

公路装配式组合钢箱梁设计规范

Technical Code of Design for Highway Composite Steel Girder

2016 - 08 - 15 发布
施

2016 -10 - 01 实

目 次

| | |
|-------------------|-----|
| 前言..... | III |
| 1 范围..... | 1 |
| 2 规范性引用文件..... | 1 |
| 3 术语定义和符号..... | 1 |
| 3.1 术语..... | 1 |
| 3.2 符号..... | 2 |
| 4 基本规定..... | 3 |
| 5 材料..... | 4 |
| 5.1 一般规定..... | 4 |
| 5.2 混凝土..... | 4 |
| 5.3 钢筋及预应力钢筋..... | 5 |
| 5.4 钢材及焊材..... | 6 |
| 5.5 剪力键..... | 8 |
| 6 设计荷载..... | 8 |
| 6.1 一般规定..... | 8 |
| 6.2 基本作用..... | 8 |
| 6.3 疲劳荷载..... | 8 |
| 7 总体设计与构造要求..... | 9 |
| 7.1 总体设计..... | 9 |
| 7.2 单梁设计..... | 9 |
| 7.3 横隔板..... | 10 |
| 7.4 预应力钢筋..... | 10 |
| 7.5 波形钢腹板..... | 10 |
| 7.6 连接件..... | 11 |
| 8 结构分析..... | 11 |
| 8.1 整体分析..... | 11 |
| 8.2 横向受力分析..... | 12 |
| 8.3 构件受力分析..... | 12 |
| 8.4 其他分析..... | 15 |
| 9 构件计算..... | 16 |
| 9.1 一般规定..... | 16 |
| 9.2 顶底板验算..... | 16 |
| 9.3 波形钢腹板计算..... | 19 |

9.4 剪力键验算 19

前 言

本规范依据 GB/T 1.1-2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定编制。

本规范由河北省交通运输厅提出并归口。

本规范起草单位：邢台路桥建设总公司、河北省交通规划设计院、同济大学。

本规范主要起草人：宋田兴、朱冀军、陈惟珍、郭红军、徐俊、华鹏年、马明、李磊、赵子健、马朝波、郑会玺、程丰臣、刘杰、马伟敬、司魁、石英杰。

公路装配式组合钢箱梁设计规范

1 范围

本规范规定了装配式组合钢箱筒支梁桥上部结构设计的基本规定、材料参数、设计荷载、总体设计与构造要求、结构分析、构件计算等内容。

本规范适用于装配式组合钢箱梁直桥与斜桥上部结构设计。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 700 碳素结构钢
GB/T 714 桥梁用结构钢
GB/T 1591 低合金高强度结构钢
GB/T 4171 耐候结构钢
GB/T 10433 电弧螺栓焊用圆柱头焊钉
GB/T 14902 预拌混凝土
GB 50017 钢结构设计规范
GB 50917 钢-混凝土组合桥梁设计规范
JTG B02 公路工程抗震规范
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
JTG D62-2004 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG D64-2015 公路钢结构桥梁设计规范
JTG/T B02-01 公路桥梁抗震设计细则
JTG/T D64-01-2015 公路钢混组合桥梁设计与施工规范
JT/T 722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

3 术语定义和符号

3.1 术语

3.1.1

波形钢板 corrugated steel plate
通过机械加工得到的波折形状的钢板。

3.1.2

剪力连接键 shear connector
通过剪力传递荷载，用于连接钢结构与混凝土结构使两者共同受力的连接件。

3.1.3

聚合物混凝土 polymer concrete

是颗粒型有机-无机复合材料的统称。又称为聚合物改性混凝土。与普通水泥混凝土相比，具有高强、耐蚀、耐磨、粘结力强等优点。

3.1.4

装配式组合钢箱梁 prefabricated composite steel girder

由组合顶底板钢构件拼制而成的箱形结构梁。

3.2 符号

3.2.1 材料性能符号

f ——钢材的抗拉、抗压和抗弯强度设计值；
 f_v ——钢材的抗剪强度设计值；
 f_y ——钢材的屈服强度；
 τ_y ——钢材的剪切屈服应力；
 f_{ck} 、 f_{cd} ——混凝土轴心抗压强度标准值、设计值；
 f_{tk} 、 f_{td} ——混凝土轴心抗拉强度标准值、设计值；
 f_{sk} 、 f_{sd} ——普通钢筋抗拉强度标准值、设计值；
 f_{pk} 、 f_{pd} ——预应力钢筋抗拉强度标准值、设计值；
 E ——钢材的弹性模量；
 E_c ——混凝土的弹性模量；
 E_s 、 E_p ——普通钢筋、预应力钢筋的弹性模量；
 G_c ——混凝土的剪切模量；
 G ——钢材的剪切模量。

3.2.2 作用与作用效应符号

M_d ——纵向弯矩设计值；
 M_u ——横向角隅抵抗弯矩；
 V_d ——竖向剪力设计值；
 T ——扭矩设计值；
 τ_a ——波形钢腹板的弯曲剪应力；
 τ_t ——波形钢腹板的自由扭转剪应力；
 $\tau_{cr,l}$ ——局部屈曲剪应力；
 $\tau_{cr,g}$ ——整体屈曲剪应力；
 τ_{cr} ——合成屈曲剪应力。

3.2.3 几何参数有关符号

h ——顶板钢垫板上缘距底板形心距离；
 h_w ——波形钢腹板高度；
 a_w ——波形钢腹板直板段长度；
 b_w ——波形钢腹板斜板段投影长度；
 c_w ——波形钢腹板斜板段长度；

d_w ——波形钢腹板波高；
 t_w ——波形钢腹板厚度；
 R ——波形钢腹板弯折半径；
 l_w ——焊缝的计算长度；
 A_s ——波形腹板的截面面积；
 I_x ——单位长度波形钢腹板桥轴向中性轴的惯性矩；
 I_y ——单位长度波形钢腹板高度方向的惯性矩。

3.2.4 计算系数及其他符号

β_i ——波形钢腹板剪切分担率；
 η ——形状系数；
 δ ——波形钢腹板波高与钢板板厚比；
 ν_c ——混凝土的泊松比；
 n_s ——钢材与混凝土的剪切模量比；
 k_v ——剪切修正系数；
 k_t ——波形钢腹板局部屈曲系数；
 k_g ——波形钢腹板整体屈曲系数；
 n_f ——传力摩擦面数；
 μ ——摩擦面的抗滑移系数。

4 基本规定

- 4.1 装配式组合钢箱梁桥应采用极限状态方法进行设计，验算表达式中各分项系数应按 JTG D60 中相关条文的规定取值。
- 4.2 装配式组合钢箱梁桥构件及其连接件应考虑以下设计状况及其相应的极限状况进行验算：
- 按持久状况进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计验算；
 - 按短暂状况进行桥梁在制作、运输和架设过程中的承载能力极限状态设计验算；
 - 按偶然状况进行桥梁被撞后的承载能力极限状态设计验算；
 - 按地震状况进行承载能力极限状态设计验算。
- 4.3 装配式组合钢箱梁桥应按 JTG B02 和 JTG/B B02-1 的相关规定进行抗震验算。
- 4.4 装配式组合钢箱梁桥结构设计应满足 GB 50017、GB 50917、JTG D62 和 JTG/T D64-01 中涉及结构构造的相关条文的要求。
- 4.5 装配式组合钢箱梁桥应以 100 年为设计基准期进行设计。
- 4.6 装配式组合钢箱梁桥宜按标准跨径进行设计。
- 4.7 装配式组合钢箱梁在车道荷载（不计冲击力）作用下的挠度应不大于计算跨径的 1/600。
- 4.8 装配式组合钢箱梁桥的桥面布置应符合 JTG D60 中相关条文的规定。

4.9 装配式组合钢箱梁桥配套的下部结构、桥面系、支座、管线等结构应按现行国家及行业标准中相关规定进行设计。装配式组合钢箱梁桥的桥面铺装宜采用沥青铺装设计。装配式组合钢箱梁桥支座及伸缩缝应采用技术成熟的定型产品。

4.10 在装配式组合钢箱梁桥设计中应考虑施工、运营管理、结构检测以及日常养护的要求。钢构件表面宜采用 JT/T 722 中规定的涂装体系进行防腐设计。

5 材料

5.1 一般规定

5.1.1 设计中所选用的材料应满足国家现行 GB/T 714、GB/T 700、GB/T 1591、GB/T 4171、GB/T 10433、GB/T 14902 等规范中对于相关材料的规定。

5.1.2 装配式组合钢箱梁桥设计宜选用技术成熟、质量可靠、环保易回收的材料。

5.1.3 使用新材料时应综合检验材料的强度、施工难度、耐久性影响，必要时可实施足尺模型试验。

5.1.4 设计中所用新型混凝土材料、钢材及其他有承载要求的材料，如现行国家和行业规范及本章后续条文中未明确标明强度的，应满足本章关于相关材料的最低强度及耐久性要求，其强度标准值应按现行国家或行业规范的要求进行强度测试，并以其对应于 95% 保证率的试验结果确定材料的强度标准值。

5.2 混凝土

5.2.1 装配式组合钢箱梁桥的混凝土强度不应低于 C40。

5.2.2 混凝土轴心抗压强度标准值 f_{ck} 和轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 应按表 1 采用。

表 1 混凝土强度标准值 (MPa)

| 强度种类 | 强度等级 | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 | C65 | C70 | C75 | C80 |
| f_{ck} | 26.8 | 29.6 | 32.4 | 35.5 | 38.5 | 41.5 | 44.5 | 47.4 | 50.2 |
| f_{tk} | 2.40 | 2.51 | 2.65 | 2.74 | 2.85 | 2.93 | 3.00 | 3.05 | 3.10 |

5.2.3 混凝土轴心抗压强度设计值 f_{cd} 和轴心抗拉强度设计值 f_{td} 应按表 2 采用。

表 2 混凝土强度设计值 (MPa)

| 强度种类 | 强度等级 | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 | C65 | C70 | C75 | C80 |
| f_{cd} | 18.4 | 20.5 | 22.4 | 24.4 | 26.5 | 28.5 | 30.5 | 32.4 | 34.6 |
| f_{td} | 1.65 | 1.74 | 1.83 | 1.89 | 1.96 | 2.02 | 2.07 | 2.10 | 2.14 |

5.2.4 混凝土受压或受拉时弹性模量 E_c 应按表 3 采用。混凝土的剪切模量 G_c 可按表 3 数值的 0.4 倍采用，混凝土的泊松比 ν_c 可采用 0.2。

| | | | | | | | | | |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 强度等级 | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 | C65 | C70 | C75 | C80 |
| E_c | 3.25 | 3.35 | 3.45 | 3.55 | 3.60 | 3.65 | 3.70 | 3.75 | 3.80 |

表3 混凝土弹性模量($\times 10^4$ MPa)

注：当采用引气剂及较高砂率的泵送混凝土且无实测数据时，表中C50~C80的 E_c 值应乘以折减系数0.95。

4

表4 混凝土强度标准值和设计值(MPa)

| | | | | | | | | | | |
|----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--|
| 强度种类 | 强度等级 | | | | | | | | | |
| | C40 | C45 | C50 | C55 | C60 | C65 | C70 | C75 | C80 | |
| f_{tk} | 2.60 | 2.72 | 2.84 | 2.94 | 3.05 | 3.14 | 3.22 | 3.28 | 3.32 | |
| f_{td} | 1.79 | 1.87 | 1.95 | 2.02 | 2.10 | 2.16 | 2.22 | 2.26 | 2.28 | |

5.2.5 聚合物混凝土的轴心抗拉强度标准值 f_{tk} 和轴心抗拉强度设计值 f_{td} 应按表4采用。

5.3 钢筋及预应力钢筋

5.3.1 波形钢腹板PC箱梁构件的普通钢筋

宜采用HRB 335、HRB 400及KL 400钢筋，箍筋宜采用带肋钢筋；预应力钢筋宜选用钢绞线。

5.3.2 钢筋的抗拉强度标准值应具有不小于95%的保证率。普通钢筋的抗拉强度标准值 f_{sk} 和预应力钢筋的抗拉强度标准值 f_{pk} ，应分别按表5和表6采用。

表5 普通钢筋抗拉强度标准值(MPa)

表6 预应力钢筋抗拉强度标准值(MPa)

| 强度种类 | 符号 | d/mm | f_{sk} /MPa |
|--------|--------|------|---------------|
| R235 | ϕ | 8~20 | 235 |
| HRB335 | ϕ | 6~50 | 335 |
| HRB400 | C | 6~50 | 400 |
| KL400 | CR | 8~40 | 400 |

| 种类 | | 符号 | d/mm | f_{pk} /MPa |
|--------|-------------|----------|---------------|---------------------|
| 钢绞线 | 1×2 (二股) | ϕS | 8.0、10.0 | 1470、1570、1720、1860 |
| | | | 12.0 | 1470、1570、1720 |
| | 1×3 (三股) | | 8.6、10.8 | 1470、1570、1720、1860 |
| | | | 12.9 | 1470、1570、1720 |
| | 1×7 (七股) | | 9.5、11.1、12.7 | 1860 |
| | | | 15.2 | 1720、1860 |
| 消除应力钢丝 | 光面 螺旋肋 | ϕP | 4、5 | 1570、1670、1670、1770 |
| | | | ϕH | 6 |
| | | ϕH | 7、8、9 | 1470、1570 |
| | 刻痕 | ϕI | 5、7 | 1470、1570 |
| 精轧螺纹钢 | | JL | 40 | 540 |
| | | | 18、25、32 | 540、785、930 |

| 强度种类 | f_{sd} | f_{sd}' | 强度种类 | f_{sd} | f_{sd}' |
|---------------|----------|-----------|---------------|----------|-----------|
| R235 d=8~12 | 195 | 195 | HRB400 d=6~50 | 330 | 330 |
| HRB335 d=6~50 | 280 | 280 | KL400 d=8~40 | 330 | 330 |

f'_{sd} 应按表 7 采用；预应力钢筋的抗拉强度

| 钢筋种类 | f_{pk} | f_{pd} | f_{pd}' |
|----------------|----------|----------|-----------|
| 钢绞线 | 1470 | 1000 | 390 |
| 1×2 (二股) | 1570 | 1070 | |
| 1×3 (三股) | 1720 | 1170 | |
| 1×7 (七股) | 1860 | 1260 | |
| 消除应力光面钢丝和螺旋肋钢丝 | 1470 | 1000 | 410 |
| | 1570 | 1070 | |
| | 1670 | 1140 | |
| | 1770 | 1200 | |
| 消除应力刻痕钢丝 | 1470 | 1000 | 410 |
| | 1570 | 1070 | |
| 精轧螺纹钢 | 540 | 450 | 400 |
| | 785 | 650 | |
| | 930 | 770 | |

筋。

| 钢筋种类 | 普通钢筋的弹性模量 E_s | 预应力钢筋的弹性模量 E_p | 钢筋种类 | 应按表 9 采用。 | E_p |
|--------------------------|-----------------|------------------|---------------------|----------------------------------|-------|
| R235 | 2.1 | 2.1 | 消除应力光面钢筋、螺旋肋钢丝、刻痕钢丝 | 表 9 钢筋的弹性模量 ($\times 10^4$ MPa) | 2.05 |
| HRB335、HRB400、KL400、精轧钢筋 | 2.0 | 2.0 | 钢绞线 | | 1.95 |

材应采用 GB/T 714、GB/T 700、GB/T 1591、GB/T 4171 中所列出的材料。

5.3.3

普通钢筋的抗拉强度设计 f_{sd} 和抗压强度设计值

设计值 f_{pd} 和抗压强度设计值 f'_{pd} 应按表 8 采用。

7

表 8

5.3.5

设计中宜选用单一类型和规格的钢筋和预应力

5.4 钢材及焊材

5.4.1 波形钢腹板 PC 箱梁桥的钢

5.4.2 选用钢材时，应综合考虑结构的重要性、荷载特征、结构形式、应力状态、连接方法、钢材厚度及工作环境等因素。

5.4.3 碳素结构钢宜用 C 级和 D 级，低合金高强度钢结构宜采用 C 级、D 级和 E 级。一般情况下，波形钢腹板宜选用 Q345 钢制造。

5.4.4 对于需要验算疲劳的焊接结构钢材，应满足 JTG D64 对材料冲击韧性的要求。当结构使用环境的最低温度达到 $0^{\circ}\text{C}\sim-20^{\circ}\text{C}$ 时，可选用现行国家标准中质量等级为 D 的钢材，当结构使用环境的最低温度达到 -20°C 以下时，则应采用质量等级为 E 的钢材。

| 钢材 | | 抗拉、抗压和抗弯 f | 抗剪 f_v | 端面承压（刨平顶紧） f_{ce} |
|--------|-----------|--------------|----------|---------------------|
| 牌号 | 厚度或直径（mm） | | | |
| Q235 钢 | ≤ 16 | 190 | 110 | 280 |
| | 16~40 | 180 | 105 | |
| | 40~100 | 170 | 100 | |
| Q345 钢 | ≤ 16 | 275 | 160 | 355 |
| | 16~40 | 270 | 155 | |
| | 40~63 | 260 | 150 | |
| | 63~80 | 250 | 145 | |
| | 80~100 | 245 | 140 | |
| Q390 钢 | ≤ 16 | 310 | 180 | 370 |
| | 16~40 | 295 | 170 | |
| | 40~63 | 280 | 160 | |
| | 63~100 | 265 | 150 | |
| Q420 钢 | ≤ 16 | 335 | 195 | 390 |
| | 16~40 | 320 | 185 | |
| | 40~63 | 305 | 175 | |
| | 63~100 | 290 | 165 | |

注：表中厚度系指计算点的钢材厚度，对轴心受力构件系指截面中较厚板件的厚度。

5.4.5 钢材的强度设计值，应根据钢材厚度或直径按表 10 采用。

10

5.4.6 钢材的物理性能指标应按表 11 采用。

11

7

以上内容
仅为本文
档的试下

载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

| 弹性模量 E MPa | 弹性模量 G MPa | 线膨胀系数 / $^{\circ}\text{C}$ | 质量密度 kg/m^3 |
|--------------------|-------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 2.06×10^5 | 7.9×10^4 | 1.2×10^{-5} | 7850 |

[https://d
.book118.](https://d.book118.com/007100023065006113)

[com/007100023065006113](https://d.book118.com/007100023065006113)