

第1部門

アゼルバイジャン・バクー市における地震動発生リスク

神戸大学自然科学研究科 学生員 ○新谷 正樹
 神戸大学工学部 フェロー 高田 至郎
 神戸大学工学部 正会員 鎌田 泰子

1.はじめに

アゼルバイジャンは日本と同様、地震多発国である。コーカサス山脈の南斜面地域では、1667, 1859, 1872, 1902 年とマグニチュード 7.0 クラスの大地震が発生して、MSK スケールで IX の強震動を記録し、多大の被害を出している。最近では、1981 年および 2003 年にはマグニチュード 5.1, 4.6 の地震が発生し、構造物の破壊・損壊を招いている。また、首都バクー市の海岸付近と北部では地盤が軟弱で、地下水位も高い。

地震動強度は地盤特性による影響を受けやすい。本研究では、現地で行った表面波探査の結果¹⁾およびアゼルバイジャン・バクー市の地盤資料をもとに、バクー市の地盤増幅率について分析を行い、さらに、歴史的地震の統計解析より、再現期間に対応した地表最大加速度分布を求めた。

2.バクー市の地盤増幅特性

現地で行った表面波探査の結果と既往の地盤資料との比較により、バクー市の 1km メッシュごとの地盤増幅特性を求める。表面波探査で得られた地盤のせん断波速度から、地盤種別毎のせん断波速度を算出し、メッシュ毎のせん断波速度を求める。さらに、メッシュ毎に地盤資料(地質と層厚)より表層から 20m までの地盤の固有周期を層毎の卓越周期の和として算出し、表面波探査結果と比較する(図 1)。

図 1 を見ると、おおむね周期±0.05sec に入っている。しかし、海岸線付近と内陸部で分別すると、調査結果より得られた固有周期に比べ、海岸線付近では推定した固有周期が短く、内陸部では長くなっていることが分かる。これは現地での表面波探査の結果からも知られたことであるが、海岸線付近は地盤が軟らかく、それに対して内陸部では地盤が固い傾向にあることが原因である。そこで、海岸線付近と内陸部で分別して、せん断波速度を算出すると、表 1 に示す結果となり、分別せずに行った結果にくらべばつきが減少した。

これより地盤の固有周期を算出し、調査結果と比較したものを図 2 に示す。図 2 より、海岸線付近および、内陸部で推定した固有周期がおおむね固有周期とあっている。つぎに翠川ら²⁾による平均せん断波速度と加速度の増幅特性の関係式よりメッシュごとの地盤増幅率を算出する。その結果、海岸線付近およびバクー市東西両端で増幅率が大きくなっていることが知られた(図 3)。

3.地盤増幅特性を考慮したバクー市の地震発生リスク

既往の研究¹⁾よりバクー市での 100 年再現期間での地震発生リスクは 77gal であり、1000 年再現期間では 97gal であることが知られている。

Masaki SHINTANI, Shiro TAKADA and Yasuko KUWATA

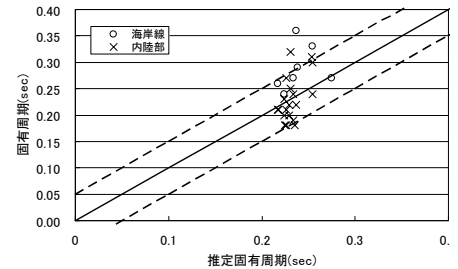


図 1. 固有周期の比較

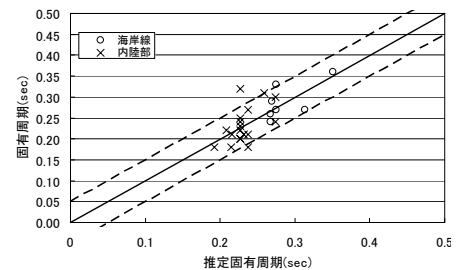


図 2. 固有周期の比較

表 1. 地盤別せん断波速度

海岸線付近			単位(m/sec)		
第1層地盤	せん断波速度	標準偏差	第2層地盤	せん断波速度	標準偏差
A1	260	20	B2	303	46
A3	297	6	B3	220	0
A4	255	35			
A5	291	0			

内陸部			単位(m/sec)		
第1層地盤	せん断波速度	標準偏差	第2層地盤	せん断波速度	標準偏差
A1	227	21	B1	352	56
A2	430	0	B2	323	49
A3	386	88	B3	396	26
A4	353	94	B4	441	0
			B5	376	0

第1層地盤, 第2層地盤の説明

A1	砂	B1	石灰岩
A2	薄い粘土, 砂質粘土, 砂	B2	砂, 砂岩, 粘土, 石灰岩
A3	石灰岩, 砂, 粘土	B3	砂
A4	不均質な砂, 砂岩, 粘土, 石灰岩	B4	薄い泥, 粘土, 細かい砂
A5	薄い泥, 粘土, 細かい砂	B5	粘土

ただしこの値は司・翠川の距離減衰式³⁾を用いて算出された加速度であるため、工学的基盤面での加速度ではなく、地盤増幅率を1.4とした地表面上の加速度が算出される値である。このことを考慮すると、バクー市の基盤上の加速度は55gal(100年再現期間), 170gal(1000年再現期間)となる。この値より、前節で求めた増幅率を乗じると、100年再現期間では海岸線付近で約100gal程度の地震動が発生することがわかった(図4)。1000年再現期間では、海岸線付近で約120gal, バクー市北西部および東部で約100galの地震動が発生する(図5)。さらに、3次元地形図で見ると、南西および北西の斜面地域で地震動が大きくなる地域が見られることが知られた(図6, 7)。

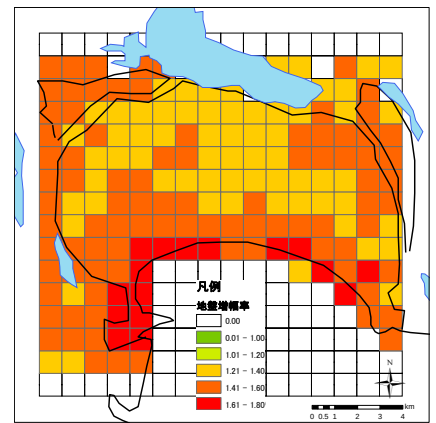


図3.地盤増幅率

4.まとめ

今回、バクー市の表層地盤から地震増幅率および地震発生リスクを算出した。その結果、海岸線付近および斜面地域で大きな地震動が発生することがわかった。斜面地域では、傾斜の変わる肩部で地震動が増幅するといった現象が考えられることから、今後は3次元地形の増幅特性について分析し、バクー市の詳細な地震動分布を算出していく必要がある。

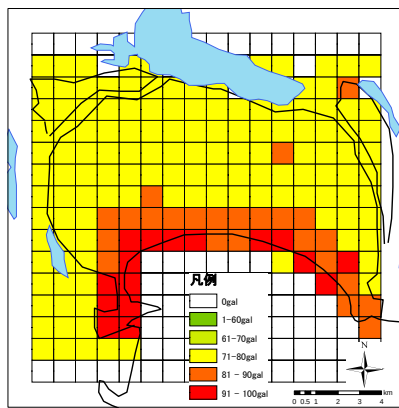


図4.地震最大加速度(TR=100年)

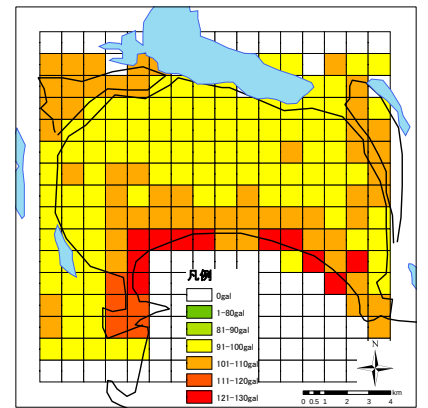


図5.地震最大加速度(TR=1000年)

謝辞

本研究は、文部省科学研究費基盤研究(A)海外学術調査の一環としてなされたもので、本研究を遂行するにあたり、アゼルバイジャン・エコ・エナジー研究所および研究分担者の協力を賜った。ここに感謝の意を示す。

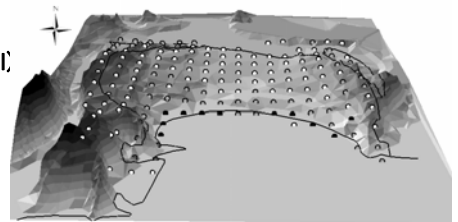
参考文献

- 1) 高田至郎, 鋤田泰子, 新谷正樹: アゼルバイジャン・バクー市における表面波探査と地震ハザード分析, 自然災害学会学術講演会講演概要集, Vol.24, pp17-18, 2005.
- 2) 翠川三郎, 松岡昌志, 作川孝一: 1987年千葉県東方沖地震の最大加速度・最大速度に見られる地盤特性の評価, 日本建築学会構造系論文報告集, No. 442, Dec, pp. 71-78, 1992.
- 3) 司宏俊, 翠川三郎: 断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文報告集, vol.523, pp.63-70, 1999.

凡例

最大加速度(gal)

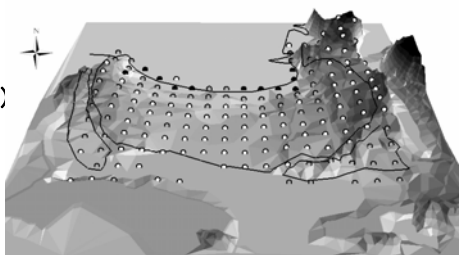
- 1 - 100
- 101 - 110
- 111 - 120
- 121 - 130

図6.3次元地形と地表最大加速度(TR=1000年)
(南側からの俯瞰図)

凡例

最大加速度(gal)

- 1 - 100
- 101 - 110
- 111 - 120
- 121 - 130

図7.3次元地形と地表最大加速度(TR=1000年)
(北側からの俯瞰図)