

強度の地盤内分布の差異が盛土の破壊確率におよぼす影響

京都大学工学部 正 員 黒田勝彦
大 林 組 正 員 狩谷典男
京都大学大学院 学生員 鈴木正敏

1 はじめに 著者らは、ここ数年、土構造物の設計に内在する種々の不確実性に注目し、確率・統計論によるアプローチを実施している。本研究はその一連の研究の一部で、主として C_u 強度が地盤内で位置的に変動する点に着目したものである。すなわち、強度の位置的変動が $\alpha = 0$ 法による安定解析結果に及ぼす影響をおよぼすかを検討したもので、位置的変動の大小が斜面の安定に大きい影響をもつことを示した。

2 強度の分布特性 強度が深さと相関をもたないような飽和された正規圧密粘土地盤では、強度の分布特性は図-1のように正規分布型と図-2のような対数正規分布型に分類することができる^{1), 2), 3)}。このように地盤内の位置的な強度の変動特性の差異は、現在実施されている種々の物性論的な研究と結びついていないので、現実の設計では一律な地盤として取り扱っている。しかし後に示されるように、少なくとも一様地盤として取り扱う方法が及ぼす意味をもっているかは検討されなければならない。

3 強度の位置的変動が斜面の安定におよぼす影響

実施した例は図-3に示すように、盛土高 $H_b = 5$ m、粘土層厚 $D = 5$ m を想定し、地盤を正方形メッシュに区切り、メッシュの大きさを V 、対象とした地盤全体(深さ 5 m、幅 30 m)の大きさを V として、 V の大きさを各種変化させて不均

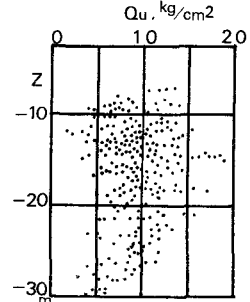


FIG-1 a

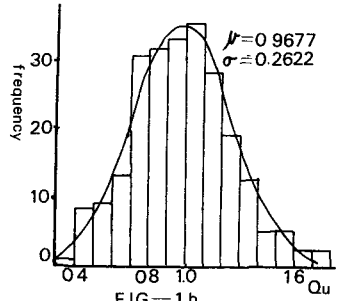


FIG-1 b
木更津港

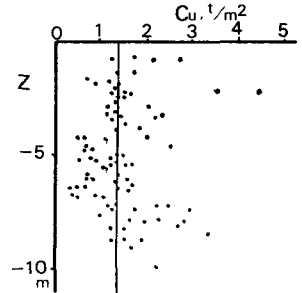


FIG-2 a

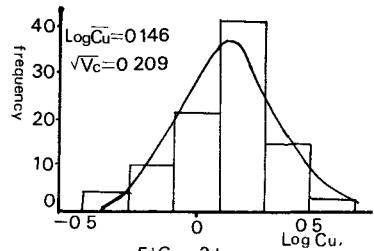


FIG-2 b
東京湾底三ヶ所

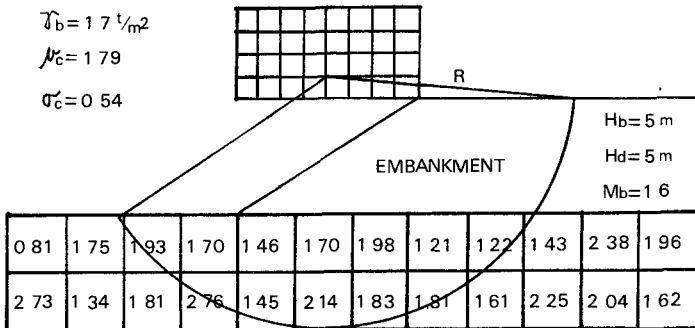


FIG-3

質さの程度を示すものと考えた。シミュレーションの方法は以前に報告したので省く。

3-1 破壊確率の定義 図-3に例示したように、ある平均値 μ_c と分散 σ_c^2 をもつような地盤を幾度か作製してその都度、最小安全率 F_s を求める。この場合、盛土の単位体積重量 γ は 1.7 t/m^3 で一定とした。慣用の設計では、 F_s に対応する円弧の中心 (x_0^*, y_0^*) 、円弧の半径 R^* に対し、その関数としておべり面上の最大せん断応力 $\sigma^*(x_0^*, y_0^*, R^*)$ を求め、 $F_s = \mu_c / \sigma^*$ で与えている。しかし、本研究では、 C_u が地盤内の位置 x と y との関数であり、安全率 F_s を次式で計算した。

$$F_s = \int_L C_u(x, y, R) dL / \int_L \sigma(x, y, R) dL = \{ \mu_c L + \int_L \sigma_c u(x) dL \} / \int_L \sigma(x, y, R) dL \quad (2)$$

上式において、 $u(x)$ はランダム変数で、本研究では自己相関は考えず互いに独立とした。 (2) 式で与えられる F_s を最小にする $(x_0^{**}, y_0^{**}, R^{**})$ を求め最小安全率 F_s^{**} を算出した。したがって、盛土のおべり破壊の確率 P_F は次式で与えられる。

$$P_F = \text{Prob}[F_s^{**} < 1.0] \doteq N_F / N \quad (3)$$

(3)式の最右辺は上述のように、(2)式の $C_u(x)$ の値を平均値 μ_c 、分散 σ_c^2 を持つ確率変数の出現値と考えてシミュレーションを実施した結果から与えられることを意味している。 N はトタルのシミュレーション回数で、 N_F はそのうち $F_s^{**} < 1.0$ となった回数である。

3-2 結果の考察 図-4は実施したシミュレーションの結果で、パラメータは慣用の安全率 F_s^* である。図の縦軸は(3)式で求めた P_F を百分率で示し、横軸は $\log \gamma/V$ の対数で示したものである。横軸の原点は $\gamma = \gamma_0$ 、すなわち均質な地盤を意味し、 γ/V が小さくなる程地盤の不均質性が大きくなることを示している。この結果から明らかなように、不均質性の大小は盛土の信頼度に大きな影響を与える。現実の不均質な地盤を均質と仮定する現行の設計法は、ここに示されたように明らかに破壊の可能性を過小評価している。一方、松尾、黒田らを取り扱ってきた方法は、逆に過大評価していることがわかる。また、図-4a, 4bを比較してわかるように、正規型か対数正規型かによって P_F はほとんど影響されない。

4. 参考文献

- 1) Lumb, P. (1966): Canadian Geotechnical Jour. Vol. III No. 2, pp. 74~97, 2) Matsuo, M. & Kuroda, K. (1974) Soils & Foundations, Vol. 14, No. 2, pp. 1~17, 3) 栗原剛夫(1973), 道路公団研究所報告, pp. 75~85.

