

沖積しらす地盤の液状化判定に関する一考察

鹿児島大学大学院 学生員 富山貴史

鹿児島大学工学部 正員 北村良介

鹿児島大学大学院(中央開発(株)) 学生員 高田 誠

1. まえがき

鹿児島県北西部地方を震源とし、1997年3月26日にマグニチュード(M)6.5、5月13日にM6.3の地震が発生した。これらの地震により沖積しらす地盤での液状化現象が確認された¹⁾。本研究は、鹿児島県北西部地震により液状化を生じたJR上川内駅周辺の沖積しらす地盤のボーリングデータを基に、道路橋示方書の液状化判定方法²⁾に準じて液状化判定を行い、しらす地盤の液状化ポテンシャルの評価方法について考察を加えた。

2. 簡易法による液状化判定の条件について

「道路橋の液状化簡易判定法」を用いて、繰返しせん断抵抗率 F_L を求め P_L 法により、地盤の液状化判定を行った。

●低減係数 γ_d について

深さ方向の低減係数は、一般に次式が採用されている。

$$\gamma_d = 1 - 0.015z \quad (1)$$

γ_d ：地震時せん断応力の深さ方向低減係数

z ：地表面からの深さ

北田³⁾は、この式の適用性を検討するため、

鹿児島市内の二次しらす地盤を対象に卓越周期の異なる地震波を用い、重複反射理論による地震応答解析を実施した。この地震応答解析により得られた動的最大せん断応力(τ'_{max})を、剛体地盤における最大せん断応力(τ_{max})で基準化したものを図-1、2に示した。

二次しらす地盤の深さ方向の低減係数 γ_d は、図-1、2に示すように一般の低減式とは異なることが明らかである。すなわち(1)式に対し、二次しらす地盤の深さ方向の低減係数 γ_d は次の式で表される。

沖積層の層厚が20m以上の地域(鹿児島市南部地域)

$$\gamma_d = 1 - 0.017z \quad (2)$$

沖積層の層厚が20m未満の地域(鹿児島市中部地域)

$$\gamma_d = 1 - 0.027z \quad (3)$$

●N値について

北田⁴⁾は、鹿児島市沖積平野部の二次しらす試料を対象に実施された動的強度試験結果を収集し、N値から推定される動的せん断強度比との対比を行い、図-3を得ている。図より二次しらすの動的せん断強度比は、標準貫入試験により測定されるN値を、2倍評価して推定した方がよいことが明らかとされている。よって、繰返し三軸強度比の算出によるN値の取り扱い、測定されたN値を2倍に評価して、繰返し三軸強度比を計算した。

●その他の条件

しらすはNPであることが知られているので、塑性指数は $I_p \leq 15$ とした。地震動タイプは、プレート境界に生じる大規模地震を想定し、タイプI地震動で検討した。地盤種別の判別は、地盤の固有周期から、沖積層の層厚が20m未満の地域ではⅡ種、沖積層の層厚が20m以上の地域ではⅢ種とした。地域別補正係数の判別は、鹿児島県の地域別補正係数は道路橋示方書によると $c_z=0.7$ である。しかし、桜島の存在や活断層の存在を考慮し、1ランク上の $c_z=0.85$ とした。

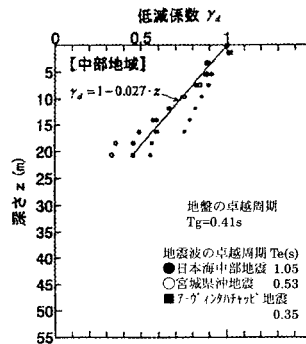


図-1
鹿児島市南部地域の
深さ方向の低減係数

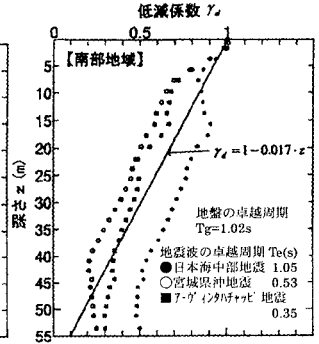


図-2
鹿児島市中部地域の
深さ方向の低減係数

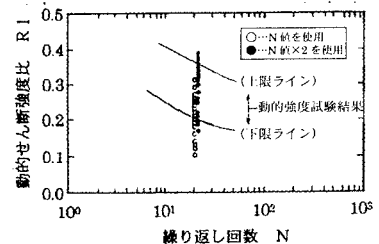


図-3 繰返し強度曲線

3. ボーリングデータについて

図-4に液状化検討に際し用いたボーリングデータを示した。また表-1には各地層の物理特性を一覧にして示した。

川内の沖積しらす地盤は深度が10m程度までN値の大きさがほとんど変化せず10前後である。これは、鹿児島市内の沖積しらす地盤と同様の傾向である。

表-1 各層の物理特性一覧

地層名	湿潤密度 (t/m^3)	細粒分含有率 (%)	粘土分含有率 (%)
砂質土	1.62	25.6-26.0	10.4-13.0
砂質シルト	1.60	41.6-56.0	13.0-16.3
しらす	1.62	19.4-25.6	9.3-10.4

地層名	D_{50} (mm)	D_{10} (mm)
砂質土	0.19-0.27	0.004-0.05
砂質シルト	0.03-0.11	0.019-0.002
しらす	0.13-0.19	0.004-0.006

4. 液状化の判定結果

液状化判定を行う際に、SP-1・SP-3地点は沖積しらす地盤が20m以上あるので式(2)によって計算される低減係数を、またSP-2・SP-4地点は沖積しらす地盤が20m未満であるので式(3)によって計算される低減係数を採用した。

図-5は各地点における液状化の検討結果を液状化に対する抵抗率 F_L の深度分布として示している。図中には液状化ポテンシャル P_L 値も併せて示した。

図-5より各地点ともに液状化安全率 $F_L < 1.0$ となるところが多く、かつ液状化ポテンシャル $P_L > 15$ となっており、地震時に液状化の危険性は非常に高いことが分かる。今回鹿児島県北西部地方で発生したマグニチュード6クラスの地震においても、液状化が確認されており、ここに示した液状化ポテンシャルの評価手法が妥当であると判断される。

5. あとがき

本報告では、沖積しらす地盤での液状化判定手法の妥当性を検討した。今後は、本手法を用いて鹿児島市の沖積しらす地盤についての液状化判定を行い鹿児島市の沖積しらす地盤についての液状化危険度分布図を作成する予定である。

謝辞 本研究は科研費(基盤研究(B)、代表:諸戸靖史)の援助を受けた。また、(株)日本地下技術から貴重なデータを提供していただいた。ここに感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 北村良介・井料達生・城本一義・岡林巧・山本哲朗・高田誠:地盤災害,(財)鹿児島県建設技術センター平成9年度建設技術講演会資料「鹿児島県北西部地震について」,pp83~103,1997
- 2) 日本道路協会:道路橋示方書・同解説 V耐震設計編 pp91~p97 1996
- 3) 北田貴光:二次しらす地盤の地盤工学的特性,付録,平成8年度鹿児島大学大学院修士論文
- 4) 北田貴光・北村良介・高田誠:二次しらすの液状化判定に関する一考察(Ⅲ-A121),土木学会 第51回年次学術講演会,1997

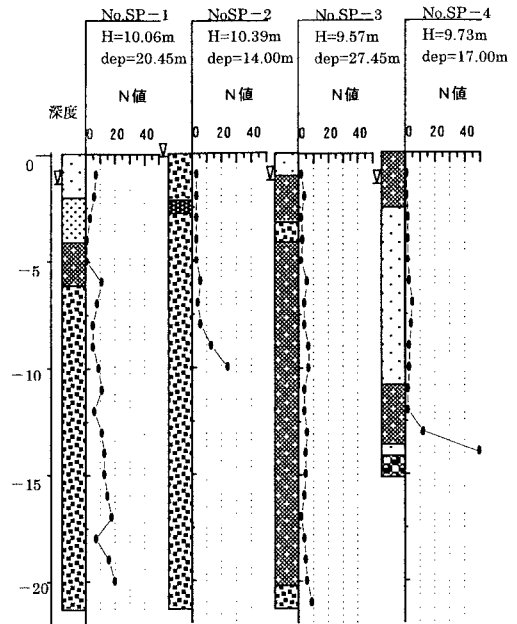


図-4 川内沖積しらす地盤のボーリングデータ

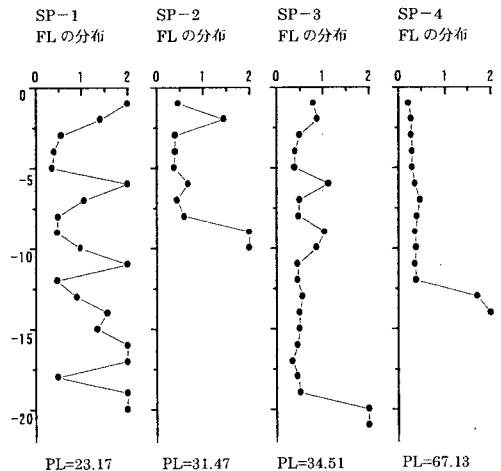


図-5 各地点における液状化判定結果