

文章编号:1672-6561(2012)03-0099-07

## 拟建海堤的选型及其对邻近桥墩的影响

李惠玲

(深圳市房地产评估发展中心 地质环境部,广东 深圳 518034)

**摘要:**基于深圳市大铲湾(宝安中心区段)海堤(西侧)工程与深圳市沿江高速公路桥桩工程,通过对抛石海堤排水固结处理软基、大袋砂海堤排水固结处理软基、抛石海堤爆破处理软基、抛石海堤挖淤处理软基等4种不同类型海堤的基本结构型式及其技术特点进行对比,确定了拟建海堤(西侧)的结构型式;并基于FLAC软件数值模拟拟建海堤(西侧)施工刚完成时对沿江高速公路桥墩的影响。结果表明:拟建海堤(西侧)采用重力式斜坡堤,并使用大袋砂海堤排水固结处理软基方案比较合理;拟建海堤(西侧)施工刚完成时,离海堤边线40.8 m处的桥桩水平向最大位移约为7.5 mm,离海堤边线176.8 m处的桥桩水平向位移更小,显然拟建海堤(西侧)施工时对已建桥桩的影响甚微。

**关键词:**海堤;重力式斜坡堤;软基;排水固结;结构型式;FLAC;桥桩;数值模拟

**中图分类号:**P642.13<sup>+</sup>3

**文献标志码:**A

## Shape Selection of Sea Dike Planned to Build and Its Influence on Adjacent Pier

LI Hui-ling

(Geology and Environment Department, Shenzhen Center for Assessment and Development of Real Estate, Shenzhen 518034, Guangdong, China)

**Abstract:** Based on sea dike (west side) project in Dachan Bay (Baoan Center Area) of Shenzhen and pile foundation of riverside highway in Shenzhen, the four kinds of basic structural shapes including ripped-rock sea dikes with drainage consolidation to treat soft foundation, or with blasting to treat soft foundation or with digging silt to treat soft foundation and big bag sand sea dike with drainage consolidation to treat soft foundation and their technical characteristics were contrasted, and then the structural shape of sea dike (west side) planned to build was determined; effect of the sea dike finished on piers of riverside highway was numerically simulated by FLAC software. The results showed that gravity type of inclined dike was selected for sea dike (west side) planned to build, and big bag sand sea dike with drainage consolidation to treat soft foundation was rational; when the sea dike (west side) was just finished, the maximum displacement of piles in horizontal, which was 40.8 m from the bundline of sea dike, was about 7.5 mm, and the displacement was smaller for the piles which was 176.8 m from the sea dike; the effect of sea dike (west side) planned to build on piles finished was little.

**Key words:** sea dike; gravity type of inclined dike; soft foundation; drainage consolidation; structural shape; FLAC; pile; numerical simulation

收稿日期:2012-06-29

基金项目:深圳市规划和国土资源委员会基金项目(20080130002A)

作者简介:李惠玲(1963-),女,江西萍乡人,高级工程师,E-mail:szlihuiling@126.com。

## 0 引言

随着深圳城市建设的迅速发展,其土地资源越来越稀缺,填海造陆成为深圳市增加土地资源的策略之一。填海造陆需要在淤泥中修筑海堤,首先要解决的问题就是海堤结构的选型(包括海堤上部结构及下部软基处理);如在修建海堤时,周围有构筑物(如桥梁桩基等),还需解决海堤建成后所形成的荷载对邻近构筑物的影响。一些专家学者结合实际工程对上述问题进行了初步讨论和分析<sup>[1-6]</sup>,如方子杰等对不同类型海堤的结构方案进行了比选分析<sup>[1]</sup>;曾瑜等对海堤软土地基主要处理方法的技术性与经济性等进行了分析<sup>[2]</sup>;陈永辉等分析了打桩振动对海堤的影响<sup>[3]</sup>;陈亮对深厚软土地基上新建煤场与海堤的最小安全距离进行了分析<sup>[4]</sup>。总之,依据实际工程条件的不同,海堤选型及其对邻近构筑物影响有不同的特点。笔者基于深圳市某填海造陆的海堤工程,对拟建海堤的4种结构类型进行了比选分析,并探讨了海堤建成后形成的荷载对邻近桩基间的影响,为在海域软土中修筑海堤提供参考。

## 1 工程概况

### 1.1 工程现状

目前,深圳市大铲湾(宝安中心区段)沿海岸线未形成符合规划标准的海堤岸线,后方陆域的人民生命财产及市政设施,随时会受风暴潮的威胁<sup>[7]</sup>。同时,为使宝安中心区成为环境优美的生态型城市,必须进行宝安中心区海堤工程的建设<sup>[8]</sup>。该海堤(西侧)工程已经立项,准备于近期开工建设。

由于大铲湾(宝安中心区段)正在建设沿江高速公路,该高速公路沿东西向以高架桥的方式穿越中心区南侧海域<sup>[9]</sup>,该项目桥墩的施工将与即将建设的海堤(西侧)工程相互干扰。

因桥桩将先于海堤(西侧)施工,所以当海堤(西侧)施工时,需要明确海堤施工对桥桩基的影响方式和影响水平;同时需要确定海堤堤身的型式。拟建海堤(西侧)与高速公路桥桩位置的关系见图1<sup>[8-9]</sup>。

### 1.2 场地现状

该段区域现状基本为海域、滨海滩涂及部分弃土区,现状地面海拔标高为 $-1.37\sim 9.13$  m(黄海高程),地面平均高程 $1.98$  m。根据设计规划,沿江高速公路桥下地面标高为 $4.0$  m<sup>[9]</sup>。本项目拟建海堤(西侧)岸线与桥墩外侧边线位基本成平行布置,最远的垂直距离为 $176.8$  m,最近的垂直距离为

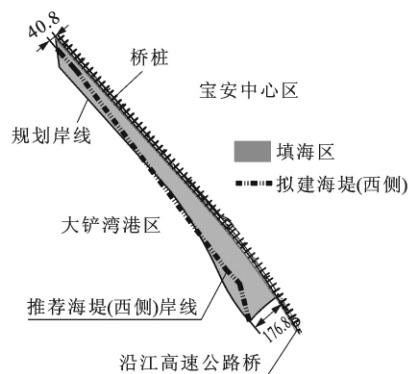


图1 拟建海堤(西侧)与高速公路桥桩的位置关系(单位:m)

Fig. 1 Position Relation Between Sea Dike (West Side) Planned to Build and Pile of Highway (Unit: m)

40.8 m(图1)。

### 1.3 地层条件

根据钻孔资料,本项目范围内的地层自上而下分别为<sup>[10-12]</sup>:杂填土层;第四系海相沉积层;第四系冲洪积层;燕山期花岗岩。

#### 1.3.1 杂填土层

该层由含砂黏性土及少量碎石土新近堆填而成,局部地段含生活和建筑垃圾,部分地段由于挤淤隆起缺失该层。该层平均厚度 $7.5$  m。

#### 1.3.2 第四系海相沉积层

该层淤泥呈流塑状态,平均含水量(质量分数)超过 $80\%$ ,低强度,高压缩性。由于挤淤的影响在现状陆域淤泥以淤泥包的形式存在。该层平均厚度 $7.5$  m。

#### 1.3.3 第四系冲洪积层

该层粉质黏土层以粉质黏土为主,局部为黏土或含砂粉质黏土。该层平均厚度 $8.0$  m。

#### 1.3.4 燕山期花岗岩

该层呈中细粒斑状结构和块状构造。按风化程度分为全风化层、强风化层与中风化层。全风化花岗岩的岩芯呈坚硬土柱状,手捏易散,遇水易软化,局部夹强风化块;强风化花岗岩裂隙发育,岩芯呈半岩半土状夹块状,手可折断,遇水易软化;中风化花岗岩的岩质较软,岩芯呈短柱状夹块状;微风化花岗岩的岩质坚硬,见少量闭合裂隙。

## 2 海堤技术方案的选择

### 2.1 海堤技术标准

海堤技术标准和应该满足以下条件<sup>[13-14]</sup>:

- ①海堤建设标准必须满足当地防洪防潮要求;
- ②海堤选型应以因地制宜为原则;
- ③海堤抗风和抗浪必

须满足水工结构物的要求;④海堤要在正常使用条件下稳定,还应保证海堤内侧场地、道路等的稳定;⑤海堤施工必须满足施工简便、施工质量易于控制的原则;⑥在满足结构、功能和景观要求的前提下,尽量经济合理;⑦海堤为永久性水工结构物。

## 2.2 海堤结构方案的选择

为适应宝安中心区段整体规划的景观要求,并根据深圳市深圳湾、盐田海域、珠海海域等岸线海堤结构形式的现场调查比选<sup>[7]</sup>,笔者认为除了码头段有停船要求的岸线之外,其余采用下部堤身结合堤顶直立护岸的断面结构形式,可以达到经济美观的要求。

由图2、3可知,推荐的海堤分为上、下两部分,下部堤身基本位于水下。可以采用多种方法成堤,比选方案分别为:①抛石海堤排水固结处理软基;②大袋砂海堤排水固结处理软基;③抛石海堤爆破处理软基;④抛石海堤挖淤处理软基。

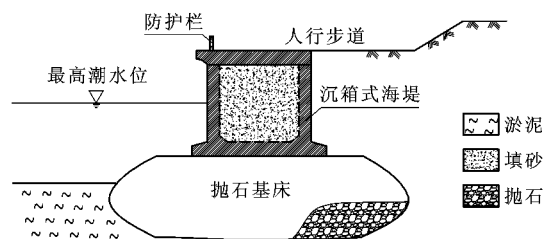


图2 座床式矩形沉箱直立海堤结构  
Fig. 2 Structure of Bunk Type of Rectangle Caisson Erection Sea Dike

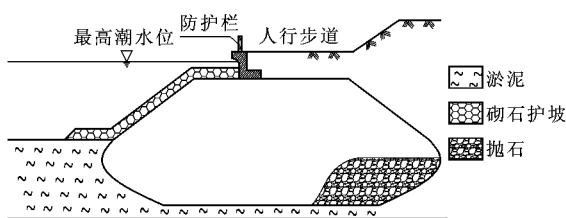


图3 重力式斜坡海堤结构

Fig. 3 Structure of Gravity Type of Inclined Sea Dike

### 2.2.1 抛石海堤排水固结处理软基

(1)基本结构型式。抛石海堤排水固结处理软基方案指的是软基先经过排水固结处理(打设竖向塑料排水板→砂垫层→铺设土工布),然后有控制性地抛石填堤形成海堤设计断面;经过一定时间的沉降稳定后,再做海堤护坡,其结构断面见图4。

(2)技术性分析。软基中打设插板的主要目的是缩短排水渗径,加快软基固结速率,提高淤泥强度,满足海堤稳定的要求;同时加快淤泥的沉降发展,减小海堤建成使用期的工后沉降。插板排水固

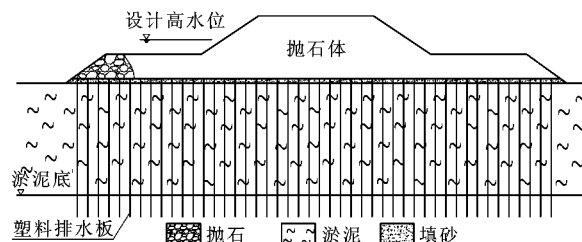


图4 抛石海堤排水固结处理软基断面

Fig. 4 Section of Ripped-rock Sea Dike with Drainage Consolidation to Treat Soft Foundation

结在理论计算分析方面相当成熟,结构安全可靠;在施工方面,水下施工砂垫层和水下插板的技术也都比较成熟<sup>[15]</sup>。

由于重力式抛石斜坡堤的体量比较大,有利于在堤顶安排道路等交通通道。排水固结软基处理抛石斜坡堤的施工不会导致大量挤淤而使周边淤泥隆起的现象发生,从而对周边环境影响很小。

### 2.2.2 大袋砂海堤排水固结处理软基

(1)基本结构型式。在淤泥等软土地基上修建大袋砂海堤结构需要对地基进行插板排水处理,然后用大型土工布模袋进行吹砂,分层填筑海堤到设计高度和断面。大袋砂海堤排水固结处理软基方案的基本形式见图5。

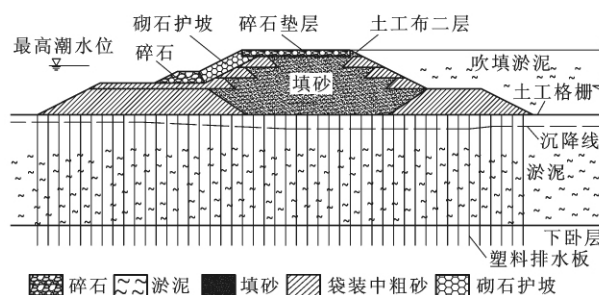


图5 大袋砂海堤排水固结处理软基断面

Fig. 5 Section of Big Bag Sand Sea Dike with Drainage Consolidation to Treat Soft Foundation

(2)技术性分析。大袋砂海堤的工作原理属于重力式海堤,在设计上其抗滑稳定计算方法和整体稳定分析方法与抛石海堤基本相同,具有结构简单、受力明确等特点。由于有土工布模袋的加筋,使得海堤的整体性加强,海堤的稳定性大为改善,在同样满足稳定要求的前提下,海堤的断面减少(相比抛石海堤)。采用大袋砂的优点主要有:①土工布模袋具有良好的抗拉强度,能够保证海堤在施工期间的稳定性;②可以加快施工进度,缩短工期;③模袋填砂可以采用船运吹填的方式,减少对陆地交通的影响;④模袋填砂填筑方法对开山石料的依赖较少,在石

料缺乏的情况下,可以考虑采用大袋砂海堤排水固结处理软基方案。

### 2.2.3 抛石海堤爆破处理软基

(1)基本结构型式。在淤泥深厚( $>8\text{ m}$ )的情况下,在软基上直接抛石挤淤构筑海堤的方法往往行不通,需采用爆破挤淤成堤的方法<sup>[16]</sup>。爆破挤淤成堤的方法实际上就是在预定海堤抛石的同时,通过爆破在淤泥层进行强烈扰动,使得在抛石体以下或周边的淤泥丧失强度,并在抛石体的共同作用下,产生人为的定向滑移。这种滑移由人为爆破来控制,通过反复抛石、爆破造成抛石体滑移的效果,形成满足设计要求断面积的海堤。

图6为深圳某海堤的抛石海堤爆破处理软基的设计断面。该海堤抛石体的顶面宽度为 $13.0\text{ m}$ ,充分考虑了石料运输双向两车道的要求。

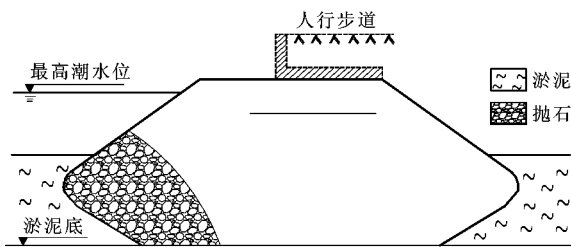


图6 抛石海堤爆破处理软基断面

Fig. 6 Section of Rippled-rock Sea Dike with Blasting to Treat Soft Foundation

(2)技术性分析。爆破处理抛石海堤是一种重力式海堤,在受力机理和设计原理上和其他类型的重力式海堤结构基本相同。相比其他类型的重力式海堤,爆破抛石海堤用较小的堤身断面就可以达到较好的抗推性能;因为经爆破挤淤处理后,抛石海堤的抛石底落到了淤泥下卧的持力层,抛石体和黏性土或砂性土之间的摩阻力系数大大高于抛石体和淤泥之间的摩阻力系数。除此之外,爆破处理之后的抛石体具有堤身密实、工后沉降小等特点。工程实践证明,爆破挤淤成堤的技术不仅可以用于淤泥厚度在 $4\sim 9\text{ m}$ 的一般情况下,而且可以用于淤泥厚度超过 $10\text{ m}$ 甚至 $20\text{ m}$ 的超深情况。

爆破挤淤成堤的方法在中国已有大量工程实例,在深圳地区也已有多项海堤工程采用了该方法<sup>[16-17]</sup>。

### 2.2.4 抛石海堤挖淤处理软基

(1)基本结构型式。在淤泥较厚的情况下,抛石体不可能全部挤淤着底,为了解决抛石体落底的问题,最直接的方法就是抛石和挖淤相结合,清除抛石体底部以下的残留淤泥使得抛石海堤着底,以达到

沉降稳定和抗滑稳定的要求。在施工方法上,清除的方法有2种:一种是在抛石前清挖淤泥形成一定宽度的基槽,然后在基槽内抛石或抛砂形成垫层,海堤抛出水面之后,用常规方法按设计要求的断面进行海堤填筑;另一种方法是抛石和挖淤相结合,一边抛石,一边在抛石堤头清挖淤泥,主要是通过堤头清淤来减少淤泥的隆起,使得抛石挤淤的效果得以加强。与常规的抛石挤淤相比,抛石海堤挖淤处理后的抛石体更易接触到下卧持力层。

对于第一种挖淤抛石海堤的施工方法,主要用于有特殊用途的水下基础或对结构物有严格的变形或其他要求的场合;对于一般功能的海堤,采用第二种施工方法即可达到目的。抛石挖淤处理的海堤施工方法与基本断面见图7。

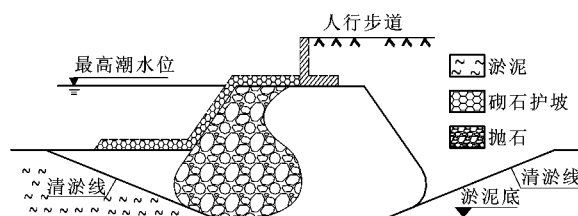


图7 抛石海堤挖淤处理软基断面

Fig. 7 Section of Rippled-rock Sea Dike with Digging Silt to Treat Soft Foundation

(2)技术性分析。挖淤抛石海堤是一种重力式斜坡堤,只是在施工方法上与其他同种类型的海堤有所差别。对于堤身的断面设计除了要满足水工建筑规定的条件之外,还要满足在堤后侧吹淤和进行软基处理的过程中堤身水平抗滑稳定性的要求。与爆破方法相比,挖淤抛石海堤底部残留淤泥厚度要大些,均匀性要差些,所以海堤抛石体与淤泥层之下持力层的摩阻力系数只能是下卧持力层土抗剪强度的 $80\%$ 。因此,同样抗滑功能的海堤,挖淤抛石海堤断面实际要比爆破抛石海堤大一些。同时,由于爆破振动,抛石爆破海堤堤身更为密实,工后沉降和变形更小。

除上述问题之外,挖除抛石施工方法在使用上有一定的限制:①抛石体下部的淤泥强度越低越有利,当淤泥的强度超过 $15\text{ kPa}$ ,抛石挤淤非常困难;②抛石体和淤泥要有一定的高度,才能有利于挤淤;③淤泥的厚度不能过大,当淤泥厚度超过 $6\text{ m}$ ,海堤挤淤和挖淤都很困难,而且施工质量无法保证。

### 2.2.5 海堤结构下部堤身推荐方案

根据有关资料,海堤有关的施工工期和技术经济性指标的比较见表1。

表 1 海堤技术方案综合比较

Tab. 1 Comprehensive Comparison of Sea Dike Technical Schemes

施工方法	造价	施工期	对周边影响
抛石海堤排水固结处理软基	$a$	$b$	无影响
抛石海堤爆破处理软基	$0.73a$	$2b/3$	200 m 内有影响
大袋砂海堤排水固结处理软基	$1.01a$	$5b/6$	无影响
抛石海堤挖淤处理软基	$0.89a$	$3b/4$	50 m 内有影响

由于拟建海堤(西侧)附近已经修筑好沿江高速公路的桩基与桥墩,根据上述分析与表 1 的对比分析,抛石海堤爆破处理软基与挖淤处理软基不适合于拟建海堤(西侧)工程。抛石海堤排水固结处理软基与大袋砂海堤排水固结处理软基两种方式在造价上相差不大,后者在施工期上略有优势;而且就海堤

(西侧)填料资源来看,海砂资源丰富且运距很近,石料资源相对缺乏且运距远。综上所述,笔者建议拟建海堤(西侧)采用重力式斜坡堤,并采用大袋砂海堤排水固结处理软基的方案。

3 影响分析

为了分析拟建海堤(西侧)施工刚完成时对桥墩桩基的影响(海堤分层填筑完毕后所形成的荷载最大),选用 FLAC 软件,采用数值模拟进行分析<sup>[18-19]</sup>。

根据沿江高速公路桥桩的施工图、地质资料及海堤(西侧)的施工计划,对桥桩与海堤(西侧)岸线垂直距离最远(176.8 m)和最近(40.8 m)的两处断面进行数值模拟。计算参数、计算断面及分析结果见表 2 和图 8~10。

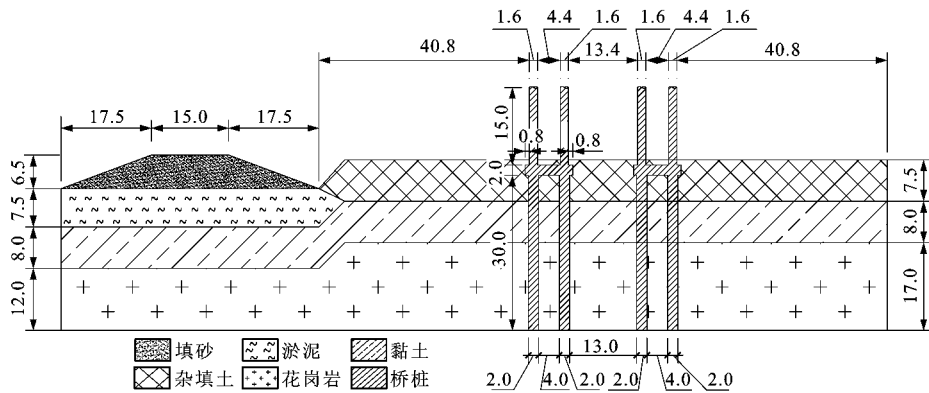


图 8 桥桩与海堤(西侧)岸线垂直距离最近处(40.8 m)断面数值模拟(单位:m)

Fig. 8 Numerical Simulation for Section of the Nearest Vertical Distance (40.8 m) Between Bundline of Sea Dike(West Side) and Pile(Unit:m)

表 2 相关物理力学参数

岩(土)层及桥桩类型	密度/( $\text{kg} \cdot \text{m}^{-3}$ )	弹性模量/MPa	泊松比	内聚力/kPa	内摩擦角/( $^{\circ}$ )
中风化花岗岩	2 300.0	500.00	0.20		
黏土	1 830.0	30.00	0.30	20.0	30.0
淤泥(固结后)	1 710.0	8.73	0.35	10.0	18.0
杂填土	1 770.0	22.67	0.30	15.0	15.5
大袋砂	1 820.0	22.55	0.30	2.0	25.0
桥桩(C30)	2 400.0	30 000.00	0.20		

由图 10 可知,离海堤(西侧)边线 40.8 m 处的桥桩水平向最大位移约为 7.5 mm,离海堤(西侧)边线 176.8 m 处的桥桩水平向位移更小。因此,可以认为海堤(西侧)施工刚完成时,不会对桥桩产生很大影响;即使海堤(西侧)后于桥墩施工,也不影响正常施工。但是,对海堤(西侧)施工控制及桥墩保护需要提出以下建议:①对部分桥墩进行变位监测。

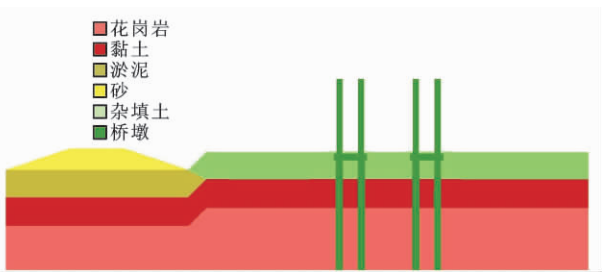


图 9 参数赋值

Fig. 9 Parameter Assignment

沿江高速公路桥墩的部分桩基承台布置位移观测点,监测、监控位移变化;必要时,调整海堤的施工方

案。②对桥墩做好保护措施,防止车辆或施工机械碰撞桥墩。

4 结 语

(1)根据抛石海堤排水固结处理软基、大袋砂海堤排水固结处理软基、抛石海堤爆破处理软基、抛石

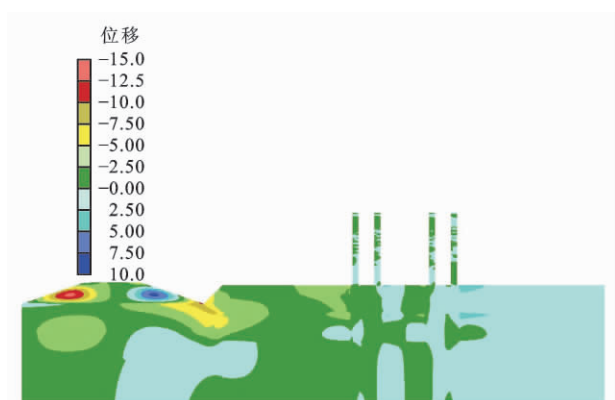


图 10 水平向位移云图(单位:mm)

Fig. 10 Cloud Photo of Displacement in Horizontal(Unit:mm)

海堤挖淤处理软基等 4 类海堤结构型式及其技术性对比分析,并结合地质条件、周边工程影响以及海堤填料资源的分析,建议海堤(西侧)采用重力式斜坡堤,并采用大袋砂海堤排水固结处理软基方案。

(2) 数值计算结果表明,离海堤(西侧)边线 40.8 m 处的桥桩水平向最大位移约为 7.5 mm,离海堤边线 176.8 m 处的桥桩水平向位移更小。因此,拟建海堤(西侧)施工刚完成时,对桥墩不会产生影响;即桥墩施工完毕后,仍可以进行海堤(西侧)的施工。但是,应对拟建海堤(西侧)的施工过程进行合理控制,并对桥墩进行适当保护。

(3) 通过拟建海堤(西侧)的选型比较分析,以及采用数值分析方法探讨拟建海堤(西侧)对邻近构筑物的影响,可对类似的工程建设提供参数。

#### 参考文献:

#### References:

- [1] 方子杰,吴一禾,陈青青.浙东沿海围垦工程软基处理及海堤结构的方案优选[J].水利规划与设计,2010(2):68-71.  
FANG Zi-jie, WU Yi-he, CHEN Qing-qing. The Optimization Scheme of Cofferdam Engineering Soft Foundation Treatment and Seawall Structure in East Coastal of Zhejiang Province[J]. Water Resources Planning and Design, 2010(2):68-71.
- [2] 曾瑜,霍军杰.海堤软土地基主要处理方法的技术经济分析[J].小水电,2010(6):64-67.  
ZENG Yu, HUO Jun-jie. The Technical and Economic Analysis of Main Processing Method for Seawall Soft Soil Foundation[J]. Small Hydro Power, 2010(6):64-67.
- [3] 陈永辉,王新泉,周星德,等.应用无限地基方法研究打桩振动对海堤的影响[J].水利学报,2011,42(2):226-231.  
CHEN Yong-hui, WANG Xin-quan, ZHOU Xing-de,

et al. Determination of Impact of Pile Driving Vibration on Seawall by Infinite Foundation Method[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2011, 42(2):226-231.

- [4] 陈亮.深厚软土地基上新建煤场与海堤的最小安全距离分析[J].电力勘测设计,2011(1):10-14.  
CHEN Liang. Stability Analysis of Sea DiKE Influenced by the Nearby Coal Yard Stowage on Deep Soft Clay Ground[J]. Electric Power Survey and Design, 2011(1):10-14.
- [5] 张文渊.泥浆泵滩涂围垦筑堤施工方法[J].筑路机械与施工机械化,2001,18(2):37.  
ZHANG Wen-yuan. Construction Method of Mudflat Inning Embankment with Magma Pump[J]. Road Machinery and Construction Mechanization, 2001, 18(2):37.
- [6] 杨虹,高萍,谢永利.填土路堤下复合地基性状[J].长安大学学报:自然科学版,2003,23(5):18-20.  
YANG Hong, GAO Ping, XIE Yong-li. Properties of Soil for Embankment Composite Foundation[J]. Journal of Chang'an University: Natural Science Edition, 2003, 23(5):18-20.
- [7] 深圳市规划局宝安分局.宝安中心区填海海岸线、海堤及临海路工程预可行性研究报告[R].深圳:深圳市规划局宝安分局,2005.  
Baoan Branch of Shenzhen Planning Bureau. Feasibility Study Report of the Coastline Filled in Seawall Engineering and Linhai Road Engineering of Baoan Central District[R]. Shenzhen: Baoan Branch of Shenzhen Planning Bureau, 2005.
- [8] 深圳市宝安土地储备开发中心.大铲湾(宝安中心区段)水环境综合整治工程项目建议书[R].深圳:深圳市宝安土地储备开发中心,2010.  
Baoan Land Reserve Development Center of Shenzhen. Project Proposal for the Dachan Bay (Baoan Center Section) Water Environment Comprehensive Treatment Engineering[R]. Shenzhen: Baoan Land Reserve Development Center of Shenzhen, 2010.
- [9] 深圳市交通咨询中心.沿江高速与滨海大道线位图[R].深圳:深圳市交通咨询中心,2004.  
Shenzhen Traffic Consultation Center. Line Locations Map of Yanjiang Highway and Binhai Avenue[R]. Shenzhen: Shenzhen Traffic Consultation Center, 2004.
- [10] 深圳市岩土综合勘察设计有限公司.深圳市宝安中心区海堤工程(南侧)岩土工程勘察报告[R].深圳:深圳市岩土综合勘察设计有限公司,2005.  
Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD. Investigation Report for Seawall Engineering (South Side) Geotechnical Engineering in

- Baoan Central District of Shenzhen[R]. Shenzhen: Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD., 2005.
- [11] 深圳市岩土综合勘察设计有限公司. 深圳市宝安中心区海堤工程(南侧)岩土工程补充勘察报告[R]. 深圳:深圳市岩土综合勘察设计有限公司, 2005.
- Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD. Supplementary Investigation Report for Seawall Engineering (South Side) Geotechnical Engineering in Baoan Central District of Shenzhen [R]. Shenzhen: Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD., 2005.
- [12] 深圳市岩土综合勘察设计有限公司. 深圳市宝安区中心区临海路岩土工程初步勘察报告[R]. 深圳:深圳市岩土综合勘察设计有限公司, 2005.
- Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD. Preliminary Investigation Report for Linhai Road Geotechnical Engineering in Baoan Central District of Shenzhen[R]. Shenzhen: Shenzhen Integrated Geological Exploration and Design CO., LTD., 2005.
- [13] SL 435—2008, 海堤工程设计规范[S].
- SL 435—2008, Code for Design of Sea Dike Project[S].
- [14] DB44/T182—2004, 广东省海堤工程设计导则(试行)[S].
- DB44/T182—2004, Guide Rule for Design of Sea Dike Project in Guangdong Province(Trail)[S].
- [15] 赵维丙. 工程排水与加固技术理论与实践[M]. 北京:中国水利水电出版社, 2011.
- ZHAO Wei-bing. Theory and Practice of Engineering Draining and Reinforcement Technique[M]. Beijing: China Water Power Press, 2011.
- [16] 余海忠. 抛石爆破挤淤筑堤的机理及检测方法研究[D]. 北京:中国铁道科学研究院, 2011.
- YU Hai-zhong. Studies on Mechanism and Inspecting Methods for the Sea Dike Constructing Technique of Explosion Replacement[D]. Beijing: China Academy of Railway Sciences, 2011.
- [17] 余海忠, 刘国楠, 徐玉胜, 等. 抛石挤淤成堤断面形态研究[J]. 中国铁道科学, 2011, 32(3):1-7.
- YU Hai-zhong, LIU Guo-nan, XU Yu-sheng, et al. Study on the Shape of the Dike Constructed by Squeezing Soft Clay Method[J]. China Railway Science, 2011, 32(3):1-7.
- [18] 李庆园, 任建喜, 刘慧, 等. 软土路基变形规律现场监测及FLAC模拟研究[J]. 西安科技大学学报, 2009, 29(6):712-717.
- LI Qing-yuan, REN Jian-xi, LIU Hui, et al. In-situ Monitoring and FLAC Simulation of Soft Soil Roadbed Deformation Law[J]. Journal of Xi'an University of Science and Technology, 2009, 29(6):712-717.
- [19] 杜守继, 职洪涛, 翁慧俐, 等. 高速公路软岩隧道复合支护机理的FLAC解析[J]. 中国公路学报, 2003, 16(2):71-74.
- DU Shou-ji, ZHI Hong-tao, WENG Hui-li, et al. FLAC Analysis of Composite Support Mechanism in Weak Rock Tunnel of Freeway[J]. China Journal of Highway and Transport, 2003, 16(2):71-74.

### 《建筑科学与工程学报》入编《中文核心期刊要目总览》

2012年1月,《中文核心期刊要目总览》2011年版编委会公布了中文核心期刊名单,《建筑科学与工程学报》入编《中文核心期刊要目总览》2011年版之建筑科学类核心期刊。

《中文核心期刊要目总览》2011年版系第六版,为了使期刊评价更加科学合理,《中文核心期刊要目总览》2011年版编委会课题组在总结前五版研制经验的基础上,进一步改进评价方法,运用定量评价和定性评价相结合的方法,根据被引量、被摘量、被引量、他引量、被摘率、影响因子、被国内外重要检索工具收录、基金论文比、Web下载量9个评价指标进行定量评价,经过筛选和专家定性评审,从14400多种期刊中评选出1982种中文核心期刊。《建筑科学与工程学报》系首次入选,标志着《建筑科学与工程学报》在稳步发展中迈上了一个新台阶。