



T/CECS 471-2017

中国工程建设协会标准

铝合金人行天桥技术规程

Technical specifications for aluminum pedestrain bridge

中国计划出版社

中国工程建设协会标准

铝合金人行天桥技术规程

Technical specifications for aluminum pedestrain bridge

T/CECS 471-2017

主编单位：北京市市政工程设计研究总院有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：2 0 1 7 年 1 0 月 1 日

中国计划出版社

2017 北 京

中国工程建设标准化协会公告

第 286 号

关于发布《铝合金人行天桥技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2010 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2010〕27 号)的要求,由北京市市政工程设计研究总院有限公司等单位编制的《铝合金人行天桥技术规程》,经本协会城市交通专业委员会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS 471-2017,自 2017 年 10 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇一七年六月十六日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2010 年第一批工程建设协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2010〕27 号)的要求,规程编制组在广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国内外现行标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本规程。

本规程共分为 6 章和 3 个附录,主要技术内容包括:总则、术语和主要符号、材料、设计、施工及验收等。

本规程由中国工程建设标准化协会城市交通专业委员会归口管理。由北京市市政工程设计研究总院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议,请寄往解释单位(地址:北京市西直门北大街 32 号 3 号楼;邮政编码:100082)。

主 编 单 位:北京市市政工程设计研究总院有限公司

参 编 单 位:中国矿业大学

中冶建筑研究总院有限公司

北京城建亚泰建设集团有限公司

丛林集团有限公司

主要起草人:梁东晖 温庆杰 何维利 周 牧 王文贤

张 继 王永焕 杨建国 董佳节 汤兰侠

杨熊川 高安江 曲忠岩

主要审查人:张 汎 丁建平 冯 鹏 陈桂英 李宏江

张彬彬 罗晓群

目 次

1	总 则	(1)
2	术语和主要符号	(2)
2.1	术语	(2)
2.2	主要符号	(2)
3	材 料	(4)
3.1	铝合金材料	(4)
3.2	紧固件	(4)
3.3	焊接材料	(4)
3.4	材料强度及物理性能指标	(5)
4	设 计	(7)
4.1	一般规定	(7)
4.2	作用及作用效应	(8)
4.3	变形	(9)
4.4	自振频率	(10)
4.5	结构与构造	(10)
4.6	构件计算	(10)
4.7	紧固件连接	(16)
4.8	支座	(16)
4.9	附属结构	(17)
5	施 工	(18)
5.1	一般规定	(18)
5.2	材料进场	(18)
5.3	零部件加工	(18)
5.4	紧固件连接	(19)

5.5 焊接	(19)
5.6 结构组(拼)装	(20)
5.7 现场施工	(20)
5.8 附属结构	(20)
6 验收	(21)
附录 A 轴心受压构件的稳定系数	(22)
附录 B 分部(子分部)工程划分与代号表	(24)
附录 C 动静载试验	(25)
本规程用词说明	(28)
引用标准名录	(29)
附:条文说明	(31)

Contents

1	General provisions	(1)
2	Terms and symbols	(2)
2.1	Terms	(2)
2.2	Symbol	(2)
3	Materials	(4)
3.1	Aluminum materials	(4)
3.2	Fasteners for connecting	(4)
3.3	Welding materials	(4)
3.4	Strength of materials and physical properties	(5)
4	Design	(7)
4.1	General requirements	(7)
4.2	Actions and effects	(8)
4.3	Deformation	(9)
4.4	Frequency	(10)
4.5	Structure and details	(10)
4.6	Calculation of members	(10)
4.7	Connecting of fasteners	(16)
4.8	Bearing	(16)
4.9	Affiliated structures	(17)
5	Construction	(18)
5.1	General requirements	(18)
5.2	Materials approach	(18)
5.3	Processing of components and parts	(18)
5.4	Connecting of fasteners	(19)

5.5	Welding	(19)
5.6	Assembly work of elements	(20)
5.7	Site construction	(20)
5.8	Affiliated structures	(20)
6	Acceptance	(21)
Appendix A	Stability coefficient of axially compressed members	(22)
Appendix B	Division and symbol table of aluminum pedestrian bridge project	(24)
Appendix C	Dynamic and static load tests	(25)
	Explanation of wording in this specification	(28)
	List of quoted standards	(29)
	Addition; Explanation of provisions	(31)

1 总 则

1.0.1 为在铝合金人行天桥设计、施工和验收中做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于铝合金人行天桥的设计、施工和验收。

1.0.3 铝合金人行天桥的设计、施工及验收,除应符合本规程外,尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和主要符号

2.1 术 语

- 2.1.1 铝合金人行天桥 aluminium pedestrian bridge
上部结构、下部结构全部或部分由铝合金构件组成的人行天桥。
- 2.1.2 弱硬化 weak hardening
铝合金材料的强屈比 $f_u/f_{0.2} \leq 1.2$ 时为铝合金弱硬化。
- 2.1.3 强硬化 strong hardening
铝合金材料的强屈比 $f_u/f_{0.2} > 1.2$ 时为铝合金强硬化。
- 2.1.4 焊接热影响区 heat affected zone
母材受焊接热影响效应作用的范围,简称 HAZ。

2.2 主要符号

2.2.1 材料性能:

- E ——铝合金材料的弹性模量;
- G ——铝合金材料的剪切模量;
- f_u ——铝合金材料的抗拉极限强度;
- f ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
- f_v ——铝合金材料的抗剪强度设计值;
- $f_{0.2}$ ——铝合金材料的规定非比例伸长应力,也称名义屈服强度;
- f_{haz} ——铝合金焊接母材热影响区的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;
- $f_{v, \text{haz}}$ ——铝合金焊接母材热影响区的抗剪强度设计值;
- f^w ——铝合金对接焊缝的抗拉、抗压强度设计值;
- f_v^w ——铝合金对接焊缝的抗剪强度设计值;

f_t^w ——铝合金角焊缝的抗拉、抗压和抗剪强度设计值；

α ——铝合金材料的线膨胀系数；

ν ——铝合金材料的泊松比；

ρ ——铝合金材料的质量密度；

σ ——正应力；

τ ——剪应力。

2.2.2 作用和作用效应：

M ——弯矩；

N ——轴力；

V ——剪力。

2.2.3 几何参数：

A ——毛截面面积；

A_c ——仅考虑局部屈曲影响的有效截面面积；

A_{en} ——有效净截面面积；

A_{haz} ——为焊接热影响区面积；

I_w ——毛截面扇性惯性矩；

I_t ——毛截面抗扭惯性矩；

W_{en} ——有效净截面模量；

l_w ——扭转屈曲计算长度；

λ ——长细比；

$\bar{\lambda}$ ——受弯构件的弯扭稳定相对长细比；轴心受压构件的相对长细比；

λ_w ——扭转屈曲换算长细比。

2.2.4 计算系数及其他：

η ——加劲肋修正系数；

η_e ——修正系数；

η_{haz} ——焊接缺陷影响系数；

φ ——轴心受压构件的稳定系数；

$\bar{\varphi}$ ——轴心受压构件的稳定计算系数。

3 材 料

3.1 铝合金材料

3.1.1 铝合金人行天桥采用的铝合金材料应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定,并应根据结构形式、应力状态、连接方式、材料厚度、使用环境等因素综合考虑,选用铝合金牌号及其相应状态。

3.1.2 铝合金人行天桥承重构件的铝合金材料应采用挤压型材、挤压管材、轧制板材等的铝合金,宜选用牌号 6061-T6,6082-T6 等系列。

3.1.3 非承重构件的铝合金材料可采用各类型材、轧制板,宜选用牌号 3003、3004 等系列。

3.2 紧 固 件

3.2.1 螺栓应采用不锈钢普通螺栓,不宜采用有预拉力的高强度螺栓,并应符合现行国家标准《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6 和《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15 的有关规定。

3.2.2 铆钉应采用不锈钢或铝合金铆钉,并应符合现行国家标准《半圆头铆钉(粗制)》GB/T 863.1 和《半圆头铆钉》GB 867 的有关规定。

3.3 焊 接 材 料

3.3.1 母材焊接所选用的焊丝,应符合现行国家标准《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858 的有关规定。

3.3.2 焊接连接应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB

50429 的有关规定考虑热影响区材料强度降低带来的不利影响。

3.4 材料强度及物理性能指标

3.4.1 铝合金材料强度应符合现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。

3.4.2 铝合金材料的强度设计值应按表 3.4.2 取值。

表 3.4.2 铝合金材料强度设计值(N/mm²)

铝合金材料			构件计算		焊接构件计算	
牌号	状态	厚度 (mm)	抗拉、抗压和抗弯 f	抗剪 f_v	抗拉、抗压和抗弯 f_{haz}	抗剪 $f_{v,haz}$
6082	T4	所有	90	55	80	50
	T6	所有	215	125	105	60
6061	T4	所有	90	55	140	80
	T6	所有	200	115	100	60
6063	T5	所有	90	55	60	35
	T6	所有	150	85	80	45
6063A	T5	≤10	135	75	75	45
		>10	125	70	70	40
	T6	≤10	160	90	90	50
		>10	150	85	85	50
5083	O/F	所有	90	55	210	120
	H112	所有	90	55	170	95
3003	H24	≤4	100	60	20	10
3004	H34	≤4	145	85	35	20
	H36	≤3	160	95	40	20

3.4.3 不锈钢螺栓、铆钉的强度标准值和强度设计值应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定执行。

3.4.4 铝合金结构焊缝的强度设计值应按表 3.4.4 采用。

表 3.4.4 铝合金结构焊缝的强度设计值 (N/mm²)

铝合金母材牌号 及状态	焊丝型号	对接焊缝		角焊缝
		抗拉、抗压 f^w	抗剪 f_v^w	抗拉、抗压和抗剪 f_t^w
6082-T4	SALMG-3(Eur 5356)	145	85	85
6082-T6	SALSi-1(Eur 4043)	145	85	85
6061-T4	SALMG-3(Eur 5356)	145	85	85
6061-T6	SALSi-1(Eur 4043)	135	80	80
6063-T5 6063-T6	SALMG-3(Eur 5356)	115	65	65
6063A-T5 6063A-T6	SALSi-1(Eur 4043)	115	65	65
5083-O/F/H112	SALMG-3(Eur 5356)	185	105	105

3.4.5 铝合金材料的物理性能指标应按表 3.4.5 采用。

表 3.4.5 铝合金材料的物理性能指标

弹性模量 E (N/mm ²)	泊松比 ν	剪切模量 G (N/mm ²)	线膨胀系数 α (以每℃计)	质量密度 ρ (kg/m ³)
70000	0.3	27000	23×10^{-6}	2700

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 铝合金人行天桥建筑设计应按现行行业标准《城市人行天桥和人行地道技术规范》CJJ 69 的有关规定执行；无障碍设计应按现行国家标准《无障碍设计规范》GB 50763 的有关规定执行。

4.1.2 本规程采用以概率理论为基础的极限状态设计法，以分项系数的设计表达式进行设计。

4.1.3 铝合金人行天桥结构的安全等级宜为二级，重要性系数应为 1.0。

4.1.4 铝合金人行天桥结构的设计基准期应为 50 年，设计使用年限应为 50 年。

4.1.5 抗震设防烈度为 6 度及 6 度以上地区的铝合金人行天桥，应进行抗震设计。

4.1.6 铝合金结构的表面受辐射热达 80°C 以上时，应加隔热层或采用其他有效的防护措施。使用温度高于 100°C 时不应采用。

4.1.7 铝合金人行天桥的主梁可采用桁架梁，也可采用其他结构形式。

4.1.8 铝合金结构的连接应采用紧固件连接。构件焊接应仅用在非主要受力构件上。

4.1.9 当铝合金材料与除不锈钢以外的其他金属材料或含酸性、碱性的非金属材料接触时，应采取隔离措施，隔离材料应可更换。

4.1.10 桥面铺装应具有良好的稳定性、耐久性、平整性、抗滑性和耐磨性，并应适应铝合金结构的温度变形要求。

4.1.11 铝合金人行天桥的墩、台采用铝合金结构时，应采取相应防护措施。

4.2 作用及作用效应

4.2.1 铝合金人行天桥设计采用的作用分为永久作用、可变作用和偶然作用三类,并应符合表 4.2.1 的规定。

表 4.2.1 作用分类

作用分类	作用名称
永久作用	结构重力(包括结构附加重力)
	预加力
	土的重力
	土侧压力
	水的浮力
	混凝土收缩徐变
	基础变位作用
可变作用	人群荷载
	风荷载
	雪荷载
	施工荷载
	流水压力
	冰压力
	温度作用
	支座摩阻力
偶然作用	地震作用
	船舶或漂浮物的撞击作用
	汽车撞击作用

4.2.2 铝合金人行天桥设计时,对不同的作用应采用不同的代表值。永久作用、可变作用和偶然作用的代表值应按现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69 和《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的有关规定取用,并应符合下列规定:

1 永久作用应采用标准值作为代表值。

2 可变作用应根据不同的极限状态分别采用标准值、频遇值或准永久值作为其代表值。承载能力极限状态设计及按弹性阶段计算结构强度时应采用标准值作为可变作用的代表值。正常使用极限状态按短期效应(频遇)组合设计时,应采用频遇值作为可变作用的代表值。

3 偶然作用应取其标准值作为代表值。

4.2.3 铝合金人行天桥结构设计应计算结构上可能同时出现的作用,按承载能力极限状态和正常使用极限状态进行作用效应组合,取其最不利效应组合进行设计,并应符合下列规定:

1 结构上同时出现的作用,应进行其效应的组合。当结构或结构构件需做不同受力方向的验算时,则应以不同方向的最不利的作用效应进行组合。

2 当可变作用的出现对结构或结构构件产生有利影响时,该作用不应参与组合。不考虑流水压力和冰压力作用效应的组合。

3 结构设计应计入施工阶段作用效应的组合。

4 多个偶然作用不应同时参与组合。

4.2.4 铝合金人行天桥结构的作用效应组合应按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的有关规定执行,人群荷载作为主导可变荷载进行组合。

4.2.5 铝合金人行天桥构件在吊装、运输时,构件重力应乘以动力系数 1.2 或 0.85。

4.3 变 形

4.3.1 铝合金人行天桥主梁按人群荷载计算的最大竖向挠度,不应超过下列允许值:

1 主梁跨中: $L/600$;

2 主梁的悬臂端: $L_1/300$ 。

注: L 为计算跨径, L_1 为悬臂长度。

4.3.2 铝合金人行天桥主梁结构应设置预拱度,其值应取结构重力挠度加人群荷载所产生的竖向挠度。

4.4 自振频率

4.4.1 铝合金人行天桥上部结构竖向自振频率不应小于 3Hz。侧向自振频率不应小于 1.2Hz。

4.4.2 计算自振频率时应计入行人质量对铝合金人行天桥的影响。

4.5 结构与构造

4.5.1 桁架梁横向宜采用两榀或两榀以上桁架,桁架间应有可靠的横向结构连接。受压弦杆无侧向水平支撑时,应验算压杆的平面外稳定。

4.5.2 简支及连续桁架梁边跨宽度与跨度之比不宜小于 1/20,连续桁架梁中跨的宽跨比不宜小于 1/25。

4.5.3 铝合金桁架杆件中心线宜交会于节点中心。否则应计算杆件偏心的影响。

4.5.4 铝合金杆件的轴向力可按节点铰接计算;主桁杆件截面高度与杆件长度之比在连续桁架梁中大于 1/15、简支桁架梁中大于 1/10 时,应考虑节点刚性连接的影响。

4.5.5 铝合金材料表面防腐、维护清洗应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定执行。

4.6 构件计算

4.6.1 轴心受拉构件的强度应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (4.6.1)$$

式中: σ ——正应力;

f ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;

N ——轴心拉力设计值;

A_{en} ——有效净截面面积,对于受拉构件仅考虑焊接热影响区和截面孔洞的影响。

4.6.2 轴心受压构件的强度应按下式计算:

$$\sigma = \frac{N}{A_{en}} \leq f \quad (4.6.2)$$

式中: σ ——正应力;

f ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值;

N ——轴心压力设计值;

A_{en} ——有效净截面面积,对于受压构件应同时考虑局部屈曲、焊接热影响区和截面孔洞的影响。

4.6.3 实腹式轴心受压构件的稳定性应按下式计算:

$$\frac{N}{\bar{\varphi}A} \leq f \quad (4.6.3)$$

式中: $\bar{\varphi}$ ——轴心受压构件的稳定计算系数(取截面两主轴计算系数中的较小者),应按本规程第 4.6.4 条和第 4.6.5 条的规定进行计算;

A ——毛截面面积。

4.6.4 双轴对称截面轴心受压构件的稳定计算系数应按下式计算:

$$\bar{\varphi} = \eta_e \eta_{haz} \varphi \quad (4.6.4-1)$$

式中: η_e ——修正系数,对需考虑板件局部屈曲的截面进行修正;截面中受压板件的宽厚比小于或等于表 4.6.4-1 及表 4.6.4-2 规定时, $\eta_e = 1$;截面中受压板件的宽厚比大于表 4.6.4-1 规定时, $\eta_e = A_c/A$, A_c 为仅考虑局部屈曲影响的有效截面面积;

η_{haz} ——焊接缺陷影响系数,应按表 4.6.4-3 取用,当无焊接时, $\eta_{haz} = 1$;

φ ——轴心受压构件的稳定系数,应根据构件的长细比 λ 、铝合金材料的强度标准值 $f_{0.2}$ 查本规程附录 A 得到。

表 4.6.4-1 受压板件全部有效的最大宽厚比

硬化程度	加劲板件、中间加劲板件		非加劲板件、边缘加劲板件	
	非焊接	焊接	非焊接	焊接
弱硬化	$21.5\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$17\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$6\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$5\epsilon \sqrt{\eta k'}$
强硬化	$17\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$15\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$5\epsilon \sqrt{\eta k'}$	$4\epsilon \sqrt{\eta k'}$

注:1 表中 $\epsilon = \sqrt{240/f_{0.2}}$, $f_{0.2}$ 应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定取值;

2 η 为加劲肋修正系数,应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定取值;

3 $k' = k/k_0$, 其中 k 为不均匀受压情况下的板件局部稳定系数,应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定取值。对于均匀受压板件, $k' = 1$ 对于加劲板件或中间加劲板件, $k_0 = 4$; 对于非加劲板件或边缘加劲板件, $k_0 = 0.425$ 。

表 4.6.4-2 受压圆管截面的最大径厚比

硬化程度	非焊接	焊接
弱硬化	$50(240/f_{0.2})$	$35(240/f_{0.2})$
强硬化	$35(240/f_{0.2})$	$25(240/f_{0.2})$

表 4.6.4-3 焊接缺陷影响系数和截面非对称性系数

		弱硬化合金	强硬化合金
η_{haz}	纵向焊接	$\eta_{\text{haz}} = 1 - \left(1 - \frac{A_1}{A}\right) 10^{-\bar{\lambda}} - \left(0.05 + 0.1 \frac{A_1}{A}\right) \bar{\lambda}^{1.3(1-\bar{\lambda})}$ 其中: $A_1 = A - A_{\text{haz}}(1 - \rho_{\text{haz}})$, A_{haz} 为焊接热影响区面积	当 $\bar{\lambda} \leq 0.2$ 时, $\eta_{\text{haz}} = 1$; 当 $\bar{\lambda} > 0.2$ 时, $\eta_{\text{haz}} = 1 + 0.04(4\bar{\lambda})^{(0.5-\bar{\lambda})} - 0.22\bar{\lambda}^{1.4(1-\bar{\lambda})}$
	横向焊接	$\eta_{\text{haz}} = \rho_{\text{haz}}$	$\eta_{\text{haz}} = \rho_{\text{haz}}$

续表 4.6.4-3

	弱硬化合金	强硬化合金
η_{as}	$\eta = 1 - 2.4\psi^2 \frac{\bar{\lambda}^2}{(1 + \bar{\lambda}^2)(1 + \bar{\lambda})^2}$	$\eta = 1 - 3.2\psi^2 \frac{\bar{\lambda}^2}{(1 + \bar{\lambda}^2)(1 + \bar{\lambda})^2}$
	$\phi = \frac{y_{\max} - y_{\min}}{h}, \text{ 其中 } y_{\max} \text{ 及 } y_{\min} \text{ 为截面最外边缘到截面形心的距离,}$ $y_{\max} \geq y_{\min}; h \text{ 为截面高度, } h = y_{\max} + y_{\min}$	

注:1 表中 ρ_{haz} 为焊接热影响区范围内材料的强度折减系数, ρ_{haz} 和 A_{haz} 取值可查现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定得到;

2 $\bar{\lambda}$ 为相对长细比:
$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\pi} \sqrt{\frac{\eta_e f_{0.2}}{E}};$$

3 构件长细比 λ 应按照下式确定:

$$\lambda_x = \frac{l_{0x}}{i_{0x}}; \lambda_y = \frac{l_{0y}}{i_{0y}} \quad (4.6.4-2)$$

式中: λ_x, λ_y —— 构件对截面主轴 x 轴和 y 轴的长细比;

l_{0x}, l_{0y} —— 构件对截面主轴 x 和主轴 y 轴的计算长度;

i_{0x}, i_{0y} —— 构件毛截面对其主轴 x 轴和 y 轴的回转半径。

4.6.5 非焊接单轴对称截面的轴心受压构件的稳定计算系数应按下列下式计算:

$$\bar{\varphi} = \eta_e \eta_{as} \varphi \quad (4.6.5-1)$$

式中: η_{as} —— 截面非对称性系数, 应按表 4.6.4-3 取用。单轴对称截面的构件, 绕非对称轴的长细比 λ_x 仍应按式 (4.6.4-2) 计算, 但绕对称轴应取计及扭转效应的下列换算长细比 $\lambda_{y\omega}$ 代替 λ_y :

$$\lambda_{y\omega} = \left\{ \frac{1}{2} [\lambda_y^2 + \lambda_\omega^2 + \sqrt{(\lambda_y^2 + \lambda_\omega^2)^2 - 4\lambda_y^2 \lambda_\omega^2 (1 - y_0^2/i_0^2)}] \right\}^{\frac{1}{2}} \quad (4.6.5-2)$$

$$\lambda_\omega = \sqrt{\frac{i_0^2 A}{\frac{I_t}{25.7} + \frac{I_\omega}{l_\omega^2}}} \quad (4.6.5-3)$$

$$i_0 = \sqrt{i_x^2 + i_y^2 + y_0^2} \quad (4.6.5-4)$$

式中: λ_ω ——扭转屈曲换算长细比;

λ_y ——构件绕对称轴的长细比;

i_0 ——截面对剪心的极回转半径;

y_0 ——截面形心至剪心的距离;

I_ω ——毛截面扇性惯性矩;

I_t ——毛截面抗扭惯性矩;

l_ω ——扭转屈曲计算长度, $l_\omega = \mu_\omega l$, μ_ω 为扭转屈曲计算长度系数, 应按表 4.6.5 取用。对跨中无侧向支承点的梁, l 为其跨度; 对跨中有侧向支承点的梁, l 为受压翼缘侧向支承点间的距离(梁的支座处视为有侧向支承)。

表 4.6.5 构件的扭转屈曲计算长度系数 μ_ω

支撑条件	μ_ω
两端支承	1.0
一端支承, 另一端自由	2.0

4.6.6 弯矩作用在截面主平面内的拉弯和压弯构件, 其强度应按下列下式计算:

$$\frac{N}{A_{en}} \pm \frac{M_x}{\gamma_x W_{enx}} \pm \frac{M_y}{\gamma_y W_{eny}} \leq f \quad (4.6.6)$$

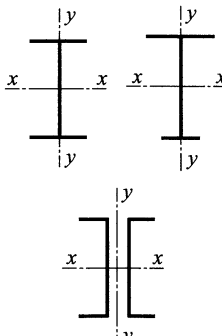
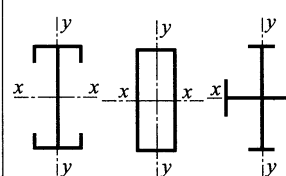
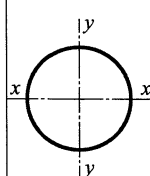
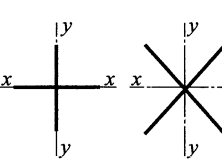
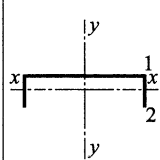
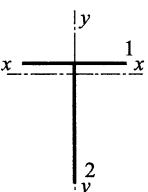
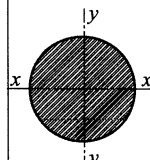
式中: M_x, M_y ——同一截面处绕 x 轴和 y 轴的弯矩(对工字形截面: x 轴为强轴, y 轴为弱轴);

W_{enx}, W_{eny} ——对截面主轴 x 轴和 y 轴的较小有效净截面模量, 应同时考虑局部屈曲、焊接热影响区以及截面孔洞的影响;

γ_x, γ_y ——截面塑性发展系数, 应按表 4.6.6 采用;

f ——铝合金材料的抗拉、抗压和抗弯强度设计值。

表 4.6.6 截面塑性发展系数

截面形式					
弱硬化	γ_x	1.00	1.00	1.00	
	γ_y	1.05	1.00	1.00	
强硬化	γ_x	1.00	1.00	1.00	
	γ_y	1.05	1.00	1.00	
截面形式					
弱硬化	γ_x	1.05	$\gamma_{x1}=1.00$ $\gamma_{x2}=1.05$	$\gamma_{x1}=1.00$ $\gamma_{x2}=1.05$	1.10
	γ_y	1.05	1.00	1.05	1.10
强硬化	γ_x	1.00	$\gamma_{x1}=1.00$ $\gamma_{x2}=1.00$	$\gamma_{x1}=1.00$ $\gamma_{x2}=1.00$	1.05
	γ_y	1.00	1.00	1.00	1.05

4.6.7 受弯构件的计算应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定执行。

4.6.8 在主平面内受弯的构件,其抗剪强度应按下列公式计算:

$$\tau = \frac{V_{\max} S}{I t_w} \leq f_v \quad (4.6.8)$$

式中: $V_{\max}$ ——计算截面沿腹板平面作用的最大剪力;
 S ——计算剪应力处以上毛截面对中和轴的面积距;
 I ——毛截面惯性矩;
 t_w ——腹板厚度;
 f_v ——铝合金材料的抗剪强度设计值。

4.6.9 符合下列情况时,可不计算梁的整体稳定性:

1 有铺板密铺在梁的受压翼缘上并与其牢固相连,能阻止梁受压翼缘的侧向位移时。

2 等截面工字形简支梁受压翼缘的自由长度 l 与其宽度 b 之比不超过表 4.6.9 所规定的数值时。

表 4.6.9 等截面工字形简支梁不需要计算整体稳定性的最大 l/b 值

跨中无侧向支撑点的梁		跨中受压翼缘有侧向支撑点的梁, 不论荷载作用于何处
荷载作用在下翼缘	荷载作用在下翼缘	
$7.8 \sqrt{240/f_{0.2}}$	$12.0 \sqrt{240/f_{0.2}}$	$9.5 \sqrt{240/f_{0.2}}$

注: l 取值同本规程第 4.6.5 条规定。

4.6.10 薄壁构件的截面设计应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定执行。

4.7 紧固件连接

4.7.1 紧固件连接计算和构造要求应按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定执行。

4.7.2 构件的节点、拼接接头的每端永久性螺栓或铆钉数量不应少于 2 个。

4.8 支 座

4.8.1 铝合金人行天桥支座应根据受力和变形要求选用,宜采用板式橡胶支座或四氟滑板橡胶支座。设计时应考虑支座的可更换

性。当选用其他形式的支座,应采取防护措施避免对铝合金产生腐蚀。

4.8.2 铝合金主梁不得与支座钢板直接接触。

4.9 附属结构

4.9.1 栏杆结构应按水平推力 2.5kN/m , 竖向荷载 1.2kN/m 进行结构设计,但不参与铝合金人行天桥结构的荷载组合。

4.9.2 人行桥面板及梯、坡道面板的人群荷载应按 5.0kPa 或 1.5kN 集中力作用在一块构件上进行结构设计。

4.9.3 伸缩缝设计时,气温变化值应自结构合拢时的温度起算,温度变化范围应考虑建桥地区的最高和最低有效温度。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

- 5.1.1 铝合金人行天桥的制作和安装应符合设计要求,并应符合相关规范的规定。
- 5.1.2 铝合金人行天桥施工前,应根据设计文件、施工详图的要求及施工现场的条件,编制制作安装工艺及施工方案。
- 5.1.3 铝合金人行天桥制造和检验所用的量具、仪器、仪表等应经计量检定、校准合格。

5.2 材 料 进 场

- 5.2.1 铝合金型材应独立包裹、装箱,箱内应填塞缓冲材料,在运输、存放过程中,防止其损伤、锈蚀或污染。包装箱、架、托盘宜采用木材制作,保证产品完好无损。
- 5.2.2 材料进场应有产品合格证书、性能检测报告等质量证明文件。
- 5.2.3 原材料及成品进场应组织验收。原材料及成品应进行复验,并应经监理工程师见证取样、送检。
- 5.2.4 材料进场后,应按规格、种类、批次分开储存与码放,并标识清晰。
- 5.2.5 螺栓、螺母、垫圈不得有机械损伤、裂纹和锈蚀。
- 5.2.6 焊接材料应存放在干燥的房间内。焊丝表面应光滑,无毛刺、凹坑、划痕、裂纹等缺陷。

5.3 零 部 件 加 工

- 5.3.1 零部件切割时应符合下列规定:
 - 1 切割前应将料面的浮锈、污物清除干净。型材应放平、垫

稳,割缝下面应留有空隙。

2 切割应优先采用数控、自动、半自动切割等精密切割。手工切割仅适用于次要零件或切割后仍需加工的零件。

5.3.2 剪切仅适用于铝板。剪切铝板厚度不宜大于 12mm。剪切边缘应整齐无毛刺、反口、缺肉等缺陷。

5.3.3 杆件应进行边缘加工,刨(铣)加工的边缘,要求平直光洁。

5.3.4 制孔应符合下列规定:

1 制成的孔应呈圆柱形并与料面垂直,孔壁光滑,孔缘无损伤不平。

2 螺栓孔孔距的允许偏差超过现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 规定的允许偏差时,应更换杆件。

5.4 紧固件连接

5.4.1 不锈钢螺栓紧固应牢固、可靠,外露丝扣不应少于 2 扣。

5.4.2 螺栓应与螺纹紧固胶配套使用,螺纹紧固胶性能检测方法应符合现行国家标准《厌氧胶粘剂扭矩强度的测定(螺纹紧固件)》GB/T 18747.1 和《厌氧胶粘剂剪切强度的测定(轴和套环试验法)》GB/T 18747.2 的有关规定。厌氧胶的技术要求应符合现行行业标准《单组份厌氧胶粘剂》HG/T 3737 的有关规定。

5.4.3 铆钉等与铝合金连接板应紧固密贴,外观排列整齐。

5.5 焊 接

5.5.1 焊丝与母材的匹配应符合设计要求及现行国家标准《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858 的有关规定。

5.5.2 施工单位对首次采用的铝合金材料、焊接材料、焊接方法等,应进行焊接工艺评定,并应符合现行国家标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576、《铝及铝合金的焊接工艺评定试验》GB/T 19869.2 的有关规定。

5.5.3 施工单位应根据焊接工艺评定报告确定焊接工艺,并编制

焊接作业指导书。

5.6 结构组(拼)装

5.6.1 结构宜进行预拼装,特殊条件下对全桥进行预拼装。

5.6.2 结构组(拼)装宜在结构无应力状态下进行,拼装后应对结构尺寸进行复测。

5.6.3 单件检验合格后方可进行结构组(拼)装。

5.6.4 结构组(拼)装时应逐个检查紧固件拧紧程度,以防漏拧。

5.6.5 结构组(拼)装过程中应注意构件防护,防止铝合金构件变形或表面划伤、破损。

5.7 现场施工

5.7.1 安装前应对下部结构的平面位置和标高进行复测。

5.7.2 支座应水平放置,不得有偏斜、不均匀受力和脱空等现象。

5.7.3 主梁运输、吊装过程应满足结构受力要求,并采取可靠措施防止结构变形或表面损坏。

5.7.4 桥面道板表面应满足防滑、防水耐磨、降噪、舒适等要求。桥面铺装施工前桥面道板应保持干燥、整洁,不得有尘土、杂物、油污或损坏。

5.7.5 铝合金桥面铺装层应与桥面板结合紧密无缝隙,难以达到要求时,可铺筑试验段。

5.8 附属结构

5.8.1 桥面排水系统不得堵塞、渗漏。落水管安装应牢固,接头严密。

5.8.2 栏杆应安装牢固、顺畅,符合设计要求。

5.8.3 伸缩缝应采取止水措施。

5.8.4 标志标牌和照明设施的安装应牢固可靠。连接件、固定件应保证铝合金构件不受腐蚀。

6 验 收

6.1.1 铝合金上部结构、桥面系及支座分部(子分部)分项工程划分应按照本规程附录 B 的规定执行。

6.1.2 分部分项工程验收应按国家现行标准《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576 及《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205、《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2、《铁路钢桥制造规范》Q/CR 9211、《装配式公路钢桥制造》JTJ 728 等标准的规定执行,并满足设计要求。

6.1.3 成桥试验可按本规程附录 C 的要求进行。

附录 A 轴心受压构件的稳定系数

A.0.1 弱硬化合金构件的轴心受压稳定系数 φ 应按表 A.0.1 采用。

表 A.0.1 弱硬化合金构件的轴心受压稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_{0.2}}{240}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996
10	0.993	0.989	0.985	0.981	0.977	0.973	0.969	0.964	0.960	0.956
20	0.951	0.947	0.942	0.937	0.932	0.927	0.921	0.916	0.910	0.904
30	0.898	0.891	0.885	0.878	0.871	0.863	0.855	0.847	0.838	0.830
40	0.820	0.811	0.801	0.791	0.780	0.769	0.758	0.746	0.735	0.722
50	0.710	0.698	0.685	0.672	0.660	0.647	0.634	0.621	0.608	0.596
60	0.583	0.571	0.558	0.546	0.534	0.523	0.511	0.500	0.489	0.479
70	0.468	0.458	0.448	0.438	0.429	0.419	0.410	0.402	0.393	0.385
80	0.377	0.369	0.361	0.354	0.347	0.340	0.333	0.326	0.320	0.313
90	0.307	0.301	0.295	0.290	0.284	0.279	0.274	0.269	0.264	0.259
100	0.254	0.250	0.245	0.241	0.237	0.233	0.228	0.225	0.221	0.217
110	0.213	0.210	0.206	0.203	0.200	0.196	0.193	0.190	0.187	0.184
120	0.181	0.179	0.176	0.173	0.171	0.168	0.166	0.163	0.161	0.158
130	0.156	0.151	0.152	0.149	0.147	0.145	0.143	0.141	0.139	0.137
140	0.136	0.134	0.132	0.130	0.128	0.127	0.125	0.123	0.122	0.120
150	0.119	—	—	—	—	—	—	—	—	—

A.0.2 强硬化合金构件的轴心受压稳定系数 φ 应按表 A.0.2 采用。

表 A.0.2 强硬化合金构件的轴心受压稳定系数 φ

$\lambda \sqrt{\frac{f_{0.2}}{240}}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.996	0.989	0.983	0.976
10	0.970	0.963	0.957	0.950	0.943	0.936	0.930	0.923	0.916	0.909
20	0.902	0.894	0.887	0.879	0.872	0.864	0.856	0.848	0.839	0.831
30	0.822	0.813	0.804	0.795	0.786	0.776	0.766	0.756	0.746	0.736
40	0.725	0.715	0.704	0.693	0.682	0.671	0.660	0.649	0.638	0.626
50	0.615	0.604	0.593	0.582	0.571	0.560	0.549	0.538	0.528	0.517
60	0.507	0.497	0.487	0.477	0.467	0.458	0.448	0.439	0.430	0.422
70	0.413	0.405	0.397	0.389	0.381	0.373	0.366	0.359	0.352	0.345
80	0.338	0.331	0.325	0.319	0.313	0.307	0.301	0.295	0.290	0.285
90	0.279	0.274	0.269	0.264	0.260	0.255	0.251	0.246	0.242	0.238
100	0.234	0.230	0.226	0.222	0.218	0.215	0.211	0.208	0.204	0.201
110	0.198	0.195	0.192	0.189	0.186	0.183	0.180	0.177	0.175	0.172
120	0.169	0.167	0.164	0.162	0.160	0.157	0.155	0.153	0.151	0.149
130	0.147	0.145	0.143	0.141	0.139	0.137	0.135	0.133	0.131	0.130
140	0.128	0.126	0.125	0.123	0.121	0.120	0.118	0.117	0.115	0.114
150	0.113	—	—	—	—	—	—	—	—	—

附录 B 分部(子分部)工程划分与代号表

表 B 分部(子分部)工程划分与代号表

分部工程 代号	分部工程 名称	子分部 工程代号	子分部 工程名称	分项工程名称
01	上部结构	01	主梁	原材料及成品半成品、铝合金零部件加工、构件组(拼)装、铝合金焊接、紧固件连接、结构安装、铝合金表面防护
		02	梯道	铝合金零部件加工、铝合金焊接、螺栓连接、构件组(拼)装、结构安装、铝合金表面防护
0.2	桥梁附属 结构	01	桥面系	桥面板、桥面铺装、伸缩缝、排水设施、防水层
		02	附属结构	防护设施、梯道、照明

注:本规程分部分项工程划分不包括基础及下部结构部分,该部分参照相关验收规范。

附录 C 动静载试验

C.0.1 荷载试验适用于新建和既有铝合金人行天桥。

C.0.2 静力荷载试验效率 η_s 应按下式计算：

$$\eta_s = \frac{S_{stat}}{S_k} \qquad (C.0.2)$$

式中： η_s ——静力荷载试验效率，应符合现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的有关规定；

S_{stat} ——在静力试验的实际工况荷载作用下，控制截面的最大内力或变位的计算值；

S_k ——在控制荷载作用下，控制截面的最不利内力或变位的计算值。

C.0.3 静力荷载试验应针对主要控制截面和构件进行，并应符合表 C.0.3 的规定。

表 C.0.3 加载测试截面及测试项目

控制截面	测试内容
主要截面	跨中最大内力和挠度
	支点最大内力和变位
附加截面	1/4 跨最大内力和挠度
	桥面系结构控制截面最大内力和变位
	墩台最大垂直力

C.0.4 静载试验加载应分级加载，试验荷载应按控制截面最大内力或位移分成 3 级~5 级施加。加载方式宜采用重物或水箱沿桥垮均匀布置进行加载；加载条件受限时，可按静力等效均布力或多点集中力布置，但应确保结构局部受力及稳定安全。

C.0.5 对应变和变位(或挠度)较大的测点，应实时绘制加载曲

线,分析结构工作状态,保证加载过程中结构和人员的安全。

C.0.6 主要测点静力荷载试验结果校验系数 ζ 应按下式计算:

$$\zeta = \frac{S_{e,m}}{S_{e,c}} \quad (\text{C.0.6})$$

式中: ζ ——结构应变、变位校验系数;

$S_{e,m}$ ——试验荷载作用下测点的弹性应变、变位实测值;

$S_{e,c}$ ——试验荷载作用下测点的弹性应变、变位计算值。

C.0.7 主要测点相对残余变位和相对残余应变 S'_p 应按下式计算:

$$S'_p = \frac{S_p}{S_t} \times 100\% \quad (\text{C.0.7})$$

式中: S'_p ——测点的相对残余应变、残余变位;

S_p ——试验荷载作用下测点的残余应变、变位实测值;

S_t ——试验荷载作用下测点的总应变、变位的实测值。

C.0.8 静载试验结果的评定,对于出现下列情况之一者,可判定天桥承载能力不满足要求:

- 1 主要测点的试验校验系数大于 1.0;
- 2 主要测点的相对残余变位和相对残余应变大于 20%;
- 3 在试验荷载作用下,墩台支座发生不稳定沉降变位。

C.0.9 静载试验过程应保证桥梁及试验人员的安全,并应符合现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的有关规定。

C.0.10 桥梁动载试验测点布置,应根据理论计算结果布置在结构振型的峰、谷点,进行多点多向的测量,测试内容应符合现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69 的有关规定。

C.0.11 天桥的栏杆水平推力试验和地基基础的评定应符合现行行业标准《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233 的有关规定。

C.0.12 试验测试设备的精度及工作状态应满足相关计量标准

及相关标准的有关规定。

C.0.13 正式加载之前宜对桥梁试验区域及影响区域进行预加载,宜采用分级加载的第一级荷载作为预加载。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待,对要求严格程度不同的用词说明如下:

1) 表示很严格,非这样做不可的:

正面词采用“必须”,反面词采用“严禁”;

2) 表示严格,在正常情况下均应这样做的:

正面词采用“应”,反面词采用“不应”或“不得”;

3) 表示允许稍有选择,在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”,反面词采用“不宜”;

4) 表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205
《铝合金结构设计规范》GB 50429
《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576
《无障碍设计规范》GB 50763
《半圆头铆钉(粗制)》GB/T 863.1
《半圆头铆钉》GB 867
《紧固件机械性能 不锈钢螺栓、螺钉和螺柱》GB/T 3098.6
《紧固件机械性能 不锈钢螺母》GB/T 3098.15
《铝及铝合金焊丝》GB/T 10858
《厌氧胶粘剂扭矩强度的测定(螺纹紧固件)》GB/T 18747.1
《厌氧胶粘剂剪切强度的测定(轴和套环试验法)》GB/T 18747.2
《铝及铝合金的焊接工艺评定试验》GB/T 19869.2
《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2
《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69
《城市桥梁检测与评定技术规范》CJJ/T 233
《装配式公路钢桥制造》JT/T 728
《公路桥涵设计通用规范》JTG D60
《单组份厌氧胶粘剂》HG/T 3737
《铁路钢桥制造规范》Q/CR 9211

中国工程建设协会标准

铝合金人行天桥技术规程

T/CECS 471-2017

条文说明

目 次

1	总 则	(35)
3	材 料	(36)
3.1	铝合金材料	(36)
3.4	材料强度及物理性能指标	(36)
4	设 计	(38)
4.1	一般规定	(38)
4.2	作用及作用效应	(39)
4.3	变形	(39)
4.4	自振频率	(39)
4.5	结构与构造	(39)
4.6	构件计算	(40)
4.8	支座	(41)
5	施 工	(42)
5.1	一般规定	(42)
5.2	材料进场	(42)
5.3	零部件加工	(42)
5.4	紧固件连接	(42)
5.6	结构组(拼)装	(42)
5.7	现场施工	(43)

1 总 则

1.0.1 随着我国改革开放和经济建设的不断发展,有色金属特别是铝合金产业得到了快速发展,积极调整产业结构,拓宽铝合金产品的应用领域,对保持可持续发展、优化城市空间结构、提高城乡综合承载能力、改善城乡人居环境、开展绿色生态低碳的城镇建设具有十分重要的意义。国外发达国家铝合金人行天桥的应用已达70年之久,技术成熟,相关设计和施工规范比较完善,已建造了超过400座铝合金桥。目前国内在北京、上海和杭州等城市也已建成数十座铝合金人行天桥。为了指导铝合金人行天桥的设计、施工和验收,制订本规程。

1.0.2 铝合金人行天桥具有高强、轻质、抗锈蚀、免维护、景观效果好、环保等独特的优点,应用范围十分广泛,本规程适用于上部结构由铝合金构件组成的桁架梁及箱形、工字形、H形、U形及组合梁的铝合金人行天桥,下部结构可采用铝合金构件组成,也可采用常规结构。建筑连廊、码头栈桥主要采用铝合金构件时可参照本规程执行。

3 材 料

3.1 铝合金材料

3.1.1 铝合金结构材料型材宜采用 5XXX 系列和 6XXX 系列；板材宜采用 3XXX 系列和 5XXX 系列。型材及棒材力学性能应符合现行国家标准《铝及铝合金挤压棒材》GB/T 3191、《铝及铝合金热挤压管》GB/T 4437、《铝合金建筑型材》GB 5237、《工业用铝及铝合金热挤压型材》GB/T 6892 的有关规定；板材力学性能应符合现行国家标准《铝及铝合金轧制板材》GB/T 3880 和《铝及铝合金冷轧带材》GB/T 8544 的有关规定。

3.1.2 牌号 6082-T6、牌号 6061-T6 的铝合金材料具有较高的强度、良好的焊接性能和抗腐蚀性能,适合用于铝合金人行天桥的承重构件。

3.4 材 料 强 度

3.4.1 铝合金材料的标准强度按现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 取值。铝合金材料端面承压时的强度标准值与铝合金抗拉和抗压强度标准值相同。铝合金结构构件的抗力分项系数在抗拉、抗压和抗弯情况下应取 1.2,在计算局部强度时应取 1.3。抗剪强度的抗力分项系数取 $\sqrt{3}$ 。

3.4.2 铝合金材料的强度设计值等于强度标准值除以抗力分项系数,为便于设计应用,将得到的数据取 5 的整数倍。

表 3.4.2 中铝合金材料为铝合金人行天桥主要使用的牌号,其他牌号的铝合金材料强度参照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定。对 6082 牌号铝合金 T4、T6 状态下时,英国规范的热影响系数分别为 0.86 和 0.48,欧洲规范的热影

响系数分别为 1.0 和 0.65(MIG 焊)或 0.50(TIG 焊),本规程按偏安全的英国规范(BS EN1999-1-1:2007)取值。其他牌号的铝合金材料设计强度引用现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定取值。

3.4.4 铝合金焊缝的强度设计值参照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的有关规定取值,增加了 6082 牌号铝合金焊缝的强度设计值。

4 设 计

4.1 一 般 规 定

4.1.1 铝合金人行天桥建筑设计包括建筑总体布置、栏杆扶手形式、梯道构造、防水排水、标志标牌、景观照明等内容。

4.1.3 铝合金人行天桥的设计基准期参照建筑设计。设计基准期一般为 50 年,设计使用年限 50 年,有特殊要求的铝合金人行天桥应单独考虑。

4.1.4 铝合金人行天桥的抗震设计应按照现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的有关规定执行。

4.1.5 铝合金材料具有优良的负温工作性能,在低温条件下其强度和延性均有所提高,所以不必规定铝合金结构的负温临界工作温度。但铝合金耐高温性能差,超过 80℃ 铝合金材料的强度开始下降,100℃ 时明显下降,150℃ 以上时迅速丧失强度。

4.1.6 铝合金人行天桥的主梁除了可采用桁架梁以外,也可采用箱形、工字形、H 形、U 形等铝合金型材组合梁。

4.1.8 由于焊接铝合金结构在热影响区内材料强度发生显著降低,铝合金人行天桥主要受力构件要求采用紧固件连接。非主要受力构件可采用焊接连接,但铝合金焊接受环境影响较大,为保证焊缝质量要求应在工厂内完成焊接施工。

4.1.9 隔离材料应优先选用耐久性好、不与铝合金材料发生电化学腐蚀作用的材料,可采用不锈钢板(牌号 304 以上)、橡胶、聚四氟乙烯等材料。

4.1.11 铝合金人行天桥的墩柱、墩台采用混凝土或钢结构时参照城市桥梁采取相应防护措施;墩柱、墩台采用铝合金结构时,应根据铝合金材料的特性采取防撞和表面防腐、防变形措施。

4.2 作用及作用效应

4.2.2 永久作用、可变作用和偶然作用的代表值应按现行行业标准《城市人行天桥与人行地道技术规范》CJJ 69 的有关规定取值，其规定之外的作用代表值按现行行业标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 的规定取用。作用的设计值规定为作用的标准值乘以相应的作用分项系数。铝合金人行天桥的主导可变荷载为人群荷载，荷载组合时替代车道荷载效应。

4.2.5 铝合金人行天桥构件在吊装、运输时，应乘以动力系数。对构件受力不利时，动力系数为 1.2；对构件受力有利时，动力系数为 0.85。

4.3 变 形

4.3.1 由于铝合金材料的弹性模量较低，根据国内外的资料和国内的实践经验，在满足安全和正常使用的条件下，对人群活载作用下的桁架主梁最大竖向挠度限值做了适当放宽。

4.3.2 铝合金人行天桥主梁结构设置预拱度时应考虑安装间隙对挠度的影响，可根据类似铝合金桥梁检测的预压非弹性变形量确定。

4.4 自 振 频 率

4.4.1 由于铝合金人行天桥自重轻，行人质量占比大，应计入行人质量对铝合金人行天桥动力特性的影响。如有实测资料，应按实测结果计入行人质量对铝合金人行天桥的影响，如无实测资料可取人群荷载的 $1/2$ 计入自重计算自振频率。

4.5 结构与构造

4.5.1 受压上弦杆无侧向水平支撑，验算压杆的平面外稳定时，受压弦杆的计算长度可参考现行行业标准《铁路桥梁钢结构设计

规范》TB 10002.2 的有关规定,也可采用有限元分析结果。

4.5.2 桁架结构宽跨比较小时,易发生弯扭耦合导致结构发生整体失稳。

4.5.3 计算节点处杆件偏心影响时,应按节点处各杆件的线刚度分配节点的不平衡弯矩。

4.5.4 铝合金杆件考虑节点刚性连接的影响时杆端弯矩作用会在杆件上产生较大弯曲应力,设计计算中应予以考虑。

4.6 构件计算

4.6.4 通过与国内外规范对比分析,本规程所用 6082-T6 牌号铝合金材料的稳定系数按照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 取值。

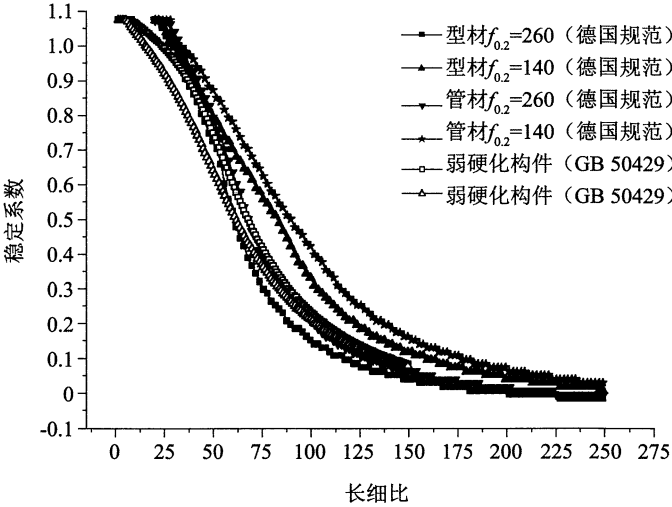


图 1 压杆的长细比与稳定系数对比

由图 1 可知,高强度铝合金材料稳定系数分布规律与较低强度铝合金材料基本一致,长细比小于 40 时现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的稳定系数较小,偏于安全。因此,本规

程所用 6082-T6 牌号的稳定系数可按照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 取值。

4.6.7 对于铝合金人行天桥的受弯构件,各受弯梁之间一般均有可靠横向连接,不考虑梁的整体稳定问题,但在梁端部支承处应采取构造措施以防止其端部截面的扭转。特殊情况下考虑受弯构件的整体稳定时,可按照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 计算。

4.6.10 对于薄壁构件,可能会出现受压局部屈曲,可利用板件的屈曲后强度,并在确定构件有效截面的基础上进行强度及整体稳定验算。薄壁构件的截面设计及计算按照现行国家标准《铝合金结构设计规范》GB 50429 的规定执行。

4.8 支 座

4.8.1 为适应可动支座处的位移需要,应按铝合金材料的温度变形确定支座的变形量。选用其他形式的支座时,除了受力和变形满足一般支座要求外,还应考虑支座材料与铝合金之间的腐蚀作用。

4.8.2 铝合金构件与普通钢材之间设置的隔离材料应保证铝合金构件不受腐蚀或渗透。隔离层可采用不小于 3mm 不锈钢板、橡胶、聚四氟乙烯、厚度不小于 $100\mu\text{m}$ 的沥青涂层以及其他不与铝合金发生腐蚀或渗透的材料。

5 施 工

5.1 一 般 规 定

5.1.1 铝合金人行天桥的制作和安装除了符合本规程要求外,还应符合《铝合金结构设计规范》GB 50429—2007、《铝合金结构工程施工质量验收规范》GB 50576—2010、《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205—2001、《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2—2008、《铁路钢桥制造规范》Q/CR 9211—2015、《装配式公路钢桥制造》JTJ 728—2008 等铝合金结构设计、施工相关规程的规定。

5.2 材 料 进 场

5.2.5 螺栓、螺母、垫圈应选用不锈钢材料,进场检验除了不得有机械损伤和裂纹外,还不得出现锈蚀。

5.3 零 部 件 加 工

5.3.2 铝板厚度大于 12mm 时,应采用精密切割如数控、自动、半自动切割,并进行边缘加工。

5.4 紧 固 件 连 接

5.4.2 螺栓连接时应与螺纹紧固胶配套使用。

5.4.3 采用铆钉等连接时,应检查其与铝合金板之间紧固密贴,且外观排列整齐。

5.6 结 构 组 (拼) 装

5.6.2 结构组(拼)装施工时应在结构无应力状态下进行,避免结

构中产生次应力影响结构安全。

5.7 现场施工

5.7.3 主梁运输、吊装施工方案中一般应做结构受力分析,吊点位置牢固可靠,满足结构受力和变形要求,并采取可靠措施防止结构产生过大变形或表面损坏。

5.7.5 桥面铺装施工前,设置铺筑试验段的目的是为检测桥面材料的性能、验证施工环境的影响等,以确定桥面铺装施工工艺,保证达到良好的成型质量。