

小布施町を対象とした中規模区分断層における地震被害想定

古本吉倫*¹・神宮寺倫太郎*²

Earthquake Damage Prediction for Obuse Town by Medium Sized Section of Fault

FURUMOTO Yoshinori and JINGUJI Rintaro

Although the national government and Nagano prefecture have estimated earthquake damage of M7 class or higher, no estimation of earthquake damage of M6 class has been made yet. Therefore, in this study, for the purpose of enlightening the regional disaster prevention of Obuse Town, it is assumed that a medium-scale earthquake equivalent to M6.5 will occur in the Shinanogawa fault and the most dangerous fault section will be identified. In addition to the seismic intensity distribution on the ground surface, the total number of full and half-destroyed wooden and non-wooden structures in the town, the number of casualties, and the damage to road structures are predicted.

キーワード：地震動予測，全半壊棟数，死傷者数，道路被害，小布施町

1. まえがき

兵庫県南部地震以降，国や県では活断層による地震被害想定が行われてきた¹⁻⁵⁾．長野県でも平成 14 年に第一次調査³⁾がなされ，次いで平成 27 年には第 3 次報告書⁴⁾が提出されている．これらは地域で起こりうる最大規模の地震を想定したものである．一方，より発生頻度の高い中小地震については，市町村レベルの詳細な地震想定が十分に行われないうまま，全国各地で災害が発生しているのが現状である．

そこで本研究では，信濃川断層帯(長野盆地西縁断層帯)で M6.5 相当の中規模地震が発生することを想定し，小布施町に最も被害を与える断層区画を特定する．特に木造・非木造構造物の全半壊数及び死傷者数及び道路構造物の被害数を算定し，地域防災に役立てることを目的とする．

2. 地震動予測

一般に地域における地震被害想定では，過去に被害をもたらした活断層や，活動度が高く被害が甚大になると考えられる活断層を選定する．

本研究では，小布施町に最も被害を与えると予想される信濃川断層帯⁵⁾を対象に，いくつかの破壊パ

ターン(シナリオ地震)を用意してそれぞれに対して地表の震度分布を求める．図 1 のように信濃川断層帯を 10km 毎(M6.5 相当)に 8 分割し，最も北側の



図 1 10 km 分割した信濃川断層帯

区分断層が破壊される場合を(n1)区間として，順に(n8)区間までの破壊パターンを仮定する．M6.5 の中規模地震を仮定し，以下の経験式(松田による)により断層長さ(10km)を決定した．

$$\text{Log}_{10}L=0.6M-2.9 \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

ここに，L：断層長さ，M：マグニチュード

次に，各区間で発生する地震での震度曝露人口⁶⁾(ある震度の影響を受ける人数)を算出し，最も危

*1 工学科 都市デザイン系教授

*2 令和 3 年度 環境都市工学科卒業

原稿受付 2022 年 5 月 20 日

険度が高い結果となった区間(n4)について詳細な被害分析を行い(シナリオ1), 信濃川断層帯(飯山-千曲区間)全域(53km)を対象とした M7.8 相当の地震(シナリオ2), 土木学会コンクリート標準示方書に基づく内陸型レベル2地震動を想定し, 震源断層を特定しない(シナリオ3)と, それぞれ比較した. 表1にそれぞれ地震シナリオごとの震度曝露人口の比較を示す.

表1 地震シナリオごとの震度曝露人口の比較

地震シナリオ	M	震度6弱	震度6強	震度7
1:信濃川断層(n4)	6.5	18	10027	2145
2:信濃川全域	7.8	7585	4168	419
3:レベル2地震動	-	7585	4587	0

表1によると, シナリオ1(信濃川断層 n4 区間)の場合, 震度6強以上に曝(さら)される人口が最も多く, 次いでシナリオ2(信濃川断層帯飯山-千曲区間全域)が, 震度曝露人口が多い. シナリオ2がM7.8に対し, シナリオ1がM6.5と地震規模が小さい割に被害が大きくなるのが意外であるが, シナリオ2では, 断層線の湾曲を直線近似するため小布施町から震源域が遠ざかるのに対し, シナリオ1では小布施町直下の地震となるため, 被害が大きくなると考えられる. 一方, 各シナリオの発生頻度を比較すると, シナリオ1の発生頻度が明らかに高いと考えられる. シナリオ1に相当する M6 クラスの地震は, 日本国内では年平均で数回発生しうるのに対し, シナリオ2では, 活動間隔が800~2500年と推定される¹⁾からである.

3. 信濃川断層帯における地震被害の分析

3-1 建物被害

各シナリオ地震に基づき予測された震度から, 小布施町における建物被害数を算出した. その際, 建物棟数および, 計測震度別の建物被害率(表3)は平成14年長野県地震対策基礎調査報告書³⁾を用いた. 算出した木造・非木造建造物の全壊数, 半壊数を表4に示す. 表3より, シナリオ1における被害が他のシナリオに比べて大きいことが分かる. 理由としては, 震源が町から非常に近かったために, 地震の規模は中程度でも震度が大きくなったためだと考えられる. シナリオ1における建物被害の総計は, 小布施町全体の建物棟数約3,600棟の約25%に相当する.

表3 計測震度別の建物被害率³⁾

震度	木造建物被害率(%)		非木造建物被害率(%)	
	全壊	半壊	大破	中破
5弱	0	0	0	0
5強	0	0.9	0.1	0.7
6弱	2.8	9.5	1.5	6.2
6強	16.4	21.2	8.4	16.3
7	30.5	16.6	13.9	15.9

表4 建物被害(単位:棟)

地震	木造		非木造	
	全壊棟数	半壊棟数	全破棟数	中破棟数
1	239.6	251.2	148.0	254.0
2	121.8	214.1	79.9	195.5
3	119.4	214.8	78.7	195.6

3-2 人的被害

平成22年国勢調査に基づく推計値(表2)に基づき, 前述の建造物の全壊・半壊数, 住家被害確率を用いて死者数, 重軽傷者数, 軽傷者数を以下の式(2)~(5)で算出した. 結果を表5に示す.

表2 小布施町の建物数と人口

建物数(棟)		人口(人)
木造	非木造	
1581.1	2008.5	12172 (H22 国調より推計)

(1) 死者数

$$D = 1.45 \times N^{0.93} \times \begin{cases} 1.00(\text{大規模}) \\ 0.34(\text{中規模}) \\ 0.12(\text{小~なし}) \end{cases} \times \begin{cases} 1.00(\text{夜}) \\ 0.73(\text{昼}) \end{cases} \times \begin{cases} 1.00(1930 \text{ 以前}) \\ 0.96(1931 \sim 1955) \\ 0.22(1956 \text{ 以降}) \end{cases}$$

火災係数 時刻係数 時代係数⁴⁾

..... 式(2)

ここに, D: 死者数(人)

N: 全壊建物数(棟)

火災係数=0.12(小~なし)

時刻係数=1.00(夜)

時代係数=0.22

(2) 負傷者数

重傷者: $\log R = 0.676 \times \log H - 1.409$ 式(3)

軽傷者: $\log R = 0.660 \times \log H - 0.105$ 式(4)

ここに、R：負傷者発生率（％）

H：住家被害率（％）

$$H = (\text{全壊} \cdot \text{大破棟数} + \text{焼失棟数}) / \text{全建物数} \quad \dots \text{式(5)}$$

ただし、焼失棟数=0

表5 人的被害（単位：人）

地震	死者数	重傷者数	軽傷者数
1	12.2	163.5	3352.8
2	6.6	105.8	2191.3
3	6.5	105.8	2190.6

表5から、建物被害と同様にシナリオ1における人的被害が他のシナリオに比べて大きいことが分かる。シナリオ1における建物被害が大きいことから、それに連動して人的被害も大きくなったと考えられる。シナリオ1における人的被害の総計は、小布施町の人口の約30%に相当する。

3-3 道路構造物の被害

地表面震度分布と道路地図の重ね合わせにより、道路閉塞箇所を特定する。一般に道路被害は、盛土上や切土斜面下でも発生し得るが、本研究では、「橋梁」に重点を置き、シナリオ地震において震度6弱以上の揺れに曝される橋梁の通行可能確率を算出した。対象の橋梁は最新の道路橋示方書に基づき建設され、かつ耐震補強済みであるとし、地盤の液状化は判断材料から除いた。

通行可能確率は「通行可」、「通行制限」、「不通」の3段階で評価するものとし、それぞれの段階に応じた交通容量を、通行可「100%」、通行制限「50%」、不通「0%」とする。

以下、図2には平成14年長野県地震対策基礎調査報告書³⁾に基づく橋梁の震度階別被害確率(被害関数)を示す、表6にはシナリオ1の場合の結果を、表7にはシナリオ2の場合の結果、表8にはシナリオ3の場合の結果をそれぞれ示す。

いずれの場合も被害確率の数値は小さいものの、シナリオ1の地震が小布施町の主要な橋梁に最も被害を与える可能性が高いことが分かる。図3に示された地表面震度分布(シナリオ1)において、震度が比較的大きい町の西部に位置する小布施町や大豊橋、下松川橋ではいずれのシナリオでも交通容量が50%以下になる可能性があることが分かる。

図2 橋梁の震度階別被害確率³⁾

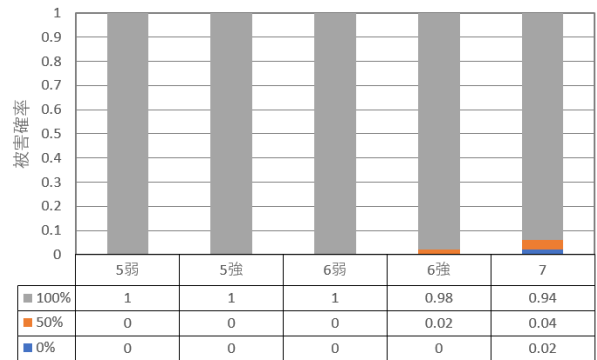


表6 シナリオ1において震度6以上の地震に曝される橋梁とその被害確率

橋梁名	被害確率(示方書年 S55, H2)			震度
	不通	通行制限	通行可	
小布施橋	0.02	0.04	0.94	7
大豊橋	0.02	0.04	0.94	7
下松川橋	0.02	0.04	0.94	7
松川橋	0.00	0.02	0.98	6強

表7 シナリオ2において震度6以上の地震に曝される橋梁とその被害確率

橋梁名	被害確率(示方書年 S55, H2)			震度
	不通	通行制限	通行可	
小布施橋	0.02	0.04	0.94	7
大豊橋	0.00	0.02	0.98	6強
下松川橋	0.00	0.02	0.98	6強
松川橋	0.00	0.00	1.00	6弱

表8 シナリオ3において震度6以上の地震に曝される橋梁とその被害確率

橋梁名	被害確率(示方書年 S55, H2)			震度
	不通	通行制限	通行可	
小布施橋	0.00	0.02	0.98	6強
大豊橋	0.00	0.02	0.98	6強
下松川橋	0.00	0.02	0.98	6強
松川橋	0.00	0.00	1.00	6弱

4. おわりに

本研究では小布施町の地域防災を啓蒙することを目的として、信濃川断層でM6.5に相当する中規模地震が発生することを想定し、いくつかの地震シナリオの中から最も危険な区分断層を特定した。震度分布に加えて、町内の木造・非木造構造物の全半壊総数、死傷者の数、および道路橋の被害を予測した結果、シナリオ1(直下型)の地震が小布施町に最も大きな被害を与える可能性があることが分かった。

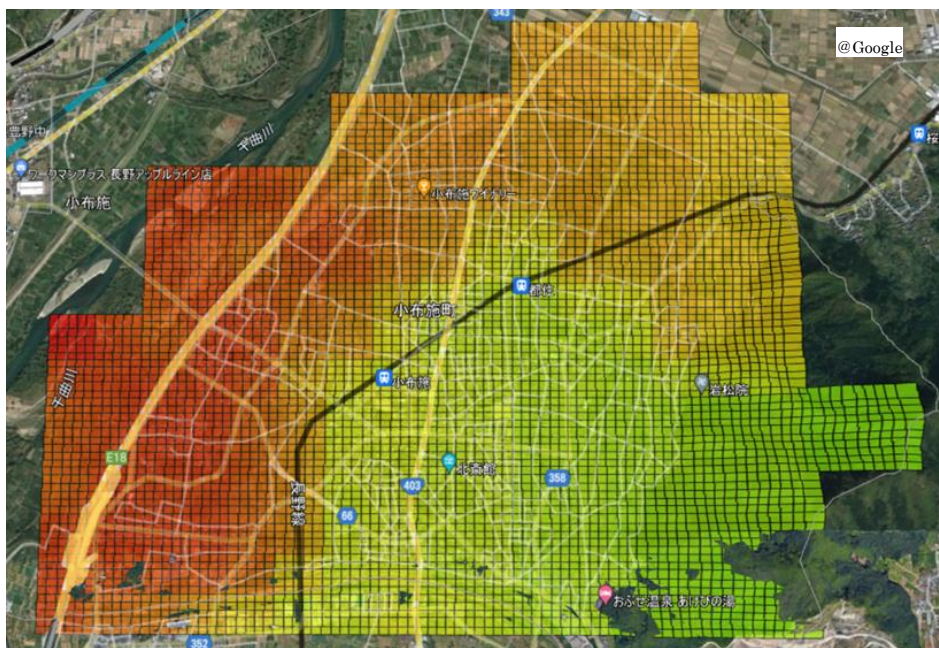


図3 地表面震度分布図(シナリオ1地震)(濃赤:7, 赤, 橙, 濃黄:6強, 黄, 黄緑, 緑:6弱)



図4 橋梁の所在地

参考文献

- 1) 地震対策調査研究推進本部, <https://www.jishin.go.jp/>
- 2) 岐阜県:活断層により想定される地震の地震動及び液状化指数の予測と評価報告書, 2004.
- 3) 長野県: 長野県地震対策基礎調査報告書, 2002
- 4) 長野県: 第3次地震被害想定調査報告書, 2015
- 5) 独立行政法人産業技術総合研究所 HP:活断層データベース
- 6) 能島暢呂・久世益充・杉戸真太・鈴木康夫: 震度曝露人口による震災ポテンシャル評価の試み, 自然災害科学, Vol.23, No.3, pp.363-380, 2004.