

臨海地区における盛土地盤の変形挙動に関する検討

地域地盤環境研究所 正会員 ○稲垣 祐輔, 譽田 孝宏
五洋建設 正会員 大月 一真

1. はじめに 大阪夢洲エリアにおける土地造成工事は、2025年日本国際博覧会(大阪・関西万博)開催に向けて、開催予定地の一部を盛土する工事である。盛土は、表層付近の軟弱な浚渫土地盤上に施工するため、特に、盛土法尻付近において側方流動や円弧すべりの発生が懸念された。本稿では、軟弱粘性土地盤の特性に着目した弾塑性FEM解析を事前に実施し、現場計測結果¹⁾に基づいて盛土地盤の変形挙動を検討した。

2. 本工事の特徴 検討断面付近の平面図を図-1に示す。土地造成工事は、埋立粘土層であるBc層($c_u: 2\sim 50$ [kN/m²], 層厚約23[m])の上に5~7[m]盛土する工事である。Bc層は、過去に層下半部にプラスチックボードドレーン(PBD)を設置してBs層(敷砂層)での地下水低下工法を併用して圧密促進させたC区画と、全層未改良のA区画に区分される。Bs層下位には、層上半部にサンドドレーン(SD)を設置した沖積粘性土層(Ac層, $c_u=107\sim 200$ [kN/m²])があり、Bc層を受け入れたことにより、圧密が進行している。また、両区画において、図-1南側への側方流動等を抑制するために、C区画のBc層(一部)とA区画のBc層(全層)を高圧噴射攪拌工法により地盤改良した(図-3参照)。各区画代表断面の法尻付近と盛土下に沈下計と傾斜計を設置し、各盛土段階において手動計測を実施した。

3. 解析条件 有限要素メッシュ図を図-2に示す。解析は、平面ひずみ条件下のもと、水理境界として側方に静水圧条件を、底面に排水条件を設定し、地盤の構成則として関口・太田モデル²⁾を用いた2次元弾塑性FEM解析(土~水連成解析)を実施した。弾塑性材料パラメータは、現地から採取した乱れの少ない試料を用いた段階載荷圧密試験および定ひずみ速度圧密試験と三軸圧縮試験(CU条件)の結果から決定した(図-4, 表-1参照)。なお、盛土、砂層および地盤改良は弾性材料を仮定した。

4. FEM解析結果と計測結果の比較・検討 各区画断面の法尻付近における水平変位分布の比較図(盛土完了時)を図-5に示す。C区画断面での計測値は、Ac層以深でほとんど発生せず、Bc層で最大水平変位量0.15[m]が発生した。一方解析値は、計測値よりも過大と

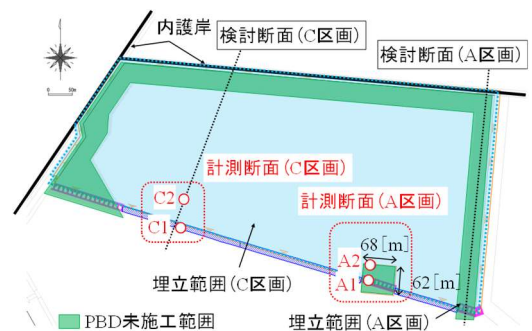


図-1 平面図

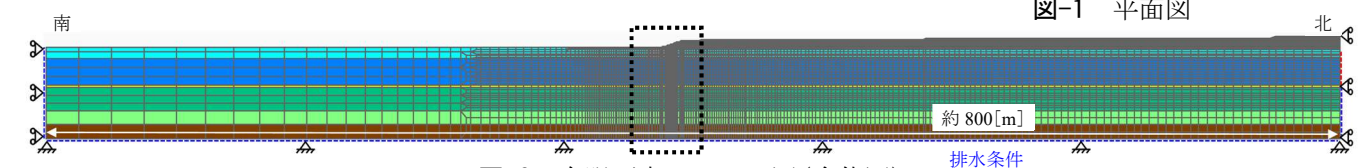
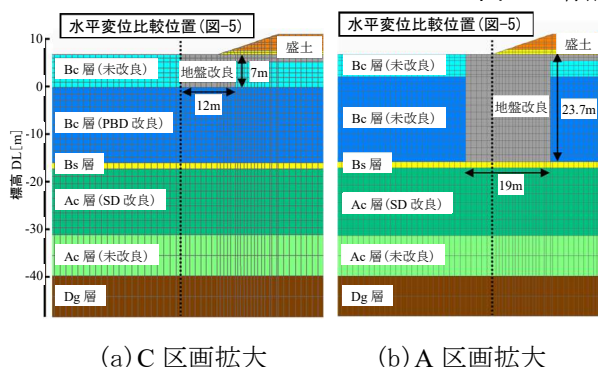


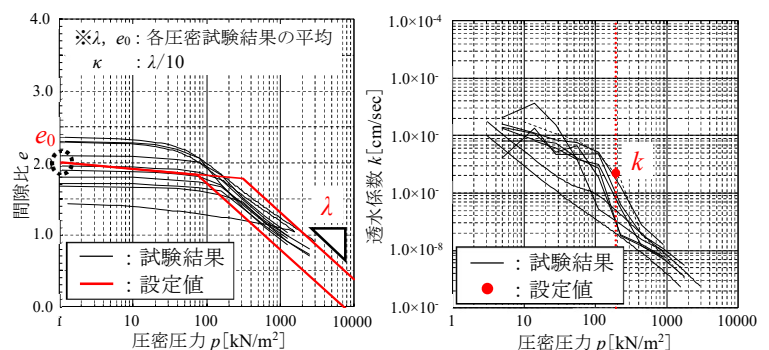
図-2 有限要素メッシュ図(全体図)



(a) C区画拡大

(b) A区画拡大

図-3 有限要素メッシュ図(図-2破線部拡大)



(a) 間隙比~圧密圧力関係

(b) 透水係数~圧密圧力関係

図-4 圧密試験結果(C区画, Bc層(PBD改良))

キーワード 盛土, 軟弱地盤, 側方流動, 数値解析, 地盤変形

連絡先 〒578-0008 大阪府大阪市中央区大手前2-1-2 (株)地域地盤環境研究所 TEL 06-6943-9706

表-1 FEM 解析に用いた土質パラメータ

土層	平均 N値	弾塑性材料パラメータ																			
		単位体積 重量		変形係数		ポアソン 比		透水係数 ($\times 10^{-9}$)		静止 土圧係数		圧縮指数		膨潤指数		限界状態 係数		過圧密比		初期 間隙比	
		A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C	A	C
盛土	—	18.0		11900		0.33		120,000		—		—		—		—		—		—	
盛砂・敷砂	—	4.1		20400		0.30		13.0		—		—		—		—		—		—	
表層混合処理	—	4.1		20400		0.30		13.0		—		—		—		—		—		—	
Bc層(未改良)	—	3.2	4.1	—	0.43	0.42	13.1	0.75	0.72	0.48	0.43	0.05	0.04	0.55	0.61	1.0	2.61	2.62	—	—	
Bc層(PBD改良) [*]	—	4.5	5.5	—	0.41	0.38	6.3	0.69	0.61	0.44	0.40	0.04	0.04	0.69	0.89	1.0	2.06	2.01	—	—	
敷砂層	17	10.0		11900		0.33		1.2		—		—		—		—		—		—	
Ac層(SD改良)	—	6.6		—		0.36	0.38	0.3	0.7	0.56	0.62	0.31	0.34	0.03	0.03	1.03	0.88	1.1	2.7	1.86	1.54
Ac層(未改良)	—	6.6		—		0.36	0.36	0.4	2.2	0.56	0.56	0.17	0.13	0.02	0.01	1.03	1.02	1.4	2.7	1.15	0.92
Dg層	60	10.0		168000		0.33		1.2		—		—		—		—		—		—	

※：Bc層は、C区画では下半分を改良し、A区画では全層未改良である。

なっているものの、Bc層にて水平変位量が大きくなる挙動については、定性的に類似傾向にあった。解析値が計測値よりも大きい理由は、地盤改良をBc層に実施していることから、盛土に伴ってBc層に発生したせん断ひずみが地盤改良領域の下側に回り込むように発達したためと考えられる(図-6参照)。

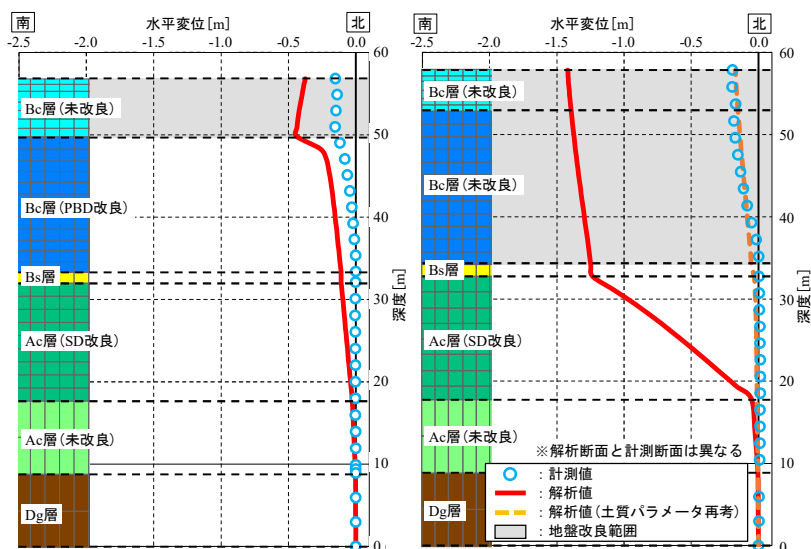
A区画断面では、解析断面と計測断面で盛土中央付近におけるBc層の性状が異なるものの、法面付近の条件は同じであることから、参考までに比較した。その結果、計測値はAc層以深でほとんど発生せず、Bc層ではAc層から連続してほぼ直線的な変形挙動を示し、最大水平変位量は0.20[m]であった。一方、解析値はAc層から大きく変位しているものの、Bc層だけの水平変位量に着目すれば、定性的、定量的に同程度であった。Ac層の解析値が大きくなった理由としては、計測断面付近の実地盤よりも軟質に評価している可能性が考えられる。つまり、実地盤では圧密促進

効果により、Ac層が過圧密状態にあったものと考えられる。これは、Ac層の過圧密比がA区画とC区画で同程度に過圧密であると仮定した場合、計測値と良い対応関係にあることから推察できる(図-5 橙色破線参照)。

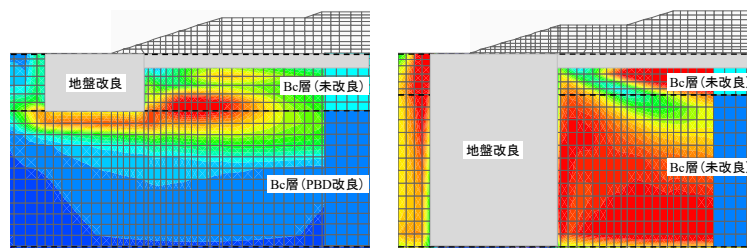
5. おわりに 軟弱な埋立粘土地盤上に盛土する現場において、盛土時における盛土下の地盤挙動を検討した。その結果、解析値は計測値よりも過大に評価するものの、埋立粘土層の水平変位分布は定性的に再現できることを示した。また、全層未改良区画(A区画)における沖積粘土層のパラメータを再考することにより、計測値を再現することも示した。地盤改良範囲が浅いC区画では、せん断ひずみが地盤改良領域より下部に回り込むように発達した解析値に対して、計測値は解析時に想定したほどせん断ひずみが回り込まなかったと考えられる。

謝辞 本論文を執筆するにあたり、大阪港湾局に多大なご協力を頂いた。ここに付記して謝意を表す。

参考文献 1) 臨海地区の土地造成工事における盛土端部の計測管理, 第77回年次学術講演会(投稿中) 2) Iizuka and Ohta: A determination procedure of input parameters in elasto-viscoplastic finite element analysis, Soils and Foundations, Vol.27, No.3, pp.71-87, 1987.



(a) C区画断面 (b) A区画断面
図-5 法尻付近における水平変位分布図(盛土完了時)



(a) C区画断面 (b) A区画断面
図-6 せん断ひずみコンター図(Bc層)