

機械式強震計とデジタル強震計を用いた強震記録の 高振動数領域の精度に関する実験的研究

京大工学部 正員 後藤尚男 亀田弘行 杉戸真太
前田建設 正員○高森清人 京大大学院 学生員 鈴木 裕

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る。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。文献1) では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唱えられた。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の基本的特性を検討するとともに、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。入力振動は振動数 $f=2.0\sim30.0$ (Hz) の範囲で7種類設定した単弦波と、卓越振動数の異なる2種のランダム波であり、それぞれ最大加速度を様々に変え合計25成分とした。

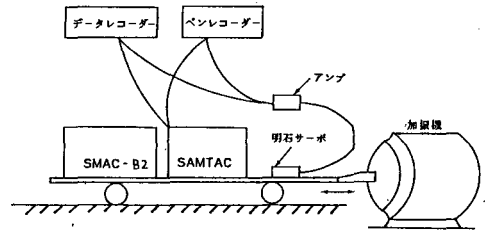


図1 実験装置概念図

3. 実験結果のまとめ 単弦波入力の場合においてSMAC, SANTACに記録された最大加速度 $A_{max}(gal)$ を求め、それらの比(SMAC/SANTAC)を振動数軸上に図示しSANTACを標準計器としたSMACの感度とする(図2)。データの不足している部分は明石サーボ(携帯式振動測定装置)で得られた記録で代用している。なお、振動数が1.0Hz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0.1Hz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がそのばらつきも小さくないことがわかる。

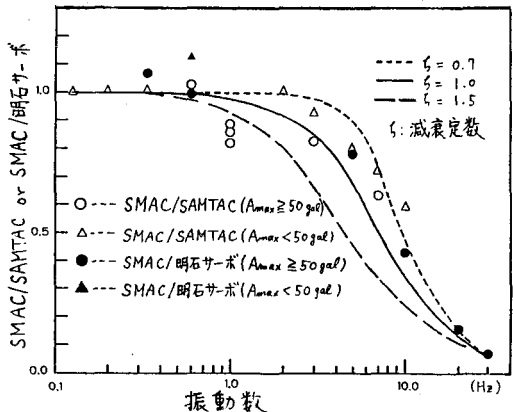


図2 SANTAC(明石サーボ)を標準計器としたSMACの感度と理論感度曲線

また図4に、長周期成分及び短周期成分が

Hisao GOTO, Hiroyuki KAMEDA, Masata SUGITO, Kiyoto TAKAMORI, Yutaka SUZUKI

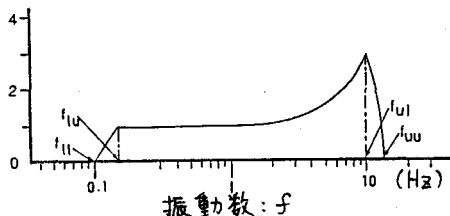


図3 SMAC-B2 補正フィルター

卓越するランダム波を対象として、補正フィルターの高域遮断振動数 f_{ul} (図3参照) と補正後の最大加速度との関係を示した。SAMTACの最大加速度との整合性で判断すれば、短周期成分の卓越する場合の方が f_{ul} の値を相対的に高くすることができる。

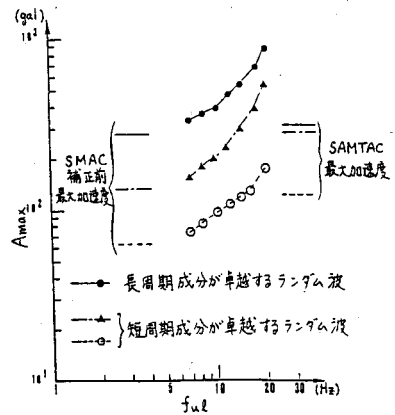


図4 最大加速度(A_{max})—高域遮断振動数(f_{ul})

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。

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 0.15 Hz 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 10.0 Hz, $F_{max} \times f_p \geq 400$ 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)

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。

表1 解析に用いた記録

No.	SITE	comp. system	peak accel. (cm/sec ²)	response time (sec)	A _{max} (gal)	C _{max} (gal)	F _{max} (gal/Hz)	spectrum shape	f _p (Hz)	f _{lu} (Hz)	f _{ul} (Hz)
1	茨 岡	EW	3	80	204	215	200	N-S	2.0	0.175	10.0
2	大船渡	NS	3	80	78	87	300	N-S	1.0	0.15	10.0
3	青 森	NS	3	140	208	258	400	L-F	(0.3)	0.1	12.0
4	新潟	S	4	100	24	24	40	L-F	(0.3)	0.175	10.0
5	八 戸	NS	2	120	232	264	250	F	(0.4)	0.15	10.0
6	秋 田	E	2	120	202	228	280	N-L-D	(0.4)	0.08	12.0
7	滝巻橋	EW	4	10	77	75	20	F	2.0	0.25	8.5
8	東京湾	EW	1	20	106	230	80	N-S	5.0	0.5	10.0
9	宮 古	E	1	80	110	178	150	N-S	5.0	0.25	14.0
10	鹿 島	NS	2	30	33	54	15	N-F	-	0.25	12.0

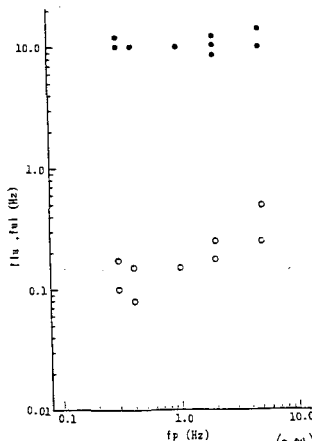


図5 f_p と f_{lu} , f_{ul} の関係 (● f_{lu} , ○ f_{ul})

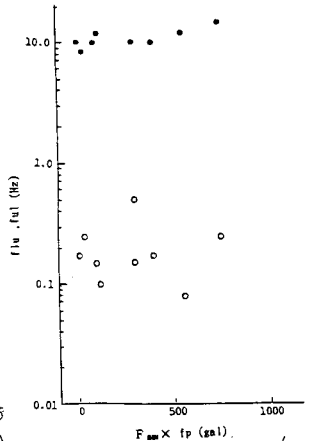


図6 $F_{max} \times f_p$ と f_{lu} , f_{ul} の関係 (● f_{lu} , ○ f_{ul})

参考文献1) 後藤・亀田・杉戸・今西, 土木学会論文集, No.277, 1978年9月