

柱锤强夯置换振动及侧向变形环境影响试验研究

詹金林, 水伟厚

(上海现代建筑设计集团申元岩土工程有限公司, 上海 200011)

摘要: 对柱锤强夯置换进行不同能级的试验研究, 在距每个试验区不同距离进行三向地面振动监测, 根据监测曲线研究振动速度/加速度衰减规律, 得出柱锤强夯施工振动影响安全距离; 在距每个试验区不同距离埋设测斜管, 在施工过程中及工后进行水平位移监测, 得出不同能级、不同距离下柱锤强夯置换对地面及地下变形影响规律, 提出柱锤强夯置换引起地基土变形的安全距离。

关键词: 柱锤, 强夯置换, 振动, 测斜, 监测

中图分类号: TU455 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-3152(2010)02-0065-03

1 引言

强夯置换是软弱地基的一种处理方法, 其原理是利用强夯的巨大动能将碎石或其它坚硬稳定粒料打入软弱土层, 形成碎石桩体(碎石墩), 将软土特别是淤泥挤到桩体之间的空隙, 使土体与碎石构成复合地基, 用以提高天然地基的承载力。要点是碎石级配要合理, 夯击能量要充足, 具体设计施工参数一般应通过试夯确定。为增加加固深度, 常采用增加强夯置换能级和减小夯锤直径的方法, 目前受强夯机械制约, 国内强夯置换最高能级为 $8000 \text{ kN} \cdot \text{m}$, 常用夯锤为直径 $1.1 \text{ m} \sim 1.3 \text{ m}$ 的柱形夯锤。

夯锤冲击地基土在强夯施工过程中会对周围土体产生压缩、挤压作用, 还会产生振动和噪音。夯点周围土体在一定程度上会发生侧向变形, 这种侧向变形会对周边建筑物带来安全隐患。为了研究柱锤强夯施工不同能量对周围土体的影响, 通过在不同距离进行地面振动监测和埋设测斜管, 监测地面振动和土体深层水平位移情况, 以了解不同能级的柱锤夯击下振动和土体侧向变形实际影响范围, 为设计确定后续施工工艺提供依据。

2 工程地质条件

试验区位于青岛海西湾, 原为海域, 经人工回

填而成。底层主要有碎石填土、海湾相软弱淤泥质土、残坡积土和基岩。基岩以花岗岩为主, 少量闪长玢岩、安山玢岩、煌斑岩呈脉状分布。

3 试验区设计施工参数

试验分为 $8000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 、 $6000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 和 $4000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 三个能级试验区, 夯点布置示意图如图 1 所示, $8000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 能级试验区 $H=W=3 \text{ m}$, 面积为 $12 \times 12 \text{ m}^2$, $6000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 和 $4000 \text{ kN} \cdot \text{m}$ 能级试验区 $H=W=2.5 \text{ m}$, 面积为 $10 \times 10 \text{ m}^2$ 。柱锤为 35 t , 直径 1.2 m , 高约 4.5 m , 采用 2 遍成夯工艺, 2 遍夯点能级相同, 第一遍夯点施工完成后进行第二遍夯点施工, 一遍夯点共 9 个, 二遍夯点共 4 个。

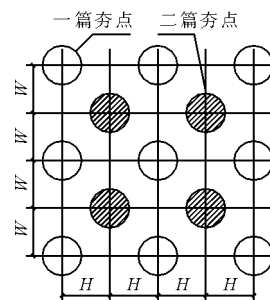


图 1 夯点布置示意图

4 强夯置换振动监测

在距夯击点 5 m 、 10 m 、 20 m 、 30 m 、 40 m 、 50 m

收稿日期: 2009-05-24

基金项目: 上海现代建筑设计集团基金资助项目: 高能级强夯与预处理动力固结法研究(2004-结一地-03)。

作者简介: 詹金林, 男, 1977 年生, 硕士, 工程师, 从事基础工程与软基处理研究、设计工作。

共 6 个测点分别进行地面振动监测, 每个测点布置三个传感器(径向、切向、垂直向), 分别监测地面振动速度、加速度, 研究振动随距离的衰减规律。

地面振动速度实测曲线如图 2 所示, 加速度实测曲线如图 3 所示。从图中可以看出, 在距夯点 20 m 外, 地面振动速度均在 20 mm/s 以内, 加速度均在 0.15 g 以内; 在 30 m 外地面振动速度均在 10 mm/s 以内, 加速度均在 0.05 g 以内, 说明 30 m 外地面振动对环境的影响基本可以忽略, 不会因为振动而导致建筑物破坏。

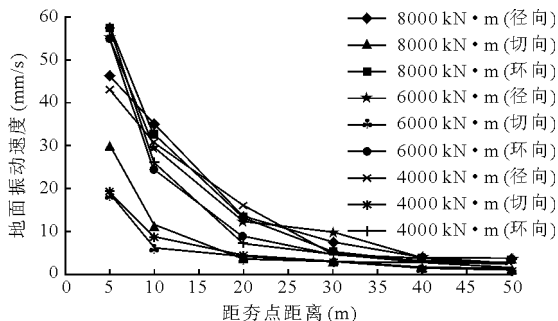


图 2 地面振动速度监测曲线

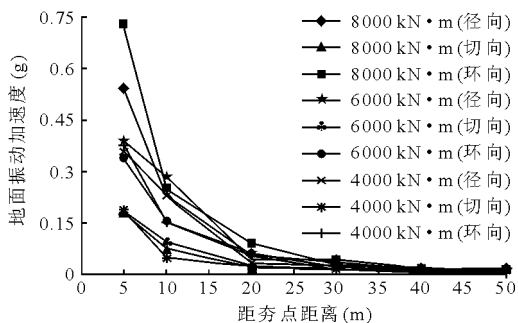


图 3 地面振动加速度监测曲线

5 强夯置换对周围土体变形影响监测

为研究强夯置换对周边土体的影响, 在三种能级下进行了测斜监测。8000 kN · m、6000 kN · m 试验区在试夯点边界外 6 m、9 m、12 m、18 m、25 m 共 5 处分别监测其土体深层位移, 4000 kN · m 试验区在试夯点边界外 7 m、8.5 m、10 m、15 m 共 4 处分别监测其土体深层位移。测斜管埋设深度至基岩层顶为止, 测斜管长 18 m。施工前监测 2~3 次, 以平均值作为监测点的初值, 施工期间主要在夯击遍次的间隔进行监测, 当施工时间较长时可在每天施工间歇时进行监测。在施工结束时监测一次, 结束后再监测一次, 直至整个土体稳定时观测结束。

图 4 为三个试验区的测斜监测实测曲线, 从图中可以看出在相同能级条件下, 距夯点距离越近, 侧向挤出位移(远离夯点)越大, 随着距离的增大, 侧向水平位移也越来越小。在距离大致相近的情况下, 能级越低, 侧向挤出位移越大, 随着能级的增加, 地基土深处水平位移减小, 浅层地基土出现向夯点靠拢变为负值的现象。变为负值的原因是, 当能级较低时, 柱锤夯击地基土所产生的夯坑较浅, 夯锤对地基土反复冲击, 由于四周覆盖层厚度小, 产生的自重压力较小, 因而产生较大的侧向挤出变形。随着能级的提高, 柱锤夯击产生的夯坑较深, 夯锤对地基土产生冲切, 由于四周覆盖层厚度大, 产生的自重压力较大, 因而产生较小的侧向挤出变形, 浅层地基土会朝夯坑变形而产生位移。

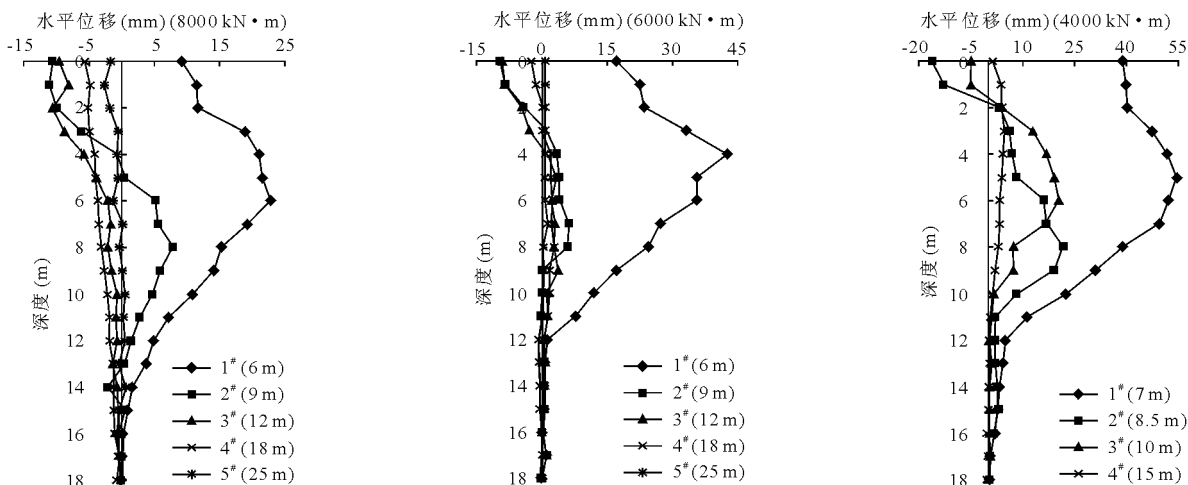


图 4 柱锤测斜监测曲线

图 5 为不同能级下, 距夯点距离相近的情况下地基土的侧向变形对比曲线。从图中可以看出, 在距夯点距离大致相同的条件下, 能级越高, 侧向变形越小, 能级越低, 侧向变形越大。根据监测位移曲线, 在距夯点 12m 以外, 4000 kN · m ~ 8000 kN · m 夯能的强夯置换所产生的侧向变形基本在 10 mm 以内(包含正负)。在夯点附近, 多为深层土体的侧向位移, 尤以深度 3 m ~ 8 m 处侧向变形最为显著。由此可确定在试验能级范围内, 侧向变形不会造成建筑物破坏的安全距离为 20 m。

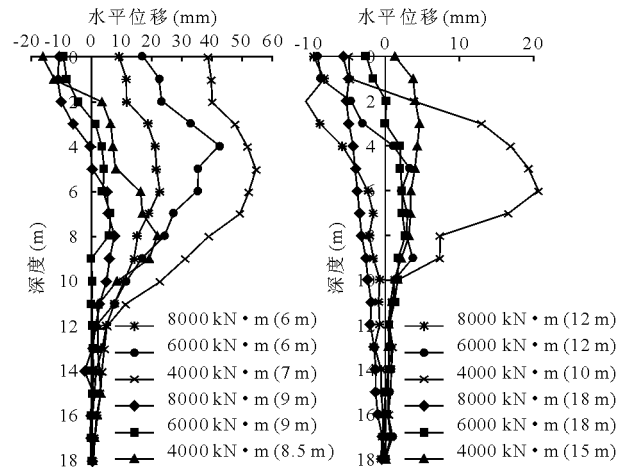


图 5 能级测斜监测对比曲线

6 结论

通过 4000 kN · m ~ 8000 kN · m 能级的柱锤强夯置换试验的地面振动及周围土体测斜监测可得

以下结论:

(1) 根据振动速度和加速度判定, 4000 kN · m ~ 8000 kN · m 能级柱锤强夯置换的振动安全距离为 20 m ~ 30 m。

(2) 根据柱锤周围土体变形检测结果判定, 4000 kN · m ~ 8000 kN · m 能级柱锤强夯置换的变形安全距离为 20 m。

(3) 随着柱锤强夯置换能级的增大, 柱锤四周土体的侧向变形在减小, 但地面振动影响范围增大。

(4) 在距振源距离大致相同的情况下, 强夯置换能级越大, 对周围土体侧向变形影响越小。当能级增大到一定时, 远离振源的地面变形会出现向振源变形的现象。

(5) 在相同强夯置换能级条件下, 柱锤周围土体侧向变形距夯点距离越小, 侧向变形越大。

参 考 文 献

- [1] 何立军, 水伟厚, 刘波. 强夯施工引起的环境振动监测分析[J]. 岩土工程界, 2006年, Vol. 9, No. 7
- [2] 王铁宏. 新编全国重大工程项目地基处理工程实录[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2005
- [3] 褚宏宪, 史慧杰. 强夯振动监测应用分析[J]. 物探与化探 2005年, Vol. 29, No. 1
- [4] 邹立华, 赵建昌, 陈全红. 湿陷性黄土强夯加固振动试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2005年, Vol. 24 No. 18
- [5] 工程地质手册(第四版)[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007
- [6] 建筑地基处理技术规范(JGJ79—2002)[S].
- [7] 建筑工程施工质量验收统一标准(GB 50300—2001)[S].

Experimental Investigation of Vibration and Lateral Deformation for Dynamic Compaction Replacement with Column Hammer

ZHAN Jin lin, SHUI Wei hou

(Xiandai Architectural Design Group, Shen Yuan Geotechnical Co., Ltd, Shanghai 200011, China)

Abstract Different energy grade tests of dynamic compaction replacement with column hammer were finished. The 3-D ground vibrations were monitored in different distances from each test region. According to monitorial curves, the attenuation law between velocity and accelerated velocity was obtained. In addition, the safe radius of its construction was founded. Inclinator tubes were inbuilt in different distances from each test area, so that the horizontal displacement can be monitored during and after construction. The affect rule of dynamic compaction replacement with column hammer to the displacement of ground and underground were deduced; meanwhile the safe deformation distance of foundation caused by dynamic compaction replacement was also proposed.

Key words column hammer, dynamic compaction replacement, vibration, deviational survey, monitory