

建設省工本研究所 正員 田村敬一

, 川島一孝

, 相沢興

1.はじめに

建設省工本研究所では、 $1/200$ 秒のサンプリングタイムで16ビットA/D変換器を用いたディジタル強震計(表1)を高密度強震観測に使用している。本論文は、強震計の加速度記録から変位を数値積分により求める際の変位の再現性に関して、予備的に検討した結果を報告するものである。

2.検討方法

動電型検定台を用いて、強震計の加振実験を行った。入力地震動としては、表2に示す実測記録を用いた。これらの入力地震動のフーリエスペクトルは、図1に示すとおりのである。実験ケースは、表3に示すように加速度レベルを2種類に変えることにより、2@3=6ケースとした。また、検定台の変位は、差動トランス型変位計で測定した。次に、強震計の加速度記録から変位を求める方法としては、周波数領域で原加速度記録に式(1)に示すフィルターをかけ、数値積分を行う方法を用いた。

$$F_c(f) = \begin{cases} 0 & 0 \leq f < f_{ee} \\ (f - f_{ee}) / (f_{eu} - f_{ee}) \cdot \exp\{i\phi(f)\} / R(f) & f_{ee} \leq f \leq f_{eu} \\ \exp\{i\phi(f)\} / R(f) & f_{eu} < f < f_{ee} \\ (f_{eu} - f) / (f_{eu} - f_{ee}) \cdot \exp\{i\phi(f)\} / R(f) & f_{ee} \leq f \leq f_{eu} \\ 0 & f_{eu} < f \end{cases} \quad (1)$$

ここで、 f_{eu} および f_{ee} は、それぞれ低振動数側および高振動数側の遮断振動数であり、 f_{ee} および f_{eu} は、それぞれ f_{eu} および f_{ee} に対応する補正フィルター倍率が0となる振動数である。また、 $R(f)$ および $\phi(f)$ は、ディジタル強震計の振幅および位相特性(図2)を補正するための関数である。

3.地震動変位の精度

強震計の加速度記録をもとに、式(1)により計算した変位を $d(t)$ 、検定台の動きを変位計により直接測定した変位を $D(t)$ とし、数値積分により求めた変位 $d(t)$ の精度を検討するために、次の3種のパラメータを定義した。

$$\begin{aligned} \sigma &= 1/T_d \cdot \int_0^{T_d} |d(t) - D(t)|^2 dt \\ \mu &= \int_0^{T_d} d(t)^2 dt / \int_0^{T_d} D(t)^2 dt \\ \xi &= d_{\max} / D_{\max} \end{aligned} \quad (2)$$

ここで、 T_d は $d(t)$ および $D(t)$ の継続時間であり、また、 $d_{\max}$ および $D_{\max}$ は、それぞれ $d(t)$ および $D(t)$ の最大値である。変位の計算に際しては、高振動数側の遮断振動数は支配的な要因ではないので、 $f_{ee} = 20$ Hz、 $f_{eu} = 21$ Hzに固定して、低振動数側の遮断振動数を $f_{eu} = 1/20, 1/10, 1/5, 1/2$ Hz、 $f_{ee} = 1/21, 1/10, 1/5, 1/2$ Hzに変化させた。各 f_{eu} に対する σ 、 μ 、 ξ の値を示すと、図3のようになる。図3より、いずれのパラメータによっても $1/f_{eu}$ が5~20秒の範囲では、 $d(t)$ の精度は $1/f_{eu}$ により大きく変化しておらず、この意味においては、 $d(t)$ は20秒の領域まで一応安定しているということができる。しかしながら、実験ケース4、5、6の場合には、 $1/f_{eu}$ が10秒以上になると、 σ が大きくなり始める傾向も認められるので、10秒以上の長周期地震動変位の再現性に関しては、今後さらに慎重に検討する必要がある。

4.まとめ

ディジタル強震計の加速度記録を数値積分して求めた変位の再現性を式(2)の3つのパラメータにより検討した

結果、一応、低振動数側の遮断振動数 f_c を少なくとも $1/10$ Hzまでとつてもよいことが明らかになった。

参考文献 1) 川島他: 数化精度を考慮した……, 土木学会論文報告集, No.325, 1982, 9

表1 デジタル強震計の主要特性

換振器	速度帰還型サーボタイプ加速度計
固有振動数	5 Hz
減衰定数	240
測定加速度範囲	$\pm 1000 \text{ gal}$
A/D変換器	16ビット
サンプリングタイム	$1/200 \text{ sec}$

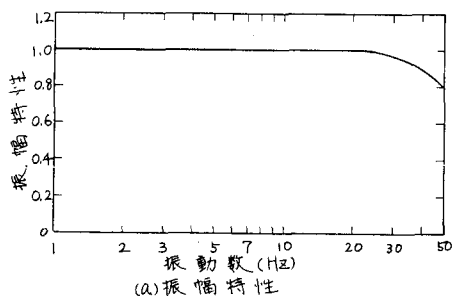


表2 実験に用いた入力地震動の諸元

震源地	発生日月日	モニターステーション	震央距離 (Km)	観測地点
八丈島沖	1972.2.29	7.1	300	富津岬地盤上
和歌山県中部	1973.11.25	5.6	100	大阪南港地盤上
栃木-茨城県境	1974.8.4	5.8	90	扇島地盤上

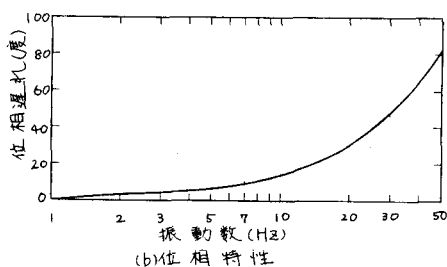


表3 加振実験の一覧

実験 コース	地震記録	最大応答値		
		固定台加 速度(gal)	固定台 変位(cm)	強震計加 速度(gal)
1	富津岬記録(L-1)	191.8	2.8	196.2
2	南港記録(L-1)	129.8	4.5	133.9
3	扇島記録(L-1)	188.6	3.5	196.0
4	富津岬記録(L-2)	779.2	11.9	806.7
5	南港記録(L-2)	458.7	16.3	469.9
6	扇島記録(L-2)	639.4	9.2	656.4

図2 デジタル強震計の振幅および位相特性

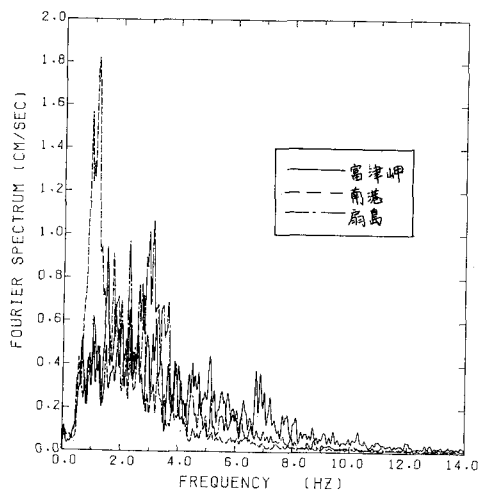
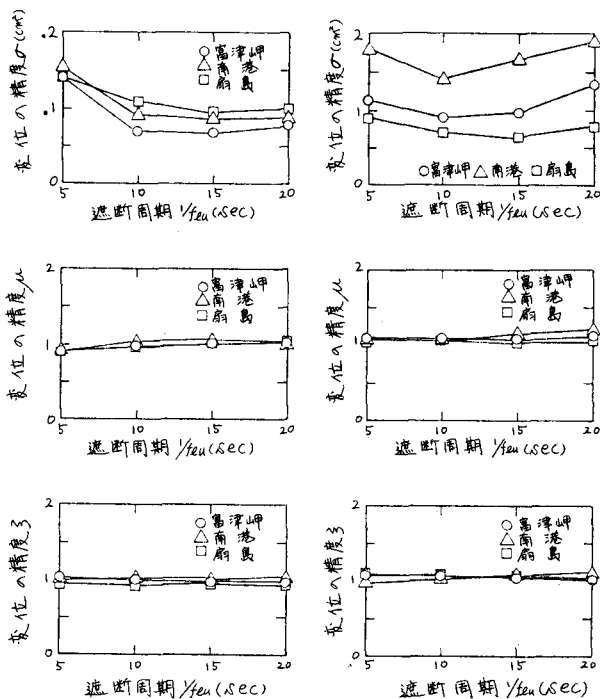


図1 入力地震動のフーリエスペクトル
(最大加速度で正規化)



(a) 実験コース 1, 2, 3 (b) 実験コース 4, 5, 6
図3 遮断周期と変位の精度との関係