

浅析强夯地面夯沉量的影响因素及预估方法

康永

(中海油大同煤制气项目筹备组,北京 100015)

【摘要】本文分析了影响强夯后地面平均夯沉量的主要因素,并提供了强夯法地基处理后地面平均夯沉量的预估方法,为在强夯方案设计准确预估地面平均夯沉量提供了参考。

【关键词】强夯 夯沉量 预估 影响因素

强夯法是把重锤从一定高度自由落体下落夯击土层,使地基迅速固结的方法,因其地基加固效果显著,施工操作简单,施工费用低,施工工期短等优点,被广泛应用于堆场、公路、机场、房屋建筑、油罐等工程的地基处理。在强夯方案设计中,也常常因在采用强夯法进行地基加固处理后地面整体会有一些的下沉量,如果地面平均夯沉量估算不准确,直接会影响设计质量。强夯法地基处理后地面的平均夯沉量,一般指从起夯面标高到全部强夯施工完毕后整平面标高的沉降差,也相当于各遍夯后平均沉降量的累加值。由于强夯后的地面平均夯沉量的估算还会直接关系到建筑场地的土方平衡和工程费用,所以预估强夯地面的平均夯沉量有一定的经济意义和工程意义。

1 夯沉量的影响因素分析

在强夯施工中,影响强夯地面夯沉量的因素众多,且存在高度的非线性,要找到一个同时考虑诸多变量影响的强夯地面夯沉量的理论公式,在目前几乎是不可能的。因此,在众多影响夯沉量的因素中找出主要的因素,并加以分析研究,对提高地面夯沉量预估值的准确性会起到一定的作用。

1.1 单位面积夯击能

根据工程实践对夯坑深度和夯坑周围地面变形的观测结果,场地地基土体被夯击后地面变形特点为:各夯点夯坑深度的增幅随着夯击击数的增大有明显的减小,夯坑深陷,夯坑周围基本无隆起或早期有少量隆起,由此分析夯击能是影响夯沉量的主要的因素之一。单击夯击能对夯沉量起决定性作用,但又受锤底面积的影响。强夯后土体的密实部分主要在锤下,锤底面积越小,产生的夯坑深度越大,故用单击单位面积夯击能来描述单击夯沉量比夯击能更确切合理。

1.2 夯击击数

强夯法加固地基的机理是压实原理,室内击实试验和工程实践都显示,夯坑深度与击数的关系可用双曲线或指数曲线型式表达,夯沉量随击数增加而增大。

1.3 夯点间距

夯点间距是表征土体被加固量的参数,夯点间距越小,并不能使夯沉量有明显增加,夯点间距过大,不但对夯沉量的影响较大,对土体加固的均匀性影响也大。由此可见,夯点间距也是影响夯沉量的因素,但对单击夯沉量(夯坑深度)却没有影响。为此,可先预测单击夯沉量,然后根据其与夯沉量的关系,推算出整片场地的夯沉量,这时,夯点间距不作为预测输入。

表1 各能级强夯地面平均夯沉量预估值

能级(kN·m)	平均夯沉量(m)
1000	0.3~0.4
2000	0.4~0.5
3000	0.5~0.6
4000	0.6~0.8
5000	0.8~1.0
6000	1.0~1.2
7000	1.2~1.4
8000	1.4~1.6

注:表中所指能级为主夯点的强夯能级。

1.4 土体的含水量、孔隙比、干密度

土体含水量、孔隙比、干密度等因素都会对强夯的夯沉量产生影响。由于土体强夯加固是动力压实作用的结果,因此,与土体密实程度直接相关的孔隙比、天然干密度的影响最为显著,虽然压实原理要求土体达到最佳含水量时才能达到最大的密实度,但在实际工程中,土体含水量只能控制在一定的范围内,而含水量对土体的坑剪强度起决定性的作用,也是影响夯沉量的主要因素。

2 夯沉量主要影响因素的确定

根据对夯沉量的各种影响因素的分析,单位面积夯击能、单点夯击数、土体含水量、土体孔隙比和干密度等五个因素作为强夯处理地基的单点夯沉量的主要影响因素,能作为强夯施工地面夯沉量预测方法的主要输入参数。

3 地面夯沉量的预估方法

3.1 采用平均夯坑深度与夯沉量的关系计算

场地夯沉量可粗略地由各夯点的有效夯入体积之和除以场地总面积获得。中科院武汉岩土力学研究所的付志斌、汪稔引入了极限孔隙比的概念,提出强夯沉降换算系数,建立了较为可靠地计算模型确定夯坑沉降值与地面夯沉量的关系。因此,可根据场地的平均夯坑深度值计算而得到整片场地的夯沉量,计算公式如下:

$$S = aHm \quad \text{公式(1)}$$

式中: S 为场地平均沉降量;

a 为沉降换算系数(一般取0.75~0.92);

\bar{H} 为夯坑沉降平均值, $\bar{H} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n H_i$, H_i 为各夯点夯坑深度;

m 为夯坑覆盖率,矩形布点时, $m = \frac{A}{l_1 l_2}$,梅花形布点时,

$$m = \frac{2A}{l_1 l_2}$$

l_1 、 l_2 为夯点行距和列距, A 为夯锤底面积。

根据在试夯过程中获得的上述各参数的试验数据,利用公式(1)可计算得出场地平均夯沉量。采用这种方法,不仅可和试夯进行单点夯沉量的比较和验证,也可适应不同夯击遍数不同夯击能的情况。

3.2 根据工程经验预估查表法

根据规范的要求,在强夯施工前应进行试夯,但根据试夯确定的地面平均夯沉量,由于试夯区面积较小,而实际施工时面积较大,与实际情况相比,误差较大,所以强夯地面平均夯沉量的预估,一般应根据工程经验确定。预估强夯地面的平均夯沉量时,所指平均夯沉量包含了点夯、插夯、复夯和满夯等各遍夯后的全部沉降量。

在《强夯地基处理技术规程》CECS279-2010条文说明中,根据对大量的工程实践经验进行分析总结,给出了不同能级强夯地面平均夯沉量的预估值,见表1。

因此,在缺少施工经验的情况下,可根据上表中给出的预估值,对强夯施工后地面平均夯沉量进行预估。

3.3 利用强夯前后土体干密度的不同进行估算

当强夯的有效加固深度以夯后地基土的压实度为主要控制标

.....下转第173页

到合格。

5.7 沉降观测

(1)监测目的:①抛石挤淤厚度;②路堤及路面结构层完成后,在重力荷载作用下抛石挤淤处沉降量;③填石路堤下承层(无软基部分)在路堤及路面结构层重力荷载作用下沉降量;④路基护坡脚线外顶面加抛块石沉降量,此外,加抛块石以外护底的沉降量以后再根据试验方法确定。

(2)监测方法:根据勘探报告,软基处理段平均软基深度约为8.7m,以此为依据在全线选取具有代表性的6个断面,分别为K63+880,K63+300,K62+875,K62+575,K61+975,K64+485,此6个断面的平均软基深度约为8.7m(如图5)。

每个横断面埋设沉降板,沉降板由钢板和圆钢组成,钢板尺寸为350mm×350mm×20mm,直径为28mm长3m的圆钢焊接在钢板中心上,埋设时沉降板周围石头先用人工配合挖机垒好,保持沉降杆竖直。

(3)质量检查:①沉降板及沉降杆、外套管的构件加工制作符合钢结构加工技术要求。②沉降板埋设应用水准仪严格检查水平度。③沉降杆及套管埋设的垂直度误差应≤10mm。④长期观测所用水准基点要保护好,严格控制其水准高程。

(4)观测周期:沉降观测在沉降板埋设完成后每天观测记录一次,连续观察一个月,待沉降数据基本稳定后,每个月观测一次,直至路面沥青面层完工。每次设置及观察沉降板要有具体负责人员到现场才能安排进行,在沉降观测点附近应埋设能长期保持稳定的水准点用于观测。有关观察设备、仪器在每次观察时进行校核检查,确保数据准确性。每个观察点的每次沉降观测应准确记录时间及数据,由专人负责整理,现场签认。

(5)观测成果:根据沉降观测成果显示:经过软基处理后,各个沉降观测点无异常沉降,路基范围内沉降数值小且连续,符合设计及规范要求。

6 效果分析

工程建设领域中软土路基的处理方法多种多样,但一些施工方法存在着施工期长、工艺繁杂、投资费用高等缺点,而抛石挤淤处理滨海地区软土路基,不仅能够很好地克服以上缺点,且达到以下效果:

6.1 防灾减灾

阳江市地处广东省西南沿岸,属亚热带季风气候区,常年受台风等灾害的影响。据相关统计,影响阳江市的台风平均2~3个/年,其中严重影响的1.5个/年,影响时间最早的为4月(2008年),最晚影响时间为11月(1993年),而6~9月是台风影响阳江市的主要时期。台

.....上接第170页

准时,地面平均夯沉量也可按下式估算:

$$\Delta S' = \left(\frac{\rho_d}{\rho_d'} - 1 \right) \cdot z \quad \text{公式(2)}$$

$$\rho_d' = \frac{\rho_d + \rho_{dmax}}{2} \quad \text{公式(3)}$$

式中: $\Delta S'$ 为预估地面平均夯沉量(m);

z 为终夯面下起算的夯实厚度(m);

ρ_d 为由起夯面地表向下起算的需处理深度内夯前土的平均干密度(g/cm^3);

ρ_d' 为夯实深度 z 内夯后土的平均干密度(g/cm^3);

ρ_d 为需处理深度内底面标高处夯前土的干密度(g/cm^3);

ρ_{dmax} 为夯后土可能达到的最大干密度(g/cm^3)。

一般在完成场地试夯工作之后,根据试夯获得的各参数的试验数据,结合前期完成的场地岩土勘察工作中进行的岩土试验数据,利用上述公式(2)计算得出场地平均夯沉量。

从上述公式(3)可知,由于夯后的平均干密度是用处理厚度底面

风往往具有着移动速度快,毁灭性严重,人力不可抗拒并且常伴有暴雨等特点。台风过程中带来的暴雨和风暴潮造成严重的洪涝和风暴潮等灾害,将严重影响着阳江市的交通以及日常生产。阳江市的近海养殖业今年有着明显的发展,但是由于堤坝的防洪能力低,每当汛期,洪水冲垮堤坝时有发生,并造成重大经济损失。

(1)台风“黑格比”,受2008年第十四号台风“黑格比”的影响,**大堤跨海段被巨浪冲击路基护坡,造成**大堤损坏十分严重。主堤路段共十四处路基形成缺口(全毁),共长1188m的路基整体被冲毁;另有16处(长632m)路基半幅被毁,右侧护坡全部被毁,左侧约一半的护坡被毁,两侧的波形梁钢护栏及缆索护栏全部被毁。遭到强台风“黑格比”的袭击后,海陵岛顿时成为一座“孤岛”,岛上10万余人被困。岛内交通、电力、供水和通讯一度中断,造成重大影响(如图6)。

(2)台风“尤特”,于2013年8月14日15时50分,强台风“尤特”正面从该市登陆,台风登陆时中心附近最大风力为14级,最大风速为42米/秒。而此次的**大堤正处于改建期,大大提高了海堤的防御标准,并增强了抵抗风暴潮的能力。确保了**大堤工程和人民群众的生命安全,大堤依然坚如磐石,使灾害损失减少到最低限度(如图7、图8)。

两个正面登陆台风破坏强度对比如表1。

6.2 施工效果

(1)片石抛填后,利用片石间的挤密咬合作用,使其地基整体性好,能明显提高地基的抗剪强度,增大地基的承载力;(2)片石间大孔隙渗透性好,能形成排水面,加速下卧软弱土层固结;(3)片石具有良好的水稳定性,压缩性较低,可有效消除地基压缩导致的地基沉降;(4)片石间的空隙大,毛细水无法上升,能有效防止毛细水上升侵蚀路基;(5)施工工艺简单,能较好的达到高速优质的施工效果。

6.3 节约成本

施工过程中,利用片石自重进行挤淤,不仅收到良好的挤淤效果,且能够减少机械设备投入,节约施工成本。

7 结语

**大堤改建工程的软基处理部分已经圆满完成,且此次的软基处理耗时160天,相对于其它施工方法大大缩短了工期。根据本工程实例的施工效果表明,抛石挤淤+强夯法地基处理效果显著,地基承载力得到有效提高,不均匀沉降的隐患消除,并且随时间的推移,孔隙水逐渐消散,地基承载力可进一步提高。再采用三边形冲击压路机进行强夯,效果再次得以提高,有效的达到抛石挤淤,提高路基压实度。抛石挤淤+强夯法施工达到加强地基,效益高,速度快,无污染且工程造价低,施工周期短,达到了理想的效果,可为以后的类似工程,尽早发现问题,以及解决问题,保障工程的质量和进度提供宝贵的经验,作借鉴作用。

标高处夯前土的干密度和强夯后面土计算干密度估算,使得计算结果与实际会存在一定的偏差。

4 结语

采用强夯法进行场地地基加固施工时,在开始强夯施工前对地面夯沉量估算准确与否,将直接影响止夯面与基础底面标高的相对位置,进而影响到挖高填低的夯后工作量。所以,正确预估夯沉量对于缩短工期及节约工程造价具有现实意义。

参考文献:

- [1]长豫川,李彬.湿陷性黄土地场强夯夯沉量的预测[J].路基工程,2011(1):67-69.
- [2]罗嗣海,杨泽平,龚晓南.强夯的地面变形规律初探[J].地质科技情报,2000,19(4):92-96.
- [3]付志斌,汪稔.强夯软基加固地面沉降实用计算方法[J].土工基础,2000,14(3):31-32.
- [4]CECS279—2010,强夯地基处理技术规程[S].