

換算N値を用いた液状化強度比の比較・検討

鹿児島大学大学院 学生員 ○北田貴光
鹿児島大学工学部 正会員 北村良介
鹿児島大学大学院 学生員 高田 誠

1. まえがき

1995年1月に発生した兵庫県南部地震を契機として、建設省では大規模地震動に対する技術規準の改訂を行っている。この改訂では、兵庫県南部地震にも十分耐えられる構造物とすることを目標とした復旧仕様の考え方を基本に、その後の実験による検証や設計法の明確化等を加え、新しい道路橋示方書として通知している。本論文は、今回建設省及び日本道路協会で提唱された道路橋示方書の液状化判定式¹⁾を、鹿児島市内の沖積しらす地盤に、適用・検討した結果について報告したものである。

2. 検討方法

(1)地震時せん断強度比R 資料1)を参照すると、沖積土の液状化強度比は、換算N値(N₁)を用いて次式から計算されるとしている。

$$R_1 = 0.0882\sqrt{(Na/1.7)} \quad (N_1 \leq 14)$$
$$0.0882\sqrt{(Na/1.7)} + 1.6 \times 10^{-6}(Na-14)^4 \quad (N_1 > 14)$$

ここに、Na=C₁・N₁+C₂ N₁=1.7・N/(σ_v' + 0.7) N:測定N値 σ_v':有効上載圧(kgf/cm²)

平成2年2月に刊行された日本道路協会「道路橋示方書・同解説」V耐震設計編²⁾では、繰返し三軸強度比は、N値より得られる強度比に、平均粒径および細粒分含有率のそれぞれより得られる強度比の補正項を加える形で評価していた。しかし、兵動ら³⁾は図-1から、しらすに含まれる細粒分は液状化を妨げるものでなく、砂の粒度成分と同様に液状化を起こしやすいと報告している。一方、資料1)では粒度の影響を細粒分含有率によりN値を補正するという形で評価している。そこで今回、資料2)について液状化に寄与する細粒分の効果を見殺した液状化強度比と、資料1)で示された細粒分の効果を考慮した場合および無視した場合の液状化強度比とを比較・検討した。なお、検討に際し用いた沖積しらす地盤のモデルは、資料4)で示される、鹿児島市北部・中部・南部地域(図-2参照)のボーリング柱状図から抽出・決定した。

(2)地震時せん断応力比L 資料1)において、地震時せん断応力比の計算式は資料2)で示されるものと同様なものとなっている。そこで資料2)で示される簡易判定式及び地震応答解析により、地震時せん断応力を求めた。なお、地震応答解析の入力データの内、動的変形特性(G・H~γ)は、北田ら⁵⁾がしらす地盤の動的変形特性の既往資料を収集・整理し、提案したものを採用した。また地震応答解析に用いた地震液は、検討モデル地盤の卓越周期と同等のものを採用した。

3. 検討結果

(1)地震時せん断強度比Rの比較 資料1), 2)で示される地震時せん断強度比を求める式を用いて計算した結果を図-3に深度分布図として示した。この図に示すようにGL-3.3mに

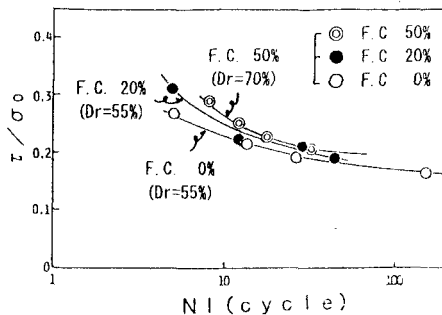


図-1 しらすの液状化強度試験結果

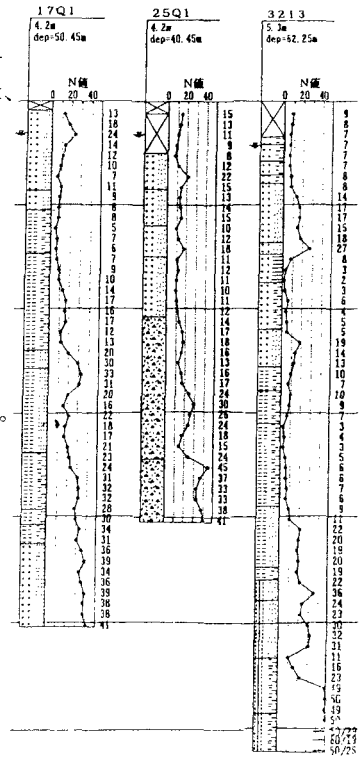


図-2 ボーリング柱状図

において、資料1)による計算結果は過大な数値を示している。これは測定N値24に対し、換算N値(N_1)が33と高めに評価されたためである。また北部・南部地域において、資料2)による計算の方が高めの数値を示している箇所が目立つが、これは資料2)の方法では平均粒径(D_{50})の影響($0.05\text{mm} < D_{50} < 0.6\text{mm}$)が考慮されているためである。

このように、資料1)による計算式では、従来考慮されていた平均粒径の影響が、細粒分含有量による補正で考慮されていることから、細粒分が非活性を呈するしらすにおいては、その取扱が難しいと判断される。

(2)地震時せん断応力比の比較 資料2)及び地震応答解析により地震時せん断応力比を計算した結果を、図-4に深度分布図として示した。この図に示すように資料2)による結果では、卓越周期の異なる地盤に対して、地震時せん断応力比の深度分布に大差のない結果が計算されることが特筆される。また長周期成分の卓越する北部・南部地域においては、資料2)による結果の方が、地震時せん断応力比は小さめに計算され、短周期成分の卓越する中部地域では、その傾向が逆になることが注目される。これは、沖積しらす地盤の層厚及びN値の分布に大きく影響を受けたためと考えられる。

すなわち、地震時せん断応力比の深度方向の低減は、地盤の卓越周期に大きく影響を受けることが、北田ら⁶⁾により提唱されていることや、沖積しらす地盤のN値の深度分布は、深さ(有効上載圧)に関係なく10~20程度が続くこと、動的変形特性が通常の砂質土と比較して、特異であること等に起因しているものと考えられる。

4. あとがき

今回、日本道路協会が改定を行った技術規準に則り、沖積しらす地盤の液状化検討を行った。その結果、平成2年2月に刊行された日本道路協会による液状化簡易判定結果とは、幾分異なった結果が得られた。ただし、今回対象とした地盤は特殊土とされるしらすであることを考慮すると、その適用は今後の室内における動的試験の実施とデータの蓄積・評価に因るところが大であると考えられる。

【参考文献】

- 1)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 1996.
- 2)(社)日本道路協会：道路橋示方書・同解説V耐震設計編, 1990.2
- 3)兵動 正幸・山内 豊聡・坂井 晃：しらすの液状化におよぼす粒度分布の影響, 第15回土質工学研究発表会概要集, pp. 581-584, 1980.
- 4)鹿児島市地盤図編集委員会編：鹿児島市地盤図, 鹿児島大学地域共同センター, 1995.3
- 5)北田 貴光・北村 良介・高田 誠：しらす地盤における動的変形特性の検討, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, pp. 580-581, 1996
- 6)北田 貴光・北村 良介・高田 誠：鹿児島市沖積地盤の液状化特性について, 平成7年度土木学会西部支部研究発表会, pp. 578-579, 1996

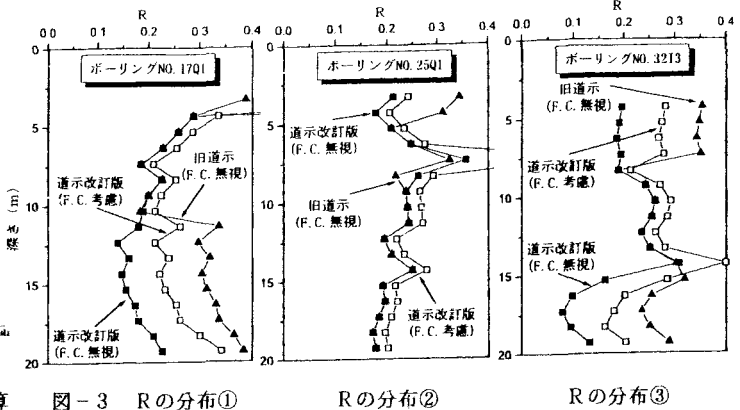


図-3 Rの分布① Rの分布② Rの分布③

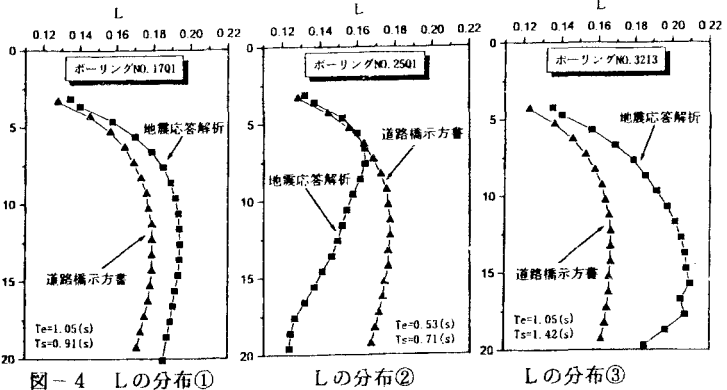


図-4 Lの分布① Lの分布② Lの分布③