

建設省土木研究所 正員 川島一彦
○建設省土木研究所 正員 相沢 興

1. まえがき

近年、強震記録を用いた解析手法の高度化に伴い、強震記録の精度に対する関心が高まってきた。既往の研究成果によれば、現在、強震観測に広く用いられているSMAC型強震計記録の精度は、記録を数値化する際の読取精度に影響されることが指摘されている。本小文は、記録の読取精度に対する波形特性の影響に関して簡単な検討を行なった結果を報告するものである。

2. 検討方法

SMAC型強震計記録はアナログ量であるため、読取の対象とする記録(以下、原記録と呼ぶ)とこれを読取った記録(以下、読取記録と呼ぶ)とを直接比較することができない。そこで、ここでは、当所の標準数値化システムにより、あらかじめ数値化されている記録を、最小分解能 100mm のデジタルプロッターにより、太さ 0.3mm のボールペンを用いてマイラー紙上に書かせ、これを読取対象の記録(以下、模擬波形と呼ぶ)と考えることにした。模擬波形はSMAC-B2型強震計を想定し、時間軸および加速度軸をそれぞれ $1\text{cm}=1\text{sec}$ 、 $1\text{mm}=12.5\text{gal}$ とした。ただし、記録ペンの描く円弧については考慮していない。

模擬波形の作成に用いた記録は、表1に示す種類である。これらの記録をもとにして最大加速度 $A_{\max}$ を50、150、300galの3通りに変化させ、合計9種類の模擬波形を作成した。加速度が3通りに変化する同一種類の模擬波形を同一の読取人に割り当て、当所の標準数値化システムにより、それぞれ5回ずつ読取を行った。これらの読取記録と原記録(模擬波形)をもとに、それぞれの応答スペクトル S_A ($\lambda=0.05$)を計算し、両者の比(以下、応答スペクトル比 $R_{SA,\lambda}$ と呼ぶ)を式(1)で定義し、これを読取精度の指標とした。

$$R_{SA,\lambda} = S_{A1}/S_A^{\lambda} \quad (\lambda = 1, 2, \dots, 5) \quad (1)$$

ここで、 S_{A1} および S_A^{λ} は、それぞれ λ 回目の読取記録の応答スペクトル、および、模擬記録の応答スペクトルである。式(1)による応答スペクトル比をもとに9種類の模擬波形について、それぞれ $R_{SA,\lambda}$ ($\lambda=1, 5$)の平均値 $\bar{R}$ 、標準偏差 σ_R および変動係数 α_R を求めた。結果の一例(伊達橋の場合)を最大加速度で除したフーリエ係数 $F/A_{\max}$ をともに図4に示す。

3. 読取精度

表1に示す種類の地震動記録に対しては、いずれの場合にも、応答スペクトル比の平均値 $\bar{R}$ は全体として、1に近く、標準偏差 σ_R もそれ程大きくないことから、読取記録は原記録の特徴を比較的良く再現していると言えよう。しかしながら、 $\bar{R}$ および σ_R を周期領域で評価すると、全体としての $0.1 \sim 3$ 秒程度の範囲では読取精度が良く、これより短周期および長周期の領域になるにつれて精度が低下する傾向がある。また、 $R_{SA,\lambda}$ の変動係数 α_R についても同様の傾向が認められる。同一の周期に対応する変動係数 α_R と最大加速度 $A_{\max}$ で除したフーリエ係数 $F/A_{\max}$ をプロットすると、図5のようになり、両者の間にははっきりした相関が認められる。両者の関係を式(2)で仮定し、

$$\log_{10}(F/A_{\max}) = a \cdot \log_{10} \alpha_R + b \quad (2)$$

未定数 a 、 b を定めると、それぞれ、 -0.84 、 -2.38 となる。また、図5(伊達橋)以外の全データによって、 a 、 b を定めると、それぞれ、 -2.61 、 -1.84 となる。このようにして、変動係数 α_R で表わした読取精度と、最大加速度で除したフーリエ係数 $F/A_{\max}$ で表わした波形特性の間の関係が求まれば、所要の読取精度を定めることにより対応

する F/A_{max} の値を知り、この値が確保される周期範囲から、所期の観取精度を満足する周期範囲を定めることが可能となる。

参考文献 1) 伯野他: 強震記録による長周期構造物応答計算の精度、土木学会論文報告集 Vol. 275、1978。
 2) 川島、高木、相沢: β MAC型強震計記録の長周期成分の補正、第7回関東支部発表会、1979。
 3) 川島、高木、相沢: β MAC型強震計記録の数値化精度に関する一検討、第7回関東支部発表会、1979。
 4) 川島、高木: β MAC型強震計記録の短周期成分の補正、第7回関東支部発表会、1979。

表1 模擬波形の作成に用いた強震記録

記録場所	記録地震	最大加速度	卓越周期(秒)
開北橋 (橋脚上・土成分)	1978.6.12 宮城県沖地震	328.70 gal	0.25, 0.14~1.0
伊達橋 (橋脚上・土成分)	"	320.33 gal	0.7, 0.18~1.4
新大塚橋 (土成分)	1988.5.16 十勝沖地震(伴)	170.88 gal	0.9, 0.45~1.4

注1) 一は最も卓越する周期

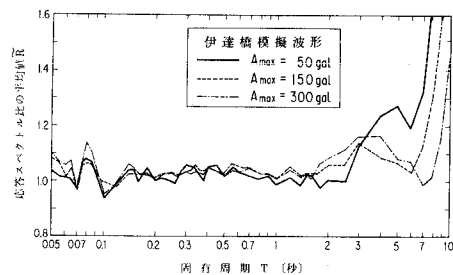


図1 応答スペクトル比 $R_{Sa,i}$ ($i=1,5$) の平均値 $\bar{R}$ (伊達橋)

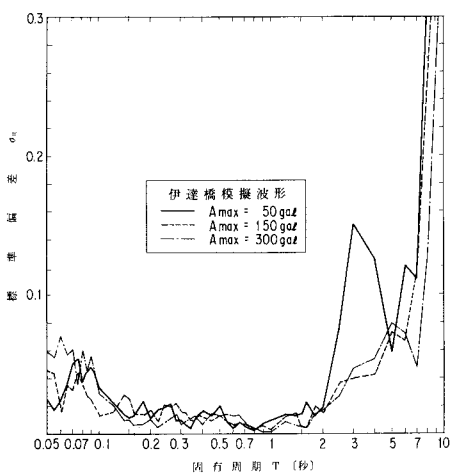


図2 応答スペクトル比 $R_{Sa,i}$ ($i=1,5$) の標準偏差 σ_R (伊達橋)

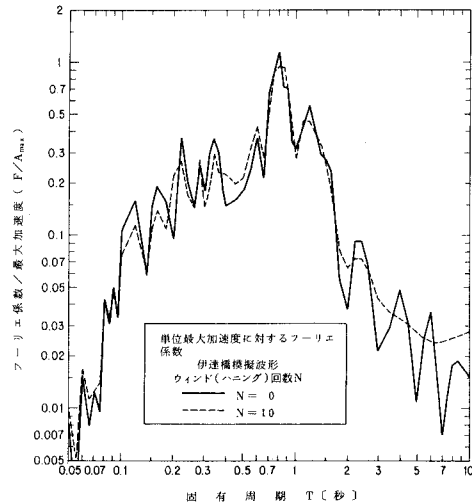


図4 最大加速度で除したフーリエ係数 F/A_{max} (伊達橋)

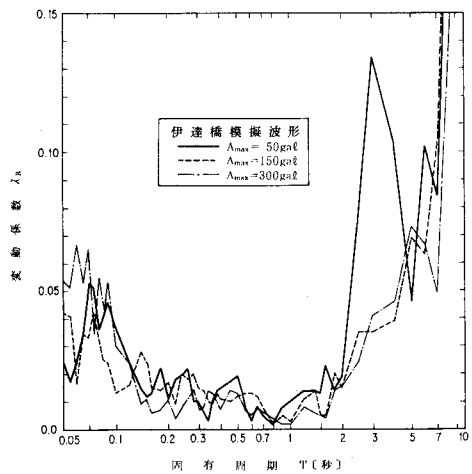


図3 応答スペクトル比 $R_{Sa,i}$ ($i=1,5$) の変動係数 λ_R (伊達橋)

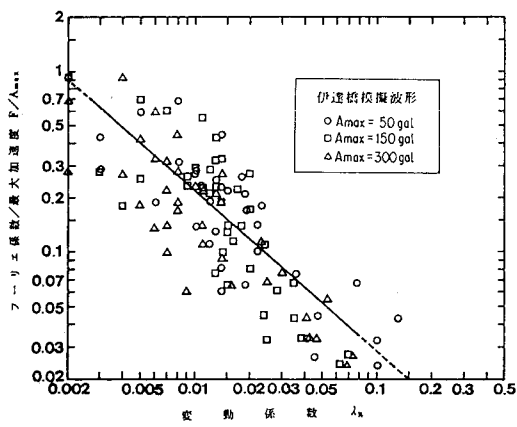


図5 $\lambda_R \sim F/A_{max}$ の関係 (伊達橋)