

電源開発株式会社	正員	有賀 義明
(株) 開発計算センター	正員	浅賀 裕之
東京工業大学	正員	大町 達夫

1 はじめに 将来に向けて地球全体の調和ある発展を実現して行くためには、人口問題、食糧問題、地球環境問題等、さまざまな課題の克服が迫られている。そして、電力エネルギーの分野では、クリーンな自然エネルギーである水力エネルギーの開発に関する国際的な技術協力が、非常に重要になっている。このような背景から、海外の新規電源プロジェクトに係る耐震設計に役立てるために、国際技術協力の場での活用を主目的とした地震危険度解析プログラムの整備を行った。それに関連して、確率論的手法に基づく地震危険度解析により地震動加速度の期待値を推定する際に、解析条件の一つである評価対象半径の設定が結果にどのような影響を及ぼすかについて検討した。

2 検討方法 世界の代表的な地震地帯の中から評価対象地点として、San Francisco(北緯 37.00°、西経122.00°)、Erzincan(トルコ国;北緯 39.70°、東経 39.55°)、Tokyo(北緯 35.68°、東経139.76°)の3地点を選定し、評価対象半径を50km, 100km, 200km, 300km, 400km, 500km, 600km, 1000kmと変化させて統計確率解析により各地点の最大加速度を推定した。任意の再来周期に対する最大加速度を推定する際の確率分布関数は、Gumbel(1958)の極値統計理論の第3漸近分布を適用して計算した。距離減衰式は、Oliveiraの式(1974)、McGuireの式(1974)、Esteve & Rosenbluethの式(1963)、Katayamaの式(1975)および道路橋示方書(第1種地盤)の式(1990)を使用した。歴史地震データは、NOAAの地震データファイルから、1900年から1987年までの期間の地震記録を抽出して解析を行った。Tokyo地点に関しては、地震データの違いによる影響を検討するために、気象庁の地震データを用いた比較解析も行った。

3 検討結果 San Francisco, Erzincan, Tokyoの各地点に関して、NOAAの地震データに基づき、評価対象半径を変化させて再来周期 200年に対する最大加速度の期待値を算出した結果を図-1～図-3に示す。Tokyo地点に関しては、気象庁の地震データを用いて解析した結果を図-4に示す。これらの図より以下のことが理解できる。① San Francisco地点に関しては、評価対象半径を変化させても、最大加速度の期待値はあまり変化しない。② Erzincan地点に関しては、評価対象半径が変わると、加速度期待値が大きく変動するが、評価対象半径が概ね 500km以上になると加速度期待値はほぼ安定するようになる。③ Tokyo地点に関しても、評価対象半径が狭い場合、加速度期待値はかなり変動するが、評価対象半径が概ね 400km以上になると加速度期待値はほぼ安定する。④ Tokyo地点に関して気象庁の地震データを用いた場合は、評価対象半径が概ね 300km以上になると加速度期待値はほぼ安定するようになる。

評価対象半径の設定が最大加速度の期待値にどのように影響するかを、もう少し細かく理解するために、San Francisco 地点とErzincan地点に関して、McGuireの式で評価した時の確率分布関数の一例を、それぞれ図-5、図-6に示す。San Francisco地点に関しては、評価対象半径を100kmにした場合でも解析の際に抽出された地震データは多いことが図-5より分かる。そのため、評価対象半径を100kmにした場合でも、500kmにした場合でも、解析結果に大きな差が出ていないものと考えられる。一方、Erzincan地点に関しては、評価対象半径を100kmにした時は、解析対象となった地震データが非常に少なくなっていることが図-6より分かる。このように、サイト近傍での歴史地震のデータが少ない地点については、評価対象半径を狭くすると、解析対象となる地震データが少なくなるため、解析結果が評価対象半径を広くした場合と比較して大きく異なってくるものと考えられる。

4 考察 確率論的手法により地震危険度解析を実施する場合、地震動加速度の推定結果は、評価対象半径の設定に応じて、非常に大きく変動することがある。評価対象半径を狭く設定したことにより解析対象となる地震の数が少なくなるような場合、例えば、サイト近傍での歴史地震データが少ないような場合は、解析上の誤差は大きくなる可能性がある。評価対象半径をどのように設定すべきかについては、歴史地震データの多少による地点依存性が強いと考えられるが、一般的には評価対象半径を500 km程度に設定しておくことが望ましいものと考えられる。

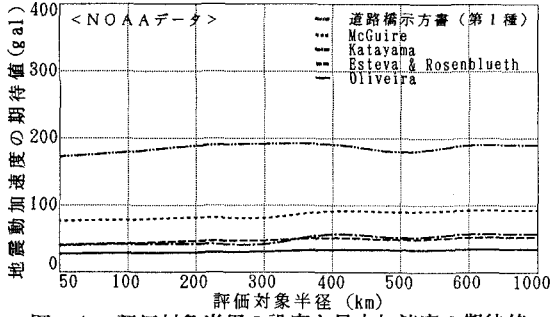


図-1 評価対象半径の設定と最大加速度の期待値
(San Francisco, 再来周期 200年)

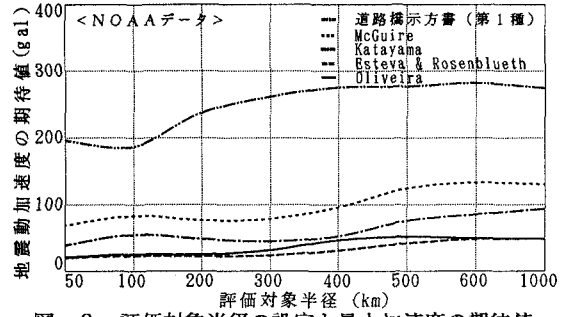


図-3 評価対象半径の設定と最大加速度の期待値
(Tokyo, 再来周期 200年)

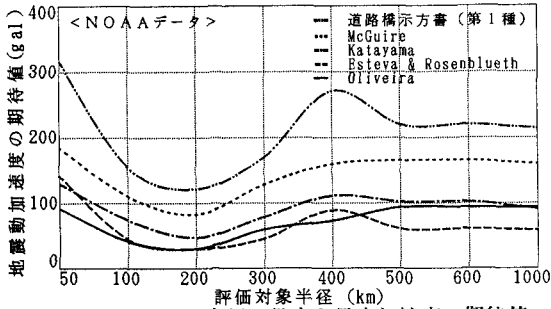


図-2 評価対象半径の設定と最大加速度の期待値
(Erzincan, 再来周期 200年)

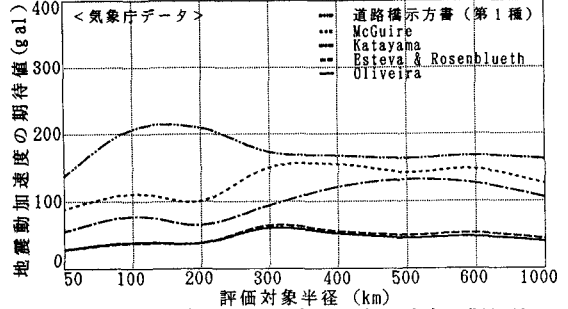
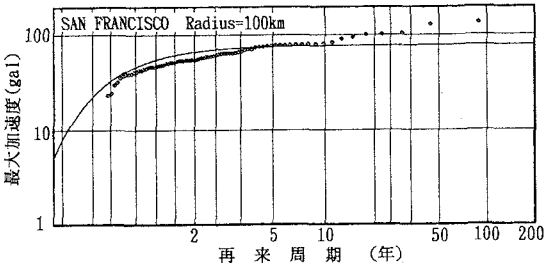
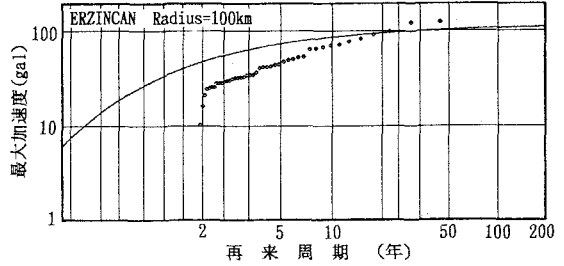


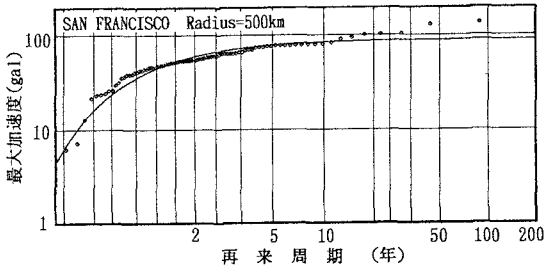
図-4 評価対象半径の設定と最大加速度の期待値
(Tokyo, 再来周期 200年)



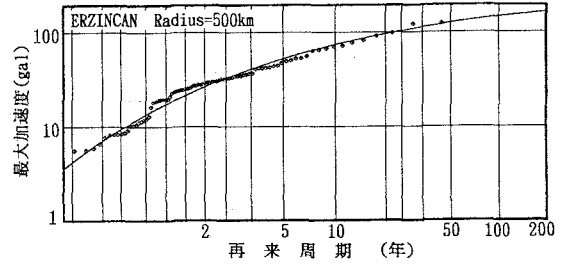
(1) 評価対象半径：100km



(1) 評価対象半径：100km



(2) 評価対象半径：500km



(2) 評価対象半径：500km

図-5 San Francisco 地点の確率分布関数の例
(McGuireの式、NOAA地震データ)

図-6 Erzincan地点の確率分布関数の例
(McGuireの式、NOAA地震データ)

【参考文献】1) 日本建築学会：地震動と地盤、p63, 1983 2) 日本道路協会：道路橋示方書・同解説Ⅴ耐震設計編、1990 3) E. J. グンベル：極値統計学、生産技術センター新社 4) 戸松征夫：地震危険度解析システムの利用、西松建設技報 VOL. 11, p47～57, 1988. 6