

過圧密領域内の応力変化に伴う地中防災貯水槽の沈下挙動

佐賀大学 学生員 ○吉田 孝治
 " 学生員 福岡 仁
 " 正員 三浦 哲彦
 佐賀市 中村 明弘

1. まえがき

佐賀市は、豪雨時にはほぼ全域が冠水し、市民生活に大きな支障を来している。特に中心部における浸水は、県都としての機能をまひさせるものであり、その解決は焦眉の急となっている。解決策の一つとして、佐賀市中心部（大和紡績跡地）に防災を目的とした地中防災貯水槽の築造が検討されており、事業効果が得られるとの観点に立って具体的に検討を進める段階に至っている。いま、4万立米の貯水槽をつくるとすれば、基礎工法のあり方によって、工事費は24～48億円と見積られる。そこで、低廉で効率的な基礎工法に焦点を当てて検討を行う。

2. 検討項目

2.1 検討の対象となる粘性土層の物理的性質と圧密特性

広域地盤沈下地域においては粘性土層の特性が必要不可欠となる。そこで、当地盤に堆積している粘性土層に関して、それぞれの層における物理的性質を表-1に示す。また、圧密特性に関しては、図-1より全ての圧密降伏応力が有効土被り圧線を上回っている。また、各層のOCRが1.0以上で、深度とともに減少の傾向がみられる¹⁾。よって、各粘土層の状態は、弾性的圧縮挙動が卓越する過圧密状態と考えられる。その要因として、地下水揚水の規制に伴い、地下水位が回復した結果、有効土被り圧が元の状態に戻ったことが関与している²⁾。

2.2 沈下量の検討

○載荷条件を考慮した圧密試験

構造物の沈下量を最小限にするために、比較的軟弱なC1、C2層より深く掘り下げることが条件とし、図-2の様に掘削深度7.0m、9.0m、11.0mと

表1 物理的性質（ボーリング孔番No.1）

層名	深度 (GL-m)	e ₀	w _n (%)	砂 (%)	シルト (%)	粘土 (%)	WL (%)	WP (%)	IP
C1	2.75	3.09	130.79	0	12	88	129.20	43.90	85.30
C2	5.80	2.78	124.24	41	23	36	92.60	31.70	60.90
C3	13.50	0.82	31.39	12	43	45	37.70	21.30	16.40
C5	24.55	0.84	33.04	21	49	30	32.15	22.35	9.80
C6	28.80	2.01	77.24	1	65	34	77.20	35.50	41.70

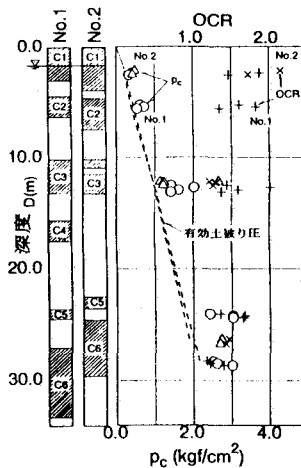
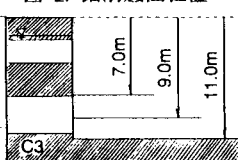


図-1. 深度と圧密降伏応力及びOCRの関係

図-2. 掘削底面位置



圧密特性（ボーリング孔番No.1）

層名	P _c (kgf/cm ²)	C _c	C _s	OCR
C1	0.36	1.236	0.136	1.66
C2	0.62	0.532	0.130	1.58
C3	1.73	0.255	0.047	1.69
C5	2.80	0.244	0.043	1.54
C6	2.70	1.270	0.102	1.25

想定した。その時、構造物の荷重変動の影響を直接受けるC3層を試料として試験に用いた。試験方法としては、標準圧密試験機を用いて想定された荷重条件に従って圧密試験を行った。荷重条件に関しては、図-3に示すとおり、掘削・構築・満水と実際の施工および構造物の荷重変動を考慮にいれて、C3層に作用する応力を想定した。

○試験結果および考察

図-4は、リハバウンド特性(C_r, C_s)³⁾に対する載荷-除荷の繰り返し回数(N)の影響と掘削深度の条件の影響を示したものである。ここでは、3rdの載荷条件に関してN=10までとして行

っているが、これから分かるとおり、 N に対する Cr 値は $3\sigma^2$ とも同じ様な傾向で変化しており、 $N=2$ 以降急激に小さくなり、 N を増すごとに $0.01 \sim 0.02$ に収束し、 Cr 値の収束値は、 $N=1$ における Cc' 値($0.06 \sim 0.08$)の $1/4 \sim 1/6$ まで小さくなることから分かる。しかし、 $N=1$ における Cc' 値は標準圧密試験で得られた Cs 値よりも大きい値となった。これは、荷重条件にともなう応力状態が P_c 値前後にあり、過圧密領域から正規圧密領域へ遷移する過渡期にあり、若干の塑性的な変形に起因するものといえる。そこで、標準圧密試験で得られた Cs 値と比較すると Cr 値の収束値は $1/3 \sim 1/5$ まで小さくなる。次に、掘削深度の条件の影響については、 Cr 値の変化は直接 OCR に関係しており、 OCR が小さくなるに従って Cr 値は大きくなる傾向にはあるが、ほぼ一定の値を示し、掘削深度の条件の影響はほとんどないものといえる。

○地中防災貯水槽の沈下量の算定結果

図-5は、現場施工の荷重条件に対応した掘削深度別のC3層の沈下の挙動を示している。算定方法として、前述の圧密試験結果に基づいて、それぞれの状態における間隙比の変化から求めた。その結果、1回目の満水状態で沈下量は $2.00\text{cm} \sim 3.00\text{cm}$ となり、その後はほぼ一定の値をたどる。従って、満水・放水の繰り返し条件の影響はほとんど見られない。また、掘削に伴う地盤のリバウンド量に関しては、最大でも掘削深度 11.0m において 3.00cm 程度と小さい。

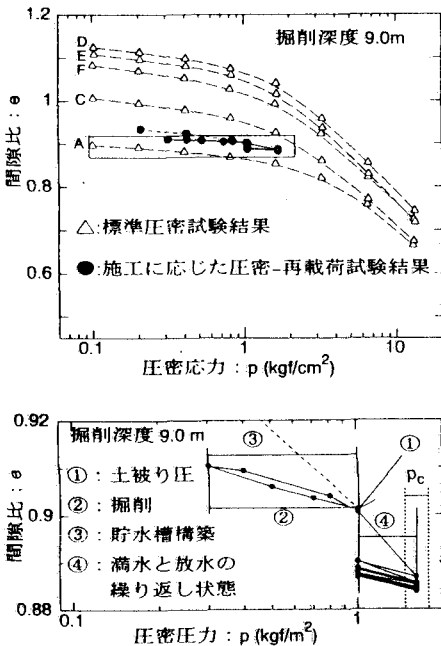


図-3. 荷重条件に応じた応力状態

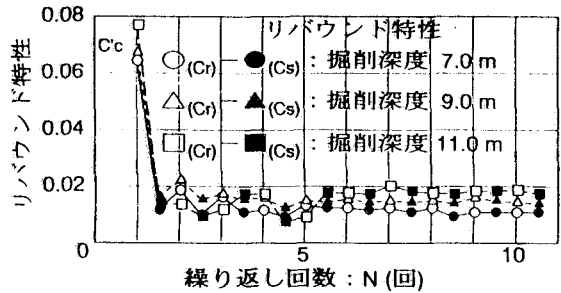


図-4. 繰り返し回数とリバウンド特性の関係

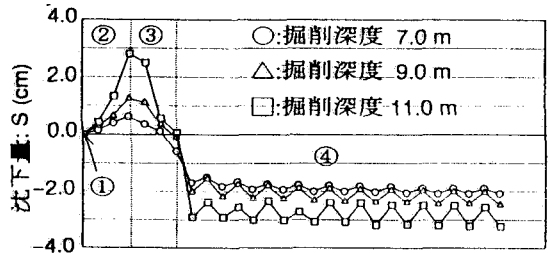


図-5. 荷重条件に応じたC3層の沈下量

3. 結論

今回の検討において、実際、地中防災貯水槽を構築した場合、さらに貯水槽が荷重変動を起こした場合の沈下の挙動が明らかになった。その結果、沈下量及びリバウンド量において極めて小さな挙動を示し、また掘削深度の影響もほとんど見られないことがわかった。従って「沈下」という点から見れば、基礎工法に関しては、慣用的に用いられてきたコストの高い杭基礎に代えて、比較的低廉な基礎工法で対応できると考える。

(参考文献) 1) 安原一哉ら：疑似過圧密粘土のせん断特性、土と基礎、VOL. 33, No. 3 (1985)、2) 佐賀大学低平地防災センター：軟弱地盤中の防災貯水槽に関する総合的調査報告書、3) 安原一哉ら：長期繰返し荷重を受ける乱さない粘土の挙動、土木学会論文集、No. 439/Ⅲ-17, pp9-16, 1991.