

文章编号:1005-8737(2000)04-0087-04

玻璃钢渔船舢龙骨连接形式的研究

邱天霞, 李文涛, 宋协法, 高清廉

(青岛海洋大学 水产学院, 山东 青岛 266003)

摘要:在对玻璃钢渔船舢龙骨连接形式调查研究的基础上,根据舢龙骨在水中所起到的阻尼作用,计算渔船舢龙骨板所受的应力;并根据4种玻璃钢骨架的剥离试验数据,计算出玻璃钢渔船舢龙骨的连接强度。将计算结果与试验结果相对比,选出了适合不同玻璃钢渔船的舢龙骨连接形式。

关键词:玻璃钢渔船;舢龙骨;连接形式

中图分类号:S972.7

文献标识码:A

舢龙骨是船舶的主要止摇设备,玻璃钢渔船也必需装设舢龙骨,以改善其横摇性质。但是,玻璃钢渔船舢龙骨连接形式很多,连接方法也不尽相同。本文通过对玻璃钢渔船舢龙骨连接形式的调查研究和理论计算,选出既能保证连接强度,又能减轻重量和节约材料的连接形式,以促进玻璃钢渔船在我国的推广和普及,并为我国水产行业制订玻璃钢渔船船体结构节点标准提供依据。

1 舢龙骨的形式

经调查,现国内外采用的舢龙骨形式及其连接方法主要有整体式与组合式两大类^[1]。

1.1 整体式舢龙骨

1.1.1 开放折角型舢龙骨 在船的舢部,沿拟设舢龙骨部位,将外板作成直角,形成1个平台,在直角位置两边加糊玻璃布增强,见图1。

1.1.2 封闭折角型舢龙骨 在折角型外板成型后,折角部位上面加1个盖板,使其成为封闭的舢龙骨。其内部有的是空的,如图2a所示;更多的情况是在其内部填充泡沫塑料形成芯材,如图2b所示。

1.1.3 收缩型舢龙骨 在船的舢部,使舢龙骨的外侧板顺着舷侧外板向下延伸,基本形成一个等腰三

角形,并使盖板基本平行于升高底板,见图3。

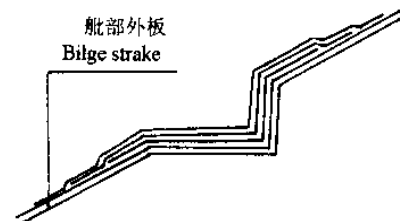


图1 开放折角型舢龙骨

Fig.1 Opened folding-angled bilge keel

1.2 组合式舢龙骨

1.2.1 梯形芯材舢龙骨 船体外板脱模后,在船的舢部将以梯形木材或泡沫塑料为芯材的舢龙骨包糊而成(图4)。

1.2.2 三角形芯材舢龙骨 在外板的舢部包糊三角形芯材的舢龙骨(图5)。

1.2.3 带中心板的三角形舢龙骨 这种舢龙骨的中央有1块玻璃钢制平板,玻璃钢板的两面胶有三角形的泡沫塑料,外面用铺层包糊。如图6所示。

1.3 螺栓固定式舢龙骨

为了使舢龙骨牢固地与船体形成一体,用螺栓将木质芯材固定在船体舢部,然后,内外双向包糊,见图7。

收稿日期:2000-01-26

作者简介:邱天霞(1968-),女,青岛海洋大学水产学院讲师,从事渔船性能研究。

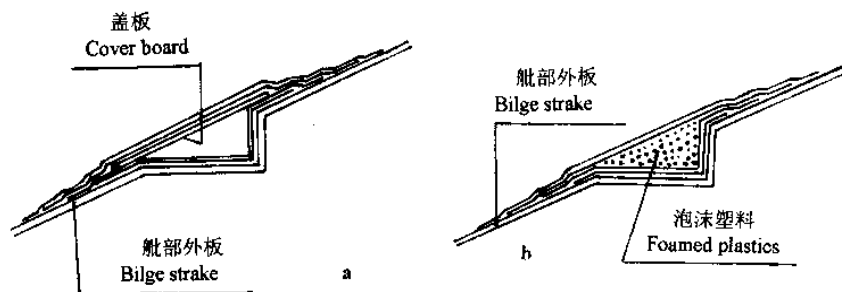


图 2 封闭折角型舦龙骨

Fig.2 Closed folding-angled bilge keel

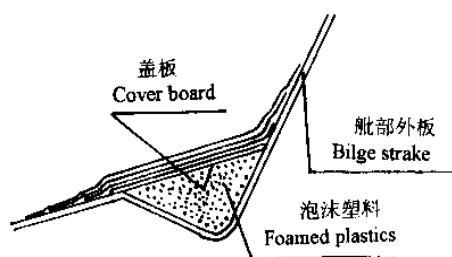


图 3 收缩型舦龙骨

Fig.3 Shrinking bilge keel

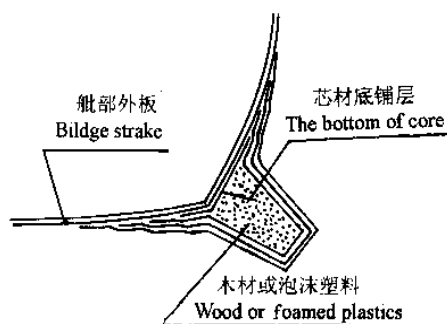


图 4 梯形芯材舦龙骨

Fig.4 Trapezoid-core bilge keel

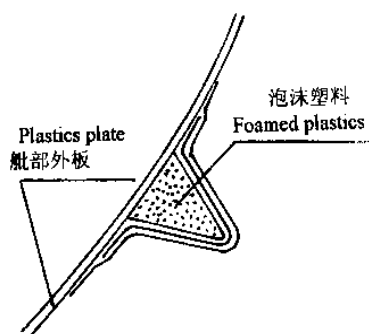


图 5 三角形芯材舦龙骨

Fig.5 Triangular-core bilge keel

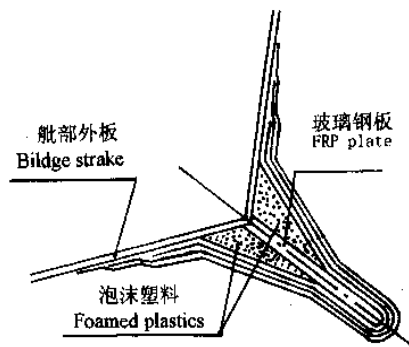


图 6 带中心板的三角形舦龙骨

Fig.6 Triangular bilge keel with a FRP plate in center

2 舦龙骨的强度计算

舦龙骨之所以起到增加阻尼的作用,是由于横摇时舦龙骨板本身形成阻尼,即舦龙骨板阻尼;同时在船体上由于舦龙骨的存在导致船体压力分布改变而形成阻尼。对于方型系数和横中剖面系数较小的渔船来说,舦龙骨板阻尼在由舦龙骨所造成的阻尼

中占主要成分。另外,渔船是海上的工作船,保证舦龙骨与船体的连接有足够的强度是十分重要的^[2]。

当船舶横摇现象出现时,舦龙骨板会遇到沿船体表面作相对运动的水流,水流遇到舦龙骨板,形成旋涡阻力,结果在舦龙骨板上形成作用力,分别作用在左、右舷的舦龙骨板的作用力形成横摇阻尼力矩,也就是舦龙骨板阻尼。

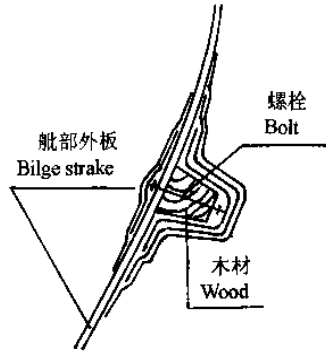


图7 螺栓固定式舵龙骨

Fig.7 Bolt-fixed bilge keel

根据若干船舶的试验资料^[3], 所提出舵龙骨造成的阻尼力矩经验公式为:

$$M_R = 0.4 \times 9.807 A d^3 \dot{\theta}^2 = 3.923 A d^3 \dot{\theta}^2$$

式中: M_R —阻尼力矩/($\text{kN} \cdot \text{m}$);

A —舵龙骨面积/ m^2 ;

d —舵龙骨中央到船重心距离/ m ;

$\dot{\theta}$ —横摇角速度/($\text{rad} \cdot \text{s}^{-1}$)。

因此, 舵龙骨板上的作用力 R 为: $R = \frac{M_R}{d} = 3.923 A d^2 \dot{\theta}^2$

舵龙骨板上的应力为: $\sigma_R = \frac{R}{A} = 3.923 d^2 \dot{\theta}^2$

现以青岛海洋大学设计的 14.7 kW 的玻璃钢渔船为例对舵龙骨所受的应力进行计算^[4]。

舵龙骨长度为 3.24 m, 舳前为 1.188 m, 舳后为 2.052 m。由于舵龙骨连接强度的计算目前还没有具体方法, 故本文通过计算舵龙骨所受应力来反映舵龙骨的连接强度。当渔船空载到港时, 横摇最为剧烈, 因此, 计算此时舵龙骨所受的应力如下:

重心位置: $X_g = -0.484 \text{ m}$

$Z_g = 0.924 \text{ m}$

横摇自摇周期: $T_\theta = 2.72 \text{ s}$

舵龙骨中央到船舶重心距离: $d = 1.16 \text{ m}$

横摇角速度为: $\dot{\theta} = \frac{2\pi}{T_\theta} = 2.31 (\text{rad} \cdot \text{s}^{-1})$

所以, 舵龙骨板所受的应力为:

$$\sigma_R = \frac{R}{A} = 3.923 d^2 \dot{\theta}^2 = 3.923 \times 1.16^2 \times 2.31^2 =$$

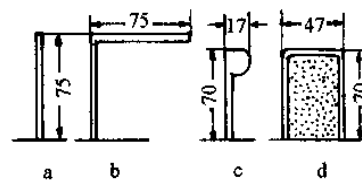
$$28.17 (\text{kN} \cdot \text{m}^{-2}) = 2.817 (\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$$

考虑到渔船在风浪中作业, 舵龙骨在风浪中不仅有横摇时的作用力, 还有纵摇与起伏运动所产生

拍击时的冲击力、再加惯性力等。因此, 在风浪中舵龙骨板所受的应力较静水中有所增加^[2], 所以在风浪中舵龙骨板所受的应力 $\sigma_{R'}$ 应在 σ_R 的基础上乘以系数 C , 在这里 C 取 1.3, 即:

$$\sigma_{R'} = 1.3 \sigma_R = 1.3 \times 2.817 = 3.66 (\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$$

根据下面 4 种截面的玻璃钢骨架的剥离试验^[5], 如图 8、9 所示, 得出玻璃钢骨架固定部分所受的最大载荷(图 10)。



a—平板骨架 Flat bar frame; b—倒角骨架 Reverse angle frame; c—悬柱骨架 Roving column frame; d—聚乙烯芯材骨架 Containing vinyl form core. (单位为 mm, 每个构件的长度为 750 mm. Unit is mm and each frame is 750 mm long)

图8 玻璃钢骨架的截面形式

Fig.8 The sections of FRP test frames

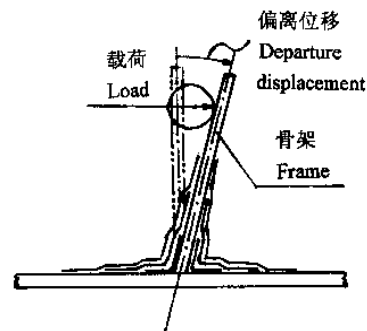


图9 试验示意图

Fig.9 Diagram of the tests

从图 10 中可以看出:

其中骨架“d”的破坏应力最大, 从图中读出为:

$$\sigma = 1170/70 \times 750 = 0.0223 (\text{kg} \cdot \text{mm}^{-2}) =$$

$$21.85 (\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$$

骨架“a”的破坏应力最小, 从图中读出为:

$$\sigma = 430/75 \times 750 = 0.00764 (\text{kg} \cdot \text{mm}^{-2}) =$$

$$7.49 (\text{N} \cdot \text{cm}^{-2})$$

由上述试验资料和计算说明, 玻璃钢船舵龙骨糊制结构的破坏应力大于舵龙骨在水中运动时所承受应力的 2.05~5.97 倍^[6,7]。因此, 舵龙骨的连接

方式不用螺栓就可以保证其强度。

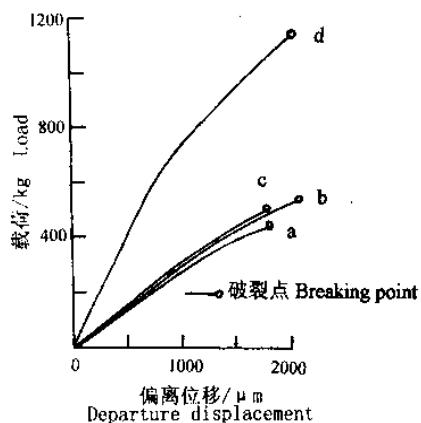


图 10 骨架固定部分所能承受的最大载荷

Fig.10 The maximum load of fixing part of frames

3 舢龙骨连接形式的选定

由剥离试验得出,骨架“d”的强度最大,也就是组合式舢龙骨强度最大,但是考虑到小船,即用折角型和收缩型。

3.1 折角型舢龙骨

对于船长小于 10 m 的小船,可采用如图 1,图 2 所示的折角型舢龙骨,其结构简单,施工方便,安全可靠。

3.2 整体式收缩型舢龙骨(适合船长为 20 m 以下的小船)

这种形式的舢龙骨与船壳外板一起成形,做成等腰三角形,其外边是外板的延续,内加泡沫塑料,上面加 1 个盖板,使其基本平行于升高底板。此种

形式结构简单,施工方便,保证强度,使用效果良好。国外有大量小型玻璃钢渔船采用这种形式^[8];国内已有 2 艘渔船采用这种形式^[4],使用已 15 年之久,至今没有损坏(图 3)。

3.3 组合式糊制舢龙骨

此种方式已在国内外采用^[9]。经上述试验资料和计算论证,此连接方式完全可以保证其强度,在正常情况下,不会损坏。当舢龙骨碰撞在固体异物时,即使舢龙骨破裂,也不会损伤船体,确保船舶安全(图 4,图 6)。

参考文献:

- [1] A M 瓦加诺夫, A II 卡尔梅奇科夫, M A 弗利德. 玻璃钢船体结构的设计[M]. 北京:国防工业出版社, 1977. 183-185.
- [2] 贾 复. 渔船舢龙骨设计研究[A]. 第二届渔船学术会议论文集[C]. 1982. 172-181.
- [3] C H 勃拉哥维斯基. 船舶摇摆[M]. 北京:高等教育出版社, 1980.
- [4] 高清廉, 洪文友, 周玉光, 等. 20 马力玻璃钢渔船总体设计[J]. 青岛海洋大学学报, 1989, 19(2): 99-110.
- [5] 守村慎次. FRP 渔船构造の强度特性に関する研究(Ⅰ). フレームの役割とノンフレーム構造への考察[J]. 北大水产学报, 1971, 2: 143-150.
- [6] 陈国虞, 倪步友, 郭明祖. 纤维增强塑料船结构部件粘接强度试验研究[J]. 船舶工程, 1990, 2: 50-55.
- [7] 陈国虞, 倪步友. 船体玻璃钢强度折扣系数[J]. 船舶工程, 1987, 1: 46-49.
- [8] 伊藤 仁. FRP 渔船の构造设计[J]. 渔船, 1984, 777(3): 34-38.
- [9] 土屋 孟, 小林 务. FRP 渔船的设计について[J]. 渔船, 1976, 205(5): 63-75.

Study on connection forms of bilge keel for FRP fishing boats

QIU Tian-xia, LI Wen-tao, SONG Xie-fa, GAO Qing-lian

(College of Fisheries, Ocean University of Qingdao, Qingdao 266003, China)

Abstract: This paper, on the basis of the investigation on connection forms of bilge keel for Fiberglass Reinforced Plastics(FRP) fishing boats, calculates the strain of the bilge keel according to the damping role of bilge keel in water. And the connection strength of the bilge keel of FRP fishing boat was obtained based on the ripping tests of 4 FRP frames. Then the connection forms of bilge keel fitting different FRP fishing boats were selected through comparing the calculated results with test effects.

Key words: FRP fishing boat; bilge keel; connection form