

地理情報システムを用いた博多湾沿岸域の液状化に関するリスク評価

九州大学大学院 学生会員○小川 哲矢 フェロー会員 善 功企
 正会員 陳 光斉 正会員 笠間 清伸

1. 目的

2005年に発生した福岡県西方沖地震では、博多湾の沿岸域を中心に、地盤の液状化が発生し、それによる構造物の被害も認められた。図-1に地盤工学会の調査団によって報告された液状化発生地点¹⁾を示す。液状化地点は、図-1に示すように過去に福岡市水道局が作成した液状化マップとかなり一致した。しかし、このような液状化マップは、液状化の有無という評価であり、液状化による構造物などの被害額、経済的損失が考慮されていないため、対策の必要性の定量的判断ができないという課題がある。

本文では、液状化災害のリスクを定量化し液状化リスクマップを作成することを目的とし、博多湾の沿岸域について、九州地盤情報共有データベース²⁾を利用して、各地点のボーリングデータを抽出し、液状化判定から液状化指数を計算した。さらに、地域の資産、地震の年超過確率から、液状化によるリスクを求め、地理情報システムを用いてこれらをマップ上に表した。

2. 内容

本文では、リスク(年間の損失期待値)を被害形態*i*の年間における発生確率 P_i 、被害形態*i*に起因した経済損失の大きさ C_i とし、 $R = \sum P_i \times C_i$ と定義し、リスク評価を行った。

2.1 液状化確率の計算

液状化の誘因外力である地震の年超過確率は、石川ら³⁾によって提案された地震ハザード曲線を近似して算出した関係式を用いた。図-2に地震ハザード曲線を示す。

液状化判定には、道路橋示方書・同解説の液状化簡易予測式を用いた。地表最大加速度は、10gal から 1000gal まで判定を行った。福岡市における土質区分ごとの地盤定数の統計値はデータベースの試験結果を整理して求めた。表-1に統計値を示す。統計値が得られなかった土質では表中の色つきに示すように設定した。なお、ある地点の液状化に起因した構造物や基礎の被害の程度を表現するものとして、岩崎ら⁴⁾によって提案された液状化指数 P_L を用いた。なお、液状化安全率 F_L 値は、ある深さにおける動的せん断強度比 R と、地震時せん断応力比 L の比であり、 $F_L = R/L$ が1より大きいならばその層では液状化しないと判断される。また、 P_L は値が大きいほど激しい液状化が起こるとされる。図-3に300gal時の P_L 分布を示す。1km四方のメッシュに区切り、各メッシュ内に含まれる



図-1 液状化危険地域および液状化発生地点の分布図 (2005年福岡西方沖地震被害調査報告書より引用)

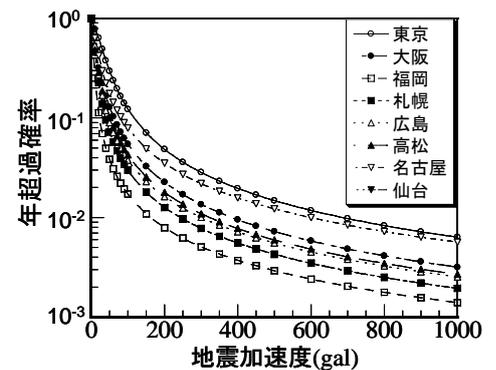


図-2 地震ハザード曲線

表-1 福岡市の地盤統計値

	単位体積重量 g _s (t/m ³)	細粒分含有率 F _c (%)	平均粒径 D ₅₀ (mm)
礫質土	1.86	10.7	2.085
砂質土	1.76	19.5	1.802
粘性土	1.78	80	
シルト	1.6	84.5	
粘土	1.54	88.6	
有機質土	1.75	10.1	
火山灰質粘	1.68	62.9	
高有機質土	2.29	11.4	
岩石材料	2.02	39.2	
浮石(軽石)	1.735	80	
シラス	2.041	86	0.071
スコリア	1.735	80	0.2
火山灰	1.81	40.5	0.025
ローム	1.786	7.2	0.05
黒ボク	1.786	75	0.25
マサ	1.735	22.7	2.235
廃棄物	1.65	33.7	1.5
改良土	1.85	80	
瓦礫	1.85	80	
盛り土	1.85	40.3	1.5
埋め土	1.86	30.1	1.5
表土	1.78	33.5	1.5
硬質粘土	1.85	75	
固結粘土	1.85	75	
岩	2.25	29.7	1.139

ボーリングデータによる P_L 値の平均値で示した。なお、メッシュ内にボーリングデータが存在しない場合は空白とした。

2.2 液状化リスクの計算

本文では、構造物が液状化により全壊した場合の損失額(被災前の資産価値 C_0)を基準にして、液状化程度の影響を考慮した損害額の評価を試みた。この C_0 に損害額への影響度 $K(P_L)$ を乗じることで、液状化程度による損害額を評価した。資産価値 C_0 は道路施設、鉄道施設、公共事業施設、家屋、家庭用品、農漁家償却資産、農漁家在庫資産、事業所償却資産、事業所在庫資産、農作物を考慮した評価を行った。なお、資産の分布図を図-4に示す。市街地ほど資産が高い様子がわかる。なお、本文では $5 \leq P_L$ で液状化し、 $35 \leq P_L$ で構造物が全壊するとして、 P_L と $K(P_L)$ の間に図-5に示すような直線関係を仮定した。

地表最大加速度- P_L 値の関係、期待損失額 $C_0 \cdot K(P_L)$ 、および地震ハザード曲線から液状化による年間リスクを求めた。図-6に液状化リスクマップを示す。これらと比較すると、液状化が発生しやすかつ資産も高いと液状化リスクが高くなっている様子がよくわかる。

3. まとめ

本文では、博多湾沿岸域の液状化判定を行い、さらに液状化のリスクを算出した。液状化の判定にリスクの概念を導入することにより、液状化による構造物などの被害額が予測できることが確認できた。

なお、今回行ったリスクの算出には、1) 液状化判定の際に地盤情報のばらつきが考慮されていない。2) 資産の算定において岸壁の値が考慮されていない。3) 液状化の程度と具体的な構造物の被害状況との関連性が明らかになっておらず、 P_L 値と損害額への影響の関係を単純化しすぎている。などのような問題点がある。今後は、これらを改善して、さらに詳細な液状化によるリスクマップを作成していく予定である。

参考文献1) 地盤工学会九州支部:福岡西方沖地震による被害調査報告,2005.

- 2) 地盤工学会九州支部:九州地盤情報共有データベース,2005.
- 3) 石川裕: 確率論的想定地震と低頻度巨大外力評価への応用に関する研究, 京都大学学位論文, 1998.
- 4) 岩崎敏男: 地震時地盤液状化の程度の予測について, 土と基礎, vol.28-4, pp.23-29, 1980.

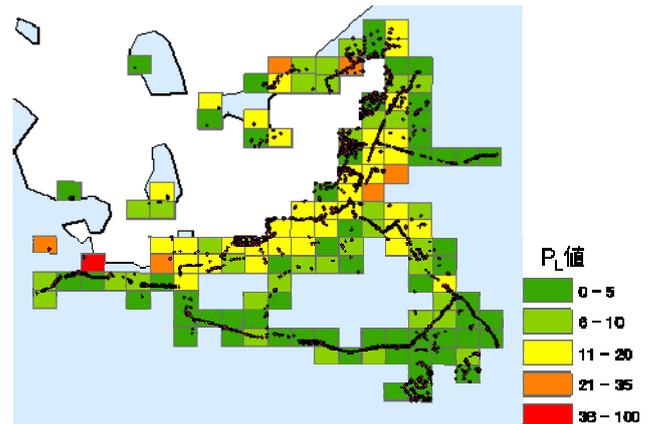


図-3 P_L 分布図(300gal)

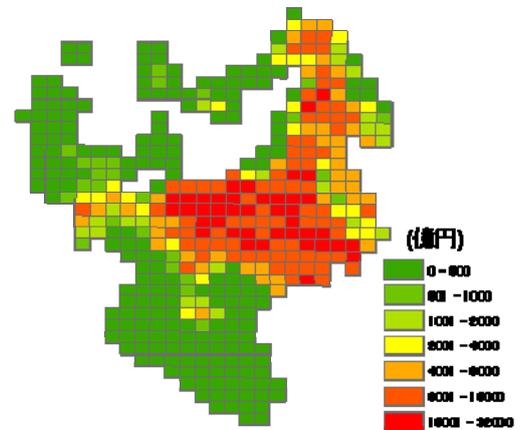


図-4 福岡市資産分布図

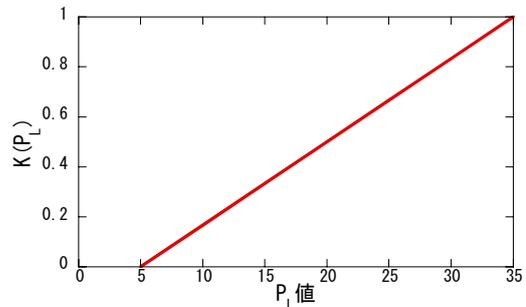


図-5 損害額への影響度関数

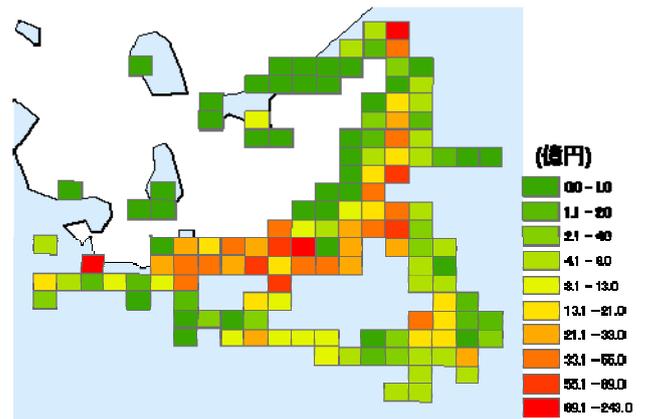


図-6 液状化リスクマップ