



高桩码头梁顶裂缝原因分析及控制技术

林小琳, 吴青青

(宁波港建设开发总公司, 浙江 宁波 315800)

摘要: 混凝土裂缝是困扰码头外观质量的“老大难”问题, 而梁顶部面层混凝土裂缝(简称梁顶裂缝)作为高桩梁板式码头中常见的质量通病, 一直是工程技术人员的攻关课题。在宁波港北仑四期集装箱码头工程建设过程中, 通过分析梁顶裂缝产生的原因, 采取降低混凝土强度、梁顶部割双缝等措施基本克服了梁顶裂缝, 取得了较好的效果, 也为同类工程提供了借鉴。

关键词: 高桩码头; 梁顶裂缝; 混凝土强度; 割缝

中图分类号: U656.1*13

文献标识码: B

文章编号: 1002-4972(2006)09-0035-03

Cause Analysis and Controlling Technique of Cracks in Beam Top Surface of Piled Wharves

LIN Xiao-lin, WU Qing-qing

(Ningbo Port Construction Development Company, Ningbo 315800, China)

Abstract: Cracks in concrete is a serious problem affecting the appearance quality of piled wharves, while cracks in beam top surface, which is a common quality defect of piled wharf, has always been a key subject to be dealt with by technicians. During construction of Ningbo Port Beilun Phase IV Container Terminal, based on the analysis of the causes for cracks on beam top surface, technicians took such measures as reduction of concrete grade and implementation of double-slots in beam top surface and achieved satisfactory results. Thus, it may be taken as reference for similar projects.

Key words: piled wharf; cracks in beam top surface; concrete grade; slot

随着经济不断发展及全球化进程加快, 全球贸易的增长加大了对集装箱港口及航道的需求, 集装箱船舶的大型化导致港口的大型化和深水化。集装箱码头尺度的不断增宽加长, 对施工技术提出了更高的要求。由于分段长度和排架间距的增加, 使得梁顶裂缝这一质量通病日益明显。据了解, 全国大型高桩梁板式码头不同程度地存在梁顶裂缝, 并与其它面层裂缝交错存在。如何克服这一质量通病成为一个施工难题^[1]。

1 工程概况

北仑四期集装箱码头工程位于宁波市北仑区穿山半岛北侧牛轭江东口以东岸段。码头工程属高桩梁板式结构, 总长度 1 785 m、宽度 55 m、顶面高程 7.00 m (吴淞高程), 共有 191 个排架(65#~255#), 排架间距均为 10 m, 桩基为 $\phi 1\ 200$ mm 预应力钢筋混凝土大管桩, 每个排架从海侧到岸侧共由 A、B、C、D、E、F、G 7 个桩帽组成。码头后沿设 6 座引桥与陆域连接。

收稿日期: 2006-05-09

作者简介: 林小琳(1962-)男, 工程师, 从事港口工程管理工作。



2 施工工艺及裂缝状况

2.1 施工工艺

1) 面层混凝土施工以 E 桩帽为界划分成 2 个单元, 第 1 单元宽度 14.4 m, 即码头后沿至 E 桩帽后沿; 第 2 单元宽度 40.5 m, 即 E 桩帽后沿至码头前沿。第 1 单元面层先浇码头后沿管线悬臂、梁顶、板缝, 其次浇筑护轮坎, 再浇筑面层; 第 2 单元面层先浇筑护轮坎、梁顶、板缝, 再浇筑面层。码头面层采取纵向分条施工, 第 1 单元分为 2 条, 第 2 单元分为 10 条。

2) 码头面层混凝土设计强度为 C40, 面层厚度 18~28 cm。

3) 配合比设计: 配合比由宁波金正试验室设计, 与宁波地区多个大型水工工程类似 (表 1)。

表 1 四期工程混凝土配合比

工程名称	水/kg	水泥/kg	外加剂	粉煤灰/kg	坍落度/mm
四期	陆上	180	P621-C	63	75
C40	水上	182	P621-C	—	90

注: 掺 1 kg 聚丙烯纤维。

2.2 裂缝分布情况

在前期施工的码头第 9~19 段的面层中, 先后出现了裂缝, 裂缝呈规则分布, 两条裂缝大致与排架中心线平行, 对称分布, 间距约 1.2 m, 即横梁梁顶位置, 部分裂缝通长, 悬臂端排架横梁梁顶两侧基本无裂缝。

3 第 1 次采取措施及效果

3.1 产生原因

原设计现浇纵梁、横梁顶层筋均比旁边面板高出约 5 cm, 因此梁顶混凝土浇筑后, 梁顶混凝土比周围面板高出约 10 cm, 面层砼浇筑后由于梁顶与周围有高差, 导致面层混凝土收缩受到约束存在突变, 引起应力集中, 产生裂缝。

3.2 采取措施

1) 与设计单位联系, 从第 20 段起将纵、横梁顶钢筋下降 7 cm, 降低梁顶混凝土顶高程, 使其与预制面板齐平。

2) 在梁顶部位增加 1 层 $\phi 16@110$ mm 钢筋网。

3.3 实施效果

1) 前期施工的第 20~22 分段为 2004 年 6 月-

2005 年 3 月浇筑面层混凝土, 施工时温度相对较低, 裂缝分布较少, 且较细, 不明显, 出现较晚 (3~4 个月)。

2) 施工的第 23~26 分段为 2005 年 3 月~2005 年 6 月浇筑面层混凝土, 施工时温度相对较高, 裂缝明显, 且出现较早 (最早 3 d)。

3.4 总结

裂缝出现时间与施工期气温密切相关, 只降低梁顶混凝土高程措施达不到有效控制裂缝的效果。

4 第 2 次采取措施及效果

4.1 原因分析

1) 由于受现场浇筑条件限制, 分条浇筑导致面层砼细长比较大, 分条长 75~95 m, 在理论上砼有 $(4\sim6)\times 10^{-4}$ 收缩率, 每条面层砼的理论收缩量为 30~57 mm, 因此认定为收缩裂缝。

2) 根据第 1 次采取措施情况反映, 降低梁顶混凝土高程与面板齐平虽然能改变底部约束突变, 但由于预制砼与现浇砼龄期的差别, 同样存在约束突变, 未能根本解决面层砼底部约束突变。

3) 排架间距较大 (10 m), 横梁梁顶处面层受负弯矩作用, 混凝土受拉力, 预制板周边应力较为集中, 也可能是导致裂缝产生的原因。

4.2 采取措施^[2-3]

1) 为减小砼的收缩量, 以第 27 分段作为试验段, 通过与设计单位沟通, 将面层混凝土强度由 C40 调整为 C35, 并将原先第一代减水剂改为第二代高效减水剂, 减少水泥及水的用量 (表 2)。

2) 为增强梁顶部位的抗裂能力, 在梁顶部位增加 1 层 $\phi 2.4$ mm、间距 5 cm 的钢筋网片, 网片钢筋顶面保护层厚 5 cm。

表 2 混凝土强度改变前后材料品质用量对比表

混凝土强度	陆上混凝土			水上混凝土		
	水/kg	水泥/kg	外加剂	水/kg	水泥/kg	外加剂
C40	180	419	P621-C	182	414	P621-C
C35	160	333	LN800N	165	344	LN800N

3) 为尽早释放梁顶部位面层的收缩应力, 混凝土浇筑后尽早再在横梁梁顶部位割双缝, 位置在



排架中心左右各 60 cm 处, 并填聚氨酯填缝胶。由于第 27 分段面层混凝土施工期间气温较高 (30℃ 左右), 割缝时间控制在混凝土浇筑后的第 2 天, 后续施工中根据气温变化再逐步进行调整。

4) 为减小面层砼的收缩量, 在每条面层砼中选取几条梁顶混凝土作为后浇带, 缩短面层一次性浇筑的分条长度。施工缝根据割缝布置留置, 避免接缝对外形美观的不利影响, 施工缝也在第 2 次浇筑后尽早割缝。

5) 控制砼坍落度, 合理安排施工顺序, 面层混凝土浇筑时尽量避免泵送, 水上采取搅拌船皮带机下料, 陆上采用橄榄车直接下料, 根据配合比要求混凝土施工员和试验员做好现场控制工作, 砼坍落度控制在 8 cm 左右。

6) 加大养护力度, 派专人进行面层砼的养护, 确保面层混凝土 10 d 潮湿养护。

4.3 实施效果

第 27 分段海侧面层第 5、6、9、10 条在措施确定以前浇筑, 梁顶均在浇筑后很快出现裂缝; 第 2、3、4、7、8 条按照修改措施进行施工, 通过 3 个月时间的定期观察, 至今除发现第 8 条有 2 段梁顶两侧出现裂缝外其余梁顶均未发现裂缝。

4.4 总结

1) 将面层混凝土强度由 C40 降为 C35, 采用高效减水剂, 减少水泥及水的用量, 可以有效降低水化热, 减少砼的收缩量。

2) 增加钢筋网片, 能够增强砼表面抗裂能力。

3) 在横梁梁顶部位割双缝, 填聚氨酯填缝胶, 能够尽早释放面层砼的收缩应力。

4) 选取几条梁顶混凝土作后浇带, 缩短面层分条砼的长度, 能够有效减小砼的收缩量。

5) 控制好砼的坍落度、保证良好的养护质量能够有效地防止裂缝产生。

5 进一步讨论措施及效果

从第 27 分段施工情况来看, 横梁梁顶裂缝控制效果比较明显, 但影响裂缝产生的因素有很多,

且由于受到时间的限制, 故还不能确定最终的效果。为继续探讨梁顶裂缝产生原因及控制措施, 做到更好地控制梁顶裂缝, 提高码头观感质量, 接下来在第 28 分段海侧面层采取分单元分块浇筑的方法进行试验性施工, 以求找到一种更为有效的控制方法。

5.1 具体措施

1) 浇筑顺序改为: 板缝→梁顶、护轮坎、面层下部→面层上部。

2) 第 1 次浇筑板缝混凝土强度 C45。

3) 第 2 次浇筑梁顶混凝土及第 1 层面层砼强度为 C40, 第 1 层面层砼厚度为 10~20 cm。

4) 第 3 次浇筑面层上部砼强度为 C35, 上部砼厚度为 6~8 cm, 面层上部分单元分块浇筑。

5.2 实施效果

第 28 段海侧面层均已浇筑完毕, 通过观察, 至今未发现梁顶裂缝产生。

通过试验证明 2 种方案均能够有效控制梁顶裂缝, 但由于裂缝出现的差异性, 因此需观察一段时间后才能确定哪一种方案更为有效。因后者施工步骤多, 施工工期较长, 目前后续施工仍暂时采用第 27 分段的施工方法进行施工, 同时通过观察结果来调整施工方案。

6 结语

码头面层质量, 对工程质量, 特别是在观感评定中有着举足轻重的作用, 而砼裂缝是影响面层质量的重要因素。影响混凝土产生裂缝的因素很多, 目前还没有一种通用的控制措施, 只有在实际施工中通过不断试验来进行对比, 采取最适合本工程的控制措施, 才能尽可能地减少裂缝的产生, 提高工程外观质量。

参考文献:

- [1] 陈忠华, 傅翔, 王五平, 等. 高桩码头从梁裂缝成因分析与对策[J]. 水运工程, 2005(11): 40-44.
- [2] JTJ291-98, 高桩码头设计与施工规范[S].
- [3] JTJ221-98, 港口工程质量检验评定标准[S].