

高桩码头接岸结构中一种比较合理的处理形式

谢殿武¹, 刘建国²

(1. 重庆交通学院河海学院, 重庆 400074; 2. 重庆交通规划勘察设计院, 重庆 400067)

摘要:通过对过去高桩码头发生震害的类型及特点的分析, 结合接岸结构连接处理中的常见病害及其对码头的不良影响, 提出一种比较合理的高桩码头接岸结构处理连接形式。可提高高桩码头及接岸结构的抗震能力与适应能力, 减少营运期的维护费用。

关键词:高桩码头; 合理性; 接岸结构

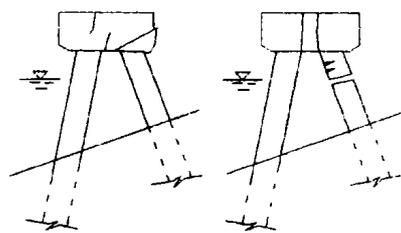
中图分类号: 656.1+13 文献标识码: B 文章编号: 1005-8443(2004)04-0231-03

高桩码头是我国港口建设中, 应用最广泛的码头结构型式之一。该码头为透空式结构, 结构自重小, 对波浪的反射小, 泊稳条件好; 可较多采用预应力构件, 增大预制安装的比例, 有利于组织机械化施工、建设速度快、材料消耗省、造价也较低; 适应大水位差能力强。但是, 高桩码头也有它的不足之处, 如其结构适应工艺荷载变化或超载装卸的能力差, 特别是接岸结构处理复杂, 如处理不当时, 易发生侧向位移、变形、开裂等现象; 地震时, 首先将会造成接岸结构的变形和破坏, 同时也给前方码头结构增加水平推力, 加重码头的震害。特别是内河大水位差架空直立式高桩码头, 显得尤为重要。因此, 如选择一种较为合理的高桩码头接岸结构形式, 可提高码头的抗震能力和接岸结构自身适用能力, 减少营运期间的维护费用。

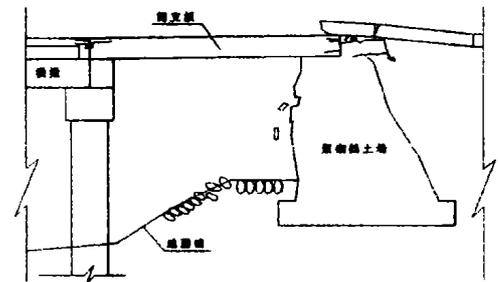
1 高桩码头的震害

国内外的震害调查表明, 桩基深基础比天然浅基础有高得多的抗震能力。但地震发生时, 高桩码头由于地下饱和砂层液化而导致地基失稳, 或由于地基与上部结构振动特性的差异及连接构造上的某些缺陷而使桩发生破损, 尤其是在桩顶附近。同时, 接岸结构遭受的破坏程度也严重。

在高桩码头的震害中, 以前方桩台的叉桩和叉桩帽受损最为普遍, 其中向岸斜桩破坏数量最多, 轻则桩或桩帽开裂, 重则拉断、桩帽完全劈开。其典型的破坏模式如图 1-a 所示。



1-a 叉桩结构



1-b 接岸结构

图 1 高桩码头的典型破坏模式

传统形式的接岸结构地震破坏模

式如图 1-b 所示, 主要挡土结构向前移动或向下倾倒, 横向断裂, 挡土墙严重破坏, 墙后面板隆起。

收稿日期: 2004-06-11

作者简介: 谢殿武(1977-), 男, 广西浦北人, 在读硕士研究生, 助工, 主要从事港航工程施工监控、设计及科研等。

究其病害, a. 主要是地震动力施加循环荷载使结构本身出现疲劳现象, 同时孔隙水压力上升, 抗力明显降低, 甚至因地基液化而丧失殆尽, 并伴随坡体发生侧移和下沉, 加上接岸结构设计不合理等等; b. 通常为原设计未做地震设防或设防烈度不足。一般设计时将叉桩视为铰接的两个杆件, 未考虑桩端的受弯和桩帽的受剪作用以及通过接岸结构给码头承台传递的巨大水平动载。典型震害模式正是提示了这点。

2 接岸结构形式的合理选择

2.1 结构形式的提出

如同其它工程结构一样, 接岸结构形式的选择也要遵循经济、安全、适用等原则。该形式主要有板桩、挡土墙和抛石棱体等, 其形式的选择取决于拟选结构将承受的土压力大小、土坡稳定性、地基应力及沉降等因素, 也即与地质条件、挡土墙高度、码头及平台宽度等有关。通常表层土质条件较差时采用板桩, 浅层土质条件一般时采用挡土墙, 条件较好时采用全抛石棱体。当进行接岸结构形式选择时, 应注意考虑一些减少其对码头不利影响的措施: (1) 码头或引桥与接岸结构之间宜设置简支的过渡板, 并需注意将一板端做成坡口, 以便地震时简支板较易滑出; (2) 适当降低简支板标高, 这样可以增加其适应沉降和不均匀沉降的能力, 避免顶面形成 V 形缺口而影响使用, 即使沉降较大, 也便于处理; (3) 避免在后排采用向岸斜桩, 以减小岸坡沉降对其不利影响, 尤其是大面积回填形成的岸坡中显得十分重要; (4) 预留接岸结构的沉降量, 以减小其沉降对使用的不利影响。

综合上述分析, 在地质条件为一般情况下, 接岸结构形式建议采用如图 2 所示的挡土墙结构, 其主要特点是结构形式简单, 受力明确, 对码头的不良影响小, 使用过程维护费用少。

2.2 结构的设计要点

(1) 设计简支板的跨度不宜过小, 尽量减少后方堆场及岸坡对后排桩产生的滑动及负摩擦等不良影响。

(2) 对简支板的受力分析应考虑各种不利因素, 尤其是倾斜情况下的受力状况, 因其重要性, 应当适当提高安全系数。

(3) 简支过渡板靠近前方桩台一端采用板式橡胶支座, 并在板端设置缓冲设施, 如沥青油毛毡或橡胶, 在靠近接岸结构一端采用聚四氟乙烯滑动支座。

(4) 在滑动支座板端的悬臂段设置坡口, 按悬臂梁设计, 其坡口角度 α 可取 $20^\circ \sim 30^\circ$, 并在坡口端与挡土墙背加设简支结构, 可采用型钢加钢板组成。

(5) 挡土墙的胸墙宽度应适当加宽 $25 \sim 40$ cm, 以提高简支板对挡土墙发生滑移和沉降的适应能力。

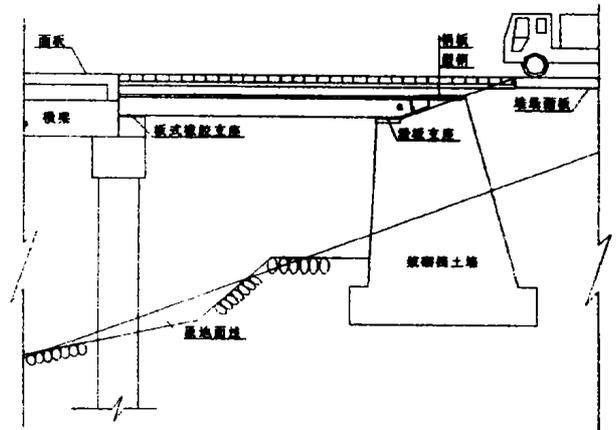


图 2 建议采用的挡土墙结构

3 使用评价

对码头进行抗震分析时, 与采用高桩后板桩方案和不设简支过渡板方案相比, 由堆货荷载和剩余水头产生并直接传给前方桩台的动土压力和动水压力已减小到最小值。前方桩台地震惯性力可按单质点体系运用反应谱法进行计算, 但对上部构造所产生的地震作用可考虑阻尼的影响, 以改善固定支座受力状况, 并使之更接近实际。

不考虑结构非线性阻尼影响时, 由简支结构对支座中心处产生的水平地震力可按下式计算:

$$E_{hs} = C_1 C_2 (K_h \beta_1 G_{sp} - \mu_d R) \quad (1)$$

式中: E_{hs} 为上部结构对板式橡胶支座中心处产生的水平地震力 (kN); C_1 为重要性修正系数; C_2 为综合影响系数; K_h 为水平地震系数; β_1 为沿板跨方向的动力放大系数; μ_d 为另一端滑板支座动摩擦系数; R 为另一端滑板支座反力之和 (kN)。

在使用过程中, 由于使用荷载的变化, 加上地基条件的复杂性, 接岸结构发生一定的沉降或不均匀沉降, 为

避免由沉降所形成的 V 形缺口而影响使用,可采用如图 3-a 所示的方法进行处理。

当发生超过设防烈度的地震时,由于板端坡口的作用,简支板将顺着坡口向上滑移,如图 3-b 所示,后方堆场的堆货荷载和剩余水头产生的动土压力和动水压力不能通过简支结构直接传给前方桩台,这样地震荷载造成的叉桩及挡土墙胸墙的破损程度将大大降低。这样震后造成的维修费用将比其他接岸结构所造成的要少得多。

4 结论

(1)上述设有坡口的过渡简支板连接形式的接岸挡土墙结构,明显具有结构形式简单,受力明确,对码头的不良影响小,且使用过程维护费用少等特点,并有一定的推广意义。

(2)高桩码头建设的难点在于其接岸结构处理上,尤其是高填土条件下,如何使高桩码头接岸结构在大水深、高回填的情况下不变形、上部结构不开裂、不位移,将是设计、施工的研究重点。

(3)分析地震时由桩、地基土及附着结构共同组成的振动体系中各自的振动特性及其相互作用与相互影响,如何有效、完整地对该振动体系建立起力学和数学模型来加以分析,同样是摆在科研工作者面前的课题。

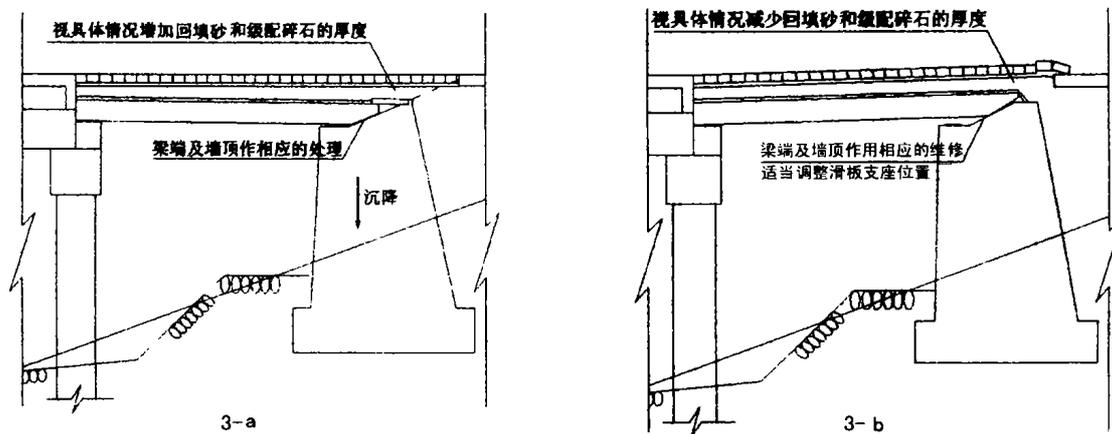


图 3 典型病害处治方式

参考文献

- [1] 金崇磐,王云球. 港口水工建筑物抗震[M]. 北京:人民交通出版社,1995.
- [2] 陈万佳. 港口水工建筑物[M]. 北京:人民交通出版社,1987.
- [3] 交通部水运司. 中国水运工程建设技术[M]. 北京:人民交通出版社,2003.

A More Reasonable Link-banked Structure of High-piled Wharf

XIE Dian-wu¹, LIU Jian-guo²

- (1. The River and Ocean Department of Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China;
- 2. Chongqing Communication Planning and Prospecting Design Institute, Chongqing 400067, China)

Abstract: Through analysis on the types and characteristics of damage of high-piled wharf due to earthquake, a more reasonable link-banked structure of high-piled wharf is proposed. The using of this structure can advance the wharf's abilities in anti-earthquake and application, and reduce the expense for maintenance.

Keywords: high-piled wharf; rationality; link-banked structure