海外某码头工程钢管桩沉桩试验与停锤标准分析

Analysis on Pile Sinking Test and Stopping Hammer Standard of Steel Pipe Pile in Overseas Wharf Engineering

赵明江

Mingjiang Zhao

中国电建集团港航建设有限公司 中国·天津 300450

Powerchina Harbour Co., Ltd., Tianjin, 300450, China

摘要: 钢管桩是高桩码头工程中常用的一种桩基形式,钢管桩下沉前宜进行试沉桩,以确定桩端到达设计高程的可行性,检查桩端口与基岩面接触状况及钢板卷边状况,确定沉桩施工的锤型和停锤标准。论文结合海外某码头工程施工的实际情况,对钢管桩沉桩试验与停锤标准进行分析研究,可供类似工程参考。

Abstract: Steel pipe pile is a common form of pile foundation in high pile wharf engineering. It is advisable to test pile before sinking steel pipe pile to determine the feasibility of pile end reaching design height, check the contact condition between pile port, bedrock surface and steel plate crimping condition, determine the hammer type and stopping hammer standard of pile sinking construction. Based on the construction practice of a wharf in overseas, this paper analyzes and studies the pile sinking test of steel pipe pile and the standard of stopping hammer, which can be used for reference in similar projects.

关键词: 码头;钢管桩;试验;停锤标准

Keywords: wharf; steel pipe pile; test; stopping hammer standard

DOI: 10.36012/etr.v2i7.2234

1 引言

海外某高桩码头工程桩基采用钢管桩,工程区域存在较坚硬岩石,岩层从上至下分别为细中砂混贝壳、细中砂、粉细砂(胶结)、胶结粉砂岩和基岩(砂质生物灰岩)。粉细砂(胶结)和胶结粉砂岩从岩性组成看,是一种岩石,但是由于力学强度不同,在地质报告里被划分成两种岩层。胶结粉砂岩在码头区域并不是连续的,以两种分布形式出现。在一些区域呈较厚岩层分布,另外一些区域则以不连续的胶结粉砂岩透镜体分布于粉细砂(胶结)中^[1]。直接用打桩锤打桩,桩端很难到达指定深度,而且在长时间、高能量锤击下,桩身可能损坏。为了确定合适的打桩方式,在码头试桩位置进行了打桩试验。

2 码头桩基设计

码头采用钢管桩,桩径 1420mm,桩底标高-34.6m~-37.93m,平均-36.08m。桩的一部分需要打入较厚的粉砂岩,而一部分桩在打桩时会遇到一些粉砂岩透镜体。

码头试桩位置安排了 2 根钢管桩的打桩试验,编号为

QE1 和 QS3。QE1 为码头静载荷试验桩。采用钢管桩,桩径 1420mm,壁厚 26mm,桩长 44.07m,桩顶标高+4.0m,桩底标高-40.07m,入土深度 21.87m,进入中风化生物砂岩 4m。钢管桩桩身外侧安装钢筋应变计和测斜管,为钢筋应变计和测斜管提供保护的槽钢^[1]。QS3 是静载荷试验平台的 4 根支撑桩中的一根,与 QE1 桩相距 4.51m。也采用钢管桩,桩径为 1420mm,壁厚 19mm,桩长 46.9m,桩底标高-35.3m。

3 打桩设备

该项目配备的打桩机械设备主要有 1 艘打桩船(自带 1 台 D100-13 型柴油打桩锤)、1 艘起重船、1 台 BSP CGE300 型液压打桩锤,以及液压锤动力站等。

4 码头打桩试验过程

按设计要求,每根桩的打桩试验分两次完成。第一次采用 D-100 型柴油打桩锤,由打桩船完成钢管桩的就位与施打;第二次采用 BSP CGE300 型液压锤,由起重船吊起液压锤对钢管桩进行施打。

【作者简介】赵明江(1970~),男,山东夏津人,高级工程师,从事港航工程研究。

QS3 桩第一次打桩后,直接进行第二次打桩。QE1 桩则在两次打桩之间增加了使用钻机在桩内进行清除岩层的工作,钻孔的底标高为-40.07m,即预定的桩底标高。

5 QS3 桩打桩过程分析

①第一阶段。从-25.40m~-29.1m,反映了桩刚开始被打入的情况,此时桩端位于胶结砂中。在该阶段,打桩能量随着打入深度逐渐增加,贯入度逐渐减小,反映出胶结砂的密实程度不断增长。锤击能量在 25.4~67.5kJ 范围内,贯入度在 4.0~125mm/击之间,打桩锤工作性能较为稳定。

②第二阶段。该阶段又分两个小阶段,第一个小阶段是从-29.1m~-30.3m,该阶段由 D-100 柴油锤打桩,打桩能量急剧增加,贯入度非常小,打桩锤反弹震动剧烈,不能够将桩继续打入。从地质资料上分析,此处存在一粉砂岩透镜体,标高为-29.95~-31.25m,此时桩端开始进入粉砂岩。打桩能量在急剧上升过程中的锯齿状形态,说明该段粉砂岩存在软硬互层的现象。第二个小阶段是从-30.3m~-30.8m,该阶段由 BSP CGE300 液压锤打桩,打桩时间与第一次打桩间隔了 5 天。从打桩能量看,岩层似乎由硬变软,但是考虑到 5 天的时间,由于打桩休止恢复的作用,桩侧阻力会提高,因此,液压锤一开始打桩所需的能量要较为高些。

③第三阶段。从-30.8m~-35.0m,在该阶段,打桩能量呈锯齿状,且变化幅度较大,说明该区域的胶结粉细砂软硬非常不均匀。锤击能量在 107.8~270kJ,贯入度在 2.9~11.1mm/击,打桩锤工作性能较为稳定。

④第四阶段。从-35.0m~-35.3m,在该阶段,岩层变得非常坚硬,桩仅仅打入了 0.3m,此时的贯入度为 2.1mm/击,打桩所需能量、打桩所用时间都相对较高。

打桩能量剧烈上升,说明桩端到达坚硬的生物砂岩。锤击能量在 179.0~220.5kJ 内,贯入度在 2.1~3.4mm/击之间。

钢管桩到达生物砂岩岩面后,贯入度急剧减小,打桩能量很大,打桩锤出现剧烈反弹和振动,不能够将桩再进一步打入。说明 BSP CGE300 液压锤施在打 1420mm 钢管桩时,无法将其打入坚硬的生物砂岩。

6 QS3 桩打桩试验结论

从以上分析可以得到,在施打 1420mm 钢管桩时:①D-100 柴油锤不能穿透厚度超过 1.2m 的粉砂岩;②BSP CGE300 液压锤能够穿透厚度;③BSP CGE300 液压锤能够在厚度小于 1.7m 粉砂岩透镜体的胶结砂岩层中,将桩打至生

物质砂岩面;④BSP CGE300 液压锤不能够将钢管桩打入坚硬的生物砂岩;⑤靠近海底的地层非常松散,依靠桩和锤的自重即可穿透;⑥开始打桩时,需注意发生桩突然下滑的现象,以免造成事故。

7 QE1 桩打桩过程分析

标高-29.15m 以上是由 D-100 型柴油锤打桩,以下由 BSP CG300 型液压锤打桩。打桩过程可以划为 2 个阶段。第一阶段和第二阶段划分基本同 QS3 桩一致,其特征也相似。第三阶段是在对 QE1 桩进行钻孔清除桩内岩层、接桩后开始打的桩,距离第一次打桩间隔了 33 天。第三阶段,从-29.15.3m 至-40.07m,此阶段打桩主要是克服桩侧的岩层阻力,打桩能量曲线呈锯齿状,反映了桩侧岩层的不均匀性。打桩至桩底时,打桩能量较高,说明桩端不再是空心,已经遇到强有力的桩端阻力。

8 QE1 桩打桩试验结论分析

从以上分析可以得到,在采用预钻孔方式施打 1420mm 钢管桩时,D-100 柴油锤不能穿透一定厚度的粉砂岩。采用钻孔清除桩内岩层的方法,能够将桩很顺利的送到要求标高。

9 结语

通过对 QE1 和 QS3 的打桩试验分析,得到如下结论:①靠近海底的松散地层,依靠桩和锤的自重即可穿透,开始打桩时要防止出现桩的突然下滑,刚开锤时能量应该控制在 40kJ 左右,液压锤的锤芯跳高控制在 0.3m 左右;②在打入粉砂岩时,柴油锤打入深度不超过 1.2m;③BSP CGE300 液压锤可以将钢管桩打入粉砂岩 2m 以内;④当地层中有不超过 2m 厚的粉砂岩时,BSP CGE300 液压锤可以将钢管桩打至所需要的标高;⑤当地层中有超过 2m 厚的粉砂岩时,BSP CGE300 液压锤不能将钢管桩打至所需要的标高,需要采用预钻孔的方式;⑥对于计划采用预钻孔的钢管桩,第一次打桩时要严格控制贯入度,防止将桩打坏;⑦码头钢管桩第一次打桩停锤标准应不小于 6mm/击,液压锤跳高控制在 1m 以内,锤击能量不超过 150kJ。因此,根据以上的数据和分析,如果壁厚 19mm、桩径 1420mm 的钢管桩需钻岩,建议第一次打桩停锤贯入度 6mm/击,锤击能量不超过 150kJ。钻岩结束后的第二次打桩,桩端必须打至钻孔底,贯入度小于 4mm/击。

参考文献

- [1] 王馨,袁峰,唐明刚.尼日利亚拉各斯莱基地区钢管桩停锤标准研究[J],2020,57(1):104-107