

重庆市工程建设标准

碱矿渣锚固料应用技术标准

Technical standard for application of alkali-activated
slag anchoring material

DBJ50/T-286-2018

主编单位:重庆市建筑科学研究院

重 庆 大 学

批准部门:重庆市城乡建设委员会

施行日期:2018 年 4 月 1 日

2018 重 庆

重庆工程建设

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2018〕1 号

重庆市城乡建设委员会 关于发布《碱矿渣锚固料应用技术标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《碱矿渣锚固料应用技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为 DBJ50/T-286-2018,自 2018 年 4 月 1 日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆市建筑科学研究院负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

2018 年 1 月 4 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市城乡建设委员会《关于下达 2012 年重庆市工程建设标准制订、修订项目计划的通知》(渝建〔2012〕119 号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考国家及重庆市有关标准,并在广泛征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1. 总则;2. 术语和符号;3. 基本规定;4. 材料要求;5. 设计;6. 施工;7. 质量检验与验收。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,由重庆市建筑科学研究院负责具体技术内容解释。在本标准的实施、应用过程中,希望各单位注意收集资料,总结经验,并将需要修改、补充的意见和相关资料交重庆市建筑科学研究院(地址:重庆市渝中区长江二路 221 号,邮政编码:400016,电话:023-63301676,邮箱:cqsjky@163.com),以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人、审查专家

主 编 单 位:重庆市建筑科学研究院

重庆大学

参 编 单 位:重庆市基础工程有限公司

重庆建工第十一建筑工程有限责任公司

重庆建工第一市政工程有限责任公司

重庆建工第八建设有限责任公司

重庆渝发建设有限公司

重庆建工市政交通工程有限责任公司

重庆建工第四建设有限责任公司

重庆建工第二建设有限公司

重庆中航建设(集团)有限公司

中国建筑第八工程局有限公司西南分公司

重庆建筑工程职业学院

重庆维冠混凝土有限公司新材料新技术研发中心

重庆市杰恒园林建设有限公司

重庆对外建设(集团)有限公司

重庆城建控股(集团)有限责任公司

重庆市爆破工程建设有限责任公司

中建欣立建设发展集团股份有限公司

重庆保税港区开发管理集团有限公司

重庆市佳诺建筑工程有限公司

重庆建工住宅建设有限公司

重庆教育建设(集团)有限公司

中冶建工集团有限公司

重庆大江建设工程集团有限公司

重庆中科建设(集团)有限公司

重庆单轨交通工程有限责任公司

城开建设集团有限公司

重庆市宏贵建设有限公司

中铁十一局集团第五工程有限公司

重庆市万州建筑工程总公司

重庆市高性能混凝土工程技术研究中心

重庆市建设工程质量检验检测中心

主要起草人:潘 群 张京街 杨长辉 叶建雄 黄宛丁
余林文 陈 科 李志坤 杨 凯 章 澎
高峰(十一建) 谢吉宁 杨 东 袁国康
赖文友 高峰(渝发建) 周 斌 杨 翔
王洪木 卢光位 顾建兵 谭建国 祝 斌
黄春蕾 刘 林 倪 春 游古强 郑 灿
庞媛媛 孟祥栋 欧映忠 周荣江 袁 勇
梅凤德 张 意 黎 志 杨 涛 姚 斌
于泽东 叶 萍 黄思权 梁远君 谢亚伟
刘桂宾 汪洪加 丁志全

审 查 专 家:王自强 王瑞燕 陈文德 陈阁琳 邹时畅
(按姓氏笔画排序)姜洪麟 贺 渝

重庆工程建设

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	基本规定	4
4	材料要求	5
5	设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	计算	8
5.3	构造措施	11
6	施工	13
6.1	一般规定	13
6.2	成孔	13
6.3	锚固	14
6.4	成品保护	14
7	质量检验与验收	15
7.1	碱矿渣锚固料质量检验与验收	15
7.2	后锚固质量检验与验收	16
附录 A	约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土粘结强度测定方法	18
附录 B	锚筋抗拔承载力现场检验方法及质量评定	21
本标准用词说明		24
引用标准名录		25
条文说明		27

重庆工程建设

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	Basic Requirements	4
4	Materials Requirements	5
5	Designs	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Calculations	8
5.3	Details	11
6	Construction	13
6.1	General Requirements	13
6.2	Drilling	13
6.3	Post-installed Fastenings	14
6.4	Protection of End Products	14
7	Quality Inspection and Acceptance	15
7.1	Quality Inspection and Acceptance of alkali-activated slag anchoring material	15
7.2	Quality Inspection and Acceptance of post anchoring	16
Appendix A	Test of Bonding Strength between Ribbed Bar and Concrete under the Constraint Condition	18
Appendix B	In-situ Tension Test and Acceptance Criteria of Anchorage Capacity	21
	Explanation of Wording in This Standard	24

List of Quoted Standards	25
Explanation of Provisions	27

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为规范碱矿渣锚固料的工程应用,做到技术先进、安全可靠、经济合理、节能利废,保证工程质量,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于普通混凝土结构采用碱矿渣锚固料进行后锚固工程的设计、施工与验收;不适用于轻骨料混凝土及特种混凝土结构的后锚固。

1.0.3 碱矿渣锚固料的应用除应符合本标准规定外,尚应符合国家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 碱矿渣胶结材 alkali-activated slag binder

以碱组分和磨细水淬高炉矿渣为主要原料制备的水硬性胶凝材料。

2.1.2 碱矿渣锚固料 alkali-activated slag anchoring material

由碱矿渣胶结材、细骨料、矿物掺合料、外加剂和水配制的用于后锚固工程的材料。碱矿渣锚固料由固相料和液相料组成：固相料是水淬高炉矿渣粉、细骨料、矿物掺合料和外加剂的混合物，液相料是碱组分和水的混合溶液。

2.1.3 基体 matrix

用于锚固锚筋并承受锚筋传递作用的混凝土结构或构件。

2.1.4 锚筋 anchorage bars

用于后锚固工程中的光圆钢筋或带肋钢筋。

2.1.5 抗拔承载力检验 anchorage capacity test

沿锚筋轴线施加轴向拉拔荷载，以检验其锚固性能的现场试验。抗拔承载力检验分为破坏性检验和非破坏性检验。

2.2 符 号

2.2.1 材料性能

- $f_{bd,1}$ 锚筋与碱矿渣锚固料的粘结强度设计值；
- $f_{bd,2}$ 碱矿渣锚固料与混凝土基体的粘结强度设计值；
- f_s 锚筋锚固段在承载力极限状态下的强度设计值；
- f_{yk} 锚筋原材料抗拉强度标准值；

f_{stk}	锚筋原材料极限强度标准值；
l_{ds}	锚固深度设计值；
l_s	锚固深度计算值；
$l_{s,1}$	锚筋与碱矿渣锚固料界面的锚固深度计算值；
$l_{s,2}$	碱矿渣锚固料与基体界面的锚固深度计算值；
N_s	锚筋受拉承载力设计值；
α_{spt}	为防止混凝土劈裂引用的计算系数；
γ_0	结构重要性系数；
γ_1	后锚固连接重要性系数；
η	群锚效应折减系数；
ξ	带肋钢筋机械锚固系数；
σ_s	进行后锚固深度计算时采用的锚筋应力计算值；
Ψ_N	考虑结构构件受力状态对锚筋受拉承载力影响的修正系数；
Ψ_{ae}	考虑植筋位移延性要求的修正系数；
Ψ_d	考虑锚筋公称直径的修正系数。

2.2.2 几何参数

B	基体沿锚固方向的尺寸；
h	机械锚固墩头长度；
D	锚孔直径；
d	锚筋直径；
d_1	机械锚固墩头直径。

3 基本规定

3.0.1 用于建设工程的碱矿渣锚固料放射性应符合现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定。

3.0.2 在碱矿渣锚固料生产和施工过程中,操作人员应采取防护措施,避免直接接触锚固料拌合物或液相料。

3.0.3 碱矿渣锚固料的固相料和液相料应分别包装,且液相料包装应设置强碱警示标识。

3.0.4 配制碱矿渣锚固料时,固相料和液相料的温度均不应高于 60℃。

3.0.5 碱矿渣锚固料的施工环境温度不宜低于 5℃。

3.0.6 在碱矿渣锚固料施工过程中,应采取有效的环保措施,施工废水的排放应符合现行国家标准《污水综合排放标准》GB 8978 的要求。

4 材料要求

4.0.1 水淬高炉矿渣粉的活性指数不宜低于 S95 级,其它性能与试验方法应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 的规定。

4.0.2 碱组分应为氢氧化钠或可溶性硅酸钠,其性能与试验方法应符合现行国家标准《工业用氢氧化钠》GB 209 和《工业硅酸钠》GB/T 4209 的规定;碱组分的 Na_2O 含量、 SiO_2 含量及其它组分含量应在生产控制值相对量的 5% 以内。

4.0.3 细集料最大粒径不应大于 0.630 mm,其他性能与试验方法应符合现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

4.0.4 矿物掺合料宜采用 F 类粉煤灰和硅灰,其性能和试验方法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 和《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的规定。

4.0.5 外加剂宜选用和碱矿渣胶结材适应性好的品种,掺量应通过试验确定,其匀质性和试验方法宜符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 和《混凝土膨胀剂》GB 23439 的规定。

4.0.6 水的性能和试验方法应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

4.0.7 碱矿渣锚固料性能应满足表 4.0.7 的技术要求。

表 4.0.7 碱矿渣锚固料技术要求

序号	项目		要求
1	外观质量	固相料	色泽均匀、无结块
		液相料	搅拌后为质地均匀、无析晶的悬浊液

续表 4.0.7

序号	项目			要求
2	拌合物性能	流 动 度 (mm)		≥180
		凝结时间(min)	初凝	≥30
			终凝	≤120
		泌水率(%)		0
		氯离子含量(%)		≤0.1
3	硬化体性能	竖向膨胀率(%)	1天	≥0.1
			28天	≥0.1
		抗压强度(MPa)	1天	≥35.0
			28天	≥60.0
4	约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度(MPa)		C30	≥8.5
			C60	≥14.0
5	疲劳试验(万次)			≥200

注：“疲劳试验”指用于铁路工程、桥梁工程及用户有要求的碱矿渣锚固料检测该项目。

碱矿渣锚固料拌合物性能、硬化体性能、约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度、疲劳试验测试使用的试件应由固相料和液相料按产品说明书中规定的比例混合，拌合时间不应小于 2min，试验方法如下：

1 流动度应按现行国家标准《水泥胶砂流动度检测方法》GB/T 2419 的规定进行。

2 凝结时间应按现行行业标准《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T 70 的规定进行。在碱矿渣锚固料成型 30min 后开始测定，每隔 10min 测定一次，当贯入阻力值达到 0.3MPa 时，改为 5min 测定一次，直至贯入阻力值达到 0.7MPa 为止。

3 泌水率应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定进行。从计时开始 30min 内，每隔

5min 吸取一次试样表面的水;30min 后,每隔 10min 吸取一次试样表面的水,直至不再泌水为止。

4 氯离子含量应按现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的规定进行。氯离子含量系指其占碱矿渣锚固料所用碱矿渣胶结材的百分比。

5 竖向膨胀率应按现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB/T 50119 的规定进行。

6 抗压强度应按现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法(ISO)》GB/T 17671 的规定进行。

7 约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度应按附录 A 的规定进行。

8 疲劳试验应按现行行业标准《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340 的规定进行。

4.0.8 基体混凝土应密实,锚固区域不应有裂缝、风化等劣化现象,并应能承担锚筋传递的作用。基体混凝土抗压强度实际值不应低于 20MPa。

4.0.9 锚筋应为光圆钢筋、热轧带肋钢筋和冷轧带肋钢筋,其质量应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢 第 1 部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1、《钢筋混凝土用钢 第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB 13788 等相关标准的规定。锚筋应平直、无损伤,表面不得有裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。锚筋锚固段应除去浮锈,应根据锚固深度做出标记。

5 设 计

5.1 一般规定

5.1.1 后锚固连接的设计使用年限应与被连接结构的设计使用年限一致。

5.1.2 后锚固工程实施前应对后锚固部位的混凝土强度、基体尺寸及钢筋位置等项目进行检测,对后锚固部位的混凝土密实程度进行检查。

5.1.3 后锚固连接设计,应根据被连接结构类型、锚固连接受力性质的不同,对其破坏形态加以控制,应保证结构构件破坏时不发生锚筋滑脱或基体破坏。

5.1.4 后锚固深度应按锚固深度设计值确定,并应满足构造要求。

5.1.5 钢筋锚固段的端部宜采取机械锚固措施。

5.2 计 算

5.2.1 锚筋锚固段在承载力极限状态下的强度设计值 f_s 应符合下式规定:

$$f_s \leq \frac{\eta}{\gamma_0 \cdot \gamma_1} f_y \quad (5.2.1)$$

式中: η 群锚效应折减系数:对于受拉锚筋,相邻锚筋之间的净距不大于最小锚筋直径的3倍时取0.75,相邻锚筋净距大于最小锚筋直径的10倍时取1.0,其间按线性插值法确定;对于受压锚筋取1.0;

f_y 锚筋原材料抗拉强度设计值,应按现行国家标准《混

混凝土结构设计规范》GB 50010 取值；

γ_0 结构重要性系数，应按现行国家标准《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068 的规定，安全等级为一、二、三级的建筑结构，分别不应小于 1.1、1.0、0.9；

γ_1 后锚固连接重要性系数：对于破坏后果很严重的重要锚固取 1.2；一般的锚固取 1.1。

5.2.2 进行后锚固深度计算时采用的锚筋应力计算值 σ_s 应符合下列公式的规定：

$$\sigma_s \geq f_s \quad (5.2.2-1)$$

$$\sigma_s \geq f_{yk} \quad (5.2.2-2)$$

式中： f_{yk} 锚筋原材料抗拉强度标准值，按表 5.2.2 取值。

表 5.2.2 锚筋原材料强度标准值 f_{yk}

牌号	符号	公称直径 $d(\text{mm})$	抗拉强度标准值 $f_{yk}(\text{N/mm}^2)$	极限强度标准值 $f_{stk}(\text{N/mm}^2)$
HPB300	HPB	6~22	300	420
HRB335、HRBF335	HRB、HRBF	6~50	335	455
HRB400、HRBF400、RRB400	HRB、HRBF、RRB	6~50	400	540
HRB500、HRBF500	HRB、HRBF	6~50	500	630

5.2.3 锚筋的锚固深度计算值 l_s 应按下式计算：

$$l_s = \max\{l_{s,1}, l_{s,2}\} \quad (5.2.3)$$

式中： $l_{s,1}$ 锚筋与碱矿渣锚固料界面的锚固深度计算值，mm；

$l_{s,2}$ 碱矿渣锚固料与基体界面的锚固深度计算值，mm。

5.2.4 锚筋与碱矿渣锚固料界面的锚固深度计算值 $l_{s,1}$ 应按下式计算：

$$l_{s,1} = \xi \frac{0.2\alpha_{sp}d\sigma_s}{f_{bd,1}} \quad (5.2.4)$$

式中： ξ 带肋钢筋端部机械锚固影响系数，取 0.8；其余均取 1.0；

α_{sp} 为防止混凝土劈裂引用的计算系数,按表 5.2.4 取值;

d 锚筋直径,mm;

σ_s 锚筋应力计算值,MPa;

$f_{\text{bd},1}$ 锚筋与碱矿渣锚固料的粘结强度设计值,宜按国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 附录 K 的规定,材料分项系数可取 1.4。无试验数据时,锚筋为光圆钢筋且采取机械锚固措施时可取 3.5MPa,锚筋为带肋钢筋时可取 5.5MPa。

表 5.2.4 考虑混凝土劈裂影响的计算系数 α_{sp}

锚筋直径 d (mm)	混凝土保护层厚度(mm)			
	25	30	35	≥ 40
≤ 20	1.0	1.0	1.0	1.0
25	1.1	1.05	1.0	1.0
32	1.25	1.15	1.1	1.05

5.2.5 碱矿渣锚固料与基体界面的锚固深度计算值 $l_{s,2}$ 应按下列公式计算:

$$l_{s,2} = \xi \frac{0.2\alpha_{\text{sp}}d\sigma_s}{f_{\text{bd},2}} \cdot \frac{d}{D} \quad (5.2.5)$$

式中: α_{sp} 为防止混凝土劈裂引入的计算系数,按表 5.2.4 取值,此时表中锚筋直径 d 按孔径 D 考虑;

$\frac{d}{D}$ 锚筋直径 d 与锚孔直径 D 的比值,当 $\frac{d}{D} < 0.65$ 时,取 0.65;

$f_{\text{bd},2}$ 碱矿渣锚固料与基体的粘结强度设计值,按表 5.2.5 取值。

表 5.2.5 碱矿渣锚固料与基体的粘结强度设计值

基本情况	混凝土强度等级					
	C15	C20	C25	C30	C40	≥C50
$f_{bd,2}(\text{MPa})$	1.7	2.3	2.7	3.4	3.6	4.0

5.2.6 锚筋的锚固深度设计值 l_{ds} 应按下列公式计算：

$$l_{ds} \geq \Psi_N \Psi_{se} \Psi_d l_s \quad (5.2.6)$$

式中： Ψ_N 考虑结构构件受力状态对锚筋受拉承载力影响的修正系数，当为悬挑结构构件时，取 1.5；当为非悬挑的重要构件接长时，取 1.15；当为其他构件时，取 1.0；

Ψ_{se} 考虑后锚固位移延性要求的修正系数，对抗震等级为一、二级的混凝土结构，取 1.25；对抗震等级为三、四级的混凝土结构，取 1.1。

Ψ_d 考虑锚筋公称直径的修正系数，公称直径不大于 25mm 时，取 1.0；公称直径大于 25mm 时，取 1.1。

5.3 构造措施

5.3.1 按构造要求的最小锚固深度 l_{min} 应取 $12d$ 和 150mm 的较大值，对于悬挑结构构件，尚应乘以 1.5 的修正系数。

5.3.2 按构造要求的最大锚固深度 l_{max} 应满足下列公式的规定：

1 受压锚筋

$$l_{max} \leq B - \max(10d, 100) \quad (5.3.2-1)$$

2 其它锚筋

$$l_{max} \leq B - \max(5d, 50) \quad (5.3.2-2)$$

式中： B 基体沿锚固方向的尺寸 (mm)；

d 锚筋直径 (mm)。

5.3.3 锚孔直径与锚筋直径的对应关系应满足表 5.3.3 的要求，钢筋端部采用机械锚固措施的，锚孔直径宜适当扩大。

表 5.3.3 锚孔直径与锚筋直径的对应关系

锚筋直径 d (mm)	≤ 16	$> 16, \leq 25$	> 25
锚孔直径 D (mm)	$\geq d+4$	$\geq d+6$	$\geq d+8$

5.3.4 机械锚固措施(图 5.3.4)可采取墩头、焊接等方法取得,其端部的直径 d_1 、长度 h 应符合下列公式的规定:

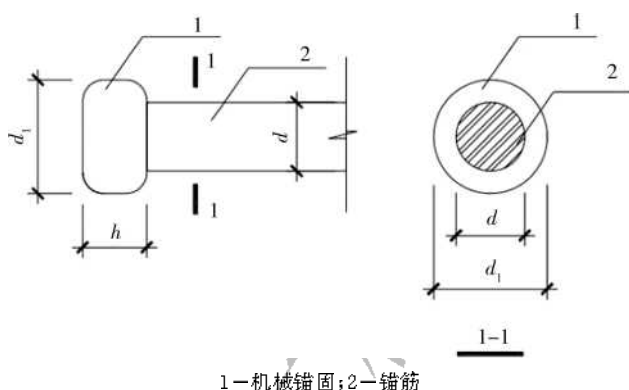


图 5.3.4 机械锚固措施示意图

$$d_1 \geq \begin{cases} d+3 & (d \leq 16\text{mm}) \\ d+5 & (16\text{mm} < d \leq 25\text{mm}) \\ d+7 & (d > 25\text{mm}) \end{cases} \quad (5.3.4-1)$$

$$h \geq d \quad (5.3.4-2)$$

5.3.5 锚筋与基体边缘的最小净距应符合下列规定:

1 当锚筋与基体边缘之间有不少于 2 根垂直于锚筋方向的钢筋,且配筋量不小于 $\Phi 8@100$ 或其等截面积时,锚筋与基体边缘的最小净距不应小于 $3d$ 和 50 mm 的较大值。

2 其余情况时,锚筋与基体边缘的最小净距不应小于 $5d$ 和 100 mm 的较大值。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 后锚固施工现场质量管理应有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

6.1.2 后锚固施工项目应有施工技术方案。

6.1.3 施工单位在每道工序完成后均应进行自检,并确认其质量符合本标准的规定,形成隐蔽工程验收记录后,方能进行下一道工序的施工。

6.1.4 碱矿渣锚固料应具有产品出厂质量保证书和产品说明书,进场时应根据产品合格证对类别、包装、出厂日期、外观质量等进行检查,检验结果应符合设计要求及本标准的规定。

6.1.5 锚筋进场时应有质量合格证书,进场后应抽取试件作重量偏差和力学性能检验,检验结果应符合相关标准的规定。

6.1.6 碱矿渣锚固料在施工时,应按产品要求将固相料和液相料按比例混合,严禁外加水。

6.2 成 孔

6.2.1 成孔前应做以下准备工作:

1 剔除混凝土表面松散层,确认混凝土结构后锚固区域不得有裂缝、疏松等缺陷;

2 对既有结构的钢筋布置情况进行核查,成孔时不宜损伤原结构钢筋;遇原结构钢筋损伤时应获得设计单位认可。

6.2.2 锚孔质量应满足以下要求:

1 锚孔孔壁应完整,不应有裂纹和损伤;

- 2 锚孔内应洁净,不应有粉末、污垢和杂物;
- 3 锚孔位置、深度、直径和垂直度的尺寸偏差应符合表 6.2.2 的规定。

表 6.2.2 锚孔尺寸偏差

位置(mm)	深度(mm)	直径(mm)	垂直度(mm/m)
≤10	+10~+30	0~+5	≤50

6.3 锚 固

6.3.1 锚固施工时锚孔孔壁宜提前用碱矿渣锚固料液相料润湿,但锚孔内不得有积液。

6.3.2 宜选用机械搅拌碱矿渣锚固料。机械搅拌时,搅拌时间不应小于 2min;人工拌合时,宜先加入 2/3 的液相料搅拌 2min,随后加入剩余液相料继续搅拌至均匀。

6.3.3 锚固时将制备好的碱矿渣锚固料注入锚孔内,然后将锚筋插入锚孔。锚筋的锚固深度应满足设计要求。锚筋与孔壁的间隙均匀,间隙中应充满锚固料,不应有气泡或缝隙。

6.3.4 施工中废弃的锚孔,应采用碱矿渣锚固料将其填实。

6.4 成品保护

6.4.1 后锚固完毕后应及时对锚固区加以覆盖并保湿养护。施工温度低于 5℃时,应采取相应的保温措施。

6.4.2 锚固作业完成后应对锚筋成品应进行保护,24 小时内不得对其进行扰动,72 小时内不得承受外部荷载作用。

7 质量检验与验收

7.1 碱矿渣锚固料质量检验与验收

7.1.1 碱矿渣锚固料出厂检验项目包括:外观质量、凝结时间、氯离子含量、1 天抗压强度,检验结果应符合表 4.0.7 的要求。

检查数量:同一品种、同一批次的碱矿渣锚固料,不超过 1t 抽查一组。

检验方法:按 4.0.7 规定的试验方法进行。

7.1.2 碱矿渣锚固料型式检验包括表 4.0.7 中所列的全部项目,检验结果应符合表 4.0.7 的要求。有下列情况之一时,应进行型式检验:

- 1) 新产品或产品转厂生产的试制定型时;
- 2) 正式生产后,遇材料、工艺发生较大改变,可能影响产品性能时;
- 3) 正常生产满三年时;
- 4) 产品长期停产后,恢复生产时;
- 5) 出厂检验结果与上次型式检验结果有较大差异时;
- 6) 国家产品质量监督机构提出进行型式检验要求时。

检查数量:同一品种、同一批次的碱矿渣锚固料,不超过 1t 抽查一组。

检验方法:按 4.0.7 规定的试验方法进行。

7.1.3 碱矿渣锚固料进场检验项目包括:外观质量、凝结时间、氯离子含量、1 天和 28 天抗压强度,检验结果应符合表 4.0.7 的要求。

检查数量:同一厂家、同一品种、同一批次、连续进场的碱矿渣锚固料,不超过 500kg 抽查一组。

检验方法:按 4.0.7 规定的试验方法进行。

7.1.4 碱矿渣锚固料质量验收合格应符合下列规定:

1 出厂检验项目符合技术要求为合格品,若有一项不符合技术要求,则判定该批产品为不合格品。

2 型式检验项目符合技术要求为合格品,若有一项不符合技术要求,则判定该批产品为不合格品。

3 进场检验项目符合技术要求为合格品,当检测结果有不合格时,应取双倍数量的样品对该不合格项目进行复检,复检仍不合格时,则判定该批产品不合格。

7.1.5 碱矿渣锚固料存放期间不得受潮,不得有结块。使用过程中对碱矿渣锚固料质量有怀疑或碱矿渣锚固料出厂超过三个月时,应对其外观质量、凝结时间、1 天抗压强度进行复检,复检合格继续使用,不合格则禁止使用。

7.2 后锚固质量检验与验收

7.2.1 碱矿渣锚固料施工完毕 3 天后,应抽样进行锚筋抗拔承载力检验。

检验数量:应按本标准附录 B 的规定进行。

检验方法:应按本标准附录 B 的规定进行。

7.2.2 后锚固工程施工质量验收合格应符合下列规定:

1 文件资料完整;

2 锚筋抗拔承载力检验结果满足设计及本标准附录 B 的要求。

7.2.3 后锚固工程施工质量不符合要求时,应按下列规定进行处理:

1 返工返修,应重新进行验收;

2 经有资质的检测单位检测鉴定达到设计要求的,应予以验收;

3 经有资质的检测单位检测鉴定达不到设计要求,但经原后锚固设计单位核算并确认仍可满足结构安全和使用功能的,可予以验收;

4 经返修或加固处理后能够满足结构安全使用要求的工程,可根据技术处理方案和协商文件进行验收。

7.2.4 经返修或加固处理后仍不能满足结构安全使用要求的工程,不得验收。

重庆工程建設

附录 A 约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土粘结强度测定方法

A.1 钢筋混凝土试块法

A.1.1 可分别采用强度等级为 C30 和 C60 的混凝土,制备尺寸为 $150\text{mm} \times 150\text{mm} \times 150\text{mm}$,配筋如图 A.1.1 所示的钢筋混凝土立方体试块各一组,每组 6 块,试块按标准养护 28 天,使用前为自然干燥状态。分别在每一试块浇注侧面位置垂直打孔,孔径为 20mm ,清除浮灰。

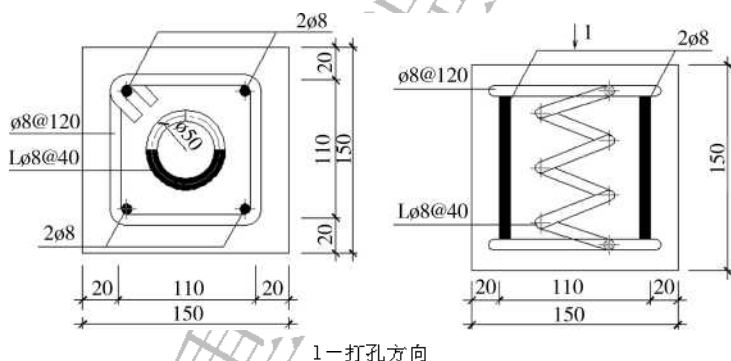


图 A.1.1 混凝土立方体试块配筋图

A.1.2 试验应在温度为 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$,相对湿度 $(50 \pm 5)\%$ 的环境中进行,实验前待检产品应在该条件下静置 24 小时。用碱矿渣锚固料分别植入学性能符合 GB 1499.2 要求,直径为 16mm ,长度为 300mm 的 HRB400 热轧带肋钢筋,钢筋应植入孔的底部。对 C30 混凝土试件钢筋植入深度为 100mm ,对 C60 混凝土试件钢筋植入深度为 80mm 。试件在试验条件下养护 14 天。

A.1.3 选择适合量程的拉力试验机,使试样的破坏荷载在该机

标定的满负荷的 20%~80% 之间,力值的示值误差不得大于 1%,试验机夹持器的构造应能使试件垂直对中固定,不产生偏心或扭矩作用,试验机的下工作台安装如图 A.1.3 所示的钢夹套。将试件悬空安放在钢夹套内,试验机上夹具夹持钢筋。对试验机进行调零,并调整至对中状态。以均匀速度加荷,控制在 2min~3min 内破坏。记录试件破坏时的荷载值,观察并记录其破坏形式。约束拉拔条件下带肋钢筋与混凝土的粘结强度应按式(A.1.3)计算:

$$f_{b,c} = N_0 / \pi d_0 l_b \quad (\text{A.1.3})$$

式中: $f_{b,c}$ 带肋钢筋与混凝土的粘结强度,单位为兆帕(MPa);

N_0 拉拔的破坏荷载,单位为牛(N);

d_0 钢筋公称直径,单位为毫米(mm);

l_b 钢筋锚固深度(mm)。

每组试件中至少有 5 个的破坏形式为锚固料与混凝土粘合面粘附破坏、锚固料与钢筋粘合面粘附破坏或混合破坏,否则应重新制作试件进行试验。分别去除每组数值的最大值和最小值,剩余 4 个数值的算术平均值作为试验结果,精确至 0.1MPa。

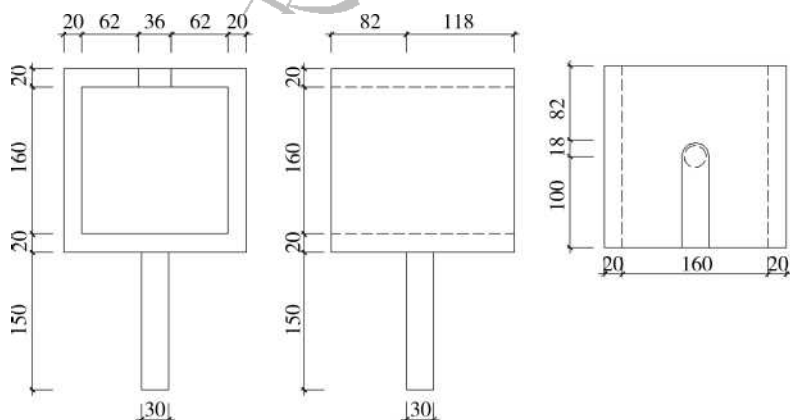


图 A.1.3 钢夹套示意图

A.2 钢筋混凝土块体法

A.2.1 应按国家标准《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011 附录 K 的规定进行。

A.2.2 仲裁检验以钢筋混凝土块体法为准。

重庆工程建设

附录 B 锚筋抗拔承载力现场检验 方法及质量评定

B.1 基本规定

B.1.1 本方法适用于混凝土结构工程碱矿渣锚固料后锚固施工质量在现场检验。

B.1.2 后锚固施工质量现场检验抽样时,应以同一规格型号、基本相同的施工条件和受力状态的锚筋为同一检验批。

B.1.3 锚筋抗拔承载力检验应分为破坏性检验和非破坏性检验。

1 破坏性检验用于检验完成后不再继续工作、并与其它锚筋应处于同一施工工艺水平的锚筋。破坏性检验应按同一检验批数量 1%,且不少 3 根进行随机抽样。

2 非破坏性检验用于检验完成后仍将处于工作状态的锚筋。对于重要结构构件及生命线工程非结构构件,非破坏性检验应按同一检验批数量 3%,且不少于 5 根进行随机抽样;对于一般结构及其它非结构构件,非破坏性检验应按同一检验批数量的 2%,且不少于 5 根进行随机抽样。

B.1.4 检验方法的选用应按以下原则进行:

1 对仲裁性检验或委托方认为有必要时,应采用破坏性检验;

2 对重要结构构件及生命线工程非结构构件,可采取破坏性检验或非破坏性检验。当采取破坏性检验时,应选择易修复或重新锚固的位置;

3 对其它工程锚筋,宜采取非破坏性检验。

B.1.5 现场检验应由通过计量认证、有相应检测资质的单位进

行,检测人员应经专门培训并考核合格,所用仪器应符合本标准 B.2 的要求。

B.2 仪器设备要求

B.2.1 现场检验用的仪器、设备应处于校验有效期内。

B.2.2 测力系统应符合以下要求:

1 压力表和千斤顶的量程应为最大试验荷载的 1.5~5.0 倍,压力表精度应不低于 1.5 级;

2 测力系统整机误差应小于或等于 $\pm 2\%F.S$;

B.3 试验装置

B.3.1 试验前应检查试验装置,使各部件均处于正常状态。

B.3.2 抗拔承载力检验的支撑环应紧贴基体,保证施加的荷载直接传递至被检验锚筋,且荷载作用线应与被检验锚筋的轴线重合。

B.3.3 加荷设备支撑环内径 D_0 应符合下列公式的要求:

$$D_0 \geq \max(7d, 150\text{mm}) \quad (\text{B.3.3})$$

B.4 加载方法

B.4.1 破坏性检验的检验荷载值应不小于 $1.45N_s$;非破坏性检验的检验荷载值应不小于 $1.15 N_s$,其中锚筋受拉承载力设计值 N_s 应按下列公式计算:

$$N_s \geq f_s A_s \quad (\text{B.4.1})$$

式中: f_s 锚筋锚固段在承载力极限状态下的强度设计值,应由设计单位提供。设计单位未提供时,宜取 f_y ;

A_s 所检锚筋材料的截面面积。

B.4.2 锚筋抗拔承载力检验应采取连续加载的方法。加载时应匀速加至检验荷载值或出现破坏状态,加载时间应为 2min~3min。

B.4.3 当出现下列情况之一时,应终止加荷,并匀速卸荷,该锚筋抗拔承载力检验结束:

- 1 试验荷载达到检验荷载值并持荷 3min 后;
- 2 锚筋钢材拉伸破坏或基体出现裂缝等破坏现象时。

B.5 检验结果评定

B.5.1 出现以下情况之一时可以判定该锚筋抗拔承载力合格:

- 1 在检验荷载值作用下 3min 的时间内,基体无开裂,锚固段不发生明显滑移;
- 2 达到检验荷载值且锚筋钢材拉伸破坏。

B.5.2 若不能满足本标准第 B.5.1 条时,应对该锚筋抗拔承载力评定为不合格。

B.5.3 检验批的合格评定,应按以下规定进行:

- 1 当一个检验批所抽取的锚筋抗拔承载力全数合格时,应评定该批为合格批;
- 2 当一个检验批所抽取的锚筋中有 5%及 5%以下(不足一根,按一根计)抗拔承载力不合格时,应另抽取 3 根锚筋进行破坏性检验,若抗拔承载力检验结果全数合格,应评定该批为合格批。
- 3 其它情况时,均应评定该批为不合格批。

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

- 1 《工业用氢氧化钠》GB 209
- 2 《钢筋混凝土用钢第 1 部分:热轧光圆钢筋》GB 1499.1
- 3 《钢筋混凝土用钢第 2 部分:热轧带肋钢筋》GB 1499.2
- 4 《建筑材料放射性核素限量》GB 6566
- 5 《混凝土外加剂》GB 8076
- 6 《冷轧带肋钢筋》GB 13788
- 7 《混凝土膨胀剂》GB 23439
- 8 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 9 《建筑结构可靠度设计统一标准》GB 50068
- 10 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 11 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300
- 12 《工程结构加固材料安全性鉴定技术规范》GB 50728-2011
- 13 《用于水泥中的粒化高炉矿渣》GB/T 203
- 14 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 15 《水泥胶砂流动度检测方法》GB/T 2419
- 16 《工业硅酸钠》GB/T 4209
- 17 《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077
- 18 《水泥胶砂强度检验方法(ISO)》GB/T 17671
- 19 《用于水泥和混凝土的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 20 《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690
- 21 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 22 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52
- 23 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 24 《建筑砂浆基本性能试验方法》JGJ/T 70

- 25 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322
- 26 《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

碱矿渣锚固料应用技术标准

DBJ50/T-286-2018

条文说明

2018 重 庆

重庆工程建设

目 次

1	总则	31
2	术语和符号	32
2.1	术语	32
3	基本规定	33
4	材料要求	34
5	设计	36
5.1	一般规定	36
5.2	计算	36
5.3	构造措施	38
6	施工	40
6.1	一般规定	40
6.2	成孔	41
6.3	锚固	42
6.4	成品保护	42
7	质量检验与验收	44
7.1	碱矿渣锚固料质量检验与验收	44
7.2	后锚固质量检验与验收	44
附录 B	锚筋抗拔承载力现场检验方法及质量评定	45

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 碱矿渣锚固料由固相料和液相料拌制而成,不同于其他无机锚固材料,碱矿渣锚固料施工时直接将固相料和液相料按产品说明书比例混合。碱矿渣锚固料具有早强、高强、微膨胀、耐久性好、经济合理等优点,可以将普通钢筋有效地锚固于混凝土内。为了规范和推广碱矿渣锚固料的工程应用,制定本标准。

1.0.2 后锚固连接的受力性能与基材的种类密切相关,目前国内外的研究及工程实践主要集中在现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 所适用的钢筋混凝土、预应力混凝土以及素混凝土结构,对于轻骨料混凝土及特种混凝土结构研究较少,本标准暂不适用于这些特殊结构。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 碱矿渣胶结材是化学激发胶凝材料/碱性胶凝材料的一种,具有水硬性,其组成材料主要是碱组分和矿渣。前苏联早期开发研究中所用矿渣为磨细水淬高炉矿渣,因而得名。目前,国内外研究和应用证明,水淬磷渣、水淬锂渣、水淬锰渣等具有潜在活性的矿物材料也适用于制备碱矿渣胶结材。制备碱矿渣胶结材时,可以采用少量熟料、钢渣和粉煤灰替代部分矿渣。

矿渣具有潜在活性,其活性发挥需要有碱性环境条件。碱组分主要用于激发矿渣的活性,参与水化反应,并进入水化产物的结构。用于激发矿渣活性的常用碱组分包括三类:碱金属的碳酸盐、碱金属的氢氧化物和可溶性碱金属硅酸盐,它们是碱金属的碱性化合物。目前,碱金属的中性盐如硫酸钠也可以用于碱矿渣胶结材,所得产品活性等级相对较低,早期强度发展也较慢,国内外未见规模应用的报道。

由于锚固料早期强度要求较高,本标准碱矿渣锚固料中的碱组分应以氢氧化钠或可溶性硅酸钠为主。

2.1.2 用于制备碱矿渣锚固料的胶凝材料与普通无机材料锚固料不同,主要胶凝材料为碱矿渣胶结材,用于制备普通无机材料锚固料的常用矿物掺合料如粉煤灰、硅灰等也可用于制备碱矿渣锚固料,但其合理掺量应根据试验确定。

3 基本规定

3.0.1 人体放射医学研究表明,人体遭受过量辐射会损伤人的身体健康。为保证建筑环境安全,对用于建筑工程的碱矿渣锚固料放射性作出规定,并按现行国家标准《建筑材料放射性核素限量》GB 6566 的规定严格控制。

3.0.2 碱组分溶液属强碱,能烧伤皮肤。生产过程中应采取必要的防护措施,要求操作人员佩戴防护眼镜、防护手套等,以保护作业人员安全。

3.0.3 碱矿渣锚固料的两种成分贮存要求有所差异,固相料主要是防潮,以免结块;液相料主要是密封,避免碳化,并保持适当温度,避免结晶或结冰。固相料一般 5kg~10kg 为一个包装,由于部分液相料用于锚固施工时锚孔壁的湿润,因此液相料宜按推荐使用比例的 1.1 倍进行包装;使用时称取一定量的固相料,配以相应比例的液相料,搅拌均匀后注入孔内。液相料属强碱溶液,能烧伤皮肤,设置警示标识可提示作业人员关注,保障安全。

3.0.4 各成分在使用过程中,当温度超过 60℃ 时,极易导致碱矿渣锚固料拌合物出现速凝或工作性损失速率过快的现象。

3.0.5 液相料的冰点低于 -5℃,因此,在 -5℃ 以上环境中碱矿渣锚固料能硬化。掺入适量防冻剂,以碱金属硅酸盐为碱组分的碱矿渣锚固料能在环境温度更低的条件下硬化。虽然如此,在温度低于 5℃ 的环境下,碱矿渣锚固料强度发展缓慢,影响施工进度;此外,随温度降低,碱溶液液相料的稳定性降低,对施工质量产生不利影响。因此,在低于 5℃ 的条件下应用碱矿渣锚固料,应采取相应措施。

3.0.6 采取有效的环境保护措施是工程的基本要求。碱矿渣锚固料应用中,由于采用了碱组分,残余拌合物、清洁施工机具后的废水应有相应处理措施,以保护环境。

4 材料要求

4.0.1 水淬高炉矿渣粉的活性指数越高,碱矿渣胶结材的活性越高,满足现行国家标准《用于水泥和混凝土的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046 规定的矿渣粉均可用于生产碱矿渣胶结材,采用活性指数 S95 级或 S105 级较好。

4.0.2 碱组分生产时需要检测其主要技术性能,以确认其生产质量的可靠性,主要组分含量的偏差按现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB 8077 规定执行。

4.0.3 碱矿渣锚固料集料过多、粒径过大可能造成后锚固施工困难,并可能影响锚固料的性能,从而影响后锚固效果。碱矿渣锚固料用细骨料的技术性能测试方法与普通无机材料锚固料用细骨料的性能测试方法相同,按相应行业标准执行。

4.0.4 生产碱矿渣锚固料时可以掺加适量矿物掺合料。F 类粉煤灰的掺入能改善碱矿渣锚固料拌合物的工作性,但随着掺量提高,将降低锚固料的强度,一般 F 类粉煤灰的掺量不宜超过胶凝材料总量的 30%。硅灰可以作为碱矿渣锚固料的掺合料,但主要功能不是改善拌合物工作性、提高硬化体的强度,而是改善硬化体的耐久性。

4.0.5 碱矿渣锚固料所用胶凝材料与通用硅酸盐水泥不同,外加剂在该体系中的作用效率与其在普通无机材料中的作用效率有所差异,有些外加剂如聚羧酸高效减水剂,加入碱矿渣锚固料后会发生分子结构变化,导致失效。因此,必须通过试验验证所选外加剂的适应性,并确定其适宜掺量。目前,在碱矿渣锚固料中使用具有减水作用的外加剂无统一的评价标准,因此,本规程仅规定了外加剂的匀质性指标,受检外加剂性能和测试方法可参照现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定,结合设计和使

用要求确定。

4.0.7 碱矿渣锚固料具有早强、高强、微膨胀的特性,相关研究结果显示,其1天的抗压强度普遍超过40MPa,为体现碱矿渣锚固料在强度发展上的优势,规定1天抗压强度不小于35MPa;28天的抗压强度除应符合上表要求外,还应满足设计要求。本标准中碱矿渣锚固料的其他性能要求与普通无机锚固料相同,应符合现行行业标准《混凝土结构工程用锚固胶》JG/T 340的相关规定。

碱矿渣锚固料浆料拌制过程中将固相料和液相料按产品说明书中规定的比例混合,严禁外加水,当产品说明书中规定的液相料的比例为一个范围时,应选择其上限。

2 普通砂浆凝结时间在成型2小时后开始测定,每隔30min测定一次,当贯入阻力值达到0.3MPa时,改为15min测定一次,直至贯入阻力值达到0.7MPa为止,而碱矿渣锚固料凝结时间较短,其初凝时间不小于30min,终凝时间不大于120min,因此本标准加大了凝结时间测试的频率。

3 普通混凝土拌合物泌水率从计时开始60min内,每隔10min吸取一次试样表面的水,60min后每隔30min吸一次水,直至认为不再泌水为止,而碱矿渣锚固料凝结较快,因此本标准加大了泌水率测试的频率。

4.0.8 锚固区域指基体混凝土承担锚筋的作用时,产生较明显效应的区域。后锚固区域如存在劣化现象,将影响锚筋的锚固效果,可能过早产生破坏。原基体混凝土强度过低,将显著降低碱矿渣锚固料与混凝土间的有效粘结,故本条对采用后锚固技术进行加固和改造的基体混凝土作出了最低强度的限制。对于基体混凝土的强度要求,参考了《混凝土结构工程无机材料后锚固技术规程》JGJ/T 271-2012的规定。

4.0.9 预应力筋的锚固应由专门的锚固夹具来实现,不应采用本标准所指的后锚固技术。锚固用的钢筋,应能满足国家现行标准的要求。

5 设 计

5.1 一般规定

5.1.2 基体混凝土强度是设计锚固深度的重要参数,密实的混凝土是可靠锚固的前提,确定后锚固的位置、锚筋直径等参数同样需要了解基体尺寸及钢筋位置。

5.1.3 后锚固破坏类型可分为锚筋钢材破坏、锚筋滑脱及基体破坏。锚筋钢材破坏一般具有明显的塑性变形;锚筋滑脱及基体破坏均属脆性破坏,应加以控制。

5.1.4 后锚固深度应同时满足锚固深度设计值和构造要求。

5.2 计 算

5.2.1 考虑到后锚固难以保证预埋钢筋的锚固深度和弯折形状,故在设计时,锚筋的设计抗拉强度采取了一定的折减,以提高锚筋在承载力极限状态下的可靠性。锚筋达到设计规定的应力时不应发生拔出破坏或基体破坏等后锚固破坏。

在混凝土构件受力过程中,由于位置不同,锚筋的最大设计应力是不同的,没有必要要求锚筋在所有截面上均达到屈服强度。当后锚固部位的锚筋受力较大时,可采取增加锚筋数量等方法解决。后锚固连接重要性系数 γ_1 ,对于破坏后果很严重的重要锚固取 1.2,一般的锚固取 1.1,是参照行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 第 4.3.5 条规定选取的。关于本条的群锚效应折减系数的取值是参照行业标准《混凝土结构工程无机材料后锚固技术规程》GB/T 271-2012。

5.2.3~5.2.5 锚固深度计算值考虑了机械锚固、基体混凝土强

度、锚孔直径与锚筋直径的关系、锚筋种类(光圆钢筋或带肋钢筋)、锚孔与边缘的最小距离(有无钢筋的影响)等条件的影响:

1 基体混凝土强度不同,则混凝土与锚固料粘结强度不同,但锚固料与锚筋的粘结强度不变;

2 考虑了锚筋端部附加锚固的有利影响;

3 考虑了锚孔直径的影响,在一定范围内锚孔直径越大,对锚固越有利,但锚孔直径不可能无限制增大,故对锚孔直径的有利作用系数进行了限制;

4 锚固料与基体界面的锚固深度计算值 $l_{s,2}$ 的计算公式由锚筋与无机锚固料界面的锚固深度计算值 $l_{s,1}$ 的计算公式推导而来。

根据国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 8.3.3 条,采用机械锚固的,可取锚固深度计算值的 $0.6l_s$,本标准中机械锚固尺寸偏小,取 $0.8l_s$ 。由于机械锚固措施不会大于钻孔范围,故在锚固料与基体界面的锚固深度计算值 $l_{s,1}$ 中没有机械锚固措施的影响。

劈裂影响的计算系数按国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 的规定取值,粘结强度设计值取基体混凝土强度不小于 C60 的情况,这是因为此时的基体为锚固料,锚固料的强度不小于 C60。

光圆钢筋握裹强度按行业标准《水泥基灌浆材料》JC/T 986-2005 第 5 条技术要求,圆钢不小于 4.0MPa。国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中规定混凝土材料的分项系数取 1.4,锚固料参照执行,并考虑光圆钢筋端部的机械锚固措施的有利作用,光圆钢筋的粘结强度取 3.5MPa。

根据材料要求,带肋钢筋与 C30 混凝土之间的粘结强度应不小于 8.5MPa,材料分项系数为 1.4,设计值可不小于 6.1MPa;按国家标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367-2013 第 15.2.4 条规定,基体混凝土强度不小于 C60 时取 5.5MPa,本标准取较

低值。

5.3 构造措施

5.3.1 国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 第 9.2.2 条,简支梁和连续梁简支端的下部纵向受力钢筋深入支座内的锚固深度,对带肋钢筋不应小于 $12d$,对光圆钢筋不应小于 $15d$;第 9.3.5 条,梁柱节点中梁钢筋的锚固要求:计算中不利用该钢筋强度时,伸入支座的锚固深度对带肋钢筋不小于 $12d$,对光圆钢筋不小于 $15d$ 。采取机械锚固措施的锚筋锚固可取锚固深度计算值的 60%。故本标准最小锚固深度取 $12d$ 。

有专家指出牛腿、框架节点等构造措施不应小于 $20d$ 。本标准已在锚筋的锚固深度设计值中考虑了受力状态为悬挑时的影响系数 1.5,此时的锚固深度设计值均已大于 $20d$,故不再在构造措施中另行规定。

依据本标准的计算公式,锚筋受拉状态下锚固深度一般为 $16d\sim 35d$,在工程中可以较为顺利地实现。如混凝土强度较低、受力状态较严格等状态时锚固深度较大,实施较为困难,可考虑采用其他方法综合处理。

5.3.2 本条文规定了最大锚固深度,有利于保证后锚固基体的结构受力性能,同时降低现场施工难度。锚固深度过大,在施工过程中,如控制不当时会出现穿透基体,引起基体损伤过大。对于受压锚筋,由于锚筋的弹性模量远大于锚固料的弹性模量,故锚筋端部对基体的局部压力仍然较大,剩余混凝土厚度过薄还可能造成局部冲切破坏。

5.3.3 本条文规定了锚孔直径与锚筋直径的对应关系。锚孔直径过小,则锚固料与混凝土界面的界面面积较小,锚固料层较薄,膨胀量较小,不利于锚固料与锚筋的锚固;锚孔直径亦不应过大,过大不仅施工困难,费时费工费料,而且更容易对原结构和已有

钢筋造成损伤。

5.3.4 在锚筋末端设置机械锚固是减小锚固长度的有效方式，其原理是利用受力钢筋端部机械锚固的锚头对锚固料的局部挤压作用加大锚固承载力，减小发生锚筋滑移的可能性。机械锚固措施应与锚筋端部连接牢靠，本标准参照国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010-2010 中 8.3.3 条规定了机械锚固措施。

5.3.5 锚筋距混凝土边缘过小容易发生混凝土边缘的劈裂破坏，故应对锚筋与混凝土边缘的最小距离加以限制。

6 施 工

6.1 一般规定

6.1.1 施工单位应推行生产控制和合格控制的全过程质量控制。对施工现场质量管理,要求有相应的施工技术标准、健全的质量管理体系、施工质量控制和质量检验制度。

6.1.2 对具体的施工项目,要求有施工技术方案,对涉及结构安全和人身安全的内容,应有明确的规定和相应的措施。

6.1.4 碱矿渣锚固材料进场时,应根据产品合格证检查其品种和出厂日期,并按说明书存放,以免造成混料错批,对于液相料应注明其具有腐蚀性,使用时注意安全。

6.1.5 锚筋原材料对混凝土结构承载力至关重要,对其质量应严格要求。本条执行时应依据相关要求。

为加强对后锚固用钢筋外观质量的控制,钢筋进场时和使用前均应对外观质量进行检查。钢筋应平直、无损伤、无裂纹,表面不应有油污、颗粒状或片状老锈,以免影响钢筋强度及其与碱矿渣锚固料的有效粘结。

后锚固之前有专门对锚筋除锈、除油污的工序,但此项工序与后锚固往往间隔有一段时间,而钢筋表面的钝化层被除去后,很容易在潮湿的空气中氧化,形成新锈。钢筋在植入前应复查,若有新锈,应予以除去。

锚筋锚固段做出后锚固深度的临时标记,标明后锚固时钢筋插入的深度,可以验证实际锚固深度。

6.1.6 碱矿渣锚固料的活性与其液相料用量有关,应严格控制,此外,外加水会改变碱矿渣锚固料的配合比,显著影响碱矿渣锚固料的性能,因此,应禁止在施工过程中加水拌合。

6.2 成 孔

6.2.1 成孔前应查明后锚固区域内不得有缺陷、裂缝;应采用有效手段探明原有钢筋的位置,未经设计许可,在成孔时不宜伤及原有钢筋。

钻孔工具采用冲击钻和水钻均可,两类工具成孔孔壁粗糙程度略有不同,但均不会影响正常锚固。钻孔时遇到原有钢筋,有可能对原有结构造成损害,并容易卡住钻头,并可能对施工人员和机械设备造成伤害,故后锚固时应避开原有钢筋。采用水钻时,钻头遇到钢筋时操作人员不易察觉,应尤其注意避免对原有钢筋造成损伤。

6.2.2 后锚固孔壁如有裂缝或其他局部损伤,在后锚固完成后的结构受力过程中,有可能在局部受拉、受压时首先破坏,降低结构承载力。

锚孔内存在粉末、污垢或杂物会降低碱矿渣锚固料与基体的粘结,进而影响锚固效果。钻孔完成一个工作面后,可进行清孔操作,采用专用毛刷、吹风机、橡皮气囊或手推式气筒配合进行。

本条文还规定了钻孔位置、深度、直径的允许偏差,以保证后锚固工程的施工质量。过大的尺寸偏差可能影响基体的受力性能及使用功能,也可能影响下一步工序的顺利进行。

后锚固位置偏差过大可能造成锚筋的受力状态与设计不一致,影响结构安全;由于钻头端部为锥状,加上锚固料的影响,锚筋实际植入的深度往往小于锚孔实际深度,故要求锚孔实际深度值应比锚固设计深度值大 10mm。

6.3 锚 固

6.3.1 孔壁保持潮湿可以增强碱矿渣锚固料与基体的粘结,但孔内积液将影响锚固料的配合比,故注入锚固料时不得有积液。

6.3.2 碱矿渣锚固料的液相料用量对锚固的强度、可操作性等均有很大影响,液相料用量应严格按产品使用说明书的要求,固定专人负责配制和复核。碱矿渣锚固料的配制,应避免浆液溅出,避免拌合物内混入空气、油污等。

6.3.3 后锚固的施工可按以下方法进行:

将制备好的锚固料注入孔内,注入量参考产品说明书,结合工程的实际情况来确定,一般为锚孔深度的 $1/2 \sim 2/3$,并以锚筋插入孔内后有少量锚固料溢出孔口为宜。锚固料注入孔内后,应立即将锚筋边顺时针旋转边插入孔内,避免将空气带入孔内,并可使钢筋充分接触锚固料。锚筋插入锚孔后并校正方向,使锚筋的锚固深度、位置满足设计要求。锚筋的锚固深度范围内应充满锚固料,否则应立即拔出钢筋,重新注入锚固料再插入钢筋,不应在钢筋与孔壁之间的缝隙直接注入锚固料。

锚固料注入孔内宜采取套筒挤压方式进行。

6.3.4 后锚固施工时会产生深度、位置等不满足要求的废孔,废孔如不进行处理,则可能造成混凝土内部缺陷,影响结构安全。

6.4 成品保护

6.4.1 虽然大部分锚固料与外界不接触,但锚固料表面失水可能产生较深的裂缝,影响锚筋的锚固性能。温度较低时施工,液相料可能出现析晶现象,影响液相料的浓度,保温是避免上述现象发生的有效措施。

6.4.2 锚固料硬化强度增长需要一定的时间,过早的碰撞和外

部荷载作用可能使料层内部产生微裂缝,影响粘结性能。故规定从锚固料初凝到养护完成的时间内,不得触动锚筋,锚筋不得承受外部荷载作用,以免影响锚筋的锚固效果。

重庆工程建设

7 质量检验与验收

7.1 碱矿渣锚固料质量检验与验收

7.1.5 国家标准《混凝土结构工程无机材料后锚固技术规程》JG/T 271-2012 中要求使用无机锚固料出厂超过两个月时应复检,编制组针对存放超过两个月的碱矿渣锚固料进行专题研究,试验结果表明,锚固料出厂不超过三个月,其性能仍能满足锚固要求。

7.2 后锚固质量检验与验收

7.2.1 锚筋抗拔承载力检验需碱矿渣锚固料达到一定的强度后才能进行。虽然碱矿渣锚固料在标准养护状态下 1 天即可达到 35MPa,但考虑到工程现场条件的不确定性,一般要求宜在施工完毕 3 天后进行抗拔承载力检验。如果养护温度过低,检验的时间可相应延后。

7.2.2 文件资料检查应包括:设计施工图纸、设计变更、施工方案、碱矿渣锚固料的质量保证文件、锚筋的质量证明文件,基体混凝土强度现场检测报告、外观质量检查记录,施工过程中各工序自检记录、隐蔽工程验收记录,工程中重大问题的处理方法和验收记录以及其它必要的文件和记录,相关文件资料不得有缺失。

7.2.3-7.2.4 根据现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的相关要求,规定上述内容。

附录 B 锚筋抗拔承载力现场检验 方法及质量评定

B.1 基本规定

B.1.1 对后锚固工程进行锚筋抗拔承载力现场检测,检测时锚筋、锚固料、基体均受力,较为全面地反映了后锚固工程的质量。

B.1.2 规定了同一检验批的定义,以便现场检验时抽检。

B.1.3~B.1.4 规定了破坏性检验和非破坏性检验的选用原则和抽检数量。

破坏性检验反应了锚固料后锚固的最终抗拔承载力,对于较为重要的后锚固工程,应采取此方法进行检验。但检验破坏后的锚筋已作废,需要重新进行后锚固,有些情况下(如梁柱节点处)在基体上难以再次找到后锚固的空间,并增加施工费用、难度和工期,此时可采取非破坏性检验。具体的抽检部位一般由建设、监理和施工单位共同确定。

B.2 仪器设备要求

B.2.1 为保证测试数据准确,现场检验所用的设备,如拉拔仪、测力仪等,应保证其处于校验有效期。

B.3 试验装置

B.3.3 加荷设备的支撑环与锚筋净距如果尺寸过小,将对孔口混凝土形成约束,从而造成拉拔承载力提高的假象,故规定本条。行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 规定为

$\max(12d, 250)$, 但锚筋间距往往小于 $12d$, 现场检验时支撑环的放置易受周边钢筋的影响; 现采用国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010 中的规定, 并规定最小值。

B.4 加载方法

B.4.1 根据国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010 附录 W.5.2 的要求, 破坏性检验用安全系数, 对于钢材破坏时取 1.45。若在此检验荷载下未发生锚固破坏现象, 可判定为检验结果合格; 非破坏性检验取 1.15 倍设计荷载系根据 GB 50550-2010 第 W.4.1 条规定。加载时间的规定, GB 50550-2010 中取 2min~3min 加载至设定的检验荷载, 2min~7min 加载至破坏荷载。

有文献中还提到分级加荷法和分级循环加荷法, 但未能说明分级加荷和分级循环加荷与连续加荷检验之间的联系, 为保证检验标准的唯一性, 本标准只采用连续加载法。

B.5 检验结果评定

B.5.1 某些规范(如国家标准《建筑结构加固工程施工质量验收规范》GB 50550-2010、行业标准《混凝土结构后锚固技术规程》JGJ 145-2013 等)中规定持荷期间荷载不降低或降低不超过 5% 为合格, 在实际操作中, 有可能因为加载设备的原因(如千斤顶油缸密闭性不好)造成荷载降低, 容易造成争议。故本标准规定保持检验荷载值 3min, 观察锚筋根部是否有明显滑移。

B.5.2 后锚固破坏状态可分为界面破坏(锚固料与混凝土界面破坏或锚固料与锚筋界面破坏)、锚筋受拉破坏(锚筋拉断)和基体破坏(混凝土锥状受拉破坏、基体边缘破坏或混凝土劈裂破坏)三类。

破坏状态中含有界面破坏时,锚筋瞬间滑移,锚筋抗拔承载力急剧下降,属脆性破坏特征,应予以避免;破坏状态为锚筋受拉破坏时,应对锚筋材料是否满足现行国家标准《钢筋混凝土用钢》GB 1499 等标准的要求进行检验;破坏状态为基体破坏时,应对后锚固的位置、基体混凝土强度、基体内部密实情况、设计情况等进行检查,研究相应的处理措施。

重庆工程建設