

预应力高强混凝土管桩在中小桥中的应用

农绍斯

(广州市公路勘察设计有限公司, 广东广州 510500)

摘要: 预应力高强混凝土管桩(简称 PHC 桩), 是在近代高性能混凝土(HPC)和预应力技术的基础上发展起来的混凝土预制构件, 它是建设部科技成果重点推广项目。PHC 桩在国内外发展迅速, 已广泛应用于工业与民用建筑、港口码头、水利及部分桥梁建设中。鉴于 PHC 桩在中小桥中的应用少有报道, 以 PHC 桩在广州市东二环黄埔大桥南岸施工便道上四座中桥中的设计及应用为例, 简单介绍 PHC 桩在中小桥基础中的应用。实践证明, PHC 桩以其经济、实用、环保、适用面广、方便施工等特点, 将有广阔的应用前景。

关键词: 基础工程; 预应力高强混凝土管桩(PHC); 设计; 施工; 质量控制; 广州市

中图分类号: TU473.13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1009-7716(2006)01-0042-03

0 前言

高强预应力混凝土管桩(简称 PHC)是由专业厂家大批量电脑自动化生产, 采用先张法预应力掺加磨细料、高效减水剂等先进工艺, 将混凝土经离心脱水密实成型和在常压、高压两次蒸汽养护而制成的一种细长的空心圆筒体等截面预制混凝土构件, 运往施工现场后, 通过锤击或静压的方法沉入地下作为建(构)筑物的基础。PHC 管桩具有强度高、抗弯性能强的特点, 其贯穿能力强, 适用于沉入粘性土及砂性土中作为摩擦桩, 也可以贯入强风化岩层作端承桩。这是一种新型的基桩, 由于它的卓越性能, 得到了建筑界人士的青睐, 在国外发展迅速, 我国港澳地区、日本及东南亚各国使用都很广泛。我国内地在 20 世纪 80 年代开始研制生产 PHC 桩, 到现在已有生产厂近百家, 一年产量超过一千万米, 广泛应用于工业与民用建筑、桥梁、港口码头、水利工程等, 在国家建设中发挥了愈来愈大的作用。

PHC 管桩在中小桥应用前景广阔, 现以 PHC

桩在广州市东二环黄埔大桥南岸施工便道上四座中桥中的应用为例, 对该桩的设计、施工技术及其质量控制作一探讨, 希望 PHC 桩在中小桥桩基础中的应用得到更广泛的推广, 为社会创造良好的经济效益。

1 工程概况

广州市东二环是广州市环城高速重点工程项目之一, 东二环黄埔大桥南岸施工便道既是东二环黄埔大桥的辅助工程, 又作为当地居民主要出行道路永久保留。施工便道上有四座中桥(Ⅲ号桥桥型图见图 1), 设计荷载: 公路—I 级, 桥宽为 7.5 m, 上部均为预制空心板, 下部基桩设计时, 进行了钻孔灌注桩与 PHC 桩的方案比较, 业主最后决定采用小直径 PHC 管桩, 管径为 $\Phi 500$ mm, 单桩容许承载力设计值在 800~1600 kN 之间。

2 工程地质分析

该项目所在位置地势平缓, 主要是耕植地。地质情况大致为地面下 0~18.1 m 为软土层(淤泥、淤泥质土层), 地面下 23~33.8 m 为全风化至强风化混合岩, 地面下 33.8~41.30 m 为弱风化至微风化混合岩。根据地质情况, 该项目桩基均按摩擦桩

的取值, 参数取值不好甚至能导致结果不收敛。

参考文献

- [1] 过镇海. 混凝土的强度与本构关系——原理与应用[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国国家标准. 混凝土结构设计规范 GB 50010-2003[S]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2002.

收稿日期: 2005-03-28

作者简介: 农绍斯(1975-), 男, 广西南宁人, 助理工程师, 从事道路桥梁工程设计。

所提供的弹塑性材料特性不能很好地模拟混凝土性能。(2)ANSYS 软件中的 solid65 单元只能应用于六面体单元, 而对于该工程四面体单元则无能为力。(3)考虑摩擦接触的非线性计算结果除与材料本身的摩擦系数有关外, 还与软件自身设置的各类参数值有关, 如法向接触刚度、切向接触刚度、穿透容差等参数, 分析过程中需要不断地调整上述参数

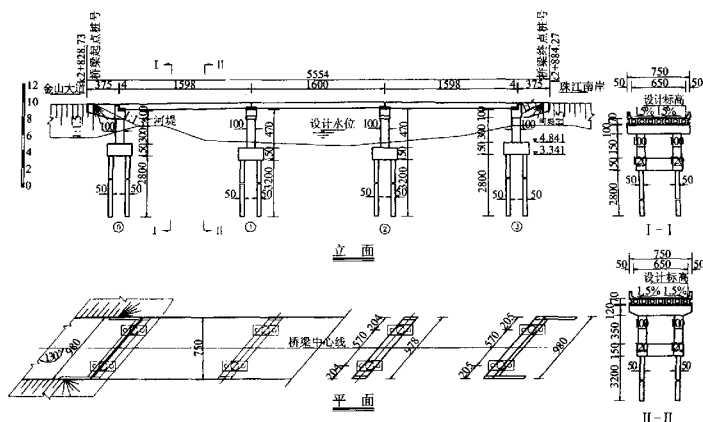


图1 Ⅲ号桥桥型布置图

设计。

3 钻孔灌注桩与PHC桩的方案比较

根据地质情况以及业主要求,该项目桥梁进行钻孔灌注桩与PHC桩的经济比较(表1),从表1看,采用PHC桩要比钻孔灌注桩便宜,经济效益要好。与钻孔灌注桩相比,PHC桩还有以下优点:

(1) PHC桩的单桩承载力高,单位承载力价格便宜。

(2) 抗弯性能好。PHC桩选用高强度、低松弛的预应力钢筋作为预应力主筋,使桩身具有较高的预压应力,其抗弯性能良好,PHC桩有卓越的贯入性能,能穿透密实的砂层,能适应复杂的环境与地理条件。

(3) 质量稳定可靠。由于采用工厂预制的生产方式,能利用先进的工艺和设备,质量容易控制,产品质量容易保证。

(4) 应用范围广。工厂生产、商品供应,可以有不同的规格、长度供选择,使设计选用范围广,容易布桩,对桩端持力层起伏变化大的地质条件适应性强。

(5) 施工速度快,工期短。PHC桩在工厂商品化生产,能按施工要求及时供货,施工前期准备时间短,一般能缩短工期1~2月。

(6) 施工现场文明。施工现场无砂石、水泥,无泥浆污染,对施工现场狭窄的工程特别有利。

表1 东二环黄浦大桥南岸施工便道桥梁基础经济比较表

桥名	中心桩号	跨径(m)	基础类型				管桩	承台	合计
			名称	桥台	桥墩	合计	名称	桥台	桥墩
			桩径	Φ100	Φ120	(万元)	桩径	Φ50	Φ50
			单桩长(m)	16	18		单桩长(m)	21	21
I	K1	3	根数	4	4		根数	8	8
号	+	×	总桩长(m)	64	72	15.4	总桩长(m)	168	168
桥	3+3	13 m	造价(万元)	6.4	9		造价(万元)	3.36	3.36
			单桩长(m)	21	24		单桩长(m)	28	29
II	K2	3	根数	4	4		根数	8	8
号	+	×	总桩长(m)	84	96	20.4	总桩长(m)	224	232
桥	110	13 m	造价(万元)	8.4	12		造价(万元)	4.48	4.64
			单桩长(m)	24	28		单桩长(m)	29	33
III	K2	3	根数	4	4		根数	8	8
号	+	×	总桩长(m)	96	112	23.6	总桩长(m)	232	264
桥	855	16 m	造价(万元)	9.6	14		造价(万元)	4.64	5.28
			单桩长(m)	25	28		单桩长(m)	30	35
IV	K3	3	根数	4	4		根数	8	8
号	+	×	总桩长(m)	100	112	24	总桩长(m)	240	280
桥	330	16 m	造价(万元)	10	14		造价(万元)	4.8	5.6
			单桩长(m)	25	28		单桩长(m)	30	35
			根数	4	4		根数	8	8
			总桩长(m)	100	112	24	总桩长(m)	240	280
			造价(万元)	10	14		造价(万元)	4.8	5.6
总计(万元)						83.4			53.44

(7) PHC桩符合建设部制定的《建筑基础工程

技术政策》中关于“积极发展高强预应力混凝土管桩的制作和沉桩技术”规范要求。

4 PHC 桩设计计算

4.1 PHC 桩承载力计算方式

根据 C. P. 2004 公式计算:

$$R_u = \frac{1}{4} \times (f_{cu} - f_{pr}) \cdot A_0$$

式中: R_u ——桩的承载力 kN

f_{cu} ——混凝土抗压强度 MPa

f_{pr} ——有效预应力 MPa

A_0 ——管桩截面积 cm^2

PHC 桩单桩轴向允许承载力按下式计算:

$$[P] = \frac{1}{2} (U \sum a_i l_i \tau_i + \alpha A \sigma_R)^{[1]}$$

式中: $[P]$ ——单桩轴向受压允许承载力 kN

U ——桩的周长 m

l_i ——各土层厚度 m

τ_i ——与 l_i 相应的各土层与桩壁的极限摩阻力 kPa

σ_R ——桩尖处土的极限承载力 kPa

α_i, α ——分别为震动沉桩对各层桩周摩擦力和桩底承载力的影响系数, 对于锤击沉桩其值均为 1.0

该项目桥梁 PHC 桩基础采用型号为: B 型, 直径为 $\Phi 50$ cm, 壁厚 12.5 cm, 允许承载力: 2768 kN, 抗裂弯矩: 156 kN·m, 断裂弯矩: 277 kN·m。

4.2 PHC 桩失稳验算

该桥所采用的 PHC 桩柔性较钻孔灌注桩大, 应进行压杆稳定验算。采用欧拉公式验算^[2]:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(ul)^2}$$

式中: P_{cr} ——PHC 桩的临界压力

EI ——PHC 桩的截面抗弯刚度

ul ——PHC 桩的相当长度(该工程取: $u=1, l=14\sim 18$ m)经验算该项目桥梁 PHC 桩满足受压稳定要求

5 PHC 桩施工

5.1 PHC 桩施工工序

PHC 管桩主要有锤击和静压两种施工方法, 静压法以其低噪音、无污染, 施工进度快等优点已逐步取代锤击法施工。

静压管桩的施工工序为: 测量定位→桩机就位→复核桩位→吊桩插桩→桩身对中调直→静压沉桩

→接桩→再静压沉桩→送桩→终止压桩→桩质量检验→切割桩头→填充管桩内的细石混凝土。

5.2 PHC 桩与承台的连接方式

桩顶直接埋入承台连接时, 当桩径小于 0.6 m 时, 管桩埋入承台不小于 2 倍桩径^[1]。该工程 PHC 桩与承台采用刚接, 管桩埋入承台 1 m, 并在桩头的桩管内填充 200 cm 高的 C30 细石混凝土, 并在混凝土中均分插入 6 $\Phi 20$ 钢筋与承台连接。

6 PHC 桩施工质量控制

6.1 PHC 桩的垂直度控制

垂直度控制: 管桩施工时, 应在桩机正面和侧面按正交方向分别架设经纬仪, 监控下桩垂直度, 控制倾斜度在 1% 之内, 整桩垂直度偏差不得大于 $L/200$ (L 为桩长), 对于首节桩施工, 尤应特别注意, 发现偏移或倾斜时, 应及时校正。

6.2 桩焊接质量控制

若采用焊接法接桩时, 须分层均匀地将套箍对焊, 焊缝应连续饱满, 严格按照桥涵施工规范有关要求施工, 焊接后至少自然冷却 8 min 再继续施工。

6.3 停压标准的控制

PHC 桩停压标准的控制主要考虑以下两方面: 桩入土深度和压桩力(贯入阻力), 一般由设计根据试桩情况综合确定。施工时详细了解工程地质情况及有关设计要求, 正确掌握桩入土深度与贯入阻力的关系, 当遇到贯入阻力大而入土深度达不到设计深度或贯入阻力小而入土远超过设计深度时应及时与设计及有关部门联系解决。工程以桩进入持力层且最后三次贯入阻力达 1.8~2.0 倍单桩设计承载力而累积下沉 ≤ 10 mm 时为停压控制标准。

7 结语

近年来, 预应力高强混凝土管桩在工民建得到了迅速推广普及。在国内, PHC 桩在桥梁基础中的应用还处于发展阶段。作者认为 PHC 桩在中、小桥, 特别是城市人行天桥基础中的应用前景广阔。PHC 桩以其经济、实用、环保、适用面广、方便施工等特点, 成为高承载力、低成本、经济适用的深基础工程, 今后将会被更广泛地采用和推广。

参考文献

- [1] 公路桥涵地基与基础设计规范(JTJ 024-85)[S]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [2] 孙训方, 方孝淑等编订. 材料力学[M]. 北京: 高等教育出版社, 1995.