

回帰分析による地震波の解析

関西電力㈱ 総合技術研究所 正員 副田 悦生

関西電力㈱ 総合技術研究所 ○正員 笹川 清志

1. まえがき

関西電力株式会社総合技術研究所では、1981年より地震観測を開始し、1987年末までに35の地震記録を得た。観測された地震動のスペクトルを用い、マグニチュード、震源距離をパラメーターとした経験式の適用に関して考察を加えた。

2. 地震観測

観測は兵庫県尼崎市の研究所構内(図-1)に設置した地震観測システム(図-2)により行い、現在も継続している。

観測された地震の震央位置を図-3に、震源距離、マグニチュードの分布を図-4に示す。マグニチュード、震源位置は、気象庁地震月報によった。観測された地震のマグニチュードの範囲は2.2~7.0、震源距離の範囲は20~600kmである。図-5に波形の一例を示す。

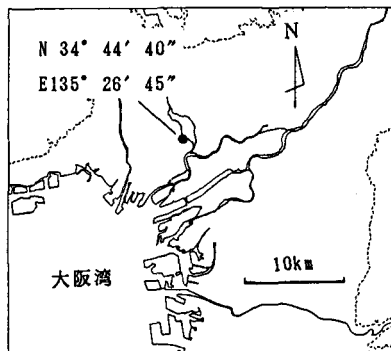


図-1 観測点位置

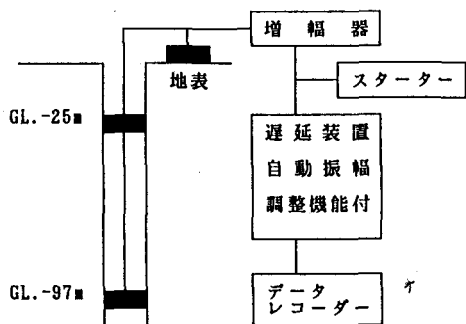


図-2 観測システム

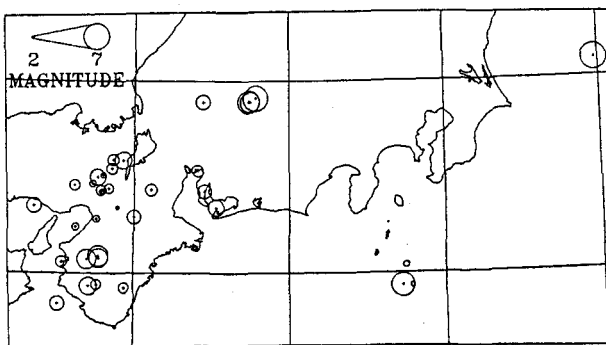


図-3 観測された地震の震央位置

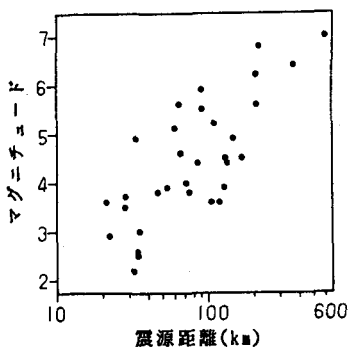


図-4 震源距離、マグニチュードの分布

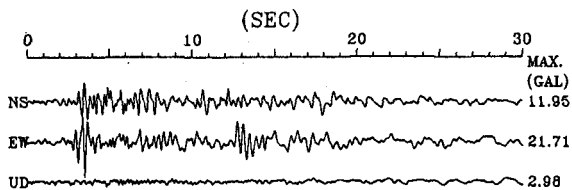


図-5 観測記録(加速度波形)例

1984 9/14 8:49

長野県西部地震(本震)の地表3成分

3. 回帰係数の算定

マグニチュード M 、震源距離 X (または震央距離 Δ) とスペクトル形状の関係式には武村¹⁾の方法を参考に次式を仮定し、観測データより回帰係数 a 、 b 、 c を求めた。

$$Y(f) = a(f)M + b(f)X + c(f) \quad (1)$$

ただし、 $Y(f) = \log_{10} (A(f) \cdot X / f^2)$

$Y(f)$ は実体波の幾何減衰分を補正した変位スペクトルの形状を与える。(1) 式は実体波の遠方近似に表層地盤の応答特性を加え、震源スペクトルの形状を一定と仮定して導かれている。遠方近似より回帰式への変形過程を考慮すると、各係数は以下の物理的な特性と関係するものと考えられる。

$a(f)$: 震源スペクトル特性、 $b(f)$: 伝播経路の減衰特性

$c(f)$: 表層地盤の応答特性

加速度スペクトル $A(f)$ には、地表観測点水平2成分のフーリエスペクトル自乗和の平方根を用いた。

4. 結果と考察

図-6 に示した回帰係数の計算結果では、 $b(f)$ は他の二つに比べて非常に小さく、観測波形のスペクトル形状は $a(f)$ 、 $c(f)$ でほぼ決定される結果となっている。図-7 に示すように、求められた回帰式によるスペクトルが観測値と比較的良好な対応を示すことから、当観測点におけるスペクトルは (1) 式に図-6 の回帰係数を代入することで予測しうるものと考えられる。

次に、この結果を他地点に適用しようとするれば、表層地盤の応答特性を明確にする必要がある。そこで、回帰分析に使用するデータのマグニチュードを変えて $c(f)$ を求めると図-8 のようになった。 $c(f)$ が表層地盤の応答特性のみに関わる係数ならば使用するデータによらず一定の形状となる。図-8 では、1Hz 以上の領域ではほぼ一定の傾向が見られる。1Hz 以下の領域でマグニチュードにより形状が変化するが、これはマグニチュードによる震源スペクトルの形状の違いや表面波の影響等によるものと考えられる。

5. 結語

当観測点および当観測点に類似の地盤構成の地点におけるスペクトルを予測する有効な回帰式を得た。巨大地震や他地点への適用およびやや長周期成分に関しては、今後のデータの蓄積を待ち回帰係数ならびに回帰式の改良を行っていく予定である。

最後に、本研究を遂行するに当たり、(株) 阪神コンサルタンツの皆様にご協力等御協力頂いた。ここに感謝いたします。

参考文献: ¹⁾ 武村雅之他; 建築学会論文報告集 第375号 1987年

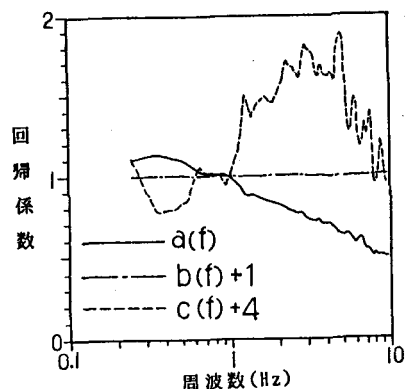


図-6 回帰係数計算結果

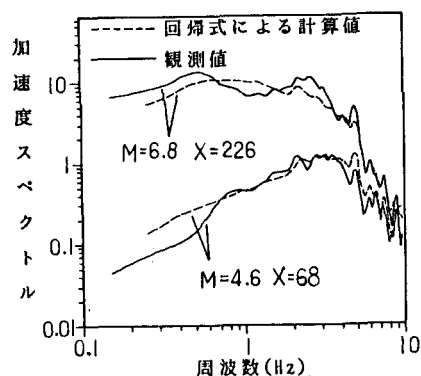


図-7 回帰式によるスペクトルと観測値の比較

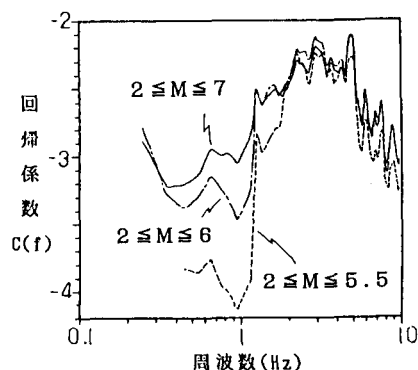


図-8 マグニチュードの範囲を変えて求めた回帰係数 $c(f)$