

· 施 工 ·



重力式码头通病的应对措施

符家英¹, 林燕婷¹, 黄松涛²

- (1. 中交水运规划设计院有限公司海南分公司, 海南 海口 570105;
2. 中交水运规划设计院有限公司深圳分公司, 广东 深圳 518067)

摘要: 由于重力式码头结构的大型化, 重力式码头结构在不同部位出现了不同程度的质量通病, 例如胸墙裂缝、工后沉降位移及码头面层不均匀沉降造成后方积水等, 严重影响码头的正常使用。结合重力式码头设计施工经验, 分析质量通病的形成机理及其危害, 并提出解决措施。这些措施经实践证明可行有效, 可为类似工程提供借鉴。

关键词: 重力式码头; 质量通病; 裂缝类型; 沉降; 位移; 应对措施

中图分类号: U 656.1+11

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2016)03-0164-03

Countermeasure for common faults of gravity wharf

FU Jia-ying¹, LIN Yan-ting¹, HUANG Song-tao²

- (1. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Hainan Branch, Hainan 570105, China;
2. CCCC Water Transportation Consultants Co., Ltd., Shenzhen Branch, Shenzhen 518067, China)

Abstract: Since the gravity wharf structures are becoming larger, common fault exist in various parts, such as cracks in the breast wall, displacement & post-construction settlement, as well as ponding at the rear due to the uneven settlement of the wharf's surface layer, which affect the normal use of the wharf. Based on the design and construction experience, we probe into the mechanism and harm of the quality faults, and provide countermeasures, which are proved feasible and effective, and thus may serve as reference for similar projects.

Keywords: gravity wharf; quality common fault; fracture type; settlement; displacement; countermeasure

随着船舶大型化, 重力式码头结构也随之发生变化, 以往的扶壁式方块结构应用越来越少, 而广泛采用的是 2 000 ~ 4 000 t 的大型沉箱, 沉箱正面宽度达 14 ~ 20 m, 高度达 14 ~ 20 m。码头结构大型化后, 许多工程产生了胸墙裂缝, 竣工后码头仍有较大的向海侧位移和沉降, 沉箱后沿向上延伸至道路, 该处容易发生断裂。如何采取有效技术措施消除这些通病成为设计、施工和业主关注的课题。

1 重力式码头通病种类及应对措施

1.1 胸墙裂缝

1.1.1 收缩裂缝

相关资料^[1]揭示, 混凝土的收缩率为 3‰ ~ 5‰, 混凝土强度等级越高, 收缩率越大。混凝土由砂、

石和水泥的水化物氢氧化钙组成, 石子和砂子不会收缩, 只有氢氧化钙会收缩, 所以水泥掺量越多, 收缩越大。混凝土的收缩大约从混凝土浇筑第 7 d 开始, 直到浇筑后 1 ~ 2 a, 但绝大部分收缩量在前 3 个月完成。由于沉箱从混凝土浇筑至养护、安装, 沉箱箱内回填砂, 绑扎胸墙钢筋、浇筑胸墙混凝土基本已超过 3 个月, 也就是说沉箱混凝土基本完成了收缩。此时浇筑胸墙混凝土, 混凝土的收缩受沉箱制约无法进行, 因此只能以裂缝的形式来满足混凝土的收缩。

1.1.2 温度裂缝

水泥的水化反应会产生热量, 对于较大体积的混凝土, 其中心温度可达 60 ~ 70 ℃, 温度的高低取决于水泥的掺量, 即混凝土的强度等级以及

收稿日期: 2015-02-10

作者简介: 符家英 (1987—), 女, 工程师, 从事港口、航道设计工作。

混凝土的体积。胸墙混凝土在浇筑后 3~4 d 时,其中心温度达到峰值,以后开始下降。在中心温度达到峰值时表面温度为 20~35 ℃,表面温度的高低与当地的气温、水温模板的保温效果息息相关。表面温度与中心温度始终有个温差。拆除模板以后,内外温差加大。当中心温度下降时,根据热胀冷缩原理,中心混凝土开始收缩,而温度较低的外径支撑着不收缩。当温度收缩应力大于混凝土抗拉应力时,混凝土从中心开始出现裂缝,慢慢延伸到表面,即温度裂缝。

1.1.3 收缩裂缝与温度裂缝的判别

1) 温度裂缝出现时间不同。

温度裂缝通常是在拆模后 1~7 d 出现,如果拆模较晚,拆模时就发现裂缝,收缩裂缝一般在温度裂缝之后 5~10 d。

2) 裂缝出现的位置、形态不同。

温度裂缝通常出现在胸墙厚度的中心,裂缝基本是竖向的,裂缝呈中间宽、上下两端窄的形态;收缩裂缝大多从胸墙的底部向上延伸,上窄下宽,裂缝有竖向也有斜向。通常来说,温度裂缝大于收缩裂缝。

1.1.4 裂缝预防措施

1) 适当降低胸墙混凝土的强度等级。

根据海港工程混凝土构件防腐规范,受海水侵蚀的混凝土强度等级不得低于 C40。由于一方面胸墙不是受力构件,胸墙的配筋不是受力钢筋而是构造钢筋,另一方面,在 2000 年以前,JTJ 290—1998《重力式码头设计与施工规范》^[2]中提及胸墙的材料可以是钢筋混凝土、混凝土、浆砌块石。可以采用浆砌块石,即说明不是受力钢筋。20 世纪 70 年代以前,重力式码头的胸墙大多采用 250# 混凝土,即 C25 混凝土。深圳某外资投资项目,码头结构按停靠 15 万 t 集装箱船型设计,业主要求建设一个高标准码头,胸墙设计采用了 C40 高性能混凝土,结果 16 m 长胸墙最多出现 13 条裂缝。专家分析认为,水泥用量过多是造成裂缝众多的原因,C40 高性能混凝土比普通 C40 混凝土的水泥用量多许多,因此提出做一段 C40 混凝土胸墙,再做一段 C35 混凝土胸墙,如果 C40 混

土胸墙仍有裂缝,建议采用 C35 混凝土,因为没有裂缝的 C35 混凝土总比有裂缝的 C40 混凝土好。试验证明 C40 混凝土仍有 2 条裂缝,而 C35 混凝土没有裂缝,最后业主全部采用 C35 普通混凝土,因此适当降低胸墙混凝土的强度等级可有效防止裂缝产生。

2) 胸墙在浇筑时放置洗净的大块石。

根据相关资料^[3]得知:胸墙里内掺 1% 大块石可以降低 0.5 ℃,如果掺 20% 的大块石,可以降低 10 ℃,大块石尽量放置在大体积混凝土的中心层,以降低中心层的温度,减少温度裂缝发生的概率。因此建议,设计说明中应强制性要求掺大块石的比例不得少于 20%,且布置在中心层。(规范要求,块石比例最多不大于 30%。)

3) 胸墙迎水面的水平钢筋采用细而密的布置方式。

胸墙迎水面的水平钢筋采用细而密的钢筋,有利于防止收缩裂缝的发生。

1.2 码头竣工后仍有沉降和向海侧的位移

根据实践经验及相关资料^[3],重力式码头竣工后沉降和向海位移是不可避免的。码头从沉箱底部到码头面的总高度越大,沉降和位移越大,抛石基床越厚,沉降和位移越大;抛石基床下部土质越差,沉降和位移越大。

大型集装箱码头前沿后轨距一般为 30 m 或 35 m,后轨一般采用桩基,前轨落在胸墙上,后轨不会产生位移和沉降,而前轨随着沉箱的沉降和向海侧位移而变化,从而造成前后轨距的拉大和前后轨顶高程的差异。

当这些差异值超过一定范围后,就要对前后轨进行改造,否则将影响码头的正常使用。

采取下列措施可降低胸墙的沉降和位移,不影响正常作业:

1) 胸墙顶部 300 mm 的混凝土尽可能晚地浇筑,尽量在施工期多消除一些沉降和位移;

2) 加宽轨道槽的宽度,钢轨不对称布置。

一般轨道槽宽度 450 mm,轨道布置在中间,为适应胸墙向海侧位移,轨道槽宽度采用 500 mm,轨道布置在偏海侧,即轨道中心距槽海侧 225 mm、

距陆侧 275 mm。胸墙向海侧位移后, 可将轨道移靠岸侧, 即轨道中心距轨道槽海侧 275 mm、距陆侧 225 mm。由于目前的压轨系统焊接在 20 mm 厚的钢板上, 所以只安装切割底座重新焊接即可(图 1)。

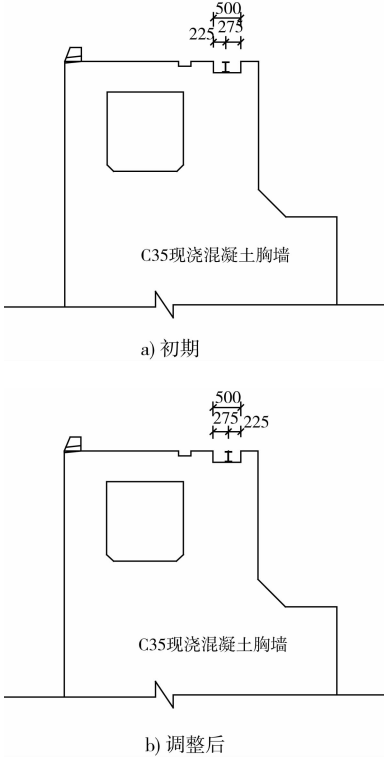


图 1 轨道安装 (单位: mm。下同)

3) 集装箱岸桥“H”型轮子的每个轮子都有 ≥ 20 mm 的安全富余量, 2 个轮子共有 ≥ 40 mm 的富余量。轨道安装时充分利用这些富余量, 如 30 m 轨道的前后轨, 初期安装时轨距 29.98 m, 向内缩 20 mm。

采取措施 1) 和 2) 后, 即使码头位移 70 mm, 两轨的距离仍是标准值。

4) 厂家提供的前后轨允许高低差为 0.1%, 这样 30 m 轨距的高程差为 30 mm。轨道安装时前后轨高于后轨 30 mm, 将来即使沉降 60 mm, 仍在岸桥允许范围内, 例如后轨高程 5.0 m, 前轨高程可在施工时定在 5.03 m。

采取上述措施后, 在 50 a 使用期一般不需要对结构进行改造。

1.3 沉箱后沿向上延伸至码头面层处易发生断裂

码头面层在沉箱后沿处容易发生断裂的原因是沉箱上回填材料的厚度小, 故工后沉降少, 而

沉箱后压缩层厚沉降最大, 二者的差异沉降造成面层结构的裂缝(图 2)。

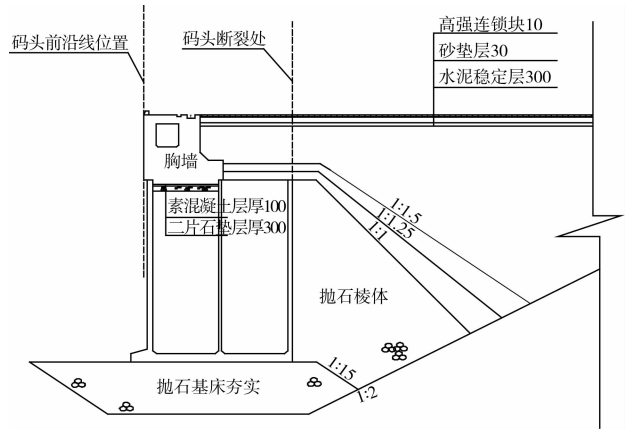


图 2 常见的重力式码头断面

采取的措施为: 在差异沉降大的地方将结构隔断, 如在沉箱的路面结构采用混凝土路面, 沉箱后的路面结构采用连锁块铺面(图 3)。

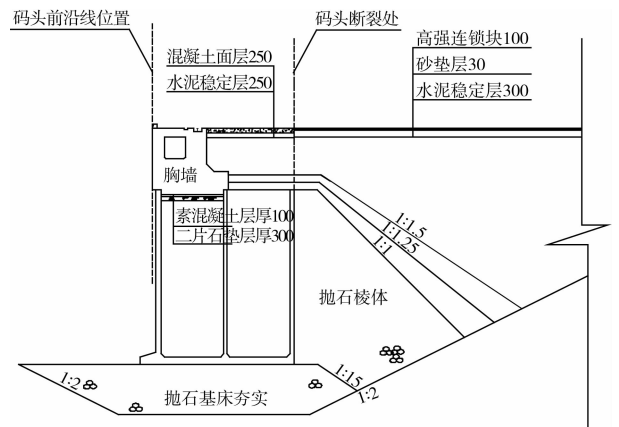


图 3 改造后典型断面

1.4 重力式码头不均匀沉降造成码头坑内积水

当基槽后方的原始地基土上覆盖薄层淤泥时, 在抛填过程中, 挤压淤泥形成一个个淤泥包。这些淤泥包在竣工后较长一段时间内会缓慢固结沉降, 从而在码头面上形成坑。由于连锁块下面是不透水的水泥稳定层, 故造成坑内积水。

采取的措施是将连锁块拆除后在坑的中心将水泥稳定层凿出一个 $\phi 500$ mm 的洞, 再用石子和水泥材搅拌成混凝土填入洞中压密实, 形成透水混凝土。这样, 坑内积水通过连锁块的缝隙和砂垫层, 经透水混凝土排到水泥稳定层下部。