

预应力高强混凝土管桩极限承载力的试验研究

朱国英

(深圳职业技术学院 基建办, 广东深圳 518055)

摘 要: 预应力高强混凝土管桩试验研究结果证明: 预应力高强混凝土管桩极限端阻力标准值和桩端阻力修正系数取值偏低, 管桩的承载力未能得到充分发挥。作者对单桩竖向极限承载力计算公式中的设计参数的取值问题进行了探讨, 建议在大量试验研究的基础上, 对管桩极限端阻力标准值或者桩端阻力修正系数取值进行调整。

关键词: 预应力高强混凝土 (PHC) 管桩; 极限承载力; 设计参数

中图分类号: TU473.1^{†1}

文献标识码: A

文章编号: 1672-0318 (2003) 03-0018-03

1 前 言

预应力高强混凝土管桩 (PHC 管桩) 作为一种较新型的桩基, 因其桩身混凝土强度高、质量可靠、工期短、施工简单、综合造价低等诸多优点而得到越来越广泛的应用。目前约有 80% 的建筑桩基工程采用此种桩基。但因其应用时间不长, 试验研究工作环节还较薄弱。不少工程实例静载试验检测结果证明 PHC 管桩承载力有较高的安全储备, 即管桩极限端阻力标准值 q_{pk} 和桩端阻力修正系数 β_p 取值偏低, 致使 PHC 管桩承载力不能得到充分发挥, 造成建设投资的非必要浪费。

由于极限承载力试验费用较高, 按 60 元/T 计价, 500 × 125 mm 管桩预期承载力按 7000 kN, 需 4.2 万元, 加上试验桩本身费用, 一根试验桩总费用约 4.5 万元。因此, 需要建设单位的

工程技术人员共同参与这一项试验研究工作, 积累大量检测数据, 才有可能对管桩极限端阻力标准值和桩端阻力修正系数进行调整, 以降低工程造价。

2 工程概况

深圳市某体育馆工程建筑面积 12000 m², 固定座位 3000 个, 是一座集体育比赛、文艺演出、大会堂等多功能综合体育馆。

工程桩总数: 400 × 95 mm, 104 根; 500 × 125 mm, 121 根。

场地工程地质概况见表 1, 桩端持力层为中粗粒花岗岩强风化层, 采用静压法施工, 单桩承载力设计值分别为 1600 kN (400 × 95 mm); 2300 kN (500 × 125 mm)。为了检测单桩承载力设计值是否经济合理, 我们选择不同管径、入土深度最短的 2 根桩作为试验桩进行静载试验, 以确定单桩竖向极限承载力。

表 1 场地工程地质概况

地层名称及成因代号	岩土状态	极限侧阻力标准值 q_{sk} (kPa)	预应力管桩			
			极限端阻力标准值, q_{pk} (kPa)			
			桩端入土深度, h (m)			
		9	16	30	>30	
人工填土 (Q^{ml})	松散	20				
砾砂混粘性土 (Q^{al+pl})	松散~稍密	80				
粘土 (Q^{al+cl})	可塑	55				
砾质粘性土 (Q^{el})	可~硬塑	85	2500	3800	5000	6000
中粗粒花岗岩 (Γ_5^3)	全风化	95	3200	4200	5300	6500
	强风化	220	8000			

收稿日期: 2003-05-10

作者简介: 朱国英 (1944-), 男, 福州市人, 高级工程师, 主要从事建筑结构工程应用技术研究。

3 试验结果

试验桩参数、最大试验荷载、最大沉降量、单桩竖向抗压静载试验结果见表 2-4。

表 2 试验桩参数及试验结果

桩号	桩径 (mm)	入土桩长 (m)	单桩承载力 设计值(kN)	压荷吨位 (kN)	
试 1 [#]	500	17.2	2300	4160	
试 2 [#]	400	16.0	1600	3520	
最大 试验 荷载 (kN)	最大 沉降量 (mm)	卸荷后 残余 沉降量 (mm)	卸荷后 回弹率 (%)	单桩竖向 承载力 检测值 (kN)	备注
4600	16.88	4.70	72	4600	未到极限荷载
3840	40.12	29.39	27	3360	已到极限荷载

注：试 2[#]桩桩顶沉降在 3840 kN 作用下未稳定。

表 3 试桩 1[#]单桩竖向抗压静载试验结果

	荷载 (kN)	本级沉降(mm)	累计沉降 (mm)	本级时间(min)	累计时间(min)
加 载	920	1.81	1.81	90	90
	1380	0.99	2.80	90	180
	1840	1.33	4.13	90	270
	2300	1.50	5.63	90	360
	2760	1.73	7.36	120	480
	3220	1.69	9.05	150	630
	3680	1.83	10.88	150	780
	4140	2.28	13.16	150	930
	4600	3.72	16.88	240	1170
卸 载	3680	-0.43	16.45	60	1230
	2760	-1.59	14.86	60	1290
	1840	-2.24	12.62	60	1350
	920	-3.49	9.13	60	1410
	0	-4.43	4.70	60	1470

注：最大加载量：4600 kN；最大沉降量：16.88 mm；最大回弹量：12.18 mm；回弹率：72.16 %

表 5 试桩 2[#]单桩竖向抗压静载试验结果

	荷载 (kN)	本级沉降(mm)	累计沉降 (mm)	本级时间(min)	累计时间(min)
加 载	960	2.09	2.09	90	90
	1440	1.28	3.37	90	180
	1920	1.78	5.15	90	270
	2400	1.74	6.89	90	360
	2880	2.15	9.04	150	510
	3360	2.79	11.83	240	750
	3840	28.29	40.12	90	840
	卸载	0	-10.73	29.39	60

注：最大加载量：3840 kN；最大沉降量：40.12 mm；最大回弹量：10.73 mm；回弹率：26.74%。 3840 kN 作用下桩顶沉降未稳定。

4 探讨

1) 试验结果显示 PHC 管桩承载力的安全储备较高,尤其是 500×125 mm PHC 管桩。

a. 400×95 mm PHC 管桩单桩竖向极限承载力为 3360 kN,考虑折减系数 $\beta=0.85$,单桩极限承载力标准值 $Q_{uk}=2856$ kN。按 $R=Q_{uk}/r_{sp}$, $r_{sp}=1.60$,得极限承载力 $R=1785$ kN,与设计单位单桩承载力设计值(1600 kN)相比,还有 12%的潜力。

b. 500×125 mm PHC 管桩单桩竖向抗压静载承载力为 4600 kN(未到极限), $R=Q_{uk}/r_{sp}=2875$ kN,较设计单位单桩承载力设计值 2300 kN 还有大于 25%的潜力。

2) 广东省《预应力混凝土管桩基础技术规范》^[1]推荐的单桩竖向极限承载力标准值计算公式: $Q_{uk}=\alpha \sum_{s=1}^n q_{sik} l_i + \beta q_{pk} A_p$,给出管桩侧阻力修正系数和管桩端阻力修正系数,使计算结果更接近实际承载力。

另外,深圳市宝安区质监站课题组通过试验研究,建议采用提高勘察设计参数取值^[2]。以强风化岩层为例:该单位建议桩的极限端阻力标准

值 q_{pk} 取值为 11000-16000 kPa。广东省 DBJ/T15-22-98 管桩极限端阻力标准值取值为 8000-10000 kPa,桩端阻力修正系数 β_p 取值为 1.10-1.35,按 1.35 取值 q_{pk} 取 10800-13500 kPa,两者有较大的差距。是调整管桩侧阻力和端阻力修正系数,还是调整管桩极限侧阻力和极限端阻力取值,关键是根据实际使管桩的承载力得到充分发挥。

由于 PHC 管桩基础应用时间不长,试验研究工作相对不足,为了使单桩竖向极限承载力标准值计算公式更适于实际承载力计算,需要广大工程技术人员进行大量极限承载力的试验研究,积累有相应地质勘察资料的管桩极限承载力试验资料,修正计算承载力经验公式,使承载力取值更趋经济合理,使管桩的承载力得到充分利用,降低桩基工程造价。

参考文献:

- [1] DBJ/T15-22-1998,广东省预应力混凝土管桩基础技术规范[S].
- [2] 深圳市宝安区工程质量监督检验站课题组. 预应力高强混凝土管桩极限承载力的试验研究[R]. 2002.

On ultimate capacity of prestressed high strength concrete pipe piles

ZHU Guoying

(Shenzhen Polytechnic, Shenzhen, Guangdong 518055, China)

Abstract: This paper discusses the evaluation of the design parameter in the calculation formula of the single pile vertical ultimate capacity. According to the test results, the ultimate bottom resistance characteristic value q_{pk} and the bottom resistance amending coefficient β_p of PHC(prestressed high strength concrete) pipe piles are less evaluated, so that the ultimate capacity of PHC pipe piles are not put into full play. The author proposes that the ultimate bottom resistance characteristic value and the bottom resistance amending coefficient of PHC pipe piles should be adjusted based on a great deal of test research.

Key words: prestressed high strength concrete (PHC) pipe piles; ultimate capacity; design parameters

(责任编辑:王璐)