

UDC

中华人民共和国行业标准



P

JGJ 361-2014

备案号 J 1972-2015

人工碎卵石复合砂应用技术规程

Technical specification for the application of
mixed sand with crushed gravel

2014-12-17 发布

2015-08-01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

人工碎卵石复合砂应用技术规程

Technical specification for the application of
mixed sand with crushed gravel

JGJ 361 - 2014

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部

施行日期：2 0 1 5 年 8 月 1 日

中国建筑工业出版社

2014 北 京

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

第 677 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《人工碎卵石复合砂应用技术规程》的公告

现批准《人工碎卵石复合砂应用技术规程》为行业标准，编号为 JGJ 361 - 2014，自 2015 年 8 月 1 日起实施。其中，第 8.1.2 条为强制性条文，必须严格执行。

本规程由我部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2014 年 12 月 17 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2011年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2011〕17号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 人工碎卵石复合砂；4. 混凝土性能；5. 混凝土配合比设计；6. 混凝土施工；7. 砂浆；8. 质量检验和验收。

本规程中以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规程由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文解释，由重庆建工第三建设有限责任公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送至重庆建工第三建设有限责任公司（地址：重庆市渝中区袁家岗1号，邮政编码：400016）。

本 规 程 主 编 单 位：重庆建工第三建设有限责任公司
中国土木工程学会

本 规 程 参 编 单 位：中国建筑科学研究院
江苏省建筑科学研究院有限公司
徐州中联混凝土有限公司
重庆市土木建筑学会
北城致远集团有限公司
重庆建工第四建设有限责任公司

本规程主要起草人员：张 雁 杨 帆 戎君明 刘建忠
韦庆东 蒋红庆 刘 敏 杨 洁
崔 巩 李 丹 李应斌 吴华勇
袁 勇 卢光位

本规程主要审查人员：缪昌文 黄政宇 钟美秦 杨长辉
王 军 刘晓亮 王 元 蒋林华
罗 晖 夏玲玲 王林枫

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	2
3	人工碎卵石复合砂	4
3.1	一般规定	4
3.2	预制复合砂	4
3.3	现场复合砂	5
4	混凝土性能	6
4.1	拌合物性能	6
4.2	力学性能	7
4.3	长期性能和耐久性能	7
5	混凝土配合比设计	8
5.1	一般规定	8
5.2	原材料	8
5.3	配制强度的确定	9
5.4	配合比计算	10
5.5	配合比优化设计	10
5.6	配合比试配、调整与确定	13
6	混凝土施工	14
6.1	一般规定	14
6.2	混凝土制备	14
6.3	混凝土的运输、浇筑和养护	14
7	砂浆	16
7.1	一般规定	16

7.2 砌筑砂浆	16
7.3 抹灰砂浆	16
8 质量检验和验收	17
8.1 原材料	17
8.2 混凝土	17
8.3 砂浆	18
附录 A 最小空隙率级配方法	19
本规程用词说明	21
引用标准名录	22
附：条文说明	25

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	2
3	The Crushed Gravel Mixed Sand	4
3.1	General Requirements	4
3.2	Prefabricated Mixed Sand	4
3.3	Sand Mixed In-situ	5
4	Performances of Concrete	6
4.1	Mixture Properties	6
4.2	Mechanical Properties	7
4.3	Long-term Properties and Durability	7
5	Concrete Mix Design	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Raw Materials	8
5.3	Determination of Compounding Strength	9
5.4	Calculation of Mix Proportion	10
5.5	Optimal Design of Concrete Proportional	10
5.6	Trial Adjustment and Determination of Mix Proportion	13
6	Concrete Construction	14
6.1	General Requirements	14
6.2	Concrete Manufacture	14
6.3	Transportation Casting and Curing	14
7	Mortar	16
7.1	General Requirements	16
8		

7.2	Masonry Mortar	16
7.3	Plaster Mortar	16
8	Quality Inspection and Acceptance	17
8.1	Raw Materials	17
8.2	Concrete	17
8.3	Mortar	18
Appendix A	The Minimum Porosity Grading Method	19
	Explanation of Wording in This Specification	21
	List of Quoted Standards	22
	Addition: Explanation of Provisions	25

1 总 则

1.0.1 为规范人工碎卵石复合砂在工程建设中的应用，节约资源、保证工程质量，做到技术先进、安全可靠、经济合理，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于人工碎卵石复合砂在混凝土和砂浆中的应用。

1.0.3 卵石资源丰富的地区可使用人工碎卵石复合砂配制混凝土和砂浆。

1.0.4 采用人工碎卵石复合砂的混凝土及砂浆配制，应根据混凝土或砂浆性能要求选择相应的人工碎卵石复合砂。

1.0.5 在混凝土和砂浆中应用人工碎卵石复合砂，除应符合本规程外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 人工碎卵石砂 crushed gravel sand

由卵石经破碎、筛分而得的公称粒径小于 5.00mm 的颗粒。

2.1.2 人工碎卵石复合砂 mixed sand with crushed gravel

由人工碎卵石砂和细砂或特细砂混合而成的砂。

2.1.3 预制复合砂 prefabricated mixed sand

在工厂预先配制的人工碎卵石复合砂。

2.1.4 现场复合砂 sand mixed in-situ

在搅拌站（楼）现场配制的人工碎卵石复合砂。

2.2 符 号

$f_{cu,0}$ —— 混凝土的配制强度；

$f_{cu,k}$ —— 混凝土立方体抗压强度标准值；

$f_{cu,i}$ —— 第 i 组的试件强度值；

m_{fcu} —— 试件的强度平均值；

m_{Ay} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的外加剂用量；

m_{Cy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的水泥用量；

m_{Gy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的粗骨料用量；

m_{Fy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的掺合料用量；

m_{Sy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的人工碎卵石复合砂用量；

m_{Wy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的用水量；

V_{sy} —— 每立方米混凝土人工碎卵石复合砂体积；

n —— 试件组数；

- α_s -----天然砂或人工砂的空隙率；
 α_{sg} -----人工碎卵石砂空隙率；
 α_{sy} -----人工碎卵石复合砂的空隙率；
 σ -----人工碎卵石复合砂混凝土的强度标准差。

3 人工碎卵石复合砂

3.1 一般规定

3.1.1 人工碎卵石复合砂可分为工厂配制的预制复合砂和现场配制的现场复合砂。

3.1.2 人工碎卵石复合砂的级配应根据试验确定。

3.1.3 人工碎卵石复合砂的级配试验方法应符合本规程附录 A 的规定。

3.2 预制复合砂

3.2.1 预制复合砂的粗细程度按细度模数可分为粗砂、中砂和细砂，其细度模数的划分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。

3.2.2 预制复合砂的颗粒级配可按公称粒径为 $630\mu\text{m}$ 筛孔、以质量百分率表示的累计筛余量分成三个级配区，且预制复合砂的颗粒级配应处于表 3.2.2 中的某一区内，除公称粒径 5.00mm 和 $630\mu\text{m}$ 的累计筛余外，其余公称粒径的累计筛余总超出量不应大于 5%。

表 3.2.2 预制复合砂的颗粒级配

累计筛余 (%) 公称粒径	级配区	I 区	II 区	III 区
5.00mm		10~0	10~0	10~0
2.50mm		35~5	25~0	15~0
1.25mm		65~35	50~10	25~0
$630\mu\text{m}$		85~71	70~41	40~16
$315\mu\text{m}$		95~80	92~70	85~55
$160\mu\text{m}$		100~90	100~90	100~90

3.2.3 预制复合砂的泥块含量、石粉含量、压碎值指标、有害物质含量、碱活性及氯离子含量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。

3.3 现场复合砂

3.3.1 现场复合砂的原材料应符合下列规定：

1 人工碎卵石砂的颗粒级配宜符合表 3.3.1 的规定；其石粉含量、压碎值指标、有害物质含量、碱活性及氯离子含量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。

表 3.3.1 人工碎卵石砂颗粒级配

公称粒径	累计筛余（%）
5.00mm	10~0
2.50mm	35~0
1.25mm	65~10
630 μ m	85~41
315 μ m	95~70
160 μ m	100~90

2 细砂质量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。

3 当采用特细砂时，特细砂含泥量不应大于 5%，特细砂的质量指标及其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 的有关规定。

3.3.2 现场复合砂的质量应符合本规程第 3.2 节的规定。

4 混凝土性能

4.1 拌合物性能

4.1.1 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物应具有良好的黏聚性、保水性和流动性。

4.1.2 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物的坍落度、坍落扩展度、凝结时间和泌水性能应满足工程设计与施工要求。人工碎卵石复合砂混凝土拌合物的坍落度、坍落扩展度、凝结时间和泌水性能的试验方法应按现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 的规定执行。

4.1.3 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物水溶性氯离子最大含量应符合表 4.1.3 的规定，其试验方法应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的规定。

表 4.1.3 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物水溶性氯离子最大含量

环境条件	水溶性氯离子最大含量（水泥用量的质量百分比，%）		
	钢筋混凝土	预应力混凝土	素混凝土
干燥环境	0.30	0.06	1.00
潮湿但不含氯离子的环境	0.20		
潮湿且含有氯离子的环境	0.10		
腐蚀环境	0.06		

4.1.4 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物的总碱量应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。碱含量的测定和计算应符合现行国家标准《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733 的规定。

4.2 力学性能

4.2.1 人工碎卵石复合砂混凝土强度等级应按立方体抗压强度标准值确定。

4.2.2 人工碎卵石复合砂混凝土的强度标准值、强度设计值、弹性模量和轴心抗压强度宜按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值。

4.2.3 人工碎卵石复合砂混凝土力学性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 的规定。

4.3 长期性能和耐久性能

4.3.1 人工碎卵石复合砂混凝土的收缩和徐变可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值，并应符合工程设计要求。

4.3.2 人工碎卵石复合砂混凝土的抗冻、抗水渗透、抗氯离子渗透、抗碳化、抗硫酸盐侵蚀和早期抗裂性能应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定，并应符合设计要求。

4.3.3 人工碎卵石复合砂混凝土长期性能和耐久性能试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 的规定。

5 混凝土配合比设计

5.1 一般规定

5.1.1 人工碎卵石复合砂混凝土配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定，并应满足设计和施工要求。

5.1.2 人工碎卵石复合砂混凝土的最大水胶比应符合现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定。

5.1.3 当使用现场复合砂时，在人工碎卵石复合砂混凝土配合比中，应分别列出人工碎卵石砂、细砂或特细砂的性能及用量。

5.2 原材料

5.2.1 人工碎卵石复合砂细度模数应符合下列规定：

- 1 当配制强度等级不小于 C60 的混凝土时，不应低于 2.4；
- 2 当配制强度等级小于 C60 的混凝土时，不应低于 2.0。

5.2.2 人工碎卵石复合砂中的特细砂的细度模数应符合下列规定：

- 1 当配制强度等级不小于 C60 的混凝土时，不应低于 1.6；
- 2 当配制强度等级小于 C60 的混凝土时，不应低于 0.9。

5.2.3 水泥宜选用通用硅酸盐水泥，其性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定。

5.2.4 粗骨料宜采用连续级配的碎石或卵石。粗骨料最大粒径应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 和《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。粗骨料其他性能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。

5.2.5 矿物掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉、钢渣粉、

磷渣粉和硅灰，其性能应分别符合国家现行标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491、《混凝土用粒化电炉磷渣粉》JG/T 317 和《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的规定。

5.2.6 混凝土外加剂性能应符合国家现行标准《混凝土外加剂》GB 8076、《混凝土膨胀剂》GB 23439 和《混凝土防冻剂》JC 475 的规定。混凝土外加剂在工程中的使用应符合《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定。

5.2.7 拌合用水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

5.3 配制强度的确定

5.3.1 人工碎卵石复合砂混凝土的配制强度应符合下列规定：

1 当混凝土的设计强度等级小于 C60，配制强度应按下式确定：

$$f_{cu,0} \geq f_{cu,k} + 1.645\sigma \quad (5.3.1-1)$$

式中： $f_{cu,0}$ ——人工碎卵石复合砂混凝土的配制强度（MPa）；

$f_{cu,k}$ ——混凝土立方体抗压强度标准值（MPa）；

σ ——人工碎卵石复合砂混凝土的强度标准差（MPa）。

2 当设计强度不小于 C60 时，配制强度应按下式确定：

$$f_{cu,0} \geq 1.15f_{cu,k} \quad (5.3.1-2)$$

5.3.2 人工碎卵石复合砂混凝土强度标准差应按下列规定确定：

1 当具有近 1 个月～3 个月的同一品种、同一强度等级的人工碎卵石复合砂混凝土的强度资料时，其强度标准差 σ 应按下式计算：

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n f_{cu,i}^2 - mn_{cu}^2}{n-1}} \quad (5.3.2)$$

式中： $f_{cu,i}$ ——第 i 组的试件强度值（MPa）；

$m_{f_{cu}}$ —— n 组试件的强度平均值 (MPa);

n ——试件组数, n 不应小于 30。

2 对于强度等级不大于 C30 的人工碎卵石复合砂混凝土, 当 σ 计算值大于等于 3.0MPa 时, 应按式 (5.3.2) 计算结果取值; 当 σ 计算值小于 3.0MPa 时, σ 应取 3.0MPa。

3 对于强度等级大于 C30 且小于 C60 的人工碎卵石复合砂混凝土, 当混凝土 σ 计算值大于等于 4.0MPa 时, 应按式 (5.3.2) 计算结果取值; 当 σ 计算值小于 4.0MPa 时, σ 应取 4.0MPa。

4 当没有近期的同一品种、同一强度等级人工碎卵石复合砂混凝土强度资料时, 其强度标准差 σ 可按表 5.3.2 取值。

表 5.3.2 标准差 σ 值 (MPa)

混凝土强度标准值	$\leq C20$	C25~C45	C50~C55
σ	4.0	5.0	6.0

5.4 配合比计算

5.4.1 人工碎卵石复合砂混凝土的配合比设计应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

5.4.2 人工碎卵石复合砂混凝土配合比计算宜采用体积法。

5.5 配合比优化设计

5.5.1 当天然砂或人工砂的空隙率比人工碎卵石复合砂的空隙率大, 且两者之差不小于 0.02 时, 应在天然砂或人工砂混凝土配合比的基础上对人工碎卵石复合砂混凝土配合比进行优化设计。

5.5.2 人工碎卵石复合砂混凝土的配合比优化设计应符合下列规定:

1 天然砂或人工砂的空隙率和人工碎卵石复合砂的空隙率应按下列公式计算:

$$\alpha_s = \frac{\rho_s - \rho_{sb}}{\rho_s} \quad (5.5.2-1)$$

$$\alpha_{sy} = \frac{\rho_{sy} - \rho_{sby}}{\rho_{sy}} \quad (5.5.2-2)$$

式中： α_s ——天然砂或人工砂的空隙率；

ρ_s ——天然砂或人工砂的表观密度（kg/m³）；

ρ_{sb} ——天然砂或人工砂的紧密堆积密度（kg/m³）；

α_{sy} ——人工碎卵石复合砂的孔隙率；

ρ_{sy} ——人工碎卵石复合砂的表观密度（kg/m³）；

ρ_{sby} ——人工碎卵石复合砂的紧密堆积密度（kg/m³）。

2 每立方米混凝土人工碎卵石复合砂体积应按下式计算：

$$V_{sy} = V_s \times \frac{1 - \alpha_{sy}}{1 - \alpha_s} \quad (5.5.2-3)$$

式中： V_{sy} ——每立方米人工碎卵石复合砂体积（m³）；

V_s ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比砂体积（m³）。

3 人工碎卵石复合砂混凝土配合比中胶凝材料浆体体积与天然砂或人工砂混凝土配合比中胶凝材料浆体体积之比应小于1，并应按下式计算：

$$\zeta = \frac{(V_C + V_F + V_A + V_W) - (V_{sy} - V_s)}{V_C + V_F + V_A + V_W} \quad (5.5.2-4)$$

式中： ζ ——胶凝材料浆体体积比；

V_C 、 V_F 、 V_A 、 V_W ——分别为每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中水泥、掺合料、外加剂、水的体积（m³）。

4 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土水泥用量应按下式计算：

$$m_{cy} = m_c \times \zeta \quad (5.5.2-5)$$

式中： m_{cy} ——每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的水泥用量（kg/m³）；

m_c ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中水泥用

量 (kg/m^3)。

5 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土掺合料用量应按下式计算：

$$m_{\text{Fy}} = m_{\text{F}} \times \zeta \quad (5.5.2-6)$$

式中： m_{Fy} ——每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的掺合料用量 (kg/m^3)；

m_{F} ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中掺合料用量 (kg/m^3)。

6 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土外加剂用量应按下式计算：

$$m_{\text{Ay}} = m_{\text{A}} \times \zeta \quad (5.5.2-7)$$

式中： m_{Ay} ——每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的外加剂用量 (kg/m^3)；

m_{A} ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中外加剂用量 (kg/m^3)。

7 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土用水量应按下式计算：

$$m_{\text{Wy}} = m_{\text{W}} \times \zeta \quad (5.5.2-8)$$

式中： m_{Wy} ——每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的用水量 (kg/m^3)；

m_{W} ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中用水量 (kg/m^3)。

8 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土粗骨料用量应按下式计算：

$$m_{\text{Gy}} = m_{\text{G}} \quad (5.5.2-9)$$

式中： m_{Gy} ——每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的粗骨料用量 (kg/m^3)；

m_{G} ——每立方米天然砂或人工砂混凝土配合比中粗骨料用量 (kg/m^3)。

9 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土砂用量应按下式计算：

$$m_{\text{Sy}} = V_{\text{sy}} \times \rho_{\text{sy}} \quad (5.5.2-10)$$

式中： m_{sy} —— 每立方米人工碎卵石复合砂混凝土的人工碎卵石复合砂用量（ kg/m^3 ）。

5.6 配合比试配、调整与确定

5.6.1 人工碎卵石复合砂混凝土试配、调整与确定应符合现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

5.6.2 对有抗裂性能要求的人工碎卵石复合砂混凝土，其配合比应通过混凝土抗裂性能试验确定。

6 混凝土施工

6.1 一般规定

6.1.1 人工碎卵石复合砂混凝土施工前，应根据设计要求、工程性质、结构特点和环境条件等，制定人工碎卵石复合砂混凝土施工技术方案。

6.1.2 施工中应对人工碎卵石复合砂混凝土的制备、运输、浇筑和养护进行全过程质量控制。

6.1.3 首次使用的人工碎卵石复合砂混凝土配合比应进行开盘鉴定，其工作性应满足施工要求，强度应符合工程设计要求。

6.2 混凝土制备

6.2.1 混凝土搅拌机应采用强制式搅拌机，并应符合现行国家标准《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171 的规定。

6.2.2 人工碎卵石复合砂混凝土原材料计量程序及计量允许偏差应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

6.2.3 人工碎卵石复合砂混凝土应搅拌均匀。

6.2.4 当采用预制复合砂时，预制复合砂、粗骨料含水率的检验每工作班不应少于 1 次；当采用现场复合砂时，人工碎卵石砂、细砂或特细砂、粗骨料含水率的检验每工作班不应少于 1 次。

6.2.5 当雨雪天气等外界影响导致混凝土骨料含水率变化时，应及时检验含水率，并应根据检验结果调整施工配合比。

6.3 混凝土的运输、浇筑和养护

6.3.1 人工碎卵石复合砂混凝土的运输、浇筑和养护应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 和《混凝土结构

工程施工规范》GB 50666 的规定。

6.3.2 浇筑前的人工碎卵石复合砂混凝土不得出现离析或分层现象。

6.3.3 人工碎卵石复合砂混凝土浇筑时应均匀布料、振捣密实，不得漏振或过振。

6.3.4 人工碎卵石复合砂混凝土振捣密实后，在终凝前应采用机械抹面或人工抹压。

6.3.5 人工碎卵石复合砂混凝土浇筑后应立即养护，可采用覆盖保湿和浇水等措施。

7 砂 浆

7.1 一 般 规 定

7.1.1 人工碎卵石复合砂可配制砌筑砂浆和抹灰砂浆。

7.1.2 采用人工碎卵石复合砂配制的预拌砌筑砂浆或预拌抹灰砂浆，应符合国家现行标准《预拌砂浆》GB/T 25181 和《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223 的规定。

7.1.3 采用人工碎卵石复合砂配制的砂浆性能试验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 的规定。

7.2 砌 筑 砂 浆

7.2.1 采用人工碎卵石复合砂配制的砌筑砂浆性能及配合比设计应符合现行行业标准《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98 的规定。

7.2.2 采用人工碎卵石复合砂配制的砌筑砂浆砌体力学性能应符合现行国家标准《砌体结构设计规范》GB 50003 的规定。

7.3 抹 灰 砂 浆

7.3.1 配制面层抹灰砂浆的人工碎卵石复合砂不应含有公称粒径大于 5.00mm 以上的颗粒。人工碎卵石复合砂细度模数宜为 1.6~2.4，泥块含量不应大于 1.0%。

7.3.2 抹灰砂浆的性能、配合比设计及其施工应符合现行行业标准《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220 的规定。

8 质量检验和验收

8.1 原 材 料

8.1.1 预制复合砂应按同产地、同规格分批进行验收。

8.1.2 现场复合砂应对其原材料人工碎卵石砂、细砂或特细砂按同产地、同规格分批进行检验，并应对混合后的现场复合砂的颗粒级配、含泥量、泥块含量进行检验，对同配比的混凝土，每400m³或600t现场复合砂应至少检验1次。

8.1.3 人工碎卵石复合砂检验数量和检验方法应符合国家现行标准《混凝土质量控制标准》GB 50164、《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

8.1.4 水泥、粗骨料、矿物掺合料、外加剂、拌合用水的质量应符合本规程第5.2节的规定，其质量检验与验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.2 混 凝 土

8.2.1 混凝土拌合物性能应符合本规程第4.1节的规定，其质量检验与验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.2.2 人工碎卵石复合砂混凝土的力学性能应符合本规程第4.2节的规定，其质量检验与验收应符合现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.2.3 人工碎卵石复合砂混凝土的长期性能和耐久性能应符合本规程第4.3节的规定，其检验与验收应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。

8.2.4 人工碎卵石复合砂混凝土工程的施工质量检验与验收应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定。

8.3 砂 浆

8.3.1 砌筑砂浆性能应符合本规程第 7.2 节的规定，其质量检验与验收应符合现行国家标准《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203 的规定。

8.3.2 抹灰砂浆性能应符合本规程第 7.3 节的规定，其质量检验与验收应符合现行国家标准《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》GB 50210 的规定。

附录 A 最小空隙率级配方法

A.0.1 本方法适用于人工碎卵石复合砂级配的确定。

A.0.2 确定人工碎卵石复合砂的级配应采用下列设备：

- 1 秤——称量 5kg，感量 1g；
- 2 容量筒——金属制，圆柱形，内径 108mm，净高 109mm，筒壁厚 2mm，容积 1L，筒底厚度为 5mm；
- 3 烘箱——温度控制范围为 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

A.0.3 取样及试样制备应符合下列规定：

- 1 对经缩分后的人工碎卵石砂进行取样，取样体积不应少于 10L，共应取 2 批试样；
- 2 对经缩分后的细砂或特细砂进行取样，取样体积不应少于 5L，共应取 2 批试样；
- 3 人工碎卵石砂和细砂或特细砂取样应放在温度为 $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 烘箱中烘干至恒重，取出并应冷却至室温；当试样烘干后有结块，在试验前应捏碎；

4 在每批人工碎卵石砂取样中应分别称取质量为 2700g、2400g、2100g、1800g、1500g 的五份样品，应精确至 1g；

5 在每批细砂或特细砂取样中应分别称取质量为 300g、600g、900g、1200g、1500g 的五份样品，应精确至 1g；

6 应将质量比为 9 : 1、8 : 2、7 : 3、6 : 4、5 : 5 的人工碎卵石砂和细砂或特细砂充分混合，共制取 10 份人工碎卵石复合砂试样，并应将 5 个不同级配的试样组成 1 组，共 2 组备用。

A.0.4 紧密堆积密度的测试与取值应符合下列规定：

1 紧密堆积密度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；

2 每个级配应重复测定 3 次，当 3 次测定值中的最大值与

最小值之差与其算术平均值之比不大于 5% 时，应取 3 次测定值的算术平均值作为该组该级配的测定值，否则应重新测试；

3 2 组的 5 个级配测定值的排序应一致；

4 当 2 组中相同级配的 2 个测定值之差与其算术平均值之比不大于 5% 时，应取这 2 个测定值的算术平均值作为该级配的测定值，否则应重新测试。

A.0.5 人工碎卵石复合砂级配的选择应符合下列规定：

1 应按下式计算人工碎卵石砂的空隙率：

$$\alpha_{\text{scg}} = \frac{\rho_{\text{scg}} - \rho_{\text{sbcg}}}{\rho_{\text{scg}}} \quad (\text{A.0.5-1})$$

式中： α_{scg} ——人工碎卵石砂空隙率；

ρ_{scg} ——人工碎卵石砂表观密度 (kg/m^3)；

ρ_{sbcg} ——人工碎卵石砂紧密堆积密度 (kg/m^3)。

2 应按下式计算 5 个级配的人工碎卵石复合砂级配的空隙率：

$$\alpha_{\text{sy}} = \frac{\rho_{\text{sy}} - \rho_{\text{sby}}}{\rho_{\text{sy}}} \quad (\text{A.0.5-2})$$

式中： α_{sy} ——人工碎卵石复合砂空隙率；

ρ_{sy} ——人工碎卵石复合砂表观密度 (kg/m^3)；

ρ_{sby} ——人工碎卵石复合砂紧密堆积密度 (kg/m^3)。

3 当 5 个人工碎卵石复合砂级配中空隙率最小值小于人工碎卵石砂的空隙率，且该最小值所对应的级配符合本规程第 3 章的规定时，应选择该级配；否则应重新选择人工碎卵石砂或细砂、特细砂后重新级配。

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，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 《砌体结构设计规范》GB 50003
- 2 《混凝土结构设计规范》GB 50010
- 3 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
- 4 《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081
- 5 《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082
- 6 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 7 《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119
- 8 《混凝土质量控制标准》GB 50164
- 9 《砌体结构工程施工质量验收规范》GB 50203
- 10 《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204
- 11 《建筑装饰装修工程施工质量验收规范》GB 50210
- 12 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 13 《预防混凝土碱骨料反应技术规范》GB/T 50733
- 14 《通用硅酸盐水泥》GB 175
- 15 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596
- 16 《混凝土外加剂》GB 8076
- 17 《混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171
- 18 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 19 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046
- 20 《用于水泥和混凝土中的钢渣粉》GB/T 20491
- 21 《混凝土膨胀剂》GB 23439
- 22 《预拌砂浆》GB/T 25181
- 23 《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690
- 24 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52

- 25 《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55
- 26 《混凝土用水标准》JGJ 63
- 27 《建筑砂浆基本性能试验方法标准》JGJ/T 70
- 28 《砌筑砂浆配合比设计规程》JGJ/T 98
- 29 《抹灰砂浆技术规程》JGJ/T 220
- 30 《预拌砂浆应用技术规程》JGJ/T 223
- 31 《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322
- 32 《混凝土用粒化电炉磷渣粉》JG/T 317
- 33 《混凝土防冻剂》JC 475

中华人民共和国行业标准

人工碎卵石复合砂应用技术规程

JGJ 361 - 2014

条 文 说 明

制 订 说 明

《人工碎卵石复合砂应用技术规程》JGJ 361--2014，经住房和城乡建设部 2014 年 12 月 17 日以第 677 号公告批准、发布。

本规程编制过程中，编制组进行了深入的调查研究，总结了我国人工碎卵石应用多年的实践经验，同时还参考了国内外先进标准。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规程时能正确理解和执行条文规定，《人工碎卵石复合砂应用技术规程》编制组按章、节、条顺序编制了本规程的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明，还着重对强制性条文的强制理由做了解释。但是，本条文说明不具备与规程正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握规程规定的参考。

目 次

1 总则	28
2 术语和符号	29
2.1 术语	29
3 人工碎卵石复合砂	30
3.1 一般规定	30
3.2 预制复合砂	30
3.3 现场复合砂	31
4 混凝土性能	32
4.1 拌合物性能	32
4.2 力学性能	32
4.3 长期性能和耐久性能	33
5 混凝土配合比设计	34
5.1 一般规定	34
5.2 原材料	34
5.3 配制强度的确定	34
5.4 配合比计算	35
5.5 配合比优化设计	35
5.6 配合比试配、调整与确定	36
6 混凝土施工	37
6.2 混凝土制备	37
6.3 混凝土的运输、浇筑和养护	37
7 砂浆	38
7.1 一般规定	38
7.3 抹灰砂浆	38
8 质量检验和验收	39
8.1 原材料	39
附录 A 最小空隙率级配方法	40

1 总 则

1.0.1 我国河流众多，卵石资源丰富，如长江流域的重庆和武汉地区、辽河流域的沈阳地区等均有丰富的卵石资源。以长江流域为例，由长江流水携带而来的大量卵石经常堆积在河床上，严重时堵塞河道并影响航运，必须动用大型设备将卵石清除来疏通航道。因缺乏专业技术指导，被清除的卵石并没有得到有效利用。长江上游的重庆等地区，部分企业结合当地缺乏天然中砂却富有特细砂的特点，利用长江河床淤积卵石生产人工碎卵石砂并与特细砂复配，制成代替优质天然砂的人工碎卵石复合砂，并成功应用于普通混凝土、高性能混凝土和砂浆制备，从而达到了降低对矿山资源的依赖、保护生态环境、疏通河道和获得较好经济效益和社会效益的效果。由于人工碎卵石复合砂的生产和应用均有别于天然骨料，为保证人工碎卵石复合砂应用效果和工程质量，推动工程建设中人工碎卵石复合砂应用技术进步，制定本规程。

1.0.3 在卵石资源丰富、天然砂缺乏的地区，特别是清理河道被清除的卵石，经破碎后可生产人工碎卵石复合砂。用它来配制人工碎卵石复合砂混凝土和砂浆，可获得更好的经济效益和社会效益，并可促进工程建设中的节能、减排和可持续发展。

1.0.4 人工碎卵石复合砂各组分的粒形、级配以及复配比例各有不同，其性能也各有不同。应根据混凝土和砂浆的性能要求来选择适宜的人工碎卵石复合砂，以保证混凝土和砂浆性能满足设计和工程要求。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.2 与人工碎卵石砂复合的砂主要指天然砂中的细砂或特细砂，也可包括人工砂或其他类型砂。生产复合砂时应经过相关试验确定合理的复合比例，以保证人工碎卵石复合砂的质量满足相关标准要求。

2.1.3 本条规定了预制复合砂的定义，明确是产品砂，其生产地点为工厂。

2.1.4 本条规定了现场复合砂的定义，明确在搅拌站（楼）现场复合的人工碎卵石砂复合的砂，即由搅拌站（楼）的称量系统称量人工碎卵石砂和细砂或特细砂，直接进混凝土搅拌机与其他原材料搅拌成混凝土。

3 人工碎卵石复合砂

3.1 一般规定

3.1.1 根据生产地点以及工程建设中原材料进场、施工和验收的不同，将人工碎卵石复合砂分为预制复合砂和现场复合砂。

3.1.2 本条规定了人工碎卵石复合砂应通过科学的试验而非人为的经验来确定人工碎卵石砂、细砂或特细砂之间的复配比例，以保证人工碎卵石复合砂制备的混凝土和砂浆性能满足设计和施工要求。试验确定级配克服了个人经验存在的随意性和无规律性，避免了导致混凝土质量波动的潜在技术风险。

3.1.3 为了确保人工碎卵石复合砂具有较好的级配，并保证其混凝土和砂浆的性能，规定了人工碎卵石复合砂的最小空隙率级配方法。

3.2 预制复合砂

3.2.1 预制复合砂细度模数划分与现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的要求一致。预制复合砂是由人工碎卵石砂与细砂或特细砂在工厂预先配制的砂，细砂或特细砂掺入的主要目的是改善人工碎卵石砂的颗粒级配，降低人工碎卵石砂的细度模数，与人工碎卵石砂复合后形成满足标准要求的人工碎卵石复合砂。与现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 划分不同的是，预制复合砂不存在细度模数小于 1.5 的特细砂。

3.2.2 预制复合砂颗粒级配的技术要求根据现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定制定。

人工碎卵石砂中公称粒径为 2.50mm 以及 1.25mm 筛余易超出技术要求规定，而 $315\mu\text{m}$ 和 $160\mu\text{m}$ 易不满足技术要求规

定。掺入一定量的细砂或特细砂后的人工碎卵石复合砂，可以一定程度上改善人工碎卵石砂的级配，以满足本条的规定。

3.2.3 预制复合砂是一种混合砂，根据现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 规定，不以含泥量为控制指标，而应以石粉含量为控制指标。故应按照现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 中规定的方法“人工砂及混合砂中石粉含量试验（亚甲蓝法）”进行测试，通过 MB 值判定预制复合砂中的石粉是以石粉，还是泥粉为主，再按照现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定执行。

3.3 现场复合砂

3.3.1 现场复合砂是在搅拌站（楼）现场配制的人工碎卵石复合砂，因此需对其原材料：人工碎卵石砂、细砂或特细砂的性能进行规定，以保证人工碎卵石复合砂的质量：

1 规定了所采用的人工碎卵石砂的质量指标及其级配宜处在Ⅰ区和Ⅱ区合并的范围内。这是在现场复配制备的人工碎卵石复合砂质量的基本保证。

2 规定了所采用的细砂的质量指标。

3 规定了所采用的特细砂的质量指标。同时，特别规定了要严格控制特细砂的含泥量，并按现行行业标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 中的“虹吸管法”来测定其含泥量。

4 混凝土性能

4.1 拌合物性能

4.1.1 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物工作性能的好坏是决定混凝土质量的重要因素之一。因此，在配制人工碎卵石复合砂混凝土时应调整拌合物的黏聚性、保水性和流动性。

4.1.2 人工碎卵石复合砂的级配及其石粉含量的多少对混凝土的坍落度损失有影响，且复合砂中由于掺入了细砂或特细砂而带入了泥粉，也有可能对混凝土的坍落度及长期性能有较大影响。此外，用于制备碎卵石砂的卵石种类及其粒形对混凝土流动性能的变化影响也较大。因此，加强对混凝土拌合物的工作性能指标控制十分重要。同时，规定了坍落度、坍落扩展度、凝结时间和泌水性能的试验方法。

4.1.3 本条是按照现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010、《预拌混凝土》GB/T 14902 和《混凝土结构耐久性设计规范》GB 50476 中对不同环境下混凝土中氯离子最大含量的相关规定制定的水溶性氯离子最大含量；同时，也明确了人工碎卵石复合砂混凝土中水溶性氯离子最大含量的测定方法应符合现行行业标准《混凝土中氯离子含量检测技术规程》JGJ/T 322 的规定。

4.1.4 人工碎卵石复合砂混凝土拌合物的总碱量高，会加大碱骨料反应的风险，本条规定了人工碎卵石复合砂混凝土拌合物总碱量的限值及其测定、计算方法。

4.2 力学性能

4.2.1 人工碎卵石复合砂混凝土强度等级的确定与普通混凝土一样，应采用立方体抗压强度标准值来确定。

4.2.2 试验研究表明人工碎卵石复合砂配制的混凝土力学性能与天然中砂混凝土相近，均能满足混凝土结构设计规范取值要求。因此明确了现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 中有关混凝土力学性能的规定适用于人工碎卵石复合砂混凝土。

4.2.3 明确了现行国家标准《普通混凝土力学性能试验方法标准》GB/T 50081 中关于混凝土力学性能的规定同样适用于人工碎卵石复合砂混凝土。

4.3 长期性能和耐久性能

4.3.1 本条规定，人工碎卵石复合砂混凝土的收缩和徐变可按现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010 的规定取值，如有可信的试验数据，应按试验数据确定。当设计有收缩和徐变性能要求时，应满足工程设计要求。

4.3.2 本条明确了现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 对混凝土长期性能和耐久性能的规定适用于人工碎卵石复合砂混凝土。

4.3.3 本条文强调国家现行标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法标准》GB/T 50082 中关于混凝土长期性能和耐久性能的试验方法适用于人工碎卵石复合砂混凝土。

5 混凝土配合比设计

5.1 一般规定

5.1.3 混凝土生产中，采用现场复合砂时，为了便于计量和控制，在人工碎卵石复合砂混凝土配合比中应给出人工碎卵石砂、细砂或特细砂用量及性能控制指标。

5.2 原材料

5.2.1 编制组研究了复合砂对砂浆或混凝土拌合物性能和力学性能的影响。研究表明，碎卵石砂中掺入特细砂或细砂后，导致砂的细度模数降低，含泥量有一定提高，进而导致砂浆或混凝土新拌性能有所下降，同时收缩变形有一定程度提高。因此，为了更好地利用人工碎卵石砂与细砂或特细砂，对细砂或特细砂的细度模数要进行限定，同时对复合砂的细度模数也进行限定。其限定值随着强度等级的升高越来越严格。

5.2.2 为了更好地利用人工碎卵石砂与细砂或特细砂，同时也保证混凝土工程质量，对细砂或特细砂的细度模数也进行限定，其限定值随着强度等级的升高越来越严格。

5.2.4 规定了粗骨料的性能、级配和最大粒径。由于直接破碎的卵石不能完全满足连续级配的要求，为保证粗骨料为连续级配，宜采用两级配或多级配组合的方式进行调整。

5.2.5 矿物掺合料是现代混凝土不可缺少的重要组分，本条规定了人工碎卵石复合砂混凝土的矿物掺合料的性能。

5.3 配制强度的确定

5.3.1 人工碎卵石复合砂混凝土配制强度的计算分两种情况，对于强度等级不大于 C60 的混凝土，实践证明，按式 (5.3.1-1)

公式计算是合理的；对于强度等级不小于 C60 的混凝土，按式 (5.3.1-1) 计算已经不能满足要求，经大量工程实践，应采用式 (5.3.1-2) 计算确定。

5.4 配合比计算

5.4.1 人工碎卵石复合砂混凝土的配合比设计与现行行业标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 规定的一致。

5.4.2 对于人工碎卵石复合砂混凝土，采用体积法计算配合比更合理。

5.5 配合比优化设计

5.5.1 为充分发挥人工碎卵石复合砂空隙率小的优点，宜对混凝土配合比进行优化，否则人工碎卵石复合砂空隙率小的优点就难以体现，混凝土的性能也难以提高。

每一个混凝土工程师手中都有适合本地原材料、适合各种工程需要的一系列混凝土配合比。这些混凝土配合比中的砂是用当地的天然砂或人工砂。当第一次采用人工碎卵石复合砂，且天然砂或人工砂的空隙率比人工碎卵石复合砂的空隙率大，根据计算其两者之差不小于 0.02 时，在采用天然砂或人工砂的原混凝土配合比的基础上对人工碎卵石复合砂混凝土配合比进行优化设计，很有可能节省胶凝材料用量，从而提高混凝土的性能，减低混凝土成本。

混凝土配合比设计公式是半经验、半理论的公式。在采用天然砂或人工砂的原混凝土配合比的基础上，对人工碎卵石复合砂混凝土配合比进行优化设计，充分利用以前的配合比设计中得到的经验，从而避免了不必要的摸索过程，达到事半功倍的效果。

配合比优化设计的目标：由于砂空隙率减小，单位体积砂的质量就会增加，用增加部分砂的体积，取代混凝土中浆体的体积，以达到减少胶凝材料总用量的目的。

5.5.2 本条规定了人工碎卵石复合砂混凝土的配合比优化设计

应符合的规定。

3 规定了人工碎卵石复合砂混凝土配合比中胶凝材料浆体体积与天然砂或人工砂混凝土配合比中胶凝材料浆体体积之比的计算公式，只有当胶凝材料浆体体积之比小于 1，才能节省胶凝材料，提高混凝土性能。

5.6 配合比试配、调整与确定

5.6.1 人工碎卵石复合砂混凝土的配合比试配、调整与确定，在操作上与普通混凝土相同。

5.6.2 对有抗裂性能要求的人工碎卵石复合砂混凝土配合比应通过对比试验优化后确定，而非根据某研究报告或试验来确定。

6 混凝土施工

6.2 混凝土制备

6.2.1 人工碎卵石复合砂混凝土应采用强制式搅拌机搅拌以加强搅拌效果，提高搅拌质量。

6.2.2 原材料的精准称量是控制混凝土质量的前提，本条规定了原材料计量程序及计量允许偏差。

6.2.3 由于人工碎卵石复合砂颗粒表面粗糙、多棱角，其混凝土的黏稠度较大，应在天然砂混凝土搅拌时间基础上适当延长搅拌时间以提高人工碎卵石复合砂混凝土拌合物的均匀性。

6.3 混凝土的运输、浇筑和养护

6.3.1 本条规定了人工碎卵石复合砂混凝土在运输、浇筑和养护过程中的质量控制方法和规定。

6.3.2 在运输过程中人工碎卵石复合砂混凝土拌合物容易离析与分层，所以本条规定应采取措施，确保混凝土运输至浇筑现场时不得出现离析或分层现象。

6.3.3 振捣时间不足混凝土难以充分密实，过振容易导致混凝土分层离析。本条对混凝土浇筑成型时的施工措施进行了规定，以保证混凝土硬化后质量。

6.3.4、6.3.5 人工碎卵石复合砂混凝土振捣密实后终凝前应及时模压，模压后应立即养护，以防止混凝土出现裂缝。

7 砂 浆

7.1 一 般 规 定

7.1.1 目前人工碎卵石复合砂多应用于普通砂浆中的砌筑砂浆和抹灰砂浆。对于其他种类的砂浆，如地面砂浆、防水砂浆、种类繁多的特种砂浆，需积累一定工程经验后再列入规程。

7.3 抹 灰 砂 浆

7.3.1 基于抹灰砂浆的特殊性，要求抹灰砂浆中不应含有 5mm 以上的颗粒，以保证砂浆抹面的平整度。由于砂浆细粉用量较多，易于开裂，故规定人工碎卵石复合砂细度模数宜为 1.6～2.4，泥块含量不应大于 1.0%。应该指出人工碎卵石复合砂对于提高砂浆的抗裂性能是有一定好处的。

8 质量检验和验收

8.1 原 材 料

8.1.2 本条为强制性条文。

目前工程中大量使用的是现场复合砂。对现场复合砂质量的控制，是工程质量控制的重要环节。现场复合砂与天然砂和人工砂不同，不但要控制现场复合砂原材料的质量，还要控制在搅拌站现场按规定比例混合后复合砂的质量。故将本条列为强制性条文。

对各种原材料的性能进行检验合格后，根据搅拌站对现场复合砂累计计量的统计，对每 400m^3 或 600t 现场复合砂进行取样，对其颗粒级配、含泥量、泥块含量进行检验，并应符合本规程第 3.3.2 条的规定。

附录 A 最小空隙率级配方法

A.0.1 要使混凝土经济性和物理性能都得到提高，一条有效的途径是节省胶凝材料浆体用量。而节省胶凝材料浆体用量的有效途径是改善混凝土中骨料的级配。

混凝土由粗骨料和砂浆组成，砂浆由细骨料和胶凝材料浆体组成。混凝土中粗骨料之间的空隙由砂浆填充；砂浆中细骨料之间的空隙由胶凝材料浆体填充。改善细骨料级配，能使细骨料之间的空隙减少，从而达到减少胶凝材料浆体用量的目的。

本条用最小空隙率方法使细骨料之间的空隙达到最小。

A.0.4 本条规定了紧密堆积密度的试验方法及其取值方法。

1 规定了紧密堆积密度试验方法。

2 为使两种砂混合均匀，减小试验误差制定本条文。

3 两组试样的 5 个级配的测定值排序不一致，说明试验误差大，应重新试验。

4 规定了 2 组中相同级配的 2 个测定值的试验误差和该级配的测定值的取值方法。

A.0.5 本条规定了人工碎卵石复合砂级配的确定方法。

3 规定了人工碎卵石复合砂达到最优级配的条件。当级配后的人工碎卵石复合砂的空隙率达到最小，且小于人工碎卵石砂的空隙率时，才认为达到了最优级配。