

等価加速度に基づく地震荷重について

京大工学部 正員 亀田弘行 京大大学院 学生員 〇山田恭平

1. まえがき 一般土木構造物に対する現行の耐震設計用荷重は経験的に定められている要素が多く、近年集積されてある強震観測の成果が、動的応答倍率の形でとり入れられているものの、設計震度の値そのもの(例えば基準震度 $K_0=0.2$ )にはほとんど反映されていない。その理由は種々に考えられるが、そのひとつとして、強震記録の最大加速度は必ずしも地震動の破壊力を表わさないことが考えられる。例えば、最大加速度は等しくても、短周期成分が卓越し、継続時間が短いほど震害は少なく、逆に長周期成分が卓越し、継続時間が長いほど震害が大きいであろうことが、以前から指摘されている。これは、地震時の構造物の破壊は、くり返し荷重によって進行的に生ずることを示唆している。したがって図-1のように周期と継続時間を考慮した、動的地震動を静的な地震荷重 $A_{eq}$ に変換する合理的方法が必要であろう。ここでは、このような進行的破壊が構造物の震害を支配するとの想定のもとに、静的地震荷重の評価について、簡単な考え方によって基礎的検討を行なった。

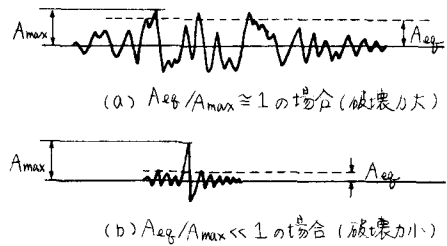


図-1 最大加速度 $A_{max}$ が等しく、破壊力(等価加速度)と表現 $A_{eq}$ が異なる地震動の概念図

2. 同一震度階における最大地動(計器観測値)と継続時間の関係

解析に用いた記録はわが国で得られた主要な強震記録に計器補正と基線補正を施したものの<sup>1)</sup>のうち、強震記録が得られた地域の震度階が判明している記録で、震度IVについては66成分、震度Vについては24成分である。図-2に継続時間 $T_d$ <sup>2)</sup>と最大加速度、最大速度との関係を示した。同図において、データのばらつきは大きい。その理由として震度階は強震観測地点をわむ地域全体に対する値であり、観測地点の地盤特性などが反映されていないことの影響が大きいものと思われる。全体としての傾向をみると、最大加速度は継続時間とともに減少しており、1.での議論が裏づけられる。最大速度について、震度Vに関しては明確な傾向はみられない。

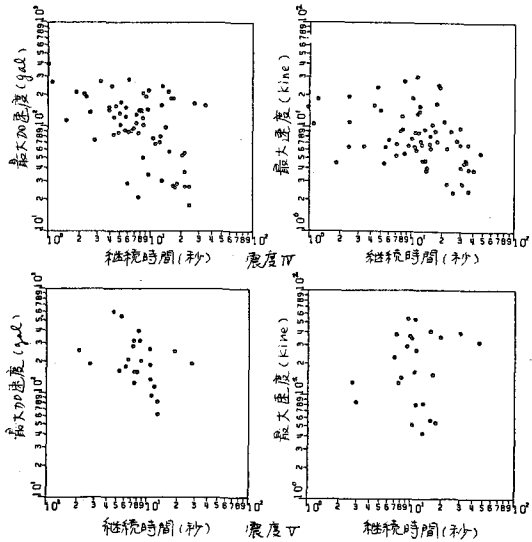


図-2 最大地動と継続時間との関係

Hiroyuki KAMEDA Kyōhei YAMADA

3, 有効応答値  $Sar(T_0, R, n)$  と応答低減係数  $\eta(T_0, R, n)$

地震時の破壊が、単一のピークだけではなく、いくつかの地震動ピークで進行的に生じると考えると、破壊は最大の応答パルスだけでなく、時間軸に沿って現れるいくつかの主要な応答パルスに影響されると考えられる。そこで大きい方から  $n$  個の応答パルスを考え、これらを平均したものを有効応答値  $Sar$  とし、くり返し荷重による破壊過程を代表する応答量と考える。ここでは、 $n$  を有効パルス数と呼ぶ。固有周期  $T_0$ 、減衰定数  $R$  での応答の絶対値の大きい方から  $n$  番目の応答ピークの絶対値を  $a_i$  とすると、有効応答値  $Sar$  は

$$Sar(T_0, R, n) = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n a_i \quad \dots (1)$$

で表わされる。最大応答値から有効応答値が低減される比率を応答低減係数  $\eta$  とすると、

$$\eta(T_0, R, n) = Sar(T_0, R, n) / Sar(T_0, R, 1) \quad \dots (2)$$

図-3に、震度IVで継続時間が(a)短い(b)中間(c)長い記録についての応答低減係数  $\eta$  の値を示した。 $\eta$  は全体として  $T_0$  とともに右下がりの傾向が認められるので、次式により回帰分析を行なった。

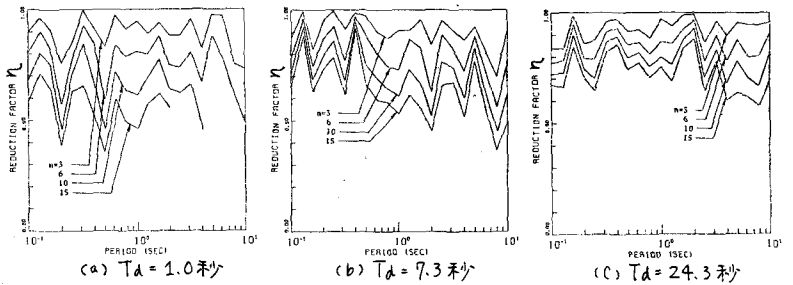


図-3 応答低減係数 ( $R=0.05$ )

$$\hat{\eta}(T_0, R, n) = \alpha_n + \beta_n \log T_0 \quad \dots (3)$$

4, 等価加速度

現行の耐震設計において設計震度は次式で決定される。

$$\text{設計震度} = \text{設計地盤震度} \times \text{応答倍率} \quad \dots (4)$$

この関係を強震記録と結びつけるために、次式のように表す。

$$\text{設計震度} = (\text{計器最大加速度} \times \text{応答低減係数}) \times \text{応答倍率} \quad \dots (5)$$

ここで、応答低減係数に(3)式の  $\hat{\eta}(T_0, R, n)$  を用いると、 $A_{max} \hat{\eta}(T_0, R, n)$  は設計地盤震度に相当する。短周期建造物の代表的固有周期として0.1秒、長周期建造物の代表的固有周期として、入力地震動の速度が卓越しやすい周期1.0秒を用いて、設計地盤震度に対応する量として、等価加速度  $A_{eq}$ 、擬似等価加速度  $A_{veq}$ 、を次式で定義する。表-1 等価加速度 ( $R=0.05$ )

$$\left. \begin{aligned} A_{eq} &= \hat{\eta}(0.1, R, n) A_{max} \\ A_{veq} &= \hat{\eta}(1.0, R, n) (2\pi V_{max}) \end{aligned} \right\} (6)$$

表-1に震度階ごとの有効パルス数  $n$  による  $A_{eq}$ ,  $A_{veq}$  の平均値、変動係数を示した。有効パルス数  $n$  を構造工学的に決定できれば、一義的に  $A_{eq}$ ,  $A_{veq}$  を決定できる。

震度階			n=1	n=3	n=6	n=10	n=15
IV	$A_{eq}$	平均値	127.94	119.33	115.15	103.04	94.73
		変動係数	0.61	0.61	0.60	0.59	0.58
	$A_{veq}$	平均値	60.44	55.17	49.51	44.23	39.71
		変動係数	0.66	0.65	0.65	0.64	0.64
V	$A_{eq}$	平均値	228.63	213.06	198.25	185.49	172.26
		変動係数	0.58	0.58	0.59	0.59	0.61
	$A_{veq}$	平均値	146.46	132.20	117.87	104.18	91.86
		変動係数	0.67	0.66	0.66	0.66	0.66

参考文献；1) 後藤 稔田 杉 今西：土木学会論文報告集，第277号，昭53.9，pp.57-69。2) Kameda, H., Proceedings of the

U.S.-Southeast Asia Sympo. on Engineering for Natural Hazards Protection, 1977. pp.71-85.