

SMAC強震記録における長周期成分の補正に関する研究

京都大学防災研究所 正員 土岐憲三 沢田純男
 京都大学大学院 学生員 ○杉山和久

1. 概説 構造物の大型化に伴ない長周期地震動の解析はますます重要となる。そこで本研究ではSMAC-B2強震記録の長周期成分の補正を目指す。SMAC記録の長周期成分に混入する誤差は、土岐・中瀬の研究¹⁾によればペン先と記録紙との摩擦と、振子がペンを引く際に介する連結バネのバネ定数不足との複合作用によると考えられている。つまり、SMAC強震計ではペンを引くバネがペン先の摩擦に対抗できないため基準線がシフトする現象が見られ、これが長周期成分での誤差となる。この誤差のフーリエスペクトルは、45°右下がりの直線となる。また、SMACを静止状態にしたまま記録系を駆動させた無加振実験の記録波形は、本来直線であるはずが最大1GAL程度動揺し、このフーリエスペクトルも45°右下がりの直線となる。従って、これらの誤差が混入した記録のフーリエスペクトルは、図-1のような概形を示す。この誤差（SMACノイズと呼ぶ）を補正するためには、フーリエスペクトル上で原記録よりこの誤差だけを引けばいいことになる。しかしながら、実際の記録からこのSMACノイズの大きさ（SMACノイズレベルと呼ぶ）を適正に決めるのは容易ではない。そこで本研究では、以下のような手順で検討を行い適正なSMACノイズレベルを求める手法の開発を行った。

2. SMACノイズレベルの設定 気象庁一倍強震計(JMA)の記録が、一般に周期5-15秒程度の範囲で信頼性が高いとされているので、まず同一都市内でJMA記録が得られているSMAC記録37成分について、両記録の変位応答スペクトルが周期5-10秒において合致するようにSMACノイズレベルを設定した。すなわち、予め0.5GAL毎に設定したSMACノイズレベルで補正を行い、その補正記録より変位応答スペクトルを計算しJMAより求めたそれと対比して周期5-10秒での残差の自乗和を求める。それらの中で最小となったものに対しその前後でさらに収束計算を行うことにより、SMACノイズレベルを求めた。ただし、JMA記録とSMAC記録は同一都市内とはいえ観測点は震央距離にして最大6km程の差がある。にもかかわらずこれを比較したのは、数秒以上の周期帯域においては地表面近くの地盤構成の影響を受ける度合いが低いため、観測点の違いによる差を無視しようと考えたからである。しかしながら、原記録のフーリエスペクトルの振幅に比べて、設定したSMACノイズレベルが明らかに大き過ぎるもの（例 図-2）や小さ過ぎるものは観測点の違いによる影響が大きいとして

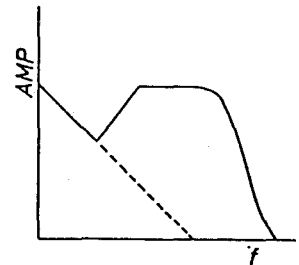
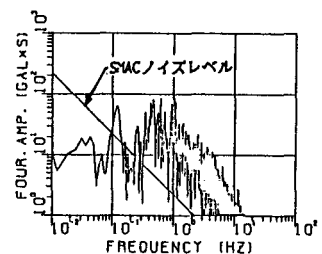


図-1 典型的なSMAC記録のフーリエスペクトル



日本海中部 (八戸) E-W

図-2 除外した記録のフーリエスペクトル

37成分のうち11成分を除外した。

3. SMAC記録の補正法の開発 適正なSMACノイズレベルが設定された26成分についてSMAC記録のみからこれを見いだすための検討を行った。これは、従来の研究でSMAC記録の補正の際考慮されていた卓越振動数や最大加速度などの記録の特性値及び今回新たに提案した次の3つの指標 1)周期30秒でのフーリエ振幅 2)周期0.2-5秒での平均フーリエ振幅 3)平滑化フーリエスペクトルの周期30秒以下での極小値、と、JMAとの対比により設定したSMACノイズレベルの相関を調べることにより行った。

この結果、従来よりの特性値はどれも余り良い相関は示さなかった(例 図-3)が、3つの新たな指標は比較的良い相関を示した。そこで、この中で最も良い相関を示した3)の平滑化スペクトルの極小値をとる方法をSMACノイズレベルを見いだす方法とした(図-4)。以下に補正の手順を示す。

- 1)原記録をフーリエ変換しフーリエスペクトル $F(\omega)$ を求める。
- 2)最小ウィンドウ幅0.024Hzの可変幅長方形パルスを用いて平滑化フーリエスペクトル $F_S(\omega)$ を求める。
- 3)周期30秒より短い領域で $F_S(\omega) \cdot \omega$ の最小値を求めこの値をSMACノイズレベル a とする。
- 4)SMACノイズ成分 $F_{SN} = a/\omega$ をフーリエスペクトル $F(\omega)$ から引く。
- 5)SMACノイズ成分を引いたフーリエスペクトルを逆フーリエ変換して補正波形を求める。

4. まとめ 長周期成分に混入する誤差の大きさを平滑化したフーリエスペクトルの極小値から定め、SMAC記録の補正法を提案した。この補正によりSMAC記録を周期10秒程度まではJMA記録と整合性を持つ信頼度の高い記録とすることが出来る。

謝辞 JMA記録及びSMAC記録を提供していただいた茨城大学井上涼介助教授、京都大学野田茂助手、建設省土木研究所、運輸省港湾技術研究所、並びに気象庁各気象台に謝意を表します。

参考文献 1)土岐憲三、中瀬仁：強震記録における長周期成分の信頼度に関する研究、京大耐震研究報告、No.86-1、1986年5月

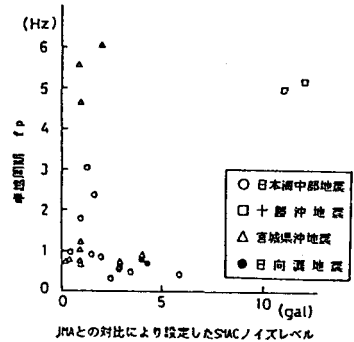


図-3 卓越周期 f_p との相関

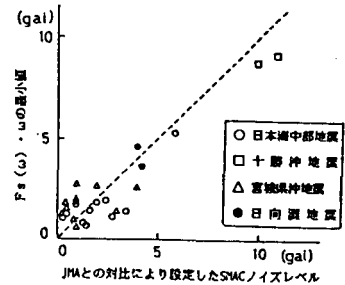


図-4 平滑化フーリエスペクトルの極小値との相関

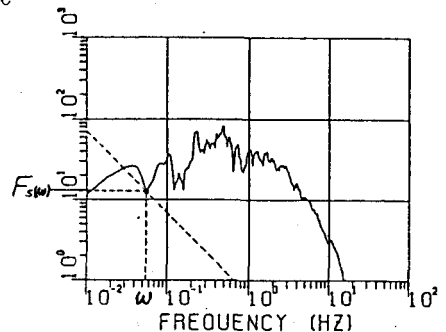


図-5 平滑化スペクトルの極小値をSMACノイズレベルとした例