

滨海地区城市道路地基处理案例研究

黄庆财

(福州新区开发投资集团有限公司, 福建 福州 350000)

摘要:当前诸多沿海城市正全力支持滨海新区建设,以拓展城市建设框架,提高城市发展质量,加速城市升级速度。滨海地区建设不同于一般的内陆城市,建设地质条件会因临海而更为复杂,给城市道路等市政基础设施的建设带来更大的挑战。结合一个具体的滨海地区城市道路,从其地基处理的案例出发,在实际工程地质勘探的成果上,探讨软基等滨海地基的具体处理方式,并通过计算验证处理方式的可行性。

关键词:城市道路;滨海;软基;桩基;地基处理

中图分类号: U416.1+66

文献标志码: B

文章编号: 1009-7716(2021)07-0067-03

0 引言

近年来,随着我国经济发展,许多沿海城市正积极响应国家政策,开发滨海区域,利用滨海地区水运交通便利等地理优势,将产业由城区向沿海布局,拓展城市框架。滨海的新城建设能够为城市发展格局提供重要的支点和要点,具有非常重大的战略意义,能够加速推动城市国际化发展进程,是目前我国城市新一轮发展的主要方向和重点突破口。

而市政道路及配套基础设施的建设,则是在新区建设大背景下,最先行的环节,是城市建设最基本的保障,是践行城市发展理念、加快城市转型升级、全面推动改革创新、提升城市整体品质的重要途径和载体。市政道路的建设往往能够体现出新区建设的质量和水平,是新区建设中一张闪亮的名片。尤其在滨海地区建设新区,更需要注重道路建设的品质和后期服务水平^[1]。

但是滨海地区由于海水对该区域的冲积和沉积作用,建设地质条件通常较一般区域更为多变和复杂,地质特征主要表现为含有深厚的淤泥质土层和粉砂层,地层竖向变化较大,土层均匀性较差,属于不均匀地基,且往往存在可能的液化砂土层。因此,针对滨海地区道路地基处理方案和案例的研究则尤为重要^[2]。

1 项目背景

本文以福建某滨海新城片区内拟建道路项目为例,对滨海地区道路地基处理方案进行研究,分析滨海道路在该类地质条件下软基等特殊地基的处理方式、计算过程和设计处理效果。

本文案例片区自然环境优越,靠山、临水、通海,规划条件便利。片区内路网结构均衡、合理,包括结构性主干路,设计车速 60 km/h;生活性主干路,设计车速 50 km/h;次干路,设计车速 40 km/h。拟建项目邻近地铁,边界条件较为复杂。建设区位优势,是新区发展建设的重要组成部分。

1.1 工程概况

本文以片区建设项目中一条结构性主干路和一条次干路为切入点,重点分析主、次干路在滨海地区建设的软基处理情况、区别和预期效果。案例主干路道路全长约 1.8 km,红线宽度 52 m,设计车速 60 km/h;次干路道路全长约 1.7 km,红线宽度 40 m,设计车速 40 km/h。

1.1.1 城市主干路建设条件

该工程拟建场地现状地形较为简单,道路周边地势相对平坦,地面标高约为 2.59~2.67 m,场地内主要为拆迁工地、河道、红虫地、菜地等,无重要构筑物。

该工程的地貌单元属冲海积平原地貌,工程区的主要地层包括以下类别:杂填土①、粉质黏土②、淤泥质土③、(含泥)粉砂④、淤泥质土⑤、粉质黏土⑥、淤泥质土⑦、粉质黏土⑧、(含泥)粗砂⑨、粉质黏土⑩、残积砾质黏性土⑪、全风化花岗岩⑫、砂土状强风化花

收稿日期: 2021-03-07

作者简介: 黄庆财(1977—),男,本科,高级工程师,从事道路交通工程设计工作。

岗岩③、碎块状强风化花岗岩④、中~微风化花岗岩⑤。

工程拟建场地各土层在水平方向上的分布及性质不均匀,在垂直方向土层软硬相间,均匀性差。拟建道路地基的均匀性评价属不均匀地基,因为道路存在高路堤,并且地基存在软弱土层和液化土层,其对路基的整体稳定性有一定影响,所以地基稳定性评价结果较差。

项目场地通过标贯法液化,判别在7度地震下,场地内20 m深度范围内存在可液化土层,土层为(含泥)粉砂④。判别该工程道路所在场地为中等液化场地。

1.1.2 城市次干路建设条件

该工程次干路拟建场地地势稍有起伏,存在一定高差,现状地面标高约0.65~6.00 m,沿线主要场地为池塘、菜地、小河、水泥路、土路、工厂、民房等,场地地貌单元属于冲海积平原地貌。

拟建场地地层在水平方向和垂直方向分布均存在变化较大情况,均匀性较差,属于不均匀地基。地基均匀性评价属不均匀地基,地基稳定性评价属较稳定类。

场地在抗震设防烈度为7度、设计地震分组为第三组、设计基本地震加速度值0.10 g的情况下,(含泥)粉砂③和(含泥)砾砂⑤为可液化土层,场地钻孔的液化指数范围值为0.00~12.46,平均值为 $I_{LE}=2.27$,判定场地的液化等级为轻微液化。

2 地基处理方案

根据拟建道路的工程地质条件,本文依其特性拟定道路地基的处理原则、工后沉降标准和各路段的特殊地基处理方案。

2.1 处理原则

(1)根据地基土的工程性质、路堤填筑高度、填河段位置、桥台与路堤相接位置、工程要求等,采用不同的处理方法分段对地基进行;

(2)需要重点控制桥台与路堤相邻处的工后沉降,以减少桥台与路堤相邻处的沉降差,力求解决好“桥台跳车”问题;

(3)处理方法应经济可行、易于施工、技术先进,且能够满足工期要求。

2.2 工后沉降标准

路基允许工后沉降标准见表1。

2.3 软土地基处理方案

根据对建设条件的分析,从处理原则和工后沉

表1 路基允许工后沉降表

单位:m

工程位置	桥台与路堤相邻处	涵洞、通道处	一般路段
城市主干路	≤ 0.10	≤ 0.20	≤ 0.30
城市次干路	≤ 0.20	≤ 0.30	≤ 0.50

降标准出发,对该道路软土地基采用复合地基处理方案。具体根据建设路段进行区分。

2.3.1 一般路段

2.3.1.1 城市主干路

(1)对于当第2层软弱土层层底深不大于13 m时,采用水泥搅拌桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力层不小于1 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置;

(2)当第2层软弱土层层底深大于13 m且不大于28 m时,采用CFG桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力层不小于1 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置。

2.3.1.2 城市次干路

(1)0 m≤路堤填方高度 $h \leq 2$ m

对于当第1层软弱土层下有较厚细砂层(不小于3 m),且第1层软弱土层层底深不大于13 m时,采用水泥搅拌桩,桩长穿透第一层软弱土层并进入持力层不小于1 m,且桩底下第2层软弱土层以上持力层厚度不小于2 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置。具体通过计算确定。

对于当第1层软弱土层下有较厚细砂层(不小于3 m),且第1层软弱土层层底深不大于28 m时,采用CFG桩,桩长穿透第一层软弱土层并进入持力层不小于1 m,且桩底下第2层软弱土层以上持力层厚度不小于2 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置。具体通过计算确定。

(2)2 m<路堤填方高度 $h \leq 5$ m

对于当第2层软弱土层层底深不大于13 m时,采用水泥搅拌桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力层不小于1 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置。

当第2层软弱土层层底深大于13 m且不大于28 m时,采用CFG桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力层不小于1 m。桩径0.5 m,桩间距采用2.0 m,正三角形布置。

2.3.2 桥头路段

当第2层软弱土层层底深不大于13 m时,采用水泥搅拌桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力

层不小于1 m。桩径0.5 m,原则上台后50 m桩间距采用1.5 m,台后50 m以后桩间距采用2.0 m,具体桩间距通过计算确定。与一般路段衔接采用桩长过渡措施。

当第2层软弱土层层底深大于13 m且不大于28 m时,采用CFG桩,桩长穿透第2层软弱土层并进入持力层不小于1 m。桩径0.5 m,原则上台后50 m桩间距采用1.5 m,台后50 m以后桩间距采用2.0 m,具体桩间距通过计算确定。与一般路段衔接采用桩长过渡措施。

依据地勘提供钻孔柱状图,确定了该深基坑周围土体的初始参数。因为在基坑开挖之前已经进行了基坑降水处理,因此不考虑地下水对基坑变形的影响。

2.4 液化地基处理方案

(1)城市次干路

路堤填方高度 $h < 3$ m,可不采取抗震措施; $3 \text{ m} \leq$ 路堤填方高度 h ,轻微液化不处理;中等液化、严重液化采取消除液化措施;

(2)城市次干路

路堤填方高度 $h < 4$ m,可不采取抗震措施; $4 \text{ m} \leq$ 路堤填方高度 h ;轻微液化不处理;中等液化、严重液化采取消除液化措施。

3 地基处理计算案例

根据以上案例城市主干路和城市次干路建设条件和建设方案,本文利用理正软件进行计算,来复核处理方案。

3.1 城市主干路(K0+100,一般路段)

3.1.1 计算条件

地勘揭示杂填土厚2.6 m,(含泥)粉砂厚6.9 m,淤泥质土厚16.1 m,粉质黏土厚3.2 m,稳定地下水位0.8 m。一般路段桩号K0+100,路基填土高度2.487 m,路基宽度52 m。路面厚度约70 cm,路面结构重度 23 kN/m^3 ,内聚力17 kPa,内摩擦角 30° ;路基填土重度 19 kN/m^3 ,内聚力15 kPa,内摩擦角 20° 。

3.1.2 该段处理方案

该段处理方案采用的CFG桩复合地基,桩径为50 cm,正三角形布置,桩间距2.0 m,置换率 $m=0.0567$,单桩承载力特征值 $>250 \text{ kN}$,复合地基承载力特征值 $>130 \text{ kN}$ 。

3.1.3 复核结果

通过理正计算结果显示,该处路基工后沉降

16.1 cm,按《城市道路路基设计规范》(CJJ 194—2013)要求,主干路一般路段容许工后沉降 $\leq 30 \text{ cm}$,满足要求。

3.2 城市次干路(K0+390,桥头位置)

3.2.1 计算条件

地勘揭示淤泥质土厚5.8 m,淤泥质土厚7.4 m,(含泥)砾砂厚1.9 m,淤泥质土厚7.7 m,粉质黏土厚6 m,粉质黏土厚13.3 m,全风化花岗岩厚13.65 m;地下水位埋深0.4 m。路基填土高度4.763 m,路基宽度40 m。路面厚度约70 cm,路面结构重度 23 kN/m^3 ,内聚力17 kPa,内摩擦角 30° ;路基填土重度 19 kN/m^3 ,内聚力15 kPa,内摩擦角 20° 。

3.2.2 该段处理方案

该段处理方案为CFG桩,桩径为50 cm,正三角形布置,桩间距1.2 m,置换率 $m=0.1575$,桩长24.7 m,单桩承载力特征值117 kN,复合地基承载力特征值126 kPa。

3.2.3 复核结果

通过理正计算结果显示,该处路基工后沉降18.9 cm,按《城市道路路基设计规范》(CJJ 194—2013)要求,主干路桥台位置容许工后沉降 $\leq 20 \text{ cm}$,满足要求。

4 其他主要地基处理方法探讨

道路地基处理有多种处理方式,不同处理方式具有不同的适用性^[3]。

4.1 强夯法

强夯法是为提高软弱地基的承载力,将重锤从一定高度下落,用重力夯击土层,使得地基能够迅速固结的方法。具体为利用起吊设备,将10~40 t的重锤提升至10~40 m高处,使其自由下落,依靠重锤下落产生的强大的夯击能和冲击波作用来夯实土层。强夯法在工程建设中主要用于砂性土、非饱和黏性土与杂填土地基。在100~200 t·m夯击能量下,一般可获得3~6 m的有效夯实深度。

强夯法适用场景常见于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与黏性土、湿陷性黄土、杂填土和素填土等地基。但是强夯法也存在不适用的情况,如夯击作用不允许对工程周围建筑物及设备有一定振动影响,在必需采用强夯法时,应采取防振、隔振措施。

根据该案例的详细勘察报告及现场调查,拟建场地下伏深厚软土,因此强夯法对于深厚软弱土层的适用性较差。

(下转第87页)

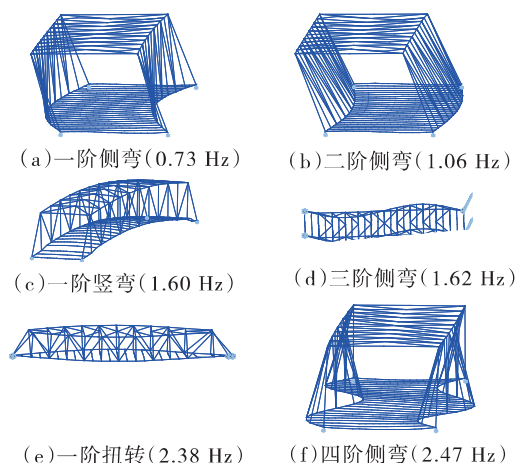


图 14 结构动力特性

方式。在平曲线半径小于 300 m 的曲线上做桁架桥,宜通过曲桥直做实现,桥面超高可由桥面系来调整,桁架宜做成平坡结构。

(2)桁架设计时,应尽可能避免桥面纵横梁参与同主桁共同承受轴向力,宜通过构造措施降低其影

响。

(3)简支桁架桥在伸缩缝设计时,竖向荷载对结构闭口量的影响是不可忽略的,将直接影响结构伸缩缝选型和结构缝的设定。

(4)桁架结构采用栓接时,拼接处节点重量是不可忽略的因素,可占主桁架的 25%~30%。对于公路桥,疲劳并不控制结构设计,因此采用焊接方式,经济性更加突出。

(5)本研究可为其他同类型桁架桥工程设计提供借鉴。

参考文献:

- [1] 陈志明,王贤强,张建东,等.大跨径简支钢桁架桥顶推架设施工技术[J].施工技术,2018(47):643-646.
- [2] JTG 3362—2018,公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范[S].
- [3] 赵延衡.桥梁钢结构细节设计[M].西安:西安交通大学出版社,2011.
- [4] JTG D64—2015,公路钢结构桥梁设计规范[S].

(上接第 69 页)

4.2 堆载预压法

堆载预压法的基本原理为地基在预压荷载作用下排水固结,地基产生变形,地基强度从而得以提高,卸去预压荷载后再建造建(构)筑物,不仅地基承载力能够提高,而且可以有效控制工后沉降。堆载预压法对各类软弱地基均有效,但对于泥炭等有机沉积地基则不适用,且工期较紧张的项目不适宜使用。

根据该案例的详细勘察报告及现场调查,场地下伏 2 层软弱土层,采用堆载预压合适。但由于道路施工工期紧,无法提供足够的预压时间,因此无条件采用堆载预压法。

5 总 结

结合福建某滨海新区拟建高等级市政道路的具体案例,本文对滨海地区城市道路的地基处理方案

进行的详细的分析和探讨,从实际地质勘探成果出发,结合案例中拟建道路的具体情况给出了针对软基和液化地基的详细处理方式,并提供具体计算参数和假设,通过计算复核处理方式的可行性。

滨海地区城市道路地基处理是市政基础设施建设的先行保障,有针对性的探讨和研究,保证滨海地区城市道路地基的高品质建设,是沿海城市新区发展的重要举措。

参考文献:

- [1] 侯潇.城市道路软基处理及混凝土路面施工技术探讨[J].智能城市,2020(5):167-168.
- [2] 卢志伟.福建某江滨路软基处置方案探讨[J].福建交通科技,2020(2):23-27.
- [3] 林文忠.市政道路软基处理方案分析[J].江西建材,2020(3):111-112.