圧密沈下に起因する樋門函体底面の空洞形成に関する遠心模型実験

独立行政法人土木研究所　　正会員　○吉田　直人，平林　学
石原　雅規，佐々木哲也

１．はじめに

河川堤防を横断して設けられる樋門等構造物は，堤体との境界部で水みちが形成されやすく，堤防の弱点箇所となることが多い．特に，軟弱地盤上に杭により支持された樋門においては，周辺地盤の沈下などにより，函体周辺の空洞化や堤体のゆるみが生じることが知られている．[1] そこで，基礎地盤の粘土の圧密状態や強度の違いによる函体底面の空洞形成について把握するため，遠心模型実験を行った．

２．実験方法

樋門函体および周辺堤防を摸擬した実験模型の模式図および計測器の配置位置を図-1 に示す．

実験は，土木研究所の中型遠心力載荷試験装置により行った．模型スケールで幅 800mm，奥行き 400mm，高さ 600mm の土槽の中に基礎地盤，樋門の函体，支持杭，堤体の模型を 1/80 スケールで作製し，80G の遠心加速度を与えることで，圧密させた．なお，以降に示す数値は，実物スケールに換算した数値を示す．

模型の断面形状は，杭支持の 5m×5m の樋門の函体と周辺地盤を摸擬したもので，基礎地盤の厚さを 20m，堤体地盤の高さを 8m とした．

函体は，石膏で作製し，杭はアルミ棒で土層底面に固定した．基礎地盤には，カオリン粘土，堤体土には，礫をふるい分けして除去した山砂を用いた．

実験 Case を，表-2 および図-3 に示す．基礎地盤に使用したカオリン粘土は，実験ケース毎に，事前に錘を用いて，所定の間隙比となるように遠心場において予備圧密させ，先行圧密の状態や強度の調整を行った(図-2)．実験は，調整した基礎地盤の上部に，函体，堤体土を設置し，遠心載荷装置にて，圧密させた．遠心載荷の載荷速度は，0.1G/min とした．

計測は，実験土槽のガラス面沿いの基礎地盤に 1.6m 間隔で設置した標点，函体底面を鉛直下向きの受圧面として設置した土圧計および実験終了時に，目視で函体下の空洞の確認を行った．土圧計の値は，1G 場での函体模型設置時の圧力状態を 0 とした．

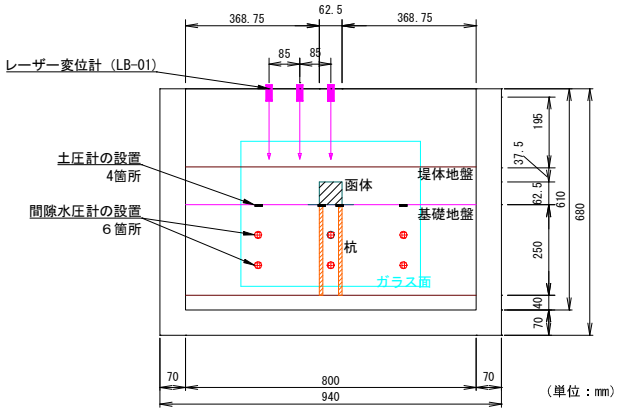

図-1　実験模型の模式図

表-2　実験条件

		Case1	Case2	Case3	Case4
基礎地盤（カオリン粘土）-実験前-	含水比 w (%)	62.1	54.1	75.4	71.1
	乾燥密度 ρd (g/cm³)	1.013	1.119	0.860	0.926
	土粒子の密度 ρs (g/cm³)	2.620	2.620	2.620	2.620
	先行圧密応力 (kN/m²)	199.8	395.7	172.3	171.2
	間隙比 e	1.586	1.341	2.047	1.830
	Cu (kN/m²)	10.9	20.1	2.5	5.1
堤体地盤（山砂 D_{50}=0.18mm）	含水比 w (%)	16.6	16.8	16.1	17.5
	乾燥密度 ρd (g/cm³)	1.588	1.582	1.555	1.563
	締固め度 Dc (%)	91.0	90.6	89.1	89.5

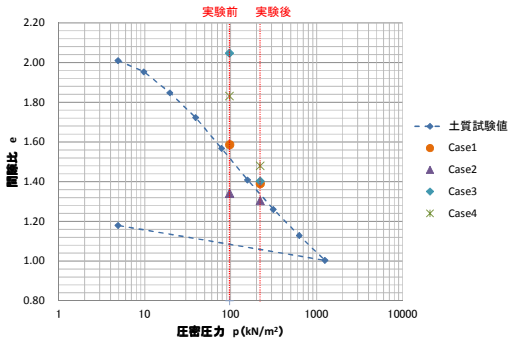

図-3　各実験 Case の間隙比

キーワード　樋門，空洞，圧密
連絡先　　〒305-8516　茨城県つくば市南原 1-6（独）土木研究所土質・振動チーム　ＴＥＬ029-879-6771

3．実験結果

1）基礎地盤の変位状況

基礎地盤に設置した標点について，実験開始時から実験終了時（1G から 80G への載荷時も含む）の動きを変位ベクトルで示した結果を図-3 に示す．

Case1,2,4 については，ほとんど水平方向への変位が確認されないが，基礎地盤の実験 Case の中で最も強度が低い Case3 では，函体脇から函体直下へ向けて側方へ変位している状況が確認された．過圧密となっている Case2 では函体直下について大きな変位は生じなかった．

2）函体周りの状況

図-4 に，実験後の函体周りの状況写真を示す．Case3，4 では，函体脇について地盤が沈下し，沈下している範囲に，堤体土が入り込んでいることが確認された．また，実験後において，函体を撤去したところ，函体直下に空洞が生じており，特に函体底面端部に中央部より大きな空洞が確認された．

基礎地盤の変位が少なかった Case1，2 では抜け上がりが確認されるものの，目視では空洞部は確認されなかった．

3）函体底面の土圧計の計測結果

図-4 に，函体底面に設置した土圧計の Case2 と 3 の計測結果を示す．どちらも函体下端部より中央部のほうが大きい土圧を示してその後，値が減少することが確認された．Case3 においては，土圧計の値が 0 を下回るとが確認され，函体直下の圧力が設置した初期状態より小さくなっていることが示された．

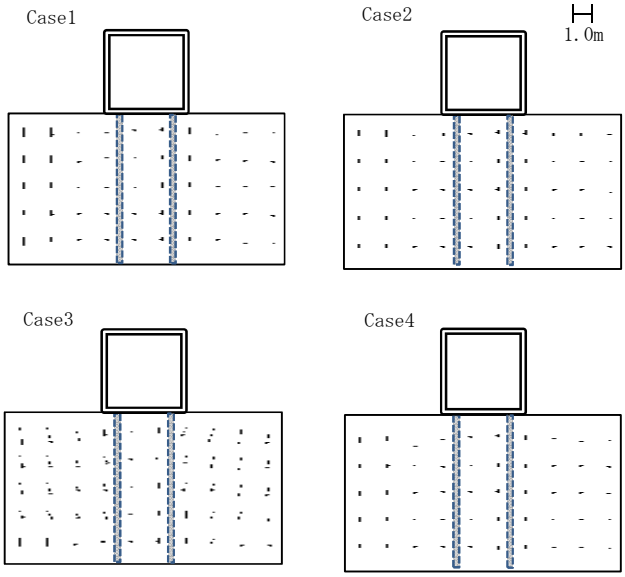

図-3　実験前後の基礎地盤の変位ベクトル図

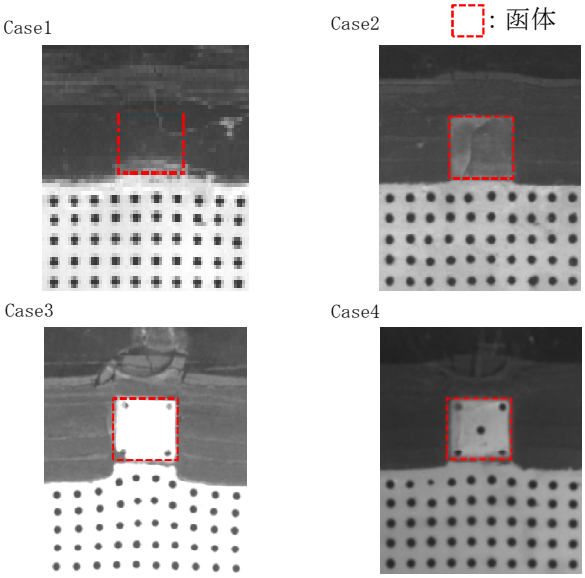

図-4　実験後の函体周りの状況

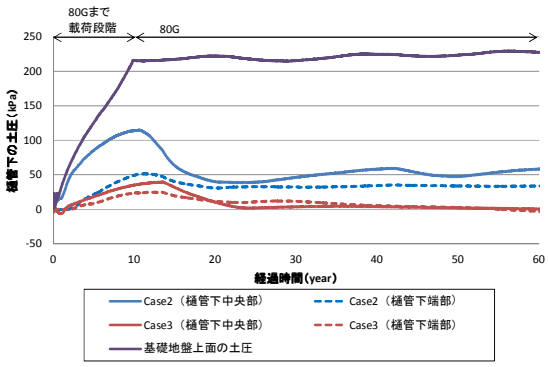

図-5　土圧計の経時変化

4．まとめ

基礎地盤の圧密状態や強度の違いにより，樋門函体底面の空洞化について，模型実験により以下ことが確認された．

・函体底面の基礎地盤が，非常に軟弱な場合については，沈下した基礎地盤へ堤体土の周り込みにより，函体側方には空洞が生じないが，函体底面直下に空洞が生じる．

・空洞は函体底面の中央部より端部のほうが生じ易い．

・基礎地盤が過圧密の場合は函体直下の変位はほとんどみられず，空洞が確認されなかった．

参考文献　1）中島秀雄：河川堤防，技報堂出版，pp. 207-209，2004