

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyf.2023.08.053

上海崇明海塘建设对 G40 长江大桥影响分析

黄伟

(中交上海航道局有限公司, 上海市 200002)

摘要: 在上海崇明环岛沿线海塘达标工程建设过程中, 临近 G40 长江大桥桥墩处施工时需对桥梁进行影响分析及桥墩保护。为此, 采用 PLAXIS 有限元软件分析了海塘达标改造施工对桥梁的影响, 并提出了相应加固改造措施。

关键词: 海堤; 桥墩位移; 有限元计算

中图分类号: U443.86

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2023)08-0213-04

1 工程概况

崇明环岛景观道规划为上海崇明南部地区东西贯通的一条景观公路, 东起东团公路、西至新北沿公路, 全长约 120 km, 基本沿现状海塘大堤走行, 是崇明生态绿道系统的重要组成部分, 是集防汛、生态、景观和旅游功能为一体的复合型道路。

现状崇明海塘的防御标准主要为 100 a 一遇高潮位 + 同频风速, 海塘区域整体防御能力偏低, 不能适应新形势下城乡一体化整体防御要求。根据上海市海塘规划、上海市崇明区总体规划暨土地利用总体规划(2017~2035 年), 明确崇明岛南沿主海塘防御标准为 200 a 一遇高潮位 + 12 级风, 需启动沿线海塘达标工程, 以符合新一轮海塘规划要求^[1]。

根据现状海塘调查资料, 现状大堤堤顶宽约 5~8 m。根据环岛景观道的宽度要求及相关交通流量分析, 环岛景观道主线按 9.0 m 控制, 因此需对现状海塘堤顶道路进行拓宽。

工程沿线需下穿 G40 高速长江大桥引桥, 现状海塘外坡镇脚与大桥桥墩底座承台基本紧贴(见图 1)。



图 1 G40 长江大桥与崇明海塘交叉节点

收稿日期: 2022-09-26

作者简介: 黄伟(1985—), 男, 学士, 工程师, 主要从事工程技术管理工作。

由于海塘改建会对长江大桥桥墩产生一定影响, 而桥墩沉降对道路安全性的影响很大, 因此需对该节点进行详尽分析, 提出针对性的优化方案, 保证工程对桥墩的影响降到最低。

2 节点方案比选

根据上海市道路运管中心要求, 新建结构需保证与桥墩承台水平距离达到 50 cm。为此, 提出 2 种断面优化方案进行分析。

方案一: 不设桩方案。 将新建海塘结构整体向后平移 2.25 m, 护坡堆放 1 t 单重翼形块体。该方案保证施工期间开挖坡顶线与桥墩承台边线净距大于 1 m, 且施工完成后翼形块体前沿线与桥墩承台边线净距大于 2 m。

方案一断面形式见图 2。

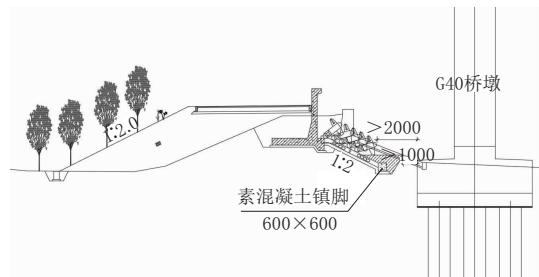


图 2 方案一断面形式(单位: mm)

方案二: 设桩方案。 在方案一的基础上, 于镇脚下方增设 1 排 $\phi 300$ 树根桩, 桩长 6 m。原素混凝土镇脚调整为钢筋混凝土形式, 兼做桩顶导梁。

方案二断面形式见图 3。

方案一由于少设 1 排抗滑桩, 每延米造价相对较低, 但对桥墩的保护效果不如设桩方案。因此需对 2 个方案进行断面计算, 确定各方案对桥墩的具体影响。

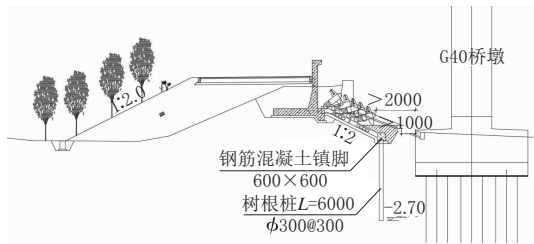


图 3 方案二断面形式(单位:mm)

3 有限元模型建立

PLAXIS 2D/3D 程序是由荷兰 PLAXIS B.V. 公司推出的一系列功能强大的通用岩土有限元计算软件,已广泛应用于各种复杂岩土工程项目的有限元分析中,如:大型基坑与周边环境相互影响、盾构隧道施工与周边既有建筑物相互作用、大型桩筏基础(桥桩基础)与邻近基坑的相互影响、边坡开挖及加固后稳定性分析等等。PLAXIS 系列程序以其专业、高效、强大、稳定等特点得到世界各地岩土工程专业人员的广泛认可,日渐成为其日常工作中不可或缺的数值分析工具^[2]。

本工程采用 PLAXIS 2D 有限元软件对 G40 大桥下方海塘断面建立二维模型分析。桥墩下方桩基采用嵌固点法算得桩基嵌固点,考虑嵌固点固支进行近似模拟。方案一、方案二有限元计算模型见图 4、图 5。

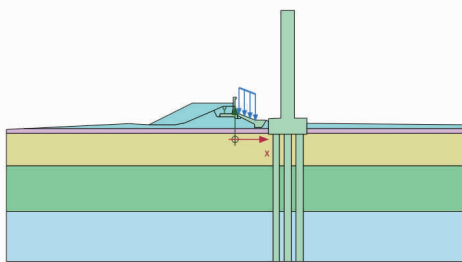


图 4 方案一有限元计算模型

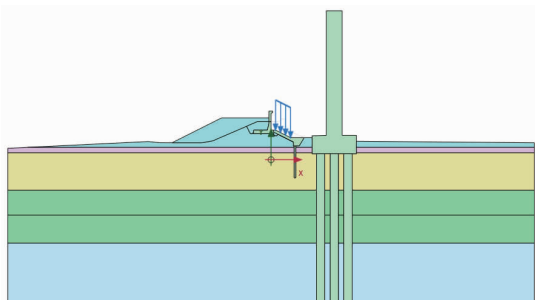


图 5 方案二有限元计算模型

计算工况如下:

(1) 现状海塘、桥墩承台、桥墩基桩已建立,初始地应力平衡。

- (2) 现状海塘防汛墙及护坡结构开挖、拆除。
- (3) 树根桩施工。
- (4) 新建海塘培厚,护坡、防汛墙施工。

4 有限元模型计算结果分析

对桥墩的影响主要包括施工期和完建期 2 种工况:施工期影响主要为原护坡和部分海塘主体结构的拆除开挖,从而使得桩基侧向压力减小导致的向内侧位移;完建期影响主要为新增土工管袋吹填及树根桩施工使桥墩承台新增的向外侧位移。

4.1 位移影响分析

现分析施工期和完建期 2 种工况下桥墩承台的位移沉降。

施工期 2 种方案方式一致,对桥墩的影响程度完全相等。图 6 为施工期结构位移云图。由图 6 可知,原护坡结构开挖后,桥墩承台底总位移约为 1.234 mm,其中水平位移 0.85 mm,竖向位移约 0.06 mm。

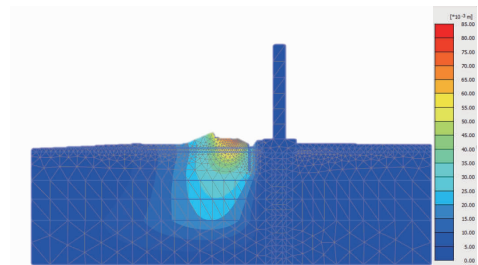


图 6 施工期结构位移云图

完建期 2 种方案的结构位移云图见图 7、图 8。

海塘改造对桥墩位移的影响见表 1;设置树根桩前后位移等值线对比见图 9。

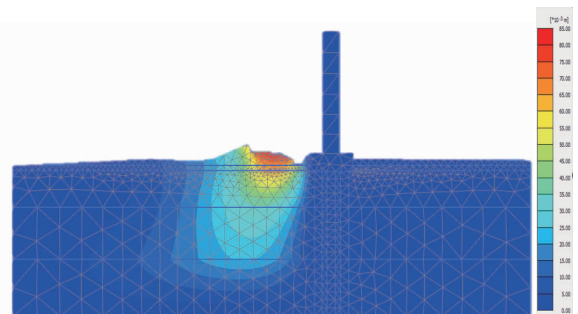


图 7 方案一完建期结构位移云图

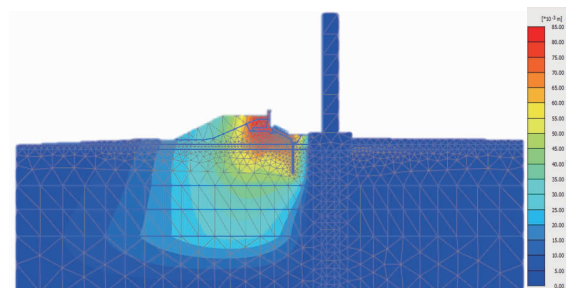


图 8 方案二完建期结构位移云图

表1 海塘改造对桥墩位移影响 单位:mm

计算项目	施工期	完建期	
		方案一	方案二
水平位移	0.85	3.50	0.78
竖向位移	0.06	2.02	0.06

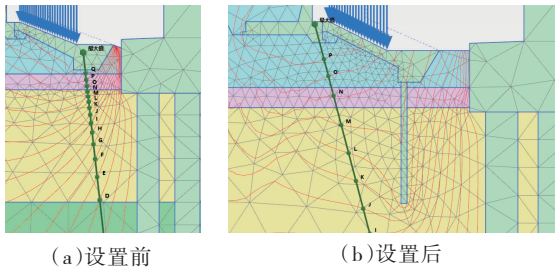


图9 设置树根桩前后位移等值线对比

是否设置密排树根桩,对桥墩承台位移影响程度有所区别。由图7、图8和表1可知,该节点完建后,新建护坡及翼形块体堆放后,方案一桥墩承台总位移约为4mm,其中水平位移约3.5mm,竖向位移约2mm;方案二桥墩承台水平位移约0.78mm,竖向位移约0.06mm。由此可见,树根桩对减小承台沉降、倾斜均有很大作用。

由图9可以看出,设置密排树根桩后,形成了整体幕墙结构,桩前土体受海塘施工及翼形块体堆放影响而产生的扰动极小,土体侧向滑移和水平土压由密排桩承担。

4.2 桩顶应力影响分析

海塘施工期间,桥墩承台侧面土体将产生一定程度的扰动,对桥墩桩顶应力、桩基承载力产生相应影响。现分析海塘建设前后对桥墩桩顶应力的影响变化。

海塘建设前后X方向、Y方向总应力减小量见图10、图11;海塘建设前后总主应力减小量见图12。

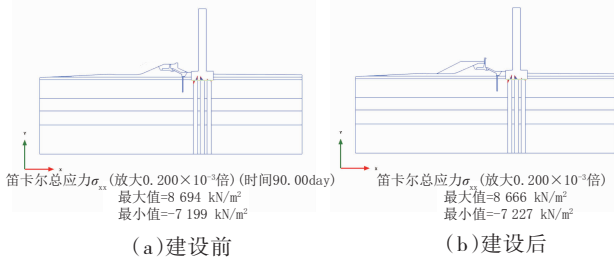


图10 海塘建设前后X方向总应力减小量:28 kPa

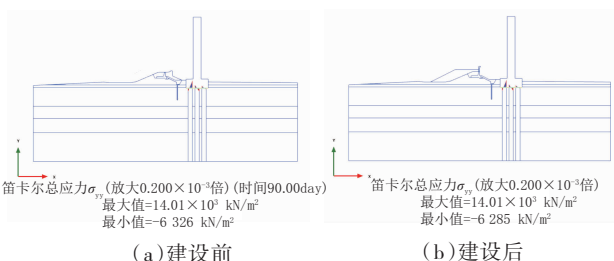


图11 海塘建设前后Y方向总应力减小量:41 kPa

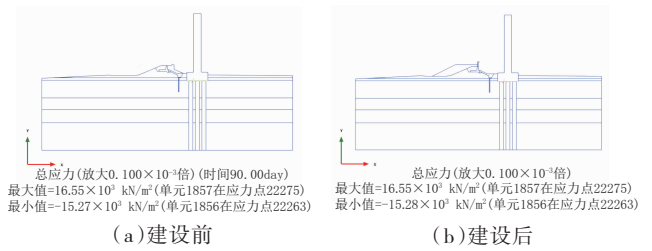


图12 海塘建设前后总主应力减小量:50 kPa

施工前后土体位移对桩顶产生的水平推力和竖向力通过应力变化求得,具体结果见表2。

表2 海塘建设前后桩基荷载变化表

计算项目	第1排桩		第2排桩		第3排桩	
	应力变化/kPa	荷载变化/kN	应力变化/kPa	荷载变化/kN	应力变化/kPa	荷载变化/kN
水平推力(向右为正)	-7	-14.07	-4	-8.04	~0	~0
竖向力(向下为正)	-13	-26.14	-6	-12.06	-3	-6.03

由图10~图12和表2可知,海塘建设对桥墩桩基产生的右向水平推力减小、桩基竖向力荷载减小,因此对桩基承载能力整体无不利影响。其原因为:本方案新建海塘整体向后方偏移,距离桥墩承台比现状距离增大2.25m,海塘结构对承台产生的侧向压力减弱,桩基受荷减小。

4.3 海塘整体稳定影响分析

海塘整体滑移同样可能对桥墩承台产生不利影响,需分析其整体稳定性。海塘整体抗滑稳定采用《海堤工程设计规范》(GB/T 51015—2014)中瑞典圆弧滑动法进行分析计算^[3]。

海塘堤顶道路考虑施工车辆及特定检修车辆通行,等效均布荷载按10kN/m²考虑。分别对海塘改造断面在各工况下的堤身整体稳定进行计算,运行期、施工期、地震期整体稳定最不利滑弧面示意图见图13~图15。经计算,该节点改造断面在各个工况下的整体滑移稳定均满足规范要求,不会产生整体滑移,进而对桥墩承台产生不利影响。

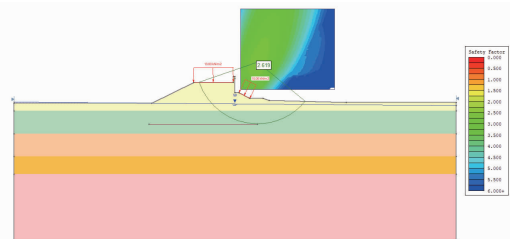


图13 运行期整体稳定最不利滑弧面示意图

整体稳定计算结果表明,各工况下海塘断面整体稳定均满足规范要求。本次再增设1排密排树根

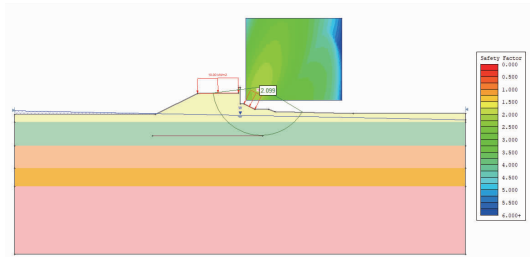


图 14 施工期整体稳定最不利滑弧面示意图

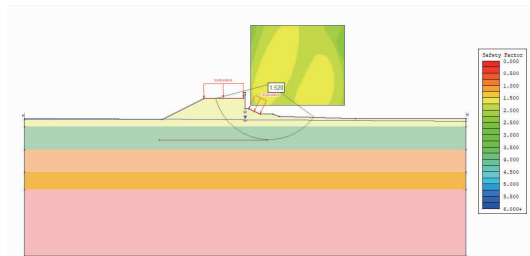


图 15 地震期整体稳定最不利滑弧面示意图

桩,底标高为 -2.7 m ,既作为整体稳定的进一步加强措施,更作为施工期间海塘侧土体的滑移控制措施。

5 结 语

(1)本工程海塘达标改造施工由于临近 G40 长江

大桥桥墩,常规断面改造施工方案对桥梁影响较大,易造成单根桥墩沉降,对顶部道路造成较大的安全隐患。因此需针对海塘施工对桥墩影响的程度进行分析和优化。

(2)本工程中选用密排树根桩作为海塘与桥墩间的支挡措施,经验算,此方案对现状桥墩的位移、沉降、桩顶应力、滑移影响均较小,说明密排树根桩的遮帘效应在削弱土体对桥墩承台的影响方面,起到了很好的作用。本节点的桥墩保护方案对今后类似工程有着一定借鉴作用。

参考文献:

- [1] 上海市人民政府.上海市城市总体规划(2017~2035年)[Z].上海:上海市人民政府,2016.
- [2] 魏芸.均质边坡在开挖过程中的变形规律研究[J].港工技术,2016,53(3):37-40.
- [3] 曹坤.关于海塘消浪平台兼做观景平台的探讨——以崇明环岛景观道一期工程(老滬港-八一路)为例[J].城市道桥与防洪,2019(6):167-171,185.

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴,为您提供平台,携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话:021-55008850 联系邮箱:cdq@smedi.com