

玻璃钢/钢复合结构带式舟桥方舟的制作工艺^{*}

陈启飞 黄亚新 赵启林 王建平

(解放军理工大学工程兵工程学院,南京 210007)

摘要 根据玻璃钢和钢材这两种材料的优点及现行带式舟桥的结构特点,论述了采用玻璃钢/钢复合结构研制新型带式舟桥的构想。以带式舟桥方舟模型的制作为例,提出了实现上述构想的工艺设计方案,并详细阐述了以手糊成型为主的制作工艺。研究表明,玻璃钢/钢复合结构带式舟桥的制作工艺方便、可行,经试验验证,结果可靠,对促进玻璃钢在舟桥器材中的应用具有指导意义。

关键词 玻璃钢/钢复合结构 带式舟桥 方舟 制作工艺 手糊成型

舟桥器材的研制涉及很多学科,如桥梁、船舶、材料、结构和工艺等。现行舟桥器材大量使用的仍然是以钢材为主的传统结构材料,虽然其承载力大,但也存在舟桥重、机动性差、抗损性弱、耐腐蚀性差、维护保养费用高等一系列缺陷。为适应现代战争的要求,新一代舟桥器材将朝着标准化、系列化和自动化方向发展,以保证舟桥器材本身的高速机动和快速架设^[1]。

带式舟桥是一种舟、桁、板合一的结构形式,它由浮游桥脚、承重结构、载面部分三位一体组成,是一种比较先进的舟桥结构形式。其结构特点为:①总体结构形式较简单,河中部分直接由一系列箱形浮体组成,整个浮桥结构基本可以简化为只需解决单个箱形浮体的承载与连接等问题。②浮桥在架设中不需要预先结合桥节,只需要在桥轴线上依次接长桥段。③箱形浮体的整个横断面都参加工作,因而浮桥的垂直刚度很大,承载面部分很宽阔。这些结构特点决定了设计带式舟桥基本上只需解决单个箱体及两个箱体之间连接的设计计算问题即可^[1]。

带式舟桥最基本、最重要的结构是纵向承重结构。现行的钢质四折带式舟桥的纵向承重结构布置在两个中间舟节(方舟)上,可与邻近的方舟在桥长方向连接,边舟(尖舟)主要用来增加排水量、提高浮桥的稳定性和增大浮桥的车行部宽度。

1 玻璃钢/钢复合结构带式舟桥方舟的制作工艺

1.1 玻璃钢/钢复合结构

玻璃钢作为一种新型的复合材料,具有质量轻、比强度高、成型方便、耐腐蚀、几乎不需维护保养等优点,这些都是金属等传统材料所无法比拟的^[2]。玻璃钢制品一般采用手糊成型工艺,这种工艺具有设备投资少、见效快、制品尺寸不受限制、生产技术易掌握等独特优点,应用广泛,在我国大多数玻璃钢

生产企业中一直是一种主要的成型工艺,目前约占70%。

文献[2-3]提出了研制带式舟桥可以采用玻璃钢/钢复合结构的形式,即带式舟桥的主要受力构件和箱体与箱体之间的连接构件必须采用高强度钢材,壳板和加强筋可以采用质量轻得多的玻璃钢,以减轻结构质量,充分利用玻璃钢和钢材这两种材料的优点。

带式舟桥的受力主体是方舟,为实现上述结构形式,可作如下考虑(如图1所示),即纵横向连接件、舟体的周边舷缘角钢和底板主龙骨仍然沿用原有结构形式和材料;舟体的壳板全部采用玻璃钢,壳板上的纵横向加强筋的数量及其间隔距离与钢质带式舟桥完全相同;加强筋的芯材采用泡沫塑料,外包玻璃纤维布与壳板一起成型。

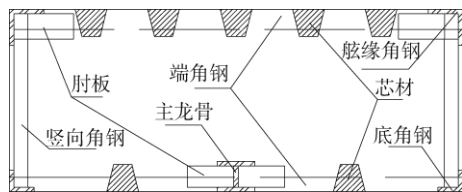


图1 玻璃钢/钢复合结构方舟横断面图

为使舟体的钢构件和玻璃钢构件及加强筋能更好地共同工作,在舟体纵向钢构件(即舟体纵向上、下舷缘角钢、底板主龙骨)上,按加强筋的间隔距离要求焊接钢肘板,将纵向主要受力构件上的力顺利传递到舟体壳板上,实现相互之间的共同工作。

作为承载面的甲板,由于不允许出现较大的挠度,应在甲板下布设加强筋来解决。

1.2 工艺设计方案

对玻璃钢制品的外观和强度影响最大的就是工

^{*} 国家自然科学基金资助项目(50608069)

收稿日期:2007-01-10

艺设计和制作过程。对于方舟的工艺设计来说, 应分别设计一个方舟钢骨架的焊接胎架, 一个方舟侧板、端板和底板的糊制模具和一个方舟甲板的糊制模具。方舟甲板另行设计一个糊制模具主要是便于安装钢骨架并将之与各个壳板连接。

在制作时, 首先将方舟钢骨架在焊接胎架上焊接成整体框架, 然后将该整体框架准确放置在方舟侧板、端板和底板的糊制模具内, 进行方舟侧板、端板和底板的糊制。在手糊成型时, 一定要将钢骨架糊制在玻璃钢壳板内, 同时将加强筋与玻璃钢壳板糊制在一起。与此同时利用方舟甲板糊制模具进行方舟甲板的糊制, 最后将方舟甲板整体粘接到方舟的其它壳板上。

加强筋在糊制时, 与玻璃钢板材一起包裹层压成型, 但在包裹最后一层玻璃织物时, 往往会因其收缩拉紧而在折边处翘起, 导致粘合不好。解决办法是: 在包裹最后一层玻璃织物时将加强筋的顶部切开, 然后重叠复合。

1.3 玻璃钢壳板制作的工艺要求

(1) 主要材料

钢材: 主龙骨和舷缘角钢等构件采用 902 钢, 纵向接头(包括单、双支耳及单销)采用 30CrMnSi。

玻璃钢: 增强材料采用无碱玻璃纤维毡和无碱玻璃纤维布, 常州二五三厂生产; 树脂采用 189 号不饱和聚酯树脂, 常州玻璃钢造船厂生产。

泡沫塑料: 选用硬而不脆的泡沫塑料。泡沫塑料对提高加强筋的刚性没有直接影响, 但能较好地防止腹板压曲, 并且成型时的粘合性能好, 能准确地固定加强筋形状。

(2) 配方及辅料

纤维布和树脂的配比为 1:1(质量比), 引发剂(糊状环己酮)的质量分数为 4%, 促进剂(环烷酸钴)的质量分数为 1%~4%(视环境温度而定, 温度高则少加, 温度低则多加)。

(3) 生产过程中的要求

①树脂和纤维的比例分配应该是在壳板的表面树脂要多(便于粘接), 中间要少(保证强度高)。

②布层在敷设中要使纤维呈绷紧状态, 表面平整, 纤维毡和布中间的气泡要赶出。

③在天气比较炎热、气温较高的环境条件下, 促进剂可以少放一点。

④钢构件的表面要除锈(可用丙酮清洗一遍)。

⑤钢构件与纤维的包覆要紧密, 中间不得留有

气泡。

⑥为保证质量, 要求生产车间的温度不得低于 15℃, 湿度不得大于 75%。

1.4 结构制作过程

先加工高强钢骨架部分, 然后在常州玻璃钢造船厂制作玻璃钢壳板和加强筋。制作时采用手糊成型工艺。

(1) 模具制作

糊制方舟壳板时, 应先制作模具, 模具的材料以木材为主。首先根据方舟的图纸将外廓尺寸进行适当放大(其中, 端板和侧板还需做成具有一定斜度, 以便于脱模), 设计出模具图纸, 制作木质模坯骨架。然后按模具图纸放样, 用三合板或五合板等材料制成方舟各个壳板的样板。根据方舟壳板的样板做出不同的木质筋板有机排列组装在模坯骨架上, 骨架要固定在加工平台上。然后对模具进行表面处理, 并进行光照检查, 发现不平顺之处, 尽早采取相应措施找平。在开始糊制前, 应将模具表面擦干净, 然后用干净柔软的纱布浸取适量脱模蜡, 在模具内表面均匀涂抹, 过一段时间后再用洁净纱布用力打光, 如此反复 3~5 次。如图 2 所示。



图 2 玻璃钢壳板模具

(2) 玻璃钢壳板糊制

在模具制作完成并晾干后, 按照工艺设计方案分别糊制玻璃钢底板、端板和侧板面, 以及甲板面。

糊制上述壳板时, 首先应制作胶衣。制作时采用喷涂法, 在局部无喷涂条件时, 也可采用刷涂法。胶衣可分层喷涂, 但最外层颜色应为军绿色。

然后进行增强层的制作。在模具内表面开始糊制第一层玻璃纤维毡, 糊好之后再糊一层玻璃纤维布, 待其固化后, 将经过除锈处理的钢材框架放置在模具内, 再按上述步骤糊制 3~5 层玻璃纤维毡和玻璃纤维布。糊制时, 应将钢材构件用玻璃纤维布包裹起来并用夹具适当固定好。糊好的玻璃纤维毡和布与钢材构件应包覆紧密, 中间不得留有气泡, 如图 3 所示。

待固化完成之后, 再分别糊制底板、端板和侧板上的纵横向加强筋(如图 4 所示)。加强筋的芯材



图3 玻璃钢壳板糊制



图4 糊制加强筋

为梯形或帽形截面的泡沫塑料,加强筋应与钢材框架上设置的钢肘板相连。

甲板面与底板、端板和侧板面在糊制过程中的不同之处在于:只须将钢材构件换成必要的钢材舾装件,在甲板面的四周适当位置用玻璃纤维布和毡包覆起来。

在底板、端板和侧板与框架糊制好并固化之后脱模(如图5所示),用玻璃纤维丝浸取树脂将固化好的甲板面与甲板下舷缘角钢、端板和侧板粘好,把甲板面对正压好,上面再压上重物(如图6所示)。待完全固化好之后,再把承压面板与舷缘角钢粘接



图5 脱模



图6 压上重物

起来。

最后对方舟模型进行表面处理(如图7所示),包括打磨和抛光两道工序。打磨时分别采用不同标号的水砂纸按从低标号到高标号的顺序反复严格打磨。抛光时用抛光机进行粗抛光和精细抛光。



图7 表面处理

(3) 试验验证

按照上述工艺制作的方舟模型(缩小为原型的1/4)制作完成后,还需要进行相互间的连接互换性试验。文献[3]介绍了将方舟模型相互连接后进行试验研究的情况,试验结果与理论计算结果吻合较好。

2 结论

(1) 在当前以钢材等传统结构材料为主研制带式舟桥的形势下,应充分利用玻璃钢和钢材这两种材料的优点并根据现行带式舟桥的结构特点,采用玻璃钢/钢复合结构研制新型带式舟桥。

(2) 以带式舟桥方舟模型的制作工艺为例,提出并实现了玻璃钢/钢复合结构的工艺设计方案。

(3) 按上述方案生产的方舟模型经试验验证,结果可靠,表明传统的手糊成型工艺不仅方便而且可行,对促进玻璃钢在舟桥器材中的应用具有指导意义。

参考文献

- 王家麟,李志刚,袁辉,等.舟桥结构与计算[M].南京:工程兵工程学院,1995.
- 黄亚新,陈启飞,姚树镇.复合材料在军用渡河装备中的应用[J].玻璃钢/复合材料,2000(4):47-48.
- 陈启飞.复合材料在舟桥中的应用研究[D].南京:解放军理工大学,2000.

OPERATING PROCESS FOR CENTER PONTOON OF RIBBON PONTOON BRIDGE WITH FRP/STEEL COMPOSITE STRUCTURE

Chen Qifei, Huang Yaxin, Zhao Qilin, Wang Jianping

(Engineering Institute of Engineer Corps, PLA University of Science and Technology, Nanjing 210007, China)

ABSTRACT On the basis of advantages of the two materials FRP and steel, combined with the structural characters of ribbon pontoon bridge, the idea of using FRP/steel composite structure in developing new type ribbon pontoon bridge is discussed. Center pontoon model of ribbon pontoon bridge is taken as example, the process design is put forward and hand lay up moulding process is introduced in detail. Research results show that the operating process is convenient and feasible, and provide guiding significance to promote the application of FRP in ribbon pontoon bridge.

KEYWORDS FRP/steel composite structure, ribbon pontoon bridge, center pontoon, operating process, hand lay up moulding