

地形・地盤分類250mメッシュマップを用いた 液状化危険度評価手法の検討

Liquefaction Potential Evaluation Using the 7.5-arc-second Japan Geomorphologic Classification Map

○松岡 昌志¹, 若松 加寿江², 橋本 光史³
Masashi MATSUOKA¹, Kazue WAKAMATSU², and Mitsufumi HASHIMOTO³

¹産業技術総合研究所 情報技術研究部門

Information Technology Research Institute, National Institute of Advance Industrial Science and Technology

²関東学院大学 工学部

Faculty of Engineering, Kanto Gakuin University

³株式会社 構造計画研究所 防災ソリューション部

Disaster Reduction Consulting Dept., Kozo Keikaku Engineering Inc.

This study is examined the probability of liquefaction occurrence in terms of seismic intensities for each geomorphologic classification unit in the Japan Geomorphologic Classification Map based on the dataset of strong ground motion maps of recent earthquakes interpolated by the observation records and the liquefied sites during the earthquakes. The geomorphologic units of similar ground conditions and liquefaction susceptibilities are grouped and their liquefaction probability functions are proposed.

Keywords : liquefaction, geomorphologic unit, seismic intensity, probability, Japan Engineering Geomorphologic Classification Map

1. はじめに

本報は、建物、土構造物、橋梁、ライフライン施設などに甚大な被害を与える地盤の液状化を広域かつ詳細に予測するために、地形・地盤分類250mメッシュマップ¹⁾を利用して、最近の地震の計測震度分布と液状化発生地点²⁾の比較から、微地形区分ごとの液状化発生しやすさを調べ、計測震度から液状化発生確率を推定する評価式を提案する。

2. 利用したデータセット

(1) 液状化地震と微地形区分

表1に検討に用いた地震を示す。北海道から九州にかけて地域に偏りがないように、かつ、多くの強震観測データが得られている最近の9地震を選択した。図1には新潟県中越地震の液状化発生地点を地形・地盤分類250mメッシュマップ上にプロットしたものを示す。メッシュマップの微地形区分は、元々24区分であるが、既往研究に基づきさらに細分化し³⁾、28区分(山地: MTN, 山麓地: MFT, 丘陵: HIL, 火山地: VLC, 火山山麓地: VFT, 火山性丘陵: VHL, 岩石台地: RST, 砂礫質台地: GVT, ローム台地: TVA, 谷底低地: VBP, 谷底低地[傾斜<1/100]: VPS, 扇状地: ALF, 扇状地[傾斜<1/100]: AFS, 自然堤防: NTL, 後背湿地: BKM, 旧河道: ARC, 三角州・海岸低地: DEL, 砂州・砂礫州: BAR, 砂丘: DUN, 砂丘末端緩斜面: LSD, 砂丘間低地: LDB, 干拓地: REC, 埋立地: FLL, 磯・岩礁: RSR, 河原: DRB, 河原[傾斜<1/100]: DRS, 河道: RIV, 湖沼: WAT)にした。また、表1には液状化地点が含まれるメッシュ数を地震ごとに示す。

(2) 計測震度分布の推定

各地震について、液状化発生メッシュを含む広域の計

測震度を推定した。具体的には、地形・地盤分類250mメッシュマップから地盤の平均S波速度 (V_{s30})⁴⁾を介して地盤の揺れやすさ分布⁵⁾を推定し、強震記録からその地点の揺れやすさを除去して硬質地盤での計測震度を算出する。そして、地震の震源からの距離減衰特性をトレンド成分としたSimple Krigingによる空間補間を行うことで硬質地盤上における計測震度の分布を計算し、さらに、250mメッシュ単位ごとに地盤の揺れやすさを乗じることで、地表での計測震度分布を求めた。

3. 液状化発生確率の予測

(1) 微地形区分による液状化発生確率

計測震度を0.25ピッチで区分し、対象範囲におけるメッシュ数を算出し、液状化発生確率(液状化メッシュ数/全メッシュ数)を計算した。その際、地震ごとに整理すると微地形区分に偏りを生じるため、9地震を合算して発生確率を求めた。

微地形区分ごとに計測震度と液状化発生確率を調べたところ、①小さい震度で液状化が発生し始める(NTL, ARC, LSD, LDB, REC, FLL)、②小さい震度で液状化が発生しないが、震度が大きくなるにつれて発生確率が急激に大きくなる(ALF, AFS, BAR)、③比較的小さい震度で液状化するが、震度が大きくなっても発生確率は余り上がらない(BKM, DLL, DUN)、④比較的大きい震度になって液状化が発生し、震度が大きくなるにつれて発生確率が急激に大きくなる(GVT, VBP, VPS)、の4つの傾向に分類できた。⑤として①~④以外の液状化発生確率が低い微地形区分を割り当てた。上記の各微地形区分における液状化の生じやすさは、既往地震での液状化履歴から得られた経験則とも矛盾しない⁶⁾⁷⁾。5グループにおける計測震度と液状化発生確率の関係を図2に示す。

(2) 液状化発生確率の回帰式

計測震度から液状化発生確率を推定する回帰式を構築した。回帰式は累積正規分布を仮定し、最小二乗法による回帰分析からパラメータを推定した。

$$P_{liq}(I) = \Phi[(I - \mu) / \sigma] \quad (1)$$

ここで、 $P_{liq}(I)$ は250mメッシュの計測震度 I における液状化発生確率を、 μ は平均値、 σ は標準偏差を表す。得られた回帰パラメータを表2に、回帰式を図3に示す。

4. おわりに

最近の9地震における液状化発生地点の微地形区分と計測震度の関係を検討し、地形・地盤分類250mメッシュマップの微地形区分から液状化発生確率を推定する回帰式を構築した。この回帰式を用いることで、従来、定性的に行っていた微地形区分ごとの液状化の可能性の広域予測⁶⁾⁷⁾が、簡便に定量的に行えるようになった。

謝辞

気象庁、防災科学技術研究所、港湾空港技術研究所、電力中央研究所、JR東日本、NEXCO東日本、関西地震観測研究協議会の強震観測記録を利用した。計測震度の計算は久田嘉章教授（工学院大学）公開のプログラムを利用した。また、空間補間の計算は、防災科研川崎ラボラトリーの地震動分布推定シミュレータ（RASMO）を利用した。関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 若松加寿江, 松岡昌志: 全国を網羅した地形・地盤分類250mメッシュマップの構築, 第3回シンポジウム「統合化地下構造データベースの構築」予稿集, pp.15-20, 2009.
- 2) K. Wakamatsu: Development of GIS Database for Historic Liquefaction Sites in Japan, 416-2008, 関東学院大学工学総合研究所所報, No.38, pp.37-47, 2010.3.
- 3) K. Wakamatsu and M. Matsuoka: Development of GIS-based 7.5-arc-second Japan Engineering Geomorphologic Classification Database, Proc. 3rd International Symposium on the Effects of Surface Geology on Seismic Motion, CD-ROM, Paper No.57, 9p., 2006.
- 4) 松岡昌志, 若松加寿江, 藤本一雄, 翠川三郎: 日本全国地形・地盤分類メッシュマップを利用した地盤の平均S波速度分布の推定, 土木学会論文集, No.794/I-72, pp.239-251, 2005.
- 5) 翠川三郎, 駒澤真人, 三浦弘之: 横浜市高密度強震計ネットワークの記録に基づく地盤増幅度と地盤の平均S波速度との関係, 日本地震工学会論文集, Vol.8, No.3, pp.19-30, 2008.
- 6) 若松加寿江, 山本明夫, 田中一朗: レベル2地震動を考慮した微地形による液状化判定法, 液状化メカニズム・予測法と設計法に関するシンポジウム発表論文集, pp.517-522, 1999.
- 7) 国土庁震災対策課: 液状化地域ゾーニングマニュアル(平成10年度版), 119p., 1999.

表1 検討に用いた地震

年月日	地震	規模 (Mw)	強震観測地点数	液状化メッシュ数
2000/10/6	鳥取県西部	6.6	673	194
2003/5/26	宮城県沖	7.0	946	25
2003/7/26	宮城県北部	6.0	470	26
2003/9/26	十勝沖	8.1	752	111
2004/10/23	新潟県中越	6.5	821	890
2005/3/20	福岡県西方沖	6.6	732	68
2007/3/25	能登半島	6.7	1008	37
2007/7/16	新潟県中越沖	6.6	933	78
2008/6/14	岩手・宮城内陸	6.8	902	6

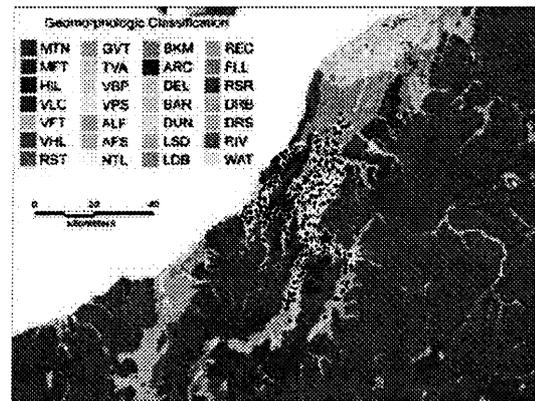


図1 新潟県中越地震の液状化発生地点

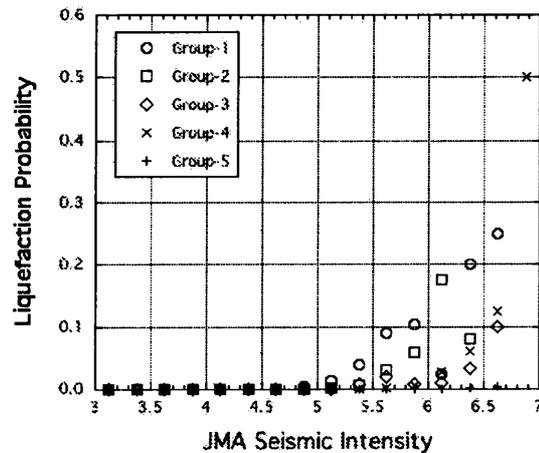


図2 計測震度と液状化発生確率の関係

表2 回帰パラメータ

グループ	微地形区分	平均値 μ	標準偏差 σ
1	NTL, LSD, LDB, ARC, REC, FLL	6.960	0.761
2	ALF, AFS, BAR	7.160	0.773
3	BKM, DEL, DUN	7.906	0.933
4	VBP, VPS, GVT	7.231	0.628
5	上記以外	9.873	1.197

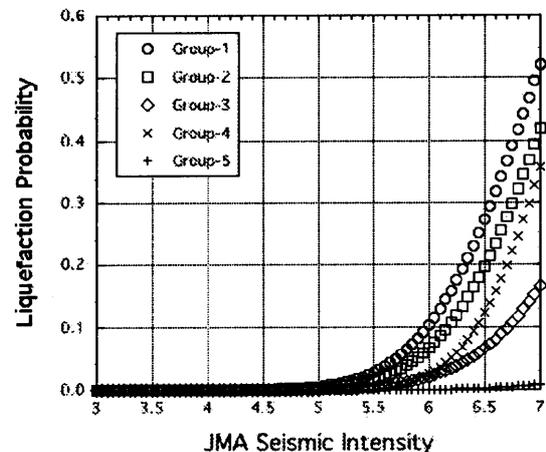


図3 液状化発生確率の回帰式