

抱箍法

——一种简单有效的盖梁施工支撑方法

河南省许平南高速公路有限责任公司 牛鸿武

【摘 要】 详细阐述抱箍法盖梁施工支撑的工作原理,抱箍的设计原理及实例,具体施工过程等。

【关键词】 抱箍 盖梁 牛腿 钢带 预压

1 引言

桥梁施工过程中,常用的盖梁支撑方法有满堂支架法、柱中预留牛腿法等。如采用满堂支架,则将浪费大量人力、物力搭设支架,生产周期长,安全性差,且当桥下基础条件较差,如有流水或墩柱较高时,都将增加施工的难度及危险性。若采用柱中留牛腿法,施工工艺有了很大进步,但有些问题难以避免,如预留孔倾斜、墩柱外观感较差、流水作业的连续性不强等。鉴于以上问题的存在,抱箍式盖梁支撑法在探讨、研究下便应运而生了。

2 抱箍法简述

抱箍法,就是在盖梁施工时,用两段半圆型钢带卡于其下墩柱上,钢带两端焊以牛腿,将横梁架于外伸牛腿上,利用钢带与墩柱的摩擦力支承横梁传下的上部荷载——盖梁自重、模板自重、施工荷载等。

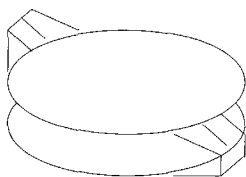


图 1

3 抱箍设计

抱箍设计主要包括钢带与墩柱的摩擦设计和钢带与外伸牛腿的焊接设计两方面的内容,其中因牛腿为小型构件,一般不作变形验算。抱箍初拟尺寸见图 2。

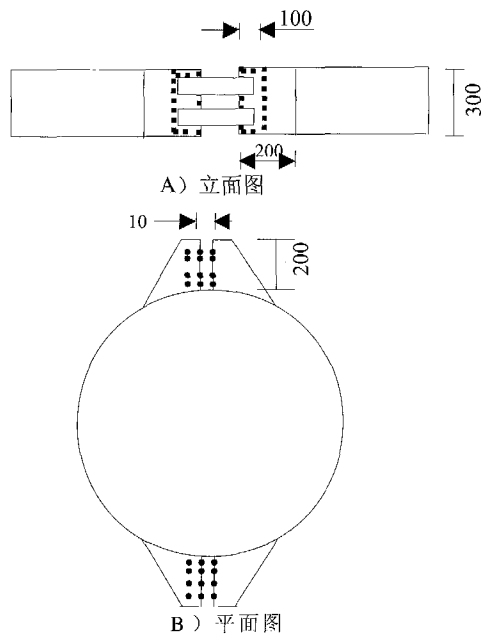


图 2

3.1 设计荷载

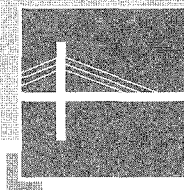
在本例中盖梁自重: 650KN; 底模自重: 12.3KN; 侧模自重: 21.5KN; 横梁采用 140a, 其自重为 18.4KN, 施工荷载 20.2KN; 合计: 722.4KN。

3.2 钢带与墩柱的摩擦力计算

受力图见图 3。

3.2.1 钢带对墩柱的压应力 σ_1 公式:

$$\mu \sigma_1 B \pi D = KG$$



式中: μ ——摩擦系数, 取 0.35;

B ——钢带宽度, 本例取 300mm;

D ——墩柱直径, 本例为 1300mm;

K ——荷载安全系数取 1.2;

G ——传于牛腿上的上部荷载, 本例为 722.4kN;

$[\sigma_c]$ ——砼墩柱抗压强度容许值, 其值不大于 $0.8R_a^b$, 本例墩柱混凝土设计标号为 25 号, 轴心抗压强度 $R_a^b = 17.5\text{Mpa}$, $0.8R_a^b = 0.8 \times 17.5 = 14.0\text{Mpa}$ 。

代入相关量值得:

$$\sigma_1 = 2.02\text{Mpa} < [\sigma_c] = 14.0\text{Mpa}$$

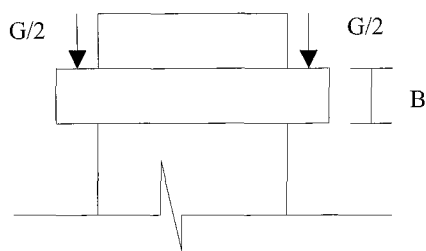


图 3

3.2.2 钢带内应力 σ_2 力的合成图 (见图 4)

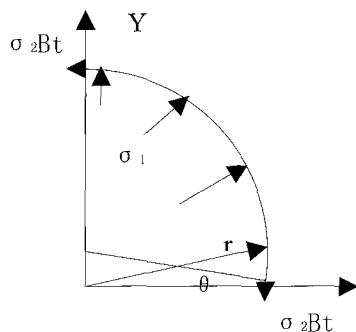


图 4

由图 4 可得:

$$\int_0^{\pi/2} \sigma_1 B r \sin \theta d\theta = \sigma_2 B t \quad \text{化简得: } \sigma_2 = \sigma_1 r / t$$

式中: t ——钢带厚度, 本例为 10mm;

r ——墩柱半径 650mm。

代入相关量值得:

$$\sigma_2 = 131.3\text{Mpa} < f = 215\text{Mpa}$$

式中: f ——Q235 钢抗拉、压、弯强度设计值, 为 215Mpa。

3.2.3 $\sigma_2 = 131.3\text{Mpa}$ 时, 半个钢带伸长量为 ΔL

$$\Delta L = (\sigma_2 / E) \pi r$$

钢带加工长度 L (半个):

$$L = \pi r - \Delta L = (1 - \sigma_2 / E) \pi r$$

式中: E ——钢材的弹性模量, 为 $2.06 \times 10^5\text{Mpa}$ 。

代入相关值得:

$$L = (1 - 191.81 / 206000) \times 3.14 \times 0.65 \times 1000 = 2040\text{mm}$$

两半抱箍接头间隙取 20mm, 则取 $L = 2020\text{mm}$, 牛腿腹板处采用四根 4.6 级螺栓, 分两排布置, 螺栓直径取 30mm。

螺栓布置图见图 5。

钢带所受拉力 P : $P = \sigma_2 A = 131.3 \times 10 \times 300 / 1000 = 393.9\text{kN}$

螺栓设计拉力 N_t :

$$N_t = A_e \times f_t^b \times n = 561 \times 170 \times 4 / 1000 = 381.5\text{kN} \text{ 相差 } 3\%$$

式中: A ——钢带横截面面积;

A_e ——螺栓有效截面积;

f_t^b ——4.6 级螺栓抗拉强度设计值, 为 170Mpa。

$P = 393.9$ 与 N_t 相差 3%, 可以使用。

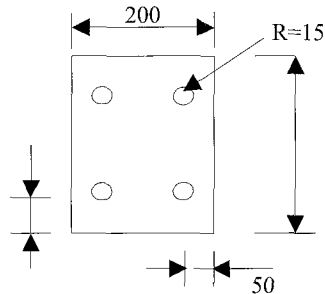


图 5

3.3 焊缝设计

焊条采用 E43 型, 手工焊, 钢材 Q235 钢, 焊缝形式为角焊缝, 焊缝受力情况见图 6。

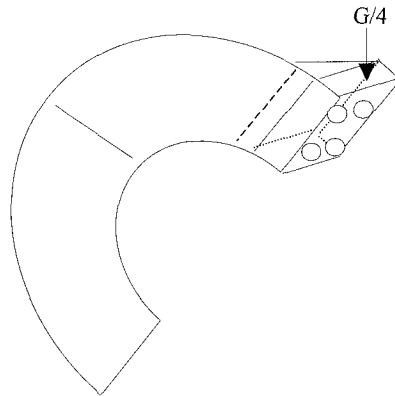
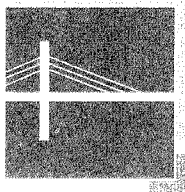


图 6

按照焊缝传递应力与母材所承受应力相协调的原则, 由于腹板焊缝传递弯矩很小, 可略去不计。即假设腹板焊缝只承受剪力, 翼缘焊缝承受全部弯矩 M , 并将 M 化为一对水平力 $H = M/h$ 。

将 $G/4$ 等效为剪力 V 与弯矩 M 的合成, 即:

$$V = G/4 = 180.6\text{kN}, M = G/4 \times e = 180.6 \times 0.1 = 18.06\text{kNm}$$



翼缘焊缝所承受的水平力:

$$H=M/h=18.06/0.29=62.3\text{ kN}$$

式中: h ——牛腿翼缘中线间距离, 本例为 0.29m

3.3.1 在水平力 H 作用下

翼缘焊缝强度 $\sigma_{f1}=H/h_e l_{w1}=62.3 \times 10^3 / (0.7 \times 8 \times 200)=55.6\text{ MPa}$

式中: h_e ——焊缝有效宽度, 取 $h_e=0.7h_f$;

h_f ——焊缝焊角尺寸, 本例为 8mm;

l_w ——焊缝长度。

3.3.2 在剪力 V 作用下腹板侧焊缝剪应力 τ_f :

$$\tau_f=V/(2h_e l_{w2})=180.6 \times 10^3 / (2 \times 0.7 \times 8 \times 280)=57.6\text{ MPa}$$

式中符号含义同上。

3.3.3 螺栓压力 P 由翼焊缝及腹板焊缝共同承担, 所以在螺栓压力 P 作用下

$$\sigma_p=P/(\sum h_e l_w)=286.8 \times 10^3 / [0.7 \times 8 \times (190+190+280)]=77.6\text{ MPa}$$

式中符号含义同上。所以:

3.3.3.1 翼缘焊缝强度 $\sigma_{\text{翼}}$

$$\sigma_{\text{翼}}=\sqrt{\sigma_{f1}^2+\sigma_p^2}=\sqrt{55.6^2+77.6^2}=95.5\text{ MPa}<\beta_f f_t^w=1.22 \times 160=195\text{ MPa}$$

3.3.3.2 腹板焊缝强度 $\sigma_{\text{腹}}$

$$\sigma_{\text{腹}}=\sqrt{(\sigma_p/\beta_f)^2+\tau_f^2}=\sqrt{(77.6/1.22)^2+57.6^2}=85.8\text{ MPa}<f_t^w=160\text{ MPa}$$

式中: β_f ——正面焊缝强度增大系数, 取 $\beta_f=1.22$;

f_t^w ——角焊缝抗拉、压、剪的强度设计值, 为 160MPa。

经过以上计算可知, 初拟抱箍尺寸安全可行。牛腿之上横梁的选取较简单, 其验算本文从略。

4 抱箍法施工过程

4.1 根据盖梁设计标高反算出抱箍钢带下沿在墩柱上的位置并在其上做好标记, 以便抱箍准确就位。

4.2 将两半抱箍用牛腿处螺栓固定成型, 置于墩柱下方地面上。

4.3 在两牛腿处螺栓之间穿一钢丝绳, 用吊车钩住钢丝绳将抱箍吊装就位。吊装时, 注意在两牛腿板下方撑一钢筋, 以确保抱箍不变形。

4.4 抱箍按墩柱上标高准确就位后, 就要紧固牛腿处螺栓。因为此处螺栓承受力较大, 为便于施工, 需将扳手把加长。可加焊一 50cm 长、 $\phi 28$ 的钢筋。紧固时, 由两人踩加长的钢筋, 直到踩不动为止。再复核两半抱箍接头间隙是否小于等于 2cm (设计要求), 直到符合要求为止。

4.5 把两根 140a 横梁吊置于墩柱两侧牛腿上, 用拉杆在两端将两者拉紧, 防止其向两侧倾覆, 其上安放盖梁底模。

4.6 搭设简易脚手架, 供施工时工人上下。

4.7 用水准仪测设盖梁底模标高, 如低于设计值可加垫相应钢板调整。

4.8 在本施工方法首先使用时, 为确保盖梁混凝土浇注完

成后其底模不下沉, 即抱箍所受压力达到其设计值, 需进行荷载预压试验。由前面计算可知, 底模以上荷载包括: a. 盖梁自重 650kN; b. 侧模自重 21.5kN; c. 施工荷载 20.2kN; d. 横梁自重 18.4kN; 共计 722.4kN, 在底模上堆放重物 73 吨, 且使其堆放形式尽量接近施工实际情况。24 小时后, 用水准仪复测底模标高, 若下沉量过大, 则应继续紧固牛腿螺栓, 直到底模下沉 < 5mm 则认为可行, 记录下螺栓进距 (可根据螺距及所拧圈数予以确定) 作为参考值, 最好固定专人紧固牛腿螺栓, 建立其经验值。

4.9 卸下预压沙袋, 将盖梁钢筋吊置于底模上, 装好侧模浇注混凝土。

4.10 拆除模板时, 先拆侧模, 然后用钢丝绳将横梁工字钢、底模固定于盖梁上, 松开抱箍牛腿螺栓, 使抱箍沿墩柱滑下, 最后卸下横梁及底模。

至此, 盖梁施工完成了一个循环。

5 施工注意事项

5.1 墩柱混凝土强度在养生达到设计强度的 75% 以上后方可进行。

5.2 在抱箍设计中, 焊条采用的是 E43 型, 实际施工中最好采用 E50 型;

5.3 在抱箍钢带上可缠绕麻袋以增大摩擦系数, 也可起到保护墩柱的作用。

5.4 抱箍就位时, 需注意牛腿与盖梁方向垂直, 以利于安放横梁。

5.5 焊接操作人员必须具有相应的上岗证, 施焊前要做焊接试件, 通过力学试验合格方可正式操作。

6 使用效果

此方法首次应用于许平南高速公路北汝河大桥盖梁施工时, 便得到了一致好评, 并建议全标段推广。此后有八座大、中桥先后采用了此方法, 由于技术先进, 管理有方, 比原计划提前一个月完成了全部盖梁的施工, 取得了良好的经济效益和社会效益。

通过以上讨论看到抱箍式盖梁施工支撑法简单可行、效率高、效益好。虽然仍存在某些缺陷, 但从各方面综合考虑此方法仍不失为一种比较理想的盖梁施工支撑方法。■

