建筑垃圾再生材料透水地面铺装技术规程

Technical specification for pervious ground paving with construction waste recycled materials

目 次

1 总 则 **1**

2 术 语 **2**

3 材 料 **3**

3.1 原材料 3

3.2 再生骨料透水混凝土性能与配合比设计 3

3.3 再生骨料透水砖 5

4 设 计 **6**

4.1 一般规定 6

4.2 再生骨料透水混凝土地面结构组合设计 7

4.3 再生骨料透水混凝土地面结构层设计要求 9

4.4 再生骨料透水混凝土地面接缝设计 10

5 施 工 **12**

5.1 一般规定 12

5.2 土基及垫层施工 12

5.3 基层施工 12

5.4 再生骨料透水混凝土的制备与运输 13

5.5 再生骨料透水混凝土面层的施工 14

6 质量验收 **16**

6.1 一般规定 16

6.2 再生骨料透水混凝土地面质量验收 17

7 维 护 **18**

本规程用词说明 **19**

引用标准名录 **20**

附：条文说明 **21**

1 总 则

1.0.1 为规范建筑垃圾再生材料在透水地面铺装中的应用，助力海绵城市建设，做到安全适用、技术先进、经济合理、确保质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于北京市行政区域内采用建筑垃圾再生材料的透水道路、广场、停车场等铺装工程的设计、施工和验收。

1.0.3 建筑垃圾再生材料在透水地面铺装中的应用除应符合本规程外，尚应符合国家和北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 透水地面 pervious ground

具有均匀分布的贯通性孔隙，满足透水、力学等性能要求的地面。

2.0.2 再生材料透水地面 pervious ground paving recycled materials

利用再生骨料透水混凝土、再生骨料透水砖、级配再生骨料等再生材料的透水地面。

2.0.3 再生骨料透水混凝土 pervious recycled aggregate concrete

掺用再生骨料，以水泥为主要胶凝材料制成的透水砖。

2.0.4 再生骨料透水砖 pervious recycled aggregate brick

掺用再生骨料，以水泥为主要胶凝材料制成的透水混凝土。

2.0.5 全透水结构 total pervious structure

地表水能够直接通过面层、透水基层向下渗透的结构体系。

2.0.4 半透水结构 semi-pervious structure

面层与土基之间设有不透水基层，地表水通过面层，渗透至封层或不透水基层的界面的结构体系。

3 材 料

3.1 原材料

3.1.1 再生骨料应符合下列规定：

1 再生骨料透水混凝土用再生粗骨料应符合现行国家标准《建设用再生粗骨料》GB/T 25177 的规定。其中上面层用再生粗骨料的性能应符合混凝土（制品）用 C-II 级再生粗骨料及以上的规定，其他结构层用再生粗骨料的性能宜符合混凝土（制品）用 C-III 级再生粗骨料及以上的规定；

2 再生骨料透水砖用再生粗骨料、再生细骨料应分别符合现行国家标准《建设用再生粗骨料》GB/T 25177、《建设用再生细骨料》GB/T 25176 中混凝土（制品）用再生骨料的规定；

3 基层级配骨料用再生粗骨料、再生细骨料应分别符合现行国家标准《建设用再生粗骨料》GB/T 25177、《建设用再生细骨料》GB/T 25176 中路面基层用再生骨料的规定。

3.1.2 除再生骨料以外的其他骨料应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T 135 的规定。

3.1.3 水泥应符合下列规定：

1 宜采用 42.5 及以上强度等级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，性能应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定；

2 再生骨料透水混凝土冬期施工宜采用早强型水泥。

3.1.4 硅灰应符合现行国家标准《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 的规定，粒化高炉矿渣粉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 的规定，其他矿物掺合料应符合相关标准规定。

3.1.5 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

3.1.6 彩色颜料应符合现行行业标准《混凝土和砂浆用颜料及其试验方法》JC/T 539 的规定。

3.1.7 面层保护剂应符合现行国家标准《地坪涂装材料》GB/T 22374 的规定。

3.1.8 水应符合现行行业标准《混凝土用水标准》JGJ63 的规定。

3.2 再生骨料透水混凝土性能与配合比设计

3.2.1 透水混凝土的性能应符合现行行业标准《再生骨料透水混凝土应用技术规程》CJJ/T 253 的规定。

3.2.2 透水混凝土的配制强度，参照《普通混凝土配合比设计规程》JGJ 55 的规定。

3.2.3 透水混凝土配合比设计步骤宜符合下列规定：

1 确定再生粗骨料用量，宜按式 3.2.3-1 计算确定；

$$m_g = \alpha \cdot \rho_g \quad \text{式 3.2.3-1}$$

式中：

m_g——透水混凝土中再生粗骨料用量，单位为千克每立方米(kg/m³)；

ρ_g——再生粗骨料紧密堆积密度，单位为千克每立方米(kg/m³)。

α——再生粗骨料用量修正系数，取 0.95~1.00。

2 确定胶凝材料浆体体积，应按式 3.2.3-2 计算确定；

$$V_p = 1-\alpha（1-p_g）-\beta \cdot m_g/\rho_p-1 \cdot P \quad \text{式 3.2.3-2}$$

式中：

V_p——1m³ 透水混凝土中胶凝材料浆体体积，单位为立方米(m³)；

P_g——再生粗骨料紧密堆积空隙率(%)；

β——再生粗骨料磨耗修正系数，取 0.015~0.020；

ρ_p——再生粗骨料磨耗料密度，单位为千克每立方米(kg/m³)；

P——设计孔隙率(%)。

3 确定水胶比，水胶比的选择区间宜在 0.25~0.35 之间；

4 确定胶凝材料用量，应按式 3.2.3-3 计算确定；

$$m = \frac{V_p}{R_{w/c} \cdot \rho_b/1000 + 1}\rho_b \quad \text{3.2.3-3}$$

式中：

m_b——1 m³ 透水混凝土中胶凝材料用量，单位为千克(kg)；

V_p——1 m³ 透水混凝土中浆体体积，单位为立方米(m³)；

$R_{w/c}$——水胶比；

ρ_b——胶凝材料密度，单位为千克每立方米(kg/m³)。

5 确定用水量，应按式 3.2.3-4 计算确定；

$$m_w = m_b \times R_{w/c} \quad \text{3.2.3-4}$$

式中：

m_w——1 m³ 透水混凝土中用水量，单位为千克(kg)；

m_b——1 m³ 透水混凝土中胶凝材料用量，单位为千克(kg)；

$R_{w/c}$——水胶比。

3.2.4 透水混凝土宜掺入矿物掺合料，矿物掺合料的品种和掺量应通过试配确定，粒化高炉矿渣粉掺量不宜超过 40%；硅灰掺量不宜超过 10%；同时掺用两种或两种以上的矿物掺合料时，总掺量不宜超过 40%。

3.2.5 透水混凝土中可根据需要加入化学外加剂，实际掺量经试验确定。

3.2.6 透水混凝土配合比的试配、调整与确定宜符合下列规定：

1 按计算配合比进行试拌，浆体与骨料应搅拌均匀，不应淌浆；骨料颗粒黏结良好，不应松散，当出现浆体过多沉落或不能均匀包裹骨料表面时，应调整透水混凝土浆体用量或用水量，直至得到满足工作性能的基准配合比；

2 透水混凝土性能试验，应选择 3 个不同的配合比，其中一个应为基准配合比，另外两个配合比的水胶比宜较基准水胶比分别增减 0.05，用水量宜与基准配合比相同,测定透水混凝土强度、孔隙率、透水系数；

3 采用作图法或计算法求出满足孔隙率和透水混凝土配制强度要求的水胶比，并应据此确定水泥用量和用水量，最终确定配合比。

3.2.7 对耐久性有设计要求的透水混凝土应进行相关耐久性试验验证。

3.3 再生骨料透水砖

3.3.1 再生骨料透水砖的性能应符合现行国家标准《透水路面砖和透水路面板》GB/T 25993、现行行业标准《再生骨料地面砖和透水砖》CJ/T 400 的规定。

3.3.2 缝隙透水用再生骨料透水砖宜符合现行国家标准《混凝土路面砖》GB 28635 的规定。

。

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 透水地面的设计应综合考虑渗、蓄、净、排等功能，并应在评估降雨量、蒸发量、土壤的渗透性、地表水环境质量及极端低温等条件，结合雨水控制与利用的需要进行。

4.1.2 透水地面的设计、施工，应与道路设计、排水设计、管线设计等专业配合、协调。

4.1.3 透水地面除应满足荷载、透水、抗滑、耐磨等使用功能外，还应满足抗冻等耐久性要求。

4.1.4 再生骨料透水砖地面设计宜符合现行行业标准《透水砖路面技术规程》CJJ/T 188 的规定。

4.1.5 再生骨料透水混凝土地面可分为全透水结构和半透水结构两种类型，全透水结构由透水面层和透水基层组成；半透水结构由透水面层、封层或不透水基层组成。结构各组合层功能及采用材料应符合表 4.1.5-1、表 4.1.5-2 的规定。结构组合类型的选择应根据路面荷载、土基承载能力和均匀性、冻胀性以及地下水的分布情况来确定。

表 4.1.5-1 全透水结构各组合层及采用材料

结构层		各层功能	材 料
透水面层	透水上面层	透水、耐磨、抗滑、装饰、承受荷载、抵抗环境劣化作用	宜采用质地坚硬、耐久、洁净、密实的天然骨料或 C-II级及以上再生粗骨料配制的透水混凝土
	透水下面层	透水、蓄水、承受荷载	再生骨料透水混凝土
透水基层		透水、蓄水、承受荷载	根据设计受力要求，采用再生骨料透水混凝土、级配再生骨料、级配碎石等

表 4.1.5-2 半透水结构各组合层及采用材料

结构层		各层功能	材 料
透水面层	透水上面层	透水、耐磨、防滑、装饰、承受荷载、抵抗环境劣化作用	宜采用质地坚硬、耐久、洁净、密实的天然骨料或 C-II级及以上再生粗骨料配制的透水混凝土
	透水下面层	透水、蓄水、承受荷载	再生骨料透水混凝土
封层		隔水、防水	防渗土工膜、水泥混凝土层等防水防渗材料
不透水基层		承受荷载	水泥稳定碎石、石灰粉煤灰稳定碎石、水泥混凝土等

4.1.6 当土基渗透系数不小于 1.0×10^{-4}cm/s，且土基顶面距离地下水位大于 1.0m 时，可采用全透水地面结构。

4.1.7 对地面下渗水有可能产生潜在的陡坡坍塌、滑坡灾害，对居住环境和自然环境造成危害的场所以及自重湿陷性黄土、膨胀土和高含盐土等特殊地质条件的场所，应采用半透水结构。

4.1.8 透水地面的排水系统设计应符合现行行业标准《透水水泥混凝土路面技术规程》CJJ/T135 的有关规定。

4.1.9 透水地面无障碍设计应满足现行国家标准《建筑与市政工程无障碍通用规范》GB 55019、《无障碍设计规范》GB 50763 的规定。

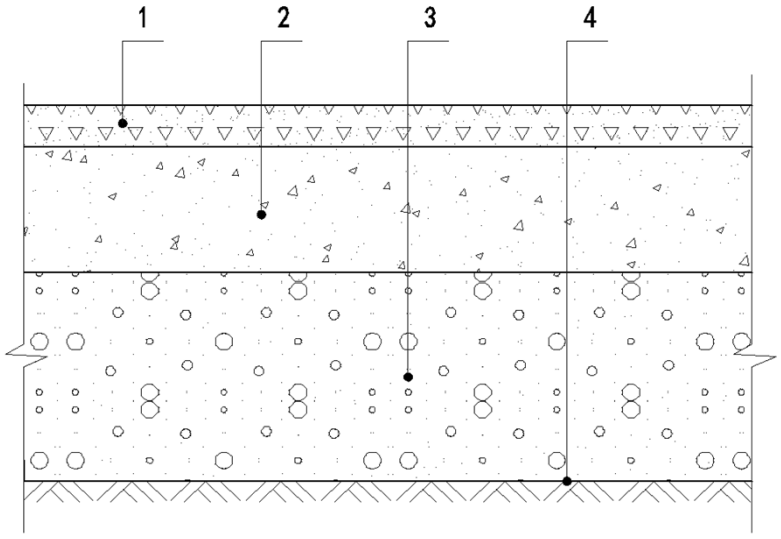
4.2 再生骨料透水混凝土地面结构组合设计

4.2.1 人群荷载采用 5kPa 荷载标准，轻型荷载采用汽车标准轴载 BZZ40，结构验算参照现行行业标准《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40 相关要求。

4.2.2 透水地面结构的透水能力应满足《海绵城市雨水控制与利用工程设计规范》DB11/ 685 的规定。

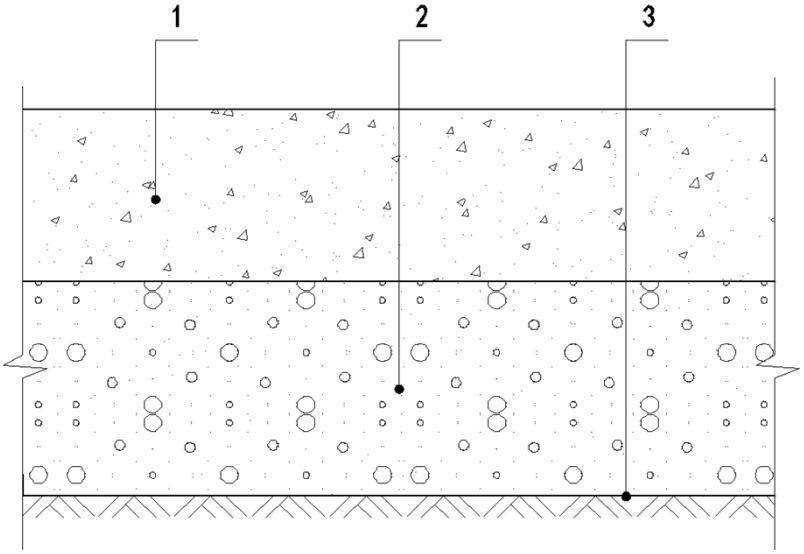
4.2.3 透水地面结构设计应按现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ169 的要求验算防冻厚度。地面最小防冻厚度应根据本市的自然区划、路基潮湿类型、道路填挖情况、道路宽度、路面材料及基层混合料的物理性能计算确定，如拟定的地面结构层不满足防冻厚度要求，应增加垫层。

4.2.4 全透水结构的透水面层宜按双面层进行组合设计，也可按单面层进行设计。



1-透水上面层；2-透水下面层；3-透水基层；4-土基

图 4.2.4-1 双面层全透水结构



1-透水面层；2-透水基层；3-土基

图 4.2.4-2 单面层全透水结构

4.2.5 双面层全透水结构各组合层设计要求应符合表 4.2.5 规定。透水上面层厚度不应小于 30mm，透水下面层的透水系数不应小于透水上面层。

表 4.2.5 双面层全透水结构各组合层设计要求

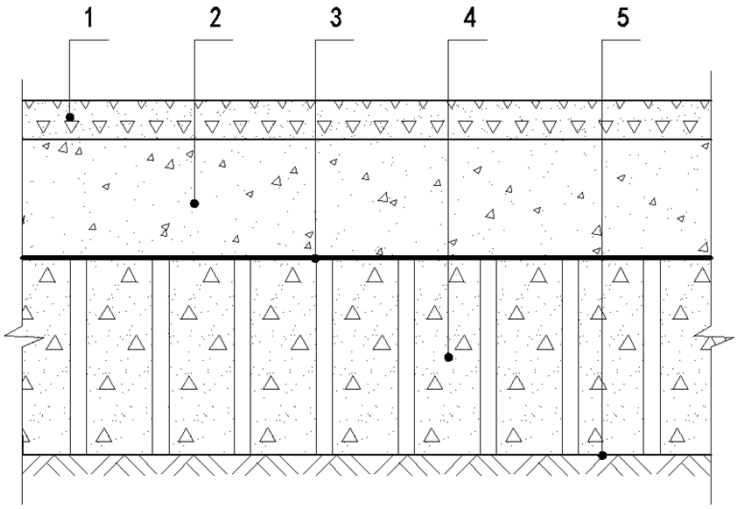
结构组合层		人行道、步行街、非机动车道、人行广场	
		厚度/mm	强度等级
透水面层	透水上面层	30~60	≥C20[a]
	透水下面层	90~120	≥C20[a]
透水基层		≥150	
注 a：园林工程透水铺装用再生骨料透水混凝土强度等级不应低于 C15。			

4.2.6 单面层全透水结构各组合层设计要求应符合表 4.2.6 规定。

表 4.2.6 单面层全透水结构各组合层设计要求

结构组合层	人行道、步行街、非机动车道、人行广场	
	厚度/mm	强度等级
透水面层	100~180	≥C20[a]
透水基层	≥150	
注 a：园林工程透水铺装用再生骨料透水混凝土强度等级不应低于 C15。		

4.2.7 半透水结构可由透水上面层、透水下面层、封层和基层组成，当基层采用不透水的水泥混凝土时，可取消封层。



1-透水上面层；2-透水下面层；3-封层；4-基层；5-土基

图 4.2.7 半透水结构

4.2.8 半透水结构各组合层设计要求应符合表 4.2.8 的规定。基层应按现行行业标准《城镇道路路面设计规范》CJJ 169 进行设计。透水下面层的透水系数不应小于透水上面层。

表 4.2.8 半透水结构各组合层设计要求

结构组合层		机动车停车场、轻型荷载道路	
		厚度/mm	强度等级
透水面层	透水上面层	40~60	≥C30
	透水下面层	120~160	≥C30
封层		满足不透水要求	

4.3 再生骨料透水混凝土地面结构层设计要求

4.3.1 透水混凝土面层应符合下列规定：

1 28d 弯拉强度应符合表 4.3.1 的规定；

表 4.3.1 透水混凝土面层弯拉强度要求

透水混凝土强度等级	≥C15	≥C20	≥C30
28d 弯拉强度/MPa	≥2.0	≥2.5	≥3.5

2 透水系数不应小于 0.5mm/s，连续孔隙率不应小于 10%；

3 抗冻性应满足 25 次冻融循环后抗压强度损失率不应大于 20%，质量损失率不应大于 5%；

4 双面层组合设计的上面层及单面层设计的面层耐磨性应满足磨坑长度不应大于 30mm；

5 当采用双面层组合设计时，上面层的骨料最大粒径不宜大于 9.5mm，下面层的骨料最大粒径不宜大于 20mm；当采用单面层设计时，面层的骨料最大粒径不宜大于 16mm；骨料的最大粒径不宜超过透水混凝土每层厚度的 1/3；

6 C-II级再生粗骨料的掺量不应大于 50%；

7 可在上面层表面干燥后喷涂面层封闭剂。

4.3.2 透水混凝土基层应符合下列规定：

1 28d 弯拉强度应符合表 4.3.2 的规定；

表 4.3.2 透水混凝土基层弯拉强度要求

透水混凝土强度等级	≥C15	≥C20
28d 弯拉强度/MPa	≥2.0	≥2.5

2 透水系数不应小于 0.5mm/s，连续孔隙率不应小于 10%；

3 抗冻性应满足 25 次冻融循环后抗压强度损失率不应大于 20%，质量损失率不应大于 5%。

4.3.3 再生级配骨料或级配碎石基层应符合下列规定：

1 可用于土质均匀，承载能力较好的土基；

2 基层顶面压实度按重型击实标准，应达到 95%以上；

3 骨料压碎值不应大于 30%，公称最大粒径不宜大于 37.5mm，粒径小于或等于 0.075 mm 的颗粒含量不应大于 3%。

4.4 再生骨料透水混凝土地面接缝设计

4.4.1 透水地面面层的平面布局宜采用矩形分块，其纵向和横向接缝应垂直相交，纵缝两侧的横缝不得相互错位。

4.4.2 纵向接缝的间距（即板宽）宜在 3.0m~4.5m 范围内选用；横向接缝的间距（即板长）宜为 4.0m~6.0m，面层板的长宽比不宜超过 1.35，平面面积不宜大于 25m^2。

4.4.3 一次铺筑宽度小于路面宽度时，应设置纵向施工缝；一次铺筑宽度大于 4.5m 时，应设置纵向缩缝；纵缝应与路线中线平行。

4.4.4 每日施工结束或因临时原因中断施工时，应设置横向施工缝，其位置宜选在缩缝或胀缝处。横向缩缝可等间距或变间距布置，应采用假缝形式。当与桥梁、建筑物或其他既有结构物有接触部位时，或者与其他道路相交处，应设置横向胀缝。

4.4.5 纵、横向接缝的构造设计应满足符合现行行业标准《公路水泥混凝土路面设计规范》JTG D40 相

关要求。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工准备应符合以下规定：

1 应进行图纸会审，结合施工现场条件制定施工方案，对施工人员进行技术交底；

2 施工前，应完成施工区域内各类管线、绿化设施等现场高程和坐标点的确认，并确认现场水电供应、交通等施工条件及安全生产和环保等绿色施工要求；

3 施工前，应按规定对上道工序进行检查验收，符合要求后方可进行下道工序施工；

4 施工前，应做好计量器具的检定和有关原材料的检验工作，确认施工机械工况良好；

5 施工前，应向透水混凝土供应方提出技术要求，进行混凝土试拌并结合运输工具、运距及气候条件对其技术措施进行确认。

5.1.2 再生骨料透水砖的施工应符合现行地方标准《透水砖路面施工与验收规程》DB11/T 686 的规定。

5.2 土基及垫层施工

5.2.1 土基施工应符合下列规定：

1 路床开挖，清理土方，并达到设计标高，修整土基，清除杂物，找平、碾压密实，压实度及外观应符合设计要求；

2 雨季施工或因故中断施工时，必须将施工层表面及时修理平整并压实。

5.2.2 垫层施工应符合下列规定：

1 通过试验确定垫层的松铺系数，并确定松铺厚度，再将料均匀地摊铺在预定的宽度上，表面应平整；

2 松铺完成后，即进行碾压，压实度应达到设计要求。垫层低洼和坑洞处，应仔细填补和压实，使其平整、密实。

5.3 基层施工

5.3.1 在土基上恢复中线，直线段每 15m~20m 设一桩，平曲线段每 10m~15m 设一桩，在路两侧边缘处设指示桩，并标示出基层高程。

5.3.2 级配再生骨料、级配碎石基层施工应符合下列规定：

1 正式摊铺前，通过试验确定松铺系数并确定松铺厚度。人工摊铺级配碎石时，其松铺系数宜为

1.40~1.50；平地机摊铺级配碎石时，其松铺系数宜为 1.25~1.35；

3 当松铺厚度超过 250mm 时须分两层铺设压实；

4 将级配料均匀摊铺在预定的宽度上，表面应平整；

5 摊铺完成后，即可进行碾压，压实度应采用重型击实标准。直线段由两侧向路中心碾压，在有超高路段上，由内侧向外侧进行碾压。

5.3.3 透水混凝土基层施工应符合现行地方标准《多孔混凝土铺装技术规程》 DB11/T 775 的规定，其他类型基层施工应符合现行行业标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ1 的规定。

5.3.4 基层完成后应加强养护，必要时覆盖养护；并严禁车辆通行，不得出现车辙；如有损坏，应在铺设面层前采用相同材料修补压实，严禁用松散粒料填补。

5.4 再生骨料透水混凝土的制备与运输

5.4.1 透水混凝土应在混凝土搅拌站预拌，混合料摊铺前应保持良好的工作性、浆体与骨料之间的黏附性及堆积状态的可塑性。

5.4.2 透水混凝土的制备应符合以下规定：

1 应采用强制式搅拌机进行搅拌，搅拌机的容量应根据工程量、施工进度、施工顺序和运输工具等参数选择；

2 宜采用分次加料搅拌工艺，搅拌流程可按图 5.4.2 进行，全部搅拌时间不宜少于 180s。第一次加水量为再生骨料达到表面润湿状态所需的附加水，宜按再生骨料吸水率下调 2%~4%计算确定；第二次加水量、第一次加胶凝材料量宜按配合比的 50%加入，最后应加入剩下的全部水量、胶凝材料量，若有外加剂宜与第三次水一起混合加入；

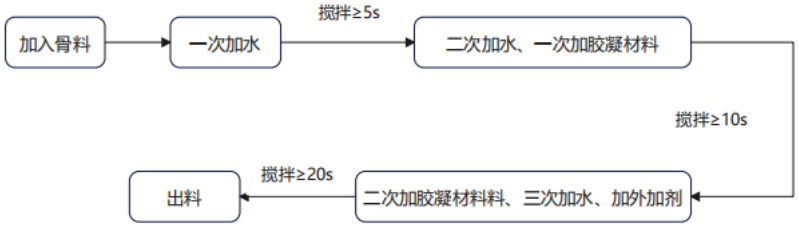


图 5.4.2 透水混凝土搅拌工艺

3 每盘原材料计量允许偏差应符合表 5.4.2 的规定；

表 5.4.2 每盘原材料计量的允许偏差

原材料种类	每盘允许偏差(按质量计)
胶凝材料(水泥、掺合料等)	±1%

化学外加剂	±1%
骨料	土 2%
拌合用水	士 1%

4 每工作台班应至少测定骨料含水率一次，并应根据含水率变化调整生产配合比。

5.4.3 透水混凝土的运输应符合以下规定：

1 运输车辆可采用混凝土罐车或自卸式卡车；

2 当采用自卸式卡车运输时，应有防止水分散失的保湿措施，低温天气应有保温措施；

3 应根据运距、交通状况、气候条件、施工现场摊铺能力确定分批的运量，运到现场的混合料应随到随用，避免积压；

4 从搅拌机出料后，运至施工地点进行摊铺、压实直至铺装完毕的允许最长时间，应根据水泥初凝时间及施工气温确定，且不宜超过 6h。

5.5 再生骨料透水混凝土面层的施工

5.5.1 面层施工前，应对基层做清洁处理。处理后的基层表面应粗糙、清洁、无积水，并保持一定湿润状态，必要时宜进行界面处理。

5.5.2 模板的支设应符合《多孔混凝土铺装技术规程》DB11/T 775 的规定。

5.5.3 透水混凝土的施工应符合以下规定：

1 施工工艺流程应符合现行地方标准《多孔混凝土铺装技术规程》DB11/T 775 的规定；

2 混合料到达后应及时摊铺，应根据摊铺方式、结构厚度和松铺系数控制摊铺厚度。当摊铺厚度不大于 200mm 时，可一次摊铺；当摊铺厚度超过 200mm 时，可分两次摊铺，下部厚度宜为总厚度的 3/5 且应考虑压实预留高度。应根据摊铺方式、结构厚度和松铺系数控制摊铺厚度，松铺系数应经试验确定，宜控制在 1.1~1.2 之间；

3 透水混凝土宜采用专用低频振动压实机，或采用平板振动器振动和专用滚压工具滚压。用平板振动器振动时避免在一个位置上持续振动，采用专用低频振动压实机压实时应辅以人工补料及找平，人工找平时，施工人员应穿上减压鞋进行操作，并应随时检查模板，如有下沉、变形或松动，应及时纠正；

4 透水混凝土面层的振动整平遍数以 3 次为宜，对缺料部位及时补料，必要时应配合人工拍实、抹平。整平时应保持模板顶面整洁，接缝处板面应平整直至将混凝土压至与模板上表面齐平为止，并应随时检查模板，如有下沉、变形或松动，应及时纠正；

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：https://d.book118.com/345032223020011222