

## バンコクにおける気泡混合土の盛土試験(その2)

- 沈下と FEM 解析 -

(財)土木研究センター 正 土橋 聖賢 五洋建設(株) 正 久保泰宏  
 泰国西松建設(株) Sirisin Janrungautai 西松建設(株) 正 平野 孝行

### 1. はじめに

タイの首都バンコクでは軟弱地盤上に高速道路を建設する計画があり、気泡混合土<sup>1)</sup>による盛土が計画されている。この工法の利点は鉛直ドレーンと盛土の併用工法に比べ、ドレーン材が不要であり、山土を大幅に縮小することができるとともに、沈下を大きく低減できることである。

しかしながら、気泡混合土のバンコクでの適用は初めてであるので、気泡混合土の強度、耐久性、および沈下などの課題を解明する目的で、盛土試験を実施した<sup>1)</sup>。盛土は2006年3月に作製し、既に約1年が経過している。本文は試験盛土の沈下とFEM解析の結果について報告する。

### 2. 粘土地盤の土質特性

試験場所の土質特性を図-1に示す。地盤は表層1mに乾燥した粘土があり、GL-1mから16.5mの厚さで軟弱な粘土がある、自然含水比は70~140%と幅があり、GL-5mの140%をピークに、GL-17.5mの70%まで深度方向に減少している。また、液性限界も自然含水比と同様に、深度方向に減少する傾向がある。この粘土の非排水せん断強度(現場ベーン試験)は $Cu = 5 \sim 30 \text{ kN/m}^2$ である。粘土はGL-17.5m以深にも確認されているが、N値は10~40程度で、「中位の~固い」状態である。

### 3. 計測項目

計測項目を図-2と表-1に示す。盛土の中央部に土圧計、層別沈下計、間隙水圧計を設置し、盛土の端部に傾斜計を2箇所設置した。また、地表面には沈下板、変位杭を設置した。

### 4. 実測沈下とFEM解析の比較

盛土は現地盤を1m掘削し、密度1.0、0.8および0.6 g/cm<sup>3</sup>の気泡混合土をそれぞれ1mの厚さで作製し、その上部に乾燥防止の目的で0.5m厚さの覆土を施工した。盛土底面の荷重増分は粘土を1m掘削していることから、16.8kN/m<sup>2</sup>程度である。

図-3はFEM解析のメッシュを示し、表-2は粘土の入力定数を示している。気泡混合土は弾性体と仮定し、弾性係数Eは1,500 kN/m<sup>2</sup> ( $E=210 \times Cu$ )、ポアソン比は0.1、透水係数は $10^{-6} \text{ cm/s}$ とした。解析プログラムは「Dacsar」である。

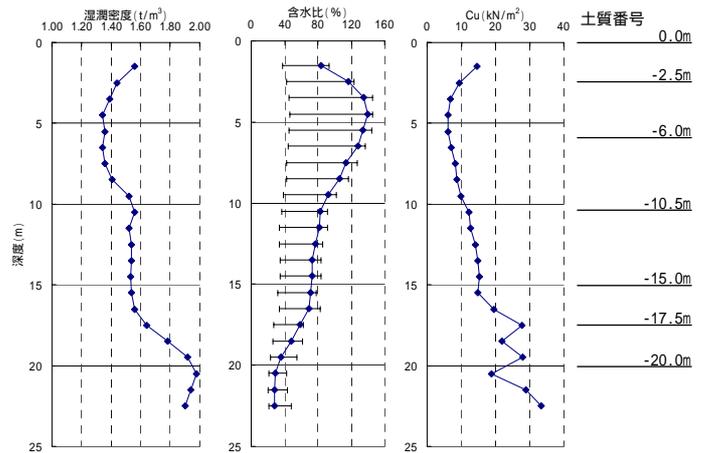


図-1 試験場所の土質特性

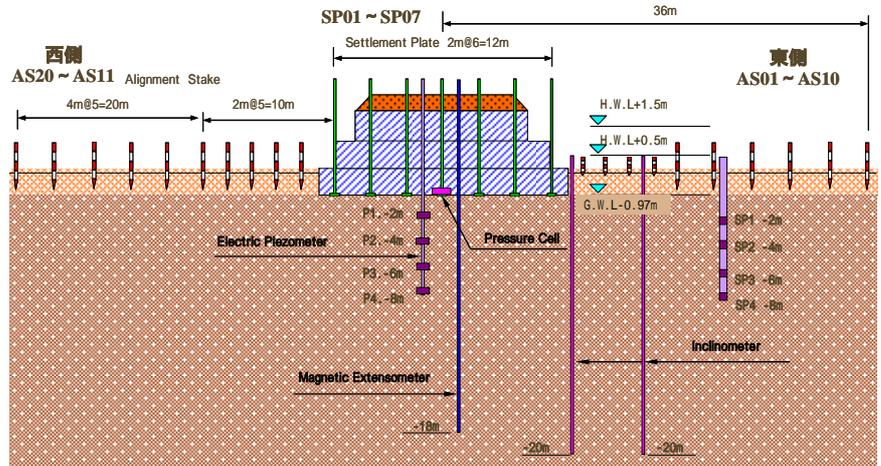


図-2 計測機器の配置

キーワード：気泡混合土、バンコク粘土、盛土、沈下、FEM解析

連絡先：〒112-8576 東京都文京区後楽2-2-8 五洋建設(株) 土木設計部 TEL03-3817-7655

表-1 計測項目一覧

計測項目	種類	数量
沈下量	沈下板	7
沈下量	層別沈下計	1
変位量	変位杭	20
水平変位	傾斜計	2
土圧	土圧計	1
間隙水圧	間隙水圧計	4

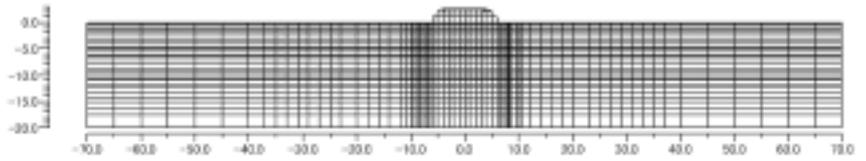


図-3 FEM 解析のメッシュ

表-2 土質の入力定数

No.	$\gamma_i$ kN/m <sup>3</sup>	$p_c$ kN/m <sup>2</sup>	$e_0$	$\lambda$	$\Lambda$	M	D	K <sub>0</sub>	K <sub>i</sub>	$\nu$	$\alpha$	$\dot{\nu}_0$ 1/day	k cm/sec
	13.40	45	4.04	1.089	0.923	0.765	0.261	0.661	0.940	0.400	1.72E-04	1.31E-06	2.24E-07
	13.65	45	3.58	1.109	0.920	0.773	0.288	0.658	0.816	0.399	1.14E-03	5.18E-07	1.14E-07
	14.60	62	2.96	0.574	0.906	0.921	0.1430	0.601	0.674	0.380	2.19E-04	4.23E-08	6.77E-08
	15.83	73	1.82	0.382	0.860	0.941	0.1240	0.593	0.616	0.370	4.61E-04	2.57E-07	4.53E-08
	16.00	160	1.38	0.263	0.888	0.927	0.1060	0.598	0.781	0.370	5.47E-04	7.01E-07	3.75E-08
	20.85	400	0.55	0.065	0.913	1.210	0.0320	0.497	0.983	0.330	5.33E-04	1.27E-06	2.45E-08

where:

- $\gamma_i$ : unit weight of a material
- $p_c$ : preconsolidation pressure
- $e_0$ : void ratio at preconsolidated state
- $\lambda$ : 0.434 times the compression index
- $\Lambda$ : irreversibility ratio
- M: critical state parameter
- D: coefficient of dilatancy
- K<sub>0</sub>: coefficient of earth pressure at rest
- K<sub>i</sub>: coefficient of in-situ earth pressure at rest
- $\nu$ : effective poisson's ratio
- $\alpha$ : coefficient of secondary compression
- $\dot{\nu}_0$ : initial volumetric strain rate
- k: coefficient of permeability
- E: modulus of elasticity

盛土中央部における時間～沈下曲線を図-4に示す。図-4によると、約1年後の実測沈下は約12cmであり、沈下は当初予測(事前解析)のほうが実測よりやや遅れる傾向がある。解析において、透水係数を補正する(上層部とを100倍)と、両者が比較的良好一致する結果となった。フィッティング後に求めた50年後の沈下量は約20cmと小さく、2.7mの山土盛土の場合が約2.0m沈下するのに比べると、気泡混合土の持つ軽量性が十分に発揮されていると考えられる。また、図-5は沈下の断面形状を示している。盛土周辺部の盛り上がりに関しては、実測と解析とであまり一致しない結果となった。

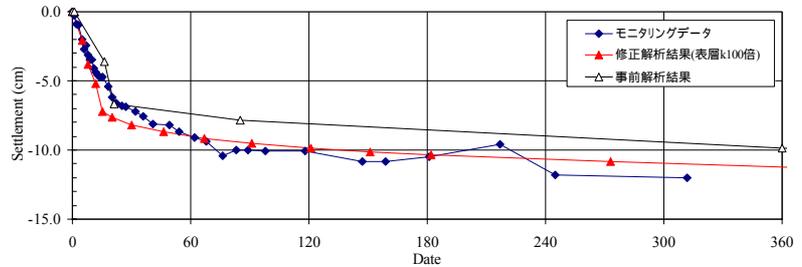


図-4 盛土中央部における時間～沈下曲線

5. まとめ

バンコクで気泡混合土の盛土試験を実施した。盛土の大きさは底面幅が14m×14mの正方形で、高さは3m(地盤上は2m)であり、密度1.0、0.8および0.6 g/cm<sup>3</sup>の気泡混合土をそれぞれ1m厚さで作製した。本文は約1年間の沈下とFEM解析との比較について考察した。その結果をまとめると、次のようである。

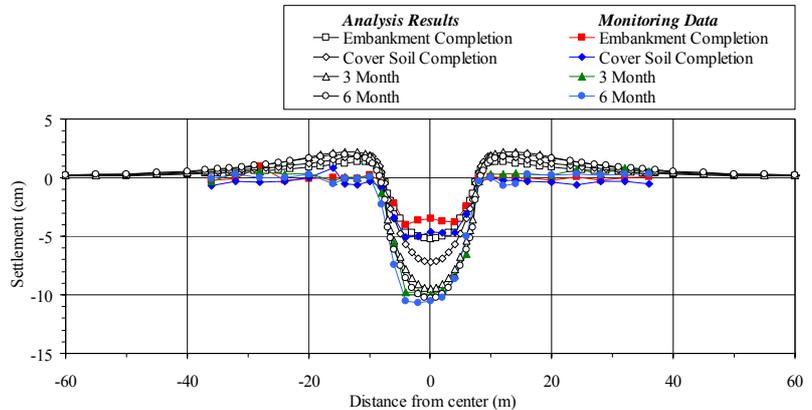


図-5 沈下の断面形状

(1) 盛土による実測沈下量は1年間

で約12cm程度であり、気泡混合土の持つ軽量性が十分に発揮されていると考えられる。

(2) 沈下は、当初予測のほうが実測よりも遅れる傾向があり、透水係数を補正するとよく一致した。

本研究は(独)土木研究所とBRRD(タイ国運輸通信省道路局)およびハイグレードソイル(HGS)研究コンソーシアムの共同研究の一部を報告するものである。

参考資料

- 1) 古本ら：バンコクにおける気泡混合土の盛土試験(その1)、第62回年次学術講演会(投稿中)、2007.