

建設省土木研究所 正員 田村 敬一

〃 〃 相沢 興

建設省関東技術事務所 〃 高橋 和之

1. はじめに

長周期地震動特性の解明を図るために、最近、気象庁一倍強震計記録の解析が数多く実施されているが、同強震計の記録精度について検討した事例は必ずしも多くない。そこで、本小文は、気象庁一倍強震計の加振実験を行い、計器補正フィルターの妥当性について検討するとともに、一倍強震計記録から数値微分して求めた加速度による加速度応答スペクトルの精度について検討した結果を報告するものである。

2. 実験の概要

加振実験に用いた気象庁一倍強震計は、52C型一倍強震計の水平1成分のみを記録できるようにしたものであり、その記録方向が加振方向と一致するように振動台上に固定した。また、一倍強震計の記録精度を検討するための基準となる振動台の変位および加速度は、それぞれ、差動トランス型変位計およびデジタル強震計を用いて記録することとした。加振実験に用いた入力記録は表1に示す8成分の気象庁一倍強震計記録である。一例として、盛岡記録の変位波形および加速度応答スペクトル（減衰定数5%）を、それぞれ、図1および図2に示す。

3. 計器補正および加速度の計算

記録の計器補正および加速度の計算は、振動数領域において変位記録に気象庁一倍強震計の特性を補正するためのフィルターをかけ、数値微分する方法を用いる²⁾。計器補正関数の一例を図3に示す。図中、 T_u および T_{ul} は、それぞれ、短周期側および長周期側の遮断周期であり、 T_u および T_{ul} は、それぞれ、 T_u および T_{ul} に対応する補正関数が0となる周期である。

4. 遮断周期が変位の精度に及ぼす影響

3.に示した手法により計器補正を行った変位について、その精度に及ぼす長周期側の遮断周

表1 加振実験の一覧

記録番号	記録名	気象庁一倍強震計記録 継続時間(秒)	データ回数	最大変位 ¹⁾ (cm)	最大加速度 ²⁾ (gal)	地震名
1	森	449.6	842	1.503	2.926	1968年十勝沖地震
2	鹿児島	448.8	874	0.915	2.842	1968年日向灘地震
3	仙台	441.6	877	1.644	3.203	1968年十勝沖地震
4	岡山	449.4	616	3.814	4.826	1968年日向灘地震
5	盛岡	474.2	649	2.703	3.851	1968年十勝沖地震
6	高知	419.9	558	4.724	4.263	1968年日向灘地震
7	根室	509.0	663	4.338	5.920	1968年十勝沖地震
8	剣山	479.1	896	5.684	5.666	1968年日向灘地震

1)差動トランス型変位計による。 2)デジタル強震計による。

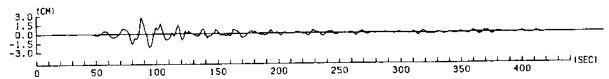


図1 変位波形の例（盛岡）

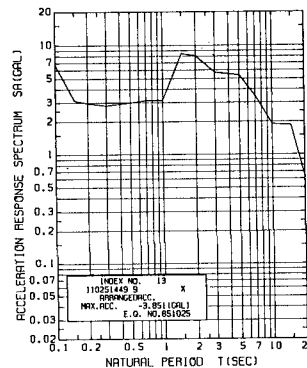


図2 加速度応答スペクトルの例（盛岡）

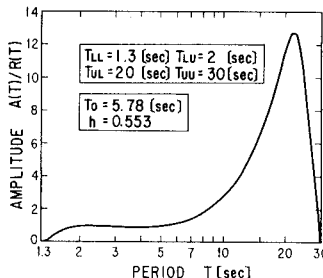
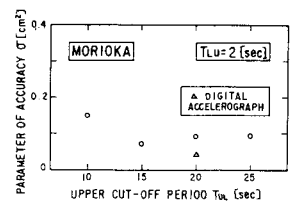
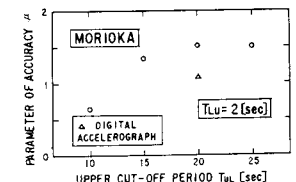


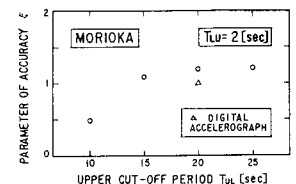
図3 気象庁一倍強震計の計器補正関数の例



(a) パラメータ T_u



(b) パラメータ T_{ul}



(c) パラメータ h

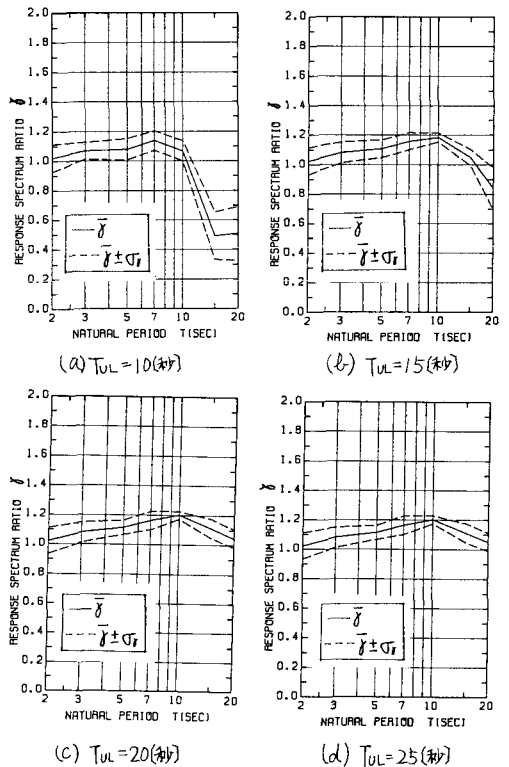
図4 T_{ul} と変位の精度の関係（盛岡）

期 T_L の影響について検討する。すなわち、いま、気象庁一倍強震計記録から求めた変位を $d(t)$ 、差動トランス型変位計で直接測定した振動台の変位を $D(t)$ とし、 $d(t)$ の精度を検討するために次の3種類のパラメータを定義する³⁾。

$$\sigma = \int_0^{T_d} |d(t) - D(t)|^2 dt / T_d \quad \mu = \int_0^{T_d} |d(t)| dt / \int_0^{T_d} |D(t)| dt$$

$$\xi = |d(t)|_{\max} / |D(t)|_{\max}$$

ここで、 T_d は $d(t)$ および $D(t)$ の継続時間である。また、上式から明らかなように、 $d(t)$ が $D(t)$ によく一致するほど、 σ は0に、 μ および ξ は1に、それぞれ近くなる。 T_L を10、15、20、25秒と変化させて上記の3種類のパラメータを求めた例として、盛岡記録の場合を図4に示す。ここで、 T_{0L} は、 T_L に応じて、15、20、30、35秒とし、また、 T_{0L} および T_{1L} は、それぞれ、2秒および1.3秒に固定した。 T_L と変位の精度との関係について、一般に、次の事項が指摘される。1) T_L を10秒とした場合には10秒以上の周期成分を評価できなため、計算された変位は実際の変位よりも小さくなり、従って、変位の精度は悪くなる。また、振動台の特性上、20秒程度以上の周期成分はあまり含まれていないため、 T_L を20秒以上としても変位の精度は向上しない。2) 本検討の範囲内では、 T_L を15秒程度にとる場合に変位の精度が最も良いと考えられる。ただし、図5 加速度応答スペクトル比の平均値および標準偏差



5. 加速度応答スペクトル値の精度の検討

気象庁一倍強震計記録から加速度を求め、それから計算した加速度応答スペクトル値(減衰定数5%)の精度について検討する。すなわち、いま、ある固有周期 T について、デジタル強震計記録から求めた加速度応答スペクトル値に対する気象庁一倍強震計記録から求めた応答スペクトル値の比を $\delta(T)$ とする。ここで、計算を行った固有周期の範囲は、2~20秒である。次に、 $\delta(T)$ の平均的な傾向を知るために、各遮断周期ごとに表1に示した8記録から求めた $\delta(T)$ の平均値 $\bar{\delta}(T)$ および標準偏差 $\sigma_{\delta}(T)$ を示すと、図5のようになる。図5より次の事項が指摘される。1) $T_L=10$ (秒)および $T_L=15$ (秒)の場合には、いずれも、固有周期10秒程度以下の領域において $\bar{\delta}(T)$ は1~1.2程度の値をとるが、それぞれ、固有周期が15秒および20秒になると $\bar{\delta}(T)$ の値は減少する。2) $T_L=20$ (秒)および $T_L=25$ (秒)の場合には、固有周期2~20秒の範囲において明確な差異は認められず、 $\bar{\delta}(T)$ は1~1.2程度の値をとる。

6. まとめ

4.および5.の検討結果を総合すると、現状では、気象庁一倍強震計記録の計器補正を行うための長周期側の遮断周期は20秒とすることが適当であると考えられる。また、その時の固有周期2~20秒の範囲における加速度応答スペクトル値(減衰定数5%)はデジタル強震計記録による応答スペクトル値の1~1.2倍程度の値をとる。

謝辞

本検討にあたっては、気象庁気象測器工場より気象庁一倍強震計をお借りするとともに、懇切なる御指導を賜った。末尾ながら、深く感謝の意を表する次第である。

参考文献

1) 篠泉, 片山恒雄: 気象庁1倍強震計による… 第18回地震工学研究発表会, 2) 土木学会: 屋外貯蔵タンクの… 昭和57年12月, 3) 建設省土木研究所: 高密度強震観測利用… 土木研究所資料, 第2019号