

国鉄・鉄道技術研究所 正員 齊藤明夫

国鉄・鉄道技術研究所 正員 中村 豊

はじめに 我国では既に地震計が多数設置されているが、必ずしも同一の特性を持った地震計ばかりではないので、得られた最大加速度などの単純な比較や統計処理は行なえない。

ここでは最大加速度とその時の周期を用いて、異なる特性の地震計による最大加速度を推定する簡便な方法などについて述べる。

感度補正の簡便法 SMAC-B2の固有周期 T_n と減衰定数 h_n は、それぞれ0.14秒と1であり、これから計算される感度特性曲線を図-1に曲線(a)で示す。これによると、7Hzで1/2、10Hzで1/3の程度に感度が低下することとなる。

図-2は、これまでに新幹線沿線で得られたSMAC記録波形を、文献(1)による方法で $T_n=0.1$ 秒、 $h_n=0.7$ の地震計Sの出力に変換して最大加速度を求め、SMACアナログ記録から読み取った最大値と比較したものである。地震計Sは新幹線の制御用地震計に相当し、その感度特性は図-1の曲線(b)に示す通りである。図-2によると、地震計Sの最大加速度はSMAC-B2の1~2.2倍の範囲にある。地震計SとSMAC-B2の感度の比をとると、図-1の曲線(c)で示されるようにほぼ1~2.2倍の範囲にある。これから図-2に示された最大加速度の関係は2つの地震計の感度特性の比でほぼ説明出来るものと予想される。

一般に $T_n=T_i$ 、 $h_n=h_i$ の出力振幅 A_i は、入力が単一の正弦波振動の場合、地震計jの出力振幅 A_j を基に次のように表わせる。

$$A_i = K_{ij} \cdot A_j \quad (1)$$

$$K_{ij} = \frac{(1-2(1-2h_j^2)(T/T_j)^2 + (T/T_j)^4)^{0.5}}{(1-2(1-2h_i^2)(T/T_i)^2 + (T/T_i)^4)^{0.5}} \quad (2)$$

iをS、jをSMAC-B2とすると(2)式は次のようになる。

$$K_{ij} = (1 + (T/T_j)^2) / (1 + (T/T_i)^4)^{0.5} \quad (3)$$

図-1の曲線(c)はこれを図示したものである。SMAC-B2

による最大加速度を A_j とし、Tにはその時の周期をとって、Sによる最大加速度 A_i を(1)式で推定することを考える。(1)式を用いる感度補正の方法は波形すべてを数値化せずにすむ簡便なものであるが、その性質上、最大加速度を示す波形が正弦波に近い場合には正しい結果を与え、これに小振幅の短周期成分が重畳された場合にはかなりの誤差が生じるものと考えられる。

地盤上に設置されたSMAC-B2により観測された最大加速度の読み取り値に対する周期を、図-3に示すように定義して読み取り、(1)式によって最大値を補正した。図-4はこの簡便法による補正値と波形処理によって補正された最大加速度を比較したものである。

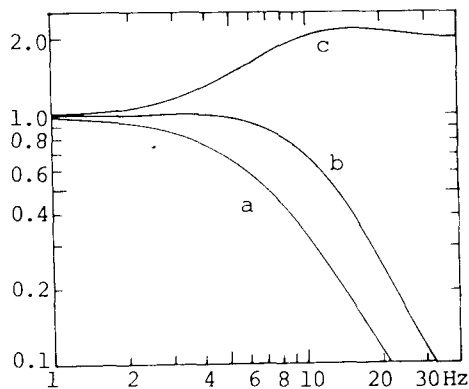
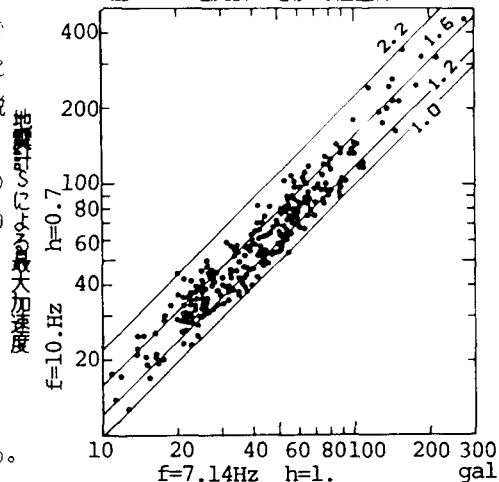


図-1. 地震計の感度特性曲線



SMAC-B2強震計による最大加速度
図-2. SMAC最大値と補正波形最大値

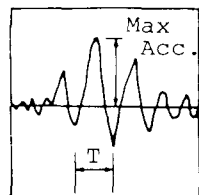


図-3. Tの定義

簡便法による補正の方がやや小さい傾向にあるが両者はほぼ一致しており、(1)式による簡便法が有効であることを示している。

最大加速度発生時の周期 SMAC-B2による最大値 A_j と波形処理によって求めた S の最大値 A_i の関係を観測点毎に示すと図-5のようになる。この図には、新幹線沿線の平塚、沼津及び岩淵の変電所における観測データを示している。これによると、比 (A_i/A_j) は地点によって異なるが、地点毎にはほぼ一定の値を持つことがわかる。前項で示したように、この比は最大値発生時の周期と強い相関があるので、最大値発生時の周期は地震によらず観測点によって定まった値をとるものと考えられる。観測点毎に周期の頻度分布をみると、例えば図-6のように比較的狭い周期範囲に集中することが多い。各観測点の周期を中央値で代表させると、平塚では0.45秒、沼津では0.25秒そして岩淵では0.72秒となる。これを(3)式に代入して K_{ij} を求め図-5中に直線で示しているが、これらの直線はそれぞれの観測点のデータとよく合致している。

図-7は沼津での観測波形の加速度応答スペクトルをいくつかの地震について示したものである。これによれば0.25秒付近の周期はいずれの地震でも卓越しており、また、沼津の表層地盤をP S検層結果に基づいてモデル化し、その増幅特性を計算した結果でも、この周期付近は最も卓越している。このように最大値付近の周期はその地点の表層地盤の卓越周期と強い関連を有しているものと思われる。

まとめ 以上、強震記録の最大加速度とその時の周期を基にして行なう最大加速度の感度補正の簡便法を述べるとともに、最大値発生時の周期が観測地点の卓越周期と強く関係していることを述べた。なお、ある程度以上の強震記録の最大加速度とその時の周期は強震観測推進連絡会議によってまとめられ、速報や年報として公表されている。

参考文献

(1) 中村 豊：地震計の特性を変換する一数值計算法、第34回土木学会年次学術講演会概要集Ⅰ、1979、10

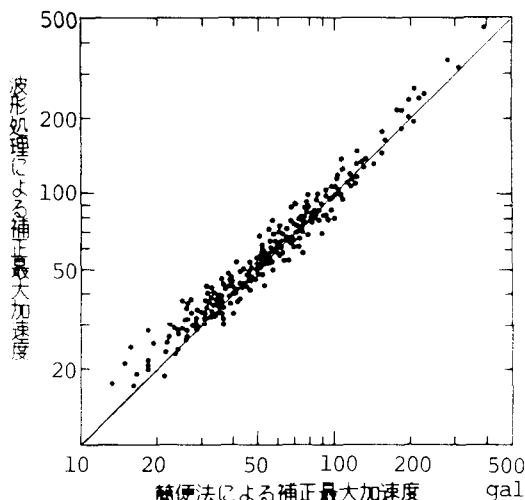


図-4. 簡便法と波形補正法の最大値比較

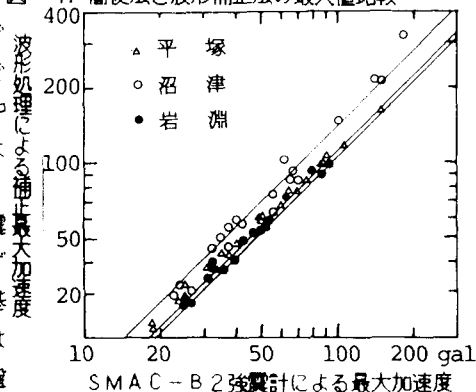


図-5. SMAC最大値と補正波形最大値

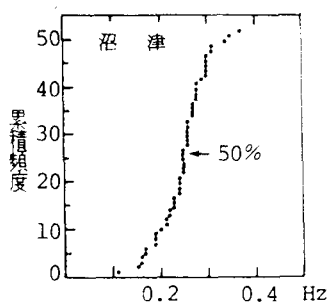


図-6. 最大値発生時周期の累積頻度分布

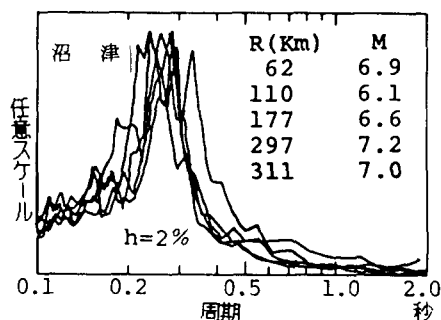


図-7. 加速度応答スペクトルの地震による相違