

強震記録の補正フィルターについて

京都大学工学部 正 山田善一

京都大学工学部 正 野田 茂

1. まえがき 加速度記録から地動変位を精度良く求めることが、最近の長周期構造物の発達に伴い、重要視されている。加速度記録の低周波成分は、一般に、地震のない時に得られる計器のランダムノイズにも達する。従って、加速度の低周波ノイズを慎重に除去することが必要である。このため、これまで各種の補正フィルターが提案されてきた。¹⁾しかし、一般には位相変化のないフィルターによって低周波ノイズを除去することが多く、計算された地動変位の初動部分は大きく歪む。本研究は、このような歪をなるべく小さく抑えるために等リップル通過帯域型のチエビシェフフィルター^{1) 2)}

(以後漸化式フィルターと呼ぶ)を用い、フィルタリングの能率を調べて、加振実験で得られた加速度計や変位計の記録を相互比較するものである。

2. 漸化式デジタルフィルター法による地動変位の解析

図1は、1983年の日本海中部地震時の余震観測(秋田)で得られた加速度記録の一例である。図2には、加速度記録に台形フィルターと漸化式フィルターを用いて求めた、0.15~10Hzの周波数帯域の地動変位を示す。台形フィルターは因果律を満たさないで、波は全般的に歪んでおり、実際には不自然な波が出現している。ここで採用した漸化式フィルターの総合的な周波数応答は図3のようになる。フィルタリングの能率は、周波数毎の通過帯と遮断帯の波の振幅に関係した A_p と A_s のパラメーターによってコントロールされる。

本研究では、加速度から速度・変位を計算するのに線形加速度法を用い、上記の漸化式フィルターを通した。

3. フィルタリングの能率 加振実験で得られた地震計の記録に

基づいて、上記のパラメーター A_p と A_s が波形に及ぼす影響について調べてみた。図4は、差動トランス型変位計とデジタル式サーボ型加速度計SAMTAC-17Eの原記録である。入力波は周期2~20秒の変位波で、前者の変位計が正常に作動していることが確かめられた。SAMTAC-17Eは6秒程度までに信頼性があることが検証されている。³⁾そこで、0.5~6秒の周期帯域に対して、加速度記録から変位波を求めてみた。

図1 余震観測による原加速度記録

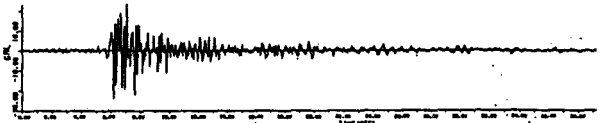


図1 余震観測による原加速度記録

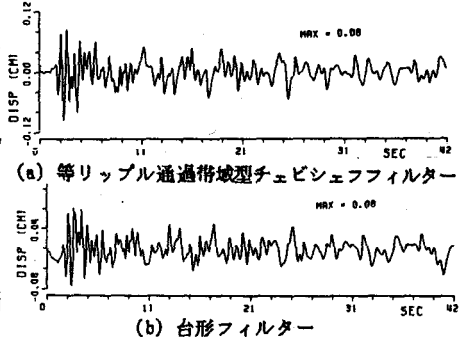


図2 図1に対する変位波形

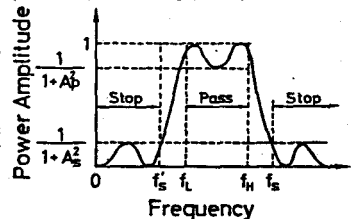


図3 バンドパスフィルターの総合的な周波数応答

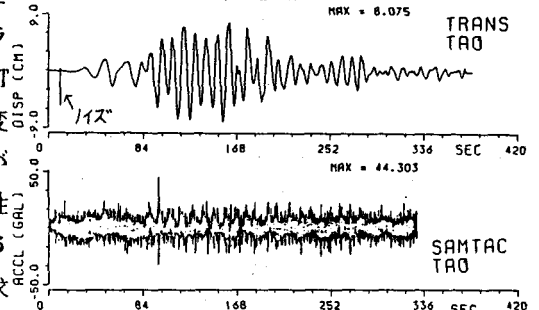


図4 加振実験による原記録波

Yoshikazu YAMADA, Shigeru NODA

図5はフィルタリングの能率を調べたもので、図の上から、1)通過帯でのパワー振幅の振動幅(P)=-0.02 dB, 遮断帯でのそれ(S)=-40.09dB, 2)P=-1.94dB, S=-40.09dB, 3)P=-0.02dB, S=-64.09dB, 4)P=-1.94dB, S=-64.09dBの時の変位波である。同一のAs に対してAp を大きくとると、通過帯域での周波数成分が乱れ、波の形が変化するとともに、最大振幅値が小さくなる。一方、同一のAp に対してAs を小さくとると、カットオフ周波数f_Lより低い周波数帯域での波の振幅特性の減衰がゆるやかになり、低周波のノイズが強調された波形となって、最大振幅値が大きくなっている。Ap とAs の最適値は記録のSN比に大きく左右されることが考えられる。

図6には、P=-0.09dB 以下に、S=-64.09dB以下にして、各種の計器（差動トランス型変位計、巻尺型変位計DP-500B、SANTAC-17E、サーボ型高振動数用振動計AVL-25RとSMAC-B2型加速度計）から求めた変位波を比較した。差動トランス、巻尺型変位計の初動部にはインパルス的な波が観測されている。このような場合、既往の補正フィルターでは初動変位に因果律を満たさない波が現われて歪むが、漸化式フィルター法では、歪が小さく抑えられている。また、各記録を比較すると、初動付近も含めて振幅や位相に対して全般的に良い一致が見られ、漸化式フィルター法は加速度記録から精度良く変位を求めることができる威力ある一方法であろう。

参考文献

- 1) Kulhanek, O: Introduction to digital filtering in geophysics, Elsevier Scientific Publishing Co., 1976.
- 2) 斎藤正徳: 漸化式デジタルフィルターの自動設計, 物理探鉱, 第31巻, 第4号, 昭和53年8月.
- 3) 山田善一・野田茂・岡市明大: 加振実験による各種地震計の長周期(2~20秒)成分の記録精度について, 昭和62年度関西支部年次学術講演会講演概要, 昭和62年4月.

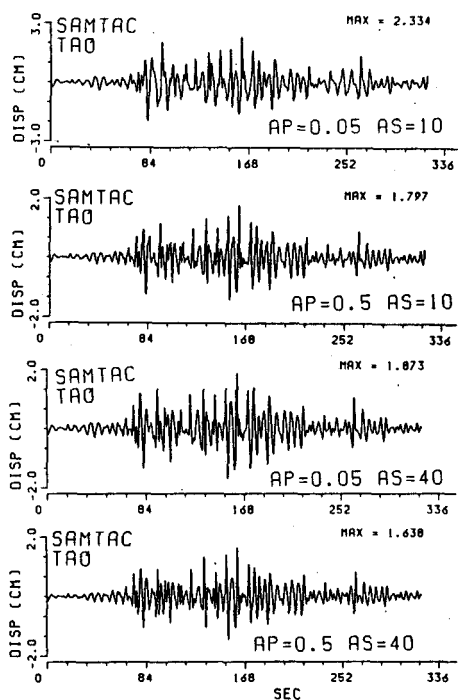


図5 フィルタリングの能率(SANTAC-17E)

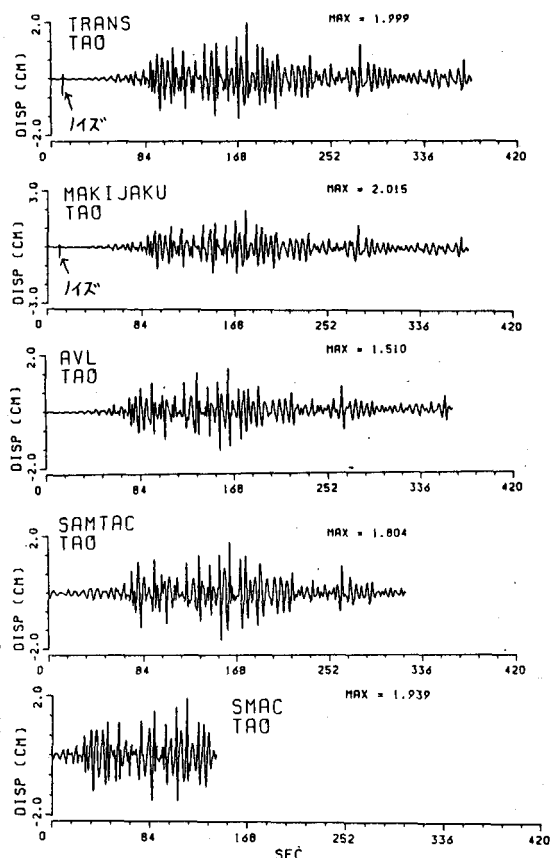


図6 各種計器から求めた変位波形