

透水道路施工方法

秦国林¹ 顾吕² 高建华³

1. 江响水县六套水务站, 江苏盐城 224600

2. 亨泰水利工程集团有限公司, 江苏盐城 224700

3. 响水县黄圩水务站, 江苏盐城 224614

摘要: 一种透水道路施工方法, 包括步骤: S1、计算道路承载力、透水率以及透水孔的孔径和开孔间距; S2、铺设道路基层并碾压密实; S3、于道路基层上根据开孔间距铺设透水孔模具; S4、浇筑混凝土, 形成混凝土路基, 并对混凝土路基的表面进行拉毛处理; S5、根据透水率制备透水混凝土, 将透水混凝土浇筑填充于混凝土路基上的每个透水孔中, 并使透水混凝土在混凝土路基上形成透水混凝土层; S6、铺设透水沥青层。该施工方法通过在普通混凝土路基内增加透水孔, 并浇筑透水混凝土, 使普通混凝土路基与透水混凝土结合, 改善了路基的透水物理性质并提高其结构强度, 从而提高了道路的承载能力和透水率。

关键词: 透水; 道路; 施工方法

DOI:10.69979/3060-8767.24.1.009

1. 背景技术

现代城市的地表不断被钢筋混凝土的房屋建筑和不透水的路面所覆盖, 80%-90%的雨水都无法下渗成为地表径流, 只能排向管道, 导致外排压力过大, 同时还存在路面容易积水、影响出行安全、破坏路基等问题。因此, 透水混凝土作为一种高渗透性路面铺装材料, 被广泛使用在广场、步行街、停车场等较轻交通量场所, 以解决路面积水、城市内涝等现实问题, 减轻市政排水系统的压力。

但是, 在道路的施工过程中, 通常会遇到对道路承载力、耐久性及透水性要求都非常高的情况。传统透水混凝土路基+透水沥青或普通混凝土路基+普通沥青的做法, 虽然可以解决部分问题, 但是透水混凝土路基强度较低且承载力较差, 普通混凝土路基虽然满足承载力及强度要求, 但透水性问题无法解决。

因此, 亟需一种透水道路施工方法, 以解决上述问题。

2. 技术方案

提供一种透水道路施工方法, 改善了路基的透水物理性质并提高其结构强度, 从而提高了道路的承载能力和透水率。

透水道路施工方法, 包括以下步骤:

S1、计算道路承载力、透水率以及透水孔的孔径和开孔间距;

S2、铺设道路基层并碾压密实;

S3、于道路基层上根据开孔间距铺设透水孔模具;

S4、浇筑混凝土, 形成混凝土路基, 并对混凝土路

基的表面进行拉毛处理;

S5、根据透水率制备透水混凝土, 将透水混凝土浇筑填充于混凝土路基上的每个透水孔中, 并使透水混凝土在混凝土路基上形成透水混凝土层;

S6、铺设透水沥青层。

可选地, 在步骤 S1 中, 透水率通过如下公式计算得出:

透水率 = (纵向截面积 - 横向截面积) / 纵向截面积;
纵向截面积 = 宽度 * 深度。

可选地, 步骤 S1 包括如下步骤:

S11、根据透气孔的孔径和开孔间距, 计算透气孔在单位面积内的密度, 即孔隙率;

S12、根据孔隙率, 计算混凝土路基的实际有效面积;

S13、根据混凝土的设计强度和路段的设计载荷, 计算混凝土路基的承载力;

S14、根据实际有效面积和承载力计算混凝土路基的实际承载力;

S15、比较实际承载力与设计承载力, 判断透水孔对混凝土路基承载力的影响。

可选地, 在步骤 S11 中, 通过如下公式计算透水孔的孔洞面积:

$$A_{\text{hole}} = (Q_d - Q_r) / (P_c * C)$$

其中, Q_d 为设计承载力, Q_r 为路基上已有的荷载, P_c 为孔洞面积与路基面积的比例 (例如 0.1 表示孔洞面积为路基面积的 10%), C 为孔洞对路基承载力的折减系数。

可选地, 在步骤 S11 中, 通过如下公式计算透水孔的开孔间距:

$$S_{hole} = A_{hole} / P_{hole} ;$$

其中, P_{hole} 为孔洞密度, 即孔洞面积与开孔间距的比例。

可选地, 在步骤 S1 中, 混凝土路基上的实际承载力通过如下公式计算:

$$1) P = (A_{hole}) / (A);$$

其中, P 为孔隙率, A_{hole} 为孔洞面积总和, A 为路基面积;

$$2) A_a = (1 - P) * (A);$$

其中, A_a 为实际有效面积;

$$3) Q_a = Q_d * (A_a / A);$$

其中, Q_a 为实际承载力, Q_d 为设计承载力。

可选地, 在步骤 S2 中, 道路基层采用灰土和级配碎石进行铺设, 覆盖路面并碾压密实, 压实系数不小于 0.9。

可选地, 透水孔模具包括多个与透水孔的位置分布一一对应的柱体模具, 多个柱体模具的顶部通过定位筋绑扎固定, 柱体模具的高度与待浇筑的混凝土路基的高度相同, 柱体模具的直径与计算出的透水孔的孔径相等。

可选地, 步骤 S4 具体包括如下步骤:

S41、于铺设透水孔模具后的道路基层上浇筑混凝土, 混凝土的浇筑高度等于透水孔模具的高度, 并将混凝土振捣密实;

S42、待混凝土初凝后, 对混凝土的上表面进行拉横道毛纹处理;

S43、覆膜洒水养护, 养护时间不小于 7 天, 以形成混凝土路基。

可选地, 在步骤 S5 中, 透水混凝土的透水率通过达西定律计算:

$$Q = K * I * A$$

其中, Q 为单位时间内的水流量, 单位为立方米/秒; K 为渗透系数, 单位为米/秒; I 为水的压力梯度, 单位为帕/米; A 为横截面积, 单位为平方米。

3. 具体实施方式

S1、计算道路承载力、透水率以及透水孔的孔径和开孔间距。在此步骤中, 首先, 需要根据道路使用方向确认道路承载力及透水率; 然后, 依据道路承载力计算道路透水孔开孔孔径尺寸及开孔间距。

具体地, 在根据道路使用方向确认道路承载力时, 需要考虑环境因素(如水平面、温度和湿度等土壤状态)以及车流量和车辆质量因素(即每天通过道路的车辆数量和车辆的质量), 在此基础上, 可根据需求计算道路承载力。

更为具体地, 在根据道路使用方向确认道路透水率时, 道路设计因素(如道路的坡度、曲线等)、道路结构因素(如道路表面纹理、道路基础和排水结构等)以及周围环境因素(如降雨、温度和土质等)等均会影响道路的透水性。在综合考虑上述各项因素后, 可根据如下计算

公式计算道路透水率:

透水率 = (纵向截面积 - 横向截面积) / 纵向截面积;

阻塞率 = (纵向截面积 - 利用面积) / 纵向截面积;

纵向截面积 = 宽度 * 深度。

更为具体地, 在依据道路承载力计算道路透水孔开孔孔径尺寸及开孔间距时, 需按以下步骤进行:

S11、根据透气孔的孔径和开孔间距, 计算透气孔在单位面积内的密度, 即孔隙率。具体地, 透气孔的孔径和开孔间距可以通过实际测量或施工设计确定。

优选地, 在本实施例中, 透气孔为圆孔, 在此步骤中, 通过如下公式计算透水孔的孔洞面积 A_{hole} :

$$A_{hole} = (Q_d - Q_r) / (P_c * C);$$

其中, Q_d 为设计承载力, Q_r 为路基上已有的荷载, P_c 为孔洞面积与路基面积的比例(例如 0.1 表示孔洞面积为路基面积的 10%), C 为孔洞对路基承载力的折减系数。需要注意的是, 孔洞对路基承载力的折减系数 C 可以根据实际情况进行确定, 通常可参考相关设计规范或进行现场试验获得。

已知圆形面积, 即可根据圆形面积公式求得圆的直径。

一步地, 通过如下公式计算透水孔的开孔间距:

$$S_{hole} = A_{hole} / P_{hole} ;$$

其中, P_{hole} 为孔洞密度, 即孔洞面积与开孔间距的比例。

更为优选地, 本实施例中的透水孔呈梅花形阵列排布。按梅花形阵列排列的透水孔可以分散荷载以及提供更好的抗裂性能, 在相同情况下, 按梅花形阵列排布的透水孔相对于按矩形阵列排布的透水孔更不容易引起路基变形和沉降, 进而减小对混凝土路基承载力的影响。

S12、根据孔隙率, 计算混凝土路基的实际有效面积。在此步骤中, 实际有效面积即实际面积减去孔隙面积。

S13、根据混凝土的设计强度和路段的设计载荷, 计算混凝土路基的承载力。

S14、根据实际有效面积和承载力计算混凝土路基的实际承载力。

具体地, 对于受到透气孔孔洞影响的混凝土路基, 根据实际有效面积和承载力计算出该路段的实际承载力, 可以采用极限平衡法进行计算。

优选地, 混凝土路基上的实际承载力通过如下公式计算:

$$1) P = (A_{hole}) / (A);$$

其中, P 为孔隙率, A_{hole} 为孔洞面积总和, A 为路基面积;

$$2) A_a = (1 - P) * (A);$$

其中, A_a 为实际有效面积;

$$3) Q_a = Q_d * (A_a / A);$$

其中, Q_a 为实际承载力, Q_d 为设计承载力。

S15、比较实际承载力与设计承载力, 判断透水孔

对混凝土路基承载力的影响。

S2、铺设道路基层并碾压密实。

具体地，在步骤 S2 中，采用灰土和级配碎石进行道路基层的铺设，覆盖道路表面并碾压密实，压实系数不小于 0.9。

优选地，灰土配比为 12% 熟石灰+88% 素土。

S3、于道路基层上根据开孔间距铺设透水孔模具。

具体地，透水孔模具包括多个与透水孔的位置分布一一对应的柱体模具，柱体模具的高度与待浇筑的混凝土路基的高度相同，柱体模具的直径与计算出的透水孔的孔径相等。多个柱体模具的顶部通过定位筋绑扎固定，以保证该透水孔模具在后续浇筑混凝土时不发生偏移和倾倒。

S4、浇筑混凝土，形成混凝土路基，并对混凝土路基的表面进行拉毛处理。

具体地，步骤 S4 包括以下步骤：

S41、于铺设透水孔模具后的道路基层上浇筑混凝土，混凝土的浇筑高度等于透水孔模具的高度，并将混凝土振捣密实。在本实施例中，优选采用 C20 强度的混凝土进行浇筑。

S42、待混凝土初凝后，对混凝土的上表面进行拉横道毛纹处理。可选地，此步骤中可以选用铁犁耙进行拉横道毛纹处理。

S43、覆膜洒水养护，养护时间不小于 7 天，以形成混凝土路基。

S44、待混凝土路基固化后，移除透水孔模具，使混凝土路基内形成多个柱状透水孔。

在本实施例中，该柱体模具为 PVC 圆孔模具，材质为 PVC 聚氯乙烯，形状为圆直筒状。圆筒的直径与计算出的透水孔的直径一致，高度与混凝土路基高度一致，表面光滑，必要时可在外表面涂刷一层脱模剂，以便于在混凝土路基固化后取出。

S5、根据透水率制备透水混凝土，将透水混凝土浇筑填充于混凝土路基上的每个透水孔中，并使透水混凝土在混凝土路基上形成透水混凝土层。

可选地，在步骤 S5 中，透水混凝土的透水率通过达西定律计算：

$$Q=K \cdot I \cdot A$$

其中，Q 为单位时间内的水流量，单位为立方米/秒；K 为渗透系数，单位为米/秒；I 为水的压力梯度，单位为帕/米；A 为横截面积，单位为平方米。

具体地，在步骤 S5 中，根据透水率要求，透水混凝土的配比如下：

1) 水泥：10%-15%，2) 粗骨料：60%-70%，3) 细骨料：20%-25%，4) 水：12%-20% (根据混凝土的流动性需求进行适量添加)，5) 添加剂：a. 透水剂：2%-4% (可根据需要调整比例)，b. 促凝剂：根据混凝土的养护时间和气温进行选择和调整，典型的比例为 0.5%

-1.5%。

需要注意的是，在实际施工中，材料配比和添加剂比例可根据不同的设计和性能要求进行调整，本实施例在此不做限定。

再为具体地，透水混凝土浇筑前，需对混凝土路基进行洒水湿润，并冲走表面浮灰、垃圾等影响两层混凝土结合的杂质。浇筑时需确保所有透水孔均填充满透水混凝土。最后进行覆膜洒水养护，养护时间不小于 7 天。

S6、铺设透沥青层。

具体地，按照常规沥青稳定排水基层的施工方法，在步骤 S5 中施工完成的透水混凝土层上，采用高粘度的改性沥青结合料，铺设透沥青层。具体可采用机械摊铺，且摊铺需平整，并采用静压方式进行碾压。

4. 有益效果

透水道路施工方法，需要先进行施工前的准备工作，例如计算道路承载力、透水率以及透水孔的孔径和开孔间距。接下来，按照正常的施工步骤：首先，铺设道路基层，并碾压密实，此步骤用于将道路表面碾压平整，保证道路的平整性。然后，在道路基层上根据计算出孔径大小及开孔间距铺设透水孔模具；之后，浇筑混凝土，形成混凝土路基；之后，浇筑透水混凝土，将透水混凝土浇筑填充于混凝土路基上的每个透水孔中，并使透水混凝土在混凝土路基上形成透水混凝土层；最后，铺设透沥青层。也就是说，该施工方法通过在普通混凝土路基内预留透水孔，然后浇筑透水混凝土，并让透水混凝土填充透水孔，进而确保路面积水可通过透水孔向下渗透。透水混凝土层能够有效地吸收路面降雨以及地下水，避免了大量径流的产生，在一定程度上减轻了水土流失及地表径流冲击。透水混凝土层与普通混凝土路基分层结合的道路基础结构，使得路基系统整体具备了良好的透水性能，降低了路面积水对车辆行驶安全产生的影响。透水混凝土层能有效地排除降雨引起的路面积水，能减少路面湿滑、打滑等现象的发生，从而提高了路面的抗滑性能。普通混凝土路基承载能力较好，可以有效地分担车行荷载，保持路面整体稳定性。透水混凝土层与普通混凝土路基分层结合的道路基础结构采取了多层次的结构组合，这种结构具有良好的抗压性和耐久性，能够满足不同道路施工的需要，并延长道路的使用寿命。

参考文献：

- [1] 崔广华. 一种透水道路施工方法:202110955901[P][2024-08-16].
- [2] 吴思聪. 一种新型海绵城市道路多孔排水混凝土基层施工技术[J]. 四川建筑, 2022, 42(5):288-290.
- [3] 刘永伟, 张楠楠, 彭仕军, 等. 一种海绵城市排水道路施工器械. 2018[2024-08-16].