



试论强夯地基处理的参数设计及其在高速公路中的应用

孟妍 中铁七局集团有限公司 河南 郑州 450016

摘要: 本文介绍了强夯法地基处理的适用范围、强夯设计参数的选择、试验段的确定方法、施工步骤与控制要点,然后以工程实例加以实证分析,从理论与实践两个角度证明了强夯法在高速公路软土地基处理中的适用性。

关键词: 强夯;高速公路;软土地基

由于高速公路地基填筑普遍较高,地基须承担着车辆荷载和比填土荷载大得多的双重压力,所以高速公路地基的强度和稳定性不能不引起公路技术人员的高度重视。而强夯法已被实践证明是一种较好的、行之有效的地基处理方法,因此已广泛应用于高速公路软弱地基的加固工程中,是一种值得推广应用的软基加固方法。

1. 强夯法的适用范围

强夯法又称动力固结法,是用重锤(10t~40t)反复从一定高度(10m~40m)自由落下,对地基土进行强力夯实,从而使地基土的密实度改善,承载力提高,压缩性得到降低的地基处理方法。

强夯法适用于处理碎石土、砂土、低饱和度的粉土与粘土、湿陷性黄土、素填土和有有机质含量低的杂填土等地基。

高速公路软土地基是指主要由淤泥、淤泥质土、冲填土、杂填土或其它高压缩性土层构成的地基。《公路工程名词术语》(JTJ002-87)中规定软土定义为“由天然含水量大、压缩性高、承载能力低的淤泥沉积物及少量腐殖质所组成的土,主要有淤泥、淤泥质土及泥炭”。

2. 设计参数的选择

2.1 单点夯击能

1) 根据梅纳公式 $H = u\sqrt{W/h}$

式中, H 为地基影响深度; W 为锤的质量; h 为落距; u 为修正系数,一般黄土为 0.34~0.5, 饱和粘土 $u=0.45\sim 0.5$, 饱和砂土 $u=0.5\sim 0.6$, 填土 $u=0.6\sim 0.8$ 。地基加固深度是设计对地基荷载、沉降以及抗振动液化等指标要求并结合工程地质剖面资料进行考虑。一般是确定数,然后根据需加固深度反过来求单点夯击能。夯击能由落距 h 乘以锤的质量 W 。在确定单点夯击能一定要切合国内实际情况进行综合考虑,国内现有起吊水平力为 80~500 kN, 落距为 8~25 m, 锤重 80~400 kN 较多。在上述范围内取值,设备较多,同时比较经济。

2) 国内经验公式: $H = h + 2D$

式中, H 为对地基影响深度; h 为夯坑直径; D 为夯锤直径。

近几年来国内外一些专家认为梅纳公式估

算的影响深度,常比实际达到的深度偏大。我国太原工业大学分析了 16 个试验资料以后,提出如下有效加固深度的经验公式: $D = 5.1022 + 0.00895W + 0.009361E$ 。式中, D 为有效加固深度; W 为锤重; H 为落距; E 为单位面积夯击能。

2.2 最佳夯击能的确定

在强夯作用下,地基中的孔隙水压力与土的自重压力达到平衡时,则地基达到最佳夯击效果,此时对应的夯击能称为最佳夯击能。

粘性土上的夯击能是根据孔隙水压力叠加值来确定的,这是因为在粘性土中,由于孔隙水压力消散慢,当夯击能逐渐增大时(夯击次数的增加)孔隙水压力也相应地增加。

而砂性土,由于孔隙水压力增长及消散过程仅为几分钟的时间,所以孔隙水压力不可能随夯击能的增加而叠加,这时确定最佳夯击能的方法是当孔隙水压力增量随着夯击次数的增加逐渐趋于恒定值时,则可以确定砂性土所接受的能量已达到饱和状态,此时能量为最佳夯击能。

2.3 夯点间距的布置

对于夯点间距的布置,国内一般的做法是各夯击点呈梅花状布置,也有的呈正方形布置,间距 3~7m 不等。

2.4 夯击遍数及间隔

主要是依据地基土中的孔隙水压力消散情况进行确定,一般 1~28d。对砂性土而言,由于孔隙水压力消散快,因此夯完一遍后间隔 1~2d 就可以再夯击一遍。而粘性土则时间较长,遇有透水性差的土质则 28d 以后才能进行第二遍夯击。

3. 强夯试验段的确定

首先做试验段是十分必要的,对设计参数进行修正,使设计与施工更趋于合理。试验段另一个目的是检测机械设备及人员配备是否满足施工要求。

3.1 试验段、试验面积的确定

由于高速公路路线长、路基宽、而积大,地形、地貌、地质变化也较大。因此,在选择试验段时应考虑有代表性,试验数据出来后能指导全路段施工。为了做到这一点,一般在一个合同段内取 2~3 个试验段,试验面积一般取 500m² 左右。

3.2 做好试夯前的准备

将强夯设备移到指定地点,同时对试验段钻芯取样做各种物理力学指标试验,以及标准贯入度试验,埋设孔隙水压力仪,侧向位移仪和振动影响距离仪。

3.3 试夯及检测

按照设计要求进行试验,试夯完成后做好各种检测,包括标准贯入、静力触探以及各种物理力学指标的试验。然后提出一份完整的测试报告,供设计方确定强夯施工技术质量控制参数。

3.4 编写施工工艺指导施工

各种施工控制参数确定后,施工单位应立即着手编制施工方法,包括人员设备的配备、工艺流程、技术质量控制和安全保证措施用来指导大而积施工。

4. 施工要点

4.1 施工步骤

清理、平整场地;铺设粗粒料垫层;标出第一遍夯击点的位置,测量场地高程;起重机就位,使夯锤对准夯点位置;测量夯前锤顶标高;将夯锤起吊到预定高度,待夯锤脱钩自由下落后放下吊钩,测量锤顶高程;按设计规定的夯击次数及控制标准,完成一个夯点的夯击;完成第一遍全部夯点的夯击;用推土机将夯坑填平,并测量场地高程;按上述步骤逐次完成全部夯击遍数,最后用低能量满夯,将场地表层土夯实,并测量夯后场地高程。

4.2 强夯施工技术 & 质量控制要求

- 1) 原地面整平确保夯击能均匀传递到地面以下,平整度控制在 +100mm。
- 2) 夯击点中心间距偏差在 150 mm 范围内。
- 3) 强夯落距误差控制在 100 mm 内。
- 4) 满夯完成待孔隙水压力全部消散。地基稳定后,每 3000m² 或每 100m (高速公路) 检测 3 个点。包括标准贯入、静力触探、土工及荷载等试验,评定地基加固效果。

5. 工程实例

5.1 工程地质条件

某高速公路 K419+700~K419+800 段为边坡、河谷地貌,地表冲沟发育。地表及浅部以上更新统坡洪积黄土状亚粘土 (Q_3^{dip}) 为主,层厚 5.3~6.2; 下伏基岩为侏罗系土城子组 (J3t) 砂岩、泥岩,为软岩。该段黄土主要物理力学指标: 孔隙比 1.124, 湿陷系数 0.073, 湿陷起始压力 56.8kpa, 湿陷量 622mm, 属级非自重湿陷场地。本段路线以路基方式穿越, 路基平均填土高度 4.2m, 路基宽度 26.0m, 填方边坡坡度 1:1.5, 护坡道宽度 2.0m, 排水沟宽度 1.8m。

5.2 强夯设计

高速公路路基要求基底应力不小于 80kpa, 超过湿陷起始压力, 地基压应力要求黄土层厚度 4.9m; 按照路基沉降要求消除湿陷厚



变形。

4.2. 在寒冷季节施工时,应根据具体情况,采取下列措施

(1) 成品料仓骨料堆搭设暖棚,采用蒸汽排管法对粗骨料进行加热,使其温度保持在 $10^{\circ}\text{C}\sim 15^{\circ}\text{C}$;

(2) 对混凝土运输工具采用麻袋和彩条布包裹,尽量缩短运输时间、等待卸料时间和减少转运次数,防止温度散失

(3) 混凝土拌和前,应该用热水冲洗拌和设备,热水水温控制在 60°C 以下。混凝土拌和时拌和站出机口温度应控制在 $5^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$ 以上,可采用加热水拌和,先将骨料与水拌和,然后加入水泥,以免水泥假凝。

(4) 塑料泡膜、草袋和棉被可作为保温材料覆盖混凝土和模板,并应搭设挡风保温棚,必要时可在仓内设火炉加热,使混凝土浇筑温度控制在 3°C 以上;

(5) 拆模后和养护期内,要采取预防突然降温和剧烈干燥等措施,在混凝土表面加塑料薄膜,保持混凝土表面水分,防止风干,同时在外层加2cm厚的塑料泡沫保温;

(6) 对标高位于 ± 0.0 以下的部位,要及时回填土; ± 0.0 以上的部位应及时加以覆盖,不宜长期暴露在风吹环境。

4.3 在高温季节施工时,应根据具体情况,采取下列措施

(1) 成品料仓骨料仓应搭盖凉棚,堆高不宜低于6m,喷洒水雾降温(砂子除外)等;

(2) 骨料从料仓到拌和楼,应采取隔热、保温措施;

(3) 混凝土在运输过程中,应该尽量缩短运输时间、等待卸料时间和减少转运次数,运输工应有隔热遮阳措施;

(4) 混凝土拌和时,可采用冷水、加冰或用水将碎石冷却等降温措施;

(5) 混凝土浇筑宜安排在早晚、夜间及利用阴天进行,并减小浇筑厚度,利用浇筑层面散热。基础混凝土和老混凝土约束部位浇筑层厚以 $1\text{m}\sim 2\text{m}$ 为宜,上下层浇筑间歇时间宜为 $5\text{d}\sim 10\text{d}$ 。当浇筑块尺寸较大时,可以采用台阶式浇筑法,浇筑块分层厚度要小于 1.5m ;

(6) 在混凝土浇筑过程中,应缩短混凝土运输入仓时间,及时进行平仓振捣,要采用隔热材料及时覆盖,尽量缩短混凝土的暴露时间;

(7) 应增派人力加强连续养护,养护期内始终使混凝土表面保持湿润;

(8) 规定合理的拆模时间,气温骤降时进行表面保温,以免混凝土表面发生急剧的温度梯度。

四、结语

混凝土裂缝削弱了混凝土的整体性及承载能力,影响了工程的安全运行,因此,探讨混凝土工程裂缝的成因和采取相应的预防措施有着重要的现实意义。以裂缝的表现特征将其分为表面裂缝和贯穿裂缝,对其产生的原因及其机理进行分析来对其实施有效控制。

上接P139

其配料的准确性,拌料时间一定要满足规定要求。

7.4 雨季施工要收集掌握气象资料。建立健全雨季施工组织,制定雨季施工具体计划和预防措施,准备防雨材料,机具。保证拌合站、运输道路、铺筑施工现场和整个施工路线排水良好畅通。拌合站原材料不受水侵害,砂、石、水泥应具备防雨措施:砂、石料含水量发生变化时应及时调整配合比。铺筑现场应有移动的轻便移动雨棚,保证未做好的面板在初凝期不被雨淋。遇大雨或暴雨时及时停工。施工中途遇雨时,铺筑完一块后赶快停工。如施工不能停止时,必须有防雨措施,应保证施工质量和安全。

7.5 水泥混凝土路面与构造物接头处,在混凝土面板中设置钢筋网补强。

8、结语

目前,我国公路建设质量还存在路基压实不够、路基沉降、路面平整度差、桥头跳车、路面早期破坏、外观质量差等质量通病。随着道路等级的不断发展,各承包商在工程质量上相互竞争,以质量取胜以信誉占市场,已形成局面。公路施工企业要在强手如林中立于不败之地,只有强化工程管理与工程质量管理,才能在竞争中占领市场站稳脚跟。

上接P148

度 5.7m ;因本段黄土层较薄,考虑处理全部黄土层,有效处理深度 6.0m 。初步选用夯击能 $2000\text{KN}\cdot\text{m}$ 。

加固范围考虑排水沟影响,处理宽度超出排水沟外侧 2.0m ,加固长度 106m ,宽度 50m 。夯点的平面布置采用正方形插档法布置,间距 4.0m ,夯击3遍,夯击间歇时间1周。夯锤底面积 3m^2 ,锤重采用 15t ,距 13m 。施工前选取 20×20 试夯场地进行试夯,确定强夯施工参数与工艺。

6、结论

实践证明,强夯法在高速公路软土地基处理中是具备可行性的,且是一种较经济、行之有效的办法。

参考文献:

- [1]解攀枝.强夯法处理高填路堤的机理分析与应用[J].工程建设,2009,(06).
- [2]何铭.强夯法在填土加固中的应用[J].山西建筑,2010,(10):81-82

上接P147

2、预防对策:伸缩缝安装时预留伸缩量。

由于伴随着桥梁结构的变位,伸缩缝也将要产生相应的伸缩变位以顺应结构的变位,安装时要精确对伸缩量进行计算,并考虑一定的富余量,以保证在今后运营中始终处于良好的工作状态;伸缩缝所选用的生产厂家必须通过部级认证、资质可靠;伸缩缝安装定位要准确;在开放交通前要对伸缩缝模板进行清理,缝内决不能遗留杂物;严格控制桥梁主体和台背的施工精度,不应有跑模和不符合图纸尺寸标准现象发生。

(四) 钢筋锈蚀

1、现象及病害分析

钢筋锈蚀可分两种情况:一种是混凝土开裂后导致的钢筋锈蚀,即先裂后锈;一种是因为保护层太薄或露筋而引起的钢筋锈蚀。钢筋锈蚀体积膨胀导致混凝土开裂或表面混凝土成块脱落,即先锈后裂。由于钢筋锈蚀,混凝土表面开裂甚至脱落,从而使原来处于混凝土保护层下的钢筋暴露于空气中而锈蚀,如此恶性循环,如不加以维修养护,此种病害对桥梁的危害也是不可忽视的。在桥梁竣工后几年内保护层太薄或露筋问题并不显得太突出,甚至一直处于被忽视的状态,直到长期的大气作用导致钢筋严重锈蚀后才引起人们的注意,此时需花费人力、物力进行维修养护。

2、预防措施

解决这一问题的方法就是在施工和设计时确保混凝土的保护层厚度,避免保护层太薄或露筋。对先裂后锈的问题,规范中一般采用限制裂缝宽度的方法来解决。对可能引起钢筋锈蚀的裂缝,需作压浆封闭处理,对压浆材料,必须保证其强度。

三、结束语

由此可见,桥梁病害预防和控制是一项长期而艰巨的工作,应根据实际情况,具体问题具体分析,采取有效措施,才能有效地避免病害产生。

参考文献:

- [1]王有志,孙大海,徐鸿儒.钢筋混凝土筒支板梁式桥病害调查分析与评价[J].华东公路,2002(4)
- [2]陈昌伟,李昌铸,张键.桥梁钢筋锈蚀及其对策[J].公路,1999(6)
- [3]王伟亚,张秀海.梁(板)桥常见伸缩缝损坏成因及修补措施[J].山西交通科技,2002(4)