

西松建設株式会社 正会員 戸松 征夫

1. はじめに

ある地点の地震危険度を知ることが、土木や建築の構造物を計画・設計・施工する上でどのような価値があるであろうか。筆者は地震危険度解析グラフィックシステムの開発^{1), 2)}およびその後の期間を通じて二十数件の応用事例に関与したので、ここにそれらの事例の傾向をまとめ、地震危険度解析の応用上の可能性や問題点を分析する。

注目地点に関する地震危険度解析の応用事例を図1のように9項目に分類し説明する。ただし、分類は実際の事例に基づいているため、応用の範囲が不十分であったりウエイトの置き方が偏っていることもあると思われる。今後補足いただければ幸いである。

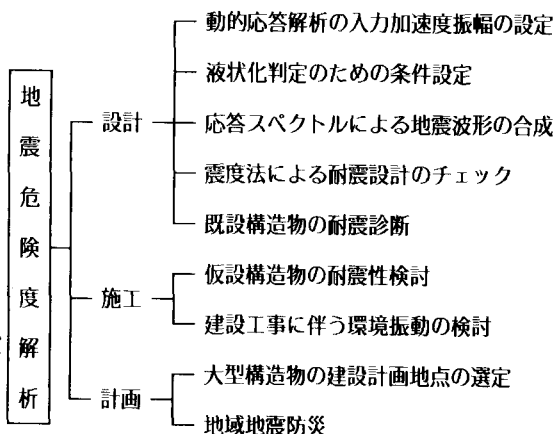


図1 地震危険度解析応用事例の分類

2. 地震危険度解析の各種応用

1) 動的応答解析の入力加速度振幅の設定 地震危険度を解析して動的応答解析の入力加速度振幅を設定することは、大型橋梁を初めとして火力発電所、大型タンク、大型ダム、上水道施設などで行われてきた。浄水場タンクの設計事例では、地震危険度解析により地震基盤面で加速度期待値を求め、そこでの地震波形を地表層の地質を考慮して地表面での波形に変換し、これを入力波形としてプログラムFLUSH などを使い動的応答解析を行った。このような解析手法は動的応答解析の標準的手法になってきており、このために地震危険度解析が利用される機会も多い。

2) 液状化判定のための条件設定 液状化の判定には種々の手法が利用されているが、その中に地表面の最大加速度や地中の最大加速度分布を入力する手法がある。Seed-Idriss の方法や土木学会の簡易判定法はそれであり、ここで地震危険度解析が有効に適用できる。解析手順は基本的に(1)と同じであり、詳しく報告したものに文献(3)がある。このような液状化検討が必要となるケースは、構造物が比較的重要で地盤が液状化しそうな場合に生じ、特に、発電施設や化学プラントを埋立地に建設する場合には液状化検討が欠くべからざる項目になってきている。

3) 応答スペクトルによる地震波形の合成 地震危険度解析システムの機能²⁾を使うと応答スペクトルを算出することができる。そこで、大崎スペクトルを算出して、原子力発電施設の耐震解析を行うため模擬地震波形を合成したことがある。その時は、注目地点周辺で起こった地震群による平均的なスペクトルよりも最大のスペクトルを与える特定の地震に着目し、そのスペクトル分布を模擬地震波形作成ルーチンに引渡した。地震危険度解析と模擬地震波形作成を一貫処理にすれば使い易いシステムができることが予想される。

4) 震度法による耐震設計のチェック 耐震設計を基準等により行う場合に、ほとんどの構造物は震度法あるいは修正震度法により設計されている。これらの設計法は、ある場所に構造物を作ったときに受ける地震外力を個別に評価して決めているわけではない。そこで、設計に用いる地震外力が今までに起こった地震に対して安全性が確保されているか、今後どの程度の地震にみまわれる確率があるか、これらが施主にとって興味ある情報となる。この目的で地震危険度を調べた例が件数では最も多い。例えば、火力発電所の放水路やごみ焼却炉の設計に当地地震危険度を解析して、その地域が地震活動の低い地域であったため、震度法の地震外力で十分であることを確認したことがある。

5)既設構造物の耐震診断 既設構造物が想定される地震に対して安全かどうか、どれくらいの強さの地震動まで耐えられるかなどを判定する問題であり、地震危険度解析により建設以来どんな地震にみまわれてきたか、今後どれくらいの強さの地震が想定されるかを知ることができる。例えば、構造物を建設した当時の設計基準がゆるく、かつ構造物が老朽化して部材の強度も低下したケースがあったが、現行の設計基準に適合しないため、基準による判断よりも地震危険度解析による判断が診断のポイントとなった。

6)仮設構造物の耐震性検討 構造物は建設中にも強震に見舞われる可能性がある。建設期間が短い場合にはその確率は低い、ダムや橋梁などの10年近くの期間を要する工事ではその確率が高くなる可能性がある。また、構造物の水平耐力が完成後に比べて著しく低いものや建設中の構造物の重要度が高いものでは、建設中の地震に十分な注意を払うことが必要となる。しかし、短い期間の期待値を期間の短さに比例して減らすと危険度は小さくなってしまいうのでそれが妥当かどうか、まだ研究は始まったところである。

7)建設工事に伴う環境振動の検討 地震危険度解析がこのような場合にも利用できるという例を紹介する。山腹に巨岩があり、岩を落とすことなくその山腹に道路トンネルを通す工事で発破を使用できるかどうかの問題である。そこで、この巨岩がどれくらいの地震動に耐えてきたかを地震危険度解析を用いて推定した。地震と発破振動とで振動周期に違いがあるため、解析結果を巨岩の発破振動に対する安全性の下限と判断して利用した。

8)大型構造物の建設計画地点の選定 ダムとか発電所、石油備蓄施設などの大型構造物を計画する場合に地点選定の上で地震危険度解析を利用することがある。日本の陸上では地震外力の大きさに5倍近くの差があるため、候補地点の中から地震外力の小さな地点を選べば、耐震工事費用を抑えることが基本的に可能となる。例えば、同じ九州でも宮崎と福岡を候補地点にすると地震外力の大きさが3倍近く違うので、耐震性能を同じにするなら構造物に持たせる許容せん断応力も異なる。

9)地域地震防災 1つの都市あるいは県程度の限られた地域を対象として地震危険度の分布を求め、震害予測や防災計画などの基礎資料とする。地域全体で危険度分布を求めることが一般的であるが、地域の中の代表地点に注目して危険度解析を行った例があるのであえて項目に加えた。すなわち、震源域からほぼ等距離とみなし得る地域では、基盤面で地震危険度はどこも変わらないので、地域内のマイクロゾーニングは主に地表層に依存すると考えることができ、代表地点で地震危険度を解析する方法を有効に利用できる。

3. おわりに

注目地点に関する地震危険度解析の応用範囲は多岐にわたり、今後も地震危険度解析システムは計画・設計・施工上で有効に利用される可能性が高い。また、耐震設計のより合理的な方法論を実務に取入れてゆく視点からも、地震危険度解析を積極的に行うことに意味があると判断される。しかし、地震危険度解析の方法は確立されたものでなく次の問題点がある。

- ①地震発生データの質の良否とその結果への影響の程度があいまいである
- ②使用する距離減衰式の適不適とその結果への影響の程度があいまいである
- ③解析を行う上で耐用年数と非超過確率の指定が必要だが、その設計上の定義がはっきりしていない
- ④解析条件によっては結果が現行の設計法の設計震度などと相入れないものになる場合がある

これらの問題点を頭に置いて利用し、ケースバイケースの判断を下すことが望まれる。また、注目地点の危険度が日本全国の危険度分布と整合性を持つか⁴⁾を対比しながら、上記問題点の意味を日本全国スケールで研究することが重要であると考えられる。

<参考文献> 1)戸松征夫・片山恒雄：土木学会第39回年次学術講演会概要、第I部、859-860、1984。

2)戸松征夫・片山恒雄：東京大学生産技術研究所報告、Vol.32, No.1, 1986。

3)戸松征夫・斉藤正忠：西松建設技報、Vol.9, 35-41, 1986。

4)戸松征夫：日本地震工学シンポジウム、第7回、73-78, 1986。