

· 勘察检测与施工 ·



## 人工岛施工监测\*

孙近阳<sup>1,2</sup>

(1. 中交上海航道勘察设计院有限公司, 上海 200120;  
2. 上海航源港口工程质量检测有限公司, 上海 200120)

**摘要:** 根据工程地质勘察报告, 某人工岛的施工区域内有淤泥质黏土、黏土、粉质黏土等软弱土质, 且围堤堤身较高, 工期紧, 围堤和吹填施工速度快, 施工速度不均匀, 所以有必要对围堤地基和吹填区进行施工观测。工程通过分层沉降、深层位移、孔隙水压力等施工监测方法来指导和控制施工, 有效预防地基和堤身发生滑动或产生过大位移变形, 确保施工安全和使用要求。监测数据分析为类似工程提供了参考。

**关键词:** 人工岛; 围堤; 施工监测

中图分类号: U 655.53<sup>+1</sup>

文献标志码: B

文章编号: 1002-4972(2012)12-0200-04

### Construction monitoring for artificial island

SUN Jin-yang<sup>1,2</sup>

(1. Shanghai Waterway Engineering Design and Consulting Co., Ltd., Shanghai 200120, China;  
2. Shanghai Hangyuan Quality Inspection for Harbor Projects Co., Ltd., Shanghai 200120, China)

**Abstract:** according to the geologic survey report, the engineering area of an artificial island is characterized by weak soil such as silty clay, clay and silty clay, high dike, tight time schedule, fast construction of embankment and reclamation, as well as ununiform construction speed, so it is necessary to carry out construction monitoring for dike foundation and dredger fill area. The construction is guided and controlled by layered settlement, deep displacement, pore water pressure and other construction monitoring methods, which effectively prevent foundation slide or large displacement, thus ensure the safety of construction and meet the requirement for use. The analysis of monitoring data may serve as reference for similar works.

**Key words:** artificial island; dike; construction monitoring

近年来, 随着近海海洋的开发, 如石油开采或旅游开发建设, 各地陆续开展了很多人工岛的建设, 由于此类工程施工相比在陆地上复杂, 地质条件特殊, 大都采用袋装砂围海造地, 且此类工程受潮汐天气变化影响很大, 因此有必要对工程施工工程进行监测, 防止围堤由于施工或天气等因素影响产生较大破坏, 保证工程顺利开展。本文介绍了河北省某人工岛的施工建设, 分析了相关监测数据, 对以后类似工程的工作提供了参考。

#### 1 工程概况

冀东南堡油田西线进海路及1#人工端端岛工程位于河北省唐山市南堡外浅滩, 浅滩高程为-2.20~-2.50 m, 为浅滩潮带和水下浅滩地貌类型, 海底地势为从东北向西南方向倾斜, 坡度较缓。设计西线进海路总长约1.657 km。堤头附近设置1#人工端岛, 平面尺度为704 m×416 m, 造地面积约27.5 hm<sup>2</sup> (413亩)。人工岛呈近似椭圆形布置, 长边东西走向。

收稿日期: 2012-09-27

\*基金项目: 中交上海航道局2009年技术研发项目

作者简介: 孙近阳(1981—), 男, 工程师, 从事港口工程地基与材料的研究。

## 2 工程地质

本工程地质为第四纪海相沉积层与陆相沉积层，以海相沉积层为主，沉积规律较明显，新近沉积土层较为松散软弱，土层的强度从上至下逐渐增大。上部地层主要由松散的粉细砂混淤泥、淤泥质粉质黏土、粉质黏土及粉土组成，下部地层为中密至密实粉细砂、粉质黏土、淤泥质土及粉土。依据地基土的地质时代、成因、岩性、分布规律和物理力学性质，将地基土分为9个工程地质层，各土层地质、高程范围及承载力见表1。

表1 工程土层地质情况

层号	土层	土层高程范围/m	地基容许承载力/kPa
①	淤泥质粉质黏土	-11.20~1.20	60
②	粉土	-12.70~5.05	150
③	黏质粉土	-12.80~-7.10	180
④	黏质粉土	-23.15~-7.00	140
⑤	粉质黏土	-26.95~-11.80	200
⑥	粉质黏土	-36.05~-17.85	180
⑦	粘质粉土	-40.65~-20.20	260
⑧	粉砂	-36.05~-22.70	230
⑨	粉质黏土	-35.30~-25.30	300

## 3 观测目的、内容及控制标准

### 3.1 观测目的

根据工程地质勘察报告，工程区域内有淤泥质黏土、黏土、粉质黏土等软弱土质。围堤堤身（尤其是正堤）较高，工期较紧，围堤和吹填施工速度快，且施工速度不均匀，所以有必要对围堤地基和吹填区进行施工观测，指导和控制施工，防止堤基或堤身发生滑动或产生过大位移变形，确保施工安全和满足使用要求。

### 3.2 观测内容及测点布置

工程施工观测共设置7个观测断面，西线进海路围堤2个，人工端岛围堤5个。观测内容包括3个部分：水平位移观测(测斜管)；沉降观测(沉降板、分层沉降管)；孔隙水压力观测(孔隙水压力探头和水位管)。观测起止时间为2006年8月—2009年4月。仪器具体布置情况见表2。

### 3.3 施工观测安全控制标准

按设计安全施工稳定控制标准为：

1) 表面沉降 $\leq 10$  mm/d；

2) 侧向水平位移 $\leq 5$  mm/d。

表2 断面仪器布置

断面号	桩号	测斜	孔隙水压力	分层沉降/磁环	沉降板
进海路观测断面-1	W0+454	1	6	1/6	1
进海路观测断面-2	W1+493	1	6	1/6	1
人工岛北侧堤观测断面-3	N0+350	1	6	1/6	1
人工岛西侧堤观测断面-4	W0+290	1	6	1/6	1
人工岛南侧堤观测断面-5	S0+198	1	6	1/6	1
人工岛东侧堤观测断面-6	E0+023	1	6	1/6	1
人工岛东侧堤观测断面-7	E0+270	1	6	1/6	1

## 4 数据分析

### 4.1 水平位移观测

水平位移观测<sup>[1]</sup>是在沿垂直断面的测斜管内导槽分正、反方向放入测斜仪探头，以0.5 m间距提升探头，测得数据储存在记录仪，然后传输入电脑，进行数据处理。图1为典型的4#断面的水平位移沿深度变化曲线图，断面的观测成果数据统计见表3。

从变化曲线中看到深层土体水平位移的偏移量为负值，即为堤外或岛外方向。主要原因是由于断面围堤受棱体及人工岛堤心吹砂的作用引起的。水平位移大部分产生在吹填施工过程中，其水平位移总量约占总水平位移量的70%以上。

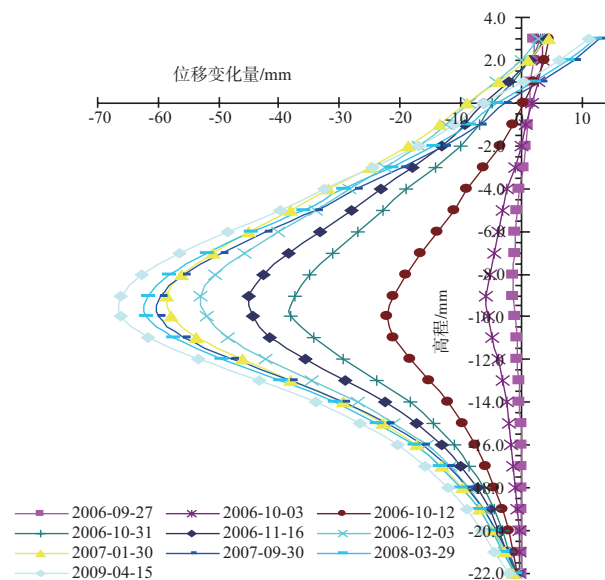


图1 4#断面的水平位移沿深度变化曲线

表3 水平位移观测数据

断面桩号	首次监测日期	日最大位移/mm	平均位移速率/(mm · d <sup>-1</sup> )	累积量/mm	高程/m
W1+493	2006-08-13	2.87	0.03	-28.95	-8.0
N0+350	2006-08-28	4.30	0.05	-48.32	-10.0
W0+290	2006-09-27	4.98	0.07	-66.16	-10.0
S0+198	2006-09-27	5.62	0.07	-63.05	-8.0
E0+023	2006-09-24	4.32	0.05	-50.31	-9.0
E0+270	2006-09-15	2.72	0.04	-35.54	-10.0

从表3中可以看到水平位移累积量最大值发生在高程-8 ~ -10 m的范围内,反应出该深度的土层最为软弱,在上覆荷载作用下最容易发生侧向位移。地质资料中看到该高程深度范围内为淤泥质黏质粉土且地基承载力较低。

在荷载作用下,高程-20 m以上的土层有不同程度的水平位移倾向,但变化量比较小,表明这段土层比较稳定。从表1中可以看到这段土层为中

密或密实状态的粉质黏土、黏质粉土,承载力较高。观测期间各断面总位移量在28.95 ~ 66.16 mm,围堤在施工期间始终处于安全状态。

#### 4.2 分层沉降观测

分层沉降观测<sup>[2-3]</sup>即利用分层沉降管在不同深度土体中埋设磁环,通过测量磁环及管口的沉降来计算不同土层的沉降。图2为6#断面各磁环随时间及加载变化情况的沉降曲线。

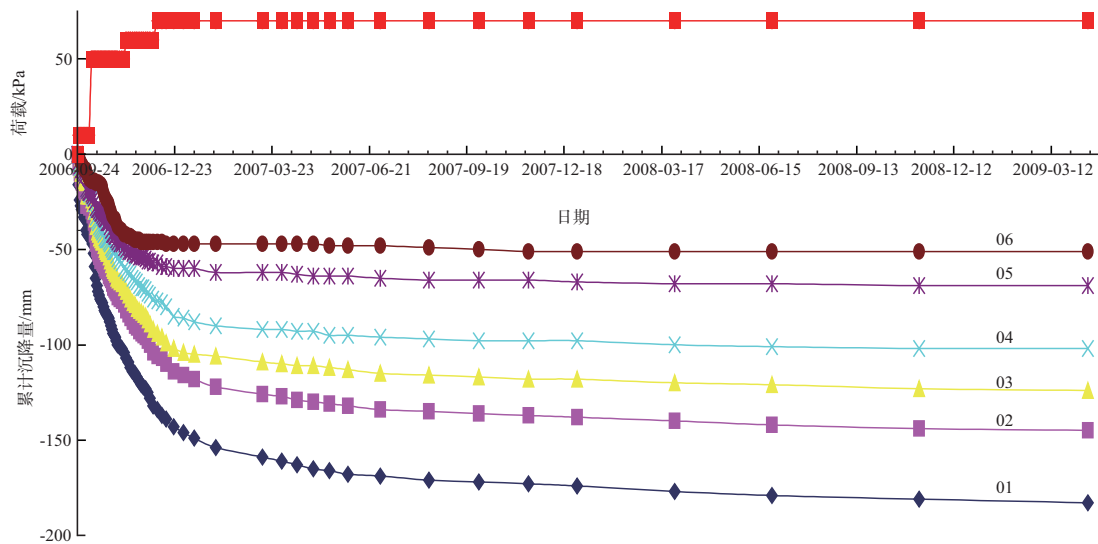


图2 6#断面各磁环加载沉降变化曲线

从图2可以看到各磁环在每个阶段的沉降速率是不同的,当断面附近没有较大施工时,磁环沉降不是很大,沉降速率大概在1~3 mm/d。在棱体施工吹砂及抛石加载过程时沉降明显,沉降量大概在6~12 mm/d。6#断面在2006年10月初由于人工岛堤吹砂及抛石影响,沉降较快,过程线斜率较大。随着这些施工的逐渐完成,过程线下降趋于平缓。

各断面分层沉降管中的磁环随着其埋设的

深度不同,其沉降速率也不同,随沉降环的埋深增加,沉降量逐渐减少,反映了上部土层固结较快,压缩量完成较快,下部土层沉降较小。

#### 4.3 孔隙水压力观测

孔隙水压力观测是通过测量埋设到指定高程位置的孔隙水压力计的频率值,通过计算求得超静孔隙水压力并统计其变化值,观察土体中孔隙水压力的增长与消散情况。图3为4#断面孔隙水压力的变化曲线图。

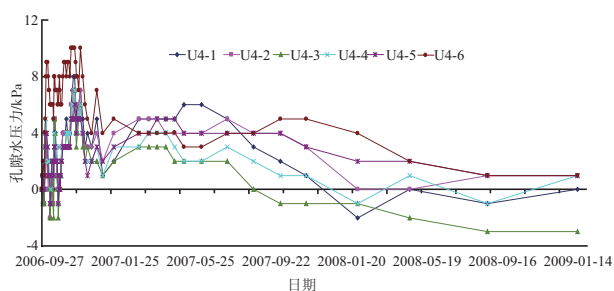


图3 4#断面孔隙水压力变化曲线

从图3可知孔隙水压力变化有如下特点：

1) 超静孔隙水压力最大值小于12 kPa，数据变化情况表明施工过程中速率控制是合理的，施工期间围堤地基是处于安全状态；

2) 超静孔隙水压力的消散与增长与围堤加载呈现很好的规律性，施工加载期间超静孔隙水压力随荷载的增加而增长，停止加载后超静孔隙水压力逐渐消散，地基强度随着孔压的消散而提高。

#### 4.4 地表沉降观测

地表沉降观测是通过测量埋设到地基土体中的沉降板完成的，测量管口高程换算成沉降板高程并统计其沉降变化情况。图4为5#断面随加载的沉降变化曲线。

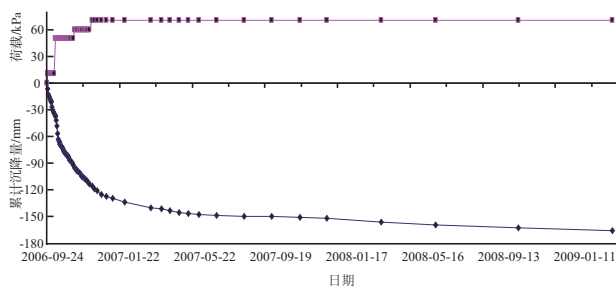


图4 5#断面沉降板随荷载沉降变化曲线

从图4中可以看出：测点沉降量与其附近的荷载大小有关，加荷期间沉降发生较快，每加一级荷载沉降量有明显增加。图中在2006年10月左右沉降较快，曲线斜率较大，沉降速率在8~10 mm/d；荷载加至最大并稳定后沉降速率明显减小。曲线斜率也变得平缓。这一规律与分层沉降磁环沉降规律一致，与荷载关系明显。由沉降变化值通过公式推算各断面的最终沉降量<sup>[4]</sup>、工后沉降量，计算结果见表4。

表4 推算最终沉降量 mm

断面位置	完工沉降量	推算最终沉降量	工后沉降量
1-(W0+454)	152	188	36
2-(W1+493)	169	215	46
3-(N0+350)	141	190	49
4-(W0+290)	152	201	49
5-(S0+198)	149	199	50
6-(E0+023)	166	210	44
7-(E0+270)	130	182	52

计算结果表明：由实测沉降曲线可以推算出各断面的最终沉降量在182~210 mm，工后沉降量在36~52 mm。因为受施工状态影响，监测仪器在围堤露出水面时才开始埋设，没能测出围堤施工前期的部分沉降量，故表4的沉降量偏小。但是从表4数据可以看出地基的主固结沉降已基本完成。

#### 5 结论

1) 整个人工岛工程共采用了水平位移、地基沉降、孔隙水压力观测等不同方法对围堤进行了监测，对控制加载速率，确保地基稳定起到了良好的效果，工程监测资料可为以后类似人工岛工程的工作开展提供参考。

2) 工程整个施工阶段地基的沉降量与围堤上加载大小、施工进度、地下水位情况等密切相关。加载过程较快，地基的沉降、水平位移、孔隙水压力等增加明显，随着加载完成各项速率逐渐降低并减缓。

3) 人工岛施工观测仪器设备的埋设时间很重要，只有及时完成相关设备的埋设才能准确测量各项数据，为施工提供指导帮助。测量数据表明围堤断面在吹填施工或抛石时期，以及恶劣天气前后数据变化明显，因而这段时期要及时测量，避免围堤发生危险破坏。

#### 参考文献：

- [1] JTJ 218—2005 水运工程水工建筑物原型观测技术规范[S].
- [2] GB 50021—2001 岩土工程勘察规范[S].
- [3] SL 60—1994 土石坝安全监测技术规范[S].
- [4] 李广信. 高等土力学[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004.

(本文编辑 郭雪珍)