



T/CECS G:K50-31—2022

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

公路工程块片石-机制砂自密实混凝土 应用技术规程

Technical Specifications for Application of Rubble-filled Self-compacting
Concrete with Manufactured Sand in Highway Engineering

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization

中国工程建设标准化协会标准

公路工程块片石-机制砂自密实混凝土
应用技术规程

**Technical Specifications for Application of Rubble-filled Self-compacting
Concrete with Manufactured Sand in Highway Engineering**

T/CECS G:K50-31—2022

主编单位:同济大学

贵州省公路工程集团有限公司

发布机构:中国工程建设标准化协会

实施日期:2023年01月01日

人民交通出版社股份有限公司

北京

中国工程建设标准化协会

公 告

第 1275 号

关于发布《公路工程块片石-机制砂自密实混凝土 应用技术规程》的公告

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2020〕14 号)的要求,由同济大学、贵州省公路工程集团有限公司等单位编制的《公路工程块片石-机制砂自密实混凝土应用技术规程》,经协会公路分会组织审查,现批准发布,编号为 T/CECS G:K50-31—2022,自 2023 年 1 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会
二〇二二年八月十二日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发〈2020 年第一批协会标准制订、修订计划〉的通知》(建标协字〔2020〕14 号)的要求,由同济大学和贵州省公路工程集团有限公司承担《公路工程块片石-机制砂自密实混凝土应用技术规程》(以下简称“本规程”)的制定工作。

本规程是在广泛调查研究,总结近些年国内块片石-机制砂自密实混凝土应用经验,参考国内外有关标准,征求有关单位意见,对关键技术进行验证试验,并在开展工程应用的基础上制定的。

本规程由 6 章、3 个附录组成,主要内容包括:1 总则、2 术语和符号、3 原材料、4 块片石-机制砂自密实混凝土设计、5 块片石-机制砂自密实混凝土施工、6 块片石-机制砂自密实混凝土质量检验,附录 A 块片石表面含泥量测试方法、附录 B 块片石体积堆积率与堆积结构空隙率测试方法、附录 C 橡胶抽拔棒法。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制,适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件,使用本规程相关条文时,应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理,由同济大学和贵州省公路工程集团有限公司负责具体技术内容的解释,在执行过程中如有意见或建议,请函告本规程日常管理组,中国工程建设标准化协会公路分会(地址:北京市海淀区西土城路 8 号;邮编:100088;电话:010-62079839;传真:010-62079983;电子邮箱:shc@rioh.cn),或主编单位(1. 同济大学,地址:上海市曹安公路 4800 号,邮编:201804,电子信箱:renqiang@tongji.edu.cn;2. 贵州省公路工程集团有限公司,地址:贵州省贵阳市云岩甲秀北路 8 号贵州公路集团大厦 21 楼,邮编:550000,电子邮箱:168466696@qq.com),以便修订时参考。

主 编 单 位:同济大学

贵州省公路工程集团有限公司

参 编 单 位:贵州大通路桥工程建设有限公司

贵州黔贵工程技术服务咨询有限公司

贵州黔贵路桥工程有限公司

上海市欣宇建设工程检测试验有限公司

贵州宏信创达工程检测咨询有限公司

主 编:计中彦 蒋正武

主要参编人员:张胜林 敖登榜 田洪松 乔东华 张自啟 姚 龙
刘 兴 詹超宇 廖万辉 胡 涛 任达成 周大庆
唐明英 何 倍 袁 立 赵 钦 余梅群 王荣有
周英菊 任 强 杨 黔 何 飞 陈 庆 李文婷
李 晨 张红恩

主 审:赵尚传

参与审查人员:梅世龙 付 智 王武祥 龙广成 杨 健 陈 兵
俞海勇

目次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	原材料	4
3.1	混凝土原材料	4
3.2	块片石	6
4	块片石-机制砂自密实混凝土设计	8
4.1	一般规定	8
4.2	块片石堆积结构	8
4.3	超流态机制砂自密实混凝土设计	9
4.4	块片石-机制砂自密实混凝土设计	10
5	块片石-机制砂自密实混凝土施工	12
5.1	一般规定	12
5.2	模板、支架和预埋件安装	12
5.3	块片石入仓和堆码	13
5.4	超流态机制砂自密实混凝土生产	14
5.5	超流态机制砂自密实混凝土运输	15
5.6	超流态机制砂自密实混凝土浇筑	16
5.7	块片石-机制砂自密实混凝土养护	19
6	块片石-机制砂自密实混凝土质量检验	20
6.1	原材料检验	20
6.2	超流态机制砂自密实混凝土检验	22
6.3	块片石-机制砂自密实混凝土检验	23
附录 A	块片石表面含泥量测试方法	25
附录 B	块片石体积堆积率与堆积结构空隙率测试方法	27
附录 C	橡胶抽拔棒法	29
	本规程用词用语说明	30

1 总则

1.0.1 为指导块片石-机制砂自密实混凝土在公路工程中的应用,做到技术先进、安全可靠、经济合理,保证工程质量,制定本规程。

1.0.2 本规程适用于块片石-机制砂自密实混凝土在公路工程中挡土墙、基础、涵墙身及桥台等大体积混凝土结构的设计、施工与检验。

1.0.3 块片石-机制砂自密实混凝土的设计、施工与检验除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术语

2.1.1 块片石 rubble

岩石经过开采和加工生产得到的最小粒径不小于 300mm 的石料。

2.1.2 施工仓 construction warehouse

混凝土浇筑前,根据工程结构特征和施工工艺划分的待施工区域。

2.1.3 块片石堆积结构 rubble-filled structure

利用机械作业等方式将块片石在施工仓中逐层堆码形成的具有一定空隙率的结构。

2.1.4 块片石体积堆积率 compactness of rubble-filled structure in volume

块片石堆积结构中块片石所占的体积比。

2.1.5 超流态机制砂自密实混凝土 super-fluidity self-compacting concrete with manufactured sand

采用机制砂为细集料配制的具有超高流动性、低黏度与优异黏聚性的自密实混凝土。

2.1.6 块片石-机制砂自密实混凝土 rubble-filled self-compacting concrete with manufactured sand

采用超流态机制砂自密实混凝土浇筑填充于块片石堆积结构空隙中形成的完整、密实、满足设计要求的混凝土。

2.1.7 填充性 filling ability

超流态机制砂自密实混凝土拌合物在免振捣情况下,能密实填充块片石堆积结构空隙的性能。

2.1.8 间隙通过性 passing ability

超流态机制砂自密实混凝土拌合物均匀通过块片石堆积结构空隙的性能。

2.1.9 抗离析性 segregation resistance

超流态机制砂自密实混凝土拌合物中各组分保持均匀分散的性能。

2.2 符号

C_d ——块片石的比热；

C_s ——超流态机制砂自密实混凝土的比热；

d ——块片石粒径；

m_1 ——表面含泥的块片石质量；

m_2 ——表面冲洗干净后的块片石质量；

SF——坍落扩展度；

SL——坍落度；

T_d ——倒置坍落度筒排空时间；

T_{500} ——混凝土拌合物坍落扩展度达到 500mm 时所需的时间；

V_c ——施工仓体积；

V_s ——施工仓内注满水的体积；

α_c ——块片石-机制砂自密实混凝土的线膨胀系数；

α_d ——块片石的线膨胀系数；

α_s ——超流态机制砂自密实混凝土的线膨胀系数；

θ_c ——块片石-机制砂自密实混凝土的绝热温升；

θ_s ——超流态机制砂自密实混凝土的绝热温升；

θ_0 ——块片石表面含泥量；

ρ_d ——块片石密度；

ρ_s ——超流态机制砂自密实混凝土的密度；

Φ_d ——块片石体积堆积率；

Φ_k ——块片石堆积结构空隙率。

3 原材料

3.1 混凝土原材料

3.1.1 宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥,强度等级不宜低于 42.5 级,并应符合现行《通用硅酸盐水泥》(GB 175)的有关规定。当采用其他水泥品种时,其性能指标应符合国家现行相关标准的规定。

3.1.2 粗集料宜采用卵石、碎石或碎卵石,最大粒径不应大于 10mm,表面应洁净。粗集料技术要求应符合表 3.1.2 的规定,其他技术要求应符合现行《建设用卵石、碎石》(GB/T 14685)和《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的有关规定。

表 3.1.2 粗集料技术要求

项 目		技术 指 标	试 验 方 法
粒级 (mm)		5 ~ 10	GB/T 14685
母材岩石抗压强度 (MPa)		≥75	JTG E41(T 0221)
压碎指标 (%)		≤12	JTG E42(T 0316)
含泥量 (%)		≤1	JTG E42(T 0310)
泥块含量 (%)		≤0.5	JTG E42(T 0310)
坚固性 (%)	有抗冻要求的混凝土	≤5	JTG E42(T 0314)
	无抗冻要求的混凝土	≤10	
有害 物质	有机物含量	合格	JTG E42(T 0313)
	硫化物及硫酸盐含量 (%)	≤1	JGJ 52
针片状颗粒含量 (%)		≤5	JTG E42(T 0312)
吸水率 (%)		≤2	JTG E42(T 0308)
表观密度 (kg/m ³)		≥2 600	JTG E42(T 0304)
空隙率 (%)		≤45	JTG E42(T 0309)

3.1.3 机制砂宜选用质地坚硬、洁净、级配良好的中砂。机制砂按技术指标分为 I 类、II 类和 III 类,级配和细度模数应符合现行《公路工程 水泥混凝土用机制砂》(JT/T 819)的有关规定,其他技术指标应符合表 3.1.3 的规定。超流态机制砂自密实混凝土应选用 II 类及以上机制砂。

表 3.1.3 机制砂技术要求

项 目		技术 指 标					试 验 方 法
		I 类			II 类		
母材岩石抗压强度 (MPa)		≥75					JTG E41(T 0221)
MB 值 ≤1.4 或快速法 试验合格	MB 值	≤0.5	0.5~1.0	1.0~1.4	≤1.0	1.0~1.4	JTG E42 (T 0333、T 0349)
	石粉含量 (%)	≤10.0	≤7.0	≤5.0	≤15.0	≤10.0	
MB 值 >1.4 或快速法 试验不合格	石粉含量 (%)	≤1.0			≤3.0		
泥块含量 (%)		≤0.2			≤1.0		JTG E42(T 0335)
坚固性 (%)		≤8					JTG E42(T 0340)
压碎指标 (%)		≤20			≤25		JTG E42(T 0350)
片状颗粒含量 (%)		≤10			≤15		JTG 568
有害 物质 含量	云母含量 (%)	≤1.0			≤2.0		JTG E42(T 0337)
	轻物质含量 (%)	≤1.0					JTG E42(T 0338)
	硫化物及 硫酸盐含量 (折算成 SO ₃ , %)	≤0.5					JTG E42(T 0341)
	有机物含量 (%)	合格					JTG E42(T 0336)
	氯化物含量 (%)	≤0.01			≤0.02		GB/T 14684
表观密度 (kg/m ³)		≥2 500					JTG E42(T 0328)
松散堆积密度 (kg/m ³)		≥1 400					JTG E42(T 0331)
空隙率 (%)		≤44					JTG E42(T 0331)
吸水率 (%)		≤2.0					JTG E42(T 0330)

注:

1. 当 MB 值 >1.4 或快速法试验不合格时,机制砂石粉含量也可根据使用环境和用途,经试验验证,由供需双方协商确定, I 类、II 类、III 类机制砂石粉含量的最大值可分别放宽到 ≤3.0%、≤5.0%、≤7.0%。
2. 有抗冻、抗渗、高强度要求的混凝土,机制砂中云母含量不应大于 1.0%。
3. 当发现机制砂中含有颗粒状的硫化物或硫酸盐杂质时,应进行专门检验,确认能满足混凝土耐久性要求时,方能使用。

3.1.4 粗集料和机制砂宜使用无碱活性的集料,不得使用具有碱-碳酸盐反应活性的集料,碱活性测试方法应按现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)规定的砂浆长度法执行。当不得不使用碱-硅酸反应活性的集料时,应采取有效抑制碱-集料反应的技术措施,碱-集料反应抑制措施应符合现行《公路工程混凝土抑制碱-集料反应技术规程》(T/CECS G:D69-01)的有关规定。

3.1.5 拌和用水和养护用水应符合现行《混凝土用水标准》(JGJ 63)的有关规定。

3.1.6 外加剂除应符合现行《混凝土外加剂》(GB 8076)和《混凝土外加剂应用技术规范》(GB 50119)的有关规定外,尚应符合下列规定:

- 1 外加剂应与胶凝材料及石粉相适应,其种类和掺量应根据使用要求、施工条件、原材料等通过试验确定。
- 2 减水剂宜选用聚羧酸高性能减水剂,其28d收缩率比不宜大于110%。
- 3 掺用增稠剂、絮凝剂等其他外加剂时,应通过试验进行充分验证。

3.1.7 矿物掺合料的种类、最大掺量及性能指标宜符合表3.1.7的规定,且应注明主要组分,适宜的单掺或复掺掺量应经试验验证后确定。

表 3.1.7 矿物掺合料种类、最大掺量及性能指标

种 类	单掺最大掺量* (%)	使用规定	性能指标
粉煤灰	40	宜与其他矿物掺合料复掺使用	符合现行《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》(GB/T 1596)的规定
粒化高炉矿渣粉	40	宜与粉煤灰复合使用	符合现行《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》(GB/T 18046)的规定
粒化电炉磷渣粉	30	宜与粉煤灰复合使用	符合现行《混凝土用粒化电炉磷渣粉》(JG/T 317)的规定
硅灰	10	—	符合现行《砂浆和混凝土用硅灰》(GB/T 27690)的规定
石灰石粉	20	—	符合现行《矿物掺合料应用技术规范》(GB/T 51003)、《高强高性能混凝土用矿物外加剂》(GB/T 18736)、《混凝土用复合掺合料》(JG/T 486)的规定
硅灰石粉和其他惰性硅质或钙质细粉掺合料			
复合掺合料	—	比表面积宜大于400m ² /kg	

注:*表中掺量均为等质量取代水泥的百分比。

3.2 块片石

3.2.1 块片石应完整、洁净、质地坚硬、不易崩解,不得有剥落层和裂纹。

3.2.2 块片石岩性不得为软质岩和强风化岩,块片石的母材抗压强度不应低于混凝土设计强度的1.5倍,测试方法应按现行《公路工程岩石试验规程》(JTG E41)的有关规定执行。

3.2.3 块片石粒径宜在1000~1200mm,且不应大于1500mm,应根据施工结构的尺

寸进行合理选择,最大粒径不应大于施工仓最小截面尺寸的2/3,且不大于浇筑层厚。

条文说明

本规程中的粒径均为公称直径。块片石最大粒径过大,不仅导致其运输困难,而且在大体积结构中还会使得堆积结构不均匀性增大,导致局部结构可能出现缺陷和界面薄弱区。因此,块片石最大粒径规定为不大于1500mm。

3.2.4 块片石表面含泥量不应大于0.2%,不得含有泥块。块片石表面含泥量测试方法应按本规程附录A的规定执行。

3.2.5 块片石吸水率不应超过2.0%,测试方法应按现行《公路工程岩石试验规程》(JTG E41)的有关规定执行。

3.2.6 块片石不得具有碱-碳酸盐反应活性;当块片石存在潜在碱-硅酸反应危害时,必须采取抑制措施并通过试验验证合格后方可使用。块片石碱活性的检验方法和抑制措施应按下列规矩进行:

1 应将块片石破碎加工成级配满足现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)中要求的细集料。

2 块片石碱活性检验方法应按现行《公路工程集料试验规程》(JTG E42)中砂浆长度法的规定执行。

3 块片石碱活性抑制措施应按现行《公路工程混凝土抑制碱-集料反应技术规程》(T/CECS G:D69-01)的有关规定执行。

条文说明

由于本规程中的块片石粒径远大于普通混凝土用集料的粒径,故常用的集料碱活性检验方法并不适用于块片石。因此,需先对块片石进行破碎加工处理,然后再根据现行有关标准进行检测。

4 块片石-机制砂自密实混凝土设计

4.1 一般规定

4.1.1 块片石-机制砂自密实混凝土的力学性能、变形性能和耐久性等性能指标应满足工程设计和施工要求。

4.1.2 块片石-机制砂自密实混凝土强度等级可采用超流态机制砂自密实混凝土的强度等级表示。

条文说明

块片石-机制砂自密实混凝土现场钻芯取样强度测试结果与超流态机制砂自密实混凝土的强度基本一致。如对于 C20 块片石-机制砂自密实混凝土,块片石-机制砂自密实混凝土现场钻芯取样轴心强度为 27.1MPa,相应的超流态机制砂自密实混凝土的 28d 抗压强度为 28.9MPa。

4.2 块片石堆积结构

4.2.1 块片石体积堆积率宜控制在 45% ~ 60%,块片石体积堆积率的测试方法应按本规程附录 B 的规定执行。实际施工中,应根据施工仓尺寸确定块片石最大粒径与最小粒径;应选择合理的堆码工艺确定块片石体积堆积率,具体应符合下列规定:

1 当施工仓最小截面尺寸不大于 2m 时,块片石最大粒径不应大于 1 200mm,块片石体积堆积率宜在 45% ~ 55%。

2 当施工仓最小截面尺寸大于 2m 时,块片石最大粒径不应大于 1 500mm,块片石体积堆积率宜在 55% ~ 60%。

条文说明

块片石体积堆积率越高,超流态机制砂自密实混凝土的用量越少,越有利于经济环保,且高堆积率可规范块片石堆放,有效避免同粒径块片石集中堆放的发生。运用计算机模拟块片石体在大体积结构中的堆放过程,不同结构尺寸与不同块片石粒径条件下,块片石堆积结构容易实现 45% 的体积堆积率;通过块片石粒径调整,可实现 60% 的体积堆积率,因此在施工仓中块片石体积堆积率推荐控制在 45% ~ 60%。

4.2.2 块片石在施工仓中应进行分层堆积设计,单层分层厚度宜为 1.5 ~ 2m,经论证后可适当增加分层厚度。

4.3 超流态机制砂自密实混凝土设计

4.3.1 超流态机制砂自密实混凝土拌合物的性能除应满足凝结时间、流动性、黏聚性和保水性等性能要求外,尚应满足自密实性能相关要求。

4.3.2 超流态机制砂自密实混凝土拌合物性能的技术指标和试验方法应按表 4.3.2 的规定执行。

表 4.3.2 超流态机制砂自密实混凝土拌合物性能技术指标和试验方法

序号	项 目	设计配合比试验合格指标	施工入仓控制合格指标	检测性能	试验方法
1	坍落度 SL(mm)	≥260		流动性	GB/T 50080
2	倒置坍落度筒排空时间 T_d (s)	2 ~ 7			GB/T 50080
3	坍落扩展度 SF(mm)	650 ~ 850	630 ~ 870	填充性	GB/T 50080
4	扩展时间 T_{500} (s)	2 ~ 3			GB/T 50080
5	坍落扩展度与 J 环扩展度差值(mm)	0 ~ 25	0 ~ 27	间隙通过性	JTG 3420 (T 0533)
6	抗离析性和泌水	无离析和泌水		抗离析性	GB/T 50080

注:

1. 超流态机制砂自密实混凝土拌合物的出机性能与入仓性能因浇筑方式不同可能存在差异,应以入仓时性能指标为控制标准。
2. 超流态机制砂自密实混凝土拌合物的性能稳定性,可根据施工条件提出更高的要求。

4.3.3 超流态机制砂自密实混凝土的力学性能应满足工程设计要求,试验方法应按现行《混凝土物理力学性能试验方法标准》(GB/T 50081)和《公路工程水泥及水泥混凝土试验规程》(JTG 3420)执行,并按现行《混凝土强度检验评定标准》(GB/T 50107)进行合格评定。

4.3.4 超流态机制砂自密实混凝土的强度等级应按 150mm × 150mm × 150mm 立方体试件 28d 抗压强度值确定。当混凝土中矿物掺合料掺量大于 30% 时,宜采用 56d 龄期的试验结果对其进行强度评定。

4.3.5 超流态机制砂自密实混凝土的 90d 收缩率不应大于 4.00×10^{-4} ,测试方法应按现行《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》(GB/T 50082)的有关规定执行。

4.3.6 超流态机制砂自密实混凝土长期性能和耐久性应满足工程设计要求,且应符合现行《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)的有关规定。

4.3.7 超流态机制砂自密实混凝土配合比应根据现场原材料特性及混凝土设计强度、耐久性和施工性能等要求,并考虑实际工程结构的构造尺寸和形状、块片石尺寸和填充程度,进行初始配合比的计算,经过试验室试配、调整后确定。

条文说明

原材料性能直接影响超流态机制砂自密实混凝土配合比设计参数的确定,例如水泥品种和强度等级等,机制砂的细度模数、石粉含量、级配特征、MB值等,碎石的粒形、级配及最大粒径等,矿物掺合料的品种、细度、需水量及活性等,外加剂的品种及减水率等。这些因素对于混凝土的工作性能、力学性能及耐久性能都会产生影响。原材料选择适宜,则可以获得综合性能良好的超流态机制砂自密实混凝土。此外,由于结构的构造尺寸和形状、块片石粒径和填充程度不同,对混凝土拌合物的工作性能也会有不同的指标要求。

4.3.8 超流态机制砂自密实混凝土配合比设计方法应按现行《公路机制砂高性能混凝土技术规程》(T/CECS G:K50-30)的有关规定执行,并应符合下列规定:

- 1 混凝土胶凝材料总用量范围宜为 $400 \sim 550\text{kg}/\text{m}^3$ 。
- 2 矿物掺合料总掺量不宜低于胶凝材料用量的 40%。
- 3 矿物掺合料宜采用两种或两种以上矿物掺合料进行复掺,适宜掺量应经试验验证确定。

4.3.9 超流态机制砂自密实混凝土配合比设计宜采用绝对体积法。

4.3.10 超流态机制砂自密实混凝土的初凝时间应根据生产能力、浇筑能力、运输时间和施工仓面大小等因素确定。

4.3.11 当超流态机制砂自密实混凝土的原材料发生下列变化时,应及时调整配合比,经试验验证后方可使用:

- 1 水泥和掺合料的生产厂家、品牌、种类、型号、等级或品质发生变化。
- 2 机制砂种类、产地、品质发生变化,或细度模数变化超出允许偏差 ± 0.2 。
- 3 粗集料岩性、产地、品质等发生变化。
- 4 外加剂厂家或品牌发生变化。

4.4 块片石-机制砂自密实混凝土设计

4.4.1 块片石-机制砂自密实混凝土的重度宜通过试验确定;当无试验条件时,可根据

超流态机制砂自密实混凝土和块片石堆积结构加权计算确定,两者体积分数应根据块片石体积堆积率确定;无试验条件或计算资料时,块片石-机制砂自密实混凝土的重度设计标准值可取 2450kg/m^3 。

4.4.2 块片石-机制砂自密实混凝土的绝热温升、线膨胀系数等指标应满足设计要求,可在超流态机制砂自密实混凝土试验的基础上结合经验公式(4.4.2-1)和经验公式(4.4.2-2)计算:

$$\theta_c = \frac{(1 - \Phi_d)\rho_s C_s}{(1 - \Phi_d)\rho_s C_s + \Phi_d \rho_d C_d} \theta_s \quad (4.4.2-1)$$

$$\alpha_c = \alpha_d \Phi_d + \alpha_s (1 - \Phi_d) \quad (4.4.2-2)$$

式中: θ_c ——块片石-机制砂自密实混凝土的绝热温升($^{\circ}\text{C}$);

θ_s ——超流态机制砂自密实混凝土的绝热温升($^{\circ}\text{C}$),C15~C30超流态机制砂自密实混凝土的绝热温升宜根据水泥用量在 $25\sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内选取;

C_s ——超流态机制砂自密实混凝土的比热($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$);

C_d ——块片石的比热($\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}$);

ρ_s ——超流态机制砂自密实混凝土的密度(kg/m^3);

ρ_d ——块片石的密度(kg/m^3);

Φ_d ——块片石体积堆积率(%);

α_c ——块片石-机制砂自密实混凝土的线膨胀系数;

α_d ——块片石的线膨胀系数;

α_s ——超流态机制砂自密实混凝土的线膨胀系数,宜取 $1.0 \times 10^{-5} \sim 1.5 \times 10^{-5}$ 。

4.4.3 块片石-机制砂自密实混凝土可采用渗水高度评定其密实度,24h渗水高度不应大于50mm,渗水高度的测试应按本规程附录B的规定执行。

4.4.4 块片石-机制砂自密实混凝土的外观质量应满足设计要求。

5 块片石-机制砂自密实混凝土施工

5.1 一般规定

5.1.1 超流态机制砂自密实混凝土生产过程中必须进行严格管理,保障混凝土的质量。

5.1.2 块片石-机制砂自密实混凝土施工前,应对砂石料生产与储存系统、原材料供应、块片石入仓,以及超流态机制砂自密实混凝土的生产、运输、浇筑和检测等设备的能力和工况等进行检查,合格后方可使用。

5.1.3 超流态机制砂自密实混凝土的工作性应在工程现场进行检验,满足要求后方可使用。

5.1.4 块片石入仓路线和超流态机制砂自密实混凝土的浇筑点应根据浇筑仓面情况进行合理布置。

5.1.5 块片石-机制砂自密实混凝土的施工工艺应按图 5.1.5 规定的流程执行。

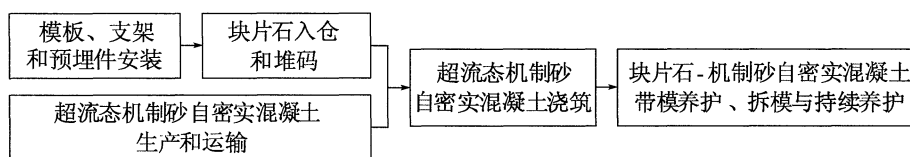


图 5.1.5 块片石-机制砂自密实混凝土施工工艺流程

5.2 模板、支架和预埋件安装

5.2.1 模板与支架的设计、制作、安装和拆除应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的有关规定。支架的地基与基础设计应符合现行《公路桥涵地基与基础设计规范》(JTG 3363)的有关规定。

5.2.2 模板和支架应具有足够的强度、刚度和稳定性,应能承受施工过程中产生的各种荷载;模板可采用钢模板、木模板、砌石墙或预制混凝土块;支架宜采用钢材或常备式定型

钢构件。

5.2.3 模板及其支护部件应根据工程结构形式、荷载大小、地基土类别、施工程序、施工机具和材料供应等条件进行选择。

5.2.4 模板的板面应平整,接缝处应严密且不漏浆。模板与混凝土的接触面应涂刷隔离剂,不得采用废机油等油料。模板安装的允许误差应符合现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的有关规定。

5.2.5 上下层模板的支架应对准;预埋件的布设、安装应牢固可靠,且满足设计及相关规范要求。

5.2.6 模板拆除时间应不早于超流态机制砂自密实混凝土抗压强度达到 2.5MPa 时所需的时间,并不应在夜间或气温骤降时拆模。当拆模后有气温骤降时,应在拆模后立即采取保温措施。

条文说明

根据《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650—2020)的要求,为保证非承重的侧模板在拆模时混凝土表面及棱角不致因拆模而被损坏、断裂,或混凝土本身不能支持自重而变形、坍塌,拆模时混凝土的抗拉强度和抗剪强度要大于模板与混凝土间的脱模(黏结)力,其抗压强度要能支持其自重。

5.3 块片石入仓和堆码

5.3.1 当块片石表面含泥量或泥块含量不满足本规程第 3.2.4 条的有关规定时,宜在入仓前对块片石进行冲洗,块片石在入仓时表面不应有明水;不得不在入仓后清洗时,应在清洗后及时排水,确保施工仓内无积水。

5.3.2 块片石宜采用自卸车运输,应采用塔机等起重设备吊运块片石入仓;也可采用自卸汽车直接运输块片石入仓,但应对仓面采取保护措施,避免污染和机械设备的碾压损伤;装卸块片石应采取减轻块片石间碰撞的措施。

5.3.3 块片石入仓前,应在入仓道路上设置冲洗设施,对运输车车轮进行冲洗,避免车轮带入泥土。

5.3.4 块片石在入仓过程中,应确保块片石体积堆积率满足本规程第 4.2.1 条的有关规定。

5.3.5 块片石入仓过程中,应避免块片石撞击模板和支架导致模板发生变形或移位,块片石堆码后应对模板进行校正。

5.3.6 块片石应逐层堆码,宜采用挖掘机等设备辅助平仓,靠近模板和预埋件部位的块片石宜采用机械或人工辅助堆放。

5.3.7 块片石仓内堆码时应减少块片石面与面的直接接触,宜与模板间保留 50mm 以上的保护层厚度,不得接触预埋件并使其破坏和变形。混凝土保护层厚度的控制方法宜按现行《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)的有关规定执行。

5.4 超流态机制砂自密实混凝土生产

5.4.1 超流态机制砂自密实混凝土应采用集中搅拌的方式生产,严禁人工搅拌。当采用预拌混凝土生产方式或采用现场搅拌楼生产方式时,搅拌机应符合现行《建筑施工机械与设备 混凝土搅拌机》(GB/T 9142)的有关规定。当采用工地现场拌制时,搅拌机应采用强制式搅拌机。

条文说明

施工现场附近无预拌混凝土生产企业或混凝土用量较少时,一般采用施工现场搅拌楼,或在符合有关规定的情况下采用现场搅拌的方式生产。

5.4.2 混凝土配料时应采用电子计量系统进行原材料计量,配料前必须对电子计量系统进行校核,其精度应满足要求,计量应准确。除水和液体外加剂可按体积计量外,其他固体原材料应按质量计量。原材料计量允许偏差应符合表 5.4.2 的规定。

表 5.4.2 原材料计量允许偏差

序号	原材料品种	水泥	集料	水	外加剂	掺合料
1	每盘计量允许偏差(%)	±2	±3	±1	±1	±2
2	累计计量允许偏差(%)	±1	±2	±1	±1	±1

条文说明

在超流态机制砂自密实混凝土搅拌时,即使搅拌设备上装有先进的含水率测定及控制设施,仍要求操作人员通过搅拌机观测口目测混凝土和易性情况,在其稠度发生可见波动时,及时加以调整。同时,搅拌第一盘超流态机制砂自密实混凝土时,可以留 10% 左右的水,根据在搅拌机观测口目测的混凝土和易性情况,决定最后的用水量。

5.4.3 混凝土拌制前应及时测定砂、石中的含水率,并根据含水率变化情况调整施工配合比中的用水量和砂、石用量。

条文说明

由于超流态机制砂自密实混凝土的水胶比低,高效减水剂用量较大,用水量的少量变化就会对其强度和工作性产生显著影响。因此,在生产过程中要求对集料含水率进行严格监控。当集料露天堆放时,要求根据外界气候的变化,及时测定集料的含水率,及时调整施工配合比。

5.4.4 超流态机制砂自密实混凝土宜采用振动搅拌方式搅拌。超流态机制砂自密实混凝土的搅拌时间宜控制在 60 ~ 120s,具体时间应根据现场试拌试验确定。搅拌过程中,必要时可适当增加适量高效减水剂,严禁在拌合物出机后加水。

条文说明

超流态机制砂自密实混凝土中掺入的外加剂和粉煤灰等活性矿物掺合料在混凝土材料中的均匀性,对保证超流态机制砂自密实混凝土强度和工作性等具有重要作用,因此在生产中要求控制好混凝土搅拌时间。

5.4.5 正式生产前应对超流态机制砂自密实混凝土进行开盘鉴定,对混凝土拌合物的技术指标进行检测。

条文说明

超流态机制砂自密实混凝土性能受各种因素影响,因此要求重视超流态机制砂自密实混凝土生产中的开盘鉴定,并根据开盘鉴定结果及时调整配合比。开盘鉴定中尤其需要注意的是超流态机制砂自密实混凝土的抗离析能力,只有具有经时稳定性的混凝土拌合物才是具有超流态、自密实性能,能够填充块片石堆积结构空隙的混凝土。

5.4.6 超流态机制砂自密实混凝土生产和运输过程中,应做好有关天气记录、生产记录和检验记录。

5.5 超流态机制砂自密实混凝土运输

5.5.1 超流态机制砂自密实混凝土拌合物长距离运输应采用混凝土搅拌运输车,短距离运输可采用混凝土输送泵或现场的一般运送设备。装料前装料口应保持清洁,筒体内保证干净潮湿,不得有积水、积浆。根据天气情况宜对搅拌运输车采取一定的防晒、防冻措施。

条文说明

根据混凝土输送泵的泵送能力,在泵送距离范围内的可以采用混凝土输送泵进行泵送;在泵送距离之外的要求采用混凝土搅拌运输车进行运输后泵送。采用搅拌运输车长距离运输超流态机制砂自密实混凝土拌合物,是为了避免其在运输过程中发生分层离析现象,确保混凝土的质量。另外,搅拌运输车筒内积水、积浆不仅使超流态机制砂自密实混凝土强度降低,还会影响其工作性。

5.5.2 应根据待浇筑结构物及施工准备情况,对超流态机制砂自密实混凝土的生产速度、运输时间及浇筑速度进行协调,制订合理的运输计划,确保超流态机制砂自密实混凝土的运输与浇筑在其工作性保持期内完成。

5.5.3 混凝土出机至浇筑入模之间的间隔时间不宜大于 90min,具体运输时间应符合表 5.5.3 的规定。

表 5.5.3 混凝土拌合物运输时间限制

气温(℃)	运输时间(min)	气温(℃)	运输时间(min)
20~30	60	5~9	90
10~19	75	—	—

条文说明

由于超流态机制砂自密实混凝土在浇筑过程中无须振捣,仅靠自重填充块片石堆积形成的空隙,因此要求其在入模前仍具有优异的工作性,否则将影响混凝土工程质量。缩短超流态机制砂自密实混凝土从出机到入模的时间非常必要,因此要求在施工中做好施工组织工作,保证生产、运输、施工过程的连续。

5.5.4 采用搅拌运输车运输混凝土时,途中滚筒应以 2~4r/min 的速率慢速搅动,卸料时应快速旋转搅拌罐不少于 30s,混凝土的装载量不宜大于搅拌筒几何容量的 2/3。

5.5.5 严禁向搅拌运输车内加水;运输至浇筑地点的混凝土,应在不发生离析、泌水且工作性满足要求的情况下再浇筑,否则应进行二次搅拌。二次搅拌时应保持原水胶比不变,不得加水,可适当掺入减水剂进行调节。若二次搅拌后的混凝土仍不满足要求,则该车料不得使用。

5.6 超流态机制砂自密实混凝土浇筑

5.6.1 浇筑时应考虑结构物的浇筑区域、范围、施工条件及超流态机制砂自密实混凝土拌合物的性能,并选用适当机具与浇筑方法。

5.6.2 超流态机制砂自密实混凝土浇筑前必须检查模板、支架和预埋件的位置和尺寸,确认无误后方可浇筑。

5.6.3 浇筑前,应根据浇筑仓面情况合理布置超流态机制砂自密实混凝土的浇筑点,浇筑点应均匀布置,间距宜为3~5m。

5.6.4 超流态机制砂自密实混凝土经现场检测满足本规程第4.3.2条的有关规定后方可进行浇筑。

条文说明

对现场浇筑的超流态机制砂自密实混凝土要进行检测,工作性不满足设计要求时一般采取经试验确认的可靠方法调整后方可浇筑。

5.6.5 当采用泵送入仓时,应根据试验结果及施工条件合理确定混凝土泵的种类、输送管径、配管距离及浇筑速度。

5.6.6 超流态机制砂自密实混凝土泵送施工时应符合下列规定:

- 1 混凝土的泵送和浇筑应保持其连续性,泵送间隔时间不宜大于15min。当因停泵时间过长,混凝土不能达到要求的工作性时,应及时清除泵车及泵管中的混凝土。
- 2 输送管线宜直,转弯宜缓,接头应严密;若管道向下倾斜,应防止混入空气产生阻塞。
- 3 泵送前应先用适量的、与混凝土内组分相同的胶凝材料浆体润滑输送管内壁。
- 4 泵送过程中,输送泵料斗内应具有足够的混凝土,以防吸入空气产生阻塞。
- 5 混凝土出现离析现象时,应立即用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土。

5.6.7 超流态机制砂自密实混凝土的自由倾落高度不宜大于2m。当自由倾落高度大于2m时,应通过串筒、溜管(槽)等设施下落。采用串筒、溜管(槽)等设施时应满足下列要求:

- 1 串筒、溜管(槽)等设施内壁应光滑,输送前应用相同配合比的超流态机制砂自密实砂浆润滑串筒、溜管(槽)内壁。
- 2 串筒、溜管(槽)等设施宜表面平顺,每节之间应连接牢固,并有防脱落保护措施。
- 3 运输和卸料过程中不得向串筒、溜管(槽)等设施内加水。

条文说明

块片石-机制砂自密实混凝土模板承受的侧压力大,模板支撑难度大,且为防止超流态机制砂自密实混凝土在垂直浇筑中因高度过大产生离析现象,或被堆积的碎石打散使混凝土不连续,一般需对超流态机制砂自密实混凝土的自由下落高度进行限制。当超流

态机制砂自密实混凝土的垂直浇筑高度过大时,可以采用导管法,即用直通到底部的竖管浇筑超流态机制砂自密实混凝土,在向上提管的过程中,管口始终埋在已经浇筑的超流态机制砂自密实混凝土内部,也可以采用串筒、溜管(槽)等施工方法。

5.6.8 浇筑过程中可敲击模板排除气泡。

5.6.9 浇筑过程中应采取措施防止模板、预埋件等移动或变形。

5.6.10 当浇筑点溢出混凝土时方可移动至下一浇筑点,浇筑点不应重复使用。

5.6.11 超流态机制砂自密实混凝土的浇筑宜连续进行,因故中断时,中断时间不应超过前序浇筑混凝土的初凝时间。

条文说明

超流态机制砂自密实混凝土的泵送和浇筑要求保持其连续性,当因停泵时间过长,混凝土不能达到要求的工作性时,需及时清除泵及泵管中的混凝土。

5.6.12 超流态机制砂自密实混凝土的浇筑应采取防雨(雪)措施。中雨(雪)及以上时,应停止施工,并对仓面采取防雨措施和排水措施,并不得新开浇筑仓面。

5.6.13 混凝土入模温度不宜大于 30℃,且不宜低于 5℃。

5.6.14 在相对湿度较低、风速较大的环境下浇筑混凝土时,应采取适当挡风措施防止混凝土表面过快失水。

条文说明

5.6.13、5.6.14 高温、大风对混凝土凝结硬化都不利,混凝土入模前,模板的温度过高会使混凝土内部温度升高,从而产生较大的温度应力,对混凝土结构不利;大风容易使混凝土水分挥发,不利于水泥的进一步水化。因此,对混凝土入模温度及大风时混凝土的浇筑进行了规定。

5.6.15 块片石-机制砂自密实混凝土在每一层浇筑收仓时,宜使适量块片石高出浇筑面 50~150mm,且不宜大于块片石自身高度的 1/3;若达到结构物设计顶面,应使超流态机制砂自密实混凝土全部覆盖块片石,表面应无块片石外露,平整度应满足设计要求。

5.6.16 超流态机制砂自密实混凝土抗压强度达到 10MPa 前,不得进行下一仓面的块片石入仓和堆码施工。

5.6.17 对有防渗要求的块片石-机制砂自密实混凝土,施工水平缝可采用 25 ~ 50MPa 高压水冲毛机,也可采用低压水、风砂枪、刷毛机或人工凿毛等方法对浇筑完毕的超流态机制砂自密实混凝土表面进行处理,并应排干水分后进行后续浇筑。

5.6.18 结构缝应满足设计及相关规范要求;结构缝表面应平整、洁净,外露铁件应割除。缝面填料的材料和厚度应满足设计要求。

5.7 块片石-机制砂自密实混凝土养护

5.7.1 块片石-机制砂自密实混凝土应加强早期养护,并在终凝后进行洒水养护。

5.7.2 块片石-机制砂自密实混凝土采用喷养护剂的方式进行养护时,采用的养护剂及其工艺应符合现行《水泥混凝土养护剂》(JC 901)的有关规定。

5.7.3 拆模前,暴露面宜采取覆盖、浇水、喷淋洒水等措施进行保湿养护。

条文说明

块片石-机制砂自密实混凝土的养护方式可以根据实际情况进行选择,但需保证混凝土处于有利于硬化的湿度环境中。

5.7.4 当气温低于 5℃时,应采取保温养护措施,不得向混凝土表面洒水。

5.7.5 处于冲沟地段的基础,应在混凝土浇筑前做好临时排水系统,确保混凝土浇筑后 7d 内不受流水冲刷。

5.7.6 超流态机制砂自密实混凝土强度未达到 2.5MPa 前,不得拆模,严禁其承受行人、运输工具、模板、支架及脚手架等荷载,确保混凝土不被损坏。

5.7.7 块片石-机制砂自密实混凝土拆模后应在表面覆盖麻袋或草帘等覆盖物持续养护,避免阳光直接照射块片石-机制砂自密实混凝土表面,持续养护时间应根据工程环境条件确定。

6 块片石-机制砂自密实混凝土质量检验

6.1 原材料检验

6.1.1 水泥进场检验应按每 200 ~ 400t 同厂家、同品种、同等级的水泥为一取样单位，不足 200t 的应按一个取样单位计。水泥品质的检验应按现行《通用硅酸盐水泥》(GB 175) 的规定执行。

6.1.2 超流态机制砂自密实混凝土用粗集料进场检验应符合表 6.1.2 的规定。

表 6.1.2 粗集料进场检验要求

序号	检验项目		检验方法	技术要求	取样方式	检验频率
1	粒级(mm)		GB/T 14685	5 ~ 10	随机抽样	碎石： 每2 000t为一个取样单位，不足2 000t应按一个取样单位计； 卵石： 每1 000t为一个取样单位，不足1 000t应按一个取样单位计
2	母材岩石抗压强度(MPa)		JTG E41(T 0221)	≥75		
3	压碎指标(%)		JTG E42(T 0316)	≤12		
4	含泥量(%)		JTG E42(T 0310)	≤1		
5	泥块含量(%)		JTG E42(T 0310)	≤0.5		
6	坚固性 (%)	有抗冻要求的混凝土	JTG E42(T 0314)	≤5		
7		无抗冻要求的混凝土		≤10		
8	有害 物质	有机物含量	JTG E42(T 0313)	合格		
9		硫化物及硫酸盐含量 (%)	JGJ 52	≤1		
10	针片状颗粒含量(%)		JTG E42(T 0312)	≤5		
11	吸水率(%)		JTG E42(T 0308)	≤2		
12	表观密度(kg/m ³)		JTG E42(T 0304)	≥2 600		
13	空隙率(%)		JTG E42(T 0309)	≤45		
14	碱活性		JTG E42 (砂浆长度法)	满足本规程第 3.1.4条的相关 要求	每3 000m ³ 或4 500t 为一个取样单位；当 来源稳定且连续两次 检验合格，可每6个 月检验一次	

6.1.3 超流态机制砂自密实混凝土用机制砂进场检验应符合表 6.1.3 的规定。

表 6.1.3 机制砂进场检验要求

序号	项 目		检验方法	技术 指 标					取样方法	检验频率
				I 类			II 类			
1	细度模数		JTG E42(T 0327)	符合现行《公路工程水泥混凝土用机制砂》(JT/T 819)的有关规定					随机 抽样	每 600 ~ 1 200t 为一个 取样单位, 不 足 600t 的应 按一个取样 单位计
2	级配		JTG E42(T 0327)							
3	母材岩石抗压强度 (MPa)		JTG E41(T 0221)	≥75						
4	MB 值 ≤1.4 或快速法 试验合格	MB 值	JTG E42 (T 0333、 T 0349)	≤0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.4	≤1.0	1.0 ~ 1.4		
5		石粉 含量 (%)		≤10.0	≤7.0	≤5.0	≤15.0	≤10.0		
6		MB 值 >1.4 或快速法 试验不合格		石粉 含量 (%)	≤1.0		≤3.0			
7	泥块含量(%)		JTG E42(T 0335)	≤0.2			≤1.0			
8	坚固性(%)		JTG E42(T 0340)	≤8						
9	压碎指标(%)		JTG E42(T 0350)	≤20			≤25			
10	片状颗粒含量(%)		JTG 568	≤10			≤15			
11	有害物质 含量	云母 含量 (%)	JTG E42(T 0337)	≤1.0			≤2.0			
12		轻物质 含量 (%)	JTG E42(T 0338)	≤1.0						
13		硫化物 及硫酸 盐含量 (折算成 SO ₃ ,%)	JTG E42(T 0341)	≤0.5						
14		有机物 含量 (%)	JTG E42(T 0336)	合格						
15		氯化物 含量 (%)	GB/T 14684	≤0.01			≤0.02			
16	表观密度(kg/m ³)		JTG E42(T 0328)	≥2 500						
17	松散堆积密度(kg/m ³)		JTG E42(T 0331)	≥1 400						
18	空隙率(%)		JTG E42(T 0331)	≤44						
19	吸水率(%)		JTG E42(T 0330)	≤2.0						

续表 6.1.3

序号	项 目	检验方法	技术指标		取样方法	检验频率
			I类	II类		
20	碱活性	JTG E42 (砂浆长度法)	满足本规程第 3.1.4 条的相关要求			每 3 000m ³ 或 4 500t 为一个 取样单位; 当来源稳定 且连续两次 检验合格,可 每 6 个月检 验一次

6.1.4 外加剂进场检验应按每 50 ~ 100t 为一取样单位,不足 50t 的应按一个取样单位计,检验项目应包括减水率、泌水率比、含气量、凝结时间差、坍落度损失、抗压强度比和标准自密实砂浆试验,检验应按本规程第 3.1.6 条的有关规定执行。

6.1.5 矿物掺合料进场检验应按每 100 ~ 200t 同品种掺合料为一取样单位,不足 100t 的应按一个取样单位计,粉煤灰和其他矿物掺合料的检验应按本规程第 3.1.7 条的有关规定执行。

6.1.6 块片石进场检验应符合表 6.1.6 的规定。

表 6.1.6 块片石进场检验要求

序号	检验项目	检验方法	技术要求	取样方式	检验频率
1	母材抗压强度	GB/T 14685	≥1.5 倍混凝土 强度	随机抽样	5 000 ~ 10 000m ³ 为一个 取样单位,不足 5 000m ³ 的应按 一个取样单位计
2	含泥量	本规程附录 A	≤0.2%		每仓不少于 1 次
3	吸水率	JTG E41	≤ 2.0%		
4	碱活性	JTG E42 (砂浆长度法)	满足本规程 第 3.1.4 条的 相关要求		每 3 000m ³ 或 4 500t 为一个 取样单位;当来源稳定且连续 两次检验合格时,可每 6 个月 检验一次

6.2 超流态机制砂自密实混凝土检验

6.2.1 超流态机制砂自密实混凝土拌合物检验应符合表 6.2.1 的规定。

表 6.2.1 超流态机制砂自密实混凝土拌合物检验规定

序号	检验项目	检验方法	技术要求		取样位置	取样方式	检验频率
			出机口试验合格指标	施工入仓控制合格指标			
1	坍落度 SL(mm)	GB/T 50080	≥260		出机口和仓面	随机抽样	每 4h 检验 1 次
2	倒置坍落度筒排空时间 T_d (s)		2~7		出机口和仓面		每 4h 检验 1 次
3	坍落扩展度 SF(mm)		650~850	630~870	出机口和仓面		每 4h 检验 1 次
4	扩展时间 T_{500} (s)		2~3	—	出机口和仓面		每 4h 检验 1 次
5	坍落扩展度与 J 环扩展度差值(mm)	JTG 3420 (T 0533)	0~25	0~27	出机口和仓面		每 4h 检验 1 次
6	抗离析性和泌水	GB/T 50080	无离析和泌水	—	仓面		每仓检验 1 次

6.2.2 超流态机制砂自密实混凝土的力学性能、收缩率、长期性能和耐久性应在出机口取样,试件成型过程中不得进行振捣或插捣,检验频率应为每仓检验 1 次,检验应按本规程第 4.3.6 条、第 4.3.7 条的有关规定执行。

6.3 块片石-机制砂自密实混凝土检验

6.3.1 块片石-机制砂自密实混凝土的强度应按超流态机制砂自密实混凝土强度来检验评定。当对块片石-机制砂自密实混凝土的施工质量存在争议时,可对块片石-机制砂自密实混凝土钻芯取样进行抗压强度检验。块片石-机制砂自密实混凝土的钻芯取样试验方法应按现行《钻芯法检测混凝土强度技术规程》(JGJ/T 384)的有关规定执行。

6.3.2 块片石-机制砂自密实混凝土的密实度检验应按本规程第 4.4.3 条的有关规定执行。

6.3.3 块片石-机制砂自密实混凝土拆模后,应检查其外观质量,外观质量检验应符合表 6.3.3 的规定。当发生重要部位缺损、蜂窝、麻面、孔洞、错台、跑模、掉角、表面裂缝等质量问题时,应及时处理,并做好记录。

表 6.3.3 块片石-机制砂自密实混凝土的外观质量检验规定

检验项目	性能指标	检验方法	检验频率
表面平整度	满足设计和规范要求	使用 2m 靠尺或专用工具检查	100m ² 及以上的表面检查 6 ~ 10 个点;100m ² 以下的表面检查 3 ~ 5 个点
断面几何尺寸	满足设计和规范要求	使用钢尺量测	每 20m 量测 2 个断面
重要部位缺损	不允许,若有则应修复使其满足设计要求	观察、仪器检验	全部
蜂窝、麻面	累计面积不大于 0.5%,经处理满足设计要求	观察、量测	全部
孔洞	单个面积不超过 0.01m ² ,且深度不超过混凝土集料最大粒径,经处理满足设计要求	观察、量测	全部
错台、跑模、掉角	经处理满足设计要求	观察、量测	全部
表面裂缝	短小、深度浅的表面裂缝经处理满足设计要求	观察、量测	全部

附录 A 块片石表面含泥量测试方法

A.1 目的及适用范围

A.1.1 本方法适用于块片石表面含泥量的检测。

A.2 仪器要求

A.2.1 电子秤的最大量程不小于 100kg,感量不大于 20g。

A.2.2 毛刷选用洗石毛刷,并具有一定的硬度。

A.3 试验步骤

A.3.1 在堆料场或仓面中随机取样,每块块片石样品质量不小于 40kg,每组取样不少于 3 块。

A.3.2 将块片石样品晾至表面干燥,也可以用风机等工具将块片石表面吹干,然后称量块片石质量。

A.3.3 用毛刷刷洗称重完毕的块片石表面,然后用水冲洗,直至出水清澈为止。

A.3.4 将清洗完毕后的块片石按本规程第 A.3.2 条的方式处理至表面干燥,然后称取块片石质量。

A.4 结果计算

A.4.1 块片石表面含泥量按式(A.4.1)计算确定,结果取 3 个试样测值的平均值。

$$\theta_0 = \frac{m_1 - m_2}{m_2} \times \frac{\sqrt[3]{3 m_2 / (4\pi \rho_d)}}{0.15} \times 100\% \quad (\text{A.4.1})$$

式中: θ_0 ——块片石表面含泥量(%);
 m_1 ——表面含泥的块片石质量(kg);
 m_2 ——表面冲洗干净后的块片石质量(kg);
 ρ_d ——块片石密度(kg/m³)。

附录 B 块片石体积堆积率与堆积结构空隙率测试方法

B.1 目的及适用范围

B.1.1 本方法适用于施工仓中块片石体积堆积率与堆积结构空隙率的检测。

B.2 仪器要求

B.2.1 电子秤:感量不低于 0.5kg。

B.2.2 密封材料、毛刷、水等。

B.3 试验步骤

B.3.1 用模板搭建施工仓并计算施工仓体积 V_c 。

B.3.2 对所有的模板进行密封处理,并保证其不漏水。

B.3.3 块片石堆码前,对块片石表面进行预湿处理,保持表面无明水。

B.3.4 在施工仓内逐层堆码块片石,形成稳定的堆积结构。

B.3.5 向施工仓内注满水,并计算所注入水的体积 V_s ,水的密度取 $1\ 000\text{kg}/\text{m}^3$ 。

B.4 结果计算

B.4.1 施工仓内块片石体积堆积率和堆积结构空隙率按式(B.4.1-1)、式(B.4.1-2)计算确定,结果取 3 个试样测值的平均值。

$$\Phi_d = \frac{V_c - V_s}{V_c} \times 100\% \quad (\text{B.4.1-1})$$

$$\Phi_k = \frac{V_s}{V_c} \times 100\% \quad (\text{B.4.1-2})$$

式中： Φ_d ——块片石体积堆积率(%)；
 Φ_k ——块片石堆积结构空隙率(%)；
 V_s ——施工仓内注满水的体积(L)；
 V_c ——施工仓体积(L)。

附录 C 橡胶抽拔棒法

C.1 目的和适用范围

C.1.1 本方法适用于工程现场块片石-机制砂自密实混凝土密实度的检测。

C.2 仪器要求

C.2.1 橡胶抽拔棒:直径为 100mm。

C.2.2 测长仪器:精确到 0.1mm。

C.3 试验步骤

C.3.1 块片石入仓前,在浇筑体中预埋竖向橡胶抽拔棒,橡胶抽拔棒预埋深度不小于每次浇筑高度的一半。

C.3.2 预埋橡胶抽拔棒间距为 3m,对浇筑尺寸小的结构,预埋孔间距适当减小,但数量不少于 3 个,在浇筑的超流态机制砂自密实混凝土终凝前拔出橡胶抽拔棒。

C.3.3 在橡胶抽拔棒拔出后灌满水,观察并记录拔出孔中渗水情况,观察完后注意保持孔口覆盖密封,防止水分受外界环境影响而蒸发。

C.4 试验记录

C.4.1 记录 1h、2h、4h、8h、24h 的水位下降高度,精确至 0.1mm。

C.5 合格性判定

C.5.1 每个拔出孔测试 3 次并取其平均值作为测试结果,若有 1 次测试不合格则该组数据不合格。当 24h 平均水位下降高度小于 50mm 时,则判定块片石-机制砂自密实混凝土密实度良好。

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词,采用下列写法:

- 1) 表示很严格,非这样做不可的用词,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用词,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用词,正面词采用“宜”或“可”,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 引用标准的用词采用下列写法:

- 1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时,采用“除应符合本规程的规定外,尚应符合国家和行业现行有关标准的规定”。
- 2) 在标准条文及其他规定中,当引用的标准为国家标准和行业标准时,表述为“应符合《××××××》(×××)的有关规定”。
- 3) 当引用本标准中的其他规定时,表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。