

浅议老港区码头加固改造方法

上海港国际客运中心开发有限公司 奚静雯

前言

为适应上海港装卸生产的迅速发展, 自上世纪的八十年代后期以来, 在国家交通部及上海市政府的支持下, 先后建成了宝山、关港、外高桥、罗泾等码头, 并对军工路、张华浜、煤炭、民生等码头进行改造。“八五”和“九五”期间, 码头建设共投入资金 98.43 亿元, 其中更新改造 41.35 亿元。共新建和改建码头泊位长度 5 026m。在这十多年中, 针对集装箱装卸生产发展加速, 码头改造也根据这一产业结构变化适时作了相应调整。许多老码头结合使用状况和本身负载条件先后被加固, 配置桥吊、门机, 从而使改造后的老码头既能继续从事件杂货装卸, 又能拓展集装箱装卸作业业务。通过十多年来的新港建设和老港改造, 有力地促进了生产力的发展, 并取得较好的经济效益。2002 年全港完成吞吐量 26 383.9 万 t, 比 1990 年的 14 678.8 万 t 增加了 11 705.1 万 t。2002 年集装箱吞吐量完成 861.2 万标准箱, 而 1990 年尚处于起步阶段, 仅为 45.6 万标准箱。期间码头加固改造形式随着具有科技含量的新工艺、新材料不断推广而有所不同。本文着重对不同方式在老码头加固改造中应用作一介绍。

一、老码头加固改造的几种新方法

1、传统结构加固方法在码头改造中的应用

上海港黄浦江两岸的老码头大部分是建于二十世纪 80 年代, 现在都已进入维修期, 而且, 码头破损情况因码头结构形式不同而各异, 如: 产生裂缝、钢筋锈蚀、混凝土碳化等。传统的加固方法通常是拆除码头原有不符合较大承载要求的陈旧的上部结构, 利用原有桩基, 或者适当补桩加固, 并新浇注上部混凝土结构。采用现浇横梁、预制纵梁和面板, 通过现浇面层形成整体。这种改造方式虽能改善码头

现况, 恢复码头承载力, 但对港区装卸生产有较大影响。表现为施工条件复杂、施工空间受到制约。如: 以高桩码头为例, 其破损主要在码头面以下, 加固工作必须在水上搭建施工平台, 导致工作面狭窄, 无法进行机械化施工, 工效降低。并且, 相对其它改造方法维修费用较大, 表现为施工环境较差, 由于是在港区内进行, 必然受到其它码头泊位作业影响, 对施工船只的调动和施工机械的布置等都会增加管理费用。这些因素都将会反映到维修费用上去。因此, 此种方式难以适应老港区装卸生产任务的需要。

2、结构粘钢技术在码头改造中的应用

针对码头泊位承接装卸任务繁忙, 以及码头梁、柱局部受损这一特点, 引进科技含量较高的结构粘钢专业技术, 恢复码头承载力。结构粘钢加固是一种建筑工程的加固技术。用特制的结构胶粘剂, 将钢板粘贴在钢筋混凝土结构的表面, 使钢板与混凝土构件共同工作, 达到加固及增强原结构强度和刚度的目的。

粘钢加固施工工艺及操作要求:

1) 先对混凝土表面裂缝进行灌浆修复形成封闭。再将混凝土待贴表面打毛, 清除表面污垢、尘土后, 用丙酮擦拭干净。

2) 然后将钢板粘贴面除锈、打磨, 并用丙酮擦拭干净。

3) 按 4:1 比例将结构胶与固化剂进行配置, 并搅拌至无色差、无气泡, 充分均匀的结构胶。

4) 将配置好的结构胶, 分别均匀涂抹于钢板及混凝土待贴表面, 然后将钢板粘贴到混凝土面上, 并通过预留孔, 用膨胀螺栓及角铁固定加压。

5) 最后在钢板表面涂刷防锈漆。

建于上世纪 80 年代初的上海港共青#1—#3 泊位码头加固改造工程, 即采用粘钢技术。该码头为



由于混凝土结构自然老化、不均匀沉降等多方面的原因,有些混凝土构件均有不同程度的损坏,特别是码头横梁,多处产生裂缝。由探摸可知,横梁最大裂缝宽度已超过规范规定的正常使用要求的允许值,考虑今后荷载增大,地基变形,横梁混凝土碳化收缩等原因有可能继续扩大裂缝宽度。因此,为恢复该码头承载能力,必须对码头进行改造。经对码头横梁进行测试和加固验算,若采用粘钢技术,可以促使横梁承载力得到恢复,码头仍能满足设计承载力和规范的要求。因此,采用粘钢加固法用粘结剂将钢板粘贴到构件需要加固的部位,以恢复结构承载力。从目前使用情况来看,外贴钢板抑制裂缝产生和限制裂缝扩展的作用明显的。但是,由于粘贴钢板长期处于水位变动区,所以,需经常加强对钢板的维修、保养工作。

3、碳纤维(CFRP)加固混凝土技术在码头改造中的应用

碳纤维布加固修补结构技术是近几年来推广应用的一种新型的结构加固技术。它是利用树脂类粘结材料将碳纤维布粘贴于混凝土构件的表面,利用碳纤维材料良好的抗拉强度达到增强构件承载能力的目的。

施工工艺及操作要求:

1) 表面预处理:先以环氧树脂灌注,对裂缝封闭,使其达到强度硬化后,用磨光机把碳纤维加固面积范围内的混凝土磨平,转角粘贴处要进行倒角处理,并打磨成圆弧状,圆弧半径不小于20mm。对于裂缝修补区域周边混凝土表面破损的地方,凿除后用环氧砂浆填补平整。

2) 粘结剂配置:粘结剂和粘结底涂的配置,须严格按使用说明和相关试验配比操作,配置器皿和工具不得沾水和油污,搅拌器应以低速搅拌,充分搅合,尽量不要出现气泡,并保持颜色统一。

3) 涂胶、粘贴碳纤维布:将混凝土表面灰尘清除后用丙酮擦拭干净,均匀地涂上一层底胶环氧树脂。待固化后用细砂纸轻轻打毛表面,再用丙酮擦拭干净,涂上粘结剂,然后尽快地把裁好的碳纤维布覆贴上去,在横梁底及两个侧面分别横向粘贴碳纤维布一层,滚压密实无气泡,使环氧树脂充分渗透碳纤维布。

第一层碳纤维布硬化后,用丙酮把表面擦拭干净,再涂上粘结剂,按U型粘贴纵向碳纤维布。再次滚压密实,最后,在碳纤维布处,再涂一层环氧树脂保护层。

上海港宝山港务公司#6、#7泊位码头改造工程即采用该工艺方法。该码头为上世纪80年代后期设计、建造的高桩梁板式码头。#6泊位为件杂货码头,长180m, #7泊位为江驳码头,长90m,宽度都为16m,原设计门机起重能力为10t,为满足集装箱内支线装卸生产发展的需要,要求使用起重能力为40t的门机。经设计对码头的轨道梁、横梁、基桩分别进行内力和结构强度的复核算,在码头结构修复完好的前提下, #6、#7泊位可以使用定制40t非标门机。从探摸情况看,码头前沿少量构件系船舶撞击而损坏外,纵向梁系全部完好无损,主要问题是前门机梁下的下横梁在半叉桩的斜桩上方,普遍出现垂直于斜桩的斜裂缝,较多的下横梁裂缝从两侧延伸至梁底。损坏较严重的裂缝宽度在1~2mm之间,远远超出《港口工程混凝土设计规范》允许的上限0.3mm。这种破损形式在以往的工程中是少见的。由于下横梁修复部位较为特殊,如按常规的方法施工,势必敲拆大量原先完好无损的前门机梁、外边梁以及面板等大量混凝土构件,待局部横梁重新浇注后,再预制安装纵向梁系、面板、并现浇面层。这种方法使得修复费用大幅度增加,工期拉长,现场装卸生产便有较长时间停工,影响较大。如采用粘钢技术,又因为需修补加固的位置处在特殊的地方,难以按粘钢技术工艺施工。而用碳纤维加固混凝土结构,可充分利用其高强度、高弹性模量的特点来提高构件承载力及延性,从而降低或减少施工时对现场装卸生产带来的影响。具体是对裂缝采用了环氧树脂浆液灌注,并考虑到下横梁处于水位变动区,在配置环氧树脂时使浆液具有亲水性。经上述灌浆后的混凝土构件,基本能恢复原有的强度。同时,为了增强结构局部的抗剪、抗拉能力和抗疲劳能力,在对裂缝进行环氧树脂浆液灌注修补后,再在裂缝范围内用双层碳纤维布对修复构件作进一步的加固。即在裂缝范围内先沿梁长方向在梁两侧、梁底粘贴一层碳纤维布(长度为2m),再沿梁横截面方向粘贴一层,从而达到增强结构承载能力这一加固要求。

经过对修复后的码头先后二次进行静荷载试验,测试结果表明:经灌缝和粘贴碳纤维布加固后,构件裂缝得到一定控制,没有出现裂缝继续扩展现象。在竖向荷载下横梁经加固补强后基本达到原设计承载能力,满足40t非标门机安全运行要求。

二、三种不同码头加固改造形式的比较



目 方 法	传统结构加固方法	结构粘钢技术	碳纤维加固混凝土技术
施工工期	比较长	较短	短
加固改造费用	相对较大	较小	较小
对港区作业影响	施工期停止装卸作业	较短时间停止作业	短暂停止作业
施工难易程度	有较多工艺要求	施工工艺较简单, (有部位要求)	简便, 尤其适应复杂部位修复
码头承载力使用效果	恢复或提高码头承载力	恢复或局部提高梁、柱承载力	增强结构承载力

从上述三种不同加固方式的比较可以看出, 结构粘钢技术施工快速、工效高, 能在不停产且较少影响装卸作业情况下完成施工; 施工工艺比较简便, 施工占用场地少, 对周边环境影响小。完成加固后的结构外观基本不改变, 比较轻巧, 由于钢板薄, 材料轻, 结构自重增加极微, 但对加固修补位置有一定选择要求。而碳纤维加固混凝土技术, 基本不增加原构件自重及原构件尺寸, 其更具有高强、高效、施工质量易保证, 且耐腐蚀及耐久性极佳的特点。由于工期短, 避免或减少停产时间, 使得码头生产与施工突出矛盾相应减少, 使企业生产经营的收入相应得到保证。

经过工程实践, 证明码头加固改造工程采用结构粘钢加固技术, 结构强度和刚度都能满足设计要求。而碳纤维加固混凝土技术能够在码头横梁等比较复杂部位应用, 具有相当灵活的适应性。经测试, 采用该工艺方法加固后, 各项主要技术指标都能达到原设计要求。码头竣工投产后使用情况良好。因此, 该高新技术同样适用于老码头改造工程, 通过结构加固补强, 增强结构承载力, 在港口水工领域具有十分广泛的推广应用价值。

综上所述, 针对不同部位和生产现状, 引进不同高新技术, 并将其运用在港区码头结构修复上, 不但投资少、工期短、而且见效快。

结构粘钢技术和碳纤维加固混凝土技术移植上海港码头修复中还是首次, 因被加固修复的钢筋混凝土构件经常受到水位变动的影 响, 其最终的效果有待于码头管理者的精心维护和长期观测。

三、老码头发展趋势和建议

随着上海城市规划发展及对黄浦江两岸地块加速开发利用, 上海市府已 将黄浦江两岸的码头生产建设和发展, 逐步向长江南岸和附近沿海地区进行战略转移和结构性调整。由此, 黄浦江两岸一些企业将逐渐被置换或搬迁, 原有的码头将根据旅游发展需要被改建成大型国际邮轮停靠的国际客运码头, 或成为供人们观赏休闲的亲水平台绿化景点。由此, 上海港老码头改造又将面临新一轮的机遇和挑战, 同时也面临在改造建设过程中会发生的一些新问题。比如原有的防汛墙有可能要被沿江绿化花坛、地下车库等形式替代; 过去的码头由于装卸作业安全等原因形成了一个对外封闭的管理区, 现在有可能要“对外开放”, 使游客能直接进入码头休闲观赏; 由于要在江边建设亲水平台, 由此会发生大潮汛对低地势区域绿化侵袭, 而使亲水平台受到黄浦江内漂浮物污染等等。这些涉及工程结构、安全管理、环保等方面问题都是我们要在新一轮码头改造建设过程中, 加以研究的新课题。