

文章编号: 1000-7598-(2003) 06-0957-04

桩基施工振动对环境的影响研究与对策

许锡昌, 徐海滨, 陈善雄

(中国科学院武汉岩土力学研究所, 湖北 武汉 430071)

摘 要: 在房屋密集区, 建筑施工造成的环境影响问题已引起了岩土工程师们的密切关注。锤击沉管灌注桩施工过程中的最主要影响是振动, 严重时将导致房屋倾斜、墙体开裂等问题。笔者对某在建粮库地基处理工地锤击沉管灌注桩的施工振动进行了测试, 测得临近房屋内的最大峰值速度为 4.92 mm/s。结合国内外现有的相关规范, 进行综合分析后, 给出了振动的安全阈值 (5 mm/s), 因而, 判定该项目施工振动的影响在安全范围以内, 而后辅助以开挖减振沟、多台桩机间隔施工等措施, 顺利完成了施工。

关键词: 锤击沉管灌注桩; 振动; 影响; 环境

中图分类号: TU 472 **文献标识码:** A

Research on influence of vibration caused by pile construction on environment and countermeasures

XU Xi-chang, XU Hai-bin, CHEN Shan-xiong

(Institute of Rock and Soil Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Wuhan 430071, China)

Abstract: The influence of the construction on environment is an important problem, especially in the area packed with buildings. Vibration is one of the key factors that cause nearby buildings' inclination and cracks. During the construction of driven-and-vibrocast RC piles for treating a barn foundation, it is measured that the peak velocity of vibration acted on the nearby buildings caused by pile construction is 4.92mm per second. According to the regulations, the reasonable threshold velocity is 5.0 mm/s, so the vibration velocity of the buildings is under control. The project has been finished successfully by digging damping channels, and alternative operation of several pile drivers to decrease the vibration subsequently.

Key words: driven and vibrocast RC pile; vibration; influence; environment

1 引言

在软土地基上, 常采用复合地基或深基础来提高承载力, 其中以桩基居多。而沉管桩施工会对其邻近建筑物产生一定的影响, 严重时会导致墙体开裂、房屋倒塌等严重事故。为全面了解桩基施工对周边房屋的振动破坏机理, 寻求合适的施工控制标准, 以最大限度地减小对周边环境的影响, 不少科研工作者开展了有关的测试分析和评价研究工作, 取得了一些成果^[1~5]。结合某粮库地基处理工程, 笔者对锤击沉管灌注桩施工振动对环境的影响进行了测试研究, 分析了产生振动的原因, 并采取了减小振动的措施。

2 工程概况

某粮库位于武汉市内, 其仓房采用锤击沉管灌注桩基础, 桩长 16 m 左右。桩基施工时, 周边建筑物内有振感。为保证周围居民的生命财产安全, 同时, 又能正常进行桩基施工, 建设单位提出在施工时对周围居民反映强烈的建筑物进行振动测试研究, 以便科学地指导施工。

场地土层主要由 8 个单元层组成, 现分述如下:

- (1) 杂填土, 平均层厚为 0.6 m。
- (2) 粉土夹粉质粘土, 层顶埋深为 0.3~1.2 m, 平均层厚为 2.1 m。
- (3) 淤泥质粉质粘土, 层顶埋深为 2.1~3.2 m,

平均层厚 1.3 m。

(4) 粉质粘土夹粉土, 层顶埋深为 3.0~5.0 m, 平均层厚为 1.9 m。

(5) 粉土粉砂互层, 层顶埋深为 5.0~6.5 m, 平均层厚为 3.5 m。

(6) 粉砂夹粉土, 层顶埋深为 8.0~10.7 m, 平均层厚为 3.1 m。

(7) 粉质粘土粉土互层, 层顶埋深为 11.8~13.4 m, 平均层厚为 2.1 m。

(8) 粉细砂, 层顶埋深为 13.0~15.9 m, 未钻穿, 为基桩持力层。

3 测试原理

锤击沉管桩在施工过程中, 对环境的影响主要为振动、挤土和噪声, 其中最主要的影响为振动。目前, 对建筑物振动破坏机理的研究还不够透彻, 但总的来说, 建筑物对振动的敏感程度与建筑物的基础型式、地基和建筑材料中波的传播特性以及振动历时及其幅频特性等因素有关。

要精确地确定建筑物的容许振动, 其分析过程十分复杂又不实用, 常采用的指标有最大加速度法、速度峰值法和质点速度拟矢和等。国内外的工程实践表明, 地面质点峰值速度与结构物、建筑物的破坏程度相关性最好, 所以, 在衡量建筑物的振动效应时, 国内外绝大多数采用质点速度作为控制标准。我国的规范也是采用地面质点振动速度作为判别标准。因此, 本次测试采用质点速度测试系统。测试系统如图 1 所示。

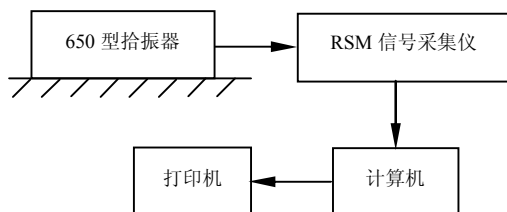


图 1 速度测试系统示意图
Fig.1 Sketch of velocity measuring system

4 安全阈值的选取

目前, 我国尚没有正式颁布有关建筑物和结构物安全振动的控制标准。主要相关规范有《爆破安全规程》(GB6722-86)^[6] 和《机械环境保护设计规定(试行)》(JB16-88)^[7]。

《爆破安全规程》^[6]规定的振动速率如下:

(1) 土窑洞、土坯房、毛石房屋: 1 cm/s;

(2) 一般砖房、非抗震的大型砌块建筑物: 2~3 cm/s;

(3) 钢筋混凝土框架房屋: 5 cm/s。

《机械环境保护设计规定(试行)》(JB16-88)^[7]规定:

对有纪念性的建筑物的振动速率允许值:

(1) 有保护价值的建筑物: 0.3~0.5 cm/s;

(2) 古建筑物严重开裂及风蚀建筑物: 0.18~0.3 cm/s;

为了提供参考, 表 1 和表 2 列出了瑞典和德国的技术规范。

表 1 瑞典技术规范关于振动的规定(单位: cm/s)

Table 1 Regulation about vibration in Sweden (unit: cm/s)

建筑类型	频率/Hz	
	10~30	30~60
混凝土结构、工业建筑、钢结构	12	12~18
带混凝土基础的建筑、混凝土和砖墙	8	8~12
砖砌空心墙建筑、木梁上的地板	5	5~6
对振动特别敏感的历史性建筑	3	3~5

表 2 德国技术规范关于振动速率的规定(单位: cm/s)

Table 2 Regulation about vibration in Germany (unit: cm/s)

建筑类型	频率/Hz		
	≤10	10~50	50~100
办公室、工业厂房及类似建筑	20	20~40	40~50
民用住宅及类似建筑	5	5~15	15~20
对振动特别敏感的历史性建筑	3	3~8	8~10

《爆破安全规程》(GB6722-86) 为国家标准, 对振动控制较严, 由于爆破振动为瞬态振动, 历时较短, 但基桩施工时对周围房屋的影响属于一定时间内的持续振动, 考虑振动的疲劳影响, 所以, 参照 GB6722-86, 一般砖房、非抗震的大型砌块建筑物地面质点的安全震动速度为 1.0~1.5 cm/s。

《机械环境保护设计规定(试行)》(JB16-88) 为建设部部颁标准, 对一般民房, 地面质点的安全振动速度为 0.5 cm/s。

结合上述规程, 采用质点速度 0.5 cm/s 作为安全阈值是可行的。

5 测试过程及结果

选取周围居民反映强烈的 5 栋建筑物作为测试对象, 其中 1[#]仓附近的 3 栋房屋, 布置 4 个测点; 2[#]仓附近的 2 栋房屋, 布置 2 个测点。

在被测的建筑物中, 有 1 栋为砖木结构的平房,

其余为2~6层砖混结构的楼房。其中,1-1[#]点和1-2[#]点位于某平房的窗台上,2[#]点位于某2层楼的2楼,3[#]点位于还建楼(6层楼)的6楼,4[#]点位于某3层楼的3楼,5[#]点位于某2层楼的2楼。测点布置见图2和图3。

同时,为了获得尽可能全面的数据来优化施工工艺,进而减小振动影响,增加了两台桩机同时施工与一台桩机施工的对比测试研究,测点为1-2[#]、2[#]和3[#]。

上述6个测点的质点振动速度峰值随沉管入土关系曲线见图4~8,峰值频率和速度汇总于表3中。

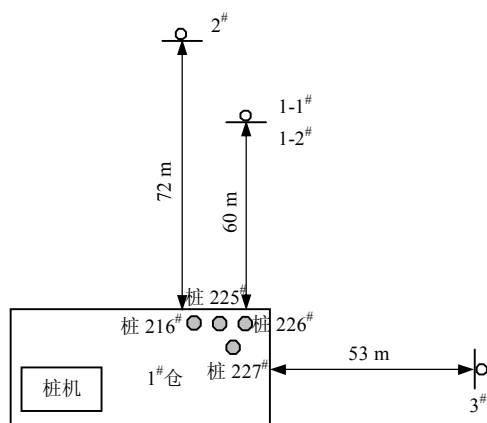


图2 1[#]仓测点布置图

Fig.2 Location of the measuring points in #1 barn

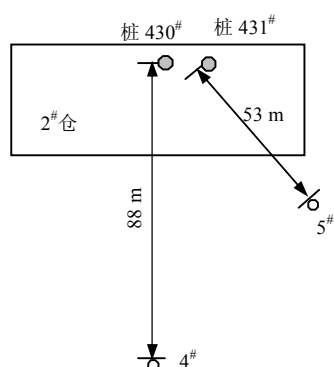


图3 2[#]仓测点布置图

Fig.3 Location of the measuring point in #2 barn

表3 各测试点测试结果

Table 3 Testing result of measuring points

测点	质点水平向振动	质点垂向振动
	速度峰值 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$	速度峰值 / $\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$
1-1 [#]	0.405	0.309
1-2 [#]	0.422	0.397
2 [#]	0.487	0.409
3 [#]	0.492	0.386
4 [#]	0.127	0.225
5 [#]	0.308	0.485

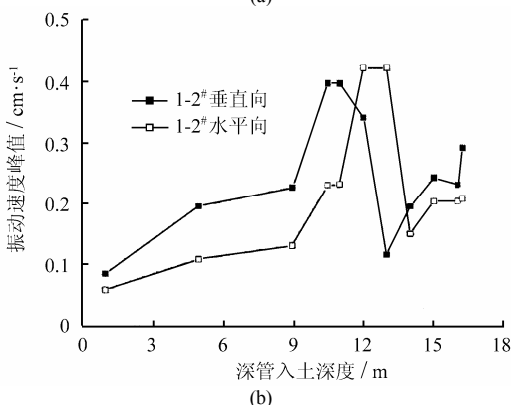
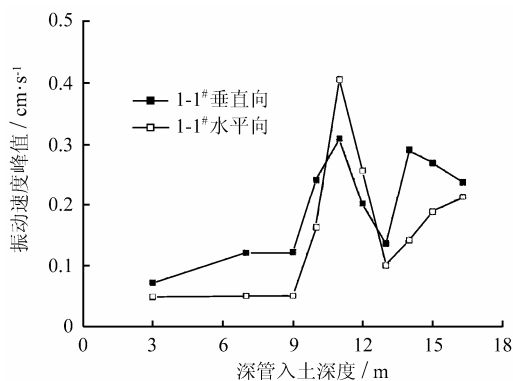


图4 1[#]测点振动速度峰值与沉管入土深度的关系
Fig.4 Relationship between peak vibration velocity and driven depth into soil of the tube at #1

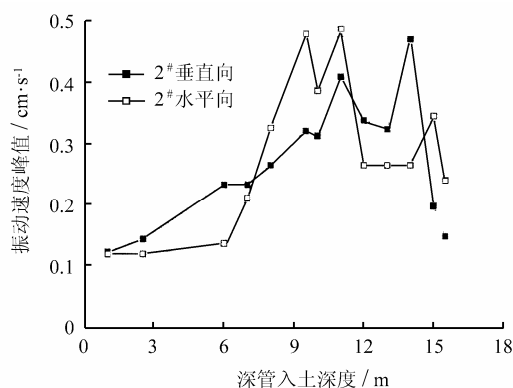


图5 2[#]测点振动速度峰值与沉管入土深度关系
Fig.5 Relationship between peak vibration velocity and driven depth into soil of the tube at #2

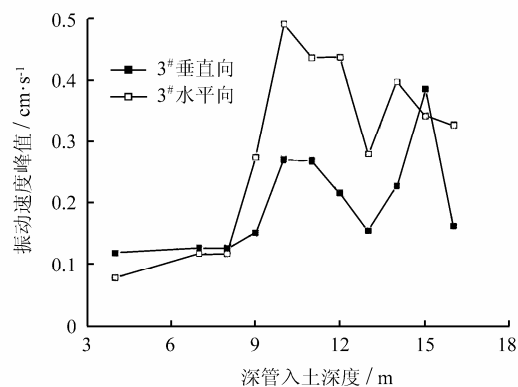


图6 3[#]测点振动速度峰值与沉管入土深度关系
Fig.6 Relationship between peak vibration velocity and driven depth into soil of the tube at #3

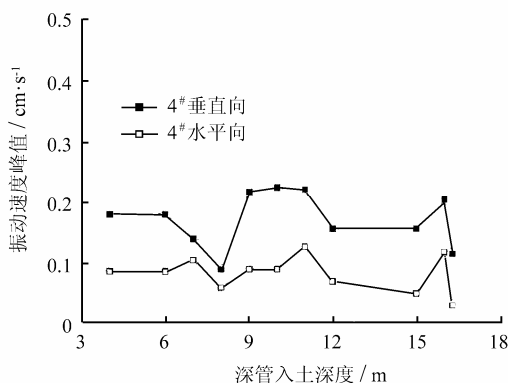


图 7 4# 测点振动速度峰值与沉管入土深度关系
Fig. 7 Relationship between peak vibration velocity and driven depth into soil of the tube at #4

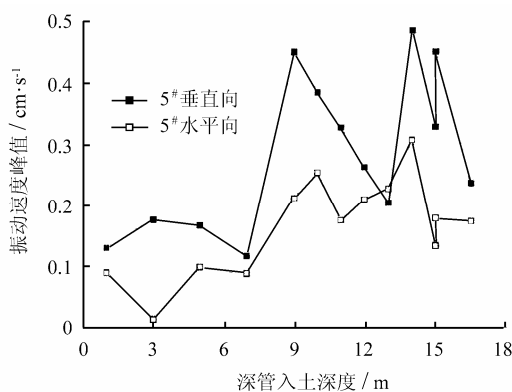


图 8 5# 测点振动速度峰值与沉管入土深度关系
Fig. 8 Relationship between peak vibration velocity and driven depth into soil of the tube at #5

6 测试结果分析

从表 3 和图 4 可以看出,测试结果有以下规律:

(1) 1#~6#测点的最大振动速度多发生在沉管入土 10 m 左右,正好位于粉土粉砂互层中,沉管阻力较大。

(2) 位于还建楼 6 楼的 3#测点最大质点振动峰值速度达 0.492 cm/s,为 6 个测点中的最大值。

(3) 从测试数据来看,两台桩机施工时的质点速度峰值比一台施工时的要大,说明若要减小施工振动,避免两台桩机同时施工是减小振动的有效途径之一。

(4) 测点距离施工场地越近,振动越强烈;反之就越弱。

基桩施工时,周围民房的的最大质点振动峰值速度为 0.492 cm/s (还建楼 6 楼),未超过安全阈值的标准,表明锤击沉管灌注桩在基桩施工时的振动对周围民房的影响在规范允许范围内。

7 减小振动的措施

从总体上讲,基桩施工时周围建筑物是安全的,但施工毕竟对周围民房有一定程度的影响。为降低基桩施工振动对周围民房的影响,施工单位对施工组织进行了适当调整,采取了如下措施:

(1) 在距民宅较近的地方,多台桩机施工时实行交错沉桩,避免两台或两台以上桩机在距民宅最近的地方同时沉管施工;

(2) 在沉管穿越 (5) 层粉土粉砂互层时减小重锤落距,以减小振动;

(3) 同时在围墙内侧挖减振沟 (宽×深=0.4 m×2 m),并以中粗砂回填,以减小地表振动。

在靠近民宅处,采取退打的方式,即用一台桩机先施工距民宅最近的桩,然后,逐步向后,此时先施工的桩具有一定的减振作用。

目前,基桩已全部施工完毕,周围建筑物没有发生墙体开裂现象和其他不安全因素,说明采取的措施是正确的,利用质点速度 0.5 cm/s 作为安全阈值是能确保周边建筑物安全的。

8 结 论

(1) 从施工过程来看,本文中确定安全阈值为 0.5 cm/s 是合适的,开挖减振沟和优化施工方案能有效减小振动。

(2) 安全阈值的选择是十分复杂的,涉及到土动力学、波动力学和结构动力学等相关学科,以及周边建筑的结构形式,基础类型、对振动的敏感度和桩基施工场地的地质情况等,有关安全阈值的确定方法有待更深入研究。

参 考 文 献

- [1] 王霄志. 桩基础施工对周边建筑物的影响[J]. 广东土木与建筑, 2000, 6: 52—56.
- [2] 周光孔. 沉桩振动对周围环境影响的计算[J]. 广西土木建筑, 1997, 22(3): 89—94.
- [3] 王志强. 施工振动对周边建筑影响的测试与分析评价[J]. 山西建筑, 2001, 27(5): 20—21.
- [4] 郭绍忠, 刘石生, 李群, 杨湘鹏. 建筑施工中振动影响的测试分析[J]. 地震研究, 2002, 25(1): 83—86.
- [5] 祝卫东, 李建华. 桩基施工振动对周围建筑物影响的监测及其分析[J]. 浙江水利科技, 2002, 25(1): 9—10, 16.
- [6] GB6722-86, 爆破安全规程[S].
- [7] JB16-88, 《机械环境保护设计规定(试行)》[S].