

都立大学 学生会員 宮野道雄

同上 正会員 国井隆弘

1. はじめに 全国的にみて、墓石の存在はその群としての性質に大きな違いはないと見なせることにより、被害地震において墓石など単体の転倒状況から震源地の地震動を推定し、主として、最大加速度(震度)の地域分布を評価する試みが古くからなされてきている。そして一考では、木造家屋も広義にみれば、上述と同様の性質を有するものとみなせ、さらにその地震時に於ける被害調査資料も豊富に残されている。そこで、本報告では、既往の被害地震のうち、1923年関東大地震の被害記録を再検討し、墓石の転倒から震度を推定する際の問題点および木造家屋全壊率と震度の関係についての若干の考察を加えることにする。

2. 合震度 墓石など単体の転倒から地震動加速度(震度)を静的に推定する際の基本式としては、次の2式が考えられてきた。すなわち、

$$\bar{K} = K / (1 - K_v) = B/H \quad \text{————— (1)}$$

K は水平動の震度、 K_v は上下動の震度、 $\bar{K}$ は合震度である。また、 K_v を無視し、Westの公式と呼ばれる次式で K を表現することも少なくない。

$$K = \alpha/g = B/H \quad \text{————— (2)}$$

α は水平動加速度、 g は重力加速度であり、 B 、 H はそれぞれ単体の幅(奥行)、高さを表わす。

ところで、物部¹⁾は関東大地震における木造家屋の全壊率と墓石など単体の転倒による推定加速度の間の関係を量的に示しているが、そこでは合震度の考え方を採用している。また、同じ地震における各地の墓石など単体の転倒による震度の資料として貴重な中村²⁾の表現も合震度であるが、そこでは上下動と水平動が同程度の大きさで作用したと仮定し、意識的に加速度を引き下げて考えている。一考、文献³⁾には単体の転倒に及ぼす上下動の影響について実地震波に対する応答例が示されているが、その結果によれば、上下動を水平動の0.8倍と仮定した時、転倒限界震度はほぼ(2)式の値に近いものになっている。図-1は上述の地震波入力の場合、転倒限界震度(加速度)に変動が多かったことから、正弦波入力に対して同様の事柄について検討したものである。同図によれば、上下動の存在が水平方向の転倒加速度を引き下げる効果は明らかに認められる。そして、この程度は上述の地震波入力の場合と同様に、比率としては静的に考えた場合の $B/H = \bar{\alpha}_0 / (g + \bar{\alpha}_0)$ から得られる値に近い(ここで、 $\bar{\alpha}_0$ 、 $\bar{\alpha}_0$ はそれぞれ水平および上下動の加速度)。ただ、ここでは、地震波、正弦波入力のいずれの場合も、上下動は水平動の波に定数を乗じて小さくしただけで、周期、位相などは全く変えていない。したがって、実際の地震で上下動と水平動の最大位置がずれた場合、また同期特性が異なると、この効果はかなり減ずるはずである。例えば、1966年のParkfield地震における記録をみれば、断層線から200mしか離れていないにもかかわらず、上下動の最大は地動の初期に現われており、その時刻の水平動はまだ小さく、同期特性も全く異なるものである。すなわち、これまでのいくつかの計算例では、いずれの場合も静的転倒加速度に比べて、動的計算結果の方が数%~十数%高い値が得られていること、並びに上述の理由から次のように推論できるところである。臨かに転倒したらしい墓石から(2)式を用いて水平震度を推定する場合、得られる値は一般に低い側にあって、高

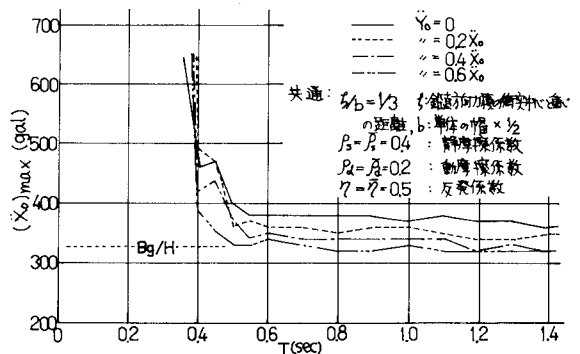


図-1 角柱の転倒に及ぼす上下動の影響(上下、水平とも正弦波入力、幅×高さ=20×60 cm)

3. 木造家屋全壊率と震度の関係 大森⁴⁾が濃尾地震で木造家屋全壊率と墓石など単体の転倒による推定震度の間の関係を量的に示して以来、合震度 R を(1)式で算定し、これらの間の関係を求める試みがいくつかの地震でなされてきた。そこで、ここでは前述した物部¹⁾の木造家屋全壊率と合震度の関係を引用し、木造家屋全壊率から推定される震度について若干検討を加えることにする。物部はある地方における家屋の標準耐震力を K 。(合震度)で表わし、全壊率 $P(\%)$ と合震度 K の関係を次の正規分布曲線で示した。

$$P = \frac{100}{\sqrt{\pi}} \int_{-\infty}^{ky} e^{-k^2 y^2} d(ky) \quad \text{--- (3)}$$

Figure 1 is a log-log plot showing the relationship between the average number of seeds per plant (k) on the x-axis and the percentage of total seed mass (M) on the y-axis. The x-axis ranges from 0.2 to 0.5, and the y-axis ranges from 0.01 to 99. Two regression lines are shown: (1) $K=0.475, k=10$ and (2) $K=0.352, k=10$. Data points are plotted for various plant species, with some labeled with circled numbers 1 through 4. A point for '小豆' (Adzuki bean) is also shown.

Species / Label	k (x-axis)	M (%) (y-axis)
① 残草 (Residual grass)	~0.42	~45
② 佐賀, 鹿野, 砂町, 三崎の平均値 (Average of佐賀, 鹿野, 砂町, 三崎)	~0.40	~15
③ 福岡, 大磯の平均値 (Average of福岡, 大磯)	~0.42	~10
④ 北條, 本所, 深川の平均値 (Average of北條, 本所, 深川)	~0.45	~5
鐵倉 (Tetsukura)	~0.42	~35
小豆 (Adzuki bean)	~0.52	~25
天津, 白糸 (Tianjin, Shiroito)	~0.32	~0.01

図-2 木造家屋の全壊率と震度の関係
(I), (II) は物部¹⁾により東京近辺で与えられた関係式

表-1 物体の転倒による加速度
と木造家屋全壊率

地名	α (gal)	α (gal)	全率(%)
天津	250	330	0.07
稻都	300	430	63.9
白浜	250	330	0.11
北條	290	410	96.7
佐貫	280	390	11.0
富津	280	390	18.4
東京浅草	270	370	7.4
東京新	290	410	13.4
東京洲	290	410	7.8
砂町	280	390	9.8
鎌倉	310	450	58.5
大磯	300	430	1.5
小田原	350	550	37.7
沼津	160	190	0.01
三崎	280	390	11.9

d: Westの公式による換算値

- 507