

强夯法在山区块石抛填地基中的工程实践*

孔凡林, 李成芳

(重庆市建筑科学研究院, 重庆 400015)

摘要:归纳总结了重庆山区块石抛填地基的特性, 论证了强夯处理此类地基的优势, 列举了若干成功的工程案例, 分析了重庆市部分强夯地基工后沉降的原因, 提出了防治措施, 对类似工程有一定的借鉴意义。

关键词:强夯地基; 工后沉降; 高填方地基

中图分类号: U418.6 文献标识码: A 文章编号: 1673-0836(2010)增2-1703-64

Engineering Practice of Dynamic Consolidation Foundation with Rubble Stone in Mountainous Areas

Kong Fanlin, Li Chengfang

(Chongqing Institute of Building Research, Chongqing 400015, China)

Abstract: This paper introduced the characteristic of rubble stone fill foundation in Chongqing mountainous areas, and discussed the advantages of such foundation by dynamic compaction, and several successful cases are given, and analysed causes of a series of post-construction settlement of high fill foundation and proposed measures for its treatment. It has certain reference value for similar project.

Keywords: dynamic consolidation foundation; post-construction settlement; high fill foundation

1 引言

重庆地区为多山地区, 在山区进行工程建设时, 常需要挖山填沟, 形成大量的填土地基, 由于工程建设的需要, 常需对该类地基进行处理, 常用的、实践证明简单有效的处理措施即为强夯法^[1~4]。尤其是2004年以来, 随着城市建筑用地日趋紧张, 利用强夯施工工艺来处理填土地基的工地在重庆迅速增多, 我院也积极引进强夯设备, 投入到填土地基的工程处理实践中, 修建了一批多层、甚至小高层建筑, 取得了良好的经济和社会效益。现将我们总结的一些工程经验归纳如下, 供岩土界的工程师们借鉴参考。

2 山区回填地基的特点

山区填土多为开山放炮形成的块石填土, 夹杂

表层粘性土等, 岩性为砂岩或页岩、灰岩等。填筑方式为人工无组织抛填, 填料之间的空隙较大, 空隙率可达30%以上; 填料粒径极不均匀, 最大粒径可达1~2 m。山区填土透水性强, 为强透水性岩土, 天然的承载力与变形模量较大, 3年填龄以上的天然抛填的块石填土的承载力特征值可达150 kPa, 变形模量可达5 MPa, 剪切波波速在100~150 m/s之间。块石填土的工程特性主要表现为:

- (1) 高孔隙率(图1)、强透水性;
- (2) 填料厚薄差异大、不均匀沉降明显;
- (3) 粒径级配不良, 大块石含量较高;
- (4) 自重沉降的周期较长;
- (5) 欠固结填土的湿陷沉降明显。

* 收稿日期: 2010-06-03(修改稿)

作者简介: 孔凡林(1975-), 男, 河南安阳人, 硕士, 高级工程师。主要从事建设工程质量检测鉴定工作。

E-mail: kfanlin@126.com

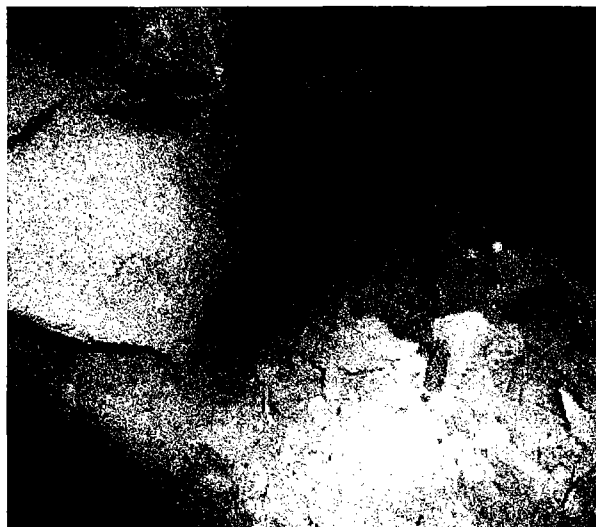


图1 抛填块石间存在较大孔隙

Fig. 1 Large opening between drop - fill stones

3 强夯法在重庆块石抛填地基中的应用现状

传统的填土地基处理方法为分层碾压法,而碾压法对碎石填料的粒径、级配及回填方法、施工工艺的要求较高,对于开山爆破产生的一些大的块石,需要进行二次破碎,加之其压实功较小,要求分层碾压的厚度较薄,这些特点,在施工质量、施工工期、经济效益等方面明显不能满足抛填块石地基、尤其是高填方地基的压实要求。

强夯法具有能级高、冲击力大、影响深度大、适用土类广、设备简单、施工方便快捷、节省劳力、工期短、节约三材等特点,被广泛应用于抛填处理块石地基,取得了明显成效。以下为我院几年来处理过的几个典型的工程案例。

(1)重庆西南政法大学渝北校区花园小区,上部结构为8层框架,基础为独立基础。原建筑场地表层覆土大部为第四系人工填土(Q_4^{ml}),主要由泥岩、砂岩块碎石及粉质粘土组成,为新近抛填素填土,填土厚度在6~10 m左右;人工填土以下主要为侏罗系中统上沙溪庙组(J_2^s)紫红色泥岩夹砂岩。经试夯后综合分析,强夯的单击夯击能采用3 000 kN·m。本工程于2008年竣工至今,工后沉降最大值33 mm,未发现任何异常,表明处理效果良好。

(2)重庆恒大城首期项目,位于重庆市巴南区李九路北东侧,项目占地418亩。建筑共有11栋,



图2 西政渝北校区花园小区

Fig. 2 Campus of Southwest University of Political Science and Law

上部结构为11+1剪力墙结构。该场地覆盖土层厚度为0~43 m,为近2年的新近填土,填料为开山碎石土,场地下覆基岩为侏罗系中统沙溪庙组(J_2^s)泥岩为主。

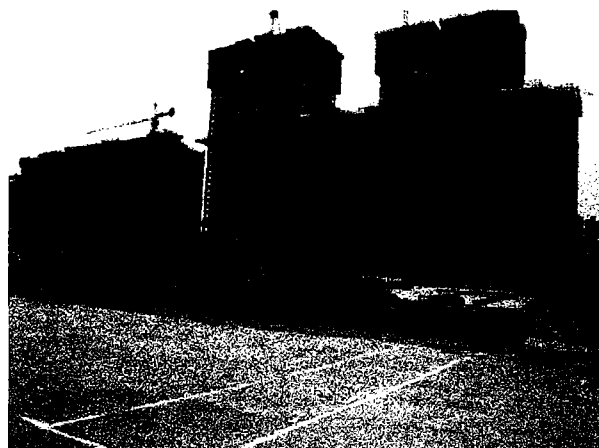


图3 恒大城首期项目

Fig. 3 First stage project of Hengda City

该工程的强夯的单击夯击能采用4 000 kN·m,局部采用6 000 kN·m,分两次强夯。基础结构形式为板肋式筏板基础,基础下铺设900 mm厚砂夹石垫层,垫层内置三层土工格栅,本工程部分栋楼于2009年5月竣工至今,工后沉降最大值约10 mm,未发现存在不均匀沉降等异常现象。

4 工后沉降原因分析

填土在荷载作用下的沉降是由3部分组成,分别为瞬时沉降、主固结沉降和次固结沉降。瞬时沉降是指地基在加载时瞬时发生的沉降;主固结沉降

是指饱和与接近饱和的黏性土在附加荷载作用下,随着超静孔隙水压力的消散,土骨架产生变形所造成的沉降;次固结变形是指主固结过程已经结束之后,由于土骨架本身的蠕变特性,在附加荷载作用下发生的沉降。对于夯后填土地基,主要的变形为加固影响深度范围内的次固结沉降和影响深度以下的主固结沉降。

近年来,强夯法地基处理取得重大成功的同时,也出现了部分工程产生开裂下沉等质量问题,针对目前出现的几起强夯地基不均匀沉降问题,笔者对多个强夯工地进行了现场实地踏勘,综合其原因如下:

(1) 填方高度是决定工后沉降的重要原因,填筑越深,沉降相对就越大。重庆市区内的建筑场地,填方埋深大,通常埋深在 6~20 m 间,有的填方埋深甚至达到 30 m 以上,工后出现一定的变形是正常现象。

(2) 强夯的有效加固深度未覆盖整个填土厚度。填土的填筑方式为抛掷回填,部分工程场地在建筑物施工前已进行回填,没有经过分层碾压等处理措施,仍处于自重压密阶段,属欠固结土,不宜直接作为建筑物的持力层,故采取了强夯处理方法以满足建筑的强度和变形要求。而强夯加固影响深度有限(通常在 10 m 以内),若填土厚度较大时,便不能达到使整个填土沿深度范围内全部得到压密的效果,造成有效加固深度以下存在一仍处于欠固结状态的下卧层,在上部荷载作用下发生沉降。

(3) 填料的级配对沉降有一定的影响。重庆地区填土的粒径分布不均匀,填料多为开山形成的岩块、岩屑、碎石,不少岩块的粒径在 1 m 以上;颗粒级配不良,大粒径岩块起到架空作用,不能被小颗粒所充填,即使在较大的夯击能作用下,其密实度仍不能满足要求,相应地基土的稳定性差,压缩性大。

(4) 填筑前的原始地形地貌多为“V”型沟谷或单斜场地,相对高差较大,上部荷载作用下,填土深的一侧变形量必然较填土浅的一侧大。

(5) 强夯后表层土未作有效处理。强夯产生巨大的夯击能作用于地基上,在地基中产生体波和面波,深层土吸收体波放出的能量而得到加固,而对于表层土而言,受面波的影响,不但起不到密实

作用,反而变的松动,因此,建筑物基础不应直接置于强夯后的填土上,而是应对表层土采取必要的压密处理。

(6) 强夯施工效果不佳,没有达到相关要求,如夯点的夯击次数、夯击遍数、夯击能量不足,造成填土没有做到有效加固。

(7) 部分回填场地原为农田、水塘,回填时场地不排水,不清除淤泥和耕植土。由于软弱土层厚度和分布不均匀,将导致不均匀沉降问题,严重的还可能危及填方的整体稳定性。

(8) 雨水的影响。雨量较大时,雨水使地基土处于饱和状态,当土中雨水逐渐消散后,土中的有效应力增加,造成填土下沉。通常,松散土层的自密实沉降相当明显,而填土越密实,沉降量就越小,因此,消除雨水造成的附加沉降,根本措施还是增加填土的密实性。

(9) 边坡稳定性的影响。重庆地区高低错落,强夯后形成的人工边坡的稳定性对坡顶建筑的安全有重要影响。人工边坡无法避免时,边坡的强夯处理深度应超过潜在滑动面以下,处理宽度应超过边坡高度的一半以上。

5 不均匀沉降预防对策

经我院多年的工程实践,并参考国内同类项目的成功案例,采取以下措施,可较好地减小强夯地基的工后沉降:

(1) 分层夯填。根据夯击能的影响深度,确定每次分层回填厚度,夯一层后再填一层,直到满足建设场地需求;同时,夯前应首先清除场地内的耕植土和软弱土层,作好排水规划和引排措施。

(2) 增大夯击能。若填土较深,可采取增大夯击能,同时加大夯点间距的做法进行强夯。

(3) 回填时,应控制好填料的级配,尤其是大岩块的粒径,最大粒径不宜超过 800 mm^[5],否则宜采取措施进行破碎。级配不良时,密实度无法得到保证,工后沉降不易控制。

(4) 夯后表层松动土可采取二次压实方法进行处理;也可采取将表层松动土挖除,换填成碎石或卵石垫层以调节地基的不均匀沉降,根据实际情况,亦可采取在垫层内铺设若干层土工格栅来调节变形。

(5)考虑地基基础与上部结构共同作用,利用上部结构刚度来调整地基的不均匀沉降。如控制结构的长高比、合理布置圈梁及构造柱、选用筏板基础或交叉条形基础以加强基础整体刚度。结构措施上,可采取在地基土厚度差异较大的位置或者上部结构层数差异处设置变形缝等措施,控制地基的不均匀沉降。

(6)回填填料,应选取硬质岩、不易风化岩,少采用软质岩、易风化岩。软质岩、易风化岩由于架空结构的存在,在地下水的渗透、冲刷下,岩块会风化崩解,可能会造成地基产生大的变形和塌陷,从而造成地基失效。

总之,对于拟回填场地的今后用途,政府部门应提前规划,回填过程应提前介入,避免仅从眼前着手,将回填场地作为一渣场,不加干预的盲目回填,待场地回填完毕后想作为建筑用地,再来进行地基处理,这样不仅增加了处理费用,且存在潜在的风险。

6 结语

工程实践表明,强夯法处理山区块石回填地基

是可行的,通过合理的设计、施工,强夯地基后沉降可以控制在合理范围之内,暴雨等其它原因引起的个别建筑出现不均匀沉降,根本问题还是在于施工措施不到位。强夯仍是处理高填方块石地基较为可靠、经济的一种方法。

参考文献(References)

- [1] 重庆市建筑地基基础设计规范[S].(DBJ50-047-2006)
- [2] G 建筑地基基础设计规范[S].(B50007-2002)
- [3] 赵建昌,吉随旺,张倬元,等.强夯地基后沉降监测及数值模拟[J].中国公路学报,2002,15(2):31-35.
- [4] 谢春庆,刘汉超,甘厚义,等.高填方块碎石夯实地基变形的研究[J].岩土工程学报,2002,24(1):38-41.
- [5] 安明.强夯法在大块石高填方地基中应用[J].施工技术,2009,38(10):70-71.

(上接第1702页)

进、安全可靠、造价经济、施工方便的支挡结构。

根据工程需要,在需设置支挡结构的条件下,也可设置作用相同,而造价相近的其他种类的构筑物。因此,在选定支挡结构时,应与其他构筑物进行比较。应考虑以下几个方面:

(1)能否重新选择工程场地,免去支挡工程,但应以满足工程及社会需要为前提;

(2)与护坡比较,在挖方时与放坡比较;

(3)与桥比较;

(4)与清除不稳定体比较;

(5)与隧道及明洞比较;

(6)与其他凡能代替支挡结构的其他构筑物比较。

参考文献(References)

- [1] 孙书伟.顺层高边坡开挖松动区研究及微型桩加固边坡的内力计算[D].北京:铁道科学研究院,2006.
- [2] 王淑红,寸江峰.顺向岩质边坡破坏机理及其稳定性研究[J].西部探矿工程,2008,(10):13-16.
- [3] 重庆主城港区东港作业区一期工程滚装泊位边坡勘察报告[R].重庆,2010.
- [4] 王恭先.滑坡防治中的关键技术及处理方法[J].岩石力学与工程学报,2005,(24):3 818-3 827.
- [5] 郑颖人,陈祖煜,王恭先,等.边坡与滑坡工程治理[M].北京:人民交通出版社,2007.