

北海道の地域特性を考慮した経験的關係式の検討 (最大速度～計測震度, 最大速度～SI 値)

土木研究所 寒地土木研究所 ○正員 佐藤 京
土木研究所 寒地土木研究所 正員 西 弘明
土木研究所 寒地土木研究所 正員 石川博之

1. はじめに

筆者らは北海道の地域特性を考慮した地震減災技術に関する研究を実施している。これまで、地震後の早期地震被害推定に必要な表層地盤の増幅特性¹⁾や、耐震設計に用いる標準加速度応答スペクトル²⁾に関する研究を行っている。本検討では、北海道における地震被害推定の精度向上を目的に、北海道で観測されたデータを用いて、最大速度と計測震度、および最大速度と SI 値に関する経験的關係式の構築を実施した。

2. 検討に用いた地震動データ

本検討では、北海道における防災科学技術研究所の強震観測網 (K-NET) および、北海道開発局の地震情報伝達システム (WISE) における地震動データを使用した。K-NET は 1996 年 5 月から 2007 年 10 月までに観測された 15,112 データを、WISE は 1967 年 7 月～2007 年 5 月までに観測

表 1 検討に用いた地震動データの最大値分布

PGV cm/s	データ 個数	PGV cm/s	データ 個数	PGV cm/s	データ 個数
0-5	24,592	20-25	12	40-45	1
5-10	260	25-30	17	45-50	1
10-15	68	30-35	8	50-	7
15-20	37	35-40	2	-	-

された 9,893 データを使用した。表 1 に検討に用いた地震動データの最大値分布を示す。最大速度が 5cm/s 未満の小さいデータが多数を占めるが、20cm/s 以上となるデータも 48 データある。

3. 最大速度～計測震度との経験的關係式

(1) 既往の経験的關係式：翠川他³⁾は、日本国内で観測された地震動データ (215 組) を用いて最大速度と計測震度との経験的關係式を構築してい

$$I = 2.54 + 1.82 \log PGV \pm 0.19 \quad (1)$$

$$I = 2.68 + 1.72 \log PGV \pm 0.21 \quad (2)$$

る。式(1), (2)に経験的關係式を示す。I は計測震度で、PGV は地表最大速度(cm/s)である。式(1)は計測震度の範囲が 0～7 であり、式(2)は計測震度の範囲が 4～7 である。(1)式は計測震度を広範囲にカバーしているが、低震度データの影響が強く、低震度の推定精度が高震度の推定精度より高くなっている可能性がある。

(2) 経験的關係式の検討：対象とする地震動データから、最大速度と計測震度を算出し、回帰分析から経験的關係式を算出する。計測震度は気象庁の算定式を使用した。最大速度は、速度波形を加速度波形から数値積分により算出し、水平 2 方向の合成波形の最大値とした。回帰式は翠川他と同様に $I = a + b \log PGV \pm \sigma$ とした。

表 2 に地盤種別毎の回帰係数を示す。地盤種別による回帰係数の差異は小さく有意ではないことがわかる。図 1(a) に地盤種別を分類しない場合の最大速度と計測震度との関係を示す。本検討においても翠川他の検討結果と同様に、回帰係数は低震度データの影響を大きく受けており、高震度領域は回帰直線とデータとの差が大きくなっている。そのため、地震危険度評価や地震被害想定ではこの回帰式を用いた場合、計測震度を小さめに評価する可能性がある。

そこで、翠川他と同様に対象とするデータを計測震度 4～7 の範囲に限定して同様の検討を実施した。表 2 に回帰係数を示す。震度 0～7 の範囲における検討結果と同様に、地盤種別による回帰係数の差異は小さい。図 1(b) に地盤種別を分類しない場合の最大速度と計測震度との関係を示す。図 1(a) との比較、および表 2 からわかるように、震度 0～7 の範囲の検討結果に比べ、回帰直線の切片、傾きともに大きくなっている。

図 2 に翠川他の経験式と本検討による経験式との比較を示す。本検討で得られた経験式は、翠川他の経験式よりも、約 0.3～0.4 程度計測震度を大きめに評価している。そのため、北海道において翠川他の経験式を用い

キーワード：PGV, 計測震度, SI 値, 地域特性

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸 1-3-1-34 (独)土木研究所 寒地土木研究所 tel 011-841-1698

て最大速度から計測震度を求めた場合、計測震度を小さめに評価する可能性がある。

4. 最大速度-SI 値との経験的關係式

SI 値は式(3)により算出する。SI は SI 値(cm/s), S_v は減衰定数 20% の場合の速度応答スペクトル(cm/s), t は周期である。3 成分の地震動から算出される計測震度と異なり、SI 値は 1 成分の地震動のみで算出される。そのため、ある地点の SI 値は地震動の方向により異なることとなる。本検討では、観測記録の SI 値が最大となる方向を考慮するため、水平 2 方向の地震動データから最小角度 1 度単位で軸変換を行い、検討対象の SI 値を算出した。

$$SI = \frac{1}{2.4} \int_{0.1}^{2.5} S_v(h, t) dt \quad (3)$$

最大速度との回帰式は、 $SI = a + b \log PGV \pm \sigma$ とした。

表 3 に回帰係数を示す。回帰係数は、全てのデータと、前章と同様に計測震度 4.0 に相当する PGV が 3.7cm/s 以上のデータを対象とした場合に分けて算出した。

最大速度と計測震度の関係式と同様に地盤種別による差異は有意ではない。また、最大速度と計測震度の相関分析結果とは異なり、回帰係数は使用するデータによる影響が小さいことが分かる。回帰式は、切片(係数 a)がほぼ 0 に近く、傾き(係数 b)が 1 に近いことから、SI 値と PGV はほぼ 1 対 1 の関係にある。この結果は、童・山崎⁴⁾の提案式($\log SI = -0.13 + 1.03 \log PGV$)、Karim & Yamazaki⁵⁾の提案式と($\log SI = 0.04 + 0.95 \log PGV$)とほぼ同じである。

5. まとめ

北海道の地域特性を考慮して、最大速度と計測震度、最大速度と SI 値との経験的關係式を算出した。

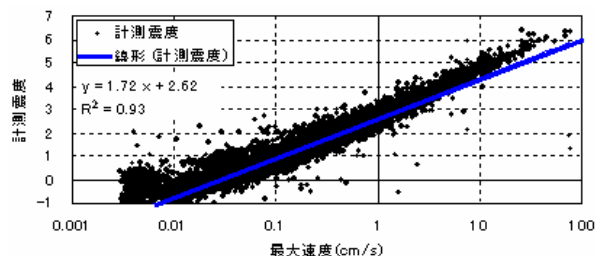
検討した経験的關係式を用いて計測震度を推定した場合、翠川他の関係式から得られる計測震度を上まわることがわかった。最大速度と SI 値の関係は、ほぼ 1 対 1 の関係であることが確認され、既往の研究結果と調和的であることがわかった。

謝辞：本検討では、K-NET の地震動データと地盤データを使用させていただきました。

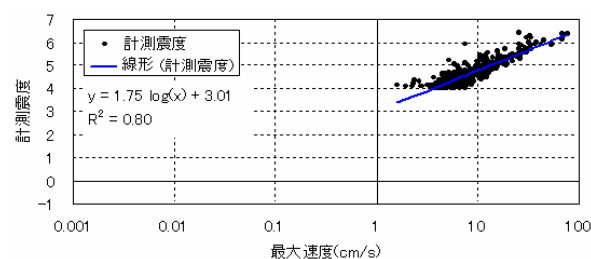
参考文献：1)佐藤京他:北海道の地震動観測記録を用いた表層地盤の増幅度推定,構造工学論文集,54A,2008.,2)佐藤京他:北海道の地域特性を考慮した設計入力地震動の検討(その 1:観測記録を用いた設計用標準加速度応答スペクトルの検討),土木学会北海道支部平成 17 年度年次技術研究発表会, 2006.,3)翠川三郎他:計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係,地域安全学会論文集,1999.,4)童・山崎:地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係,生産研究 48,11,31-34,1996., 5)Karim & Yamazaki:Relationship between JMA intensity and strong motion parameters, The 56th Annual Conference of JSCE, I-A024,2001.

表 2 最大速度と計測震度の経験的關係式の回帰係数

	全てのデータを使用			震度 4.0 以上を使用		
	a	b	σ	a	b	σ
I 種地盤	2.65	1.80	0.22	3.04	1.69	0.19
II 種地盤	2.62	1.68	0.29	3.02	1.76	0.23
III 種地盤	2.60	1.70	0.28	3.00	1.76	0.27
全て	2.62	1.72	0.27	3.01	1.75	0.23
翠川他	2.54	1.82	0.19	2.68	1.72	0.21



(a)計測震度 0.0~7.0 の範囲



(b)計測震度 4.0~7.0 の範囲

図 1 最大速度と計測震度との関係

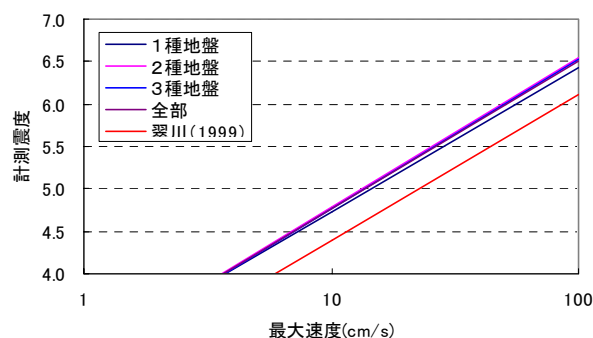


図 2 本検討結果と翠川他の推定式との比較

表 3 最大速度と SI 値との経験的關係式の回帰係数

	全てのデータを使用			PGV>=3.7cm/s		
	a	b	σ	a	b	σ
I 種地盤	0.03	0.97	0.08	0.02	0.93	0.14
II 種地盤	0.03	0.96	0.10	0.05	0.93	0.16
III 種地盤	0.03	0.99	0.14	-0.04	0.96	0.25
全て	0.03	0.96	0.11	0.01	0.94	0.18