



高桩码头门机梁的安全性检测与分析

王朝晖, 李 辉

(天津港务局, 天津 300456)

摘 要: 论述了门机梁安全性的现场试验和门机梁在不利荷载组合情况下的安全性分析方法。

关键词: 门机梁; 安全性; 检测

中图分类号: U653.921

文献标识码: B

文章编号: 1005-8443(2001)-04-0198-03

1 前 言

随着港口生产的发展, 进港船舶逐渐大型化, 天津港的一些 70 年代设计建造的码头及与之相配套的装卸机械已不能满足生产需求。天津港 9—11 段码头于 1996 年将原有的 20 t 门机淘汰, 改成了新型的 25 t 门机。为了解其安全程度并为门机更换总结一些经验, 对天津港 9—11 段码头的门机梁进行了安全检测。

2 工程基本概况

2.1 码头及门机梁基本情况

天津港 9—11 段码头属高桩承台式结构, 其设计荷载为:

- 均布荷载——前承台 $30 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$, 后方承台 $50 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$;
- 门机荷载——前承台允许 5 t 和 20 t 门机同时作业;
- 铁路荷载——2 股火车按中—18 设计;
- 流动荷载——325—CC 及柯力斯轮胎吊在后方承台作业。

2.2 门机梁的基本参数

天津港 9—11 段码头门机梁的跨度为 7 m, 为分段预制的预应力梁。门机梁通过横梁相互连接, 并在接头处与横梁浇成整体。

门机梁的砼标号为 C35, 抗冻标号为 D300, 抗压强度为 $R_a = 20 \text{ MPa}$, 抗弯强度为 $R_w = 25 \text{ MPa}$, 抗拉强度为 $R_t = 1.9 \text{ MPa}$, 抗裂强度 $R_f = 2.35 \text{ MPa}$, 弹性模量 $E = 3.15 \times 10^4 \text{ MPa}$ 。门机梁配置的钢筋为: 梁底采用 $\Phi^L 25$ 的冷拉 II 级预应力钢筋, 设计强度 $R_s = 420 \text{ MPa}$, 同时还配置 2 $\Phi 25$ 及 2 $\Phi 20$ 的 II 级非预应力钢筋, 设计强度 $R_g = 340 \text{ MPa}$ 。梁顶采用 4 $\Phi 30$ 的 II 级筋, 设计强度 $R'_g = 320 \text{ MPa}$, 弹性模量 $E_g = 2.0 \times 10^5 \text{ MPa}$ 。

2.3 25 t 门机的基本参数

该门机 4 条支腿间的排距和跨距都为 10.5 m, 门机自重 $P = 2\,444.68 \text{ kN}$ 。

3 门机梁安全性检测内容及方法

在 9—11 段码头的 37—41 排架间的门机梁侧面不同高度上和底部贴电阻应变片。

操作门机按一定规律在门机轨道上移动, 并按要求的方向起吊 250 kN 荷重。门机梁上的电阻应变片, 根据门机不同工况会反映出相应的应变数据, 通过大量的应力、应变数据, 分析荷载与应力、应变关系, 以检验门机梁的安全性。

收稿日期: 2001-08-24

作者简介: 王朝晖(1972-), 男, 天津市人, 助理工程师, 毕业于大连理工大学, 主要从事港口规划工作。



4 门机梁的安全性分析

4.1 正弯矩产生的最危险断面正截面强度及抗裂推算

4.1.1 最不利荷载组合

4.1.1.1 门机荷载(由门机荷载引起的实测应变推算最危险的弯矩)

由 $\epsilon_{as} = M_{as}y / (EI)$, 则 $M_{as} = \epsilon_{as}EI / y$,

式中: M_{as} ——由实测应变推算出的截面上作用的实际弯矩; ϵ_{as} ——截面上梁顶起的第一个应变片测点的应变; E ——C35 砼弹性模量; I ——门机梁截面的惯性矩; y ——梁的中和轴到应变测量点间的距离。

经计算, $M_{as} = 920.207 \text{ kN}\cdot\text{m}$

由 5 跨连续梁弯矩影响线可得, 断面上的理论弯矩 $M_{\text{理}} = \sum_{i=1}^5 \alpha_i P = 938.17 \text{ kN}\cdot\text{m}$, 则得到弯矩修正系数 $K = M_{as} / M_{\text{理}} = 0.981$ 。门机荷载产生的最危险断面最大弯矩 $M_{\text{maxs}} = KM_{\text{maxg}}$ 。

由 5 跨连续梁弯矩影响线计算出 $M_{\text{maxg}} = 1166.39 \text{ kN}\cdot\text{m}$, 则 $M_{\text{maxs}} = 1144.23 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 。

4.1.1.2 火车荷载

火车荷载采用中一活荷图式, 荷载系数 $k = 0.85$, 因火车板为双向板(长宽比 $L/B = 10.5/7 < 2$), 所以火车板在集中荷载作用下的支座力近似按两个方向的单向板计算, 分配到各单向板的荷载按板内的一点挠度相同的条件求得, 梁的挠度方程为:

$$EI f = - \int \int [\int M(x) dx] dx + Cx + D,$$

对于距离两支座分别为 a, b 的单个集中力, 跨中挠度方程可简化为: $f = Pb(3l^2 - 4b^2) / (48EI)$ 。

求出火车板纵、横向的挠度 f_x, f_y , 令 $f_x = f_y$, 则计算出火车荷载在最不利布置时由门机梁承担的部分。

火车荷载产生的门机梁最大弯矩: $M_k = \sum_{i=1}^5 W_i q_k = 71.80 \text{ kN}\cdot\text{m}$ 。

4.1.1.3 作用在门机梁上的恒载

a. 门机梁自重

$$q_{\text{梁}} = 27.3 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}, M_{\text{梁}} = q_{\text{梁}} l^2 / 8 = 167.2 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

b. 靠海侧板由门机梁承担的部分

$$q_{\text{海板}} = 10.08 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-1}, M_{\text{海板}} = q_{\text{海板}} l^2 / 8 = 61.74 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

c. 靠岸侧板由门机梁承担的部分

梁靠岸侧板按双向板(长宽比 $L/B < 2$)向横梁和门机梁分配, 则

$$q = 16.25 \text{ kN}\cdot\text{m}^{-2}, P = ql^2 / 4, M_{\text{岸板}} = ql^3 / 16 = 348.36 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

4.1.1.4 最大弯矩

在上述荷载共同作用下门机梁最大弯矩为:

$$M_{\text{总}} = M_{\text{maxs}} + M_k + M_{\text{梁}} + M_{\text{海板}} + M_{\text{岸板}} = 1793.33 \text{ kN}\cdot\text{m}$$

4.1.2 正弯矩产生的最危险断面正截面强度推算

$$R_g A_g + R_y A_y \leq R_w b' h' + R'_g A'_g + \sigma'_{ya} A'_y$$

式中: R_g ——门机受拉区非预应力钢筋设计强度; A_g ——门机梁受拉区非预应力钢筋截面面积; R_y ——门机梁受拉区预应力钢筋设计强度; A_y ——门机梁受拉区预应力钢筋截面面积; R_w ——砼弯曲抗压设计强度; b' ——T 型截面门机梁翼缘计算宽度; h' ——门机梁翼缘厚度; R'_g ——门机梁受压区非预应力钢筋设计强度; A'_g ——门机梁受压区非预应力钢筋截面面积; σ'_{ya} ——门机梁受压区预应力钢筋的设计应力; A'_y ——门机梁受压区预应力钢筋截面面积。

经计算, 上述判别式成立, 所以按宽度 b' 的矩形截面计算正截面强度, 用下式进行:

$$KM \leq R_w b x (h_0 - x/2) + R'_g A'_g (h_0 - a'_g) + \sigma'_{ya} A'_y (h_0 - a'_y),$$

$$R_g A_g + R_y A_y - R'_g A'_g - \sigma'_{ya} A'_y = R_w b x_c$$

当 $x \geq 2a'_g$ 时, $KM \leq R_y A_y (h - a_y - a'_y) + R_g A_g (h - a_g - a'_g)$ 。

式中: M ——设计荷载组合时产生的弯矩; b ——门机梁计算宽度; h ——门机梁高度; a_y ——受拉区预

应力钢筋合力点至受拉区边缘距离; a_g ——受拉区非预应力钢筋合力点至受拉区边缘距离; a'_g ——受压区非预应力钢筋合力点至受压区边缘距离;
经计算, $K = 1.74$, 符合规范 $[k] = 1.7325$ 的要求。

同理可以推算弯矩产生的最危险截面抗裂度及负弯矩产生的最危险断面正截面强度和斜截面最危险断面抗剪强度、抗裂度, 结果见表 1。

通过本次对门机梁的安全性检测分析, 发现 9—11 段码头上 25 t 门机进行单机装卸作业, 门机梁的安全性基本上满足要求。

表 1 允许安全系数和实际系数对比表

序号	项目	允许安全系数	实际安全系数
	正弯矩正截面抗弯	1.733	1.74
	正弯矩正截面抗裂	1.15	1.354
	负弯矩正截面抗弯	1.733	2.31
	斜截面抗剪	1.733	3.74
	斜截面抗裂 $0.9R_f/\sigma_{st}$	1.0	1.524
	斜截面抗裂 $0.7R_f/\sigma_{st}$	1.0	4.669

Safety Examining and Analysis of Portal Crane Girder of Open Type Pier on Piles

WANG Chao-hui, Li Hui

(Tianjin Port Authority, Tianjin 300456, China)

Abstract: The safty test on site of the portal crane girder is described and the safty analysis method of the girder under the adverse loading conditions is given as well.

Keywords: portal crane girder; safty; examine

欢迎订阅 交通环保

1980年创刊, 国内外公开发刊, 双月刊, A4开本, 彩色封面, 48页, 全年定价48元(含邮包费)

☆《中国期刊网》全文收录期刊

☆《中国学术期刊(光盘版)》入编期刊

☆中国学术期刊综合评价数据库来源期刊

☆《万方数据-数字化期刊群》入编期刊

☆第一届、第二届交通部优秀科技期刊

☆1997年天津市1级科技期刊



主管: 中华人民共和国交通部

主办: 交通部环境保护科技信息网

全国唯一一份研究交通环境与交通可持续发展的综合性科技期刊。其主旨是促进交通事业与环境保护协调发展。主要任务是: 宣传交通环保政策法规, 研究交通环保科技问题, 探讨交通环保管理理论与实践, 介绍国内外的先进技术与管理经验, 普及环境保护知识, 传递环保市场信息。主要栏目有: 专论、研究与探讨、综述与介绍、IMO资料、国外点滴、消息动态等。

地址: 天津市塘沽区新港二号路37号

邮政编码: 300456

电话: 022 25708587 25795508-922

传真: 022 25795508-675