

運輸省港湾技術研究所 ○（正会員）井合 進，倉田栄一，（正会員）土田 肇

1. はじめに

近年，強震記録の積分や計器特性の補正のための微分が試みられるようになった。また，強震記録を入力とする固有周期数秒以上あるいは数十分の一秒以下の質点系の応答計算も試みられるようになった。それらの結果の信頼性は必ずしも明らかでない場合が多い。そこで，強震記録の精度を検討した。本報告では，考慮する誤差を記録のデジタル化の過程で生ずる誤差に限定して検討を行なった。

2 強震計とデジタル化装置

検討の対象とした加速度波形は，ERS強震計の記録をオシログラムデジタル化装置でデジタル化したもの，およびSMAC-B2強震計の記録を専用のデジタル化装置でデジタル化したものである。どちらのデジタル化装置も，読取台上に記録を固定し，オペレータがカーソルで波形を追跡する方式のものである。標本化は一定間隔で行なわれる。記録の長さがデジタル化装置の読取台よりも長い場合には，いくつかの区間に分けてデジタル化を行なう。これら強震計およびデジタル化装置の詳細は，別に報告されている。¹⁾

3 デジタル化における誤差

一般に，積分においてはOH_z付近の振動数成分が著しく増幅される。微分においては，非常に高い振動数成分が，また，質点系の応答計算においてはその固有振動数付近の成分が，特に著しく増幅される。したがって，これらの計算結果の精度は，それぞれの計算で増幅の著しい振動数成分の精度に大きく依存する。

そこで，デジタル化された波形の精度は，波形に含まれる一つ一つの振動数成分ごとに考えることとした。各振動数成分の精度は，その成分に含まれる誤差に対して真の波形の成分が何倍であるかによって表わすこととした。以後，この値を振動数ごとのS/Nと書く。

デジタル化の過程で導入される誤差の主なものは，次の2種である。第一は，波形を追跡する際に，視差や手ぶれなどにより，カーソルが波形の記録の完全な中心を通過しないことによる誤差で，これをここではデジタル化誤差と書く。第二は，読取に当って設定した振巾のゼロ位置，または，読取後に設定されたゼロ位置が記録の真のゼロ位置に対してもつ誤差で，これをここではゼロ線設定誤差と書く。

3.1 デジタル化誤差 デジタル化誤差の検討のため，感度10 gal/mmのERS強震計により記録された波形を，オシログラムデジタル化装置により数回デジタル化した。結果を図1と図2に示した。デジタル化区間長とデジタル化の方法は表1にまとめた。記録は数回のデジタル化を通じてデジタル化装置に固定されている。

数回のデジタル化で求めた波形の平均波形を求め，そのパワースペクトルを近似的にデジタル化誤差を含まない波形のパワースペクトルと見なした。また，各波形の平均波形からの差を求め，そのパワースペクトルの平均値をデジタル化誤差のパワースペクトルとした。最後に，両者の比の平方根を求めることにより，平均的な振動

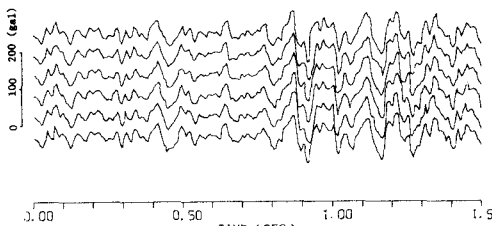


図1 同一波形のデジタル化の結果 (M-125 N-S)

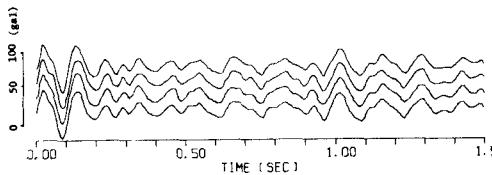


図2 同一波形のデジタル化の結果 (M-133 N-S)

表1. デジタル化の方法

記録番号	デジタル化 区 間 (sec)	デジタル化 の回数 (合計)	オペレー タ別の数 字化回数			時 間 間 隔 (sec)
			A	B	C	
M-125NS	12.5	6	2	2	2	0.0025
M-133NS	10.0	4	2	0	2	0.0025

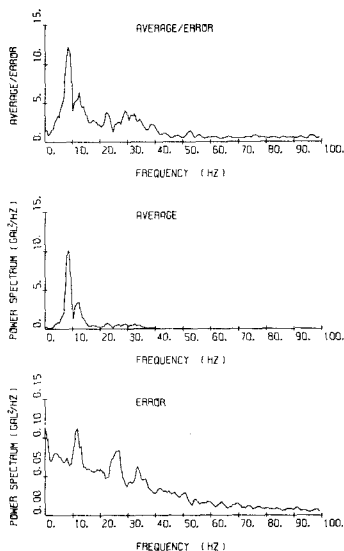


図3 ERS強震計の記録の
デジタル化の精度
(M-125 N-S)

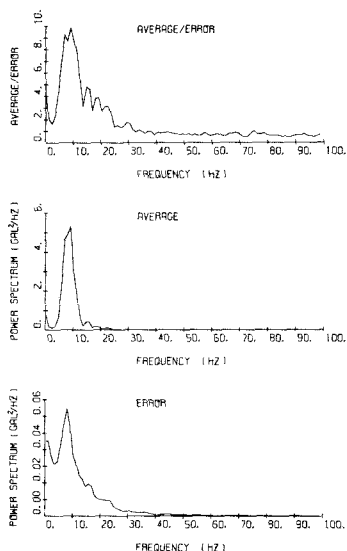


図4 ERS強震計の記録の
デジタル化の精度
(M-133 N-S)

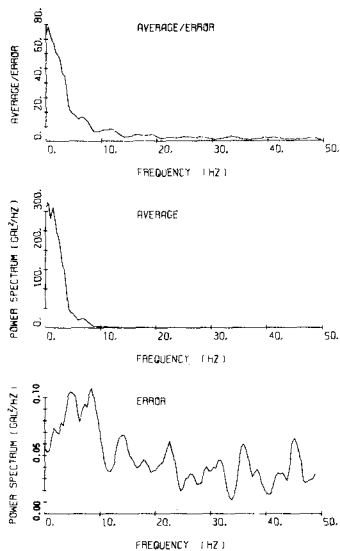


図5 SMAC-B2強震計の記録の
デジタル化の精度
(S-252 N-S)

数ごとの S/N を求めた。その結果を図3と図4に示した。これらの図において、上から、振動数ごとの S/N 、平均波形のパワースペクトル、誤差のパワースペクトルを示した。この結果から次のことが言える。

- 振動数ごとの S/N と平均波形のパワースペクトルとは良く似ている。波形の振動数成分が大きいほどその S/N も大きい。このことは、各振動数成分におおむね同程度のオーダーの誤差が含まれていることを示していると考えられる。
- 誤差のパワースペクトルは全体的な傾向としては振動数が高くなるにつれてなだらかに減少する。図3と図4においては、縦軸の縮尺によりこの傾きが強調されているが、この縮尺を波形のパワースペクトルの縦軸の縮尺に一致させれば、非常になだらかなことがわかる。
- デジタル化誤差のパワースペクトルは、デジタル化する波形により若干異なる。しかし、この変動は、デジタル化装置とデジタル化の方法から考えて無制限に大きくはならない。

デジタル化誤差は、以上のような3つの性質を持つと考えられる。

同様の検討をSMAC-B2強震計の記録についても行なった。結果は図5に示した通り、同様であった。

3.2 ゼロ線設定誤差 デジタル化すべき記録長が長い場合には、記録を適当な長さに分割してデジタル化する。このとき、分割した小区間ごとにゼロ線が設定される。したがって、ゼロ線設定の誤差は各小区間ごとに一定値をとるステップ状の誤差となる。この誤差のフーリエスペクトルは、おおむね振動数 f に反比例すると考えられる。したがって、この誤差により、記録の精度は、特に低振動数成分で落ちると考えられる。

4. 結論

以上の検討から、次のことが結論される。

- デジタル化において発生する誤差は、広い振動数範囲にわたって存在する。高い振動数になるに従い極めてなだらかに減少する。0 Hz付近では、集中的に卓越する。
- デジタル化された強震記録に含まれる成分で十分な精度を持つものは、記録波形に優勢に含まれる振動数成分に限られる。したがって、記録波形にわずかしき含まれていない成分を著しく増幅するような計算を行なう場合には、その成分の S/N が十分なものであるかを、この報告で示された誤差のスペクトル等を目安にして検討する必要がある。