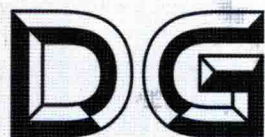


上海市工程建设规范



DG/TJ 08-012-2017

J 10158-2017

纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程

Technical code for strengthening concrete structures with fiber reinforced polymer materials

2017-05-05 发布

2017-09-01 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会 发布

上海市工程建设规范

纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程

Technical code for strengthening concrete structures with fiber reinforced polymer materials

DG/TJ 08—012—2017

J 10158—2017

主编单位:上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

同济大学

批准部门:上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期:2017年9月1日

同济大学出版社

2017 上海

图书在版编目(CIP)数据

纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程/上海市建筑科学研究院(集团)有限公司, 同济大学主编.

--上海: 同济大学出版社, 2017. 8

ISBN 978-7-5608-7171-4

I. ①纤… II. ①上… ②同… III. ①纤维增强复合材料—混凝土结构—技术规范 IV. ①TU37-65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 168261 号

纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程

上海市建筑科学研究院(集团)有限公司

同济大学

主编

策划编辑 朱 勇

责任编辑 张平官

责任校对 徐春莲

封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址: 上海市四平路 1239 号 邮编: 200092 电话: 021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印、刷 浦江求真印务有限公司

开 本 889mm×1194mm 1/32

印 张 2.625

字 数 71 000

版 次 2017 年 8 月第 1 版 2017 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-7171-4

定 价 25.00 元

本书若有印装质量问题, 请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定[2017]394 号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《纤维增强复合材料加固混凝土结构 技术规程》为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、同济大学主编的《纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程》，经审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为 DG/TJ 08—012—2017，自 2017 年 9 月 1 日起实施。原《纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程》(DG/TJ 08—012—2002)同时废止。

本规范由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海市建筑科学研究院(集团)有限公司负责解释。

特此通知。

上海市住房和城乡建设管理委员会

二〇一七年五月五日

前 言

本技术规程是根据上海市建设和交通委员会《关于印发〈2007年上海市工程建设地方规范制订、修订计划〉通知》(沪建交[2007]184号文)的要求,由上海市建筑科学研究院(集团)有限公司、同济大学负责对《纤维增强复合材料加固混凝土结构技术规程》(DG/TJ 08—012—2002)进行修订而成的。

本规程共分6章2个附录,主要内容包括:总则、术语及符号、材料、设计、施工、检查及验收等。

本次修订的主要内容有:

1. 增加了芳纶纤维、玄武岩纤维以及纤维板加固材料;分类规定了碳纤维布、碳纤维板材料力学性能指标。
2. 胶粘剂性能的检验增加了湿热老化检验的要求。
3. 增加了纤维材料强度设计值,与现行国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367 材料性能指标一致。
4. 调整了受弯加固的公式,包括考虑了纤维预张拉的影响。
5. 增加了锈蚀钢筋混凝土构件加固的内容。
6. 调整了受剪加固的公式。
7. 调整了轴心受压加固柱的公式。
8. 调整了轴心受压加固圆柱的直径。
9. 完善了竣工验收的内容。

本规程由上海市建筑科学研究院(集团)有限公司负责具体技术内容的解释。各单位及相关人员在执行过程中如有意见和建议,请反馈至上海市建筑科学研究院(集团)有限公司(地址:上海市宛平南路75号;邮编:200032;电话:021-64644384),或上海市建筑建材业市场管理总站(地址:上海市小木桥路683号;邮

编:200032;E-mail:bzglk@shjjw.gov.cn),以供修订时参考。

主 编 单 位:上海市建筑科学研究院(集团)有限公司
同济大学

参 编 单 位:上海建科工程改造技术有限公司
上海大学

安立得建设工程加固有限公司

主要起草人员:朱春明 顾祥林 赵荣欣 李 翔 郑 昊
蒋 璐 杨 奕 姜 浩 卢 军 杨 凯
欧阳煜 沈 扬 夏春红 丁 阳

主要审查人员:(以下按姓氏笔画排列)

闫兴非 张卫海 陆洲导 郑七振 胡克旭
赵海东 栗 新

上海市建筑建材业市场管理总站

2017 年 6 月

目 次

1	总 则	1
2	术语及符号	2
2.1	术 语	2
2.2	符 号	3
3	材 料	8
3.1	一般规定	8
3.2	纤维布	9
3.3	纤维板	10
3.4	胶粘剂	11
4	设 计	13
4.1	一般规定	13
4.2	受弯加固设计	14
4.3	受剪加固设计	20
4.4	受压加固设计	24
4.5	受拉加固设计	26
4.6	提高柱端延性的设计	28
4.7	构造要求	28
4.8	加固构件的表面防护	32
5	施 工	33
5.1	一般规定	33
5.2	表面处理	34
5.3	涂刷底胶	34
5.4	找平处理	35
5.5	粘贴纤维布(板)及表面防护	35

5.6 施工安全及注意事项	36
6 检查及验收	37
附录 A 纤维布(板)配套胶粘剂与混凝土的正拉粘结强度 测定方法	39
附录 B 纤维布(板)加固混凝土结构施工质量现场检验方法	43
本规程用词说明	46
引用标准名录	47
条文说明	49

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Materials	8
3.1	Material kind and general requirements	8
3.2	Fiber reinforced polymer sheets	9
3.3	Fiber reinforced polymer plates	10
3.4	Adhesives	11
4	Design	13
4.1	General requirements	13
4.2	Design of flexural strengthening	14
4.3	Design of shear strengthening	20
4.4	Design of compressive strengthening	24
4.5	Design of tensile strengthening	26
4.6	Design to improving column's ductility	28
4.7	Details	28
4.8	Surface protection	32
5	Construction	33
5.1	General requirements	33
5.2	Surface treatment	34
5.3	Primer construction	34
5.4	Leveling construction	35

5.5	Bonding of fiber reinforced polymer sheets (plates) and surface protection	35
5.6	Safety	36
6	Inspection and acceptance	37
Appendix A	In-situ inspection method of bonding quality for FRP sheets (plates)	39
Appendix B	In-situ inspection method of construction quality for strengthening of concrete structures with bonded FRP sheets (plates)	43
	Explanation of wording in this code	46
	List of quoted standards	47
	Explanation of provisions	49

1 总 则

1.0.1 为确保粘贴纤维增强复合材料加固混凝土结构技术可靠、安全适用、经济合理并适合上海地区的要求,特制定本规程。

1.0.2 本规程主要适用于房屋建筑结构和一般构筑物中混凝土结构加固的设计、施工和验收;桥梁结构在相同的技术条件下也可适用。

1.0.3 采用纤维增强复合材料加固混凝土结构前,应按有关标准和规范,对原结构的性能进行检测鉴定。

1.0.4 采用纤维增强复合材料加固混凝土结构时,除应遵守本规程的规定外,尚应符合国家现行有关标准的规定。



2 术语及符号

2.1 术语

2.1.1 纤维增强复合材料 fiber reinforced polymer composites (简称 FRP)

指采用连续纤维或纤维织物为增强相,聚合物胶粘剂为基体相,两相材料通过复合工艺组合而成的一种聚合物基复合材料,本规程中未作说明之处,均指单向纤维布(板)与胶粘剂组成的复合材料。

2.1.2 碳纤维布 carbon fiber sheets

碳纤维布为连续碳纤维单向或多向排列、未经胶粘剂浸渍固化的布状制品。

2.1.3 高性能玻璃纤维布 E-glass fiber sheets/S-glass fiber sheets

连续高性能玻璃纤维单向或多向排列、未经树脂胶粘剂浸渍固化的布状制品。

2.1.4 芳纶纤维布 aramid fiber sheets

连续芳纶纤维单向或多向排列、未经树脂胶粘剂浸渍固化的布状制品。

2.1.5 玄武岩纤维布 basalt fiber sheets

玄武岩纤维单向或多向排列、未经树脂胶粘剂浸渍固化的布状制品。

2.1.6 碳纤维板 carbon fiber plates

连续碳纤维单向或多向排列,并经树脂胶粘剂浸渍固化的板状制品。

2.1.7 高性能玻璃纤维板 E-glass fiber sheets/S-glass fiber

plates

连续高性能玻璃纤维单向或多向排列、并经树脂胶粘剂浸渍固化的板状制品。

2.1.8 底胶 primer

用于被加固混凝土结构构件表面基底处理的树脂胶。

2.1.9 找平胶 putty filler

用于对加固构件表面进行找平处理的树脂胶。

2.1.10 粘贴胶 adhesives

用于粘贴纤维布(板)的树脂胶。

2.1.11 重要构件 important structural member

其自身失效将影响或危及承重结构体系整体工作的承重构件。

2.1.12 一般构件 general structural member

其自身失效为孤立构件,不影响承重结构体系整体工作的承重构件。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能参数

E_c ——混凝土的弹性模量;

E_f ——纤维布(板)弹性模量;

E_s ——钢筋的弹性模量;

f_c ——原构件混凝土受压强度设计值;

f_{cc} ——纤维布约束混凝土受压强度设计值;

f_{fa} ——纤维复合材抗拉强度计算值;

f_f ——纤维布(板)抗拉强度设计值;

f_{tk} ——纤维布(板)抗拉强度标准值;

f_t ——混凝土抗拉强度设计值;

f_{tk} ——混凝土轴心抗拉强度标准值;

f_u ——未锈蚀钢筋的极限强度;

f_{uc} ——锈蚀钢筋的极限强度；
 f_y, f'_y ——钢筋的抗拉、抗压强度设计值；
 f_{yc} ——锈蚀钢筋的屈服强度；
 f_{yv} ——箍筋抗拉强度设计值；
 $\bar{\epsilon}_c$ ——受压区混凝土的平均应变；
 ϵ_{cs} ——由平截面假定得到的混凝土受压边缘达到极限压应变 ϵ_{cu} 时，截面受拉边缘表面拉应变；
 ϵ_{cs0} ——粘贴纤维布（板）前构件在初始弯矩作用下混凝土受拉边缘的拉应变；
 ϵ_{cu} ——正截面受压区混凝土的极限压应变；
 ϵ_f ——纤维布（板）的拉应变设计值；
 ϵ_{fu} ——纤维布（板）的极限应变；
 ϵ_{fa} ——纤维布（板）拉应变计算值；
 ϵ_p ——碳纤维布有效预张拉应变；
 $\bar{\epsilon}_s$ ——裂缝间钢筋平均应变；
 ϵ_{sci} ——第 i 根锈蚀钢筋的应变；
 ϵ_{shc} ——锈蚀钢筋的强化应变；
 ϵ_{su} ——未锈蚀钢筋的极限应变；
 ϵ_{suc} ——锈蚀钢筋的极限应变；
 ϵ_{sys} ——锈蚀钢筋的屈服应变；
 τ_f ——纤维布（板）混凝土表面粘结强度设计值。

2.2.2 作用效应及承载力

F_p ——碳纤维布有效预张拉力；
 M ——截面受弯承载力设计值；
 M_k ——按荷载效应的标准组合计算的弯矩；
 M_i ——按加固时荷载效应的标准组合计算的初始弯矩；
 M_p ——碳纤维布（板）预张拉产生的反弯矩；
 N ——环向围束加固后柱轴心受压承载力设计值；
 P_{uf} ——环向围束加固后方柱偏心受压承载力设计值；

P_u ——未约束混凝土方柱偏心受压承载力设计值；
 V ——钢筋混凝土梁斜截面加固后受剪承载力设计值；
 V_c, V_s ——混凝土和箍筋的抗剪承载力；
 V_f ——纤维布对加固梁的抗剪承载力；
 σ_f ——纤维布(板)应力；
 σ_s ——初始弯矩 M_i 作用下裂缝截面处受拉钢筋应力；
 σ_{sci} ——第 i 根锈蚀钢筋的应力。

2.2.3 几何参数

A_{cor} ——环向纤维围束内混凝土面积；
 A_e ——矩形柱中有效约束区混凝土截面面积；
 A_f ——纤维布(板)截面积；
 A_n ——矩形柱中非有效约束区混凝土截面面积；
 A_s, A'_s ——受拉、受压钢筋截面面积；
 A_{si} ——第 i 根原设计钢筋的面积；
 A_{sci} ——第 i 根锈蚀钢筋除锈后的面积；
 a_s, a'_s ——纵向钢筋合力点至受拉、受压区边缘距离；
 b ——被加固矩形截面宽度、T形或I形截面的腹板宽度；
 b_f ——受拉面粘贴的纤维布(板)宽度；
 D ——环向围束内圆形截面柱直径；
 D' ——加固柱的名义直径；
 e ——轴向拉力作用点至纵向受拉钢筋合力点的距离；
 e_0 ——偏心距；
 h ——矩形截面高度；
 h_0 ——截面有效高度；
 h_f ——梁侧面粘贴纤维布的竖向高度；
 h_w ——截面的腹板高度；
 L_d ——纤维布(板)从其充分利用截面所需的粘结延伸长度；
 L_e ——纤维有效粘结长度；
 r ——截面角部倒角半径；

- S_f ——纤维布(板)条带的中心间距;
 t_f ——单层纤维布的名义厚度,为纤维布的单位面积质量除以纤维密度;
 w_f ——纤维布(板)条带的宽度;
 x ——粘贴纤维布(板)后受弯构件受压区高度;
 z ——碳纤维布形心至受压区混凝土压力合力点的距离;
 α ——纤维方向与构件轴向的夹角。

2.2.4 计算系数

- n ——纤维布(板)粘贴层数;
 α_E ——钢筋与混凝土材料弹性模量的比值;
 α_1 ——受压区混凝土矩形应力图的应力值与混凝土轴心受压强度设计值的比值;
 β_1 ——矩形应力图受压区高度与实际受压区高度(中和轴到受压区边缘的距离)的比值;
 β_c ——混凝土强度影响系数;
 γ_f ——环向围束偏心受压方柱承载力影响系数;
 η ——裂缝截面内力臂系数;
 η_s ——钢筋锈蚀率;
 λ ——计算截面的剪跨比;
 ν_d ——纤维布的有效约束系数;
 $\eta_{s,cr}$ ——屈服平台消失时的临界锈蚀率;
 ρ_s ——纵向受力钢筋的配筋率;
 $\rho_{sv,v}$ ——按箍筋范围以内的核心截面计算的体积配箍率;
 ρ_{te} ——按有效受拉混凝土截面面积计算的纵向受拉钢筋配筋率;
 $\rho_{v,e}$ ——总折算体积配箍率;
 ρ_f ——环向围束体积比;
 ξ ——裂缝截面受压区高度系数;
 ψ ——裂缝间纵向受拉钢筋应变不均匀系数;

ψ_{cf} ——裂缝间纤维布应变不均匀系数；

ζ ——受压区边缘混凝土平均压应变综合系数。