

锚杆静压桩在体育场馆改造加固中的应用研究

姜 涛

上海建工集团股份有限公司 上海 200080

【摘 要】：某体育场馆采用锚杆静压桩实施基础加固，有效桩长 18m，单桩承载力设计值 350kN。通过试桩发现，施工压桩力达到设计压桩力，但入土深度无法达到设计标高。通过规范公式预估及补勘后重新计算承载力，理论值满足承载力要求，通过桩基静载试验，进一步确认承载力达到设计要求。研究表明，对既有建筑在改造前实施充分调查确保设计边界条件的准确性，可以节约造价和工期，并为其他工程提供借鉴。

【关键词】：城市更新加固改造体育场馆锚杆静压桩

DOI:10.12417/2811-0536.25.10.031

1 工程概况

某体育场馆建于 1983 年，占地面积 8 万平方米，建筑面积 1.58 万平方米，设有观众座位 4099 个。场馆主体结构呈六边形，最高达 29 米，室内馆内净高为 16 米。本次对场馆内部空间进行改造，取消赛事功能，保留原跳水池部分的训练功能，整合现状标准游泳池、儿童游泳池等。外立面翻新，延续原有造型元素，替换部分玻璃幕墙，并在局部外墙增加阳极氧化板作为外装饰层。拆除泳池两侧看台，增加人工冲浪等设施及配套服务空间，形成一个综合性水上运动中心。

2 锚杆静压桩加固概况

根据图纸要求，场馆基础加固采用的是锚杆静压钢管桩。锚杆静压桩是通过在现有混凝土基础上埋设锚杆，使压桩反力装置固定，利用基础自身荷载作为压桩反力，利用千斤顶将锚杆体逐段从基础开凿或预留的桩孔中压入土体，再将桩头部分有效地与基础连接在一起的一种集静压桩与锚杆为一体的桩基施工工艺。从而为原有基础提供更多的基础承载力，达到控制沉降的目的。锚杆静压桩具有施工轻巧灵活、所需作业面小、施工过程中无震动、无噪音、无污染等特点，使锚杆静压桩在新旧建筑物基础加固中得到广泛应用。

本次加固采用“十字”开口钢管桩，有效桩长为 18.0m，单桩承载力设计值 350kN。钢管桩采用 $\phi 377 \times 12$ 钢管（Q235B），单节长度 2.5m，采用焊接接头。钢管桩完工后将桩内水抽出后充填，填后封桩，钢管内灌入 C30 微膨胀混凝土填充密实。总桩数 491 根，其中 4 根试桩。压桩以标高控制为主，承载力控制为辅。

锚杆静压桩施工分两种情况：（1）利用原 300mm 混凝土底板进行压桩；（2）基础加大完成混凝土浇筑并达到设计强度进行压桩。

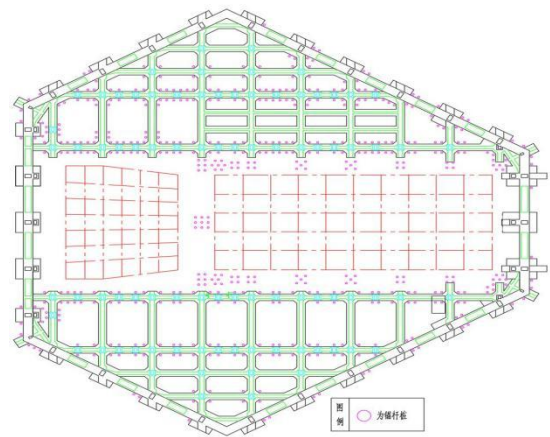


图 1 锚杆静压桩加固平面布置图

3 施工工艺流程

（1）根据锚杆静压钢管桩桩位布置示意图，锚杆桩桩采用水钻取孔的方法开凿桩孔。桩孔成型后为上口为：430mm，下口为：480mm。

（2）锚杆的设计与安装：根据施工图及锚杆静压桩相关规范要求，采用现场配置植筋胶的方式将用钢筋制作的锚杆种植好，待植入的胶水完全冷却后再安装压桩架。锚杆设计方案：根据抗拔力计算，选用 8 $\Phi 25$ ，单桩承载力特征值为 340kN。

（3）清理压桩孔的建筑垃圾。

（4）将压桩架体组装到位，锚固螺栓的螺帽应均衡紧固，在整个压桩过程中，架体应保持垂直，螺帽始终处于拧紧状态。

（5）通过设备辅助将钢管桩搬运到沉桩位，利用桩架作为支点，用起重设备将钢管桩吊起并对准插入桩孔。

（6）调节桩身，确保其与千斤顶及压桩孔垂直重合，然用给通过千斤顶逐步加压，单次沉桩量为千斤顶最大行程，压桩过程必须连续加压，过程中应保证桩节的垂直度。一次行程结束后，移动横梁和插销，

重新调整后继续压桩。

(7) 当压桩至桩顶到基础面上 30cm 时应停止压桩, 把上部桩身就位后用焊接接桩。接桩完毕后, 检查焊缝质量, 合格后方可继续加荷施压。

(8) 按照设计桩长, 将多节桩重复压桩和接桩, 压桩力不能超过设计最大压桩力 900KN。当压力值达到 900KN 时停止压桩, 待后续进行截桩。

(9) 压桩深度和压桩力达到设计要求后, 焊接 $\phi 20$ 交叉钢筋, 清理桩孔, 灌入 C35 微膨胀早强混凝土浇注封桩。

4 试桩过程中存在的问题

根据设计要求, 先行完成 277#、195#、459#、121# 这四根试桩, 通过试桩发现, 施工压桩力达到 890kN 后, 实际入土深度均未达到设计标高, 详见表 1, 桩端标高距设计桩端标高有一定差距, 分别为 2.2m、0.57m、0.2m、0.55m。

单桩竖向抗压静载荷试验汇总表: (4根)

序号	桩号	试桩桩型	承载力设计值 (kN)	最大加载量 (kN)	最大沉降量 (mm)	桩顶最大回弹量 (mm)	抗压极限承载力实测值 (kN)	备注
1	121#	钢管桩 377mmx12mmx17.45m	350	700	14.72	10.96	≥ 700	满足设计要求
2	195#	钢管桩 377mmx12mmx17.43m	350	700	17.31	10.31	≥ 700	满足设计要求
3	277#	钢管桩 377mmx12mmx15.8m	350	700	12.33	7.75	≥ 700	满足设计要求
4	459#	钢管桩 377mmx12mmx17.8m	350	700	14.55	10.33	≥ 700	满足设计要求

表 1 试桩静载报告

根据勘探报告, 设计单位初步判断认为桩端持力层(第 4-2-2 层砂质粉土)土层较硬, 且层顶起伏较大, 现有的静压沉桩设备施工钢管桩进入此土层后即沉桩困难。根据静载试验速报, 该四根桩均达到设计承载力要求。基于这个情况, 设计单位对于锚杆静压桩沉桩施工作如下补充说明:

(1) 可采用现有的静压沉桩设备施工, 沉桩施工以标高控制为主, 压桩力(油压表)控制为辅。

(2) 标高未满足设计要求时, 最大压桩力应不小于 890kN, 并控制实际施工的桩长不小于 17.0 米。

(3) 当最大压桩力达到 890kN, 但未能达到最小桩长 17.0 米的情况发生, 施工单位反馈设计院该桩的具体位置、压桩情况说明, 设计院将复核该区域的桩基承载力, 并给出处理意见。

根据设计单位要求, 继续进行锚杆桩施工。完成 58 根锚杆桩施工后, 经统计, 所有压桩力均已达到 890kN, 但有仍有 29 根桩长未达到 17m, 其中有 13 根桩长小于 15m; 有 7 根桩桩长大于 15m 小于 16m;

有 9 根桩桩长大于 16m 小于 17m。

5 原因分析及处理

由于该场馆内区域无地质勘察报告, 只能按照规范公式予以估算, 根据土的物理指标和承载力参数之间的经验关系, 可按《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 5.3.7 条公式计算确定钢管桩单桩竖向极限承载力标准值。

该公式主要不确定参数为持力层的极限端阻力标准值, 按照根据《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 表 5.3.5-2 估算值为 1900kpa-2700kpa, 从保持最大安全储备角度考虑, 取为 1900kpa, 计算得到单桩竖向极限承载力标准值 844KN, 根据《建筑桩基技术规范》JGJ 94-2008 5.2.2 条, 计算得到 18m 桩长的单桩竖向承载力设计值为 422kN, 比原设计值偏大 20.6%; 若取设计桩长为 16m, 计算得到单桩竖向极限承载力标准值 713KN, 单桩竖向承载力设计值 356KN, 同样大于现有桩基承载力设计值 340KN。

为了核实准确的桩基承载力设计值, 经协商, 对该场馆区域内重新实施补勘, 经勘察, 拟建场地 20.0m 深度范围内分布有 4-2-2 层饱和砂质粉土。根据《建筑抗震设计规范》有关条文, 抗震设防烈度为 7 度时, 采用标准贯入试验对拟建场地内分布的第 4-2-2 饱和砂质粉土判定为不液化土层。同时本次补勘报告给出了馆内各层土体的桩侧极限摩阻力标准值和桩端极限端阻力标准值, 详见表 2。

层序	土层名称	层底埋深 (m)	压缩模量 $E_{s0.1-0.2}$	静探 P_s 值 (MPa)	预制桩	
					f_s (kPa)	f_p (kPa)
③	淤泥质粉质粘土	5.2~7.7	3.5	0.49	6m 以上 15	
					6m 以下 20	
④ ₁	淤泥质粘土	13.9~14.9	2.0	0.52	25	200
④ ₂₋₁	粉质粘土夹粘质粉土	16.7~17.7	3.0	1.29	40	650
④ ₂₋₂	砂质粉土	22.1~22.8	9.5	5.47	60	2500
⑤ ₁	粉质粘土	28.3~30.5	4.0	1.25	50	1200
⑤ ₃	粉质粘土	48.1~49.4	4.5	1.76	65	1300

表 2 场馆区域内各层土指标

经重新计算, 按照勘察报告提供的不同勘探孔数据, C1 孔 18m 桩长的单桩竖向承载力设计值为 431.24kN, C1 孔桩长 16m 时, 单桩竖向承载力设计值为 360.17kN。C2 孔 18m 桩长的单桩竖向承载力设计值为 438.87kN, C2 孔桩长 16m 时, 单桩竖向承载力设计值为 367.81kN; C3 孔 18m 桩长的单桩竖向承载力设计值为 419.92kN, C3 孔桩长 16.5m 时, 单桩竖向承载力设计值为 366.63kN; C4 孔 18m 桩长的单桩竖向承载力设计值为 440.23kN, C4 孔桩长 16m 时, 单桩竖向承载力设计值为 369.00kN; C5 孔 18m 桩长

的单桩竖向承载力设计值为 441.89kN, C5 孔桩长 16m 时, 单桩竖向承载力设计值为 370.83kN。

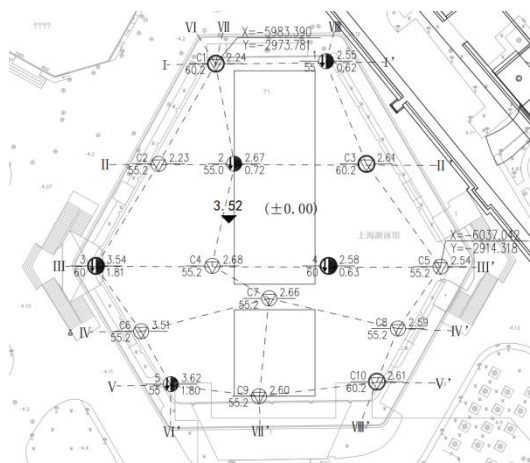


图2 馆内勘探孔分布图

上述计算结果与原理论结算结果基本一致。根据实际施工情况, 在存有较大比例的锚杆桩未能达到设

计标高, 但已经达到设计压桩力的情况, 通过对已完成的未达到设计桩长的锚杆静压桩进行承载力静载检测, 对于达到设计标高的、差 1 米以下的、差 1 米至 2 米的情况各检测 1 根; 差 2 米至 5 米的按 30% 进行检测, 差 5 米的全数进行检测。经再次检测, 上述桩基均满足设计承载力要求。依据检测报告, 针对相差 5 米及以上的情况, 设计单位在原桩位边上设计了补桩, 确保承载力满足原设计要求。

6 结语

通过分析总结锚杆静压桩在场馆加固实施中发生的问题, 说明在既有建筑物中进行基础加固, 特别是采用锚杆静压桩加固建筑物的地基承载力, 应对原建筑情况做充分的调查检测, 对于加固场地情况应进行勘察, 确保原加固设计边界条件的准确性, 在此基础上, 不但保证了加固的基础承载力满足设计要求, 更可较大幅度的节约造价和工期。

参考文献:

- [1] 徐醒华,付兆明,伍锦湛.锚杆静压桩在建筑物基础加固中的应用[J].建筑结构,2004(12):22-23.
- [2] 邝文浩,周乐福.锚杆静压钢管桩在基础加固中的应用及实践[J].东土木与建筑,2015(2):30-31.
- [3] 既有建筑地基基础加固技术规范:JGJ 123—2012[S].
- [4] 建筑地基基础工程施工质量验收标准:GB 50202—2018[S].
- [5] 建筑桩基技术规范:JGJ 94—2008[S].
- [6] 静压桩施工技术规范:JGJT394-2017[S].
- [7] 钢筋混凝土锚杆静压桩和钢管锚杆静压桩:DBJT 08-112-2018.