

滨海潮间带土层抗拔锚杆施工工艺实践

金成文

(青岛地质工程勘察院, 山东 青岛 266071)

摘要:在详细地分析了石老人海水浴场工程地质、环境条件和前期试验成果后,对该工程的抗拔锚杆施工方案进行了大胆的设计,并在施工过程中进行了合理的优化和改进,取得了良好的施工效果,达到了预期的目的。

关键词:滨海潮间带土层;抗拔锚杆;跟管钻进;注浆

中图分类号:TU473.2 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2008)05-0049-03

在滨海沙滩区,地下水与海水水力联系密切,水位变化与潮汐活动相关,地层多为松散~稍密的砂层,在这种环境中进行土层锚杆施工有3大难点:一是成孔难,孔壁坍塌严重,有时似在钻进成孔,而实际上只是钻具往地层里挤,提钻后又恢复原样,难以形成钻孔;二是地下水水位变化与潮汐活动相关,地下迳流紊乱,浆液不易在锚杆体处凝固,造成锚杆体完整性差、抗拔力低;三是孔口溢浆严重,浆液易随地下水从孔口溢出,造成桩体根基差、抗拔力低。

2005年6月,我公司完成的石老人海水浴场地下车库抗拔锚杆工程,其地层即为滨海潮间带砂层,在垂直锚杆、尤其是垂直土层锚杆的施工理论尚不完善与成熟(锚杆理论多为斜锚杆)的条件下,根据该工程具体情况,经反复试验、研究、讨论,最终采用泥浆护壁、压力注浆(浆液中掺入添加剂)、大范围快速施工工艺施工,取得了较为理想的效果。

1 工程概况

拟建地下车库位于青岛市石老人海水浴场的南侧海滩上,该场地原为海底,后经人工填海形成沙滩,根据工程设计,将原回填沙土挖除修建地下车库,拟建车库1层,平面形态呈直角梯形,东西长133.20 m,南北宽24.90~43.75 m,见图1。

拟建车库底板低于海平面约4.00 m,因此为防止车库被地下水浮起,须对地下车库施工抗拔锚杆,共设计抗拔锚杆1100根,锚杆设计直径130 mm,单根锚杆设计抗拔力110 kN。

2 施工条件

2.1 场地条件

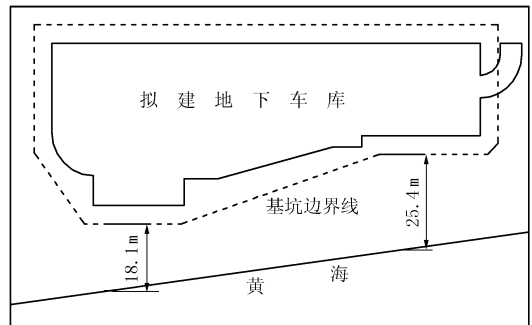


图1 石老人海水浴场地下车库位置示意图

抗拔锚杆工程的施工场地位于基坑中,基坑深5.0~6.0 m,坑底低于海平面约4.0 m,坑底已浇注混凝土垫层(厚100 mm),场地平整。

坑中水须连续降水。

2.2 工程地质条件

坑底以下地层共有4层,简述如下:

- ①细砂,黄褐色,饱和,松散,厚4.0~5.0 m;
- ②含淤泥细砂,灰黑色,饱和,松散,厚3.5~4.5 m,含泥量20%~30%;
- ③粗砾砂,黄褐色,饱和,稍密~中密,厚4.0~5.0 m,成分以长石英和长石为主,夹有粉质粘土薄层或透镜体;
- ④强风化花岗岩,黄褐色~肉红色,粗粒结构,块状构造,裂隙发育,结构构造已破坏,部分矿物粘土化,手搓呈砂砾状。

2.3 水文条件

拟建场地原为海底,后经人工回填形成沙滩,高潮时海水距基坑边缘20~30 m,低潮时海水距基坑边缘40~50 m,因此地下水与海水有密切水力联系,水位变化与潮汐活动密切相关,涨潮时基坑内涌

收稿日期:2007-07-12

作者简介:金成文(1974-),男(汉族),山东青岛人,青岛地质工程勘察院工程师,水文地质与工程地质专业,从事岩土工程、生态地质工程勘察、设计与施工管理工作,山东省青岛市徐州路79号,jew_qd@163.com。

水量明显增加,落潮时基坑内涌水量减少。

影响场区的潮流为往复流,属正规半日潮,涨潮时流向左旋,落潮时流向紊乱。

2.4 止水帷幕施工情况

拟建工程在前期施工过程中仅进行了半帷幕止水,止水帷幕底端仅低于基坑底部 5.0 ~ 6.0 m,未切断帷幕内外水力联系,且受地下迳流影响,帷幕体连续性和整体性差,止水效果差,地下水从基坑内降水井中自动涌出。

3 试验情况

因该场地工程地质条件复杂,影响抗拔锚杆抗拔力的因素较多,因此,为保证工程质量,抗拔施工前进行了一系列试验,试验结果见图 2。

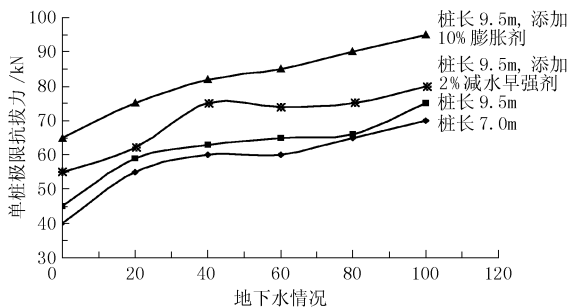


图 2 桩长、添加剂及地下水对锚杆极限抗拔力的影响图
地下水情况说明:为便于比较,试验过程中将平潮期间、帷幕体连续性好的试验段的地下水情况定为 100,反之定为 0

试验表明:

(1)在施工工艺不变的情况下,锚杆的抗拔力与地下水活动强度成反比,尤其在涨落潮期间,抗拔锚杆的抗拔力明显低于平潮期间;

(2)在其它施工工艺不变的情况下,抗拔锚杆的抗拔力与膨胀剂、减水早强剂的添入量成正比,但减水早强剂掺入到一定程度后灌浆难度增大乃至不能灌注;

(3)在其它施工工艺不变的情况下,采用套管护壁较泥浆护壁的锚杆的抗拔力高,但注浆后套管难以顺利拔出,施工速度太慢,经济效益低。

4 施工方案

根据拟建场地的工程地质条件、水文条件、试验情况及抗拔锚杆的设计抗拔力,综合考虑地层、基坑开挖、潮汐活动等各类影响因素,最终采用泥浆护壁成孔与重力注浆相结合的施工方案。

4.1 施工要求

(1)施工过程中须自南向北、自东向西、自西向

东大范围、快速施工;

(2)水泥浆浆液中须添加减水早强剂(2%)、膨胀剂($\geq 10\%$);

(3)锚杆底部进入强风化花岗岩不少于 2.0 m;

(4)施工过程中视孔口溢浆情况进行二次注浆。

4.2 工艺优点

(1)采用泥浆护壁可以连续、快速施工;

(2)由南向北、自东向西、自西向东大范围施工,可使已成形锚杆及锚杆周围浆液起减弱地下迳流作用、减少地下迳流对新灌水泥浆的潜蚀;

(3)添加减水早强剂可以缩短浆液初凝时间,减少地下迳流对水泥浆的潜蚀;

(4)添加膨胀剂可使浆液在凝固时产生膨胀,使桩体与周围土体紧密结合,减少泥浆护壁形成的泥皮对土体摩阻力的影响。

5 施工情况

施工方案确定以后,我单位组织人员、设备按确定的施工方案进行大面积施工,施工期间共调用 XY-1、GXY-150 型工程钻机 30 台,历时 10 天,完成抗拔锚杆 1100 根,17050.0 延米,钢筋拉杆制作 18150 m,质量 114.67 t,共计灌注水泥 850 t、各种添加剂近 70 t。

6 施工中遇到问题及对策

6.1 地下迳流强地段难成孔、成桩

受地下迳流的影响,基坑南侧止水帷幕连续性和整体性较差,局部地段存在缝隙,地下迳流非常强,采用泥浆护壁也难以成孔,由此分析,在如此强的地下迳流条件下,即使采用跟管钻进成孔,注浆后水泥浆也难免被地下迳流潜蚀殆尽,工程质量难以保证,因此,为能连续、快速施工、保证锚杆施工质量,采用下列对策:

(1)采用跟管钻进工艺成孔;

(2)为保证水泥浆不被潜蚀,注浆后套管不再拔出;

(3)为保证工程质量,在套管上钻密度适中的小孔作为水泥浆流出套管的通道;

(4)将注浆管插至孔底自下而上灌注水泥浆,且待孔口有纯水泥浆溢出后将孔口封住,采用高压注浆以增加单孔注浆量;

(5)采用多孔同时注浆工艺施工;

(6)采用单孔多次成孔、多次注浆工艺施工,地层吃浆量 $\leq 1 \sim 2$ L/min 后方停止再次成孔、注浆;

(7) 水泥浆中减水早强剂和膨胀剂的掺入量均提高 1.0~1.5 倍,并添加 2% 的水玻璃。

采用上述对策施工后,类似地段抗拔锚杆的极限抗拔力均大于 250 kN,达到了设计的要求。

6.2 注浆后浆液易随地下水从孔口溢出,成桩质量差

因拟建场地地下水水位高,注浆后浆液易随地下水溢出孔外,浆液不能完全在桩体周围凝固,成桩质量不易保证,因此,为能连续施工、保证锚杆施工质量,采用下列对策:

(1) 在水泥浆中加入一定比例的细砂,增加泥浆密度;

(2) 在水泥浆中添加 2% 的水玻璃使水泥浆速凝,减少地下水对水泥砂浆的潜蚀;

(3) 将注浆管插至孔底自下而上灌注水泥砂浆,注浆后注浆管不再拔出;

(4) 待孔口有纯水泥浆溢出后停止注浆并用棉絮或布条将孔口封住,阻止浆液随地下水溢出孔外;

(5) 注浆后 1.0~2.0 h 内通过注浆管对桩体进行二次注浆。

采用上述对策施工后,类似地段抗拔锚杆的极限抗拔力均大于 240 kN,达到了设计的要求。

(上接第 48 页)

5 结论和建议

(1) 在超流态混凝土钻孔灌注桩承载力计算时,在粉细砂层中,桩侧阻力提高系数尽量取低值,随着砂层粒径的增大,桩侧阻力提高系数在取值时逐步加大;在粘性土层中,桩侧阻力提高系数尽量不要避免取值不当而造成事故。

(2) 在超流态混凝土钻孔灌注桩承载力计算时,桩端承载力提高系数尽量取高值,随着桩端砂层粒径的增大,桩端承载力提高系数可比该工艺规程中的给定值高一些。

(3) 在单桩承载力计算参数选取时,不宜单纯按《建筑桩基技术规范》(JGJ 94-94)中的给定值进行选取,应根据工程地质勘察报告所给出的相关数据进行综合考虑。

(4) 要通过大量的工程实践,认真总结经验,给出更适合该工艺的、更合理的计算参数。

(5) 随着新工艺的层出不穷,改良后的超流态

7 施工质量检查

抗拔锚杆施工结束 28 天后进行了抗拔承载力试验,试验方法为分级循环加荷方式,每级加荷 20 kN,试验结果表明,锚杆的施工质量良好,锚杆的极限抗拔力均大于 220 kN,达到了设计的要求。

8 结语

生产实践证明:泥浆护壁成孔与重力式注浆相结合的抗拔锚杆施工工艺在滨海砂层中是可行的,该工艺施工简洁、快速,且成本较低,取得了较好的经济效益和社会效益。

该工艺的成功实施,为同类条件下土层锚杆施工积累了施工经验,使该工艺在滨海潮间带砂层中进行大面积实施成为可能,值得在同类地层中推广应用。

该工程抗拔锚杆的极限抗拔力试验值远低于理论计算值,试验结果表明垂直锚杆、尤其是垂直土层锚杆的施工理论尚不成熟,对垂直土锚杆的抗拔力计算不能简单的套用一般的锚杆理论,应以现场试验为主,为丰富和完善垂直土锚杆理论提供工程实践数据。

工艺(如桩底机械扩孔、高压喷射扩孔压灌混凝土)也开始逐步在桩基础施工中被广泛采用,这些方法对超流态工艺承载力的大幅度提高以及超流态工艺的逐步完善起到了一个很好的示范效果。

(6) 对于超流态工艺,现行资料虽然从机理上能对提高承载力的原因给予分析说明,但目前尚未有定量的分析方法,还不能通过混凝土压灌作用在孔壁、孔底上产生的压力和混凝土对桩周土的渗透作用给出一个准确的承载力计算公式,只能用一个带有经验系数的公式进行承载力计算;要想提供一个具体的承载力计算公式,还需要更多的专家和技术人员进行深入的研究总结。

参考文献:

- [1] DB 23/T 360-2007,超流态混凝土灌注桩基础技术规程[S].
- [2] JGJ 94-94,建筑桩基施工规范[S].
- [3] 王旭,于志强.桩底压密灌浆提高钻孔灌注桩承载力[J].建筑结构,1998,(11):6-8.