く水平力Fは、図2中の(1)式及び(2)式で表すことができる。以下、これらを参考に剛体の転倒条件と滑動条件を示し、両者から転倒判定チャートを作成する。

(1) 転倒条件

「墓石の転倒」と同様、剛体に水平地震力が作用したときの転倒問題を考える。図2に示すo点回りのモーメントの釣合いから、この転倒条件は $F \times h > W \times b$ と書ける。これに(1)式を代入して(2)式を考慮すると、 $B/H < k$ を得る。ここに、 B/H は家具の幅高さ比である。一方、次項(2)から分かるように、床面の摩擦係数を μ とすると、 $B/H < \mu$ も転倒条件に含まれる。結局、転倒条件は $(B/H < k) \cap (B/H < \mu)$ で表され、縦軸に B/H を、横軸に μ をとると、剛体の転倒領域は図3(a)のようになる。

(2) 滑動条件

床上の剛体が床面との静止摩擦係数 μ に打ち勝って滑り出すための条件は、 $F > \mu \times W$ と書ける。こ

こでも図2中の(1)式と(2)式を考慮すると、 $\mu < k$ を得る。また、 $\mu > B/H$ は転倒領域であるから、 $\mu < B/H$ も滑動条件に含まれる。結局、滑動条件は $(\mu < k) \cap (\mu < B/H)$ で表され、図3(b)で滑動領域が与えられる。

(3) 転倒判定チャートの作成

転倒条件と滑動条件を合わせると、「転倒判定チャート」を作成することができる。まず、想定する地震力から相当する水平震度 $k=k_0$ を定めると、「①転倒」、「②滑動」、「③安定」の各領域が設定できる。診断に用いる場合には、現地調査から家具の B/H と床面の μ を測定してチャート上にプロットすれば、誰でも容易に転倒判定が可能となる。

3. 転倒判定チャートの活用方法

転倒判定チャートの活用にあたり、建設棟と本部棟の家具・什器について現地調査を実施した。調査したキャビネットやラック、自販機などについて、その転倒判定結果をチャート上にプロットして図4に示す。ここでは地震力が中地震相当として、水平震度 $k=0.3$ を仮定した場合について示した。これから分かるように、幅高さ比の小さなキャビネットやラックは中地震程度でも転倒の危険性がある。また、キャスター付き家具はロックすることで滑動リスクが大幅に軽減され、自販機はベロの装着によって安定性が高まる。このように、本チャートは転倒対策のシミュレーションツールとしても活用できる。

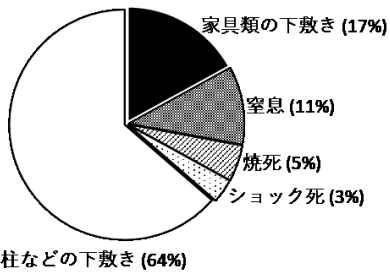
4. まとめ

家具・什器の地震時転倒診断システムの開発を目指して「転倒判定チャート」を作成した。簡単な現地調査により誰でも容易に転倒判定できることから、診断にあたってはかなり有効なツールになる。

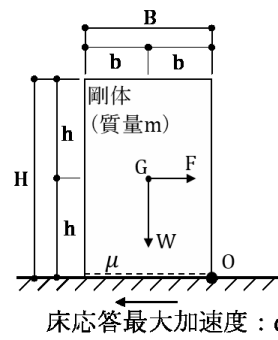
【参考文献】

1) 塩崎賢明ほか：阪神・淡路大震災における人的被害に関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集、1159-1166、1996.9

1995年 阪神大震災の死亡原因
(死者1094人・複数回答)



・1)と室内被害の事例



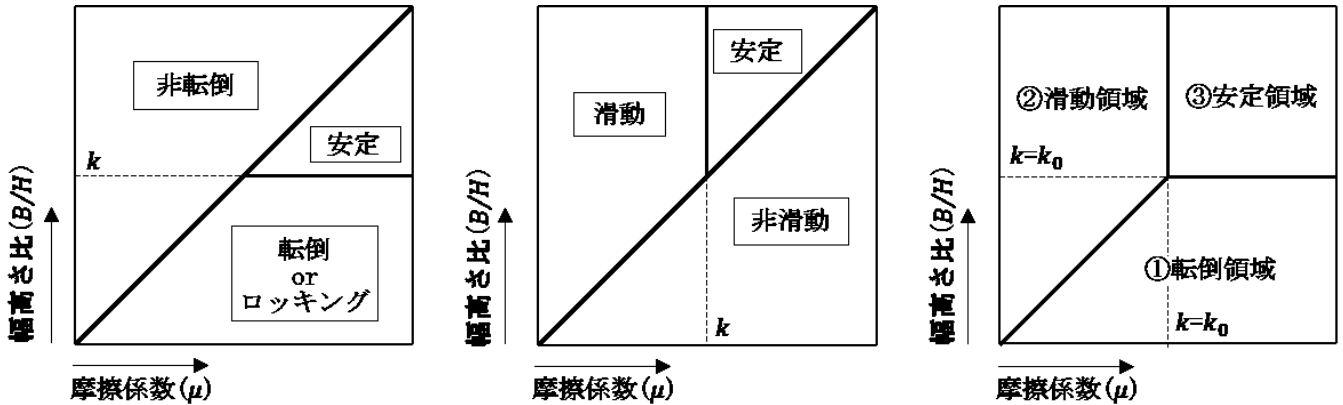
$$F = m\alpha = \frac{W}{g} \cdot \alpha = W \cdot k \quad (1)$$

$$k = \frac{\alpha}{g} = \frac{F}{W} \quad (2)$$

F: 水平地震力
W: 重量(荷重)
k: 水平震度
g: 重力加速度 (=9.8m/s²)
μ: 摩擦係数

床応答最大加速度: $\alpha = A_{max}$

図2 剛体の挙動



(a) 転倒条件
 $B/H < k$
 \cap
 $B/H < \mu$

(b) 滑動条件
 $\mu < k$
 \cap
 $\mu < B/H$

(c) 転倒判定チャート
① $(B/H < k_0) \cap (B/H < \mu)$
② $(\mu < k_0) \cap (\mu < B/H)$
③ $(B/H > k_0) \cap (\mu > k_0)$

図3 転倒判定チャートの作成

建設棟2F レポートボックス



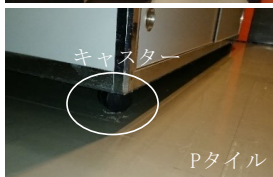
本部棟1F 自動販売機



建設棟2F キャビネット



本部棟1F ショーケース



建設棟1F実習場 ラック

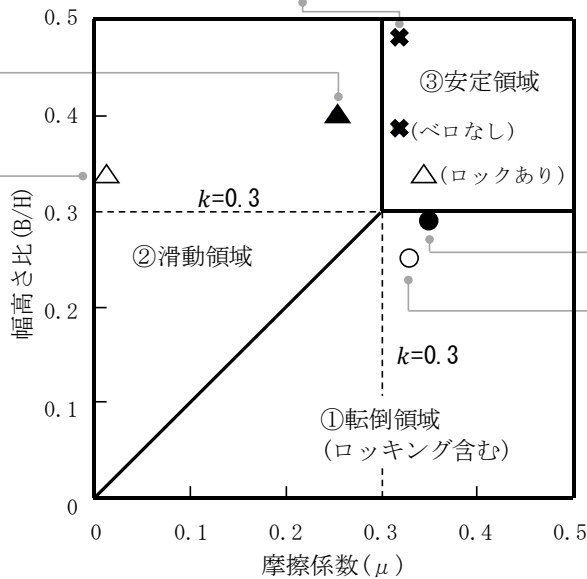


図4 転倒判定チャートの活用方法 (中地震相当として k=0.3 の場合)