

西田本工業大学 正員 安原一哉
三井建設土木技術部 " 石草伊安比古
" " 三上 浩

① 緒言

ある海岸護岸工事に於いて掘削に伴う過圧密粘土地盤の強度低下とこれを考慮した安定解析を行なつて護岸構造物の安全性を検討した。その1部は昨年報告したが、過圧密地盤の力学的性質をもう少し基礎的立場から見直すことによつて、このような地盤の安定解析上の問題点を考えてみた。

② 過圧密地盤の特性

図-1は対象とした地盤の代表的プロフィールと護岸工事に伴う掘削断面の模式図を示している。ここでは、便宜上掘削して護岸構造物を築造した部分を沿岸側 (on shore) とし、接する陸上部分を陸側 (on land) と称することにする。

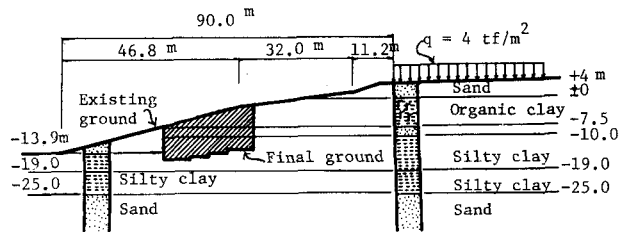


図-1 対象地盤のプロフィール

海底地盤は多くの場合過圧密状態にあることが多いが、その要因が応力解放によるものか、長時間圧密によるものかを見極めるのは容易ではない。Wrothらによれば、 K_0 値が深さ方向に一定の場合、長時間圧密を、深さ方向に減少する場合、応力解放を受けた過圧密地盤であるとされている。本対象地盤において、掘削を施した海側とそうでない陸側の土質調査に基づき、工被り圧 p_0 と圧密降伏応力 p_c との比、 p_c/p_0 ($= n$; OCR), を深さ方向にプロットしてみると図-2 のようになる。これによれば、陸側では OCR が深さ方向に対しほぼ一定値 ($= 1.33$) であるのに対し、海側では掘削したみに水深の浅い部分では OCR が大きいが、深度がほぼ 16~17 m 付近で陸側の一定値 (1.33) にほぼ収束している。このことから、陸側、海側とも本来同一の地盤条件であったものと推定される。また、OCR のこのような傾向は Wrothらによる過圧密地盤の典型例と考えられ、本来当地盤は長時間圧密によつてみかけの過圧密状態に至つたものと考えられる。また、海岸では地盤を掘削したため長時間圧密と応力解放による過圧密が複合されて現れたものと思われる。

このような地盤の過圧密比は、図-4 を参照して次のように表わされる。

$$n = \frac{p'_c}{p'_s} = \frac{p'_0}{p'_s} \cdot \frac{p'_c}{p'_0} = \bar{n} \cdot n_q \quad (1)$$

ここで、上式における n_q はすでに報告されているように次式で与えられるものである。³⁾

$$n_q = \alpha \left(\frac{t_1}{t_0} \right)^R / (1 - \lambda_r) \quad (2)$$

本地盤では $n_q = 1.33$ であることを考えれば

$$n = 1.33 \bar{n} \quad (3)$$

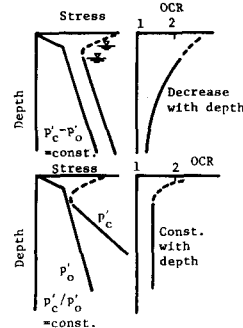


図-3 圧密降伏応力とOCRの深さ分布 (Wroth)

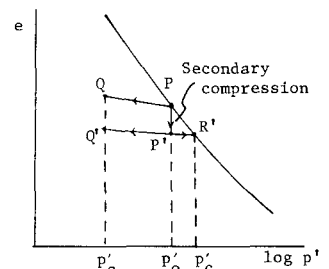
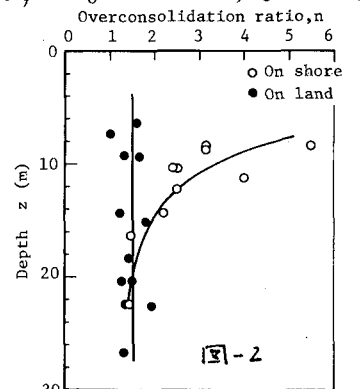


図-4 $e - \log p'$ 関係の模式図

③ 掘削に伴う非排水強度の低下について

海側に於ける掘削による応力解放による強度低下に伴う斜面安定解析を行なうため、等方圧密、膨張周非排水三軸圧縮試験 (CIRIU-test) を行なった結果を中瀬⁴⁾の方法にならって過圧密土と正規圧密土の強度比、 s_{uo}/s_{un} と過圧密比 n との関係を有機質粘土とシルト質粘土の未圧縮土について整理してみる。図-5, 6 のようになる。Mitachi や Mayne⁵⁾ の式から得られる次式⁶⁾

$$\frac{s_{uo}}{s_{un}} = n^{\Lambda_0 - 1}, \quad (\Lambda_0: \text{実験定数}) \dots\dots\dots (4)$$

よってこれらの結果を整理する際に最も問題となるのは実験定数 Λ_0 の決め方である。これはいくつかの考え方があろうが、大別して、1) I_p との関連において推定する方法、2) 圧縮指数と膨張指数との比から類推する方法がある。これを整理すると以下の通りである。

1) ケンアリンの理論による方法:

i) $\Lambda_0 = 1 \ln (M/2m)$ (①)

ii) $\Lambda_0 = 1 \ln (M/2m) / \ln 2$ (②)

2) C_s/C_c から類推する方法:

i) 圧密試験から直接 C_s/C_c を求め、 $\Lambda_0 = 1 - C_s/C_c$ とする (③)

ii) I_p をパラメーターとして (下図)

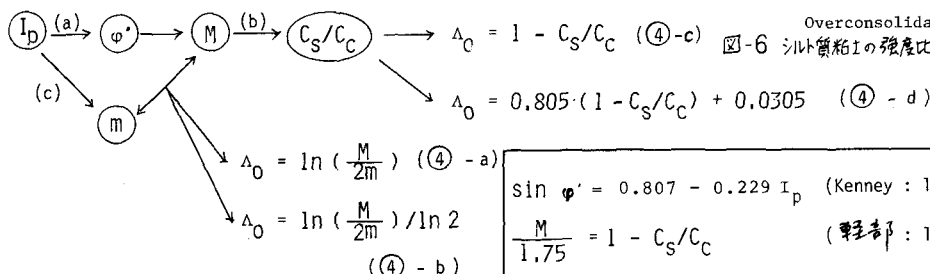


図-7 I_p から Λ_0 を決める方法

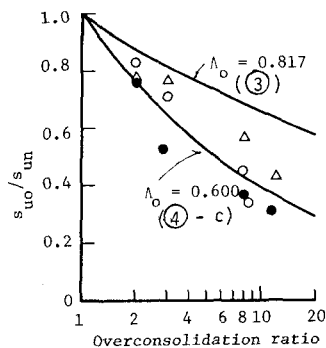


図-5 有機質土の強度比と過圧密比の関係

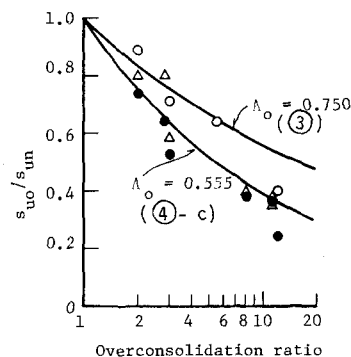


図-6 シルト質粘土の強度比と過圧密比の関係

上記のいくつかの方法のうち、③の方法と④-c によって Λ_0 を求め、これによる計算結果をまとめて図-5 と図-6 に実験値を示している。このうち、④-c による計算値が最も良く実験結果と良く対応していることが両図からわかる。このことと他の粘土についても同様であるかは不明だが、今回の対象地盤ではこのように求めた理論曲線が安定解析の際に用いた $s_{uo}/s_{un} \sim \log n$ の直線関係と近似的に良く一致したことを付記する。

④ 結言

ある典型的な過圧密地盤の地盤調査の結果にもとづいて、掘削に伴う斜面安定解析に必要な非排水強度の評価方法のうちパラメーターの選定に関する問題を議論した。安定解析はその一部とあわせて報告したが、機会をみて今後解析結果をもう少し詳しく報告したいと考えている。本筆ながら本研究を進めるに当たっては東京工業大学中瀬明男教授に有益な御助言を賜ったことと付記し深甚なる謝意を表する次第である。なお、調査は基礎地盤工技研(株)が担当した。

引用文献

- 1) 安原他 (1983): 地盤今年論加部, 2) Wroth, C.P. & G. Parry (1977): Intl. Symp. Soft Clay, AIT, Bangkok, 3) Murakami, Y. (1979): Soils & Foundations, Vol. 19, No. 4, 4) 中瀬他 (1969): 港湾技術報告, 218, No. 4, 5) Mitachi, T. & S. Kitago (1976): Soils & Foundations, Vol. 16, No. 1, 6) Mayne, P. W. (1980): Proc. ASCE, Vol. 106, GT11, 7) Kenney, T.C. Proc. ASCE, Vol. 85, No. SM3, 8) 軽部 (1975): 第20回国土計画学会, 9) Skempton, A.W. (1957): Proc. I.C.E., Vol. 7.