

富水断裂带上桩基设计与施工

林李山

(中国房地产开发深圳公司, 深圳 518031)

【摘要】 人工挖孔桩近年来广泛应用于高层建筑地基基础加固处理。结合深圳市美荔园施工实例, 详细阐述该桩型在旧城区遇及富水断裂带时的设计与施工技术。

【关键词】 断裂带; 桩基; 设计; 施工

【中图分类号】 TU473.1

【Abstract】 The pile dugged by hand has been widely used in high-rise building foundation treatment in recent years. Combined with the construction practice of Meiliyuan in Shenzhen, the design and construction technology of this pile style in the aged city area and on the break rock formation with plenty of water are introduced in detail.

【Key words】 break rock; pile foundation design; constuction

0 引言

人工挖孔桩因具有经济、设备简单、施工简便、无噪音、无振动、单桩承载力高等优点, 近年来广泛应用于高层建筑基础。据统计, 截止 1999 年 9 月, 深圳已建、在建高层建筑 430 项其中 322 项采用人工挖孔桩, 高达 75%。但在旧城区, 且地下存在富水断裂带时, 则不宜选用该桩型。因其遇及富水流砂土层极易塌孔涌泥, 发生安全事故。为确保施工质量及周边建筑安全, 只能采用止水帷幕或地下连续墙等措施, 但因它们均无法截住富水断裂带中的深层水, 故挖孔桩施工的降水漏斗效应势必造成周边浅基础建筑不均匀沉降、地面塌陷开裂等危害。

1 工程概况

美荔园为一幢 33 层综合楼, 地处深圳市红岭路东侧(见图 1)。用地面积 $5\,210.5\text{ m}^2$, 总建筑面积约 $68\,500\text{ m}^2$, 建筑高度 106 m, 其周边除长虹酒店与国信大厦为桩基础外, 其余均为天然基础。

场地地层情况如下: (1) 填土 2.5~7.5 m; (2) 淤泥质粉质粘土 0.3~1.8 m; (3) 粗

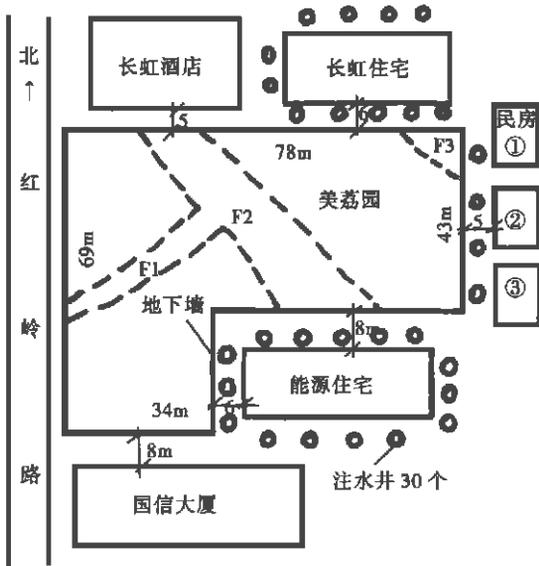


图 1 美荔园施工平面示意图

砂混粘性土 4~5.2 m; (4) 砾质、粉质粘土 4.8~18.3 m; (5) 全风化 1~5.8 m; (6) 强风化 2.2~11.9 m; (7) 中风化 0.3~4.5 m; (8) 微风化 1.8~6.3 m。且场地下存在三条富水断裂带(见表 1)。

表1 三条富水断裂带情况

断裂带	走向	倾向	倾角/(°)	性质	范围
F1	北东	北西	50	压扭	较小
F2	北西	西南	45	张扭	大
F3	北西	西南	55	张扭	小

2 设计方案

根据地质勘探报告的结论与建议:(1)场地内存在淤泥质粉质粘土及软塑、可塑、局部流塑的残积粘性土层,应采用安全有效的基坑支护方案。(2)建议采用人工挖孔桩基础。(3)为防止基坑开挖及挖孔桩施工排除地下水引起对周边建筑及道路的影响,建议采用截水措施。因此设计采用了封闭式地下连续墙加二层钢管支撑的基坑支护方案(本地下室深12m),地下墙做为截水措施兼做地下室外墙。桩基亦按建议选用人工挖孔桩,工程桩共92根,设计桩芯砼C30、护壁C20、钢筋笼长度为1/3桩长且大等于9m,桩基主要以微风化为持力层,个别落于中风化,设计桩长14~25m。

3 施工方案

本工程先施工地下墙,该地下墙周长293m,分56个槽段,墙厚800mm,砼C30,抗渗等级S8,共用砼5272m³。由于岩层起伏大,地下墙施工深度从18~28m不等,又因该地下墙设计起截水、挡土并兼做部分承重结构,施工时要求墙底入强风化大于1m,部分槽段进入中、微风化。

地下墙完工后,因土层中埋有拆迁建筑留下的旧基础,故采用了边开挖大型土方,边施工二层钢管支撑,当土方挖至底板标高时,再进行孔桩开挖的施工方案。这样孔桩开挖前先排除了旧基础,且减少了孔桩空孔12m,有效地降低了其施工难度。

桩基于1999-04-25开工。为抢工期,护壁砼从C20提高至C25,其配筋亦相应增加,且原需跳挖的孔桩分二批开挖,但开挖深度仅间隔4~5m,基本上保证了92根孔桩同时开挖。由于地下墙的浅层阻水作用。施工初期较为顺利。但进入全风化后,发现孔

桩内涌水量急剧增多,施工大量抽水几天后,周边业主即投诉其建筑已发生明显的墙体开裂及地面塌陷等损坏。监测报告表明此时长虹住宅西南角与东北角的不均匀沉降已达4cm(西南角沉降7cm,东北角3cm),能源住宅西北角与东南角的沉降差也达4cm(西北角沉降6cm,东南角2cm),故孔桩施工暂停。

4 技术措施

事故发生后,勘察、设计、施工、监理等各方专家立即进行了认真的讨论分析,发现本工程具有下述特殊之处,但在勘察、设计、施工时均未给予充分重视。

(1)场地地下存在三条富水断裂带。深基础遇及断裂带施工难度将大为增加。在深圳北西走向断裂带为刚性断裂,深度可达百米,且源源不断过水。本场地最主要的F2正是此走向,次要的F1又与之相交。

(2)地基土质时软时硬。因场地下灰白残积层在饱和水状态下呈可塑性,而一旦失水则会大量下沉,极具压缩性。该土层加剧了地基遇降水时对上建筑沉降的敏感性。

(3)封闭式地下墙可截住浅层水,但无法隔断断裂带中深度可能达百米的深层水。

(4)正是断裂带导致了岩层起伏十几米,若孔桩还用同一持力岩层,其深浅必定悬殊,且大部分孔桩要挖至微风化绝非易事。

(5)周边建筑多为砖混结构天然地基,紧邻基坑,故对孔桩施工抽水产生的降水漏斗效应非常敏感。

停工一周后,孔桩中水位与基坑外地下深层水位大致持平,周边建筑的沉降也已暂停,个别监测点甚至出现反弹。这充分说明周边建筑的不均匀沉降是因孔桩施工大量抽水引起的,也证实了封闭式地下墙无法阻止深层地下水沿断裂带进入基坑。

为解决孔桩施工与沉降控制间的矛盾,经认真研究决定采取下列施工措施。

(1)在沉降的建筑物周边施工30个注水井(见图1)。并采取深浅井交替布置,深井

钻至中风化,浅井钻至全风化,以保证地基所有土层及时得到补充水源。并通过加压注水,尽量阻止孔桩施工抽水时造成的上述建筑地下水位下降。从六月二日复工至九月三日孔桩完工,共注水约 7 500 t,即每天注水约 80 t。

(2) 桩端持力层从原微风化改为入中风化 50cm 以上,并适当增大桩端原扩大头。以此减少孔桩的挖深及施工抽水量。

(3) 适当增加一些孔桩,并通过加强上部结构来达到原设计桩基的承载力。如加大承台、增加底板厚度和承台地梁高度及其配筋等。

(4) 分批开挖孔桩。先开挖涌水量较小的,再开挖涌水量大的,且每批施工的总抽水量以不影响周边建筑发生沉降为准。孔桩终孔后立即验收并浇捣砼,以此避免邻近裂隙水大面积通过断裂带进入基坑。孔桩涌水量不同是因断裂带岩层结构的各向异性引起的。实际施工中共分数量不等的 5 批穿插进行。

(5) 每批孔桩尽可能在一个局部范围内,这样孔桩间可互为降水井,以减少开挖太分散,形成大面积施工降水。且孔桩挖入强风化后也须做护壁。

(6) 施工遇及塌孔、涌水、涌砂、涌泥时立即采取半模、导流管、塌孔内加插钢筋、填充麻袋、稻草或砼等措施。本工程塌孔共填塞砼近 150 m³,插入长约 1 m 的 $\phi 16$ 钢筋 3.9 t,充分说明了该地质之恶劣程度。

(7) 当孔桩底遇及断裂带无法将其挖穿时该桩采取通长配筋,其扩大头底部用双向钢筋网加强。

通过上述措施,施工得以较顺利进行,周边建筑的沉降亦得到有效控制,完工时还出现了平均约 6 mm 的回弹。说明它们对于解决孔桩施工与沉降控制间的矛盾是极其有效的。

本工程共浇筑砼 6 958 m³,在资金充足的情况下,历时长达 132d,已大量超出了合同工期,施工之艰辛不言而喻。经验收该分项工程被评为优良工程。

5 结 语

1) 本工程勘探报告建议选用挖孔桩,显然主要考虑其经济、施工简单方便等优点,而未充分意识到富水断裂带的危害。设计监理等亦未要求在地下墙完工后在其范围内进行重新钻探,以评估其截水效果。导致孔桩施工危及周边建筑之安全。因此遇及类似项目时,建设各方对桩型选择务必谨慎论证,切勿草率建议或选用人工挖孔桩,宜选用冲(钻)孔桩基础。

2) 因富水断裂带可深达百米,故封闭式下墙无法截住深层地下水沿断裂带进入基坑,因此,若选用挖孔桩,则其施工抽水后势必引起邻近浅基础建筑产生不均匀沉降、地面塌陷开裂等。

3) 规范要求深基坑开挖至底标高时宜及时施工其底板,以防支护体系破坏。为保障工人安全,规范要求挖孔桩开挖深度宜在 30 m 内。本工程若从原地面开挖,则绝大部分孔桩深度将超过此值,故只能先开挖大型土方。这使基坑支护体系多暴露了一个孔桩施工期,严重影响了支护体系安全。从中亦说明本工程不宜选用挖孔桩。

4) 长虹酒店及国信大厦采用桩基础,施工中未受影响。说明周边建筑若为桩基础,施工的降水漏斗效应对其不会产生影响。

5) 若遇及的是非富水断裂带,则在封闭式地下墙范围内进行孔桩施工不会对周边建筑产生危害。

6) 若周边建筑受施工降水漏斗效应影响产生不均匀沉降,则可在靠近降水漏斗或富水断裂带处多布井、多注水。这对于阻止其不均匀沉降非常有效,或易促其形成均匀沉降并极大减少其均匀沉降量。

7) 本工程东西向岩层起伏十几米,设计却采用同一持力层,导致孔桩深浅极其悬殊。建议可采用南北向沉降后浇带加以解决,即将后浇带两侧的桩分别落于不同持力层上,以防不同持力岩层其压缩模量亦不同而引起孔桩不均匀沉降。

收稿日期:2000-04-03