

Ⅲ-244

鹿児島市域における地盤の液状化特性について

鹿児島大学大学院（中央開発株式会社）学生員 高田 誠
 鹿児島大学工学部海洋土木工学科 正 員 北村 良介
 基礎地盤コンサルタンツ株式会社 福田 伸朗

1. は じ め に：鹿児島市及びその周辺部の沖積平野を構成する沖積しらす層は、周辺のしらす台地から流出して堆積した粗粒の砂質土（火山性物質）が主体であり、特殊な土性を持った地盤であるとともに非常に厚く堆積しているのが特徴として挙げられる。したがってこの地域に建設する建物の基礎工法や地下構造物の設計・施工に際しては、この特殊性を充分考慮する必要がある¹⁾。しかしながら、今までのしらす地盤に関する多くの研究は、地山しらすの基本的性質に関する研究が多く、沖積しらす（‘二次しらす’とも称されている）に関する研究（特に動的性質に関する研究）は殆ど見られないのが実情である。

本報告は平成3年度来実施されている「鹿児島市地盤図」作成作業の一環として研究した、沖積しらすの液状化特性についてまとめたものである。

2. 鹿児島県における液状化履歴：鹿児島県の過去の震災記録や既往文献資料の収集・調査の結果、地震時に液状化が発生したと想定される事例は表2-1に示す5つの記録である。これらの記録の中でえびの吉松地区地震について、土質工学会シラス研究委員会では次のように報告²⁾している。「えびの町、吉松町一帯は盆地状平地をなしているが、この平地は比較的弱い沖積しらす層（最大N値7程度）からできている。また地震による災害の殆どがしらすの弱さに起因している。液状化については地震時に各所でしらすが噴き出しているのが確認された。」この報告に示されるように、締まりの緩い沖積しらす層は液状化が発生していることに留意されたい。鹿児島市内で液状化現象が確認されたという事例は殆ど無いが、これは鹿児島県内で地震の発生頻度が少ないことや液状化現象がクローズアップされた時期が比較的新しい事に起因しているためと判断される。しかしながら目前に活火山「桜島」を控えていること等から、一旦規模の大きい地震が発生すれば鹿児島市内に厚く堆積する沖積しらす層は、液状化が生じる可能性を秘めていると判断してさしつかえないと考えられる。

表2-1 鹿児島県内液状化履歴地震一覧

地震発生年	地震名称	M ₀	地 域 名	備 考
874(貞観16)3.25	開 聞 岳	不明	橋牟礼川、中島ノ下遺跡	寒川、成尾 1992
1893(M26) 9. 7	知 覧 地 震	5.3	知覧町永里 中福良	若松 1991
1914(T 3) 1.12	桜 島 地 震	7.0	鹿児島市、鹿児島郡	内田 1915
1961(S36) 2.27	日 向 灘 地 震	7.0	隼人町住吉上川原の新川西岸	若松 1991
1968(S43) 2.21	えびの吉松地区地震	6.1	えびの吉松地区	鹿児島県

3. 液状化簡易判定方法：液状化の検討方法としては、岩崎・龍岡の方法³⁾に準じて行った。すなわち鹿児島市内の沖積層で得られた液状化強度試験結果(RI, 図3-1参照)とN値、有効上載圧より推定した液状化強度比(RI*)の差(DRI*)を縦軸に、液状化強度試験に供した試料の平均粒径D₅₀を横軸にとり、試験結果をプロットした(図3-2参照)。この図に示すように鹿児島市内の沖積層の試験結果は、岩崎・龍岡らが提唱した上限値ラインが平均的なラインとなる様な関係が見られた。そこで相対密度から計算される液状化強度比は、今回岩崎・龍岡らが提唱した上限値ラインで計算するよう式(3.1)のように上方修正した。

$$RI = 0.0882 \cdot \sqrt{N/(\sigma_v' + 0.7)} + 0.225 \log_{10}(0.35/D_{50}) + 0.075 \quad (0.04 \leq D_{50} < 0.60 \text{ mm})$$

$$RI = 0.0882 \cdot \sqrt{N/(\sigma_v' + 0.7)} + 0.025 \quad (0.60 \leq D_{50} \leq 1.50 \text{ mm}) \quad (3.1)$$

なおその他の計算条件については、次のとおりである。①沖積層はすべて砂質土と仮定した。②簡易判定に使用したボーリング本数は計81本で鹿児島市内沖積低地で実施のものを採用した。③地下水位は土質柱状

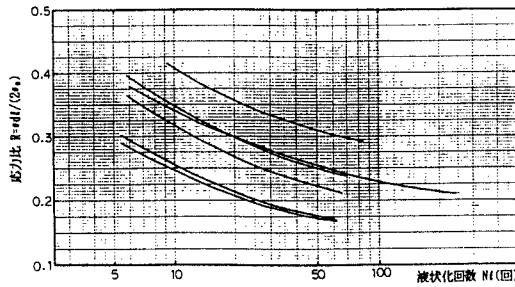
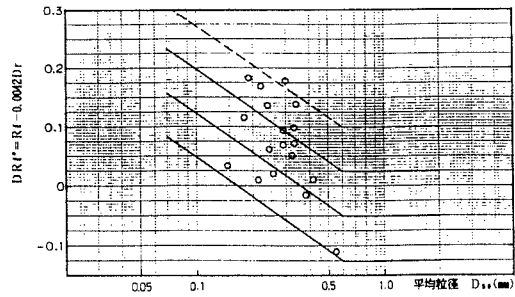


図3-1 沖積しらすの液状化強度試験結果


図3-2 平均粒径と DR^* の関係

図記載の水位を採用した。④平均粒径は試験値を採用した。⑤単位重量は春山の研究成果¹⁾より $\gamma_t=1.6\text{tf/m}^3$ とした。⑥地表面標高が20mより高い場所については液状化対象外地域とした。⑦地表面加速度は既存資料及び期待値分析の結果等から160, 210, 250galの3種類で検討した。⑧各ボーリング地点の液状化の危険度については液状化指数 P_L により判定した。

4. 液状化検討結果：検討した結果を図4-1～3に示す。鹿児島市内に堆積する沖積層の液状化強度

試験結果が非常に少なく限られたデータからの推定に因らざるをえなかったが、想定した地表面の加速度レベルが大きいく程、液状化危険度の高い地域（グリッド）が増える傾向となった。また埋立地や甲突川、新川、永田川、和田川の下流域（特に河道沿い）において液状化危険度が高い傾向にあることが伺えた。

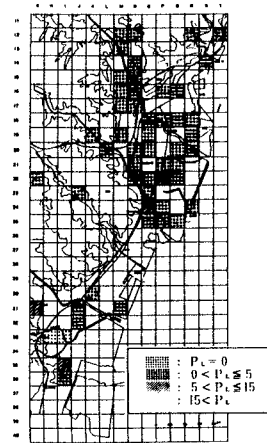


図4-1 液状化危険度マップ（加速度160gal）

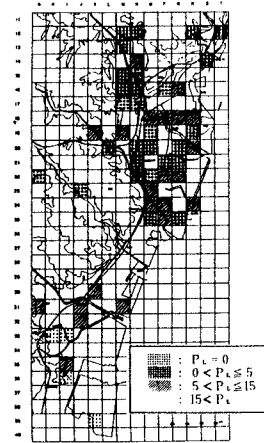


図4-2 液状化危険度マップ（加速度210gal）

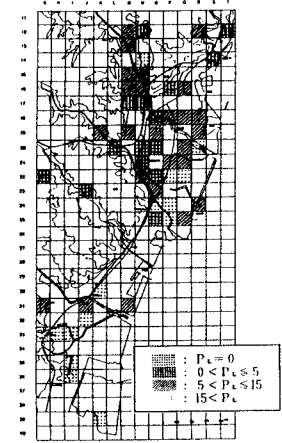


図4-3 液状化危険度マップ（加速度250gal）

5. おわりに：鹿児島市内に分布・堆積する沖積しらすの動的強度・変形特性については既存資料や室内試験結果が非常に少なく、その特性解明は今後の研究成果を待たざるをえない。これはしらすが従来インターロッキング効果により液状化しがたい性質を持つと考えられていたこと⁵⁾や、鹿児島市域が比較的地震の発生が少ないことに起因した結果であろう。しかし、低地におけるしらすは攪乱により相対的に液状化しやすくなるという報告⁶⁾や、豊浦標準砂と変わらない液状化抵抗を示すという報告⁷⁾もあることから、今後しらす地盤の動的特性が解明される必要性は大いにあるものと考えられる。

【参考文献】

- 1) 日本住宅公団建築部：特殊土地における高層住棟の基礎工法に関する開発研究. 1974
- 2) 土質学会しらす研究委員会：えびの地震と地盤災害，土と基礎 Vol116. No.9. 1968
- 3) 岩崎，龍岡，常田，安田：砂質地盤の地震時流動化の簡易判定法と適用例，第5回日本地震工学シンポジウム講演集，PP. 641-648. 1978
- 4) 春山元寿：Cとφを考える 7. しらす，土と基礎，Vol123. No.6. PP. 67-74 1975
- 5) 藤本，春山，村田：12. しらす，九州・沖縄における特殊土. P145. 1982
- 6) 土質学会編：日本の特殊土，土質基礎工学ライブラリー-10. PP. 211-220. 1985
- 7) 北村良介：地盤材料としての「しらす」，平成4年度鹿児島県育英財団研究成果報告書，P29 1993