

I-435

加振実験による各種地震計の長周期(2~20秒)成分の記録精度の照査

京都大学大学院 学生員 岡市 明大

京都大学工学部 正員 山田 善一 野田 茂

1. まえがき 長周期構造物の設計地震力をより合理的に設定するためには、長周期帯域における地震動特性を解明することが必要不可欠である。地震計記録から多くの工学的情報を引き出す際には、記録精度に対する正しい認識がなくてはならない。本研究は、各種の地震計記録の2~20秒の長周期帯域における信頼性を、非常に高い精度をもつ油圧式の振動台を用いて行った加振実験の結果より検討するものである。具体的には、確かな信頼性がある差動トランス型変位計の測定値を真値とし、これと他の計器の記録とを目視によって、また、SN比、コヒーレンスや相互相関関数などの定量的な尺度によって比較する。

2. 加振実験の概要 同一振動台上に各種の計器を同時に設置し、実地震波の最大振幅をコントロールして加振した。加振方向は水平一方向とした。使用した振動台、対象とした計器と入力波は以下の通りである。

【振動台】 (財) 電力中央研究所所有の上下動・水平動連成振動台

【計器】 差動トランス型変位計、巻尺式変位計、気象庁1倍強震計JMA、サーボ型の高振動数用振動計AVL-25R、デジタル強震計SAMTAC-17E、SMAC-B2型強震計

【入力波】 長周期(10秒前後)波の卓越した日本海中部地震時の実測記録(JMA)のNS成分(八戸・森・室蘭・苫小牧)

各記録には、必要に応じて、計器補正などの各種の補正を施した。本研究では、2~20秒の周期帯域の波だけを抽出するために、チェビシェフ型の漸化式デジタルフィルターをかけた。

3. 各種地震計の記録精度の検討方法 まず、目視により、差動トランス型変位計の記録波形と他の計器の記録波形を変位・速度・加速度について各々比較した。一例として、森の変位波形(MOA0)をFig.1に示す。次に、最大振幅の比、エネルギーの比と差、正規化した相互相関関数、フーリエスペクトル、コヒーレンス、SN比などの定量的な判断基準を用いて検討した。このうち、コヒーレンスは非常に有益な尺度と考えられる。コヒーレンスの算定法は文献1)に従うとし、以下の点に留意した。なお、③と⑥は文献1)と異なる手続きをとった。

- ① 既往の理論的な方法ではコヒーレンスが常に1と求められてしまう。そこで、Parzenウィンドーを用いて、スペクトルの平滑化を行った。
- ② 各種地震計の記録波形に時間のずれがあると過小評価になるので、前もって相互相関関数の値が最大になる時間だけ波形をずらした。
- ③ 独立な波形でも、アンサンブル平均値は零にならないという問題にたいし、改良された算定法¹⁾を用いて処理した。

4. 考察 コヒーレンスの算定結果の一例をFig.2に示す。また、4種の計器による森の加速度記録のフーリエスペクトルをFig.3に示す。検討の結果、以下のようなことがわかった。

- (1) 振り切れの生じない範囲において、JMAは概して長周

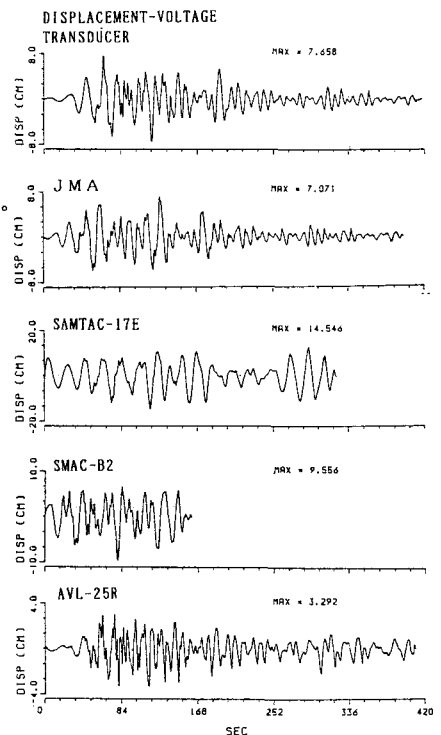


Fig.1 Typical example of displacement wave forms (MOA0)

期帯域まで波を良く再現している。コヒーレンスは5～20秒の範囲で0.8以上の値を示しており、かなり信頼度の高いことがわかる。5秒以下の帯域でフーリエスペクトルは、数値化などの誤差に伴うノイズのために、差動トランス型変位計のそれより過大になる傾向がある。総じて、JMAの記録は工学的価値の高いものといえる。しかし、振りきれた場合には、真の波の推定法が要求される。

- (2) SAMTAC-17Eの長周期帯域における記録精度はそれほど期待できない。加速度記録から求めた速度・変位波形は、差動トランス型変位計のそれに比べて平均的に1.7倍も過大になる。コヒーレンスが周期5.5秒ほどにおいて0.7～0.8であり、これ以上の長周期帯域では急激に減少していることなどから、信頼できる範囲は約5～6秒程度までと考えられる。なお、フーリエスペクトルは、10秒ほどより長周期帯域において、差動トランス型変位計のそれよりもかなり過大になる。
- (3) 土岐らによれば、SMAC-B2は、長周期帯域において、記録精度に問題があるはずである。確かにその傾向はあるが、SMACノイズをいくぶん取り去っているせいか、八戸の記録を除いてコヒーレンスの値が0.7以上とかなり良い結果が得られた。特に2～5秒の比較的短周期側では、コヒーレンスが0.9を越えており、かなりの一致度が見られる。一方、フーリエスペクトルは1秒前後において差動トランス型変位計のその0.7倍程度になっている。また、最大振幅は差動トランス型変位計のそれに比べて過大になっており、土岐らの提案した補正を実施する必要がある。
- (4) AVL-25Rは高振動数用(0.3Hz以上)の振動計である。従って、長周期帯域において、コヒーレンスや振幅などは過小に評価されるので、高精度を求めるには無理がある。

5. あとがき 本研究では、各種地震計記録の長周期帯域(2～20秒)における信頼度を定性的に論述するのではなく、定量的な判断基準を用いて評価した。今後、短周期帯域に対しても同様の検討を行う予定である。

謝 辞 実験の実施に際し、振動台は(財)電力中央研究所から、1倍強震計は(株)勝島製作所から、SMAC-B2型加速度計は京都大学工学部交通土木工学教室の路線施設講座から借用した。SMAC-B2型強震計の記録の数値化は通称SMAC-Readerと呼ばれる装置(東京大学地震研究所所有)を用いて行った。各位にお礼を申し上げる次第である。

【参考文献】 1) 川上英二・佐藤靖彦：構造工学論文集，Vol. 32A，pp. 749～762，1986年3月

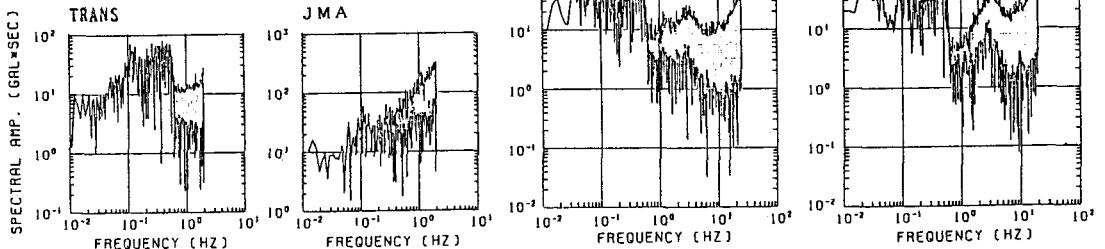


Fig. 3 Fourier spectrum (MOA0)

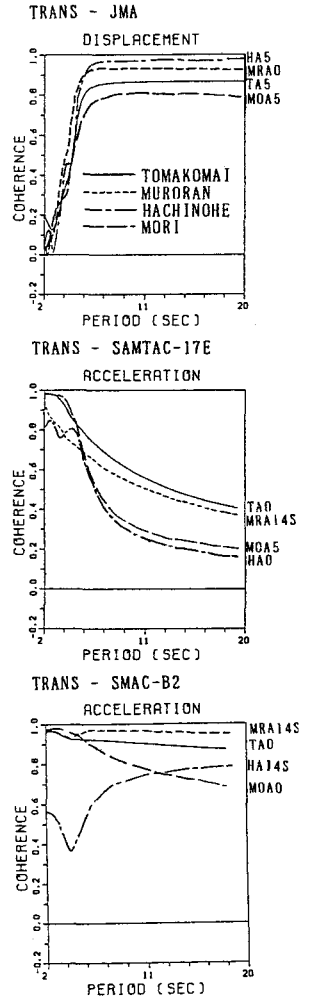


Fig. 2 Coherence function estimates