

有明粘土地盤における盛土挙動のクラス A 予測とその検証

佐賀大学工学部 学生会員 佐藤 秀美

佐賀大学工学部 正会員 柴 錦春

佐賀大学低平地研究センター 正会員 日野 剛徳

佐賀県有明海沿岸道路整備事務所 正会員 伊賀屋 豊

1. まえがき

軟弱な有明粘土地盤における盛土の設計パラメータの選定や挙動予測の方法を確立するために、無処理地盤における盛土厚さ 2.5m の試験盛土の計画、FEM 解析によるその挙動の予測(クラス A と呼ぶ)、その後の盛土建設の動態観測を行ってきている。本報では、予測値と現場実測値との間の比較検討を行い、圧縮指数 C_c とシミュレートした非排水強度 S_u の再評価、ならびに盛土挙動の再解析を実施し、有明粘土地盤における盛土の挙動予測に関する知見をまとめた。

2. 試験盛土の概要およびクラス A 予測と実測の比較

図-1 に無処理地盤上の盛土断面を示す。盛土底面の長さ 46.8m、幅 22.8m、斜面勾配 1:1.8(V:H) である。施工速度は 0.05m/day であった。図-2 に盛土中心部の地表面(S1)における沈下量の経時変化、図-3 に施工開始から 220 日の時点における盛土法尻の深さ方向に対する側方変位、図-4 に盛土中心部の深さ 8.3m(P3)における過剰間隙水圧の予測値と実測値の比較をそれぞれ示している。計画段階における側方変位と過剰間隙水圧の予測(各図中の予測 1、クラス A 予測)は、実測値との差が小さいが、沈下量については実測値の 50% 以下となる結果を得た。

表-1 モデルパラメータ(表中の [] はクラス A 予測の設定値)

深さ (m)	地層	ポアソン比 ν	λ (C kPa)	M	e_0	γ_t (kN/m ³)	k_v, k_h (10 ⁻⁴ m/day)	
							k_v	k_h
0.0-1.5	表土	0.3	0.25 [0.25]	1.2	1.5 [1.5]	16 [16]	6 [6]	9.1 [9.1]
1.5-4.0	粘土層1	0.3	1.07 [0.65]	1.2	3.71 [3.14]	13.1 [13.7]	10.4 [5.1]	15.6 [7.7]
4.0-6.0	粘土層2	0.3	1.19 [0.59]	1.2	2.88 [2.89]	1.39 [13.9]	17.3 [5.4]	25.9 [8.1]
6.0-8.0	粘土層3	0.3	0.84 [0.6]	1.2	2.72 [2.67]	14.1 [14.1]	16.5 [5.4]	24.7 [8.1]
8.0-10.0	粘土層4	0.3	0.66 [0.71]	1.2	1.91 [2.55]	15.7 [14.3]	7 [4.6]	10.6 [6.9]
10.0-12.0	砂・粘土	0.3	0.08 [0.08]	1.2	1.1 [1.1]	18 [18]	17.5 [17.5]	26.3 [26.3]

3. 地盤条件の検討

解析において、軟弱な有明粘土地盤は修正カムクレイモデル¹⁾でモデリングしたものである。計画段階ではジャストポイントの地盤調査結果がなかったため、周囲(約 100m 以内) から得られた 3 地点の地盤調査結果を使用し、表-1 中の括弧内の数値に示

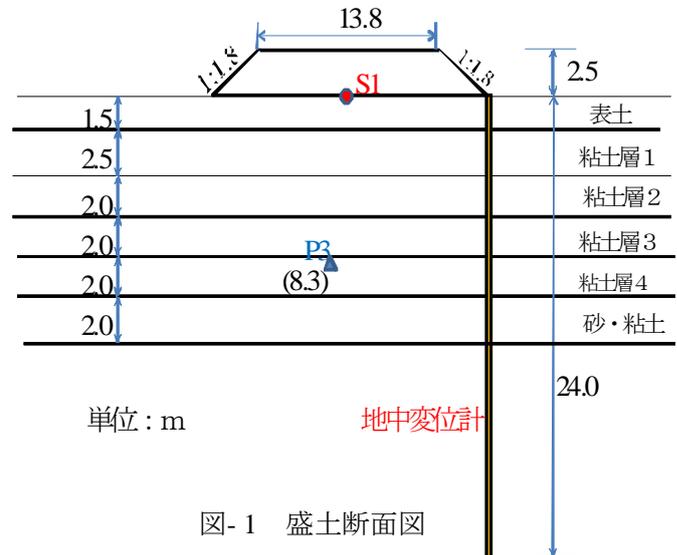


図-1 盛土断面図

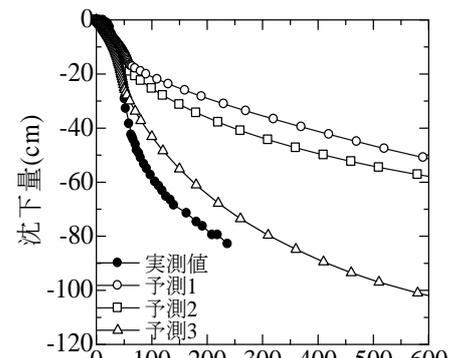


図-2 盛土中心部の地表面(S1)における沈下量の経時変化

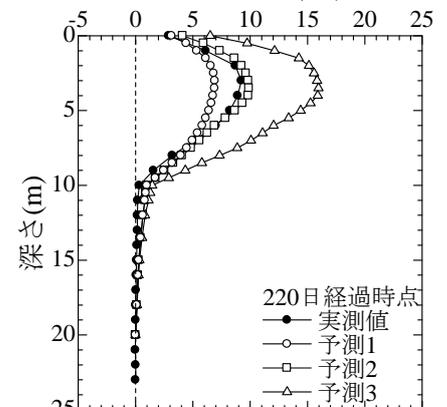


図-3 盛土法尻における深さ方向に対する側方変位

すようにモデルパラメータを設定した。また、 $e-\ln p'(p'$ は圧密圧力)プロットの除荷曲線の勾配 κ は 0.1 λ を採用した。

試験盛土施工の直前にジャストポイントの地盤調査結果が得られ、その圧縮指数($C_c=2.3 \lambda$)は予測 1 時に用いた値(表-1 中の [] の値)よりずいぶん大きいことがわかった。ジャストポイントの結果を用い、入力パラメータを再設定して再解析(予測 2)を行った。しかしながら、図-2 に示すように、予測した沈下量は増えたが、まだ実測値を過小評価している。

4. 地盤の初期非排水せん断強度(S_u)を用いた降伏応力に関する検討

図-6 に非排水せん断強度(S_u)の深さ方向の分布を示す。図-6 中の実線は、修正カムクレイモデルの S_u の予測式を用いた当初の予測値である。予測において、一軸圧縮試験によって得られた周囲地盤の S_u に合うように降伏応力を調整し、FEM 解析に用いた。他方、Bjerrum²⁾ は、軟弱な粘土地盤上の盛土挙動について、現場の S_u は現場ベーンあるいは室内試験のせん断強度より小さく、その主な原因はひずみ速度の影響であることを明らかにしている。そこで、地盤の塑性指数(PI)を用いる修正法が提案された。Bjerrum の方法で修正した S_u (図-6 中の ●▲)と予測 1 からなる値を比較すると、なおも後者の値は大きい。ジャストポイントにおける PI は約 50 であることから、ひずみ速度の補正係数 μ は約 0.8²⁾と求められる。実線の S_u 値の 80%の値を図-6 中の破線で示す。図-6 中の破線に相当する降伏応力を用いて、再度解析を行った。その結果は図-2、3、4 中に予測 3 として示した。図-2 の結果より、沈下量についてはなおも過小評価の傾向があるが、実測値にかなり近づいた。図-4 の結果より、過剰間隙水圧も実測値を良くシミュレートしたと考えられる。しかし、図-3 に示すように盛土法尻の側方変位量は実測値より過大評価している。この理由は不明確であるが、解析においては地盤の異方性が考慮されておらず、かつ使用した地盤モデルは有明粘土地盤の変形特性を表わすには限界がある、などのことが挙げられる。

5. まとめ

本報で得られた知見を要約すると、次のとおりである。

- 1)有明粘土地盤における空間的な地盤条件の変化は大きい。周囲の地盤調査結果を用いて盛土の挙動を予測する場合、予測値が外れる可能性が高い。
- 2)地盤の非排水せん断強度を用いて地盤の降伏応力を評価する場合、地盤の塑性指数によるひずみ速度の修正が必要である。
- 3)事後のフィッティングに際しても、カムクレイモデルのような簡単な構成式を用いて沈下量、側方変位、過剰間隙水圧の変化をすべて合わせることは困難である。

参考文献

1) Roscoe, K. H. and Burland, J. B. (1968). On the generalized stress-strain behavior of 'wet' clay. *Engineering Plasticity* (edited by J. Heyman and F. A. Leckie), Cambridge University Press, 535-609.
 2) Bjerrum, L. (1973). Embankment on soft ground: SOA report. Proc. 8th Conf. on Soil Mech. and Found. Eng., Moscow, U.S.S.R., Vol. 3, pp. 111-159.

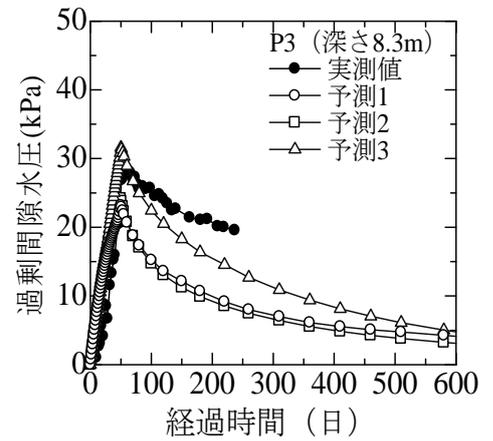


図-4 過剰間隙水圧の経時変化
圧縮指数 C_c

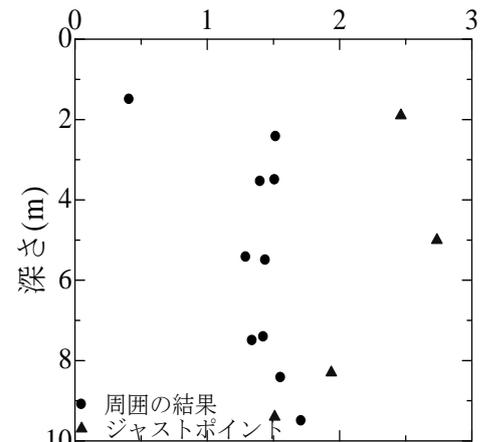


図-5 圧縮指数
 S_u (kPa)

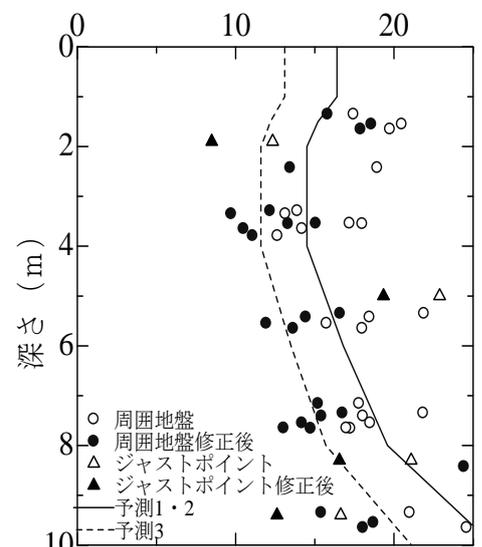


図-6 非排水せん断強度
の深さ方向の分布