

粘土中に浮き基礎で支持された地中防災貯水槽の挙動について

佐賀大学 理工学部 ○学 花山浩康
" " 学 福岡 仁
同低平地防災研究センター 正 三浦哲彦
佐賀市役所下水道部 久富義人

1. まえがき

佐賀市では、豪雨時に全域にわたって冠水し都市機能がまひするという事態をしばしば経験してきている。問題の根本的解決のためには、総合的水管理システムを導入することが必要であるが、当面の対策として、都心部に約4万立米の容量の地中防災貯水槽を築造することが計画されている。同種の構造物はいくつかの自治体ですでに設置もしくは計画中であるが、その工事費単価は単位容積当り6万円から12万円であり¹⁾、本市での4万立米では24億円から48億円に達すると見積もられている。工事単価の差は主として基礎工法の違いによる。当地は、地盤が軟弱である上に地盤沈下地帯であるので、かなり高い工事費を要することが懸念される。

佐賀市の要請(3年間の受託研究)を受けて、低平地防災研究センターでは安全で低廉な基礎工法を検討することになった。水理特性に関する基礎的検討はなされているので、検討グループでは主として構造形式、地盤支持力解析及び沈下解析を行うことにした。平成4年度は、構造形式を仮定し、基礎を用いない直接基礎の場合の貯水槽の沈下挙動を推定し、その結果に基づいて許容沈下量以下に抑え得る基礎形式を探ることにした。本報告は、これまでに得られた事項について報告するものである。

2. 検討項目

2.1 構造形式等

貯水槽が防災機能をフルに発揮しなければならないのは、年間に30日を越えることはないと考えられる。したがって、通常は地下空間を駐車場として利用できることが望ましい。この観点から、構造形式は自走斜路方式のRC構造地下2層、寸法は幅57m、長さ100m、高さ7mと仮定して以下の検討を行うことにした²⁾。貯水槽の載荷状態として、a) 貯水槽が空の状態(空間状態)、b) 駐車場として550台の車を収容した状態(満車状態)、c) 雨水で満たされた状態(満水状態)、の3ケースを想定した。

表-1 土質パラメーター表

0 1.0m 7.0m 10 20 30 31.55m	砂A 粘土 砂B 粘土 砂C 粘土 砂D 粘土 砂E 粘土 砂F 粘土 砂G 粘土	層厚 (m)	土質区分	N値	単位重量 γ_{sub} (tf/m^3)	初期間隙比 e_0	圧縮指数 C_c	膨張指数 C_s	先行圧密応力 σ_{oz} (tf/m^2)	圧縮係数 C_v (cm^2/d)	最終沈下量 S (cm)
		0.97	砂礫みシルト	1	0.57	1.89	0.630	0.063	5.54	1.88×10^2	9.39
		3.77	礫混じり砂	13	0.70	1.36	0.398	0.0398	7.14		1.41
		1.61	砂質シルト	4	0.55	2.00	1.140	0.114	8.90	3.25×10^2	11.46
		2.08	砂	18	0.70	1.36	0.398	0.0398	10.07		0.56
		1.33	砂質粘土	6	0.60	1.75	0.630	0.063	11.20	1.96×10^3	4.39
		6.22	軽石混じり 火山灰砂	23	0.70	1.36	0.398	0.0398	13.77		1.38
		1.22	粘土	4	0.55	2.00	1.140	0.114	16.28	6.65×10^2	5.04
		2.20	砂	28	0.70	1.36	0.398	0.0398	17.39		0.34
		5.15	シルト	4	0.55	2.00	1.140	0.114	19.58	6.65×10^2	16.55

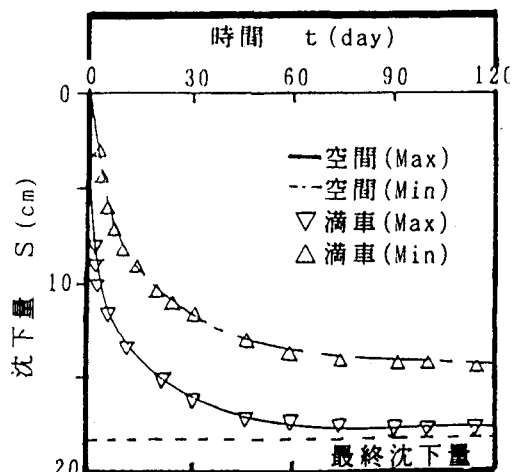


図-1
空間状態と満車状態における
時間 (t) - 沈下量 (S) の関係

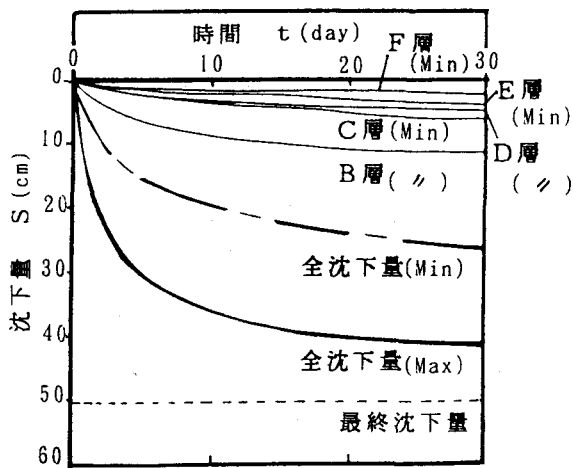


図-2
満水状態の時間 (t) - 沈下量 (S) の関係

2.2 圧密沈下解析

予備的検討として、まず建設予定地内での限られたボーリング調査結果³⁾に基づいて、解析に必要な土質パラメーターを推定した。その結果を表-1に示している。比較的浅い層の土質パラメーターは実測されているが、深い層のパラメーターはN値と土被り圧に基づいて推定したものである。

3. 計算結果

地盤の支持力に関しては、全く問題ないことを確認した上で、圧密沈下解析を行った。前述した3状態の中で、通常は空間状態と満車状態が半日周期で繰り返されると考える⁴⁾。図-1は、120日間にわたって繰り返し荷重が作用した場合の沈下曲線である。推定パラメーターの上限値と下限値を用いて、最大沈下量及び最小沈下量の関係を求めた。この計算によれば、空間状態と満車状態の荷重条件の違いは地盤の挙動にほとんど影響を与えない。これは、満車時の車両総重量550tfに対して床面積は5700m²であり単位面積当たりの繰り返し荷重は0.097tfと小さいことによる。図-2は、満水状態が30日間続いた場合の各粘土層の沈下曲線(Min)、全沈下曲線(Min, Max)、及び最終沈下である。満水状態では、最終沈下量は50cm程度に達すると推定される。今後、土質パラメーターを正確に調査して詳細検討を行う必要があるが、この数値を基にすれば何らかの基礎工法での対策が求められる。

4. 考察

計算に用いたパラメーターによれば、満水状態での30日間の沈下量は、最終沈下量の52.5%~81.7%に達することになり、圧密沈下の速度は比較的速い。また、各層の沈下状況より全最終沈下量に対して粘土B層とC層がそれぞれ18.8%と23.0%と比較的大きく起因している。沈下対策としては、a)プレローディング、b)基礎底面の切下げ、c)基礎地盤の浅層改良、d)浮き基礎タイプの杭または深層改良工法、e)周面支持杭-床盤系基礎、地盤改良(DJM工法、盤状の改良体、軽量盤状混合処理)、箱型基礎工法(SBF工法)⁵⁾などが考えられる。まず、粘土B層を掘削し基礎底面を切り下げることで沈下量を9cm少なくし、何らかの基礎工法で粘土C層とD層の影響を除けば15cm程度沈下量を減少することができる。平成5年度には、ボーリング調査を行って深い層の土質パラメーターを定め、最も効果的な基礎工法を探っていく予定である。

参考文献

- 1) 三浦哲彦：軟弱地盤中の防災調整池に関する総合的調査研究，佐賀市，1991.
- 2) 神戸市土木局：三宮駐車場改築工事記録，1990.
- 3) 佐賀市：大和紡績跡地整備事業測量・調査・設計業務委託報告書（地質調査編），1992.
- 4) Yasuhara, K. et al.: Wave-Induced Pore Pressure and Deformation in Seabed Clay, GEO-CORST'91, 3-6, pp.667~669, 1991.
- 5) 甲本，大塚，近藤：箱型基礎工法による有明粘土地盤上構造物の沈下制御効果，農業土木学会論文集，第161号，1992.