

(2) 現行指針で採用されている震源距離から地震動の最大速度を推定する金井の距離減衰式は地震動を過小評価しており、これを補うために福島断層距離による距離減衰式も使われるようになってきました。断層上の地震動および震源近傍や震央近傍での地震動の評価は未だ不確定ですが、現行指針の最大速度の距離減衰式を安全側に大幅改定して下さい。とくに、「大崎の方法」による震央域外縁距離 (NEAR) 内の最大速度の打ちきりは廃止して下さい。また、最新の強振動実測値を定量的に再現できる強振動予測法を開発し、採用して下さい。

(解説) 現在の指針では、震源距離から地震動の最大速度を推定する式として金井式が使われています。これは下図の曲線のように震源距離または震央距離に近いほど地震動の最大速度が大きくなるというものです。しかし、最近の地震学界では、震源となった活断層(震源断層)からの距離で地震動を表すほうがより正しく地震動を評価できるとされています。つまり、震源断層に近ければ、震源から遠くても地震動が大きくなるのです。これは現実のデータによく合っているとされています。

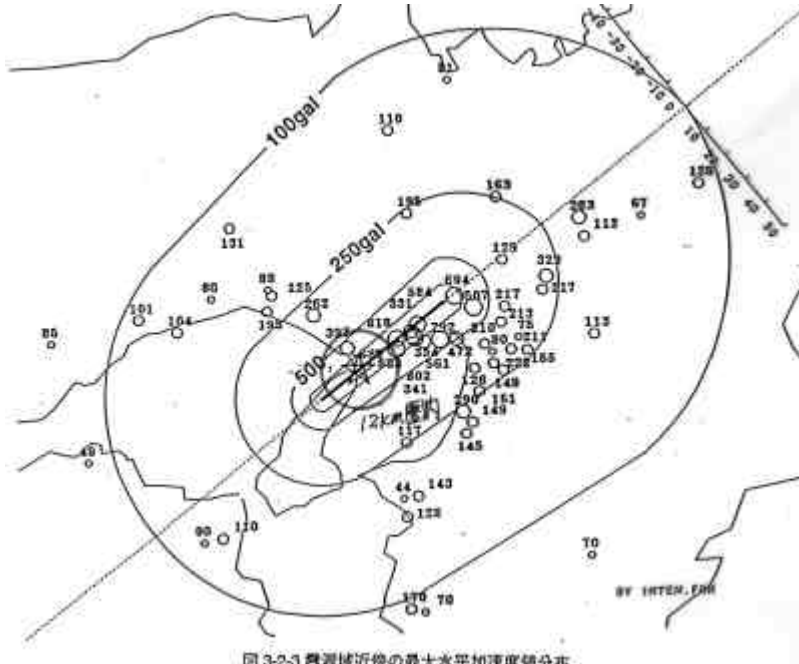


図 3-2-3 震源域近傍の最大水平加速度値分布

左図のように兵庫県南部地震では地下の震源断層からの距離が短いほど地震動が強くなっていることがわかります。現行指針によれば、震央を中心同心円状に地震動の強さが評価され、実際のデータから大きくずれます。また、M7.2の兵庫県南部地震の場合には「震央域外縁距離」が12kmとなり、左図のこの圏内では地震動は一定値にカットされていますが、実際には震源に近いほど地震動は強まっています。(神戸の地層の特徴によって震度の激震のあった「震災の帯」は震源断層から少し南側へずれています)

(社)地盤工学会阪神大地震調査委員会、阪神・淡路大震災報告書(1996年10月)

しかし、震源および震源断層近くの地震動については観測データが少ないため、まだ不明な点が多いのです。ところが、現行指針では、「震央域外縁距離内では最大速度が一定になる」との仮定を根拠もなく設定し、右図のように震央距離が震央域外縁距離 (NEAR) 内であれば地震動の最大速度は一定になるとして、最大速度をカットしています。そのため、震源域では地震動が大きく過小評価されているのです。

実は、強い地震動を記録できる強震計は、1948年の福井地震を契機に開発され、設置され始めたところです。兵庫県南部地震の際に、神戸で震源近傍における強振動記録が日本で初めて得られました。これを機に観測網がより強化されましたが、まだまだ強震データは少ないのが実状です。震源や震源断層近くの強震動は地震の規模だけでは決まらず、断層運動の形式(断層破壊の始点、終点など)、破壊の伝播方向、断層面上のすべり分布、地下構造などが複雑に関係します。不明な点が多いからこそ、地震動を過小評価することなく安全側に予測できる強震動予測手法の開発が求められるのです。

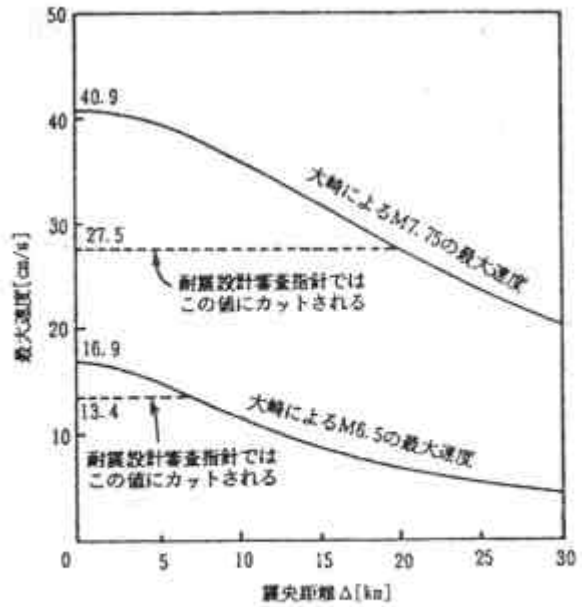


図 E. 耐震設計審査指針による最大速度のカット

(3) 設計用応答スペクトルは「大崎の方法」によっていますが、兵庫県南部地震のデータによれば、長周期側では明らかに過小評価になっています。短周期側でも、断層モデルのパラメータ設定にも依存しますが、断層モデルより大幅な過小評価になっています。近距離地震における応答スペクトルを大幅に改定してください。

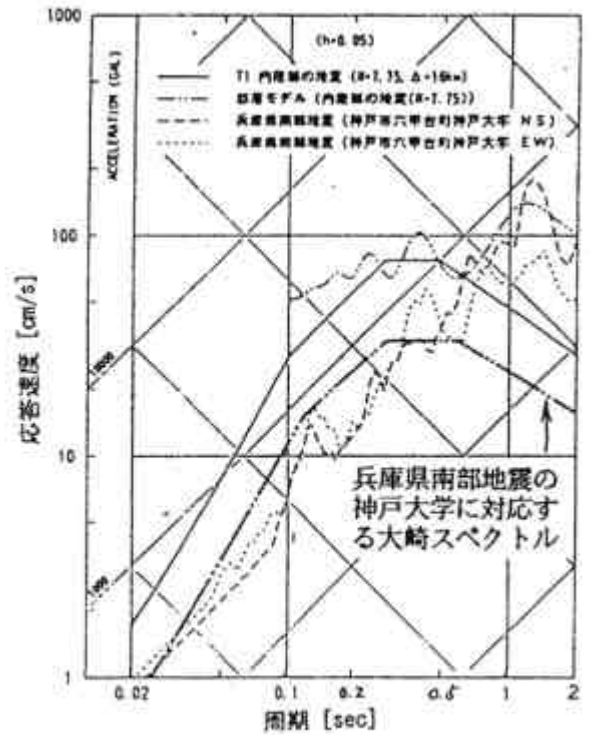
(解説) 応答スペクトルとは、施設に固有の揺れ方を表すためのものです。たとえば、50階建ての高層ビルはユッサユッサとゆっくり揺れますが、低い家は小刻みに速く揺れます。原発のような固いガッシリした建物はビリビリ震動します。このような建物の揺れ方の特徴を「固有周期」という1回揺れるのにかかる時間で表します。高層ビルは固有周期が数秒と長いのですが、原発では0.1~0.5秒と極めて短いのです。

地震の波には様々な周期の波が含まれており、遠い地震では長周期の地震波が強く、直下地震では短周期の地震波が強くなる傾向があります。

建物の固有周期と地震の強い波の周期が一致すると建物は激しく揺れて、壊れます。つまり、原発は短周期成分の強い直下地震に弱いのです。

そこで、施設の固有周期を横軸にとり、縦軸に地震による施設の揺れの大きさを表した図が「応答スペクトル」と呼ばれるものです。

右の図がその一例で、原発の耐震設計では大崎スペクトルが用いられています。この図で明らかなように、大崎スペクトルは兵庫県南部地震の観測地震波に基づく応答スペクトルとは一致しません。長周期領域で地震動が過小評価されています。原発で一番問題になる短周期領域では、今日でもデータが少なく、不確かな点が多いのですが、断層モデルと呼ばれる別の方法で解析した値と比べるとかなり過小評価になっています。この応答スペクトルに基づいて耐震設計を行うため、これが過小評価されていると、耐震設計が甘くなるのです。



図A. 神戸大学での地震動の応答スペクトル

(4) 応答スペクトルに合うように合成される模擬地震波として、現行指針のように広い周期範囲でフィッティングさせるだけでなく、卓越周期が短周期側および長周期側に偏った模擬地震波をも生成し、耐震性を評価して下さい。

(解説) 耐震設計では応答スペクトルに合うように模擬地震波を生成し、それを構造モデルに適用して地震による揺れの大きさを推定しています。この模擬地震波の作り方が短周期領域で弱ければ、原発の耐震設計は緩くなります。ですから、原発にとって厳しめに模擬地震波を作るには短周期側で応答スペクトルによく合う地震波を生成する必要があります。実際には周期の広い範囲で応答スペクトルに合うように地震波が作られ、また、長周期側の応答スペクトルが大きい値になるため、どうしても短周期側に甘い模擬地震波が生成されがちです。

この欠陥を補うには、短周期側に厳しい模擬地震波を作

