

確率論手法に基づく地震荷重の推定法

豊橋技術科学大学 正会員 栗林 栄一
 豊橋技術科学大学 正会員 由井 洋三
 豊橋技術科学大学 学生員 ○廣瀬 進

1. まえがき

土木技術の発達により、橋梁構造物も長大化しつつあるが、従来の地震荷重では、長大構造物への適用が困難となっている。このため、確率論的手法により、地震荷重の期待値を推定することがおこなわれてきているが、的確に地震荷重を提案するには至っていない。また、施工期間のように比較的短期間に対する地震荷重は従来から不明確であったため、これを明確にさせる必要がある。そこで、本研究では、比較的短期間を対象として用いられる地震荷重を確率モデルとして提案し、架設中の吊橋に適用し、復旧コストの期待値を求めた。

2. 地震荷重の推定

地震荷重は、図-1に示すフローで推定を行う。この推定法は、面震源モデルを用いるもので、地震データをもとに決定されたGutenberg-Richter式（以下、G-R 式と記す）から、サイトにおける地動強度を推定するものである¹⁾。距離減衰式のばらつき²⁾と地震発生をポアソン過程に仮定することで、この地動強度は確率量としても扱われる。この地震荷重の推定法を明石海峡に適用してみた。この場合、地震データとして宇津カタログ³⁾及び気象庁カタログ⁴⁾に記録されている1885年から1984年までの100年間のデータを用いた。マグニチュード6以上の地震の震源分布状況と、マグニチュード5以上の地震の単位面積当り発生率をもとに4つのサブゾーンを設定した。また、地盤条件は、1種地盤とした。G-R 式は、Truncated G-R 式を用いた。このG-R式のパラメータである起こり得る最大マグニチュードについては、各サブゾーン毎に過去の最大マグニチュード（理科年表の被害地震年代表中の最大値）を用いるものとした。G-R 式は、マグニチュード5以上のデータによって推定したが、外挿により、マグニチュード0～5の範囲にも適用した⁵⁾。水平方向の加速度応答スペクトルの距離減衰式を用いれば、明石海峡における加速度応答スペクトルの大きさと発生頻度の関係は、図-2(a)のようになる。また、距離減衰式のばらつきを考慮すれば、図-2(a)の関係は、距離減衰特性の平均値を示し、このまわりに変動係数約50%の対数正規分布をしているとみなすことができる。さらに、図-2(a)に示す関係を発生頻度によって区分すれば、図-2

(b)に示すように応答スペクトル曲線が求まる。図-2(b)も平均値を示すもので、この平均値のまわりに変動係数約50%の対数正規分布をしている。すなわち、これは地震が発生した場合のばらつきを示す条件付き確率であり、応答スペクトル曲線の生起確率は、各発生頻度区分にポアソン過程を適用することにより求まる。このようにして、地震荷重の確率モデルが決定される。

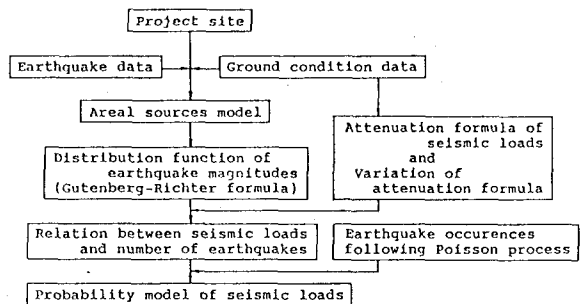


図-1 地震荷重の推定フロー

3. 適用例

この地震荷重を明石海峡に建設が予定されている明石海峡大橋（吊橋）に適用して、その建設コストの割増し（すなわち、復旧コスト）の期待値を計算してみた。なお、この場合の主な条件は、次のとおりである。①架設期間を大きく5つに分ける（約1/3年毎となる）。②破壊は作用力が降伏点を超える事象とする。③復旧は現状復旧とし、復旧費は架設費と同額とするが、施工のしやすい先端部は低減を行う。④補剛トラスの架設期間のみに注目する。以上の条件により、補剛トラスの架設時における復旧コストの期待値は、無事故で補剛トラスが建設される場合のコストに対し約5.5%となる。

4. あとがき

地震発生確率や距離減衰式のばらつきを安全率の指標とした地震荷重が提案されてきているが、この安全率の指標があまり明確でないため、地震荷重を確率量として扱うことも必要となる。特に、従来から、地震荷重が明確でない短期間の場合については、非常に問題になり、ここで述べたような地震荷重の確率モデルも有効な手段の一つであろう。

〈参考文献〉

- 1) C. A. Cornell: Engineering Seismic Risk Analysis, BSSA, vol. 58, No. 5, 1968.
- 2) 川島、相沢、高橋：最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式、土研報告、第166号、1985.
- 3) 宇津：1885-1925年の日本の地震活動、震研彙報、vol. 54, 1979.
- 4) 気象庁：地震月報及び地震月報別冊(1926-1984年)。
- 5) 栗林、由井、廣瀬：構造物の施工期間中の地震動強度期待値の推定、土木学会第41回年次学術講演会概要、1986.

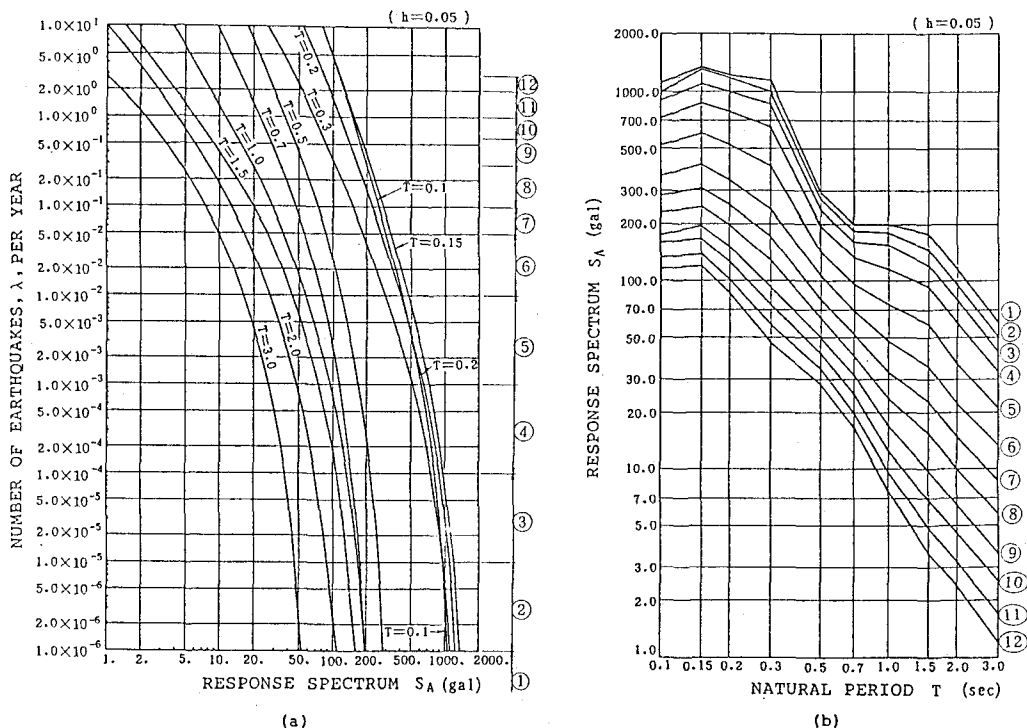


図-2 明石海峡における地震荷重