

[船舶结构]

横向强度对大舱口货船的影响*

邱建新 梁耀志

(珠海海事局 珠海 519015)

[关键词] 横向强度; 大舱口; 货船; 改进措施

[摘要] 主要从双层底强度、波浪载荷及舱口盖与支承块之间的摩擦力等三方面横向强度对大舱口货船带来的影响作了分析, 并提出了改进措施, 具有一定的实用参考意义。

[中图分类号] U661.4 [文献标识码] A [文章编号] 1001-9855(2008)04-0027-03

Impact of transverse strength on big hatch cargo ship

Qiu Jianxin Liang Yaozhi

Keywords: transverse strength; big hatch; cargo ship; improvement**Abstract:** This article analyzes the impact of transverse strength on the big hatch cargo ship from double bottom strength, wave load and the friction between the hatch cover and load bearing blocks, and proposes improvement.

1 引言

现今的大舱口多用途货船(集装箱船)具有: 舱口长、甲板开口大、横舱壁设置少、甲板边板窄等特点。反之, 舱口盖的载荷却不断增加。考虑到船舶稳性, 还不得不增大船宽。

载重量和舱容与船舶重量相比, 以更高的比值增加, 所以要求船舶强力构件所承受的应力也就越来越大。如果为了增加舱容而减少横向强力构件如横向框架和双层底腹板的高度, 将使船舶强度、刚性变差, 从而使舱口围板产生较大的变形, 导致舱口盖密封件出现问题。这就要求我们考虑横向强度的影响。

2 影响横向强度的几个因素

对一批新型多用途货船的横向强度, 通过运用

有限元模型对强度有关的主要构件进行了计算, 并对计算结果(由于篇幅有限, 结果略)进行了分析。此计算既用于应力状况的校核, 又能确定舱口盖密封件剖面在纵、横围板处的位置和所要求的宽度。下面讨论影响船舶横向强度的几个因素:

2.1 双层底

由于现在多用途货船双层底腹板较低, 在港口装卸货时船舶变形较大, 它给舱口盖顺利安放带来困难, 因此必须研究下列几种情况下的变形问题:

- 1) 货舱中部内底负荷最大, 而吃水最小时(纵向围板内倾);
- 2) 货舱中部为空舱, 而吃水最大时(纵向围板外倾);
- 3) 在横向框架旁上方布置甲板舱口盖时, 在二分之一货舱处的中间甲板载荷最大, 而吃水最小时(纵向围板内倾);

从有限元模型可知, 横向框架在不同的装载情

* [收稿日期] 2008-7-14

[作者简介] 邱建新(1976.6-), 男, 汉族, 广东普宁人, 工程师, 主要从事船舶检验工作。

梁耀志(1958.11-), 男, 汉族, 广西梧州人, 主要从事船舶检验工作。

况下,主要还是双层底变形问题。船宽与型深之比越大,双层底变形越厉害。

2.2 波浪情况

在以往的船舶上总纵强度占主要地位(中垂和中拱),现在的集装箱船上还增加扭转强度的计算,而对新型多用途货船的主要问题是与纵强度、扭转强度相结合的横向强度。

过去仅计算几种装载状况就得出临界应力状态,现在对多用途货船却不能这样,因为有一大批载荷组合可以导致不同的临界应力状态和出现较大的变形,而且要选定这些装载状况是很难的,因为许多载荷组成中有一大部分可能产生相反的作用。比如:

2.2.1 船舶在波浪中的横向强度

在各种状况下,集装箱的最大堆放重量在各货舱的中间区域内。但在满足稳性的情况下,货物在舱内可能会改变布置,货物移动产生的横向加速度可通过可靠的近似公式来计算:

$$\Sigma N = \pm 0.7 \times a \times \{ [0.6 + 2.5 \times (X/L - 0.45)^2 + (1 + 0.6 \times Z/B)^2] \}^{1/2}$$

(西德劳氏船级社)

$$a = 0.2 \times (V/L)^{1/2} + (34 - 600/L)/L$$

式中 X, Z ——经修正的甲板载荷重心(水线以上算起);

L, B ——船长、船宽;

a ——船舶的横向加速度;

V ——船舶航速;

N ——横向应力。

从此近似公式的运用结果来看,横向加速度在下列几种情况下较大:

- ① 船舶较短
- ② 航速较快
- ③ 甲板集装箱重心离水线的距离较大

第①和③在新型多用途货船上起重要作用,此公式仅适用于总体的分析。对于局部分析,如:确定制动器或固缚构件的尺寸大小的必须消去系数0.7。

用有限元法计算整艘船时,必须假设作用到船上的波浪力等于惯性力,同时假定这一平衡是在一坦波谷上进行的,此时甲板集装箱总的加速度是由整艘船的横向加速度的一部分和围绕船舶纵轴的旋

转加速度的一部分所组成。

2.2.2 船舶在波浪中的纵向强度

对横向强度来说,用一连续的坦谷波来计算中拱和中垂装载情况(具有动力弯矩),作为不利的纵向强度装载情况,一般已足够了。但是,不可把判断界限规定得太死,因为许多装载组合在一定的時候也能使应力值和变形值增大。通过计算船舶在波浪中的运动情况以及弯矩在船长方向的精确的分布情况,得出结论。

2.2.3 在波浪中的扭转应力

扭转强度的对大多数长舱口小型船舶来说是次要的。但在下列情况时必须研究扭转载荷:

a、结构非对称,一舷刚性大,另一舷刚性小;

b、舷侧纵舱壁在二分之一舱口长度范围内,长度方向不连续;

c、在首部或尾部货舱区域内,船体线型、结构没有采取适当的过渡措施或横向框架的横强度不足。

此时,扭转载荷在局部产生的应力要比由纯粹的横向强度载荷作用产生的应力大。

2.3 摩擦力

船在不规则波浪上时可能出现这种现象:当向一侧横倾时,舱口盖朝挡块方向滑移;当摇向另一侧时,由于惯性,舱口盖还继续保持原来的运动方向,如果此时再出现一次横倾时,所有横向力就全部作用到倾斜一舷的围板上。所以从理论上来说,计算舱口围板变形时必须考虑舱口盖和围板之间静摩擦和滑动磨擦的摩擦力。

3 改进措施

3.1 双层底

双层底变形对纵向围板的变形影响很大,即使横向框架刚性良好,也不可能减小双层底外缘处的变形角度,特别对舱口长而船身宽大的船舶更为突出。因此有必要提高双层底的横向刚性。因此,从横向强度考虑,在一些新船上不得不增加双层底的高度来减少变形。

此外,肋板只能在舷侧部位开小孔,肋板到横框架的过渡区域必须特别牢固。如果不设置舷侧纵

壁,就必须设一强舷侧桁材,把横框架梁承受的载荷传递到相邻的肋板上。

3.2 横向框架结构

为减少纵向围板的变形,必须在载荷集中处布置横向刚性框架。该横向框架可布置得稀疏一点,但应沿纵壁布置得长一点,同时应注意纵舱壁、横向框架和外板的翘曲。内缘面板或舷侧纵壁在各层甲板平面处不该错位,如果由于布置起货机轨和工作过道等原因不能避免错位(只有在横截面完全连续的情况下才允许错位),那么必须把面板上的力传递到坚固的传力板上。另外,货舱首、尾处过渡区域的横框架结构特别重要。

3.3 舱口围板支撑结构及下部结构

在舱口围板下应布置刚性特别强的支柱,同时支柱必须与刚性横框架连接。

3.4 舱口角隅区域

由于纵向围板内倾,横向强度的减少,以致纵向梁承受的载荷增加,使纵向围板在舱口角隅区域变形最为严重,可通过以下措施来减小变形:

- 1) 加甲板和纵向围板的板厚;
- 2) 加舷顶列板的厚度;
- 3) 在角隅区域内应该避免设置扶梯通道口和通风机口;
- 4) 舱口盖之间的横伸缩缝必须有特别宽的密封件。

3.5 舱内集装箱的间隔和固定

一般船体侧壁由于承受不了由横向加速度引起的舱内集装箱的水平力,导致船体产生较大变形,其结果可能导致集装箱过载。众所周知,集装箱开启面变形可能性相当大,所以在一些船上不得不象棋盘一样,一面端面、一面开启面交替堆放集装箱。

同样,由于纵向围板处的横向变形导致桥式配件变形,故要求把左舷和右舷的集装箱分别系固在船舶的两舷,并且,两堆箱子之间的间隔要考虑到横向变形。

3.6 制动器

制动器的布置和选择应满足下列条件,

- 1) 舱口盖水平方向刚性良好,舱口盖纵向不变形。
- 2) 纵向围板在横向具备一定的韧性。

由于舱口盖的2只纵向制动器承受全部横向力,导致制动器附近的横框架和舱口围板支柱同样承受特别大的载荷。

3.7 上面板

上面板主要是大多数现代货船上纵向围板的最上层面板。舱口盖将垂向载荷通过支承垫块传递给纵向围板,垫块和围板与水平面板通常采用角焊缝连接。当纵向围板厚15 mm、支承垫块厚60 mm、纵强度和横强度引起应力为 $\pm 100 \text{ N/mm}^2$ 情况下,每米舱口盖纵向围板平均的伸长 ϵ 为1 mm,在支承垫块区域每米伸长仅0.2 mm。因为纵向围板离中和轴远,而且仅局部加强,所以说舱口盖长度的伸长几乎保持恒定。

但是,上面板局部区域必须考虑上述的伸长分布特征。当应力较大时,在结构最弱的地方,即围板水平板的角焊缝隙处可能出现破裂。即使围板水平的角焊缝采用K型焊缝,或把支承垫块与舱口围板的全部焊接起来,也会出现损坏,因为在这么短的纵向区域内所受到的焊接热量会产生相当大的焊接内应力。

另一个关于应力集中的问题,就是与固缚构件、舱口盖升降和启闭机构等在纵向围板水平面板上的切口。这些切口经常由人工切割后不再加工,且没有圆角,故要求切口应有大圆角,且上面板区域的切口要磨光,纵向围板的紧固件同样要仔细设计和施工。

以上主要是根据大开口集装箱船舶的实际检验经验,深入分析了横向强度对大开口船舶的影响,希望能引起重视并改善此类影响,提高船舶的安全性。