

Ⅲ - A216

軟弱地盤上における防波堤の沈下挙動

熊本大学 正会員 大谷 順

鹿島建設技術研究所（前 熊本大学大学院） 正会員○永谷英基

はじめに

熊本港周辺は、有明海という比較的波高の小さい環境ではあるが、海底は、「有明粘土」と呼ばれる鋭敏な軟弱粘土がおよそ40m堆積しており、地盤工学的にはその沈下・変形特性においてかなり注意を要する地域である。ここに、地盤改良を行わず、基礎構造物を持たない、直接軟弱地盤に設置する軟弱地盤着底式防波堤（以下「軟着堤」と呼ぶ）という画期的な工法が開発されている。本報告は、この軟着堤の沈下特性に着目し、その外的要因である1）防波堤の自重；2）波浪；および3）潮汐の影響について、数値解析を用いて定量的に評価し、最終的にどの外的要因が防波堤に支配的な沈下を及ぼすかについて検討したものである。

解析方法

本報告では、軟着堤を据え付けた際の海底地盤の沈下挙動の把握という問題に対し、土を土骨格と間隙水の2相にモデル化し、その力の釣り合い及び水の連続式を、有効応力原理を介して解く連成有限要素法を用いて解いている。また、地盤の構成式としてCam-clayモデルを採用している。堤体に作用する波浪荷重算定手法としては、軟着堤設計の際、現地水理実験が行われており、合田の式を用いた波力算定手法を用いてこれを波浪荷重として評価し弾塑性圧密解析を実施した。図-1にその波浪荷重分布図を示す。また、潮汐の影響についてはその潮の変化を防波堤の自重変化に置き換えてこれを評価している。対象とした防波堤およびその海底地盤の地盤特性を図-2に示す。ここで図中の堤体Noはその防波堤の位置を示している。熊本港の地盤特性は、一般に阿蘇からのシルト質砂が地表面におよそ5～7m堆積しているのが特徴であり、その点が同じ有明粘土地盤でも佐賀周辺と大きく異なる点である。解析に用いたパラメータは、原地盤の土により実施された土質試験（圧密および三軸圧縮試験）より決定している。これを表-1に示す。本解析手法の詳細については参考文献を参照されたい。

結果と考察

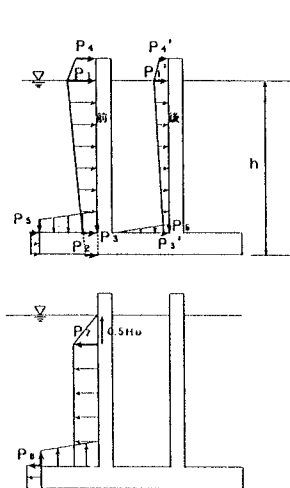
図-3は、堤体中央の沈下の経時変化について、堤体自重のみを考慮した解析結果と実測値を比較したものである。ここでは、満潮時（H.W.L.）と干潮時（L.W.L.）を別の浮力として2ケースに分けて解析を実施しておりこれらをプロットしている。解析結果は実測値を比較的定性的に評価していると言える。図-4は、これらの結果に波浪および潮汐の影響を考慮した解析結果を加えてプロットしたものである。この図では、全沈下量における自重、波浪、および潮汐の影響を個別に評価している。これによれば、自重の影響が最も大きいことは自明であるが、波浪と潮汐の影響を比較すると、潮汐の影響が波浪に比べて大きいという結果が得られた。ただし台風による波浪を考慮するとその影響がかなり大きくなると言える。全体的にはこれらすべてを考慮した解析結果は実測結果を比較的よい精度で評価していると言える。なお、本研究において、沈下の実測値および解析に用いたパラメータ決定における実験データは、運輸省第四港湾建設局熊本港工事事務所より提供されたものである。

参考文献

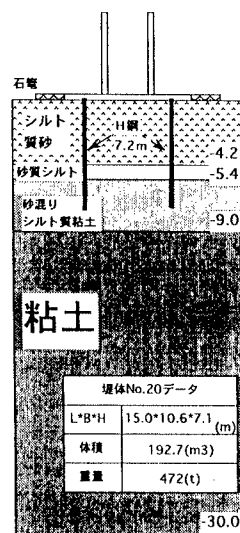
永谷英基：「軟弱地盤上における防波堤の沈下予測に関する研究」、平成8年度熊本大学修士論文

キーワード：数値解析、軟弱地盤、沈下、防波堤、波浪

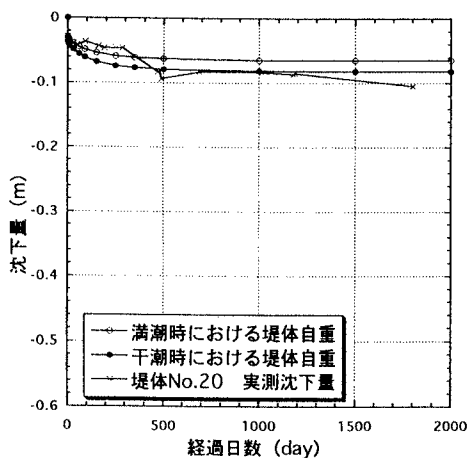
連絡先（860 熊本市黒髪2-39-1熊本大学工学部環境システム工学科・電話およびFAX: 096-342-3535



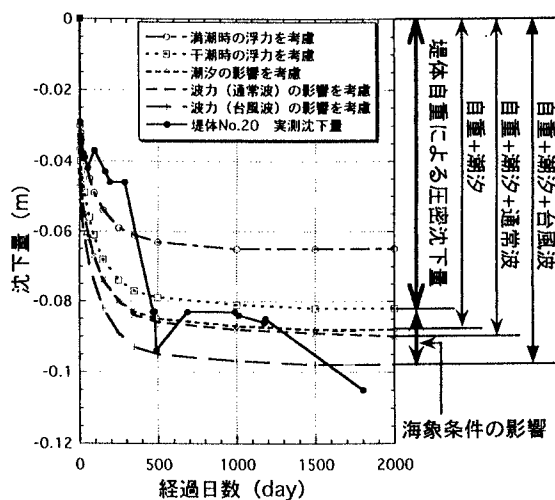
図－１ 軟着堤波浪荷重分布図



図－２ 軟着堤および海底の地盤特性



図－３ 堤体中央沈下量（自重のみの影響）



図－４ 総沈下量の定量的評価（波浪・潮汐の影響を含む）

表－１ 解析に用いた地盤パラメータ

層	土質名	depth (m)	Ip	D	A	M	ν	k (m/day)	$\sigma'_{vo}(tf/\bar{\sigma})$	Ki	λ	e _o	E(tf/ $\bar{\sigma}$)	ν
1	シルト質砂	-0.50	NP					0.0004320	4.200					
2	シルト質砂	-1.50	NP					0.0004320	4.600					
3	シルト質砂	-2.50	NP					0.0004320	5.000					
4	シルト質砂	-3.60	NP					0.0004320	5.440					
5	砂質シルト	-4.80	NP					0.0002592	5.920					
6	砂混りシルト質粘土	-6.30	23.42	0.0558	0.67	1.174	0.337	0.0001728	6.520	0.51	0.18	0.83	197.9	0.337
7	砂混りシルト質粘土	-8.10	30.27	0.0644	0.629	1.100	0.349	0.0001728	7.240	0.54	0.23	1.01	157.3	0.349
8	粘土	-10.00	37.50	0.0719	0.59	1.040	0.358	0.0001296	8.000	0.56	0.28	1.21	133.9	0.358
9	粘土	-12.00	39.50	0.0738	0.59	1.026	0.360	0.0001296	8.800	0.56	0.29	1.26	138.5	0.360
10	粘土	-14.00	41.50	0.0755	0.58	1.012	0.362	0.0001296	9.600	0.57	0.31	1.31	142.7	0.362
11	粘土	-16.50	44.00	0.0777	0.57	0.996	0.364	0.0001296	10.600	0.57	0.32	1.38	147.5	0.364
12	粘土	-20.00	47.50	0.0804	0.56	0.975	0.367	0.0001296	12.000	0.58	0.35	1.47	153.2	0.367
13	粘土	-24.00	51.50	0.0833	0.545	0.953	0.371	0.0001296	13.600	0.59	0.38	1.58	159.0	0.371
14	粘土	-28.00	55.50	0.0860	0.53	0.933	0.374	0.0000864	15.200	0.6	0.4	1.68	164.0	0.374