

【应用研究】

强夯地基加固技术在某工程中的应用

李殿平¹, 谢永杰², 孙小巍³

(1. 大连海洋大学职业技术学院, 辽宁 瓦房店 116300; 2. 大连长兴建设工程有限公司, 辽宁 大连 116300; 3. 沈阳建筑大学材料科学与工程学院, 辽宁 沈阳 110168)

摘要: 软弱地基的处理方法有多种, 应根据建筑工程和地基土质的实际情况而定; 强夯地基加固法使土体孔隙压缩, 从而提高地基的强度并降低其压缩性, 显著改善地基性能, 并且该法施工简单, 工期短, 造价低. 结合工程实际对强夯地基加固法的原理、施工工艺及质量检测等方面加以阐述.

关键词: 强夯法; 地基加固; 施工; 检测

中图分类号: TU751+.4

文献标识码: A

文章编号: 1008-5688(2012)02-0093-03

软弱地基的处理在工程设计及施工过程中经常会遇到, 而强夯地基加固技术已广泛应用于软弱地基的处理^[1], 并取得显著效果. 强夯地基加固技术又称动力固结法, 是一种新的压密地基土的处理方法, 其工作原理是反复将重锤提到一定高度, 使其自由落下, 给地基以冲击能量和震动能量, 迫使土体孔隙压缩, 从而提高地基的强度并降低其压缩性, 以改善地基性能. 现以某住宅工程为例, 将这一技术的应用情况加以介绍.

1 项目概况

1.1 地形地貌

该工程位于某居住小区东侧, 建筑场地比较平坦开阔, 地面高程 68.73~79.14 m, 地面高差 10.41 m, 主要由人工填土堆积; 该地貌单元为山前倾斜平原, 由粉质粘土、黄粘土等组成, 基底板岩上部为杂填土.

1.2 地质构成

(1) 素填土, 黄褐色, 以黏土和板岩的碎屑、块碎石为主, 少部分石英岩混合堆积而成. 上部粘土含量较高, 块碎石为中等微风化的混合花岗岩, 粒径一般为 40~150 mm, 最大达 0.5 m, 棱角状, 较均匀, 平均厚度为 5 m; (2) 硬杂质孔隙由粉土充填, 其状态一般为可塑, 上部局部见有硬塑, 层厚 1.9~5.8 m; (3) 强风化混合花岗岩.

2 地基设计技术要求

根据工程建设的设计要求, 该工程场地土的设计指标为: (1) 强夯后地基土承载力代表值 f_{ak} , 基底至基底深度 6.0 m 为 $f_{ak}=220$ kPa; 6.0m 以下为 $f_{ak}=180$ kPa; 有效影响深度达到 7.0 m. (2) 强夯加固后楼基不均匀沉降应控制在要求范围内, 保证楼基稳定.

3 强夯地基加固施工工艺设计

3.1 有效加固深度

强夯地基加固有效加固深度应根据现场试夯、现场地质条件和工程设计要求确定, 正确选用强夯锤重 M 和落距 h , 以满足所需土层厚度 H , 施工时可参考表 1^[2] 选用指标:

目前我国工程实践中, 对于粗颗粒土单位夯击能通常选 1 000~3 000 kN·m², 细颗粒土单位夯击能通常选 1 500~4 000 kN·m², 故本工程采用单点夯击能 2000 kN·m (200×10).

表 1 有效加固深度参考表

单点夯击能 (kN·m)	碎石土、砂土等 (m)	粉土、粘性土、湿陷性黄土等 (m)
1 000	5.0~6.0	4.0~5.0
2 000	6.0~7.0	5.0~6.0
3 000	7.0~8.0	6.0~7.0
4 000	8.0~9.0	7.0~8.0
5 000	9.0~9.5	8.0~8.5
6 000	9.5~10.0	8.5~9.0

3.2 强夯处理范围

强夯处理范围为基础外缘外延 5 m.

3.3 强夯施工

强夯施工过程中严格按照《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2002)进行. 场地每次回填土料控制在 1 m 以内, 经平整场地后, 继续回填土料, 并简单碾压, 然后进行强夯. 夯点的布置为梅花形布点, 点间距 4.0 m; 要求点夯三遍, 夯击能 2 000 kN·m, 采用隔行隔点跳打法, 满夯一遍. 收锤标准为最后两击平均夯沉量不大于 50 mm^[3], 夯坑周围地面不发生过大的隆起.

4 夯后地基质量检测

圆锥动力触探(DPT)是对地基土进行岩土工程评价的一种原位测试方法, 该方法利用锥探头打入土中^[4], 根据每打入土中一定深度的锤击数判别土层的变化, 以确定土的工程性质. 具有设备简单, 测试简便, 且快速、经济、连续等优点, 可较精确测定地基土的承载力及变形模量. 故采用重型($N_{63.5}$)动力触探试验方法, 对强夯后地基土进行检测, 检测数量依据《建筑地基处理技术规范》(JGJ79-2002)确定.

本工程共设 8 个检测孔, 具体工作情况和测试结果分别见表 2、表 3.

根据检测数据并结合以往工程经验, 经综合分析确定, 强夯后的地基土承载力代表值 f_{ak} 为: 基底至基底

下 6 m 达到 240 kPa, 基底 6 m 以下可达 180 kPa, 完全满足工程设计要求. 通过对岩土层进行原位测试, 根据地基土变形模量的计算公式 $E_0 = 4.48N_{63.5}^{0.7554}$, 可求出地基土的变形模量^[5], 公式中的 $N_{63.5}$ 用修正击数 N 代替, 由此可得: 基底 6 m 处地基土的变形模量 $E_0 = 24.25$ MPa; 6 m 以下地基土的变形模量 $E_0 = 18.86$ MPa, 满足要求.

5 建筑物的沉降观测结果

强夯地基检测合格后, 便开始进行基础和主体施工, 每施工一层进行一次观测, 至工程完工后结束观测. 根据《建筑物沉降观测方法》(DGJ32/J10-2006)和《建筑变形测量规范》(JGJ8-2007)的要求, 沉降观测点应布置在能全面反映建筑物地基变形特征的点位^[6], 所以选每栋楼的四角作为观测点, 观测数据整理见表 4.

从表 4 中数据可得出:

(1) 各栋房屋的总沉降量很小, 相对沉降量均满足国家规范规定的允许值;

(2) 各栋房屋后期沉降速率都小于 0.04 mm/d, 符合国家建筑物沉降稳定的要求.

该工程于 2011 年 11 月竣工, 经建设单位委托有关部门对建设工程竣工验收、检测表明: 该地基经强夯加固处理后, 土体密实度明显提高, 承载力及密实度均能够满足设计要求.

6 结论

通过对地基土的强夯加固处理, 使土体有效固结, 减少孔隙比, 降低含水量, 加快地基土的前期固结沉量, 提高地基承载力, 加固后地基土承载力特征值达到要求的 220 kPa 以上.

参考文献:

[1] 周凤龙. 强夯碎石挤密法在湿陷性黄土地基处理中的应用 [J]. 今日科苑, 2007, (4): 65-66.
 [2] 汤诗嘉, 林丽雄. 浅谈软弱地基的处理及强夯法的应用 [J]. 今日科苑, 2007, (24): 163-164.
 [3] 刘涛, 刘国彬, 刘燕. 强夯加固饱和粉土施工工艺研究 [J]. 施工技术, 2006, (1): 6-8.
 [4] 蔡剑波, 刘良贵, 黎友添. 强夯地基加固效果检测的分析 [J]. 岩土工程技术, 2010, (3): 109-113.

表 2 检测工作情况

钻孔个数	钻探总进尺 (m)	岩土层分层厚度 (m)	重型($N_{63.5}$)动力触探 (次)
8	44.7	44.7(杂填土)	387

表 3 测试统计数字

统计分层 (m)	取样数 n	平均值 μ	标准差 σ	变异系数 δ	修正击数 N	承载力代表值 f_{ak} (kPa)
0~6.0	125	8.945	1.666	0.187	9	320
6.0~7.0	9	9.00	1.734	0.218	7	240

表 4 房屋沉降观测统计表

楼号	沉降观测时间 年.月.日	最大沉降量 (mm)	最小沉降量 (mm)	平均沉降量 (mm)	后期沉降速度 (mm/d)
B#	2010.5.3~2011.8.19	22.8	16.6	19.7	0.024
D#	2010.5.4~2011.8.17	19.88	14.8	17.34	0.022

[5] 工程地质手册编写委员会. 工程地质手册(第四版) [M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2007.

[6] JGJ79—2002. 建筑地基处理技术规范 [S].

The application of foundation reinforcement on a project by dynamic consolidation

LI Dian-ping¹, XIE Yong-jie², SUN Xiao-wei³

(1. Vocational & Technological College of Dalian Ocean University, Wafangdian Liaoning 116300 ;

2. Dalian Changxing Construction Engineering & Technology Co. Ltd, Dalian Liaoning 116300; 3. School of Materials Science and Engineering of Shenyang Jianzhu University, Shenyang Liaoning 110168)

Abstract: The treatment methods of various soft soil foundations should be based on construction projects and foundation soil. Foundation reinforcement by dynamic consolidation makes soil pore compressed, contributes to strengthen the foundation, facilitates to decrease the compressibility and the remarkable improvement in the foundation property. Meantime, this method is characterized by simple construction, short construction period and low project cost. Combined with actual engineering, the paper focuses on the principles, construction techniques and quality inspection for the foundation reinforcement method by dynamic consolidation.

Key Words: dynamic consolidation; foundation reinforcement; construction; inspection

(审稿人 王国生, 责任编辑 王 巍)

(上接 76 页)

的发展。另外, 还应负责不让场边的人干扰正常比赛的进行。按规则规定, 尽量用较艺术的处理方法, 控制好场边教练、家长过激的情绪和行为, 以保证场上裁判员不受额外的干扰, 使比赛得以顺利进行。初次上场执法比赛的裁判员, 有的由于过度紧张或缺乏经验、意识等原因, 在死球时经常忽视与第四官员和助理裁判员的交流, 如在替换队员时, 较长时间也不能换上场, 这严重影响了裁判员的威信。所以, 在场下观察到有此类情况时, 应适当拖延换人时机, 通过其他方式尽快提醒裁判员, 再将替补队员带到中线处, 最大程度维护裁判员的权威; 至于补时阶段时间的掌握, 也一定要与裁判员按预定信号交流后, 再举牌示意; 对教练员、队员赛中和赛后出现的侮辱性言语和行为, 应在赛场记录中进行详细说明, 作为处罚有关人员的参考依据。

足球比赛千变万化, 年轻的裁判员只有学好扎实的基本功, 才能做到准确无误的判罚, 给双方队员提供一个公平竞争、充分发挥水平的空间, 给观众带来精彩的比赛。

How can young football referees be qualified for competition law enforcement quickly

XIAO Zhi-hua

(Guangxi College of Sports and Physical Education, Nanning Guangxi 530012)

Abstract: Because young football referees are lack of practical experience of the football matches, to make them quickly improve the law enforcement level of football match, deal with all kinds of on-the-spot questions properly, and do the burden of football match law enforcement finally, the paper provides some suggestions, including master the rules of football matches, take an active part in the activities of the local football association, strengthen the fitness condition and so on.

Key Words: young football referees; football match; competition law enforcement; be qualified for

(审稿人 刘国忠, 责任编辑 于 海)