

# 强夯法在杂填土路基处理中的应用

费秉胜

(杨凌职业技术学院, 陕西 杨凌 712100)

**摘要:**结合工程实例, 阐述强夯法的加固原理, 提出了用强夯法处理杂填土的设计原则、方案和施工工艺要求。阐述了强夯法设计参数的确定, 路基处理效果的检验项目和检验方法, 通过现场加固效果检测, 证明该法具有显著的技术和经济优势。

**关键词:**强夯; 杂填土; 路基

**中图分类号:**U416.1

**文献标识码:**B

**文章编号:**1671-9131(2008)04-0042-02

## Application of Dynamic Compaction Method in Dealing with Miscellaneous Soil Roadbed

FEI Bing-sheng

(Yangling Vocational and Technical College, Yangling, Shaanxi 712100, China)

**Abstract:** This paper takes the real project as example, elaborates the principle of the dynamic compaction method and processes the principle of design, the plan and the construction technological requirement about the dealing with miscellaneous soil roadbed. It elaborates the variables determination, the effects examination project on the roadbed treatment, through the spot examination; it proves that the method has technological and economic advantages.

**Key words:** dynamic compaction; miscellaneous soil; roadbed

强夯法, 又称动力固结法, 20世纪60年代, 强夯法首次由法国的梅那公司应用, 是用起重机械(起重机或起重机配三角架、龙门架)将8~40 t夯锤起吊到6~25 m高度后自由落下, 给地基以强大的冲击能量的夯击, 使土中出现冲击波和冲击应力, 迫使土体孔隙压缩, 土体局部液化, 在夯击点周围产生裂隙, 形成良好的排水通道, 孔隙水和气体逸出, 使土粒重新排列, 经时效压密达到固结, 从而提高地基承载力, 降低其压缩性的一种有效地基加固方法, 上世纪70年代初传入我国, 经过几十年的推广和应用, 在建筑工程、水利工程、公路工程中得到了广泛的应用, 取得了良好的效果和效益, 也是我国目前最为常用和最经济的深层地基处理方法之一。

## 1 工程概况及加固方案的确定

### 1.1 工程概况

某二级公路路基范围内约  $28 \times 1\,000 \text{ m}^2$  面积

为杂填土区, 填埋区场地10 m深度范围内为杂填土, 建筑垃圾约占80%, 生活垃圾约占20%, 本场地建筑垃圾和生活垃圾属于人为堆积形成, 无成层分布规律, 为混合堆积, 场地内8#孔的填土埋深8.7 m, 9#孔填土埋深9.2 m, 其它均在8.6~9.2 m之间, 填土上部0~7.5 m较松散, 下部为体积较大的桩头或水泥板。回填时间超过7年, 尚未完成自重固结。

### 1.2 加固方案的确定

由于该工程的杂填土量大, 成份复杂, 级配极不均匀, 甚至含有大直径的混凝土块, 加之工期紧迫。由于场地地质条件复杂, 既要提高承载力, 又要提高土层的压缩模量, 增加场地均匀性, 经综合考虑, 采用强夯法进行地基处理, 既节省工程造价, 又施工快捷, 预期效果较好。

加固要求: 道路地基承载力设计值  $\geq 250 \text{ kPa}$ , 压缩模量  $E_s \geq 15 \text{ Mpa}$ , 处理深度  $\geq 9 \text{ m}$ 。

\* 收稿日期: 2007-12-09

作者简介: 费秉胜(1964-), 男, 陕西兴平人, 讲师, 主要从事道路桥梁工程施工技术教学工作。

## 2 试 夯

试验区应具有代表性,根据场地地质条件的不同,以及达到的技术要求不同,试验区选定如下:地质构造具有代表性的面积为 28 m×32 m。试夯过程中应做好现场测试和记录,基本测试项目包括夯点沉降、周围地面隆起数值,冲击振动的影响范围。

## 3 强夯参数选择

### 3.1 单击夯击能

单击夯击能等于锤重乘以落距。一般根据需加固土层的厚度,由修正的梅纳经验公式确定所需的单击夯击能,然后选用吊机、再选择锤重和落距。

梅纳经验公式为:  $D=K \sqrt{Wh/10}$

式中:  $D$  为加固影响深度(m);  $W$  为锤重(kN);  $h$  为落距(m);  $K$  为修正系数,其值为 0.5~1.0。对填土的有效加固深度自地表以下 10 m 时,考虑表面有机质含量大于 10% 的生活垃圾不宜直接强夯后做基础持力层,需要清除,以及考虑基础底面标高至少 -2 m,实际强夯最大加固深度在 7 m 左右。采用的夯击能约 3 000 kN·m(单击),因此本工程考虑的桩锤重 24 t,起吊高度 15 m,其单击能达 3 000 kN·m,夯锤用圆形,直径 2.5 m。

### 3.2 夯点的夯击次数及夯击遍数

以最后两击平均夯沉量不大于 50 mm 为限,确定夯点的夯击次数为 9 次,夯击遍数为 2 遍。最后再以 35T 压路机振动碾压一遍,其目的是将松动的表层土碾压密实。

### 3.3 夯击两遍的间隔时间

两遍夯击之间应有一定的时间间隔,以利于土中超静孔隙水压力的消散,待地基稳定后再夯下一遍,一般两遍之间间隔 1~4 周。本工程夯击两遍的间隔时间取 7 天。

### 3.4 夯点布置和夯点间距

夯点间距可根据地基土的性质和要求处理的深度而定,当土质差、软土层厚时,应适当增大夯点间距;当软土层较薄,且又有砂类土夹层或碎砾石填土等时,可适当减小夯距。夯距太密,相邻夯点的加固效应将在浅处叠加而形成硬层,影响夯击能向地基深部传递。本工程采用夯点间距为 5 m,采用等边三角形布置夯点(见图 1)。

第二遍夯点布置在第一遍夯点的中间(如图 1 所示),彼此重叠搭接,以确保地表土的均匀性和较高的密实度。

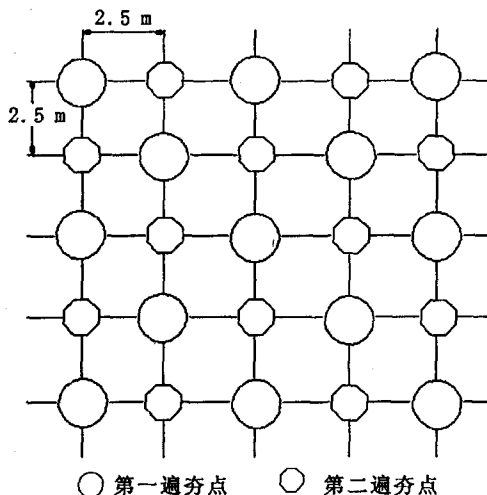


图 1 夯点平面布置图

## 4 施工程序

强夯施工程序为:①清理并平整场地;②标出第一遍夯点位置,测量场地高程;③起重机就位,夯锤对准夯点位置;④测量夯前锤顶高程;⑤将夯锤吊到预定高度脱钩自由下落进行夯击,测量锤顶高程;⑥往复夯击,按规定夯击次数及控制标准,完成一个夯点的夯击;⑦重复以上工序,完成第一遍全部夯点;⑧在规定的间隔时间后,按上述程序逐次完成全部夯击遍数;⑨再用推土机将场地平整,用 35t 振动压路机,将场地表层松土碾压密实,并测量夯后场地高程。

## 5 施工要点

(1)强夯前,要查明强夯范围内的地下构筑物和各种地下管线的位置及标高,并采取必要的防护措施,以免因强夯施工而造成损失。

(2)所选用的夯锤中宜设 1~4 个直径 250~300 mm 上下贯通的排气孔,以利空气迅速排走,减少起锤时,锤底与土面间形成真空产生的强吸附力和夯锤下落时的空气阻力,以保证夯击能的有效性。

(3)强夯前要做好场地平整,周围作好排水沟,按夯点布置测量放线确定夯位。地下水位较高时,要采取降低地下水位后再强夯。

(4)落锤应保持平稳,夯位应准确,夯击坑内积水要及时排除。

## 6 试验结果及分析

强夯施工结束后,经测量地基土下沉量达 0.6~1.0 m,为了进一步了解强夯处理的效果,施

(下转第 46 页)

论在何种情况下,量水槽喉道宽度  $b$  都不小于 10 cm。(2)量水槽所处的 U 型渠道应顺直、断面标准、渠道比降均匀,量水槽进水口上游顺直渠段长度应大于 25 m,如果渠道现场条件允许,这个顺直、标准、均匀的行近渠槽段应该尽量延长。(3)应用直壁式量水槽测流量水时,渠道最小水深应大于或等于 6 cm。(4)任何情况下都必须保证直壁式量水槽在自由出流的状态下工作。

## 4 结束语

泾惠南二干渠共有斗渠 21 条,2001 年 10 月开始共制作直壁式量水槽(弓型底)15 座,其中 D80 一座、D60 十二座及 D40 二座。经过多年实际应用证明,该量水槽结构简单,施工方便,过流能力大,输沙能力强,量水精度高,坚固耐用且美观大方,测流量水可直接查阅直壁式量水槽量水手册,灌区群众及行水干部容易接受,应该大力推广。

(上接第 43 页)

工结束 2 周后对强夯地基进行了质量检测。检测采用静载试验和重型动力触探试验。在试夯区共取了

三点进行静载试验和重型触探试验,试验结果见表 1、表 2:

表 1 静载试验检测结果

试点编号	设计最大试验荷载(kPa)	试验最大荷载(kPa)	最后一级观测时间(min)	压板顶面总沉降量 s(mm)	承载力极限值(kPa)	承载力容许值(kPa)	变形模量(kPa)
1	600	650	30	26.4	620	310	24.0
2	600	600	30	27.6	≥600	300	19.3
3	600	600	30	25.3	550	600	23.12

表 2 重型触探试验( $N_{63.5}$ )检测结果

测试点编号	测试深度(m)	平均锤击次 $N_{63.5}$	容许承载力(kPa)	备注
1	0~10	15	300	设计要求处理后的土容许承载力≥260 kPa
2	0~10	14	280	
3	0~10	15	300	

由表 1、表 2 可见,承载力允许值均大于地基承载力设计值(250 kPa),充分证明了有关强夯参数选定的正确性。

## 7 试验结论

(1)通过本次动探试验结果分析,得到以下结论:本场地经强夯处理后,地基承载力特征值不小于 300 kPa,压缩模量不小于 12 MPa,满足设计要求。从动探情况来看,强夯有效加固深度均达到基岩面或 12 m。

(2)复合地基静载荷试验表明:各个试验点的地基承载力极限值均不小于 600 kPa。特征值均不小于 300 kPa,变形模量最小值为 15.2 MPa,最大值为 46.7 MPa,压缩模量均大于 12 MPa。

综合重型动力触探和静载荷试验的结果可见:强夯处理地基土以后,地基土的承载力、压缩模量和有效加固深度均能满足设计要求。

## 8 结论

(1)强夯使回填土的密实度和地基承载力均能有较大的提高,能够满足设计要求。

(2)采用强夯法加固回填杂填土效果明显,经与

置换、挤密等加固方案的比较,具有明显的经济效益,且施工简单方便。

(3)对饱和软粘土进行强夯加固,采用强夯置换复合加固法是个行之有效的办法。

(4)强夯法会产生强烈震动,且噪音大,城区内或建筑物密集的地方不宜使用。

### 参考文献:

- [1] 余柳艳,韦融军.强夯法在道路高填方杂填土路基处理中的应用[J].铁道运营技术,2005,(4).
- [2] 谢立新.湿陷性黄土地基加固深度经验公式的探讨[J].山西建筑,2001,32:(12).
- [3] 王铁宏.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,1998.
- [4] 郑俊杰.地基处理技术[M].武汉:华中科技大学出版社,2006.
- [5] 林宗元.岩土工程治理手册[M].沈阳:辽宁科技出版社,1993.
- [6] 梁丽峰.强夯法处理软土路基[J].山西建筑,2007,(33):(2):6.
- [7] 乔兰.强夯法处理路基的加固效果[M].北京:北京科技大学学报,2005,(12).