

公路砂岩集料水泥混凝土施工技术规范

2024 - 09 - 03 发布

2024 - 12 - 03 实施

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 原材料 2

5 混凝土配合比设计 5

6 混凝土生产与施工 5

7 质量管理与验收 5

附录 A（规范性）砂岩粗集料浸水压碎值试验方法..... 7

附录 B（规范性）砂岩粗集料冻融质量损失率试验方法..... 9

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由山西省交通运输厅提出、组织实施和监督检查。

山西省市场监督管理局对标准的组织实施情况进行监督检查。

本文件由山西省交通运输标准化技术委员会（SXS/TC37）归口。

本文件起草单位：山西路桥建设集团有限公司、山西昔榆高速公路有限公司、武汉理工大学、长治市武理工工程技术研究院。

本文件主要起草人：温郁斌、周明凯、贾坚华、陈潇、梁新春、宗敬云、高鹏、王宇强、李逢晟、王宏宇、张永刚、许桂青、闫鹏、梁博、刘强、郭宏、武超、王之栋。

公路砂岩集料水泥混凝土施工技术规程

1 范围

本文件规定了砂岩集料在公路工程水泥混凝土中应用的术语和定义、原材料、混凝土配合比设计、混凝土生产与施工、质量管理与验收等相关要求。

本文件适用于公路桥涵、隧道、路面及附属工程等使用的强度等级C35及以下的混凝土。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 14684 建设用砂
- GB/T 14685 建设用卵石、碎石
- GB/T 18046 用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 27690 砂浆和混凝土用硅灰
- GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- GB 50164 混凝土质量控制标准
- GB 50666 混凝土结构工程施工规范
- JGJ 55 普通混凝土配合比设计规程
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JGJ/T 193 混凝土耐久性检验评定标准
- JTG/T F30 公路水泥混凝土路面施工技术细则
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
- JTG/T 3310 公路工程混凝土结构耐久性设计规范
- JTG/T 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
- JTG 3431 公路工程岩石试验规程
- JTG/T 3650 公路桥涵施工技术规范
- JTG/T 3660 公路隧道施工技术规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

砂岩

主要由含量大于50%, 粒径0.05mm~2mm的陆源碎屑颗粒组成的碎屑岩。

3.2

砂岩粗集料

砂岩经破碎筛分制备的公称粒径大于4.75mm的碎石。

3.3

砂岩细集料

砂岩经制砂机制备的公称粒径小于4.75mm的机制砂。

3.4

砂岩集料水泥混凝土

全部或主要为砂岩集料配制的水泥混凝土。

4 原材料

4.1 水泥和矿物掺合料

水泥宜采用符合GB 175规定的强度等级为42.5的水泥, 粉煤灰应符合GB/T 1596的有关规定, 粒化高炉矿渣粉应符合GB/T 18046的有关规定, 硅灰应符合GB/T 27690的有关规定。

4.2 砂岩母岩与砂岩集料制备

4.2.1 砂岩母岩应致密无黏土夹层, 并满足表1的技术要求。砂岩母岩取用前应先人工或机械清除表面覆盖的土层或风化层。

表1 砂岩母岩技术要求

指标	混凝土强度等级	技术要求	试验方法
单轴饱水抗压强度/MPa	C30、C35	≥60	JTG 3431—T0221
	C25及以下	≥45	
耐崩解性指数/%	C30、C35	≥98	JTG 3431—T0207
	C25及以下	≥97	

4.2.2 砂岩集料制备应符合下列规定:

- a) 应按照二级破碎再筛分工艺将砂岩母岩加工成砂岩粗集料。一级破应为颚式破碎机, 二级破应为反击式破碎机, 入一级破前振动喂料机的筛条间距不宜小于75mm。
- b) 砂岩石屑不宜直接作细集料使用。

4.3 砂岩集料

4.3.1 砂岩粗集料

4.3.1.1 砂岩粗集料的技术要求应符合表2的规定。

表2 砂岩粗集料技术要求

项目	技术要求	试验方法	
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）/%	≤1.0	GB/T 14685	
含泥量（按质量计）/%	≤1.5		
泥块含量（按质量计）/%		≤0.5	GB/T 14685
压碎值/%		≤25	
针片状颗粒总含量（按质量计）/%		≤15	
有机物		合格	
坚固性（硫酸钠溶液法质量损失值）/%		≤12	
连续级配松散堆积空隙率/%		≤47	
吸水率/%		≤2.0	
碱集料反应		给出实测值	
浸水压碎值/%		≤25	附录A
冻融质量损失率/%		≤2	附录B
注：当集料碱集料反应不合格时，应采取抑制碱集料反应的措施。			

4.3.1.2 砂岩粗集料级配与规格应按照 GB/T 14685 相关方法进行检测，并应符合表 3 的规定。粗集料宜根据混凝土最大粒径采用连续两级配或连续多级配。单粒级粗集料宜用于组合成满足要求的连续粒级；亦可用于与连续粒级混合，改善其级配或配成较大粒级的连续粒级。

表3 砂岩粗集料的级配与规格

公称粒级（mm）		以下方孔筛（mm）累计筛余/%							
		2.36	4.75	9.50	16.0	19.0	26.5	31.5	37.5
连续粒级	5~16	95~100	85~100	30~60	0~10	0	0	0	0
	5~20	95~100	90~100	40~80	/	0~10	0	0	0
	5~25	95~100	90~100	/	30~70	/	0~5	0	0
	5~31.5	95~100	90~100	70~90	/	15~45	/	0~5	0
单粒粒级	5~10	95~100	80~100	0~15	0	0	0	0	0
	10~16	/	95~100	80~100	0~15	0	0	0	0
	10~20	/	95~100	85~100	/	0~15	0	0	0
	16~25	/	/	95~100	55~70	25~40	0~10	0	0
	16~31.5	/	95~100	/	85~100	/	/	0~10	0

4.3.1.3 砂岩粗集料某一粒级集料针片状含量或者吸水率不满足表 2 要求时，应采用符合表 2 要求的其他岩性集料全部代替该粒级集料。

4.3.2 砂岩细集料

4.3.2.1 砂岩细集料技术要求应符合表 4 的规定。

表4 砂岩细集料的技术要求

项目	技术要求	试验方法
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）/%	≤1.0	GB/T 14684
云母（按质量计）/%	≤2.0	
有机物	合格	
压碎值/%	≤25	GB/T 14684
碱集料反应	给出实测值	
注：当集料碱集料反应不合格时，应采取抑制碱集料反应的措施。		

4.3.2.2 砂岩细集料亚甲蓝值、石粉含量和泥块含量应符合表 5 的规定。

表5 砂岩细集料亚甲蓝值、石粉含量和泥块含量

检测指标	类别		技术要求	试验方法
石粉含量/%	桥涵结构物	亚甲蓝值<1.4	≤15.0	GB/T 14684
		亚甲蓝值≥1.4	≤5.0	
		亚甲蓝值≥3	不可用	
	路面	亚甲蓝值<1.4或合格	≤5.0	
		亚甲蓝值≥1.4或不合格	≤3.0	
		亚甲蓝值≥3	不可用	
泥块含量/%	/		≤1.0	

4.3.2.3 砂岩细集料颗粒级配按照 GB/T 14684 相关方法进行检测，并应符合表 6 的规定，实际颗粒级配除 4.75mm 和 0.6mm 筛档外，可以略有超出，但各级累计筛余超出值总和应不大于 5%。

表6 砂岩细集料的颗粒级配

级配区	1区	2区	3区
方孔筛	累计筛余/%		
4.75mm	10~0	10~0	10~0
2.36mm	35~5	25~0	15~0
1.18mm	65~35	50~10	25~0
0.6mm	85~71	70~41	40~16
0.3mm	95~80	92~70	85~55
0.15mm	97~85	94~80	94~75

4.4 外加剂

4.4.1 外加剂使用前应验证与砂岩集料、水泥和其它矿物掺合料的适应性。

4.4.2 外加剂应根据砂岩集料水泥混凝土工作性和抗冻性要求，选择减水剂、保坍剂、引气剂的一种或多种进行复合使用，也可根据需求选择其他功能性外加剂。外加剂的技术指标应符合 GB 8076、GB 50119 的规定。

4.5 拌和用水

混凝土拌和用水应符合JGJ 63的有关规定。

5 混凝土配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 砂岩集料水泥混凝土配合比设计应符合 JGJ 55 的有关规定。

5.1.2 砂岩集料水泥混凝土性能及试验方法应符合 JTG/T F30、JTG/T 3650、JTG/T 3660、JTG/T 3420 的有关规定。

5.1.3 砂岩集料水泥混凝土进行耐久性设计时，环境类别和作用等级、原材料的选用、配合比设计等均应符合 JTG/T 3310 的规定。

5.2 配合比设计要求

5.2.1 砂岩集料水泥混凝土宜采用水泥与粉煤灰作复合胶凝材料，或者水泥与粉煤灰、粒化高炉矿渣粉作复合胶凝材料。粉煤灰掺量不宜低于胶凝材料总量的 20%。添加硅灰作掺合料时，掺量宜为胶凝材料总量的 3%~5%。

5.2.2 C25、C30、C35 等级砂岩集料水泥混凝土，总胶凝材料用量不宜高于 $440\text{kg}/\text{m}^3$ ，其中水泥用量不应高于 $300\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5.2.3 砂岩集料水泥混凝土砂率应根据细度模数、石粉含量等因素经试验确定，宜在 40%~45%之间。

5.2.4 砂岩粗集料吸水率高于 1%时，在满足强度要求的条件下，用水量可比同强度等级石灰岩集料混凝土增加 $5\text{kg}/\text{m}^3 \sim 15\text{kg}/\text{m}^3$ ，且用水量不宜大于 $180\text{kg}/\text{m}^3$ 。

5.2.5 砂岩粗集料吸水率高于 1%时，混凝土减水剂掺量应比同强度等级石灰岩集料混凝土提高 10%~20%。当运输时间较长时，外加剂宜复配保坍组分，用量根据坍落度试验确定。当混凝土有抗冻性要求时，宜添加引气组分，用量根据抗冻性试验确定。

6 混凝土生产与施工

6.1 一般规定

6.1.1 砂岩集料水泥混凝土的生产与施工应符合 GB 50164、GB 50666、JTG/T 3650、JTG/T F30、JTG/T3660 的有关规定。

6.1.2 在砂岩集料水泥混凝土生产和施工过程中，应对原材料的计量、混凝土搅拌、拌和物运输、混凝土浇注、拆模及养护进行全过程控制。

6.2 生产与施工要点

6.2.1 砂岩集料水泥混凝土搅拌时间宜较普通石灰岩集料混凝土搅拌时间延长 5s~15s。

6.2.2 砂岩集料水泥混凝土收缩大，施工后应立即养生，加密洒水养生频次，并延长养生时间 3d~5d。

7 质量管理与验收

7.1 质量管理

砂岩粗集料应按表7所列项目和要求检测评定，砂岩细集料应按表8所列项目和要求检测评定，其他原材料按照相关标准检测评定。

表7 砂岩粗集料检测项目与要求

检测项目	检测频度	技术要求	试验方法	
颗粒级配	使用前检测1次，使用过程中每1000t一次	符合表3技术要求	GB/T 14685	
含泥量（按质量计）/%		符合表2技术要求		
泥块含量（按质量计）/%	使用前检测1次，使用过程中每1000t一次	符合表2技术要求	GB/T 14685	
针片状颗粒总含量（按质量计）/%				
压碎值/%				
吸水率/%				
松散堆积空隙率/%				
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）/%	使用前检测1次，料源发生变化时检测1次	符合表2技术要求		
有机物				
坚固性（硫酸钠溶液法质量损失值）/%				
碱集料反应				
浸水压碎值/%	使用前检测1次，料源发生变化时检测1次	符合表2技术要求	附录A	
冻融质量损失率/%			附录B	

表8 砂岩细集料检测项目与要求

检测项目	检测频次	技术要求	试验方法
压碎值/%	使用前检测1次，使用过程中每600t取样2个（不足600t，按600t计）检测	符合表4技术要求	GB/T 14684
有机物		符合表5技术要求	
云母（按质量计）/%			
泥块含量/%		符合表6技术要求	
石粉含量/%与亚甲蓝值			
颗粒级配			
硫化物及硫酸盐含量（按SO ₃ 质量计）/%	使用前检测1次，在料源发生变化时检测1次	符合表4技术要求	
坚固性（硫酸钠溶液法）质量损失/%			
表观密度/（kg/m ³ ）			
碱集料反应			

7.2 过程检测

砂岩集料水泥混凝土过程检测主要指混凝土拌合物性能检测，包括坍落度、坍落度损失和凝结时间检测，需满足设计与施工要求。其中坍落度与粘聚性检测在搅拌与浇注地点进行，凝结时间检测可在搅拌地点进行。

7.3 质量验收

- 7.3.1 砂岩集料水泥混凝土强度检验评定应符合 GB/T 50107 的有关规定，其它力学性能检验应符合设计要求。
- 7.3.2 砂岩集料水泥混凝土耐久性能检验评定和长期性能检验规则应符合 JGJ/T 193 的有关规定。
- 7.3.3 砂岩集料水泥混凝土工程施工质量验收应满足 JTG/T F30、JTG/T 3650、JTG F80/1 的相关要求。

附 录 A
(规范性)
砂岩粗集料浸水压碎值试验方法

A.1 目的

浸水压碎值用于评价砂岩粗集料在浸水饱和状态下抵抗压碎的能力。

A.2 仪器与材料

A.2.1 粗集料压碎值试验仪:由内径150mm、两端开口的钢制圆形试筒、压柱和底板组成,一套。

A.2.2 金属棒:直径16mm±1mm,长600mm±5mm,一端加工成半球形。

A.2.3 天平:称量不小于5kg,感量不大于1g。

A.2.4 标准筛:筛孔尺寸13.2mm、9.5mm和2.36mm方孔筛各一个。

A.2.5 托盘:不锈钢托盘,尺寸不小于40cm×60cm,三个。

A.2.6 压力机:500kN,应能在10min内达到400kN。

A.2.7 烘箱:能使温度控制在105℃±5℃。

A.3 试验准备

A.3.1 将砂岩粗集料试样用9.5mm和13.2mm实验筛充分过筛,取9.5mm~13.2mm粒级缩分至约3000g试样四份。

A.3.2 将上述试样放入容器中加水至水面没过20mm以上,浸水2h后,用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分轻轻拭干,制成浸水饱和试样。

A.3.3 取其中一份浸水饱和试样,置于105℃±5℃中烘干至恒重,测定含水率,记为 w 。

A.4 试验步骤

A.4.1 将压碎值试验仪试筒安放在底板上。

A.4.2 采用金属筒法确定石料装料量,具体为:将浸水饱和试样分3次(每次数量大体相同)均匀装入金属筒中,每次均将试样表面整平,用金属棒的半球面端从石料表面上均匀捣实25次。最后用金属棒作为直刮刀将表面仔细整平,称取试样质量计为 m_1 。以相同质量的试样进行浸水压碎值的平行试验。

A.4.3 将试样装入压碎值试模中,然后将试模放到压力机上,上下对中后开动压力机,均匀地施加荷载,在10min左右的时间内达到总荷载400kN,稳压5s,然后卸荷。

A.4.4 将试模从压力机上取下,取出试样倒在托盘,用2.36mm方孔筛通过水筛法将压碎的全部湿试样筛至1min内无明显的筛出物为止。

A.4.5 将2.36mm方孔筛筛上的集料置于在105℃±5℃的烘箱中烘干至恒重,采用天平测定质量,准确至1g,记为 m_2 。

A.4.6 每个样品平行试验3次。

A.5 计算

砂岩粗集料浸水压碎值按式(A.1)计算,精确至0.1%。

$$Q = \frac{m_1 - m_2(1 + \omega)}{m_1} \dots\dots\dots (A. 1)$$

式中:

- Q ——浸水压碎值(%);
- m_1 ——装满金属筒的饱和试样质量(g);
- m_2 ——试验后2.36mm方孔筛筛上集料质量(g);
- ω ——含水率。

以3个试样平行试验结果的算术平均值作为浸水压碎值的测定值，精确至1%，重复性试验的允许误差为平均值的10%。

附 录 B
(规范性)
砂岩粗集料冻融质量损失率试验方法

B.1 目的

冻融质量损失率用来评价砂岩粗集料在浸水饱和状态下经受规定次数的冻融循环后抵抗破坏的能力。

B.2 仪器与材料

B.2.1 低温试验箱：温度能控制在-15℃到-20℃。

B.2.2 天平：感量不大于1g，称量大于5000g。

B.2.3 标准筛：筛孔尺寸13.2mm、9.5mm方孔筛各一个。

B.2.4 烘箱：能使温度控制在105℃±5℃。

B.3 试验准备

B.3.1 将砂岩粗集料试样用9.5mm和13.2mm实验筛充分过筛，取9.5mm～13.2mm粒级缩分至约3000g试样三份。

B.3.2 将上述试样放入容器中加水至水面没过20mm以上，浸水2h后，用拧干的湿毛巾将颗粒表面的水分轻轻拭干，制成浸水饱和试样。

B.4 试验步骤

B.4.1 将浸水饱和试样放入温度为-15℃的低温试验箱中，冻结4h后取出，放入20℃±2℃的水中融化4h，如此反复冻融至规定次数为止。冻融次数规定为：在严寒地区（最冷月平均温度≤-10℃或日平均温度≤5℃的天数≥145天的地区）为10次；在寒冷地区（最冷月平均温度满足-10℃～0℃，日平均温度≤5℃的天数为90～145天的地区）为5次。

B.4.2 冻融结束后，用9.5mm方孔筛通过水筛法将全部试样筛至1min内无明显的筛出物为止。

B.4.3 将筛上集料在105℃±5℃烘箱中烘干至恒重，采用天平称取质量(m_1)，准确至1g。

B.5 计算

按式B.1计算冻融质量损失率，精确至0.1%。

$$Y = \frac{3000 - m_1}{3000} \times 100 \dots\dots\dots (B.1)$$

式中：

Y——冻融质量损失率(%)；

m_1 ——试验后 9.5mm 方孔筛筛上集料质量(g)。

以3个试样平行试验结果的算术平均值作为冻融质量损失率的测定值，精确至1%，重复性试验的允许误差为平均值的10%。