

重庆市工程建设标准

高延性混凝土加固砌体结构技术标准

Technical specification for high ductile concrete
reinforcement of masonry structures

DBJ50/T-519-2025

主编单位:重庆市住房和城乡建设技术发展中心

西安建筑科技大学

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2025年10月1日

2025 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标[2025]21号

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《高延性混凝土加固砌体结构技术 标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建管局,有关单位:

现批准《高延性混凝土加固砌体结构技术标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-519-2025,自 2025 年 10 月 1 日起施行。标准文本可在标准备案后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市住房和城乡建设技术发展中心、西安建筑科技大学负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2025 年 6 月 19 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2019 年度重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第一批)的通知》(渝建标〔2019〕11 号)的要求,标准编制组织经广泛的调查研究,认真总结实践经验和研究成果,参考相关国家、省、市先进标准,并在广泛征求意见的基础上,制订了本标准。

本标准的主要技术内容是:总则、术语和符号、基本规定、材料性能、设计与计算、构造措施、施工、质量验收。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆市住房和城乡建设技术发展中心、西安建筑科技大学负责具体技术内容解释。请各单位在执行本标准过程中,注意收集资料,总结经验,将有关意见或建议反馈至主编单位(重庆市住房和城乡建设技术发展中心,地址:重庆市渝北区余松西路 155 号 4 栋,邮政编码:401147,电话:023-67159245;西安建筑科技大学,地址:陕西省西安市碑林区雁塔路 13 号建科大厦 16 层,邮政编码:710055,电话:029-83288705),以供今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：重庆市住房和城乡建设技术发展中心

西安建筑科技大学

参 编 单 位：西安五和新材料科技集团股份有限公司

重庆大学

重庆市建筑科学研究院

中煤科工重庆设计研究院(集团)有限公司

重庆文理学院

重庆何方城市规划有限公司

重庆亚佳建设有限公司

重庆华兴工程咨询有限公司

主要起草人员：邓明科 王金伟 徐新瑞 关志鹏 杨修明

张京街 全学友 胡冬莲 徐仁忠 黄晓梅

熊昌荣 徐 岩 宋吕文 卜新星 黄海斌

郭育源 皮天祥 冯绍航 景武斌 徐 瑞

雷丹妮 周晓菡 王 竞 楼晓天 张卓越

赵雪峰 张兴伟 宋树林 王国珏 吴思睿

吴学荣 陈 岩 蒋 军 喻 剑 张 聪

冯 伟 王 锐 彭 伟 何洪磊 李春印

蔡春国 李鹏举

主要审查人员：薛尚铃 刘大超 吴 泽 来武清 刘宏斌

廖新雪 王晓辉

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	材料性能	7
4.1	原材料性能	7
4.2	配合比	8
4.3	拌合物性能	8
4.4	力学性能	9
4.5	耐久性能	10
5	设计与计算	11
5.1	一般规定	11
5.2	受压加固	11
5.3	抗剪加固	15
5.4	抗震加固	16
6	构造措施	20
6.1	一般规定	20
6.2	高延性混凝土面层加固	20
6.3	配筋高延性混凝土面层加固	22
6.4	增设高延性混凝土-砌体组合圈梁和构造柱	24
7	施工	26
7.1	一般规定	26
7.2	施工准备	27

7.3	施工要点	27
7.4	季节性施工	28
8	质量验收	29
8.1	一般规定	29
8.2	材料	31
8.3	施工质量检验	32
8.4	施工质量验收	35
附录 A	高延性混凝土弯曲性能试验方法	37
附录 B	高延性混凝土力学性能快速检验评定方法	40
附录 C	农村砌体结构房屋加固	42
	本标准用词说明	55
	引用标准名录	56
	条文说明	59

Contents

1	General provisions	1
2	Terms and symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic requirements	5
4	Materials	7
4.1	Raw material performance	7
4.2	Proportion of mixture	8
4.3	Mixing properties	8
4.4	Mechanical properties	9
4.5	Durability	10
5	Design and calculation	11
5.1	General requirements	11
5.2	Compression strengthening	11
5.3	Shear strengthening	15
5.4	Seismic strengthening	16
6	Structural measure	20
6.1	General requirements	20
6.2	Structural member strengthening with high ductile concrete layer	20
6.3	Structural member strengthening with reinforced high ductile concrete layer	22
6.4	Add High ductile concrete-masonry composite ring beam and constructional column	24

7	Construction	26
7.1	General requirements	26
7.2	Construction preparation	27
7.3	Main points of construction	27
7.4	Seasonal construction	28
8	Quality acceptance	29
8.1	General requirements	29
8.2	Materials	31
8.3	Construction quality inspection	32
8.4	Check and acceptance	35
Appendix A	Test method for flexural of high ductile concrete	37
Appendix B	Rapid inspection and evaluation method for mechanical properties of high ductile concrete	40
Appendix C	Reinforced masonry structure of rural housing	42
	Explanation of Wording in this standard	55
	List of quoted standards	56
	Explanation of provisions	59

1 总 则

1.0.1 为规范高延性混凝土在砌体结构加固工程中的应用,确保工程质量,做到技术先进、安全可靠、经济合理,保护生态环境,促进绿色发展,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市采用高延性混凝土加固砌体结构的设计、施工及质量验收。

1.0.3 采用高延性混凝土加固砌体结构的设计、施工及验收除应符合本标准外,尚应符合国家、行业及重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 高延性混凝土 high ductile concrete

由胶凝材料、骨料、外加剂和合成纤维等原材料组成,按一定比例加水搅拌、成型以后,具有高韧性和高抗裂性能的特种混凝土。

2.1.2 合成纤维 synthetic fibre

以合成高分子化合物为原料制成的化学纤维。

2.1.3 等效弯曲强度 equivalent flexural strength

试件弯曲韧性试验时,采用等效弯曲荷载计算所得的抗弯强度。

2.1.4 等效弯曲韧性 equivalent flexural toughness

试件弯曲韧性试验时等效弯曲强度与挠跨比的乘积,与等效弯曲强度一起作为高延性混凝土弯曲韧性的评价指标。

2.1.5 材料强度利用系数 strength utilization factor of material

考虑材料自身变形能力高于砌体及在二次受力条件下其强度得不到充分利用所引入的折算系数。

2.1.6 高延性混凝土面层加固 structure member strengthening with high ductile concrete layer

在原结构构件表面增设一定厚度的高延性混凝土,提高结构整体性、结构构件承载力和抗震能力的加固方法。

2.1.7 高延性混凝土条带加固 structure member strengthening with high ductile concrete strip

在结构关键部位增设一定宽度和厚度的高延性混凝土条带,

提高结构整体性、结构构件承载力和抗震能力的加固方法。

2.1.8 配筋高延性混凝土面层加固 structure member strengthening with reinforced high ductile concrete layer

在原结构构件表面增设一定厚度的配筋高延性混凝土,提高结构整体性、结构构件承载力和抗震能力的加固方法。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

f_{du} ——边长 100mm 的高延性混凝土立方体抗压强度代表值(N/mm²);

f_{df} ——高延性混凝土抗折强度代表值(N/mm²);

f_{eq}^u ——等效弯曲强度(N/mm²);

W_e^u ——等效弯曲韧性(kJ/m³);

C_d ——高延性混凝土的强度等级;

$f_{du,k}$ ——高延性混凝土立方体抗压强度标准值(N/mm²);

f_{dk} ——高延性混凝土轴心抗压强度标准值(N/mm²);

f_{dc} ——高延性混凝土轴心抗压强度设计值(N/mm²);

f_{dt} ——高延性混凝土轴心抗拉强度设计值(N/mm²);

E_d ——高延性混凝土的弹性模量(N/mm²);

f_{m0} ——原构件砌体抗压强度设计值(N/mm²);

f_y' ——新增竖向钢筋抗压强度设计值(N/mm²);

K_d ——采用高延性混凝土加固后墙体的侧向刚度(N/mm)。

2.2.2 抗力和作用效应

V_d ——采用高延性混凝土面层加固后构件提高的受剪承载力(N);

V_s ——墙体采用配筋面层加固后,水平方向钢筋承担的剪力(N);

V_E ——考虑地震组合的墙体剪力设计值(N);

V_{ME} ——原墙体截面抗震受剪承载力(N)。

2.2.3 几何参数

A_{m0} ——原构件截面面积(mm^2);

A_d ——新增高延性混凝土面层的截面面积(mm^2);

A'_s ——新增受压区竖向钢筋截面面积(mm^2);

S_{ds} ——高延性混凝土面层受压区的截面面积对钢筋重心的面积矩(mm^3);

S_{dN} ——高延性混凝土面层受压区的截面面积对轴向力 N 作用点的面积矩(mm^3)。

2.2.4 计算系数

α_s ——钢筋强度利用系数;

α_{dv} ——墙体抗剪加固时高延性混凝土强度利用系数;

α_{dl} ——高延性混凝土棱柱体抗压强度与立方体抗压强度的比值;

φ_{com} ——轴心受压构件的稳定系数;

α_{dc} ——墙体抗压加固时高延性混凝土强度利用系数;

η_{k0} ——高延性混凝土面层加固时墙体侧向刚度的基准提高系数。

3 基本规定

3.0.1 高延性混凝土加固砌体结构,其检测、鉴定和加固应符合现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《砌体结构加固设计规范》GB 50702 及有关标准的规定。

3.0.2 高延性混凝土加固砌体结构应符合下列规定:

1 结构经安全性鉴定和抗震鉴定确认需要加固时,应根据鉴定结论,按本标准的规定进行加固设计和施工,同时应符合国家现行标准的规定;

2 加固设计应明确结构加固后的用途、使用环境和加固设计工作年限;

3 加固后结构的安全等级,应根据结构破坏后果的严重性、结构的重要性和加固设计工作年限综合确定,并符合相关国家标准的规定;

4 对加固过程中可能出现倾斜、失稳、过大变形或坍塌的结构,应有保障工程周边环境安全和工程施工安全的措施,必要时进行专项设计;

5 加固前应按国家现行标准的规定卸除或部分卸除作用在结构上的荷载。受压加固时,同条件养护的高延性混凝土试块立方体抗压强度达到设计强度的 70% 时,方可恢复正常使用。

3.0.3 高延性混凝土加固后的砌体结构,其抗震设防目标应符合现行国家标准《建筑与市政工程抗震通用规范》GB 55002 及《建筑抗震设计标准》GB/T 50011 的相关规定。

3.0.4 高延性混凝土的力学性能、耐久性能及拌合物性能等应符合本标准相关规定,并满足设计要求。采用高延性混凝土加固的结构,其长期使用的环境温度不应高于 90℃。

3.0.5 一、二层农村砌体结构房屋的抗震构造加固措施,应符合附录 C 的相关技术规定。

4 材料性能

4.1 原材料性能

4.1.1 高延性混凝土宜采用耐碱单丝合成纤维作为增韧材料。合成纤维的规格宜符合表 4.1.1-1 的相关规定,力学性能应符合表 4.1.1-2 的相关规定。纤维力学性能同时应满足现行国家标准《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120 的相关规定。

表 4.1.1-1 合成纤维的规格

外形	公称长度(mm)	当量直径(μm)
单丝纤维	4~24	12~80

表 4.1.1-2 合成纤维的力学性能

项目	力学性能
断裂强度(N/mm^2)	≥ 1200
初始模量(N/mm^2)	$\geq 30.0 \times 10^3$
断裂伸长率(%)	2.0~8.0
耐碱性能(极限拉力保持率)	$\geq 95\%$

4.1.2 水泥应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的相关规定。

4.1.3 骨料最大粒径不宜大于 3mm,并应符合现行国家标准《建设用砂》GB/T 14684 的有关规定。

4.1.4 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的相关规定。

4.1.5 粉煤灰应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596 的规定,且粉煤灰等级不应低于Ⅱ级。

4.1.6 粒化高炉矿渣粉等矿物掺合料应符合现行国家标准《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的相关规定。

4.1.7 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的相关规定。

4.2 配合比

4.2.1 高延性混凝土的水胶比不宜大于 0.4, 砂胶比不宜大于 0.8。

4.2.2 对砌体结构进行抗震加固的高延性混凝土, 纤维体积率应大于 0.8%, 宜大于 1.0%。

4.3 拌合物性能

4.3.1 高延性混凝土拌合物应具有良好的和易性, 不得离析、泌水, 纤维不得聚团, 并应满足设计和施工要求。

4.3.2 用于砌体结构加固的高延性混凝土, 采用人工压抹施工时, 其拌合物的稠度宜为 40mm~70mm, 采用喷射施工时, 其拌合物的稠度宜为 50mm~80mm, 拌合物稠度的测试方法应符合现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70 的相关规定。

4.3.3 高延性混凝土拌合物中水溶性氯离子最大含量应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的相关规定, 拌合物中水溶性氯离子含量的测定方法宜符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的相关规定。

4.4 力学性能

4.4.1 高延性混凝土的主要力学性能指标应符合表 4.4.1 的规定：

表 4.4.1 高延性混凝土的主要力学性能指标

指标类别	养护方式	性能指标			试验方法
		I 类	Ⅱ 类	Ⅲ 类	
等效弯曲韧性 (kJ/m³)	标准养护 60d	≥160.0	≥120.0	≥80.0	本 标 准 附 录 A
	标准养护 28d	≥170.0	≥130.0	≥90.0	
	快速养护	≥170.0	≥130.0	≥90.0	
等效弯曲强度 (N/mm²)	标准养护 60d	≥11.0	≥10.0	≥9.0	
	标准养护 28d	≥10.0	≥9.0	≥8.0	
	快速养护	≥11.0	≥10.0	≥9.0	
抗折强度 (N/mm²)	标准养护 60d	≥12.0			GB/T 17671
	标准养护 28d	≥11.0			
	快速养护	≥11.0			
立方体抗压强度 (N/mm²)	标准养护 60d	≥50.0			GB/T 50081
	标准养护 28d	≥45.0			
	快速养护	≥45.0			

注：1 表中性能指标除立方体抗压强度为标准值外，其他性能指标均指代表值；

2 等效弯曲韧性、等效弯曲强度、抗折强度试件尺寸均为 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ ，立方体抗压强度试件尺寸为 $100\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ ；

3 表中 I 类、II 类、III 类高延性混凝土的选用应符合本标准第 5.1.3 条及附录 C.1.3 条的有关规定；

4 表中 28d 龄期作为施工过程控制指标，60d 龄期作为最终验收的指标要求。

4.4.2 高延性混凝土与基材的正拉粘结强度性能指标应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 高延性混凝土与基材的正拉粘结强度性能指标

基材类别	基材强度等级	28d 性能指标 (MPa)	正常破坏形式	试验方法标准
烧结砖	MU15	≥ 0.6	基材砖内聚破坏	GB 50702 附录 B

注:拉粘结强度性能指标应至少满足 28d 性能指标与正常破坏形式其中一项。

4.4.3 高延性混凝土的材料性能计算指标应按表 4.4.3 取值。

表 4.4.3 高延性混凝土的材料性能计算指标

分类	轴心抗压强度设计值 f_{dc} (N/mm ²)	受压弹性模量 E_d (N/mm ²)	泊松比	轴心抗拉强度设计值 f_{dt} (N/mm ²)
计算指标	27.6	2.20×10^4	0.14	3.8

4.5 耐久性能

4.5.1 设计应根据加固部位及其所处环境确定高延性混凝土的耐久性要求,相应的耐久性能除应满足表 4.5.1 的要求外,尚应符合现行国家标准的相关规定。

表 4.5.1 高延性混凝土的主要耐久性能指标

指标类别	等级要求
抗冻试验(快冻法)	$\geq F300$
抗水渗透试验(逐级加压法)	$\geq P12$
抗氯离子渗透性能-氯离子迁移系数 D_{RCM} (/10 ⁻¹² m ² /s)	< 2.5
抗硫酸盐侵蚀性能	$\geq KS90$
抗碳化性能-碳化 28d 的碳化深度 d(mm)	≤ 2.0 mm

4.5.2 高延性混凝土的耐久性能,应按现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的相关规定进行试件制作、养护及性能测试。并按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 的相关规定进行等级评定。

5 设计与计算

5.1 一般规定

5.1.1 高延性混凝土面层加固及配筋高延性混凝土面层加固砌体结构构件时,其加固后承载力计算应符合本标准的相关规定,并满足国家现行标准相关规定。

5.1.2 高延性混凝土加固时,应考虑结构刚度增大而导致地震作用效应增大的影响,同时避免因局部加强或刚度突变形成新的薄弱部位。

5.1.3 下列房屋抗震加固时,应选用本标准表 4.4.1 中不低于Ⅱ类等级的高延性混凝土:

- 1 抗震设防分类为乙类及以上的砌体结构房屋;
- 2 抗震设防烈度为 7 度,层数为三层及以上的砌体结构房屋;
- 3 其他对房屋抗震或安全性有较高要求的建筑物。

5.2 受压加固

I 高延性混凝土面层加固

5.2.1 采用高延性混凝土面层对轴心受压构件进行受压加固时,其正截面受压承载力应按下列式验算:

$$N \leq \varphi_{\text{com}} (f_{\text{m0}} A_{\text{m0}} + \alpha_{\text{dc}} f_{\text{dc}} A_{\text{d}}) \quad (5.2.1)$$

式中: N ——构件轴向压力设计值(N);

φ_{com} ——轴心受压构件的稳定系数,可根据加固后截面的高厚比,按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB

50003 中组合砖砌体构件的稳定系数表的规定取值；

f_{m0} ——原构件砌体抗压强度设计值(N/mm²)；

A_{m0} ——原构件截面面积(mm²)；

α_{dc} ——墙体抗压加固时的高延性混凝土强度利用系数，取
 $\alpha_{dc}=0.15$ ；

f_{dc} ——高延性混凝土轴心抗压强度设计值(N/mm²)，按本标准第 4.4.3 条取值；

A_d ——新增高延性混凝土面层的截面面积(mm²)。

II 配筋高延性混凝土面层加固

5.2.2 采用配筋高延性混凝土面对轴心受压构件进行受压加固时，其正截面受压承载力应按下列公式验算：

$$N \leq \varphi_{com} (f_{m0} A_{m0} + \alpha_{dc} f_{dc} A_d + \alpha_s f'_y A'_s) \quad (5.2.2)$$

式中： α_{dc} ——墙体抗压加固时的高延性混凝土强度利用系数，取
 $\alpha_{dc}=0.15$ ；

α_s ——钢筋强度利用系数，对砌体取 $\alpha_s=0.80$ ；

φ_{com} ——可根据加固后截面的高厚比及配筋率，按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 中组合砖砌体构件的稳定系数表的规定取值；

f'_y ——新增竖向钢筋抗压强度设计值(N/mm²)；

A'_s ——新增受压区竖向钢筋截面面积(mm²)。

5.2.3 偏心受压构件应采用双面配筋高延性混凝土面层进行受压加固(图 5.2.3)，构件加固后正截面受压承载力应按下列公式验算：

$$N \leq f_{m0} A'_m + \alpha_{dc} f_{dc} A'_d + \alpha_s f_y A'_s - \sigma_s A_s \quad (5.2.3-1)$$

$$N \cdot e_N \leq f_{m0} S_{ms} + \alpha_{dc} f_{dc} S_{ds} + \alpha_s f'_y A'_s (h_0 - a') \quad (5.2.3-2)$$

1 当 $\xi > \xi_b$ (即小偏心受压) 时，钢筋的应力 σ_s 应按下列公

式计算:

$$\sigma_s = 650 - 800\xi \quad (5.2.3-3)$$

$$-f'_y \leq \sigma_s \leq f_y \quad (5.2.3-4)$$

2 当 $\xi \leq \xi_b$ (即大偏心受压) 时, 钢筋的应力 σ_s 应按下列公式计算:

$$\sigma_s = f_y \quad (5.2.3-5)$$

$$\xi = x/h_0 \quad (5.2.3-6)$$

3 截面受压区高度 x , 可根据下列公式计算:

$$f_{m0}S_{mN} + \alpha_{dc}f_{dc}S_{dN} + \alpha_s f'_y A'_s e'_N - \sigma_s A_s e_N = 0 \quad (5.2.3-7)$$

$$e_N = e + e_a + (h'/2 - a) \quad (5.2.3-8)$$

$$e'_N = e + e_a - (h'/2 - a') \quad (5.2.3-9)$$

$$e_a = \frac{\beta^2 h'}{2200} (1 - 0.022\beta) \quad (5.2.3-10)$$

式中: A'_m ——砌体受压区的截面面积 (mm^2);

α_{dc} ——墙体抗压加固时的高延性混凝土强度利用系数, 取 $\alpha_{dc} = 0.15$;

A'_d ——高延性混凝土面层受压区的截面面积 (mm^2);

α_s ——偏心受压构件钢筋强度利用系数, 对砌体取 $\alpha_s = 0.90$;

e_N ——离轴向力 N 作用点较远一侧钢筋的合力点至轴向力 N 作用点的距离 (mm);

S_{ms} ——砌体受压区的截面面积对钢筋 A_s 重心的面积矩 (mm^3);

S_{ds} ——高延性混凝土面层受压区的截面面积对钢筋 A_s 重心的面积矩 (mm^3);

ξ_b ——加固后截面受压区相对高度的界限值, 对 HPB300 级钢筋, 取 0.47; 对 HRB400 级钢筋, 取 0.36;

S_{mN} ——砌体受压区的截面面积对轴向力 N 作用点的面积矩 (mm^3);

S_{dN} ——高延性混凝土面层受压区的截面面积对轴向力 N 作用点的面积矩(mm^3);

e'_N ——离轴向力 N 作用点较近一侧钢筋的重心至轴向力 N 作用点的距离(mm);

e ——轴向力对加固后截面的初始偏心距(mm),按荷载设计值计算,当 $e < 0.05h$ 时,取 $e = 0.05h$;

e_a ——加固后的构件在轴向力作用下的附加偏心距(mm);

β ——加固后的构件高厚比;

h' ——加固后的截面高度(mm);

h_0 ——加固后的截面有效高度(mm),取 $h_0 = h' - a$;

a, a' ——离轴向力 N 作用点较远和较近一侧钢筋的合力点至截面外侧边缘的距离(mm);

σ_s ——钢筋的应力 $\sigma_s (\text{N}/\text{mm}^2)$,正值为拉应力,负值为压应力;

A_s ——距轴向力 N 较远一侧钢筋的截面面积(mm^2);

A'_s ——距轴向力 N 较近一侧钢筋的截面面积(mm^2)。

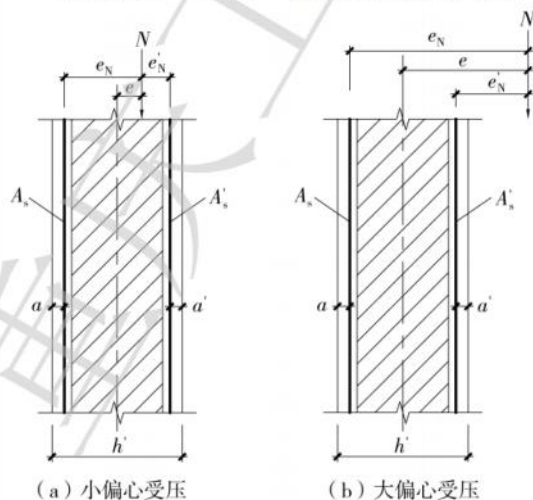


图 5.2.3 加固后的偏心受压构件

5.3 抗剪加固

5.3.1 高延性混凝土或配筋高延性混凝土面层加固后,墙体的受剪承载力应按式验算:

$$V \leq V_m + V_d \quad (5.3.1)$$

式中: V ——墙体剪力设计值(N);

V_m ——原墙体受剪承载力(N),按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的相关规定计算;

V_d ——采用高延性混凝土或配筋高延性混凝土加固后提高的受剪承载力(N)。

5.3.2 采用高延性混凝土面层加固后,构件提高的受剪承载力 V_d 应按下列公式进行计算:

$$V_d = 0.7\alpha_{dv}f_{dt}bh \quad (5.3.2)$$

式中: f_{dt} ——高延性混凝土轴心抗拉强度设计值(N/mm²),按本标准第 4.4.3 条规定取值;

α_{dv} ——墙体抗剪加固时的高延性混凝土强度利用系数,取 $\alpha_{dv} = 0.66$;

b ——高延性混凝土面层厚度(双面加固时,取其厚度之和)(mm);

h ——采用面层加固的墙体水平方向长度(mm)。

5.3.3 采用配筋高延性混凝土面层加固后,构件提高的受剪承载力 V_d 应按下列公式计算:

$$V_d = 0.7\alpha_{dv}f_{dt}bh + V_s \quad (5.3.3-1)$$

$$V_s = 0.8\alpha_s f_{yh} \frac{A_{sh}}{s} h \quad (5.3.3-2)$$

式中: α_{dv} ——墙体抗剪加固时的高延性混凝土强度利用系数,取 $\alpha_{dv} = 0.66$;

V_s ——墙体采用配筋面层加固后,水平方向钢筋承担的剪

力(N);

α_s —— 钢筋强度利用系数,可取 $\alpha_s=0.90$;

f_{yh} —— 水平方向钢筋的强度设计值(N/mm²);

A_{sh} —— 配置在同一截面内的水平向钢筋全部截面面积(mm²);

s —— 水平向钢筋的间距(mm);

h —— 采用配筋面层加固的墙体水平方向长度(mm)。

5.4 抗震加固

5.4.1 采用高延性混凝土加固的砌体墙,其截面抗震受剪承载力应按下式验算:

$$V_E \leq V_{ME} + V_{dE} \quad (5.4.1-1)$$

$$V_{dE} = \frac{V_d}{\gamma_{RE}} \quad (5.4.1-2)$$

式中: V_E —— 考虑地震组合的墙体剪力设计值(N);

V_{ME} —— 原墙体抗震受剪承载力(N),按现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的相关规定计算;

V_{dE} —— 采用高延性混凝土加固后提高的抗震受剪承载力(N);

γ_{RE} —— 承载力抗震调整系数,取 γ_{RE} 为 0.9。

5.4.2 采用高延性混凝土加固后的砌体结构楼层和墙段应按下式计算其综合抗震能力指数:

$$\beta_s = \eta \Psi_1 \Psi_2 \beta_0 \quad (5.4.2)$$

式中: β_s —— 加固后楼层或墙段的综合抗震能力指数;

η —— 加固增强系数;对于楼层,取 $\eta = \eta_{pi}$;对于墙段,取 $\eta = \eta_{pij}$;

β_0 —— 楼层或墙段原有的抗震能力指数,应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 规定的有关方法

计算；

Ψ_1 、 Ψ_2 ——分别为体系影响系数和局部影响系数，应根据房屋加固后的状况，按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的有关规定取值。

5.4.3 采用高延性混凝土加固后，按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 的规定只选择从属面积较大或竖向应力较小的墙段进行抗震承载力验算时，其截面抗震受剪承载力可按下列公式验算：

$$1 \text{ 不计入构造影响时: } V_E \leq \eta_{pij} V_{R0} \quad (5.4.3-1)$$

$$2 \text{ 计入构造影响时: } V_E \leq \eta_{pij} \Psi_1 \Psi_2 V_{R0} \quad (5.4.3-2)$$

式中： V_E ——地震组合下墙体的剪力设计值(N)；

η_{pij} ——墙段的加固增强系数；

V_{R0} ——墙段原有的截面抗震受剪承载力(N)，可按现行国家标准《建筑抗震设计规范》GB 50011 对砌体墙的相关规定计算；但其中的材料性能设计指标、承载力抗震调整系数，应按现行行业标准《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116 的相关规定采用。

5.4.4 采用高延性混凝土加固后，楼层抗震能力的增强系数可按下列公式计算：

$$\eta_{pi} = 1 + \frac{\sum_{j=1}^n (\eta_{pij} - 1) A_{ij0}}{A_{i0}} \quad (5.4.4-1)$$

$$\eta_{pij} = 1 + \frac{V_{dE}}{V_{ME}} \quad (5.4.4-2)$$

式中： η_{pi} ——高延性混凝土加固后第 i 楼层抗震能力的增强系数；

η_{pij} ——第 i 楼层第 j 墙段高延性混凝土面层加固的增强系数， η_{pij} 大于 5.00 时，仍取 5.00；

A_{i0} ——第 i 楼层中验算方向原有抗震墙在 1/2 层高处净截

面的面积(mm^2);

A_{ij0} ——第 i 楼层中验算方向面层加固的抗震墙 j 墙段在
1/2 层高处净截面的面积(mm^2);

5.4.5 高延性混凝土加固采用综合抗震能力指数验算时,有关构件支承长度的影响系数应按现行国家标准《建筑抗震鉴定标准》GB 50023 的规定作相应调整,有关墙体局部尺寸的影响系数应取 1.00。

5.4.6 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层加固后墙体侧向刚度的提高系数应按下列公式计算:

$$\text{实心墙单面加固} \quad \eta_k = \frac{240}{t_{w0}} \eta_{k0} - 0.75 \left(\frac{240}{t_{w0}} - 1 \right) \quad (5.4.6-1)$$

$$\text{实心墙双面加固} \quad \eta_k = \frac{240}{t_{w0}} \eta_{k0} - \left(\frac{240}{t_{w0}} - 1 \right) \quad (5.4.6-2)$$

式中: η_k ——加固后墙体的侧向刚度提高系数;

η_{k0} ——240mm 厚墙体加固后侧向刚度的基准提高系数,可按本标准(式 5.4.7)进行计算;

t_{w0} ——原墙体厚度(mm)。

5.4.7 采用高延性混凝土或配筋高延性混凝土面层加固后,240mm 厚墙体侧向刚度的基准提高系数 η_{k0} 按下式计算:

$$\eta_{k0} = \frac{K_d}{K_0} \quad (5.4.7)$$

式中: K_0 ——240mm 厚墙体加固前的侧向刚度。

5.4.8 采用高延性混凝土加固后,墙体的侧向刚度计算应符合下列规定:

1 墙体高宽比小于 1 时,可只计算剪切变形:

$$K_d = \frac{AG}{\alpha k H} \quad (5.4.8-1)$$

2 墙体高宽比不大于 4 且不小于 1 时,应同时计算弯曲和剪切变形:

$$K_d = \frac{1}{\left(\frac{H^3}{12EI} + \frac{kH}{AG}\right)\alpha} \quad (5.4.8-2)$$

$$E = \frac{E_m A_m + E_d A_d}{A_m + A_d} \quad (5.4.8-3)$$

式中: K_d ——采用高延性混凝土加固后墙体的侧向刚度(N/mm);

E_m ——砌体的弹性模量(N/mm²);

E_d ——高延性混凝土的弹性模量(N/mm²);

A_m ——砌体的横截面面积(mm²);

A_d ——高延性混凝土加固面层的横截面面积(mm²);

G ——加固砖墙的剪切模量,取 $G=0.4E$ (N/mm²);

k ——截面剪应力分布不均匀系数,取 $k=1.20$;

α ——竖向压应力影响系数,取 $\alpha=1.00$;

H ——墙体竖向高度(mm);

I 、 A ——采用高延性混凝土加固后,组合截面惯性矩和组合截面面积(mm²)。

3 墙体高宽比大于4时,墙体的侧向刚度可取0。

5.4.9 采用高延性混凝土加固的砌体结构,应使加固后的砌体构件刚度分布尽量均匀,并按本标准第5.4.8条修正后的侧向刚度进行剪力分配。

6 构造措施

6.1 一般规定

6.1.1 加固砌体结构的高延性混凝土面层厚度不宜小于 20mm, 且不应小于 15mm。

6.1.2 当加固砌体结构的单面高延性混凝土面层厚度大于 35mm 时, 应在面层中配置钢筋网片, 形成配筋高延性混凝土整体面层, 且配筋高延性混凝土面层宜双面设置。

6.1.3 加固用的钢筋, 宜选用 HPB300 级或 HRB400 级钢筋。用于植筋或锚固的钢筋, 应采用热轧带肋钢筋。

6.1.4 采用配筋高延性混凝土进行加固时, 钢筋的高延性混凝土保护层厚度在室内正常环境下不应小于 15mm, 露天或室内潮湿环境不应小于 20mm, 严寒和寒冷地区的露天环境不应小于 25mm。

6.2 高延性混凝土面层加固

6.2.1 当原砌筑砂浆强度低于 1.0MPa 时, 高延性混凝土面层与墙体之间应采用局部嵌缝处理(图 6.2.1), 嵌缝深度为 10mm ~15mm。局部嵌缝采用梅花状布置, 每个嵌缝部位宜剔凿不少于 4 条水平灰缝和 3 条竖向灰缝, 嵌缝部位的净间距不宜大于 600mm。

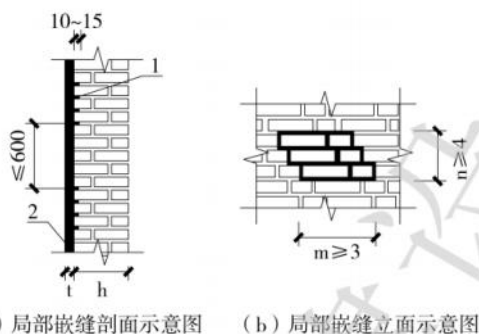


图 6.2.1 高延性混凝土面层嵌缝示意图

1—高延性混凝土嵌缝；2—高延性混凝土；t—高延性混凝土面层厚度；h—墙厚；
m—竖向灰缝条数；n—水平灰缝条数

6.2.2 采用高延性混凝土面层加固时，面层端部应采用嵌缝、开槽或 L 型倒角等锚固加强措施(图 6.2.2)。

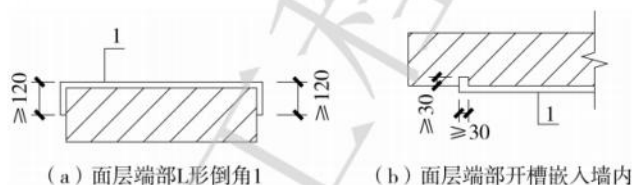


图 6.2.2 防止面层剥离措施示意图

1—高延性混凝土

6.2.3 高延性混凝土加固遇门窗洞口时，单面加固宜将面层延伸至洞口侧边锚固，双面加固宜将两侧的面层在洞口处闭合(图 6.2.3)。

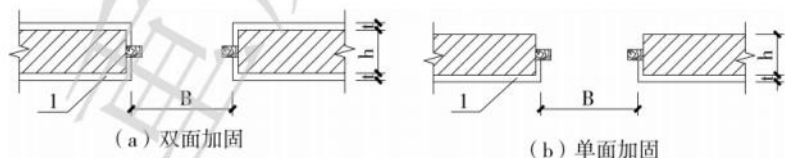


图 6.2.3 加固门窗洞口做法

1—高延性混凝土；h—墙厚；B—原门窗洞宽(高)

6.2.4 砌体构件受压加固时，高延性混凝土面层宜双面布置，当

采用高延性混凝土单面加固时,应采取适当加强措施。

6.2.5 采用高延性混凝土面层对砌体构件受压加固,当面层厚度大于 20mm 时,应在面层中设置拉结筋(图 6.2.5),拉结筋的间距不应大于 600mm,且宜为梅花状布置。双面加固时,拉结筋应采用直径不小于 6mm 的 S 型钢筋,S 型钢筋的穿墙孔洞可采用灌浆料填实;单面加固时,拉结筋应采用直径不小于 6mm 的 L 型钢筋,锚入深度不小于 120mm,孔洞应采用结构胶填实,结构胶的性能要求应符合现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 的有关规定。

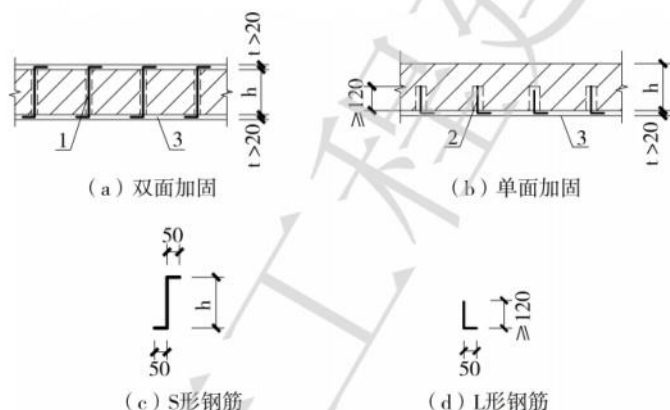


图 6.2.5 高延性混凝土面层设置拉结筋时的构造做法

1—S 形钢筋;2—L 形钢筋;3—高延性混凝土;h—墙厚

6.2.6 砌体构件加固时,底层墙体的高延性混凝土面层宜伸入地面以下不应小于 200mm 或向下延伸至基础顶面。

6.3 配筋高延性混凝土面层加固

6.3.1 配筋高延性混凝土面层中的钢筋设置应符合下列规定:

1 竖向钢筋及水平钢筋的直径宜采用 6mm~10mm,间距不宜大于 300mm,且水平钢筋宜设置在竖向钢筋内侧;钢筋网片

与墙体之间的拉结可采用 S 形或 L 型拉结筋, 间距不宜大于 900mm, S 形拉结筋应在水平钢筋和竖向钢筋交接处拉结;

2 竖向钢筋及水平钢筋的直径和间距应计算确定; 加固面层内, 竖向受压钢筋的配筋率不应小于 0.4%, 竖向受拉钢筋的配筋率不应小于 0.30%;

3 受力钢筋的混凝土保护层厚度应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。受力钢筋与砌体表面净距不应小于 5mm。

6.3.2 配筋高延性混凝土面层中纵向受力钢筋的上下端均应有可靠的锚固, 当加固底层时, 纵向受力钢筋的下端应在基础内可靠锚固。锚固可采用植筋方式, 钢筋的锚固长度应按现行行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145 的相关规定确定。

6.3.3 采用配筋高延性混凝土面层加固砌体结构时, 竖向钢筋宜采用等强集中配置穿板连接筋的方式穿过楼板(图 6.3.3), 穿板连接筋宜采用 HRB400 级钢筋, 直径宜大于上下层配筋高延性混凝土面层中竖向钢筋的直径, 间距宜为 600mm, 对于预制楼板宜从板缝之间穿过。穿板连接筋与上、下层配筋面层中竖向钢筋的搭接长度 l_{IE} 应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的相关规定, 且不小于 400mm。

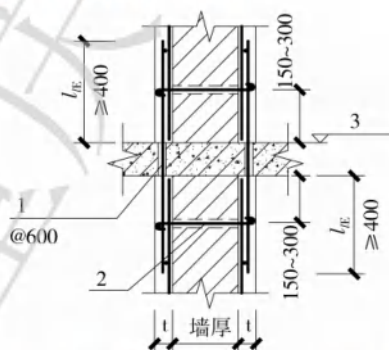


图 6.3.3 楼板处集中配置穿板连接筋做法

1—穿板连接筋; 2—穿墙拉结筋; 3—楼面

6.3.4 独立砖柱及高宽比大于4的砖墙采用配筋高延性混凝土面层围套加固时(图6.3.4),加固面层厚度不宜小于35mm,且应保证钢筋的保护层厚度要求。加固砖墙的竖向钢筋和水平闭合钢筋间距均不应大于300mm,竖向钢筋直径不应小于8mm,水平闭合钢筋直径不应小于6mm。加固独立砖柱的钢筋直径不应小于10mm,闭合箍筋的直径不应小于6mm,箍筋间距不应大于150mm,砖柱上、下两端各500mm范围内箍筋应加密,其间距应取100mm。

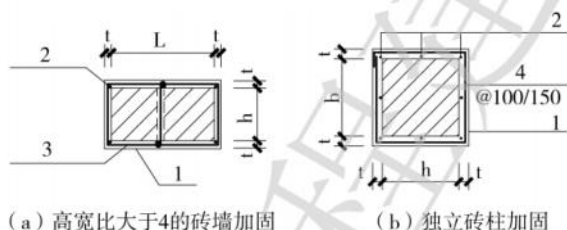


图 6.3.4 独立砖柱或高宽比大于4的砖墙加固做法

- 1—高延性混凝土;2—竖向钢筋间距不应大于300mm;
3—水平闭合钢筋间距不应大于300mm;4—闭合箍筋;
h—墙厚;L—墙长

6.3.5 配筋高延性混凝土面层构造做法尚应满足6.2.2、6.2.3条的相关规定。

6.4 增设高延性混凝土-砌体组合圈梁和构造柱

6.4.1 当砌体结构的圈梁和构造柱设置不满足要求时,可采用配筋的高延性混凝土-砌体组合圈梁和高延性混凝土-砌体组合构造柱对房屋进行构造加固(图6.4.1)。

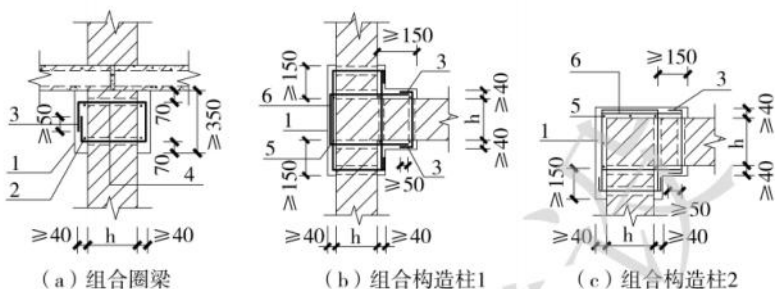


图 6.4.1 高延性混凝土-砌体组合圈梁及组合构造柱做法

1—高延性混凝土；2—组合圈梁纵筋；3—搭接焊；4—组合圈梁闭合箍筋；

5—组合构造柱纵筋；6—组合构造柱闭合箍筋；h—墙厚

6.4.2 组合圈梁和组合构造柱应符合下列规定：

1 组合圈梁截面高度不应小于 350mm，面层厚度不应小于 40mm；

2 组合构造柱的面层厚度不应小于 40mm，且配筋面层在墙体转角处应加宽不小于 150mm，面层端部构造做法尚应符合 6.2.2 条的相关要求；

3 组合圈梁和组合构造柱的纵筋宜采用 HRB400 级钢筋，箍筋宜采用 HPB300 级钢筋；组合圈梁的纵筋和箍筋直径分别不应小于 10mm 和 6mm，组合构造柱的纵筋和箍筋直径分别不应小于 12mm 和 8mm，箍筋间距不宜大于 300mm。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.1 高延性混凝土加固的施工应满足下列要求：

- 1 应采取措施避免或减少损伤原结构构件；
- 2 发现原结构缺陷与设计文件或鉴定报告严重不符时，应会同鉴定单位、加固设计单位确认，必要时采取有效处理措施后方可继续施工；

3 应编制专项加固施工方案，必要时应对施工过程的结构安全性进行分析，并应采取可靠措施，避免出现结构失稳等施工安全问题；对可能出现的倾斜、开裂或局部倒塌等情况，应预先采取安全措施。

7.1.2 高延性混凝土加固砌体结构的施工宜按下列工序进行：

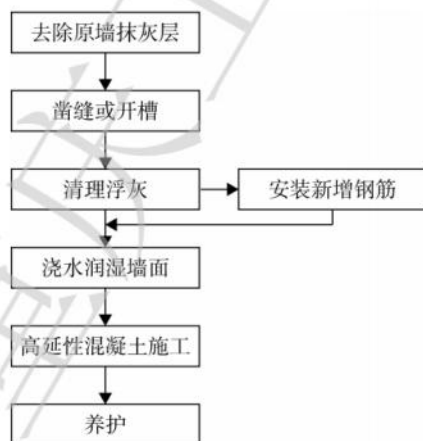


图 7.1.2 高延性混凝土加固砌体结构的施工流程图

7.1.3 高延性混凝土应为成品干混料和纤维加水搅拌而成,拌制配合比应按产品说明书进行,施工过程中严禁随意加水。

7.1.4 涉及工程安全的加固材料应通过力学性能及耐久性能的检验和鉴定。

7.2 施工准备

7.2.1 加固施工使用的机具应满足施工需要,且性能应稳定可靠。

7.2.2 加固施工过程中作业人员应正确使用安全防护用品,做好安全防护工作。

7.2.3 施工单位技术人员应仔细阅读设计文件和相关产品使用说明书;施工单位应在施工前对施工作业人员进行安全质量技术交底,并应经培训掌握施工操作要求。

7.2.4 应按设计要求卸除结构构件上的活荷载,必要时需设置临时卸荷支撑。

7.2.5 施工操作脚手架应按施工方案搭设,并符合《施工脚手架通用规范》GB 55023 等相关标准要求,搭设完成并经验收合格后方可使用。

7.2.6 施工样板宜在施工现场加固构件旁采用相同材料和施工工艺进行制作。

7.3 施工要点

7.3.1 高延性混凝土应采用强制式搅拌机搅拌,搅拌机转速不宜小于 45r/min,宜按以下投料顺序进行搅拌:

- 1 在搅拌机中先加入 90% 水;
- 2 开始搅拌,搅拌过程中逐渐加入所有干混料;
- 3 继续加入剩余 10% 的水,搅拌 2min 至混合料均匀无结块;
- 4 继续搅拌,逐渐加入纤维;

5 纤维加完后,搅拌约 10min 至纤维分散均匀无结团;

6 搅拌结束出料后,当环境温度不高于 30℃,宜在 40min 内压抹至墙面;当环境温度高于 30℃,宜在 30min 内压抹至墙面。

7.3.2 高延性混凝土拌合物不应出现离析、泌水、纤维分散不均匀、结团等现象,施工过程中不得受冻。

7.3.3 原砌体构件表面碱蚀严重时,应先清除松散部分并用高延性混凝土修补,已松动的砂浆应剔除。在清理、修整原结构、构件过程中发现的裂缝和损伤,应逐个予以修补,当修补有困难时,应进行局部拆砌。修补或拆砌完成后,应用清水冲刷干净。

7.3.4 高延性混凝土施工前,应对构件表面反复浇水润湿,并待构件表面湿润无明显水后再进行施工。

7.3.5 高延性混凝土单次压抹厚度不得超过 15mm;当面层厚度大于 15mm 时宜分层压抹,前后两层压抹时间间隔不应超过 2h。

7.3.6 高延性混凝土压抹施工完成后,应在高延性混凝土终凝后及时进行保湿养护,养护时间不应少于 7d。日平均气温低于 10℃时,养护时间不宜少于 14d。

7.3.7 当设计需要设置钢筋或拉结筋时,施工单位应会同设计、监理单位共同确定施工做法、大样图,制作和安装的施工要求应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 对钢筋的相关规定。

7.4 季节性施工

7.4.1 高延性混凝土施工时,环境温度不宜低于 5℃。

7.4.2 雨天不宜进行外墙高延性混凝土施工,如施工时,应采取防雨措施,且高延性混凝土终凝前不应受雨淋。

7.4.3 气温高于 30℃时,宜对室外施工的高延性混凝土采取遮阳措施,并应加强保湿养护。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.1 采用高延性混凝土加固的砌体结构加固工程的子分部工程和分项工程应按表 8.1.1 的规定进行划分。子分部工程的施工质量按本标准的规定进行质量验收,并应符合现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定;分项工程中原构件修整、界面处理、钢筋加工与焊接及钢筋安装与锚固按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定进行质量验收;高延性混凝土施工工程按本标准相关规定进行质量验收。

表 8.1.1 高延性混凝土加固子分部工程、分项工程划分

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑结构加固	高延性混凝土加固砌体结构工程	原构件修整、界面处理、钢筋加工与焊接、钢筋安装与锚固、高延性混凝土施工

8.1.2 高延性混凝土加固砌体结构工程的施工质量控制应符合下列规定:

1 结构加固设计单位应按审查批准的施工图,向施工单位进行设计交底;施工单位应编制施工组织设计和专项施工方案,经审查批准后组织实施;

2 加固材料、产品应进行进场验收。高延性混凝土应按本规范规定的抽样数量进行见证抽样复验;其送样应经监理工程师签封;

3 结构加固工程施工前,对原结构、构件进行清理、修整,应无尘、无松动;

4 结构加固工程的每道工序均应按本标准进行质量控制；每道工序完成后应进行检查验收；合格后方允许进行下一道工序的施工；

5 相关工种交接时，应进行交接检验，并应经监理工程师检查认可。

8.1.3 高延性混凝土检验应按检验批进行，检验批的划分应符合下列规定：

1 高延性混凝土干混料和配套纤维进场复验时，按同一厂家、同一生产批次、同一进场时间每 100t 为一个检验批，不足 100t 也按一个检验批计；

2 加固砌体结构施工时，高延性混凝土力学性能检验和施工质量检验，以被加固砌体体积 250m^3 划分为一个检验批，不足 250m^3 的划分为一个检验批；

3 加固农村砌体结构房屋时，检验批的划分应按照附录 C 的相关规定进行。

8.1.4 检验批质量标准应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验应合格；

2 一般项目的质量经抽样检验应合格；当采用计数抽样时，除本标准另有规定外，其抽检的合格点率应不低于 80%，且不得有严重缺陷；

3 应具有完整的施工操作依据、质量检查记录及质量证明文件。

8.1.5 分项工程的质量验收，应在其所含检验批的质量均验收合格的基础上，按本标准规定的检验项目，对各检验批中每项质量验收记录及其合格证明文件进行检查。

8.1.6 分项工程合格质量标准应符合下列规定：

1 所含检验批的质量均应符合本标准的合格质量规定；

2 所含检验批的质量验收记录和有关证明文件应齐全、完整。

8.1.7 检验批、分项工程、子分部工程和分部工程的质量验收应

按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 B 的格式填写质量验收记录。

8.2 材 料

I 主控项目

8.2.1 高延性混凝土进场时,应按下列规定进行检查和复验:

1 进场的高延性混凝土干混料应外观均匀,无结块、受潮现象;

2 进场时应核查型式检验报告、出厂检验报告、产品合格证、产品使用说明书等质量证明文件。型式检验报告应包含本标准第 4.4.1 和 4.5.1 条规定的所有检验项目,且检验结果应满足本标准的相关规定;

3 应按表 4.4.1 规定的检验项目与性能指标,见证取样复验高延性混凝土的等效弯曲韧性、等效弯曲强度、抗折强度和立方体抗压强度 4 个项目,复检的检验和评定方法应符合本标准附录 B 的相关规定。

检查数量:按本标准 8.1.3 条规定的进场复验检验批次,每批见证取样不应少于一次;每批留置组数及试件数量应满足表 8.2.1 的要求。

检验方法:检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

表 8.2.1 高延性混凝土进场复验留置试件要求

检验项目	留置组数	每组试件数量	试件尺寸
等效弯曲韧性	≥ 1 组	≥ 3 个	40mm $\times$ 40mm $\times$ 160mm
等效弯曲强度			
抗折强度	≥ 1 组	≥ 3 个	40mm $\times$ 40mm $\times$ 160mm
立方体抗压强度	≥ 1 组	≥ 3 个	100mm $\times$ 100mm $\times$ 100mm

8.2.2 高延性混凝土性能的进场检验,应以每一检验批为一个取样单位,取样方法应符合现行国家标准《水泥取样方法》GB/T 12573 的相关规定,取样应有代表性。

8.2.3 施工过程中,应在搅拌机内随机抽取高延性混凝土拌合物并制作标准养护试块,并按本标准表 4.4.1 相关规定测试试件标准养护 60d 的等效弯曲韧性、等效弯曲强度、抗折强度和立方体抗压强度,测试结果应满足本标准第 4.4.1 条指标要求,同时应满足设计要求。

检查数量:按本标准 8.1.3 条规定的施工质量检验批次,每批留置组数及试件数量应满足表 8.2.1 的要求。

检验方法:检查标准养护试件的检验报告。

II 一般项目

8.2.4 加固用钢筋应平直、无损伤,表面不得有裂纹、油污以及颗粒状或片状老锈,也不得将弯折钢筋敲直后作受力筋使用。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察。

8.2.5 其他加固材料或产品应按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 的相关规定进行验收。

8.3 施工质量检验

I 主控项目

8.3.1 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层,其外观质量不应有严重缺陷。硬化后高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层的严重缺陷应按表 8.3.1 进行检查和评定。且应由施工单位提出处理方案,经业主、监理单位和设计单位共同认可后

进行处理并应重新检查、验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察、检查技术处理方案及施工记录。

表 8.3.1 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层外观质量缺陷

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	钢筋网或拉结件未被高延性混凝土包裹而外露	受力钢筋外露	有少量构造钢筋外露
疏松	高延性混凝土局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
夹杂异物	高延性混凝土中夹有异物	构件主要受力部位夹有异物	其他部位夹有少量异物
硬化(或固化)不良	高延性混凝土失效,致使面层不硬化	任何部位不硬化	/
裂缝	裂缝从高延性混凝土面层表面延伸至内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	仅有表面细裂纹
连接部位缺陷	构件端部连接处高延性混凝土面层分离或锚固件与面层之间松动、脱落	连接部位有影响结构传力性能的缺陷	连接部位有轻微影响或不影响传力性能的缺陷

8.3.2 高延性混凝土与基材界面粘结的施工质量,可采用现场锤击法或其他探测法进行探查。按探查结果确定的构件有效粘结面积与受检构件总粘结面积之比的百分率不小于 90% 进行合格判定。

检查数量:全数检查。

检验方法:敲击法、超声法或其他有效的探测法。

8.3.3 高延性混凝土与基材之间的正拉粘结强度,应进行现场取样检验,以正拉粘结强度不小于 0.6MPa 或破坏形式为基材砖内聚破坏进行合格判定。

检查数量:每一检验批按实际加固面层表面积均匀划分为若干区,每区 100m²,不足 100m²,按 100m² 计,每层不应少于 1 区;

以每区为一个检验组,每组 3 个检验点。

检验方法:按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 附录 U 的相关规定执行。

8.3.4 高延性混凝土面层或配筋高延性混凝土面层的厚度不应小于设计要求,且应按面层厚度出现正偏差为合格、负偏差为不合格进行判定,且抽样合格率不应小于 90%。

检查数量:每一检验批抽取加固构件的 5%,且不少于 5 个构件;不足 5 个构件时全部检查;每个构件抽查不少于 3 处。

检验方法:局部凿开或取芯后用钢尺测量。

注:面层厚度检验的检测误差不应大于 1mm。

8.3.5 新增钢筋及各种锚固件、预埋件的锚固、连接、安装应符合设计文件和现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB50550 以及本标准的相关要求;钢筋锚固的长度或深度应符合设计要求,锚固螺栓应紧固,锚孔注胶应饱满;并应在高延性混凝土施工前进行隐蔽工程验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:尺量检查;观察检查;用扳手检查;核查隐蔽工程验收记录。

II 一般项目

8.3.6 高延性混凝土面层中配置钢筋时,应对钢筋的保护层厚度进行检测,可采用局部凿开或取芯后检查法或非破损探测法。检测时,应按钢筋网保护层厚度仅允许有 5mm 正偏差、无负偏差进行合格判定,且抽样合格率不应小于 90%。

注:钢筋保护层厚度检验的检测误差不应大于 1mm。

检查数量:每一检验批抽取加固构件的 5%,且不少于 5 个构件;不足 5 个构件时全部检查。

检验方法:局部凿开或取芯后用钢尺测量,或采用非破损探

测方法检测。

8.3.7 高延性混凝土抹压面层与墙体之间采用局部嵌缝的方式处理时,嵌缝的部位、范围、深度应符合设计要求,并应进行隐蔽工程验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:尺量检查、观察检查。

8.3.8 高延性混凝土抹压面层的端部嵌缝、L型倒角、门窗洞口部位加固等构造做法应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:尺量检查、观察检查。

检验方法:局部凿开后用钢尺测量或采用非破损探测方法检测。

8.4 施工质量验收

8.4.1 高延性混凝土加固工程验收程序和组织应符合下列规定:

1 检验批和分项工程应由监理工程师组织施工单位专业技术人员及专业质量负责人进行验收;

2 子分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、安全、质量负责人进行验收;该加固项目设计单位项目负责人及施工单位技术、质量部门负责人也应参加;

3 各子分部工程竣工验收完成后,施工单位应向建设单位提交分部工程验收报告,建设单位应指派其加固工程负责人组织施工(含分包单位)、设计、监理等单位负责人进行分部工程竣工验收;

4 分部工程竣工验收合格后,建设单位应负责办理有关建档和备案等事宜。

8.4.2 高延性混凝土加固砌体结构工程的施工质量应按下列要求进行竣工验收:

1 加固工程施工质量应符合本标准和相关专业验收标准的

规定,以及加固设计文件的要求;

2 加固工程质量的验收应在施工单位自行检查评定合格的基础上进行;

3 隐蔽工程应在隐蔽前已由施工单位通知有关单位进行了验收,并形成验收文件;

4 涉及结构安全的检验项目,应按规定进行了见证取样检测,其检测报告的有效性应得到监理人员检查认可;

5 加固工程的观感质量应由验收人员进行现场检查。其检查结果的综合结论应得到验收组成员共同确认。

8.4.3 高延性混凝土加固砌体结构子分部工程竣工验收时,应提供下列文件和记录:

1 设计文件;

2 原材料、产品出厂检验合格证和涉及安全的原材料、产品的进场见证抽样复验报告;

3 结构加固各工序应检项目的现场检查记录和检验报告;

4 施工过程质量控制记录;

5 隐蔽工程验收记录;

6 加固工程质量问题的处理方案和验收记录;

7 其他必要的文件和记录。

8.4.4 高延性混凝土加固砌体结构子分部工程合格质量标准应符合下列规定:

1 子分部工程所含的各分项工程,其质量验收合格;

2 质量控制资料完整;

3 涉及安全的见证检验项目,其抽检结果符合本标准合格质量标准的要求;

4 观感质量经验收组成员共同确认合格。

8.4.5 高延性混凝土加固工程施工质量不合格时,应由施工单位返工重做,并重新检查、验收。若通过返工后仍不能满足安全使用要求的加固工程,严禁验收。

附录 A 高延性混凝土弯曲性能试验方法

A.0.1 本试验方法适用于高延性混凝土等效弯曲韧性和等效弯曲强度的测定。

A.0.2 试验装置(图 A.0.2)应符合下列规定:

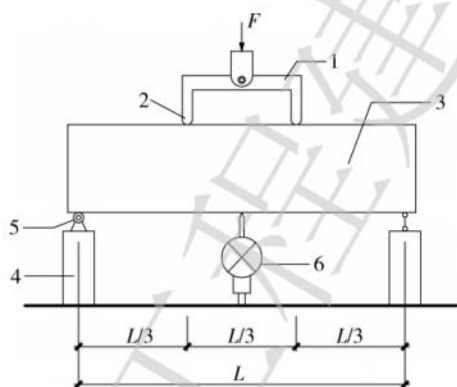


图 A.0.2 抗弯试验加载装置

1—加载分配梁;2—分配梁辊轴;3—试件;4—支座;
5—支座辊轴;6—位移计

1 试验机宜采用液压伺服万能试验机或带有弯曲试验台的伺服式压力试验机,量程不宜超过 100kN,示值相对误差不大于 1.0%,试验时的最大荷载宜在量程的 80%以内;

2 加载分配梁中点为加载点,在试件标距三分点处设有两个加压辊轴,辊轴直径 10mm~12mm;

3 与试件接触的两个辊轴铰支座,辊轴弧形直径 10mm~12mm,支座长度比试件宽度长 10mm;

4 挠度测量装置应符合图 A.0.2 的要求,并应包括固定测量挠度仪表的支座;挠度测试系统包括电阻位移计或者 LVDT 位

移计,量程不小于 20mm,精度不应低于 0.001mm,测试点位于试件底部跨中位置;

5 荷载测量传感器应准确测量施加于试件上的荷载,测量精度不应低于 0.1N;

6 测试数据采集应连续自动完成,可通过模数转换器与计算机连接,有程序控制,采样频率不宜低于 10Hz。

A.0.3 试件成型及养护方法参照现行国家标准《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的相关规定。每组试验至少应制备 3 个试件。

A.0.4 试件尺寸为 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$,试验跨度取 $L = 150\text{mm}$ 。

A.0.5 试验测试应按下列步骤进行:

1 从养护地点取出试件,擦净后检查外观,不得有明显缺损,在跨中 $l/3$ 的纯弯段内不得有直径大于 5mm、深度大于 2mm 的表面缺陷;

2 将试件成型时的浇筑面作为承荷面,安放在支座上。按图 A.0.2 规定尺寸和三分点位置加荷的规定,检查支座及分配梁位置,所有间距尺寸偏差不应大于 $\pm 1\text{mm}$;

3 试件放稳对中后启动试验机,当分配梁辊轴与试件接近时,调整分配梁和支座,使接触均衡。压头及支座不能前后倾斜,各接触不良处应予以垫平;

4 试件安放好后,施加一定的预压荷载,停机检查试件与压头及支座的接触情况,确保试件不发生扭动,然后安装测量跨中挠度的位移计;

5 安装测量变形的仪表时首先接通测试线路并作空载调试,然后做预压调试,待测试系统工作正常后方可进行正式试验;

6 对试件按位移控制加荷,加载应连续、均匀,加载速率取 $0.2\text{mm}/\text{min}$;

7 绘制荷载-挠度曲线。

若试件在受拉面跨度三分点以外断裂,则该试件试验结果无效。

A.0.6 试件的等效弯曲强度 f_{eq}^u 按下式计算(图 A.0.6):

$$f_{eq}^u = \frac{\Omega_u L}{bh^2 \delta_u} \quad (A.0.6)$$

式中: f_{eq}^u ——等效弯曲强度(N/mm²),精确至 0.1 N/mm²;

Ω_u ——跨中挠度为 δ_u 时荷载-挠度曲线下的面积(N·mm);

δ_u ——荷载下降至峰值荷载的 u 倍时对应的挠度值(mm)。用于高延性混凝土力学性能指标测定时, u 取 0.85;

b 、 h ——试件的截面宽度和高度(mm);

L ——试件的跨度(mm)。

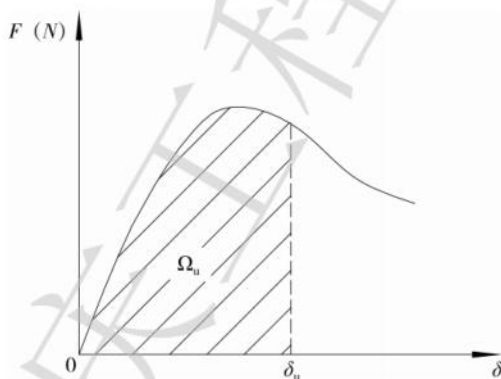


图 A.0.6 等效弯曲强度计算

A.0.7 试件的等效弯曲韧性按下式计算:

$$W_e^u = \frac{\Omega_u}{bh^2} \times 10^3 \quad (A.0.7)$$

式中: W_e^u ——等效弯曲韧性(kJ/m³),精确至 0.1kJ/m³。

附录 B 高延性混凝土力学性能快速检验评定方法

B.0.1 本方法适用于高延性混凝土材料进场检验时的力学性能快速检验。

B.0.2 程式恒温恒湿试验箱,可调节温度范围不小于 $0^{\circ}\text{C} \sim 80^{\circ}\text{C}$,温度均匀度为 $\pm 1^{\circ}\text{C}$,温度波动度为 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$;湿度范围不小于 $20\% \sim 98\% \text{ R. H}$,湿度均匀度为 $\pm 2\% \text{ R. H}$,湿度波动度为 $\pm 1\% \text{ R. H}$;

B.0.3 试验测试应按下列步骤进行:

1 高延性混凝土力学性能的快速检验对应的程式恒温恒湿试验箱运行程序应符合图 B.0.3 的规定;

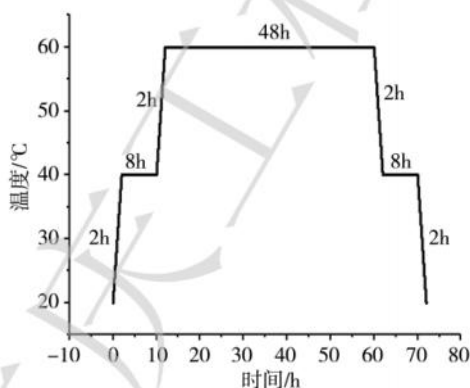


图 B.0.3 程式恒温恒湿试验箱运行程序

2 高延性混凝土力学性能快速检验的试件尺寸及制作方法应符合本标准第 4.4.1 条中试验方法的相关规定,每批次制作 3 组试件;

3 试件制作成型 24h 后拆模,检查外观,不得有明显缺损。试件拆模后置于程式恒温恒湿试验箱中,上下错位放置,按图

B.0.3 的运行程序养护 72h 后取出,放置室温后再按本标准第 4.4.1 条的相关规定进行力学性能测试。

B.0.4 快速检验的高延性混凝土力学性能测试结果应符合表 B.0.4 的要求。

表 B.0.4 高延性混凝土快速养护力学性能指标

力学性能指标类别	快速检验性能指标		
	I 类	II 类	III 类
等效弯曲韧性(kJ/m^3)	≥ 170.0	≥ 130.0	≥ 90.0
等效弯曲强度(N/mm^2)	≥ 11.0	≥ 10.0	≥ 9.0
抗折强度(N/mm^2)	≥ 11.0		
立方体抗压强度(N/mm^2)	≥ 45.0		

注:表中性能指标除立方体抗压强度为标准值外,其他性能指标均指代表值。

附录 C 农村砌体结构房屋加固

C.1 一般规定

C.1.1 本章适用于重庆市农村一、二、三层或建筑高度在 10 米以下的砖砌体及砌块砌体结构加固。

C.1.2 高延性混凝土加固农村房屋,除应符合本标准要求外,尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

C.1.3 采用条带加固农村房屋时,应选用Ⅰ类和Ⅱ类高延性混凝土;采用面层加固农村房屋时,应选用Ⅲ类高延性混凝土。

C.2 基本要求

C.2.1 农村房屋加固应综合考虑房屋功能改造要求和消防、疏散、防洪、抗风雪、防雷击、防地质灾害等防灾要求。

C.2.2 当基础无腐蚀、酥碱、松散和剥落,上部结构无不均匀沉降裂缝和倾斜,或虽有裂缝、倾斜但不严重且无发展趋势时,应以加强上部结构的整体性为主;当地基基础沉降和上部结构开裂、倾斜仍在发展时,应先对地基基础进行加固,再进行上部结构加固处理。

C.2.3 承接农村房屋加固改造项目的建筑工匠或施工单位的技术人员,应经过专门的技术培训。

C.2.4 农村砌体房屋加固时,宜采用单面外侧加固,当砌体结构构件砌筑质量很差时,宜采用双面加固。

C.3 砌体结构农村房屋整体性加固

C.3.1 采用高延性混凝土条带加固砌体结构农村房屋,应同时

设置竖向和水平条带,单面加固时条带宜设置在墙体外侧。高延性混凝土施工时,墙体拐角处及水平和竖向条带相交处应连续压抹,严禁在此部位留施工冷缝。

C.3.2 根据抗震设防烈度不同,高延性混凝土加固砌体结构农村房屋的条带最小宽度和最小厚度可按表 C.3.2 取值。

表 C.3.2 高延性混凝土条带最小厚度和最小宽度

设防烈度(条带厚度)		6度(10mm)	7度(15mm)
竖向条带宽度(mm)	a	600	1000
	b	600	800
水平及墙顶条带宽度(mm)	c	600	800

注:表中 a 表示外墙拐角处高延性混凝土竖向条带宽度;b 表示外墙中部高延性混凝土竖向条带宽度;c 表示楼(屋)盖处或墙顶高延性混凝土条带宽度。

C.3.3 高延性混凝土条带加固部位对应的墙面应进行嵌缝处理,嵌缝深度不小于 10mm。砖砌体墙的竖向条带和水平条带嵌缝可分别参照图 C.3.3-1、C.3.3-2 进行处理,施工条件允许时也可全部采取嵌缝处理;砌块砌体墙的条带加固部位对应的墙面宜全部采取嵌缝处理。

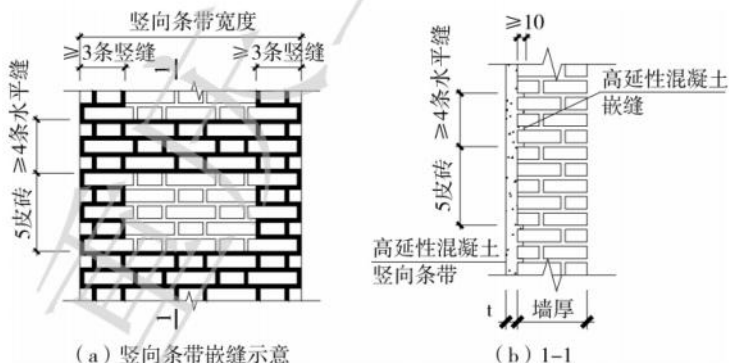


图 C.3.3-1 高延性混凝土竖向条带嵌缝示意图

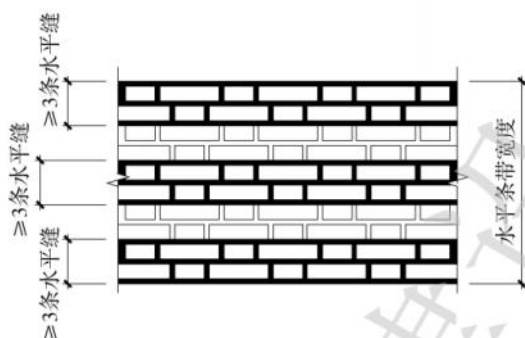


图 C.3.3-2 高延性混凝土水平条带嵌缝示意图

C.3.4 高延性混凝土竖向条带设置应符合下列规定：

1 房屋外墙拐角处、长墙中部、纵横墙交接处、窗间墙以及一字型外墙端部均宜设置高延性混凝土竖向条带(图 C.3.4-1)；

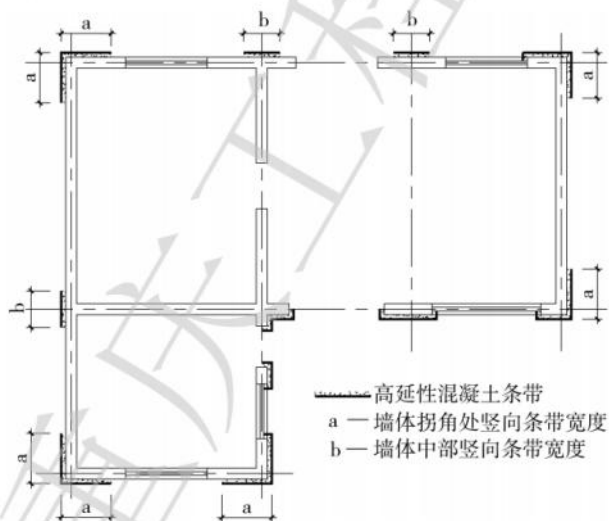


图 C.3.4-1 高延性混凝土竖向条带设置平面示意图

2 外墙拐角距门窗洞口边的距离小于竖向条带宽度 a 时，应将高延性混凝土包至洞口处门(窗)框边(图 C.3.4-2)。门(窗)框与外墙外平齐时，应在门(窗)框边的墙体上竖向刻槽并用高延

性混凝土压抹填实,刻槽的宽度和深度均取 20mm;



图 C.3.4-2 外墙阳角距洞口边距离小于 a 时竖向条带布置示意图

3 高延性混凝土竖向条带边沿距洞口边距离不大于 200mm 时,宜将高延性混凝土条带延伸至洞口边沿,并将高延性混凝土包至门(窗)框边(图 C.3.4-3);

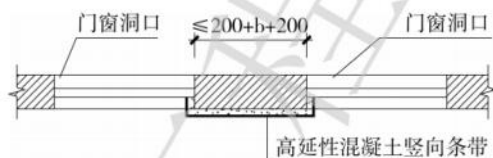


图 C.3.4-3 窗间墙加固平面示意图

4 一字墙端部应采用高延性混凝土竖向条带加固,条带宽度不小于 b ,高延性混凝土应包至墙端,且竖向条带应双面布置(图 C.3.4-4);

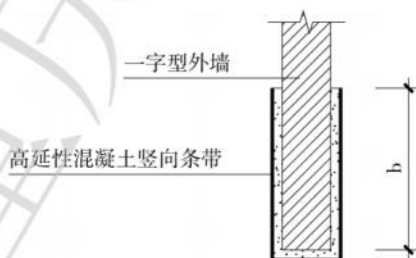


图 C.3.4-4 一字墙端部加固平面示意图

5 加固砌体结构的竖向条带净间距不应大于 5.0m,当竖向

条带净间距不满足时,应增加竖向条带宽度或数量。

C.3.5 高延性混凝土水平条带设置应符合下列规定:

1 外墙楼(屋)盖处应设置高延性混凝土水平条带,山墙应沿墙顶设置高延性混凝土条带(图 C.3.5-1、图 C.3.5-2),且高延性混凝土水平条带宜闭合;

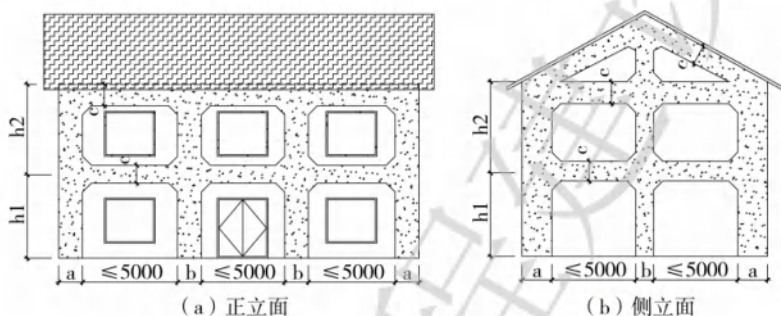


图 C.3.5-1 二层房屋加固条带立面示意图

h1—一层层高;h2—二层层高

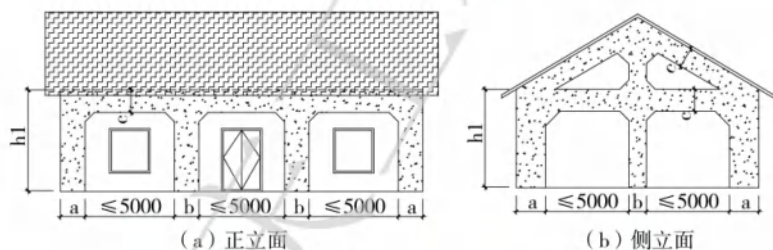


图 C.3.5-2 单层房屋加固条带立面示意图

2 单层房屋含阁楼时,应在阁楼高度处增设一道高延性混凝土水平条带,条带宽度及厚度与楼(屋)盖处水平条带相同;

3 高延性混凝土水平条带边缘距外墙洞口上下边距离不大于 100mm 时,宜调整水平条带宽度至上下洞口边沿,并将高延性混凝土条带包至门(窗)框边(图 C.3.5-3);

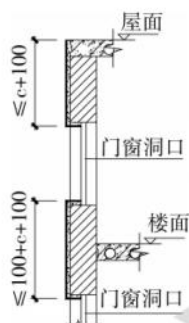


图 C.3.5-3 水平条带在门窗洞口边缘的加固示意图

4 高延性混凝土水平条带应延伸至一字墙端部,且当一字墙长度大于 2m 时,应在墙体半高处增设一道水平条带,条带宽度及厚度可按表 C.3.2 取值;

5 两端均设置高延性混凝土竖向条带的内墙,宜在楼(屋)盖处设置高延性混凝土水平条带,条带宽度及厚度可按表 C.3.2 取值;

6 墙体根部长期处于潮湿环境时,宜在墙体根部增设一道高延性混凝土水平条带,条带宽不宜小于 600mm,且水平条带上沿应高出室内地坪不小于 200mm。

C.3.6 房屋端山墙外侧有相邻建筑物时,端山墙上的高延性混凝土水平条带及竖向条带均应设置在墙体内侧,且外纵墙与端山墙交接部位的高延性混凝土竖向条带应双面布置(图 C.3.6)。

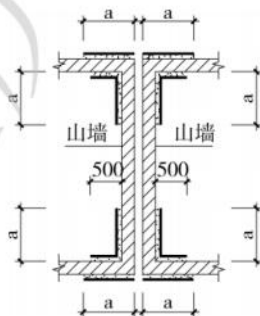


图 C.3.6 相邻建筑物的端山墙加固平面示意图

C.3.7 高延性混凝土水平条带与竖向条带相交部位应设置高延性混凝土加腋(图 C.3.7)。加腋部位高延性混凝土面层应与高延性混凝土条带连续施工,严禁留施工冷缝。

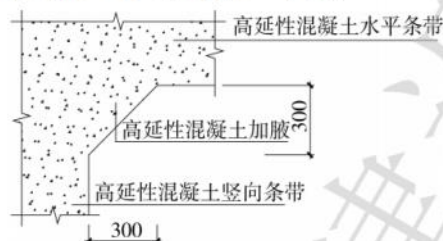


图 C.3.7 高延性混凝土条带相交处加腋示意图

C.3.8 砌体墙的整体性很差或外墙开洞率大于 50% 时,应采用高延性混凝土面层对整片墙体进行加固,面层厚度可按表 C.3.2 取值。

C.4 砌体构件加固与修复

C.4.1 墙体裂缝修补应符合下列规定:

1 墙体裂缝较少且缝宽不大于 1mm 时,可参照现行国家标准《砌体结构加固设计规范》(GB 50702)的相关规定对裂缝进行处理;

2 墙体裂缝宽度大于 1mm 且裂缝数量较多时,对裂缝进行处理后,在裂缝部位水平灰缝处嵌入直径为 6mm 的拉结筋(图 C.4.1),并对墙体采用高延性混凝土面层进行加固,面层厚度不小于 10mm。

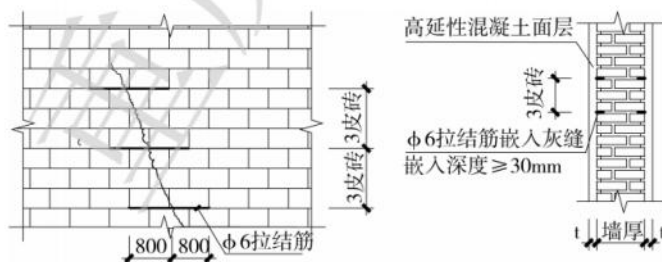


图 C.4.1 墙体裂缝处理示意图

C.4.2 门窗洞口过梁加固应符合下列规定：

1 对净跨度 $l_n \leq 1.5\text{m}$ 的砖过梁或钢筋砖过梁，当过梁中部竖向裂缝宽度不大于 2mm 或过梁端部斜裂缝宽度不大于 1mm 时，可在过梁部位压抹高延性混凝土水平条带进行加固(图 C.4.2-1)，高延性混凝土在洞口边应压抹至窗框边缘或闭合，条带厚度可按表 C.4.1 取值；

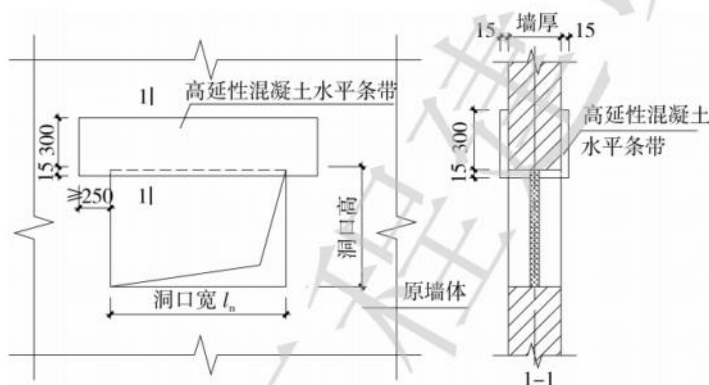


图 C.4.2-1 门窗洞口过梁加固示意图 1

2 对净跨度 $1.5\text{m} < l_n \leq 1.8\text{m}$ 的砖过梁或钢筋砖过梁，当砖过梁中部产生宽度大于 2mm 的竖向裂缝，或端部产生宽度大于 1mm 的斜裂缝，或过梁产生明显弯曲、下沉变形时，应在过梁底面增设 2 根直径不小于 10mm 的水平钢筋，再采用高延性混凝土水平条带进行加固，钢筋在两端延伸至支座处长度为 250mm (图 C.4.2-2)。当砖过梁或钢筋砖过梁净跨度 $1.8\text{m} < l_n \leq 2.1\text{m}$ 时，过梁底面增设的水平钢筋直径不应小于 12mm 。

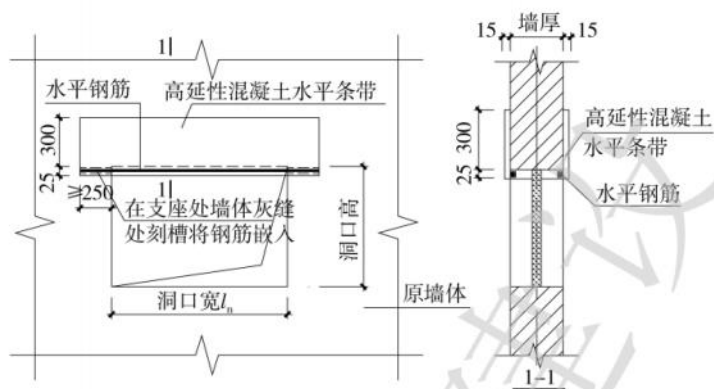


图 C.4.2-2 门窗洞口过梁加固示意图 2

C.4.3 当纵横墙交接处未设置拉结筋且没有咬槎砌筑时,可在纵横墙连接处设置直径 6mm 的拉结筋,并采用高延性混凝土竖向条带双面加固(图 C.4.3),拉结筋宜选用 HPB300 级普通钢筋,并宜嵌入墙体的水平灰缝中。

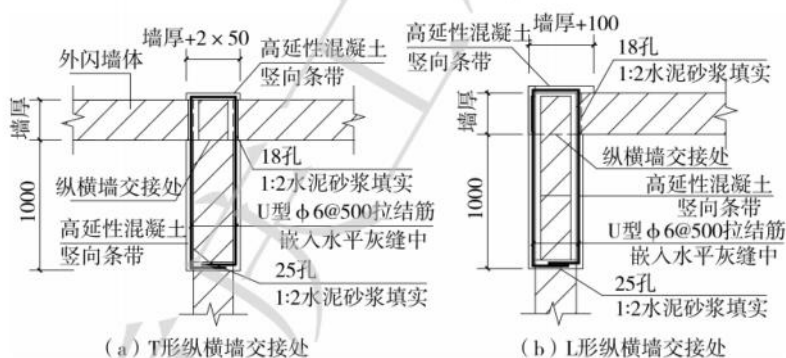


图 C.4.3 纵横墙交接处加固平面示意图

C.5 施 工

C.5.1 高延性混凝土加固砌体结构农村房屋的施工工序为:清除原墙面装饰和抹灰面层→剔凿水平灰缝和竖向灰缝→刷净墙

面浮灰→修补裂缝→浇水润湿墙面→待墙面湿润无明水时压抹高延性混凝土→喷水养护 7d;

C.5.2 原砌体构件表面碱蚀严重时,应先清除松散部分并用高延性混凝土修补,已松动的勾缝砂浆应剔除。在清理、修整原结构、构件过程中发现的裂缝和损伤,应逐个予以修补,当修补有困难时,应进行局部拆砌。修补或拆砌完成后,应用清洁的压力水冲刷干净。对毛石砌体房屋加固前,应用强度等级 M10 以上的水泥砂浆填补毛石砌体墙面坑洞。

C.5.3 高延性混凝土的搅拌应满足本标准第 7.3.1、7.3.2 条的相关规定。

C.5.4 高延性混凝土压抹施工应符合本标准第 7.3.5 条的规定。

C.5.5 高延性混凝土面层或条带的养护应符合本标准第 7.3.6 条的规定。

C.6 施工质量验收

I 一般规定

C.6.1 高延性混凝土加固农村房屋的施工质量应按单栋房屋进行检验。施工质量验收可按本标准附录 C 的要求进行记录。

C.6.2 加固工程中钢筋原材料、加工制作、连接、现场安装的质量应按相关规定进行检查验收,并办理相应的检查验收记录,其质量应符合设计文件、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 以及本标准的相关要求。

C.6.3 植筋或锚栓的施工质量验收,应在相应工序施工完毕后,按现行国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550 对植筋工程和锚栓工程的规定以及隐蔽工程的验收要求进行施工质量检查验收。

C.6.4 高延性混凝土结构加固工程的外观质量缺陷应按表 8.3.

1 进行检查和评定。

C.6.5 高延性混凝土结构加固工程的外观质量不应有严重缺陷,不宜有一般缺陷。对已经出现的严重缺陷或一般缺陷应由施工单位提出处理方案,经业主(监理单位)和设计单位共同认可后予以实施,对经处理的部位应重新检查、验收。

II 主控项目

C.6.6 高延性混凝土材料进场时,应按本标准第 4.4.1 条的规定进行进场检验,进场检验结果应符合本标准第 4.4 节的相关规定。其他加固材料的品种、规格、质量应符合设计及国家现行相关标准的规定。

检查数量:高延性混凝土按同一厂家、同一生产批次、同一进场时间每 100t 为一个检验批,不足 100t 也按一个检验批计,每批抽样不少于一次。其他加固材料按国家现行相关标准执行。

检验方法:观察检查;核查质量证明文件和抽样检验报告。

C.6.7 应在施工现场随机抽取试件对高延性混凝土标准养护 60d 龄期的弯曲韧性、等效弯曲强度、抗折强度和立方体抗压强度等力学性能进行检验,其检验方法和检验结果应符合设计及本标准第 4.4 节的相关规定。

检查数量:按被加固的 50 栋农村房屋为一个检验批,从 50 栋农村房屋的加固施工现场随机抽取不少于 3 组。

检验方法:核查施工记录及高延性混凝土力学标准养护 60d 的性能的检验报告。

C.6.8 对原墙体裂缝、门窗洞口过梁加固、纵横墙交接部位加固等部位的处理,其构造做法应符合设计和本标准的相关要求,并应进行隐蔽工程验收。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查;核查隐蔽工程验收记录和施工记录。

C.6.9 高延性混凝土水平条带与竖向条带相交处应设置高延性混凝土加腋,在水平条带和竖向条带相交处以及墙体转角处应连续抹压,严禁在该部位留置施工冷缝。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察检查;核查施工记录。

C.6.10 高延性混凝土应抹压密实,与基层墙体粘结牢固,不应有空鼓、开裂等现象。其与基层的有效粘结面积与总粘结面积之比不应小于 85%。

检查数量:每一检验批抽取 5%,且不少于 3 处;

检验方法:用小锤轻击或其他探测方法检查空鼓。

C.6.11 高延性混凝土加固的竖向和水平条带设置的部位、范围、条带厚度以及构造做法应符合设计要求。抹压面层的厚度不应小于设计要求,抽样检查的合格点率不应小于 90%。

检查数量:每一检验批抽取 5%,且不少于 3 处;

检验方法:观察检查;钢尺测量。

III 一般项目

C.6.12 加固部位的砌体墙面采用高延性混凝土进行嵌缝处理时,嵌缝的长度、深度、位置应符合设计要求,且嵌缝深度不应小于 10mm,并应进行隐蔽工程验收。

检查数量:全数检查;

检验方法:观察检查;钢尺测量;检查隐蔽工程验收记录。

C.6.13 高延性混凝土加固砌体结构农村房屋竖向条带和水平条带的间距、宽度及表面平整度的允许偏差值应符合表 C.6.13 的要求,其抽样检验合格率不应小于 80%。

检查数量:每一检验批抽取 5%,且不少于 3 处。

表 C. 6. 13 竖向条带和水平条带的允许偏差和检验方法

项次	项目	允许偏差(mm)	检验方法
1	条带间距	± 5.0	用钢卷尺检查
2	条带宽度	± 5.0	用钢卷尺检查
3	表面平整度	8.0	用 2m 靠尺及楔形塞尺检查

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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

- 《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021
《施工脚手架通用规范》GB 55023
《砌体结构设计规范》GB 50003
《混凝土结构设计规范》GB 50010
《建筑抗震设计规范》GB 50011
《建筑抗震鉴定标准》GB 50023
《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550
《砌体结构加固设计规范》GB 50702
《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728
《混凝土物理力学性能试验方法标准》GB/T 50081
《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
《通用硅酸盐水泥》GB 175
《混凝土外加剂》GB 8076
《混凝土结构耐久性设计标准》GB/T 50476
《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
《水泥混凝土和砂浆用合成纤维》GB/T 21120
《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)》GB/T 17671
《建设用砂》GB/T 14684
《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
《混凝土用水标准》JGJ 63

《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70

《建筑抗震加固技术规程》JGJ 116

《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18

《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107

《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104

《高韧性混凝土加固砌体结构技术规程》T/CECS 997

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

高延性混凝土加固砌体结构技术标准

DBJ50/T-519-2025

条文说明

2025 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	63
2	术语和符号	64
2.1	术语	64
3	基本规定	65
4	材料性能	66
4.1	原材料性能	66
4.2	配合比	66
4.4	力学性能	66
4.5	耐久性能	69
5	设计与计算	70
5.1	一般规定	70
5.2	受压加固	70
5.3	抗剪加固	72
5.4	抗震加固	72
6	构造措施	73
6.1	一般规定	73
6.2	高延性混凝土面层加固	73
6.4	增设高延性混凝土-砌体组合圈梁和构造柱	74
7	施工	75
7.1	一般规定	75
7.2	施工准备	75
7.3	施工要点	75
7.4	季节性施工	76
8	质量验收	77

8.1	一般规定	77
8.2	材料	77
附录 A	高延性混凝土弯曲性能试验方法	78
附录 B	高延性混凝土力学性能快速检验评定方法	79
附录 C	农村砌体结构房屋加固	80

1 总 则

1.0.2 目前针对高延性混凝土加固砌体结构的研究和应用主要集中在砌体结构上,本标准的相关内容也主要针对以上类型。对于农村地区自建的一、二、三层或建筑高度在 10 米以下用于居住或生活的一般砌体房屋,本标准在附录 C 有专门的规定。对于石砌体等砌体结构及构件,高延性混凝土或配筋高延性混凝土面层加固仍能够较明显的提高其承载力和整体性,但限于目前本市对其应用较少,因此暂未列入到本标准中。一般砌体构筑物的加固设计也可参考本标准。且在既有建筑结构加固前,应按现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 的相关规定同时进行安全性鉴定和抗震鉴定。

1.0.3 这条主要是对本标准在实施过程中与其他相关标准配套使用的关系作出规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 高延性混凝土(high ductile concrete, 简称 HDC), 是一种具有高韧性、高抗裂性能和高耐损伤能力的新型结构材料。传统的混凝土和纤维混凝土都具有明显的脆性, 开裂后很快达到最大拉应力, 一般仅出现一条主裂缝和少量微裂缝, 表现出应变软化特征; 高延性混凝土开裂后, 应力基本保持不变, 应变能维持较长时间的发展, 在拉伸和剪切荷载下表现出良好的多裂缝开展和应变硬化特征(图 1)。

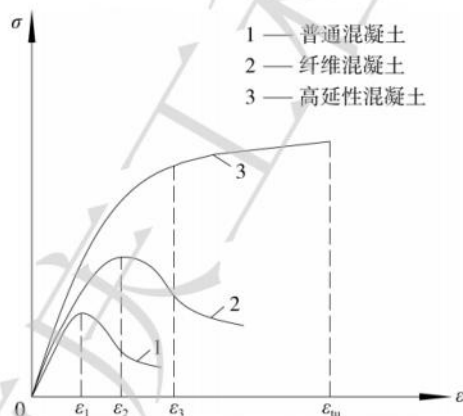


图 1 高延性混凝土单轴拉伸曲线比较

本标准 4.4 节对高延性混凝土的强度指标和韧性指标均有明确规定。为达到其韧性指标要求, 目前制备高延性混凝土都需要掺加短纤维作为增韧材料。但通过短纤维增韧只是实现高延性的手段之一, 随着混凝土制备技术的发展与进步, 以后不排除采用其他方式也可以配制出高延性混凝土。

3 基本规定

3.0.2 本条关于加固设计工作年限的规定,与现行国家标准《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021、《砌体结构加固设计规范》GB 50702 及有关标准的规定相符。高延性混凝土耐久性能经检验高于普通混凝土,在加固设计工作年限上不低于国家相关规范对普通混凝土的要求。

3.0.4 考虑到高温下可能导致高延性混凝土的延性降低,本条给出高延性混凝土适用的环境温度不宜超过 90℃。

本编制组前期对高延性混凝土的耐高温性能做了相应的试验研究,其在高温下的强度变化与普通混凝土或普通砂浆等水泥基材料的强度变化情况相似。混凝土在高温下有可能产生爆裂,但由于高延性混凝土中含有纤维,在高温作用下纤维会溶解形成水蒸气的迁移通道,使构件中蒸汽压得到释放,避免了基体的爆裂。

高延性混凝土耐高温试验结果显示,在 125℃ 时,高延性混凝土的各项性能指标基本不受影响,本标准保守起见将其使用环境温度规定为不宜超过 90℃。

另外,采用高延性混凝土的工程遇火灾后,应通过检测鉴定评定其安全性是否仍满足要求,当有问题时应采取相应的加固或修复处理措施。

4 材料性能

4.1 原材料性能

4.1.1 合成纤维指以合成高分子化合物为原料制成的化学纤维。纤维的耐碱性能用来衡量合成纤维在碱性介质内纤维强度的稳定性,而极限拉力保持率是评价耐碱性能的主要参数。极限拉力保持率是指合成纤维在氢氧化钠碱溶液中,以规定的温度、浓度和时间浸泡处理,然后测试其断裂强度,与原试样的断裂强度之比的百分率。

随着高延性混凝土制备技术的改进,纤维长度、直径的范围得以扩大,因此,与其他同类的地方标准相比,本标准适当放宽了对纤维长度、直径的要求。

4.2 配合比

4.2.2 配合比计算中每立方米高延性混凝土的纤维用量应按质量计算;在设计参数选择时,可用纤维体积率表达。

4.4 力学性能

4.4.1 本条给出了高延性混凝土四个主要力学性能指标,作为高延性混凝土力学性能检验的重要依据。其中等效弯曲韧性和等效弯曲强度为韧性评价指标,抗折强度和立方体抗压强度为强度评价指标。

配制高延性混凝土时,采用了大量的矿物掺合料取代水泥。

因此高延性混凝土的早期强度增长较慢,但是超过 28d 以后的强度仍有较大幅度增长,因此,以表中 60d 的性能指标作为高延性混凝土最终的力学性能评价标准。因此,本条规定高延性混凝土的立方体抗压强度标准值是指按标准方法制作养护边长为 100mm 的标准立方体试块,用标准试验方法在龄期 60d 测得的具有 95%保证率的抗压强度值。高延性混凝土的强度等级采用立方体抗压强度标准值用 C_d 表示。

随着混凝土的强度提高,其脆性增大,采用高延性混凝土能有效避免混凝土的脆性破坏,充分发挥其韧性和强度的优势,具有良好的经济效益。本标准规定高延性混凝土的立方体抗压强度不应小于 50N/mm^2 ;但实际工程中对混凝土抗压强度要求较低时,考虑到经济性,也可以使用立方体抗压强度低于 50N/mm^2 的高延性混凝土,但其力学性能指标应通过专门的试验确定以满足相应的设计要求。

4.4.3 本条给出了高延性混凝土的材料性能计算指标。

1 强度等级为 C_d50 的高延性混凝土,其轴心抗压强度标准值按下式计算:

$$f_{dk} = 0.88 \times \alpha_{dl} f_{du,k} \quad (1)$$

式中:0.88——考虑到结构中混凝土强度与试件混凝土强度之间的差异而采取的修正系数;

α_{dl} ——棱柱体抗压强度与立方体抗压强度的比值,可取 0.88;

$f_{du,k}$ ——高延性混凝土立方体抗压强度标准值, C_d50 的高延性混凝土 $f_{du,k} = 50\text{N/mm}^2$ 。

上式(1)参考了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 对混凝土轴心抗压强度标准值的取值依据。由于高延性混凝土轴心受压破坏时表现出良好的抗压韧性和耐损伤能力,与传统混凝土的脆性破坏有明显区别,因此不再考虑高延性混凝土的脆性折减系数。且大量研究表明,由于纤维桥联作用对高延性混

凝土单轴受压提供的横向约束作用,使高延性混凝土的轴心抗压强度明显高于相同强度等级的普通混凝土。根据大量试验数据分析结果,高延性混凝土棱柱体抗压强度与立方体抗压强度的比值 α_{di} 为 0.88~0.95,可偏于安全取 0.88。

根据高延性混凝土轴心抗压强度标准值,并参照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中混凝土的抗压强度设计值计算方法确定 C_{d50} 高延性混凝土轴心抗压强度设计值 f_d 为 27.6N/mm^2 ;

因高延性混凝土轴心抗拉强度测试时易偏心,测试结果离散性较大。本标准采用等效弯曲强度作为控制材料抗拉性能的手段。根据经验,高延性混凝土等效弯曲强度约为轴心抗拉强度的 1.5~2.0 倍。安全考虑,高延性混凝土材料的抗拉强度标准值按 $f_{du,k}=5.5\text{MPa}$ 考虑。

根据试验研究结果,统计分析稳定开裂应力 σ_{ss} 与极限抗拉强度 σ_{tu} 的关系,线性回归分析后得到: $\sigma_{tu}=1.116\sigma_{ss}$ 。因高延性混凝土变形能力显著高于砌体结构,根据本构关系,高延性混凝土稳定开裂前处于弹性阶段,为保证弹性设计阶段的高延性混凝土面层与砌体结构的变形协调,取稳定开裂应力 σ_{ss} 做为高延性混凝土的抗拉屈服强度值。综合考虑高延性纤维混凝土的各类使用工况与安全性,高延性混凝土的材料分项系数取 1.3。结合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中混凝土的抗拉强度

设计值计算方法轴心抗拉强度设计值为: $f_{dt} = \frac{f_{du,k}}{1.116 \times 1.3} = 3.8$ 。

2 高延性混凝土的受压和受拉弹性模量与其立方体抗压强度有关,但由于高延性混凝土基体内不含粗骨料,其弹性模量取值与普通混凝土明显不同,本条根据西安建筑科技大学、东南大学、浙江大学等科研院所大量试验结果以及国家建筑工程质量监督检验中心的检验结果,高延性混凝土的弹性模量 E_d 相当于同等强度普通混凝土的 2/3 左右,本条给出 C_{d50} 高延性混凝土的

弹性模量 $E_d = 2.20 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$ 。当有可靠试验依据时,弹性模量可根据实测数据确定。

3 高延性混凝土纵向受压时,其横向变形受到纤维桥联应力的约束,使其横向变形减小。因此,高延性混凝土泊松比明显小于普通混凝土,由于泊松比与纤维掺量和材料韧性指标均有一定关系,当有可靠试验依据时,泊松比可根据实测数据确定。

4.5 耐久性能

4.5.1 高延性混凝土的耐久性能明显高于普通混凝土,本条规定了其主要的耐久性能指标,当设计中对其耐久性能有要求时,可参照本条规定其具体耐久性指标,设计中相应的耐久性指标要求不应低于本条的规定。

5 设计与计算

5.1 一般规定

5.1.1 高延性混凝土加固砖砌体结构及构件是通过面层的约束作用和优良的材料性能来达到加固目的,为保持与其他相关标准、规范协调统一,其设计计算原则与现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 的相关规定相一致,且符合《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021 等国家现行有关标准的规定。

5.2 受压加固

I 高延性混凝土面层加固

5.2.1 对受压构件加固,在满足构造要求情况下,本公式参考了《砌体结构设计规范》GB 50003 中组合砌体轴心受压构件承载力计算公式,并与试验结果相互匹配,方便计算。高延性混凝土的极限压应变约为 0.006,砌体极限压应变约为 0.002,在极限荷载作用下,高延性混凝土实际发挥的强度(实际应力)小于其极限抗压强度。根据试验结果,在无初始荷载作用时,采用高延性混凝土面层双面加固砖墙,高延性混凝土的“实际应力”与其极限抗压强度的比值在 0.274~0.363 之间,采用高延性混凝土面层单面加固砖墙,该比值在 0.397~0.491 之间。因此,计算加固后构件的承载力引入高延性混凝土材料强度利用系数 α_{dl} 。安全起见,无论单面双面,无初始荷载时 α_{dl} 均取为 0.3。

受压加固时,考虑到加固结构中原砌体构件加固前已承受一

定压力荷载,其应力水平一般都比较,而加固新增的高延性混凝土面层还不能立即工作,需待新加荷载后(二次受力)才开始受力。此时,新增高延性混凝土面层的应变滞后于原砌体的应变,原砌体的应变高于新增高延性混凝土面层的应变。当原砌体达到极限状态时,新增高延性混凝土面层还没达到上述的“实际强度”。因此,引入二次受压影响系数 α_{d2} ,则高延性混凝土强度利用系数 $\alpha_{dc} = \alpha_{d1} \cdot \alpha_{d2}$ 。

将原墙体在重力荷载作用下的平均竖向压应力定义为初始应力,初始应力与砌体抗压强度的比值定义为初始应力比 β_0 。因砌体结构离散性较大,确定统一的应力-应变曲线较难,因此,分别选取由 B. Powell 和 H. R. Hodgkinson、朱伯龙、施楚贤提出的三条砌体结构应力应变曲线进行理论分析,得到砌体墙的初始应力比 β_0 与高延性混凝土强度利用系数 α_{dc} 的关系,见下图 2。

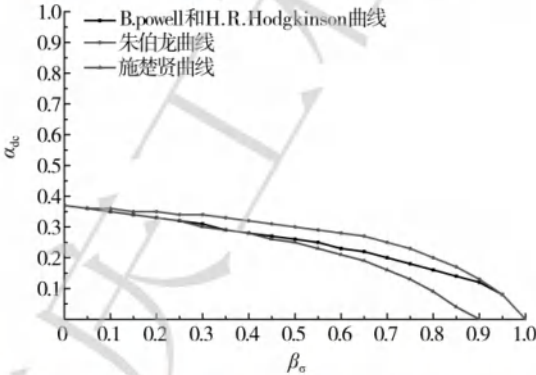


图 2 砌体墙的初始应力比 β_0 与高延性混凝土强度利用系数 α_{dc} 的关系

由图可知,随着初始应力比 β_0 的增大, α_{dc} 逐渐减小。当初始应力比 β_0 小于等于 0.7 时,曲线下降缓慢;当初始应力比 β_0 大于 0.7 时, α_{dc} 下降增快。当初始应力比 β_0 等于 0.7 时, α_{dc} 的二次受压折减系数 α_{d2} 在 0.43~0.67 之间。经综合考虑,取二次受压影响系数为 $\alpha_{d2} = 0.5$ 。故取 $\alpha_{dc} = \alpha_{d1} \cdot \alpha_{d2} = 0.3 \times 0.5 = 0.15$ 。

5.3 抗剪加固

5.3.1 采用高延性混凝土或配筋高延性混凝土面层对砌体墙的抗剪加固,可简化为原砌体的抗剪承载力加上高延性混凝土加固面层的承载力贡献。

5.3.3 采用高延性混凝土面层加固后,墙体提高的受剪承载力根据试验结果并考虑面层的破坏形式,按主拉应力理论计算,与现行国家标准《砌体结构加固设计规范》GB 50702 中钢筋混凝土面层加固砌体墙提高的受剪承载力计算公式的形式基本保持一致,部分参数取值根据试验结果有所调整。但增加过后的面层或配置过多的钢筋,墙体的抗剪刚度显著提高,墙体的最终破坏形态可能由剪切破坏变为摇摆破坏,承载力不会无限的提高。因此,墙体受剪承载力的提高应按 5.4.4 条的要求予以一定的限制。

5.4 抗震加固

5.4.1 公式(5.4.1-1)、公式(5.4.1-2)参照现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 取用。高延性混凝土的贡献,根据现行《建筑抗震设计规范》GB 50011 在截面抗震验算中所建立的概念,可以简单地认为其抗震承载力与非抗震下的抗剪承载力相同,仅需将后者除以承载力抗震调整系数即可。

5.4.2 抗震加固和抗震鉴定一样,可采用加固后的综合抗震能力指数作为衡量多层砌体房屋抗震能力的指标,也可按设计规范的方法对加固后的墙段用截面受剪承载力进行验算。与鉴定不同的是,要按不同的加固方法考虑相应的加固增强系数,并按加固后的情况确定体系影响系数 Ψ_1 和局部影响系数 Ψ_2 。

6 构造措施

6.1 一般规定

6.1.2 高延性混凝土面层厚度较厚时,为了充分发挥高延性混凝土的性能优势,可在面层中配置钢筋,形成配筋高延性混凝土面层,更大程度提高砌体结构的承载能力和整体性。考虑到配筋高延性混凝土面层单面加固时,钢筋网发挥作用有限,因此,出于安全和经济两方面因素考虑,本条规定配筋高延性混凝土面层宜采用双面加固。

6.2 高延性混凝土面层加固

6.2.1~6.2.3 本条规定砂浆强度较低时,为了提高高延性混凝土面层与原砌体的共同工作能力,建议在高延性混凝土面层与墙体之间采用局部嵌缝等方式进行处理。对面层端部应采取嵌固措施防止面层剥离。遇到门窗洞口时,应将面层延伸至洞口侧边锚固,提高加固的整体性。

6.2.4 应采取适当加强措施,如采用 L 型锚钉梅花形布置,将高延性混凝土与需加固墙体有效连接。

6.2.5 当面层较厚时,采用拉结筋增强面层与墙体可靠拉结,可以提高对面层的平面外约束作用,防止构件受压时面层横向变形剥离。

6.2.6 采用高延性混凝土面层对墙体进行抗剪和抗震加固时,可根据综合抗震能力指数的控制,只在某一层进行,因此可以不用向受压加固一样自上而下将荷载延伸至基础。但在底层的外

墙,为提高耐久性,面层在室外地面以下宜加厚并向下延伸 200mm 或伸至地圈梁顶面。

6.4 增设高延性混凝土-砌体组合圈梁和构造柱

6.4.1 当砌体结构的构造柱或圈梁设置不足时,可采用高延性混凝土-砌体组合圈梁和高延性混凝土-砌体组合构造柱对房屋进行抗震构造加固,解决其抗震构造措施不足的问题。这样处理,施工方便快捷,且对原有建筑的使用空间占用较少。

7 施 工

7.1 一般规定

7.1.2 采用高延性混凝土加固砌体结构一般不需要配置钢筋,施工工序少,施工方法主要为人工压抹,施工便捷。高延性混凝土加固砌体结构主要是利用高延性混凝土的性能优势和与砌体良好的协同工作来提高结构的整体性和承载能力,因此在施工过程中应注意加固面的基层处理要干净,并要养护到位,保证高延性混凝土材料性能的可靠性。

7.2 施工准备

7.2.3 施工单位要认真熟悉图纸,参加相关单位组织的设计交底,并结合现场实际情况给出合理反馈。加固专项施工方案很重要,在正式施工前,需针对该加固技术的特点和施工条件,认真做好专项施工方案的编制,并向相关单位及人员进行安全质量技术交底。

7.2.4 受压加固时卸除活荷载,可以使得加固后的高延性混凝土面层能够更好的发挥效果,减少二次受力产生的应力滞后影响。

7.2.6 为了确保不同的施工人员对高延性混凝土加固砌体结构技术施工操作认知的一致性,保证施工操作规范准确,宜在现场大面积施工之前制作施工样板,便于参照、比对和技术交底。

7.3 施工要点

7.3.1 为了保证纤维均匀分散在高延性混凝土基体中,本条规

定高延性混凝土的搅拌采用纤维后掺法。先将不含纤维的干混成品料加水搅拌均匀以后,再加入纤维搅拌,使纤维分散均匀无结块。搅拌机必须采用强制式搅拌机,搅拌时间应比普通混凝土搅拌时间长,搅拌机转速应适当调高。

高延性混凝土加固砌体结构主要是利用高延性混凝土的性能优势以及加固面层与原构件之间良好的协同工作能力来提高砌体的整体性和承载能力,因此在施工过程中应注意基层处理要干净,保证高延性混凝土与原构件之间的协同工作。当环境温度高于 30 度时,应酌情缩短搅拌出料后至压抹上墙之间的时间。

7.4 季节性施工

7.4.1 由于高延性混凝土属于水泥基材料,温度过低会影响水化作用,且容易造成拌合物中的水分结冰,影响材料性能,因此本条规定了在进行高延性混凝土施工时,环境温度不宜低于 5℃。

8 质量验收

8.1 一般规定

8.1.2 本条规定了高延性混凝土加固砌体结构工程的施工质量控制的一些要求:

2 若由于取样、制块不当等操作导致的复验不合格,允许二次抽样后复验,以二次复验结果作为进场验收依据。

8.1.4~8.1.6 这三条规定根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 关于建筑工程质量验收原则制定,具体可参照该标准有关条文说明。

8.2 材料

8.2.1 本条给出了进场检验的一些具体规定。需特别说明的,为保证高延性混凝土的工程质量,高延性混凝土进场核验的型式检验报告,其检测类别应为抽样检测;材料性能的进场复检采用快速检验方法,这样可以快速地确定高延性混凝土性能指标,提高进场复检效率,为进场使用提供必要的依据。

附录 A 高延性混凝土弯曲性能试验方法

本试验方法为西安建筑科技大学高延性混凝土研究课题组,针对高延性混凝土的弯曲韧性问题的专门提出的试验方法。目前国际上对纤维混凝土弯曲韧性试验方法的研究较多,现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 和协会标准《纤维混凝土试验方法标准》CECS 13 均给出了纤维混凝土等效弯曲强度、初裂强度和弯曲韧性的试验方法。按以上方法计算试件的等效弯曲强度时,需要计算试件跨中挠度为 $L/150$ 的荷载—挠度曲线下的面积。对高延性混凝土,跨中挠度为 $L/150$ 时尚未达到试件的峰值荷载。因此,采用以上方法不能反映出高延性混凝土良好的弯曲韧性。

本标准提出的高延性混凝土弯曲韧性试验方法,给出了标准试件尺寸为 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 。

按本方法对试件进行四点弯曲试验,测得其荷载—挠度曲线,计算出高延性混凝土的等效弯曲强度,再考虑试件挠曲变形对高延性混凝土弯曲韧性的影响,计算试件的等效弯曲韧性,其物理意义为试件塑性变形区域耗散的能量,与弯曲韧性的定义吻合,能更好地反映高延性混凝土的弯曲韧性。

附录 B 高延性混凝土力学性能快速检验评定方法

本附录中的方法为高延性混凝土力学性能的快速检验方法,主要用于高延性混凝土材料进场复验时初步判断材料是否可以用于施工。因为采用蒸汽养护,可以使高延性混凝土力学性能快速发展,并比较接近实际标准养护 60d 的强度指标,能更真实的反应材料最终的性能,作为进场检验依据更为科学合理。

由于强度越高韧性越低的原因,快速检验的性能指标中等效弯曲韧性和等效弯曲强度两个韧性评价指标要高于本标准第 4.4.1 条的规定,而抗折强度和抗压强度由于还未完全达到最终强度,因此略有降低。同过进场的材料性能复检和最终 60d 标准养护的性能检验,能够在保证不影响正常施工的前提下,保证材料性能。

附录 C 农村砌体结构房屋加固

C.1 一般规定

C.1.1 高延性混凝土加固农村房屋主要是针对砌体结构的构造加固,提高房屋的整体性。

C.1.2 高延性混凝土加固技术应用于农村房屋加固时,可以很好的改善房屋上部结构的整体性能、提高结构的安全性,但对地基基础、木屋架等本标准未涉及到的加固内容,应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

C.2 基本要求

C.2.2 房屋的加固,首先要保证地基基础的稳定和承载能力,在确保地基基础安全、稳定的前提下,再对上部结构进行加固处理。

C.2.4 砌体结构构件砌筑质量很差一般表现为:无砌筑砂浆;砂浆及砌块强度低;砖缝砂浆不饱满,砂浆与砖粘结不良;墙体留槎形式不符合规定,接槎不严;墙体有明显裂缝等。

C.3 砌体结构农村房屋整体性加固

C.3.1 高延性混凝土竖向和水平条带同时设置可使墙体受到双向约束,增强墙体整体性,且将条带设置在墙体外侧,可以在不影响住户正常生活的前提下对房屋进行加固,避免了房屋内部家具搬运和施工阶段的过渡安置费用。在墙体拐角处及水平和竖向条带相交处留施工冷缝会严重削弱相邻条带之间的共同工作能

力,降低整体性加固效果,施工时应严格禁止。

C.3.2 随着高延性混凝土条带厚度和宽度的增加,其加固效果也相应提高。本标准中,随着设防烈度的提高,高延性混凝土条带厚度和宽度也相应增加。对不同设防烈度规定不同的条带宽度和厚度,有利于节约成本。

C.3.3 加固前对墙面采用嵌缝处理,可以提高加固层与原墙体的协同工作能力,取得更好的加固效果。

C.3.4 高延性混凝土竖向条带在遇到门窗洞口时,应将高延性混凝土包至洞口边沿,保证高延性混凝土在洞口边的锚固,同时可以提高竖向条带对洞口侧面墙体的约束作用。

一字墙端部由于缺少垂直方向墙体的约束作用,地震作用下端部容易产生平面外破坏,在采用高延性混凝土加固一字型墙体时,宜在墙体端部双面设置高延性混凝土竖向条带。

墙段长度较大时,应适当增加竖向条带数量来减小相邻竖向条带之间的距离,从而保证竖向条带对墙体的可靠约束。

C.3.5 外墙墙顶及楼(屋)盖处设置高延性混凝土水平条带,可以起到类似于圈梁的构造作用,水平条带闭合设置时才能更好的发挥整体性加固效果。

C.3.7 高延性混凝土水平条带与竖向条带相交部位需设置加腋,可有效减少条带交接部位的应力集中,防止拐角处高延性混凝土开裂。但在加腋部位施工时应严格控制、连续施工,严禁在此部位留施工冷缝。

C.3.8 墙体块材及砌筑砂浆风化严重,或房屋砌筑砂浆饱满度很差、墙体块材及砌筑砂浆已出现明显松散脱落现象时,应该对整片墙体采用高延性混凝土面层进行加固,提高墙体整体性。墙体开洞率是指洞口水平截面积与墙面水平毛截面积之比,相邻洞口之间净宽小于 500mm 的墙段视为洞口。当开洞率大于 50% 时,墙体整体性削弱较明显,此时应对整片墙体采用面层加固。

C.4 砌体构件加固与修复

C.4.1 墙体上出现的裂缝,应根据其开裂的严重程度采取不同的处理措施,裂缝不明显时可仅对裂缝进行灌缝等方法处理;开裂较严重时应配合高延性混凝土面层进行处理。

C.4.2 西安建筑科技大学研究表明,采用高延性混凝土加固后的砖砌体构件具有很强的整体性和抗弯能力,因此,在门窗洞口过梁损伤不明显的情况下仅采用高延性混凝土条带加固过梁即能起到很好的加固效果。对于已经出现明显损伤的砖过梁或钢筋砖过梁,可以在梁底部位增设钢筋,进一步提高过梁的抗弯能力。

C.6 施工质量验收

C.6.7 由于农房加固的单栋房屋体量很小,如果材料性能检验按每栋房屋进行,这样工作量很大而且在农房加固中也没有可操作性,因此本条规定以 50 栋农房为一个批次进行现场随机抽样留置试块,可以较合理的起到检查监督和验收的要求。

C.6.11 本条中抹压面层的厚度不应小于设计要求是指面层厚度仅允许出现正偏差,不应出现负偏差。高延性混凝土面层或条带的厚度检测,可采用局部凿开法,高延性混凝土条带厚度也可由条带边缘直接测量,面层厚度检验的检测误差不应大于 1mm。对于砖砌体、砌块砌体墙的高延性混凝土面层应从墙面开始计算厚度;石砌体墙应从底层的水泥砂浆找平层表面开始计算厚度。