

一种房屋建筑的轻型屋盖构件 预应力混凝土双T板

何德湛¹ 贾方树²

(1 中国市政工程华北设计研究院 天津 300074)

(2 天津玉祥成建筑构件有限公司双T板厂 天津 300074)

摘要:本文介绍一种房屋建筑的轻型屋盖构件—预应力混凝土双T板的设计依据、材料、外形尺寸、制作安装、质量检验及应用范围等情况。

关键词:轻型屋盖构件 预应力混凝土双T板 螺旋肋钢丝 预应力钢绞线

预应力混凝土双T板包括螺旋肋钢丝(ϕ^H7)和(1×7)预应力钢绞线二种配筋型式的混凝土双T板。螺旋肋钢丝预应力混凝土双T板最早开始使用于上世纪八十年代初,主要是在黑龙江省大庆地区大庆油田的工业与民用建筑中,用于单层厂房、库房、锅炉房、体育场馆设施、会议厅以及学校食堂等。跨度为9-24米。目前在黑龙江、辽宁、河北、江苏、天津等地区受到普遍欢迎和使用。对沿海潮湿地区,双T板系预应力混凝土构件抗裂性能好,远远优于钢构件。对于防火有要求的建筑,采用双T板较钢构件有明显的优势。在将近三十年的推广使用中,双T板具有构造简单(屋盖板梁合一),自重轻、经济指标好、防火、防潮、抗震、施工进度快等一系列突出优点,因此深受用户好评和欢迎。

以下将螺旋肋钢丝和钢绞线两种配筋形式的预应力混凝土双T板的适用范围、设计依据、采用材料、外形尺寸、设计原则、制作与安装要求以及构件质量检验分七个方面予以说明和介绍。

1 适用范围

采用先张法工艺生产的预应力混凝土双T板适用于:

(1) 环境类别为一类的一般工业与民用建筑的屋盖构件,下列情况,另作处理:1. 环境类别为二—五类;2. 构件表面温度高于100摄氏度或有生产热源,且构件表面温度经常高于60摄

氏度时,应采取隔热措施,使构件表面温度降至60摄氏度以下。

(2) 抗震设防烈度不大于8度的地区;

(3) 耐火等级为二级的一般建筑和厂房的屋盖构件;耐火等级为一级的建筑应将板表面涂防火涂料,其厚度应根据耐火极限达到规范规定的要求,可计算获得。

2 设计依据

(1) 《建筑结构荷载规范》GB5009-2001

(2) 《混凝土结构设计规范》GB50010-2002

(3) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2001

(4) 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB50204-2002

(5) 《冷拔钢丝预应力混凝土构件设计与施工规程》JGJ19-92

(6) 《预应力混凝土用钢丝》GB/T5223-2002

(7) 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224-2003

3 采用材料

(1) 混凝土强度等级:C40、C45、C50(分别用于螺旋肋钢丝或预应力钢绞线配筋的不同跨度的双T板中)

(2) 预应力钢丝采用低松弛螺旋肋消除应力钢丝(直径 $\phi^H7\text{mm}$)或1×7钢绞线。

其主要物理力学指标如下:

| 类别符号 | 公称直径 (mm) | 截面积 (mm ²) | 抗拉强度 标准值 f _{ptk} (N/mm ²) | 抗拉强度 设计值 f _{py} (N/mm ²) | 弹性模量 E _s (N/mm ²) |
|--------|---------------------|---------------------------|--|---|---|
| 螺旋肋钢丝 | φ ^H 7 | 38.48 | 1570 | 1110 | 2.05 × 10 ⁵ |
| 1×7钢绞线 | φ ^S 12.7 | 98.7 | 1860 | 1320 | 1.95 × 10 ⁵ |
| | φ ^S 15.2 | 139 | 1860 | 1320 | 1.95 × 10 ⁵ |

(3) 焊接网片采用乙级冷拔低碳钢丝或CRB550级冷轧带肋钢筋(φ^b)级,其它钢筋采用HPB235(φ)级钢筋、HPB335二级钢筋,吊钩为HPB235(φ)级钢筋,不得冷加工,埋件钢板为Q235-B级,安装焊条为E43××型焊条;

(4) 冷拔低碳钢丝的冷拔工艺应严格按照《冷拔钢丝预应力混凝土构件设计与施工规程》第4.4条执行。

4 预应力双T板的外形尺寸

(1) 双T板的宽度为2.4米,实际宽度为2.39米。

(2) 双T板的标志长度(轴线跨度)、板高及坡度:

| 标志长度/轴线长度 (m) | 螺旋肋钢丝 端部截面 | 双T板高度 (mm) 跨中截面 | 1×7钢绞线 端部截面 | 双T板高度 (mm) 跨中截面 |
|------------------|---------------|-----------------------|----------------|-----------------------|
| 9 | 280 | 415 | 290 | 380 |
| 12 | 350 | 530 | 360 | 480 |
| 15 | 400 | 625 | 450 | 600 |
| 18 | 500 | 790 | 520 | 700 |
| 21 | 585 | 900 | 540 | 750 |
| 24 | 630 | 1050 | 610 | 850 |

螺旋肋钢丝双T板的坡度为3%(9-21米跨)和3.5%(24米跨)钢绞线双T板的坡度为2%。

(3) 板的实际长度为标志长度减20mm,实际长度也可由单体设计提出要求,生产单位按要求进行生产。

5 设计原则

双T板的安全等级为二级、设计使用年限为50年、重要性系数 $r_0=1.0$

(1) 预应力损失计算:张拉端锚具采用钢丝墩头锚具,其变形和钢筋内缩值一般按 $a=3\text{mm}$ 计算,国标图集中(张拉端锚具变形)和预应力钢筋内缩值取 5mm 。张拉端高度至锚固端之间的距离,取板跨度加 0.5m 。

(2) 双T板加热养护时,受张拉的预应力钢筋与承受拉力的设备之间的温差 $\Delta t=25$ 摄氏度。

(3) 预应力钢筋的应力松弛及混凝土收缩和徐变引起的预应力损失值按《混凝土结构设计规范》GB 50010-2002计算;

(4) 预应力钢筋的张拉控制应力及单根张拉控制力见下表:

| 类别 | 公称直径 (mm) | 张拉控制应力 (N/mm ²) | 单根钢丝钢绞线 张拉控制力(kN) |
|--------|---------------------|--------------------------------|----------------------|
| 螺旋肋钢丝 | φ ^H 7 | 0.75f _{ptk} | 45.31 |
| 1×7钢绞线 | φ ^S 12.7 | 0.75f _{ptk} | 137.69 |
| | φ ^S 15.2 | 0.75f _{ptk} | 193.91 |

(5) 板按承受均布荷载的简支板计算,板的裂缝控制等级为二级。板的最大挠度按荷载效应标准组合并考虑荷载长期作用影响的刚度B进行计算。验算挠度时,可将计算所得挠度值减去板的预应力反拱值。板的允许挠度限值取 $L_0/400$; 21、24m跨度取 $L_0/300$ (L_0 为板的计算跨度)板面计算时两侧悬臂部分按悬臂板计算,肋梁间的板面跨中最大弯矩设计值按肋梁外侧翼板($qc^2/8$ $qa^2/2$)和 $qa^2/10$ 的较大值确定,其中 q 为扣除肋梁自重(荷载设计值)的双T板基本组合荷载限值; c 为肋梁间净距, a 为翼板悬挑长度。肋梁中最外层预应力钢筋中 s 距板底的距离分别为 35mm (预应力钢筋为螺旋肋钢丝)、 40mm (预应力钢筋为1×7钢绞线);板吊装计算时,动力系数取1.5。

6 制作与安装要求

(1) 预应力钢筋的加工、松弛和物理力学性能、化学成分等应符合《预应力混凝土用钢丝》、《预应力混凝土用钢绞线》的规定;

(2) 放张预应力筋时宜缓慢放松锚固装置,使各根预应力筋同时缓慢放张,放张时混凝土立方体抗压强度应达到设计强度等级;确保混凝土中最大氯离子含量不大于0.06%(占水泥用量的百分率)。

(3) 混凝土中不得掺加对钢筋有侵蚀作用的外加剂,并应保证混凝土的密实度和符合国家标准中有关耐久性的要求;

(4) 板肋端埋件钢板, 既起与端支座连接的作用, 又作为预应力筋端部周围混凝土局部加强的措施, 施工时应特别注意;

(5) 悬臂部分与肋间部分板面内受力筋在板肋处折弯以保证保护层厚度, 要求悬臂和肋间板面受力钢筋的混凝土保护层厚为15mm, 肋受力筋最小保护层厚度为25mm;

(6) 板的吊钩采用非冷加工的HPB235(ϕ)级钢筋制作, 埋深不得小于30d, 并应焊接或绑扎在钢筋骨架上;

(7) 板面开洞, 应优先采用板肋间开洞, 不应在同一块板上两外挑部分同时开洞, 开洞应避免开跨中, 洞口边距跨中不小于500, 板开洞后应予以加固;

(8) 板堆放不宜超过三层, 运输不宜超过两层;

(9) 用于砖混结构时, 板应与混凝土圈梁上的预埋件焊接; 用于框排架结构时, 板应搁置在混凝土框架梁或托梁上, 梁上应设埋件, 并与板肋埋件焊牢;

(10) 双T板的四个支撑面必须平整, 否则应用薄钢板垫平, 然后焊接。板跨不大于15m时, 吊装就位后可一次焊接, 两端的四个板肋支座, 焊缝厚6mm。焊缝长不小于100mm, 板跨不小于18m时, 按二次施焊。吊装就位后先焊一端的两个板肋支座, 待屋面构造层做好后, 再焊另一端的两个支座, 焊缝厚不小于6mm, 焊缝长不小于150mm;

(11) 板吊装时必须平稳, 防止急降、冲击、受弯或扭曲, 保证所有吊钩均匀受力, 宜采用专用吊具;

(12) 所有外露构件均应做防锈处理, 具体做法视环境等因素由业主要求按规定确定;

(13) 跨度为21m、24m板考虑温度应力对支座的不利影响, 屋面宜做保温层。

7 构件质量检验

(1) 板的制作、安装质量、结构性能检验等应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2002的有关规定;

(2) 板检验应在混凝土龄期为28天后或达到设计强度的100%后进行;

(3) 加荷方式应采用荷载块均布加荷;

(4) 板结构性能检验应包括承载力、抗裂和挠度三项检验。指标分别达到规范规定的要求和允许值, 构件方可允许出厂。

双T板目前在国内已普遍应用, 天津、山东、河北、内蒙、黑龙江、辽宁、江苏、浙江、山西等省、市、区均推广使用。

已建的生产基地分布于: 大庆、哈尔滨、天津、青岛、烟台、大连、南通、苏州、太原、嘉兴等, 以上生产基地所在的省、市、区分别已编制地方标准设计图集。以天津为例, 2005年8月由天津市建筑标准设计办公室组织编制了《螺旋肋钢丝预应力混凝土双T板》图集, (图集号为津05SG401)。从2005.9.1起实施, 至目前天津市已建双T板房屋20余万平方米。双T板在全国及大庆地区和石油行业已推广应用三十多年, 生产了约500万平方米。

中国建筑标准设计研究院组织编制的国家建筑标准设计图集《预应力混凝土双T板》(06SG432)于2007.7出版发行, 双T板已在全国普遍推广使用。

双T板以其经济指标好(如天津生产的双T板每平方米造价150-200元, 包括构件的制成品以及运输和安装费用——天津地区)。屋盖体系能达到如此经济指标实为业主所欢迎。双T板在防火、防腐、防震等方面优势突出。加上施工周期短, 缩短工期更是业主求之不得的, 因此双T板在一般工业与民用房屋的屋盖中推广使用具有现实意义和节省投资, 加快施工进度优势。

参考文献

- [1] 天津市工程建筑标准设计图集. 《螺旋肋钢丝预应力混凝土双T板》(津05SG401). 天津市建筑标准设计办公室. 2005.8
- [2] 国家标准设计图集. 《预应力混凝土双T板》06SG432. 中国建筑标准设计研究院. 2007.7