

立命館大学大学院 学生員 ○ 小伊豆俊博  
 立命館大学理工学部 正会員 竹下貞雄  
 立命館大学大学院 学生員 西村卓郎

1. はじめに

著者らは砂の液状化し易さを判定する方法として、L. I. (液状化指数) 法を用いる事を提案した。しかし、この方法は quick sand を含んでいない点に欠点があることが分かった。今回は L. I. の修正案として L. C. (Liquefaction coefficient) という間隙比を基に判別する方法について報告する。

2. 試料

今回用いた試料は全て海砂である。神奈川県平塚の砂、福井県和田の砂、鳥取県の鳥取の砂を水洗いし、乾燥させた後 2 mm ふるい通過分を乾燥したものと、工場製品である相馬の砂(細)を用いた。物理的特性として主な値と粒径加積曲線を Fig. 1、Table. 1 に示す。

Table. 1 Index Properties

	平塚の砂	和田の砂	鳥取の砂	相馬の砂
G <sub>s</sub>	2.788	2.745	2.643	2.619
D <sub>10</sub>	0.12	0.11	0.18	0.50
D <sub>30</sub>	0.20	0.14	0.25	0.55
D <sub>60</sub>	0.29	0.24	0.30	0.64
U <sub>c</sub>	2.42	2.18	1.64	1.28
U <sub>c</sub> '	1.15	0.81	1.21	0.95
e <sub>max</sub>	0.895	1.088	1.008	0.985
e <sub>min</sub>	0.550	0.619	0.638	0.659

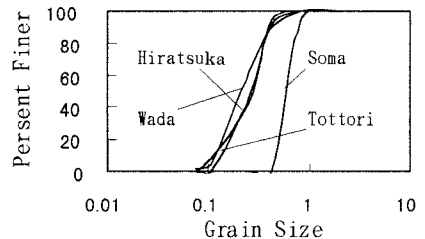


Fig. 1 Grain Size Distribution

3. 供試体の作製

非常に緩い状態、縮まった状態、非常に縮まった状態に分けて三種類の方法を用いて作製した。一つ目は Wet Tamping 法である。砂を含水比約 10% で湿らせ、それを直径 5 cm、高さ 10 cm のモールドに層状に 10 回程度に分けて非常にゆるい供試体を作製する方法である。二つ目は一般的な空中落下法でロートを通して砂を注ぎ込む方法である。三つ目は二つ目の空中落下法を途中で止め、金属製のスティックでモールドの横からたたきながら行う方法である。

4. 試験方法

試験方法は 10 分程度の圧密後に、非排水条件で内部の空気を抜くため Back Pressure 3 kg/cm<sup>2</sup> を加えて圧縮三軸試験を行った。圧縮は 1 mm/分 の速度で 30 分間行った。

5. 液状化係数 : L. C.

L. I. は Sladen(1985)の正規化した応力経路の縦軸のピーク点 B と定常状態時の点 M の直線距離 (BM) を間隙比で限界間隙比から quick sand が生ずる間隙比まで積分した値であり、この値が大きい程液状化し易いとするものである。しかし、L. I. の方法では、間隙比と BM の長さとの関係を冪乗近似しているため quick sand を起こす付近の BM の値が大きくなるに連れて近似曲線が実測値より離れて行くことが分かった。その代わり次のような関数で BM の長さを近似しようというのが今回提案する液状化係数 (L. C.) である。この L. C. の長さが長い程、砂が液状化し易いとするものである。なお間隙比の区間を決めるのには間隙比-R q のグラフ (Takeshita, S. 1995) の方法からの e<sub>1</sub>、e<sub>0</sub> を用いることにした。

Toshihiro KOIZU, Sadao TAKESHITA, Takuro NISHIMURA

$$L.C. = \alpha \tan\left(\frac{e_x - e_1}{e_0 - e_1} \times 90^\circ\right) \quad (1)$$

式(1)を用いて間隙比を $0^\circ \sim 90^\circ$ の値に換算する。この値を基に $0^\circ$ の時にBMの値がゼロ、 $90^\circ$ のときに無限大になるように最小自乗法を用いて近似を行い係数 $\alpha$ を決定する。液状化の特性の比較に用いる間隙比を $e_x$ とする。この場合式(1)は(2)のように三つの部分に分けられる。すなわち液状化しない部分、液状化を起こす部分とquick sandを起こす部分である。

$$\begin{cases} e_x < e_1 \Rightarrow L.C. = 0 \\ e_1 \leq e_x \leq e_0 \Rightarrow L.C. = \alpha \tan\left(\frac{e_x - e_1}{e_0 - e_1} \times 90^\circ\right) \\ e_0 < e_x \Rightarrow L.C. = \infty \end{cases} \quad (2)$$

### 6. 試験結果

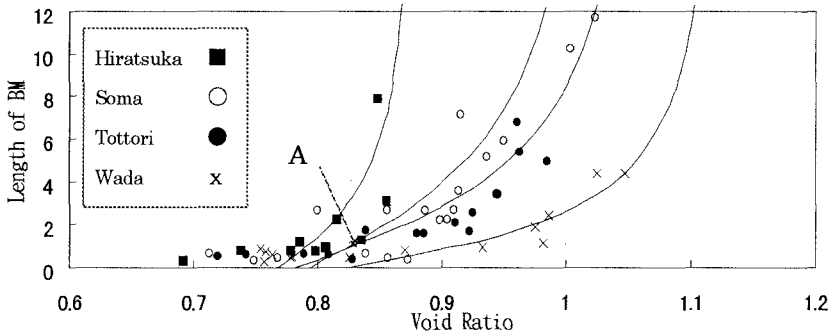


Fig. 2 Approximate Curves of L.C.

Fig. 2 は間隙比の値とBMの長さとの関係を示すもので、曲線が上にある程、液状化し易いことを示している。ただし、相馬の砂と鳥取の砂は間隙比がA点で交差している。A点の間隙比を求めるには、両者の砂のL.C.が同じとすれば式(1)から、 $e = 0.814$ になる。それぞれの値をTable. 2に示した。以上より曲線が上にある程液状化し易いので、平塚の砂、相馬の砂、鳥取の砂、和田の砂の順に液状化し易い。ただし、間隙比が $0.781 \sim 0.814$ の間は平塚の砂、鳥取の砂、相馬の砂、和田の砂の順なる事が分かる。

Table. 2 Index Curves

	平塚の砂	和田の砂	鳥取の砂	相馬の砂
$e_0$	0.887	1.137	1.110	1.048
$e_1$	0.768	0.826	0.781	0.794
$\alpha$	3.21	2.15	4.00	5.11

### 7. 結論

1. L. I. より L. C. の方法の方が解析者による個人差が少ない点では一般性があると思われる。
2. L. C. は液状化の判定が現場の砂の間隙比によって変わることを意味している。

### 8. おわりに

本報告は著者たちが砂の液状化の大小を比較する方法の一つとしてL.C.なる方法を提案し、これを実験結果によって実証したものである。今後とも実験を重ねてL.C.の方法の実証に努めていきたいと考えている。

Toshihiro KOIZU, Sadao TAKESHITA, Takuro NISHIMURA