

广西信托大厦无粘结预应力混凝土施工技术

甘辉汉

(广西建工集团第二建筑工程公司 广西南宁 530022)

摘要:介绍了无粘结预应力混凝土施工技术。简述了无粘结筋的下料长度计算、铺设、张拉及混凝土浇筑、锚固区封头的施工全过程及其施工工艺,并对我区无粘结预应力混凝土施工技术存在问题提出建议。

关键词:无粘结钢筋的下料长度计算;无粘结预应力混凝土施工;张拉;锚固区的封头
[中图分类号] TU7 [文献标识码] B

1 工程概况

广西信托大厦主楼总建筑面积 37328 m², 地下 2 层,地上 30 层,屋顶建筑标高 107.70m。

该工程从 4 层至 30 层均采用无粘结预应力混凝土技术。其中各楼层的梁以及 5 层至 21 层的楼板都采用无粘结预应力混凝土技术。楼板无粘结筋单根长度为 30.2m 的每层有 172 根,长度为 9.2m~11.3m 的每层有 160 根(注:第 5 层为 256 根)。4 层至 21 层,每楼层设有 8 根断面为 1700mm×350mm 的无粘结预应力混凝土扁梁,梁跨为 9m,每根扁梁配 24 根无粘结筋;22 层至 25 层每层设有 16 根断面为 1200mm×350mm 的无粘结预应力扁梁,梁跨为 9m,每根扁梁配 27 根无粘结筋;设有断面为 500mm×800mm 的无粘结预应力混凝土梁 4 根,每根梁配有 24 根无粘结筋,梁长为 27m;26 层至 30 层设有断面为 1200mm×350mm 的无粘结预应力混凝土扁梁 12 根,梁跨为 9m,每根梁配无粘结筋 18 根;设有断面为 500mm×800mm 的无粘结预应力混凝土梁 4 根,梁长为 27m;每根梁配无粘结筋 24 根。整个工程使用无粘结筋 12868 根,总重量为 225t。双向板跨度为 9m×9m,楼板厚度为 220mm,梁跨最大为 27m。

2 无粘结筋的下料长度计算

无粘结筋下料前,必须检查其是否有合格证,并有检验单,下料宜采用砂轮锯切割,严禁采用电弧或乙炔切割,以免钢绞线因局部受热后冷却变脆。变脆后的钢绞线在小于允许张拉力的拉力作用下即可能引起脆断,因此在下料时特别注意。该工程所用无粘结筋是由广西建筑科学研究设计院提供的,张拉端采用的 OVM 夹片锚具,固定端采用的挤压锚具,均为柳州建筑机械总厂的产品,张拉设备采用 YC20Q 液压千斤顶。

无粘结筋下料长度 L 按下式计算:

一端张拉时: $L=l+2(l_1+50)+l_2+l_3$

两端张拉时: $L=l+2(l_1+l_2+l_3+50)$

式中: l—无粘结筋在两承压板外侧内的实际长度,可按理论长度; l_1 —OVM 夹片锚具或挤压锚厚度,取 50mm; l_2 —YC20Q 千斤顶的工作长度,取 200mm; l_3 —夹片式工具锚厚度,取 50mm。

根据上式计算及实际操作情况,一端张拉的下料长度为无粘结筋在构件两承压板外侧内的实际长度再加 450mm,其中固定端为 100mm,张拉端为 350mm;二端张拉的下料长度为无粘结筋在构件两承压板外侧内的实际长度再加 700mm。无粘结筋的下料长度要求不很

严格,只要在承压板外侧伸出的无粘结筋长度 $\geq 350\text{mm}$ (张拉端),或在固定端伸出长度 $\geq 100\text{mm}$,即可满足张拉要求。但过长会浪费材料,因此应尽量控制好下料长度准确性。

3 无粘结预应力混凝土施工

无粘结预应力混凝土施工主要包括模板、钢筋、浇筑混凝土和张拉无粘结筋四部分。其工艺流程为:安装框架梁柱及楼板模板 \rightarrow 放线 \rightarrow 绑扎下部非预应力钢筋 \rightarrow 铺设水电管 \rightarrow 铺设无粘结筋 \rightarrow 绑扎上部非预应力钢筋 \rightarrow 无粘结筋起拱固定 \rightarrow 隐蔽验收 \rightarrow 浇筑混凝土 \rightarrow 混凝土养护 \rightarrow 张拉准备 \rightarrow 张拉无粘结筋 \rightarrow 张拉端及锚固端封闭处理。

3.1 无粘结筋的铺设

下好料的无粘结筋按规定检查其尺寸,并编好号,对局部损伤的无粘结筋护套必须用塑料胶带包好。设计要求 $\leq 24\text{m}$ 的无粘结筋为一端张拉,施工时,先在地面施工场地用挤压机把一端(固定端)锚具挤压固定好,挤压锚要与承压板点焊固定并要垂直,同时承压板与螺旋筋焊牢或绑扎好(也可在施工层焊接或绑扎),再运上施工层。大于 24m 的无粘结筋为两端张拉筋,可直接吊运上施工层。该工程楼板内无粘结筋为双向曲线配置,无粘结筋纵横交错,铺设时先低后高,按编号对号入座。一般先在安装好的模板上严格按图纸标出无粘结筋的各个垂直控制点位置,用铁马凳(用于楼板)或钢筋(与箍筋焊牢用于梁)控制无粘结筋的矢高,每隔 1m 设一度,然后把无粘结筋铺放在各控制点上即成为所需的抛物线,还要注意无粘结筋的水平位置准确。铺设无粘结筋的垂直偏差:梁内为 $\pm 10\text{mm}$,板内为 $\pm 5\text{mm}$,水平偏差 $\pm 30\text{mm}$,目测检查横平竖直。张拉端和固定端承压板必须位置正确,且承压板与无粘结筋要垂直,无粘结筋曲线段起始点至承压板直线段不少 300mm ,因此,在离承压板 $400\text{mm} \sim 500\text{mm}$ 处必须设置铁马凳(或钢筋)作为控制点,以保证有足够直线段。固定端和张拉端承压板必须与非预应力筋点焊固定好,螺旋

筋也与承压板固定,不得走位。

无粘结预应力张拉端及固定端构造详见图1、图2。

在铺设无粘结筋过程中,若无粘结筋与非预应力钢筋位置有矛盾,应保证无粘结筋的位置准确,非预应力钢筋可适当偏移,但变动比较大时,必须与设计单位办理变更手续方能更改。无粘结筋的绑扎与普通钢筋绑扎方法基本相同。当无粘结筋绑扎好后,安装张拉端的穴模。本工程采用泡沫塑料做穴模,便于安装及拆除。施工工长要做好每条无粘结筋的编号、位置及长度的记录,经项目部初检合格,方能通知甲方、设计单位、公司科技处等派员检查,验收合格后,并办理隐蔽工程验收手续,才能浇筑混凝土。

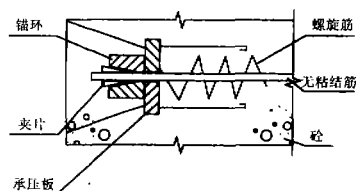


图1 无粘结筋张拉端

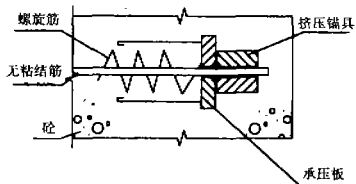


图2 无粘结筋固定端

3.2 浇筑混凝土

无粘结预应力混凝土和普通混凝土的浇筑方法相同,但注意在浇筑混凝土时,严禁踏压撞碰无粘结筋、支架及端部的承压板、锚具等。另外,承压板两端钢筋密集处混凝土不易振捣密实,必须采取有效措施,确保混凝土的质量,其可采用同强度等级的细石混凝土先采用人工插捣,再用振动器振捣的办法。试验人员必须

到现场控制混凝土水灰比及计量工作,量测坍落度和制作试块(要求每班不少于4组),同时加强现场混凝土的淋水养护工作。若混凝土成型后发现裂缝或空鼓现象,必须在无粘结筋张拉之前进行修补。

4 无粘结筋的张拉

张拉前先对张拉设备千斤顶和油泵(ZB4-500S)进行配套校验标定合格后方能使用;无粘结筋、锚具在铺放及预埋前必须检验合格证,并经检验合格才能施工;张拉人员由公司培训,经区劳动厅考核后持上岗证才能操作。张拉端的承压板外露面上的混凝土浆等杂质要清理干净,剥去外露部分无粘结筋的包裹层,并用汽油清洗干净钢筋线上的防腐油脂,当楼层混凝土抗压强度达到设计值的80%后,即开始张拉。

该工程设计时采用的无粘结筋为 $\phi 15$, $f_{pk}=1470\text{ N/mm}^2$,张拉控制应力 $\sigma_{con}=1029\text{ N/mm}^2$,由于该种无粘结筋缺货,在会审时已改用 $f_{pk}=1760\text{ N/mm}^2$ 的无粘结筋,根据等强、等张拉力代换,张拉控制应力 $\sigma_{con}=1240\text{ N/mm}^2$ 。该工程楼板及梁的无粘结筋都是采用单根张拉,每根无结筋张拉控制应力为173.5kN,张拉采用超张拉法,以减少预应力筋的松弛损失,张拉程序为:

$$0 \rightarrow 10\% \sigma_{con} \rightarrow 103\% \sigma_{con} \xrightarrow[\text{量伸长值}]{\text{待荷 } 2\text{min}} \rightarrow \text{锚固}$$

张拉时采用无粘结筋张拉应力和伸长值双控的办法。张拉应力控制在校验标定千斤顶和油泵时已把它变成油压表读数达到的规定值(52MPa),即为所需的张拉应力。伸长值控制是理论值与实测值的比较,在允许误差范围认为合格,否则停机检验原因。其理论伸长值按下式计算:

$$\Delta l = \frac{F_p \cdot l'}{A_p \cdot E_s}$$

式中: F_p ——无粘结预应力筋中扣除摩擦损失后的平均张拉力(kN); A_p ——无粘结筋的截面面积,取 139.98 mm^2 ; l' ——无粘结筋

的长度(mm); E_s ——无粘结筋的弹性模量(根据合格证提供值,取平均值为 $1.98 \times 10^5\text{ kN/mm}^2$)。

如70号无粘结筋长为9405mm,理论伸长值为:

$$\begin{aligned} \Delta l &= 180 \times 9405 / 139.98 \times 1.98 \times 10^5 = 61.1\text{ mm}, \text{ 实测值为: 在初应力为 } 10\% \sigma_{con} \\ & (17.3\text{ kN}) \text{ 时, 量得伸长值为 } 18\text{ mm}, \text{ 张拉力到 } 103\% \sigma_{con} (180\text{ kN}) \text{ 时, 量得伸长值为 } 78\text{ mm}, \\ & \text{ 减去初应力时的伸长值 (因该伸长值包含有无粘结筋本身松弛, 不是实际伸长值), 再加上初应力作用下的理论伸长值即为实测伸长值。} \\ & 78 - 18 + (17.3 \times 9405 / 139.98 \times 1.98 \times 10^5) = 65.9\text{ mm} \text{ 比理论伸长值大 } 7.8\%, \text{ 满足规范规定的实际伸长值比计算伸长值不大于 } 10\% \text{ 或 } \\ & \text{ 不小于 } 5\% \text{ 的要求。整个工程的实测伸长值比理论伸长值偏大 } 5\% \sim 10\%, \text{ 平均比理论伸长值大 } 8.9\%。 \end{aligned}$$

5 封头对锚固区的保护

锚具是无粘结预应力筋的关键部分,所以对锚固区保护至关重要。每层张拉完毕后,及时组织验收,并及时用砂轮机将张拉端的外露钢筋线割短,按设计要求封头。无粘结筋割断后露出锚具夹片外的长度不得小于30mm,但由于洞穴直径为 $\phi 100\text{ mm}$,手提砂轮没法伸入洞穴内切割,只能割平混凝土表面,所以无粘结筋伸长锚具长度都在50mm~60mm。该工程设计没有对无粘结端部和锚具进行防潮封闭处理的要求,只要求用C30的细石混凝土封头,封头后要加养护。

6 结束语

无粘结预应力混凝土技术,适用于高层建筑结构,能增大开间、增大柱距,降低层高。它具备先张法与后张法的优点,无须设置张拉台座,无须在构件中预埋管道,省去灌浆工序。施工机具轻巧,施工操作简便,可在高空和小空间内操作,张拉工作不占工期。无粘结预应力混凝土技术先进,值得得全面推广应用,但目

前由于在设计、施工方面经验不足,尚存在一些问题,有待于研究解决。

通过对我司施工的六个无粘结预应力技术工程的应用研究,有如下体会:

(1) 锚固区在结构物的设置。无粘结预应力的固定端和张拉端,除了锚具之外,尚有承压板等,它的埋设位置多数情况在板的边缘或梁的端部,以及剪力墙里,有时也设置在混凝土梁、板跨中。张拉后,所有锚具内侧混凝土均受到很高的压应力,如锚具位置在跨中,则自锚具承压板算起,外侧混凝土同时还受到拉应力。目前设计已在内侧配置提高混凝土抗压能力的钢筋(如螺旋筋、钢筋网片等),但对混凝土产生拉应力的一侧没有采取任何措施。为此建议配置平衡拉力的钢筋(一般每块承压板配置不小于4 Φ 12钢筋,从承压板伸出长度不小于500mm,以便将拉应力逐步分散,也可避免因固定端埋设过浅被拔出现象)。对于边缘的“锚固区”也应考虑施工铺放方便,不要和梁柱筋或结构节点在一起,最好设在板的边缘,如果楼层的边缘是梁,最好在梁外能悬挑150mm~200mm的板带,减少或避免预应力筋的铺设与非预应力筋的矛盾。

(2) 预应力筋应尽可能选用抗拉强度高的品种。应用无粘结预应力技术的混凝土构件,大多数受力较大,配筋密集,采用高强度无粘结筋,可减少根数,减少预应力筋与非预应力筋的矛盾。目前无粘结筋的标准抗拉强度有1470MPa和1860MPa两种,区内设计多采用1470MPa的无粘结筋,而国外采用的无粘结筋

均在1760MPa~1860MPa的范围内,故建议设计或施工时应尽可能使用1860MPa的无粘结筋,它比1470MPa的无粘结筋的根数可减少1/5,利于解决锚固区内钢筋密集,施工困难的问题。

(3) 无粘结筋的设计矢高不切合实际。在板跨中标注无粘结筋距离板底30mm,而实际情况,当无粘结筋和底筋(非预应力)方向一致时,这个高度至少为38mm,另一根无粘结筋即为52mm,因此设计单位应给出断面详图,以确保按图施工。

(4) 承压板设计厚度不足。有些工程设计承压板厚度只有10mm,当张拉时受到千斤顶或锚具的压应力,承压板因厚度不足而产生变形,使局部(锚具位置处)混凝土受力过大而容易破坏,构件预应力受损失,因此,建议设计或施工采用的承压板厚度不宜小于16mm。

(5) 锚固区的封头保护,目前设计单位对锚固区封头重视不够,要求不严。在6个工程中,设计单位只要求用混凝土、砂浆作封头处理,没有要求对锚具及外露无粘结筋部份作防水处理。有个别工程连混凝土、砂浆强度要求都没有,如果施工单位对封头质量又不重视,将给工程带来隐患。因此建议设计或施工单位应加强对锚固区的防水处理,最好采用树脂型的防水材料处理,封头材料应采用环氧树脂砂浆或比混凝土高一强度等级的微膨胀细石混凝土,并采用增强新旧混凝土粘结力的界面剂作新旧混凝土表面处理。

The Construction Technology of Prestress Without Bond Concrete for Guangxi Trust Edifice

GAN Hui-han

(Guangxi Building Engineering Group 2nd Company, Nanning 530022, China)

Abstract: This article introduces the construction technology of prestress without bond concrete. It simply describes the calculation, laying, tension of reinforcement without bond, casting concrete and the whole process of anchor zone and construction. Finally it gives some advice in the light of the problems existing in the prestress without bond concrete technology in Guangxi.

Keywords: calculation of baiting length of reinforcement without bond; prestress without bond concrete construction; reinforcement without bond tensibility; anchor zone wrapped end