

I-602

北海道における確率手法に基づく最大加速度推定について

北海道開発局開発土木研究所 正員 島田 武
 北海道開発局開発土木研究所 正員 西 弘明
 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

1. はじめに

平成6年10月4日22時23分頃、北海道の根室東方沖合い約180km（北緯43度22分、東経147度40分）で震源の深さ30km、マグニチュード(M)8.1の地震が発生した。気象庁はこの地震を「平成6年(1994年)北海道東方沖地震」と命名された。これで北海道は1993年の釧路沖地震(M7.8)、北海道南西沖地震(M7.8)に続き北海道東方沖地震(M8.1)と2年間に三度もM8クラスの地震を体験した事になる。北海道は、地震多発地帯であり地震の頻度は高い地域ではあるが、この三地震の連続発生はたぐい希なる確率である。本文では、以前より情報収集を行ってきた地震情報及び実測加速度を用いて、北海道における地震の発生確率と最大加速度の推定の解析について報告するものである。

2. 解析手法

北海道開発局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す『有感振動レベル』を定義し、地震の発生確率を求めた。有感振動レベルの定義は、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考えてもよい。解析手法は、室蘭、釧路、札幌、浦河、広尾の五地点の気象台観測地別に地震情報年数68年間(1926年～1993年)に対し、震度を有感振動レベルに置き換え、有感振動レベル1以上を示す地震回数を累計した。これを有感振動レベルの地震回数で除算して、有感振動レベル別の確率年数を算出し有感振動レベルと確率年数の相関図を作成した。ここで便宜上、最大値は有感振動レベルで7、確率年数で100年とした。次に各観測地域に強震計を設置している既橋は表-1に示すとおりとし加速度を記録した地震の震央、マグニチュード、実測加速度、観測地別有感振動レベルから、式-1に示す距離減衰式¹⁾を用いて算出したI～III種地盤加速度、実測値と有感振動レベルの相関図を作成した。

式-1 最大加速度の距離減衰式(M:マグニチュード、Δ:震央距離(km))

$$a_{\max}^H = \begin{cases} 987.4 \times 10^{0.218M} & (\text{I種地盤}) \\ 232.5 \times 10^{0.313M} & (\text{II種地盤}) \\ 403.8 \times 10^{0.265M} & (\text{III種地盤}) \end{cases} \times (\Delta+30)^{-1.218}$$

表-1 観測地点別設置橋梁名

観測地点	橋梁名
室蘭	白鳥大橋
釧路	大栗毛橋、釧路踏線橋
札幌	新石狩大橋、石狩河口橋、札幌IC高架橋、札幌大橋
浦河	幌満橋
広尾	広尾橋

3. 解析結果

(1) 北海道における地震の発生確率

確率年数と有感振動レベルの相関図より確率年数30年、50年、100年の有感振動レベルを求め、その結果を表-2に示した。

表-2より、30年、50年確率では、釧路、浦河、広尾が、札幌、室蘭に比べ有感振動レベルが高い結果を得ている。このことから浦河沖、釧路沖で多発する中規模地震が北海道における地震全ての中でその比重が大きいこと、釧路で有感振動レベル6を記録した釧路沖地震、北海道東方沖地震は正にたぐい希なる確率であることが分かる。

表-2 30年、50年、100年確率で起こりうる有感振動レベル

観測地点	確率年数	有感振動レベル
室蘭	30年	4.63
	50年	5.31
	70.4年	6.00
釧路	30年	5.33
	50年	5.68
	68.0年	6.00
札幌	30年	4.57
	50年	5.26
	71.2年	6.00
浦河	30年	5.38
	50年	5.71
	68.0年	6.00
広尾	30年	5.38
	50年	5.84
	56.8年	6.00

（2）北海道における地震の最大加速度

表－3に有感振動レベルを用いて算出した予想最大加速度の実測値とⅠ～Ⅲ種地盤について求められた推定線形方程式を示す。方程式の変数は、最大加速度が y 、予想有感振動レベルを x と定義する。

Ⅰ～Ⅲ種地盤加速度、実測値と有感振動レベルの相関図より確率年数30年、50年、及び有感振動レベル6の最大加速度を求め、その結果を表－4に示した。

北海道地域の地盤種別がⅡ～Ⅲ種地盤と推定されていることから、実測とⅡ種地盤の最大加速度についての相関（表－4）を分析してみると、室蘭が0.6倍、釧路が2倍、札幌が0.5倍、浦河が3倍、広尾が0.3倍程度の差異が生じている。これは実測データが少ないこと、地盤毎で最大加速度が大きく異なること、及び統計上加速度の小さい小規模地震のデータが多いことに起因すると考えられるが、推定には地域性を加味する必要があると推察される。

表－3 観測地点別有感振動レベルによる
最大加速度推定線形方程式

観測地点	実 測 値	Ⅰ 種 地 盤
室 蘭	$y = 46.99x - 57.18$	$y = 14.92x + 1.84$
釧 路	$y = 28.52x - 60.06$	$y = 42.70x - 73.20$
札幌	$y = 48.18x - 71.93$	$y = 9.72x + 21.29$
浦 河	$y = 19.19x - 48.51$	$y = 33.80x - 29.73$
広 尾	$y = 187.47x - 426.87$	$y = 24.12x + 13.43$
観測地点	Ⅱ 種 地 盤	Ⅲ 種 地 盤
室 蘭	$y = 24.28x - 15.87$	$y = 16.54x - 6.04$
釧 路	$y = 59.43x - 126.45$	$y = 43.11x - 84.39$
札幌	$y = 12.43x + 26.08$	$y = 9.38x + 19.85$
浦 河	$y = 47.45x - 85.91$	$y = 34.64x - 50.06$
広 尾	$y = 42.31x - 40.21$	$y = 27.96x - 10.96$

表－4 30年、50年、100年確率で
起こりうる各最大加速度

観測地点	確率年数	最大加速度 (gal)		
		実 測	Ⅰ 種 地 盤	Ⅱ 種 地 盤
室 蘭	30年	160.42	70.96	96.55
	50年	192.38	81.11	113.07
	100年	271.81	106.34	154.11
釧 路	30年	91.98	154.42	190.35
	50年	101.96	169.37	211.16
	100年	139.62	225.74	289.62
札幌	30年	148.26	65.76	82.89
	50年	181.51	72.47	91.47
	100年	265.35	89.40	113.10
浦 河	30年	54.74	152.15	169.39
	50年	61.08	163.31	185.05
	100年	85.84	206.92	246.27
広 尾	30年	581.72	143.20	187.42
	50年	667.95	154.29	206.88
	100年	885.42	182.27	255.96

4. 結 論

本文では、気象庁震度階と既往の加速度距離減衰式、及び北海道開発局（建設道路部門）でこれまで収集した加速度記録の相関を見い出そうと試みたものである。

この結果、震度階、地盤種別を考慮した既往の加速度推定式さらに実測値に明確な相関を得ることはできなかった。これはデータのかたより、数に起因するものと考えられるが、地域性を含んだ実測値が加速度推定に大きな支配要因となることから、実測値と確率加速度を総合評価し、耐震設計の指標とすることも可能と考えられる。なお、確率最大加速度は想定地震地域により異なるので、これについては今後、検討を加えていく必要がある。

5. あとがき

北海道における地震の予想最大加速度の推定線形方程式と、確率年数による実測とⅠ～Ⅲ種地盤最大加速度の比較について報告した。今後は、想定地震地域及び北海道における地震波の伝搬と観測地域特性について地質条件等を含めた調査研究を行っていきたい。

《参考文献》

- 1) 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
- 2) 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