

京都大学大学院 学生員 鈴木 裕

京都大学工学部 正員 後藤尚男 亀田弘行 杉戸真太

前田建設 正員 高森清人

1. はじめに これまでに耐震工学の分野で大きな貢献をしてきている強震記録の大部分は、SMAC型強震計(機械式)によって得られたものであり、これらの強震記録には主として原記録における基線の不安定性に起因する低振動数誤差、及び高振動数域での強震計の感度低下による誤差が含まれることが多くの研究より指摘され、それらの誤差を除去すべく種々の補正法が検討されている。^{1)~4)} 後藤・亀田・杉戸・今西は、¹⁾ デジタルフィルターによる補正を試み標準的な補正フィルター定数を設定している。しかしながらその後多くの強震記録の補正を行う過程で、スペクトル特性に応じたフィルター定数を設定する必要性が指摘された。そこでSMAC-B2及びSANTAC-17Eデジタル強震計の同時加振実験により最適補正フィルター定数について検討するとともに、種々の特徴を有する強震記録の最適補正フィルターを定めた。このうち本報では特に高振動数域での結果について報告する。

2. 実験概要 短周期領域でのSMACの感度特性を検討するため、図1に示すような振動台を用いた同時加振実験を行った。加振機によって、振動数： $f=2.0 \sim 30.0$ (Hz)の範囲にある単弦波を7種類、卓越振動数の異なる2種のランダム波をそれぞれ最大加速度を様々に変え合計25成分設定しSMAC、SANTAC両強震計に入力した。

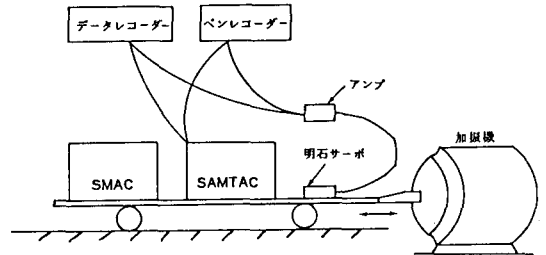


図1 実験装置概念図

3. 実験結果のまとめ 単弦波入力 of 各実験ケースにおいてSMAC、SANTAC両強震計に記録された最大加速度 $A_{max}(gal)$ を求め、それらの比の値(SMAC/SANTAC)をSANTACの A_{max} の値を標準値として振動数軸上に図示した(図2)。データの不足している領域は明石サーボ(携帯式振動測定装置)で得られた記録で代用した。なお、1.0 Hz以下の領域におけるデータは本実験と同時に進められた長周期領域実験で得られたものである。また比較のためにSMACの理論感度曲線も図2中にあわせて示した。

この図より 1.0Hz以上の高振動数域における感度低下の傾向が明らかである。ばらつきについてみると低振動数域で大きく、逆に高振動数域では小さい。また入力振動の最大加速度 A_{max} が大きいと感度がいくぶん低下する傾向が見られる。

次に長周期成分及び短周期成分が卓越するランダム波を対象として、図3に示したような特性をもつ補正フィルターによってSMAC記録を補正し、高域遮断振動数 f_{ul} (図3参照)と補正後の最大加速度との関係を図4に示した。SANTACの最大加速度との整合性で最適

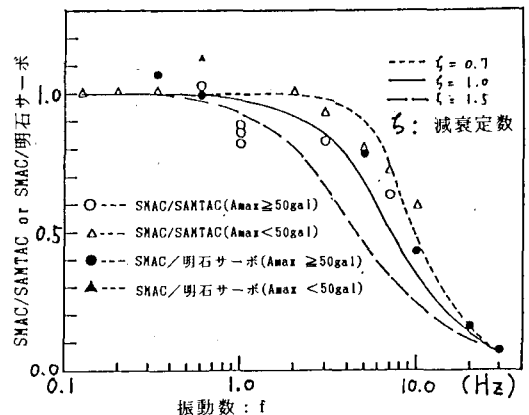


図2 SANTAC(明石サーボ)を標準計器としたSMACの感度と理論感度曲線

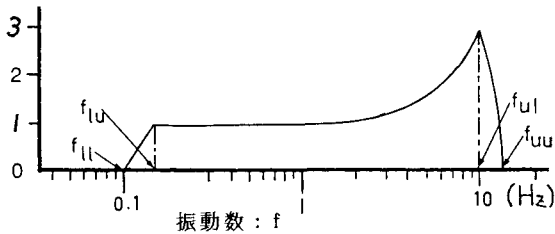
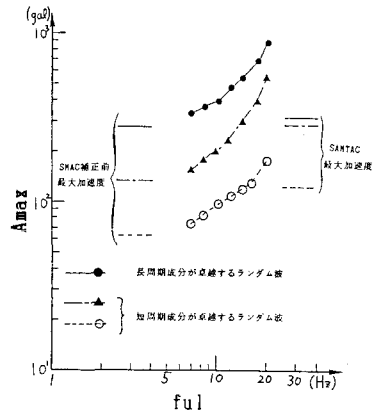


図3 SMAC-B2補正フィルター

遮断振動数を判断すると、長周期成分が卓越するランダム波（換言すれば高振動数成分のあまり含まれていないランダム波）の場合で約6Hz、短周期成分が卓越するそれで15Hz程度であり、後者の方が f_{ul} の値を相対的に高くすることができる。


図4 最大加速度(A_{max})—高域遮断振動数(f_{ul})

4. 強震記録を用いた補正フィルターの検討 本実験とは別に、SMAC-B2強震計による過去の強震記録10成分（表1）について最適補正フィルターを検討した。これより、図3のフィルター特性における最適遮断振動数 f_{lu} 、 f_{ul} について次のような結論が得られた。

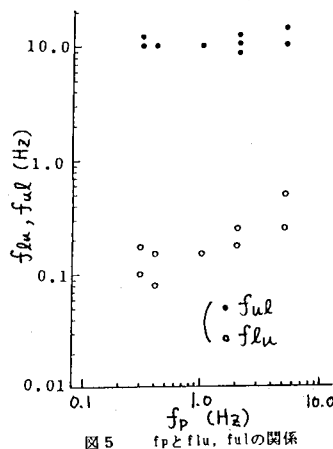
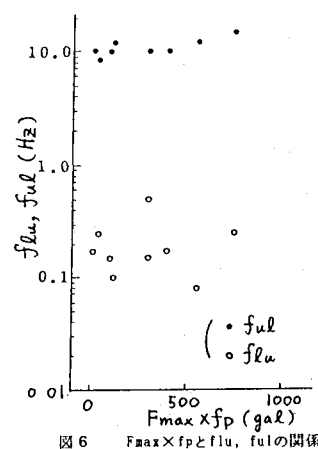
表1 解析に用いた記録

a. フーリエ加速度スペクトルの最大振幅 F_{max} を与える卓越振動数 f_p が0.5~2.0 Hzの範囲にある場合は、低域遮断振動数 f_{lu} を0.15Hzとし、それより低振動数側では $f_{lu} < 0.15$ Hz、高振動数側では $f_{lu} > 0.15$ Hzとする。（図5）
b. $F_{max} \times f_p \leq 400$ galの場合は高域遮断振動数 f_{ul} を10.0Hz、 $F_{max} \times f_p \geq 400$ galの場合は $f_{ul} \geq 10.0$ Hzとすることが可能であると言える。（図6）

No.	Site	COM- POWENT	Soil condition	Recorded time(sec)	A_{max} (gal)	A_{max} (gal)	F_{max} (gal/Hz)	Spectrum shape	f_p (Hz)	f_{lu} (Hz)	f_{ul} (Hz)
1	Muroan	EW	3	90	204	215	200	M-S	2.0	0.175	10.0
2	Ofunado	NS	3	90	79	87	300	M-S	1.0	0.15	10.0
3	Aomori	NS	3	140	208	258	400	L-F	(0.3)	0.1	12.0
4	Nigata	S	4	100	24	24	40	L-F	(0.3)	0.175	10.0
5	Hachinohe	NS	2	120	233	264	250	F	(0.4)	0.15	10.0
6	Akita	E	2	120	203	229	280	F(1.0)	0.4 2.0	0.08	12.0
7	Ochiai B.	EW	4	10	77	75	20	F	2.0	0.25	8.5
8	Tokyo Bay	EW	1	20	106	230	60	H-S	5.0	0.5	10.0
9	Miyako	E	1	60	110	178	150	H-S	5.0	0.25	14.0
10	Kashima	NS	2	30	33	54	15	M-F	—	0.25	12.0

c. f_p が明確にわからない場合、 f_{lu} は記録時間 T_r に応じて決定する。すなわち $T_r \leq 80$ secでは $f_{lu} > 2.0$ Hz、 $T_r \geq 80$ secでは $f_{lu} \leq 0.15$ Hzとする。また f_{ul} については、スペクトル形状及び F_{max} などを考慮しながら決定する。

以上のような定量的な基準を実験により確認するまでには至っていないが、記録のスペクトル特性によって最適補正フィルターを選定する必要性が示された。


図5 f_p と f_{lu} 、 f_{ul} の関係

図6 $F_{max} \times f_p$ と f_{lu} 、 f_{ul} の関係

参考文献

- 1) 後藤・亀田・杉戸・今西，土木学会論文報告集，No.277,1978.9
- 2) 井合・倉田・土田，港湾技術研究所資料，No.286，運輸省港湾技術研究所，1978.
- 3) 川島・高木・相沢，土木学会論文報告集，No.323，1982.7
- 4) 土岐・中瀬，土木学会第40回年次学術講演会講演概要集第1部，1985.9
- 5) 土井・山田・家村・伊津野・中西，土木学会第41回年次学術講演会講演概要集第1部，1986.11