

摩擦型钢承套承载力与抗滑移的试验研究

王常焕 袁国清*

(五邑大学 广东江门 529020)

摘 要: 利用摩擦型钢承套作为支承, 在建筑施工中已有使用, 但存在有较大的盲目性。为从理论上寻求使用摩擦型钢承套相关的依据, 制定了相应的试验方案, 经过对工程中摩擦型钢承套的试验研究, 并经工程实际验证, 摩擦型钢承套承载力与抗滑移是安全可靠的, 是值得大力推广应用的新施工工艺, 必将为建筑业的发展起到积极的作用。

关键词: 承套; 承载力; 滑移; 试验

1. 概述

随着建筑业的快速发展, 新型建筑材料层出不穷, 随之而来的施工新工艺的使用也越来越多。摩擦型钢承套的新工艺已在建筑工程中出现, 它以结构简单、方便施工等特点, 引起了建筑界的极大关注。它是利用摩擦型钢承套作为支承进行上部结构、构件的施工, 被称为桩、柱上部结构(梁)的“无支架”施工新工艺。但目前在建工程施工使用中存在有较大的盲目性, 在尺寸选择、制作、安装上有较大的随意性, 为此, 针对这一问题, 结合有关工程实例进行实地现场的分析研究, 设计一套较为完整的试验测试方法, 以进行试验检验、从理论上寻求其相关的依据, 欲进一步完善摩擦型钢承套在工程中的应用。

2. 试验原理及方法

某市内双向四车道大桥的扩建工程, 在桥墩帽梁的施工中采用了摩擦型钢承套作为支承的施工工艺。在已浇筑的钢筋混凝土圆柱桥墩上安装摩擦型钢承套, 在其上放置钢架, 再在上部支立帽梁混凝土的模板。根据以上情况经分析作如下试验设计。

2.1 测试原理

摩擦型钢承套的受力状态如图 1 所示。由平衡关系

$$P = \pi d h \tau \quad (1)$$

和正压力以及摩擦力的关系

$$\tau = f \cdot p \quad (2)$$

可得

$$p D = \frac{P}{\pi f h} \quad (3)$$

其中, f 为钢与混凝土表面之间的摩擦系数。又承套可看成薄壁圆筒, 其环向应力为

$$\sigma_t = \frac{p D}{2t} \quad (4)$$

将式 (3) 代入式 (4), 得

$$\sigma_t = \frac{P}{2\pi f h t} \quad (5)$$

最后由虎克定律得, 环向线应变

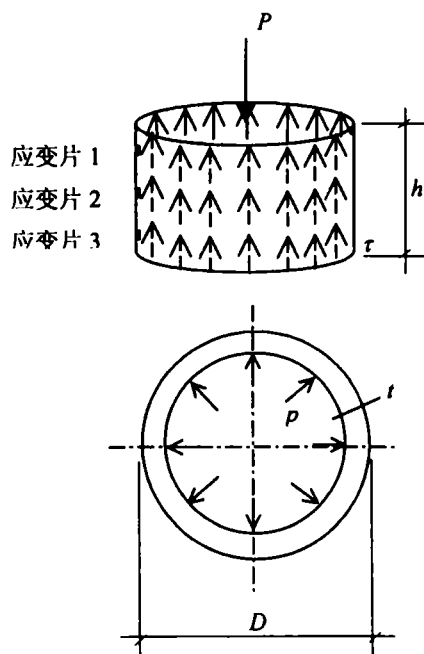


图 1 环形承套及其受力

$$\varepsilon_r = \frac{\sigma_r}{E} = \frac{P}{2\pi E f h t}$$

或

$$P = 2\pi E f h t \varepsilon_r \quad (6)$$

由式(6)可见,通过实验测定环形承套表面的环向应变 ε_r ,就可确定其承载力 P 。

已知: $h=450\text{mm}$, $t=12\text{mm}$, 施工中承套的最大荷载标准值 $R=331\text{kN}$, 钢与混凝土的表面摩擦系数 $f=0.45^{[1]}$ 。

2. 2 承载力测试

(1) 承套由厚 12mm 钢板, 按园柱桥墩的外径尺寸弯曲而成的两个带有联结板的半园弧结构, 见摩擦型钢承套结构示意图, 如图 2。据所用材料钢材的特点采用规格 5mm×3mm、电阻值 120Ω、灵敏系数 2.0 的胶基应变片, 沿承套高度均匀布置三个应变片, 同时在摩擦型钢承套的对称面上也沿承套高度再均匀布置三个应变片。考虑在施工现场进行试验测试影响因素较多, 应变片的布贴是关键。

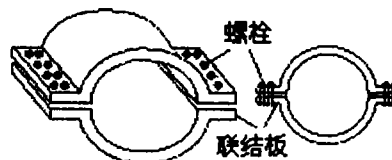


图 2 摩擦型钢承套结构示意图

首先为保证定位的准确, 在钢承套预贴应变片的部位吊垂线, 将钢承套高度分成均匀的三等分, 在各等分线处作与垂线成垂直的“十”字交线为应变片的中心点。在钢承套的另一对称面宜同样定位。对应变片的相关技术指标进行检查以便电桥的平衡。考虑现场温度的环境条件采用“502”胶粘剂粘贴, 蜡封。引出导线采用屏蔽线以保证电信号的质量。

(2) 按平时施工的要求, 均匀旋拧园柱桥墩外钢承套对称边两联结板上的各两排螺栓。旋拧时按“等值增量”原则, 每次对称旋拧对称边的各两排螺栓, 采用 YJZ—16 型应变仪测试, 利用应变仪专用软件, 自动采集并实时监测, 测试出其应变值, 直到拧紧为止, 此处拧紧为实际使用中常用的扭力。测试出最后应变, 最终测试结果见表 1。

表 1

ε_r 测试值 $\mu\varepsilon$			ε_r 平均值 $\mu\varepsilon$	承载力 P kN	安全系数 $n=P/R$
1	2	3	370.7	1132	3.42
360	435	317			

由表 1 可见, 安全系数 $n=3.42$ 。说明承套在施工中的安全储备是足够的。

实验还发现, 有的承套的应变读数为负。本工程所测园柱桥墩外钢承套对称面布置的三个应变片读数为负。这是因为钢承套直径小于园柱桥墩的直径, 拧紧过程中, 由于弯曲效应使钢承套表面产生压应力。这种情况的测试结果未予考虑。

2. 3 承套下滑位移测试

为进一步研究摩擦型钢承套在工程中的使用, 结合环形承套实际工作状态, 监测整个施工过程中摩擦型钢承套沿园柱桥墩纵向下滑位移的状况。

试验方法是将百分表分别支承在摩擦型钢承套的联结板上。由于在现场试验测试, 尽可能减少周围施工机械人员对试验测试的影响, 对支承百分表的地面进行夯实、平整, 架设三脚小钢橙, 安装磁性表座, 注意安装百分表时的初始位置, 使顶杆与被测钢承套下滑的方向一致。并注意被测位移的大小, 调节顶杆使百分表有适宜的测量范围。特别要注意的是调节外表框大针所指数字与量程针所指数字的一致性。在开始浇筑混凝土之前, 预先读取百分表的初读数, 自开始浇筑混凝土每隔两分钟测读一次。浇筑混凝土完成后继续每隔两分钟测读一次, 直至百分表读数恒定不变为止。图 3 给出了在帽梁浇筑混凝土施工过程中承套下滑位移的测试结果。

可见,承套下滑位移在前一半时间内只有微小的变化,其中最大位移小于 0.12mm。在后半段时间内,下滑位移基本是稳定不变的。

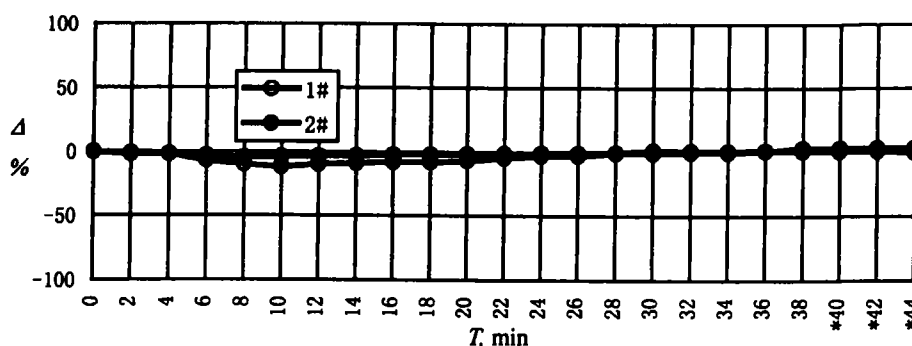


图3 横梁浇筑过程中承套的下滑位移

2. 4 其他因素分析

从上述试验的基础上可看出,钢承套在实际工程实用中其承载力和抗滑移稳定性是安全可靠的。同时,不妨再从混凝土受力的角度来分析,看混凝土是否有可能出现被钢承套挤压破坏的情况。由表 1 可知,承套的最大荷载标准值 $R_k=331\text{kN}$,而实测承套的最大承载力为

$P=1132\text{ kN}$,安全系数 n 高达 3.42。大部分工程中桩、柱采用的混凝土强度等级一般在 C20~C25,经计算,混凝土实际可承受的环向应力可达 $70\text{MPa}\sim 80\text{MPa}$ 远远高于桩、柱混凝土强度等级。这是由于混凝土处在二轴压-压状态,其二轴抗压强度从理论角度而言,将随不同方向应力的比例而变化,此时混凝土的最大抗压强度为立方体试件消减摩擦约束后的单轴抗压强度的 1.25~1.6 倍^[2],使环向应力增大。另一原因则是由于应变计位于承套直径大于桩、柱直径处,拧紧过程中,使承套表面产生局部拉应力高于其他部位,环向线应变增大,也使环向应力增大。排除上述两种原因后,混凝土实际可承受的环向应力也远高于其强度等级 C20~C25,所以,不存在混凝土桩、柱被钢承套挤压破坏的可能。

3. 结论

从以上承载力和下滑位移试验测试结果和分析以及计算可以看出,环形钢承套在桥梁施工中的承载力和抗滑位移是安全可靠的;并可广泛应用于其他工程中的桩、柱的上部及其上部帽梁或者横梁的施工。

有必要指出的是,在加工钢承套时,承套直径应不小于混凝土桩、柱的直径,同时要尽可能的使钢承套的园周与桩、柱园周相吻合,并要保证拧紧承套联结板上的螺栓。

依据上述制定的试验测试方法,通过试验测试和分析研究,摩擦型钢承套做为支承桩、柱上部结构(梁)的“无支架”施工方法,获得了理论上的依据,也得到了工程实际的验证。制定的试验测试方法可行的。“无支架”施工方法,是值得大力推广应用的一种新工艺,必将为建筑业的发展起到积极的作用。

参考文献:

- [1] 王祖华,陈眼云. 凝土与砌体结构. 南理工大学出版社. 广州. 1994. 10
- [2] 过镇海. 混凝土的强度和本构关系—原理与应用. 中国建筑工业出版社. 北京 2004. 3