

I-48

地震地域を想定した任意地点の確率加速度推定システムについて

北海道開発コンサルタント(株)	正員 畑 一洋
北海道開発局開発土木研究所	正員 佐藤 昌志
北海道開発局開発土木研究所	正員 岩淵 武
北海道開発局留萌開発建設部	正員 吉田 紘一

1. はじめに

北海道は日本でも有数の地震多発地帯である。特に北海道の南海沖からカムチャツカまで延びる千島・カムチャツカ海溝は地震活動の活発な海溝で、そこにもぐり込んでいく太平洋プレートが、北海道に大きな地震を発生させている要因と推察されている¹⁾。また北海道南西沖地震以来、北海道の日本海側にもうひとつの地震を引き起こすプレートの存在がクローズアップされているほか、全国に広く分布する活断層が北海道においても数多く存在しておりその活断層による直下型地震等、北海道は様々な種類の地震が起る地震地帯であると考えられている。

近年、北海道では平成5年に釧路沖地震(M7.8)、北海道南西沖地震(M7.8)に続き、平成6年10月には根室東方沖約180km、震源の深さ30kmで北海道東方沖地震(M8.1)の地震が発生している。これは、過去の地震発生頻度から考えて、非常にまれなことであるが、北海道は規模の大きな地震の発生頻度が比較的高い地域であると思われることから、地震により生活環境に大きな被害が起る割合も高いと考えられる。事実、近年発生した地震により公共土木構造物に被害が発生している。今後は設計に関してより合理的に耐震設計することが要求されている。そのためには建設予定地点とその周辺で予想される地震動の強度を正しく予測することが基本的な条件となる。

しかしながら地震動の特性は、地震の規模、地盤条件、震央距離等の諸条件が複雑に組み合わさることで変化すると考えられることから、解析的に適性な予測を行うことが困難である。

そこで開発土木研究所では、これまで収録した強震記録と、気象庁震度階を用いて、地震動を統計分析した。本論文は、統計学を用いた確率手法による地震動の強度を予測する「地震地域を想定した任意地点の確率加速度推定システム」について報告するものである。

2. システム概要

この確率加速度推定システムは、あらかじめ登録してある情報より統計分析した結果を用いて、北海道内の調査対象とする任意地点に対して、その対象周辺に有感地震を発生させると考えられる地震地域を想定し任意地点の確率年数別の有感振動レベル、実測確率加速度(gal)、及び最大確率加速度(gal、I種～III種地盤種別)の推定値を算出するシステムである。(図-1)

本システムから推測される各推定値の基本となる情報には「観測都市情報」、「既設橋情報」、「地震情報」、「加速度情報」、及び「距離減衰式情報」等がある。以下にこれら各情報の登録内容を示す。

「観測都市情報」には北海道の気象台観測地である市町名、観測地点の緯度・経度、及びUTM座標系番号等が、「既設橋情報」には北海道開発局(道路部門)が強震記録計を設置した既設橋の名称と設置位置の緯度・経度等が、「地震情報」には北海道の有感地震となった発生地震の発生日時分、震央位置、マグニチュード、及び北海道震度階等が、「加速度情報」には観測できた強震記録と観測点の既設橋名称、記録年月日時分、実測加速度値等が、「距離減衰式情報」には道路橋示方書V耐震設計編に掲載されてい

Estimation system of probability acceleration at a certain place supposed with earthquake area
By Kazuhiro HATA, Masashi SATO, Takeshi IWABUCHI, Kouichi YOSHIDA

る水平成分最大地震動の地盤種別毎の距離減衰式²⁾等が情報として登録されている。

なお開発土木研究所構造研究室では地震発生率を求めるにあたり、便宜上、新たに揺れの大きさを表わす『有感振動レベル』を定義しているが、おおむね気象庁の日本震度階に準拠しているもので震度階を実数化した値と定めている。



図-1 確率加速度推定システム

3. 解析手法

本システムの解析手法は、「都市別の有感振動レベルと確率年数の解析」、「都市別の有感振動レベルと加速度の解析」、及び「任意地点の確率別地震情報の推定解析」の3解析から構成される。

「都市別の有感振動レベルと確率年数の解析」（以下「解析①」と呼ぶ）は、地震情報より想定地震地域内に含まれる実地震を対象に、都市別有感振動レベル1以上を示す地震回数を都市・有感振動レベル別に累計し、地震情報年数で除算して都市・有感振動レベル別の発生確率年数を算出する。

「都市別の有感振動レベルと加速度の解析」（以下「解析②」と呼ぶ）は、地震情報の実地震より想定地震地域内に含まれる地震を対象に、都市別の有感振動レベルが1以上を示す地震の発生年月日時分と同一な年月日時分を、加速度情報の中の既設橋別記録年月日時分から検索し、同一時期の地震を都市・有感振動レベル別の実測加速度として設定する。また、同地震の震央位置と観測都市の間の震央距離を算出し、この値とマグニチュードを用いて距離減衰式情報の算出式に登録したのち、有感振動レベル別に地盤種別（Ⅰ種～Ⅲ種）毎の最大加速度を算出する。

「任意地点の確率別地震情報の推定解析」は、解析①・②の結果から都市別の有感振動レベル、実測加速度及び最大加速度を利用して、観測都市別から既設橋別に換算を行い、確率年数を考慮した有感振動レベル、実測確率加速度及び最大確率加速度（Ⅰ種～Ⅲ種地盤別）を算出し推定値とする。

4. システム機能

設計技術者が実測確率加速度等を推定するために必要とされる機能は、『想定地震地域設定』、『有感振動レベル解析』、『コンター作図条件』、及び『任意地点の確率加速度等の推定』である。

4.1 想定地震地域設定機能

設計技術者は公共土木構造物の建物予定地に地震動の影響を与える地震地域を矩形範囲として想定し、その影響範囲の左下・右上地点を緯度・経度を用いて度分秒形式として登録を行う必要がある。（図-2）

本システムは統計処理を用いた確率手法を採用していることから、想定地震地域の範囲はこの推定解析に大きく左右されると推察される。このことから地震動の影響範囲を選定する場合は地域特性を考慮し有史に逆上って範囲を想定する必要があると考えられる。

4. 2 有感振動レベル解析機能

有感振動レベル解析機能では、『3. 解析手法』に述べた手法のうち「都市別の有感振動レベルと確率年数の解析」と「都市別の有感振動レベルと加速度の解析」の両解析を取り入れている。従ってこの本機能を用いることによって観測都市及び確率年数別の有感振動レベル、実測加速度及び最大加速度を算出することが可能となる。(図-3)

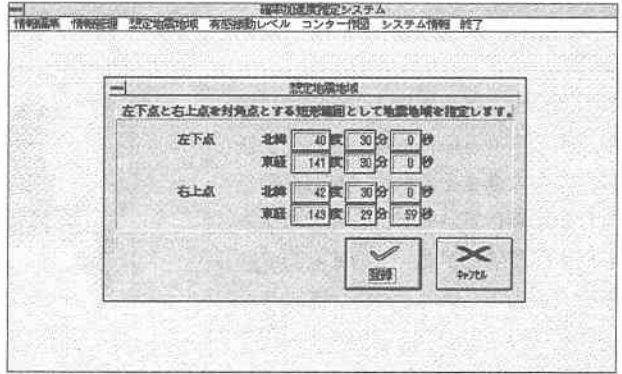


図-2 想定地震地域の設定画面

4. 3 コンター作図条件機能

前解析の『有感振動レベル解析』機能によって算出された観測都市・確率年数別の有感振動レベル及び実測・最大加速度の各値を、画面上に表示された北海道地図上に等高線(コンター線)として作図する機能である。

本機能は「陸地条件」、「緯度・経度条件」、「観測都市名条件」、「コンター条件」から構成され、その条件内容を記述する。(図-4)

「陸地条件」は北海道、東北地方、及び利尻島等の陸地輪郭線の表示有無と表示色彩が、「緯度・経度条件」は北海道・東北地方の緯度・経度線(度刻み)の表示有無と表示色彩が、「観測都市条件」は気象台観測値の都市名の表示有無、表示色彩、表示字体、及び文字サイズが、「コンター条件」は有感振動レベル及び実測・最大加速度のコンター線表示の有無、レベル値等の表示の有無、コンターの表示色彩、表示字体、文字サイズ、確率年数、及び実測または地盤種別等の種類が、条件として画面上から登録され、この条件に合わせたコンター図を画面上に表示することが可能となる。

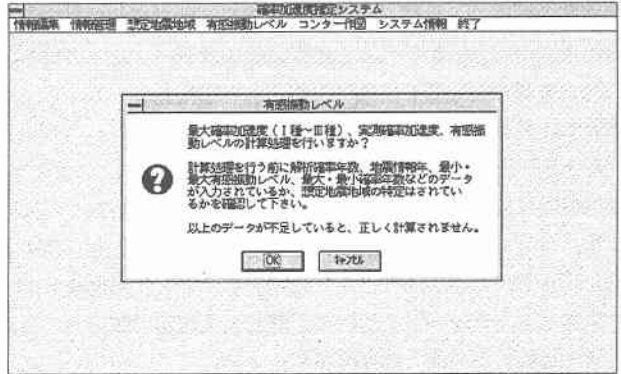


図-3 有感振動レベル解析画面

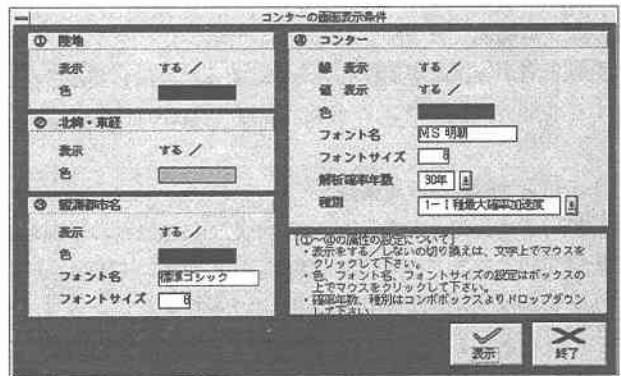


図-4 コンター作図条件画面

4. 4 任意地点の確率加速度の推定機能

「コンター作図条件」により選定された条件により画面上に北海道輪郭線と地震加速度のコンター線を重ね合わせた表示が作図される。この北海道上で任意点を選択すると『3. 解析手法』の「任意地点の確率別地震情報の推定解析」の手法を用いて、任意地点の確率年数別有感振動レベル、実測確率加速度、及び最大確率加速度の推定値を画面上の隅に表示することができる。(図-5)

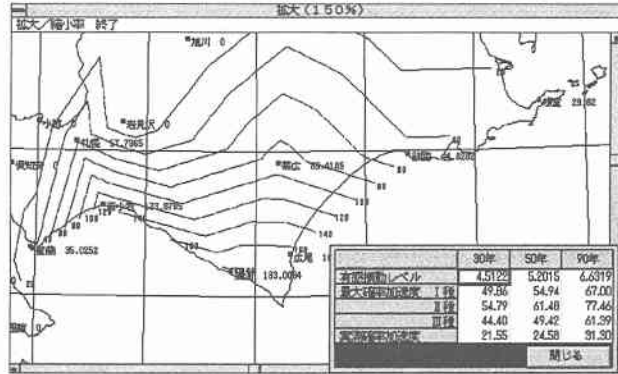


図-5 任意地点の確率加速度の推定画面

5. 結論

本論文は、気象庁の日本震度階に準拠した有感振動レベルと、北海道開発局（道路部門）で強震記録計を設置して収集してきた既往の実測加速度の記録値と、気象庁の日本震度階に準拠した有感振動レベル、及び最大加速度距離減衰式の体系等の関連性を考察するために考案されたシステムについて述べたものである。

この結果、算出される任意地点の確率年数別有感振動レベル、実測確率加速度、及び最大確率加速度の推定値は、北海道地域の特性を加味した耐震設計の指標とすることが可能になると考えられるが、この推定値は情報の件数、想定地震地域の範囲、及び実測加速度記録等に大きく左右されることから、今後も引き続き情報の追加・更新を行い、統計学的に精度の高い確率となるように手法の検討を加えていく必要があると考えられる。

6. あとがき

北海道の地域性を加味した実測加速度に基づく「地震地域を想定した任意地点の確率加速度推定システム」について報告した。今後は、想定地震地域に左右されない北海道の地域特性を考慮した任意地点の有感振動レベルと実測確率加速度の解析手法の検討と、有感振動レベルと実測加速度の相関について研究を行っていきたいと考えている。

<参考文献>

- 1) 島村英紀・森谷武男：北海道の地震
- 2) 社団法人日本道路協会：道路橋示方書・同解説 V耐震設計編、平成2年2月
- 3) 建設省土木研究所・川島一彦・相沢興・高橋和之：最大地震動及び地震応答スペクトルの距離減衰式、土木研究所報告第166号、昭和60年9月
- 4) 建設省地震防災部・振動研究室：最大地震動および地震応答スペクトルの推定法－（その7）地震動加速度の継続時間の推定法－、土木研究所資料第2118号、昭和59年3月
- 5) 北海道開発局 開発土木研究所 構造部 構造研究室：平成6年北海道東方沖地震（速報）、平成6年11月30日