

泡沫轻质土在市政桥梁工程施工中的优越性

李建宇 谭林辉

广州市盾建建设有限公司

摘要：桥梁跳车问题作为桥梁工程的普遍存在的质量通病，长期以来一直是市政桥梁施工的一大难题，该问题主要原因是：路基和桥梁分别为柔性和刚性结构，在交通荷载作用下，沉降速率不同，日积月累造成错台，形成桥头跳车。在交通车辆经过桥头位置的时候，交通车辆很容易出现颠簸的情况，对驾驶的舒适性和安全性都有很大影响。对于该问题，尚没有彻底有效的解决办法，只能采取预防为主措施，通过改进施工方法及加强过程监督，减少或降低沉降。目前很多先进的施工工艺也被应用于市政建设中，而泡沫轻质土就是其中重要的一项工艺。泡沫轻质土施工简便，配套设备简单，工艺过程简单，施工速度快，可以有效加快施工工期，减少工后沉降。

关键词：泡沫轻质土；沉降；桥头跳车

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.20.048

一、工程概况

亚运大道-金龙路立交节点改造工程，起止点桩号K4+160~K5+415，路线全长1.255km，是广州市番禺区为解决日益增加的交通疏解而进行的改造工程。主要工程包括1座主线跨线桥以及两侧出入口、出入口改造、配套附属工程改造等。

其中广州地铁三号线东延段区间隧道位于在跨线桥下方，目前已施工完毕，尚未正式投入运营。

因考虑到桥梁下方车辆通行，故桥面标高较高，

引道较长。西侧引道桩号为K4+560~K4+770段，引道高为0~5.68m，经计算在原地面基础上最高处增加荷载为65kPa（不计汽车荷载）。东侧引道桩号为K4+963~K5+200段，填高为6.47~0m，经计算在原地面基础上最高处增加荷载75kPa（不计汽车荷载）。

广州地铁公司考虑到后期地铁区间隧道安全及未来不确定发展，要求增加安全储备，减轻地面负荷，提出必须在新建桥台台后填土及较高路段采用泡沫轻质土进行处理。

二、泡沫轻质土构成

泡沫轻质土是由集料，混合料，水泥，水，发泡剂等为原材料，采用一定工艺混合搅拌。再利用发泡系统，使用发泡剂将水泥和泡沫进行均匀混合并且开展施工的材料，与传统的材料相比，泡沫轻质土能在混凝土的内部生成数量众多、分布密集的封闭泡沫孔，从而达到轻质化效果。

三、泡沫轻质土的特性

轻质性：相对于传统施工，填充材料经常为非透水性材料，例如级配碎石等，其自身自重较大，比重达到 $16\text{kN/m}^3 \sim 19\text{kN/m}^3$ ；而泡沫轻质土材料内部分布有数量众多的微小气泡，相对重量轻，荷载小，容重可以控制在 $3\text{kN/m}^3 \sim 12\text{kN/m}^3$ ，以达到工程所需要的性能，能够适应多种施工环境，同时使用泡沫轻质土又可达减荷的目的。

施工灵活：其流动性远大于一般水泥混凝土，施工时可在远处直接通过软管进行压力泵送，加工点与现场

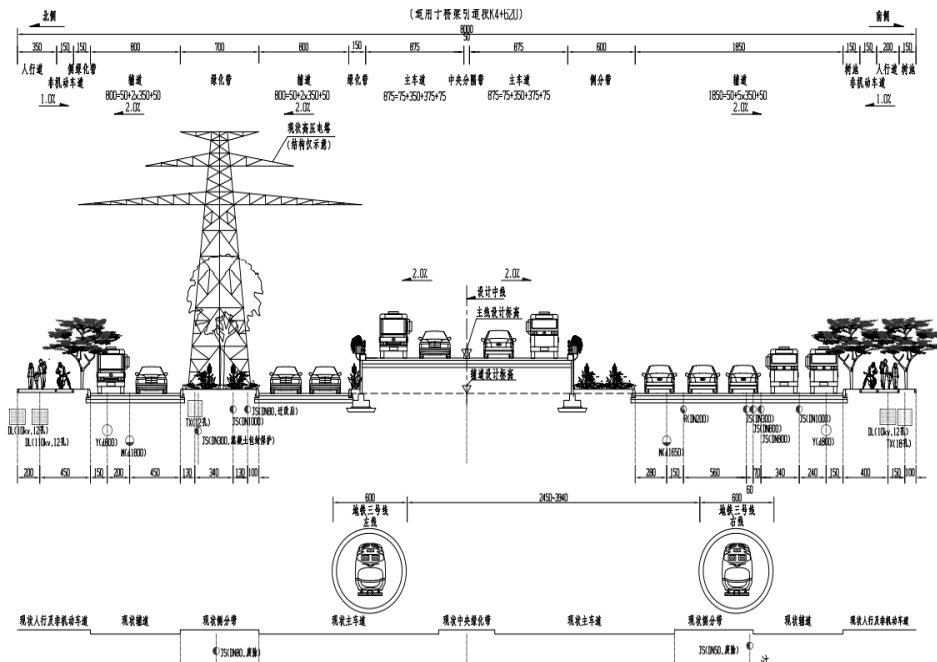


图1 地铁与桥梁位置示意图

浇筑点可相互分离，且浇筑点所需施工场地小，施工中不需额外修筑施工便道，节约征地成本，可在狭小空间施工，灵活简便。

现场干扰小：泡沫轻质土填充后可自行密实，无须进行振捣及碾压压实，能自行达到控制路基沉降的目的，施工高效便捷。应用于台背回填时，减少了施工荷载对桥台的影响；硬化后具自立性较好，能够垂直填筑，侧向压力小；对现有交通干扰少，施工噪音小，建设周期短。

施工环保：传统台背填料一般采用级配碎石等非透水性材料进行回填，施工过程中容易产生大量的粉尘，并对周围环境及空气造成污染，采用泡沫轻质土作为填料，其成品为液态，有效地减除了这些粉尘污染。

降低造价：采用泡沫轻质土作为台背填料，不需设备进行碾压，泡沫轻质土材料硬化后可自立，对台背及两侧保护壁侧向压力小，保护壁无须采用放坡设计，可直接直立，占地面积小，可以节约占地空间及降低桥梁造价。

四、施工准备

(一) 原材料检验

本工程采用普通硅酸盐P042.5(R)的水泥，原材料经过监理见证检验合格后再进行消泡试验，消泡试验应要求气泡均匀，发泡匀速。当消泡试验确定的湿密度增加率和标准沉陷距满足设计要求后进行抗压强度试验。

(二) 抗压强度试验

采用10cm×10cm×10cm立方体制造抗压强度试验试块，每组数量为6块，不需要再进行尺寸减小进行抗压强度结构试验，试验方法采用与普通混凝土强度试验方法一致。

(三) 施工配合比试配试验

施工配合比强度试验以6组试块为1组，共进行2组，分别对7天、28天龄期强度进行试验。当7天龄期抗压强度≥0.3MPa时，该配合比便可作为现场施工配合比使用。经试验本工程选用的配合比为水泥：水：复合泡沫剂=330：250：1.2，水灰比为0.75。

五、施工方法

(一) 轻质泡沫土施工工艺流程

施工准备→基底清理→测量放线→模板施工→镀锌铁丝网铺设→轻质泡沫土浇筑

(二) 施工方法

1. 基底清理

应按图纸先完成两侧保护壁的施工，再根据设计图纸，采用挖机开挖到泡沫轻质土设计标高底面，开挖过程中应注意两侧保护壁，防止对保护壁造成伤害（可提前将保护壁周围土层进行清除）。

开挖完毕后，采用人工配合机械将基底的杂物清除干净，使基底满足无松软土以及无积水的要求，并对基底土层进行反复碾压，确保压实度满足设计标准。

2. 施工分区、分层划分

泡沫轻质土施工根据泡沫轻质土初凝时间、设备供料能力，分阶段、分区域、分层次进行浇筑，以保证泡

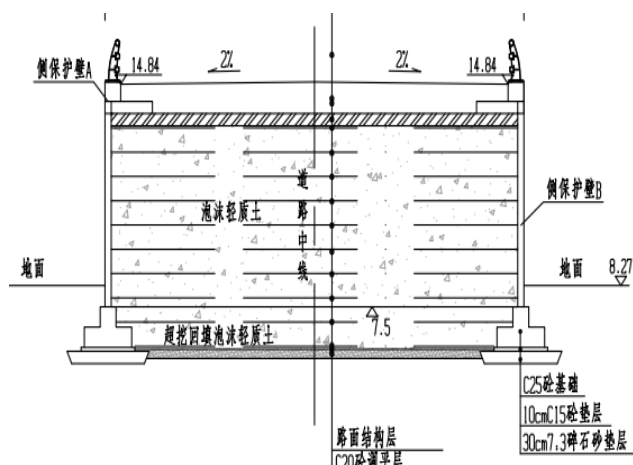


图2 泡沫轻质土施工示意图

沫轻质土施工质量，同时降低夏季高温和大体积混凝土内部温度的影响。

(1) 考虑施工面积及施工方便，单个浇筑区面积尽量控制不超过400平方米，以200~300平方米为宜。

(2) 施工平面单个浇筑区长度，以15~20m为单独施工区域进行划分浇筑。

(3) 浇筑时应分层浇筑，分层厚度一般控制在30~80cm，单层过薄不利于泡沫轻质土质量的整体性，过厚则容易压缩下部气泡轻质土中的气泡，影响下部泡沫轻质土容重，同时也给现场工人施工操作带来不便影响。现场施工可按50cm左右进行控制，以保证在水泥浆初凝前，完成单层浇筑。



图3 施工区域分层浇筑

3. 泡沫轻质土制备

要做好充分的准备工作，将水、水泥按照一定的施工比例在水泥搅拌机中配制完成，然后通过软管将水泥浆输送到中继站。在中继站利用泡沫轻质土配制设备中，将发泡剂和水制成泡沫群。然后将水泥浆和泡沫群充分均匀搅拌，最终形成泡沫轻质土。

在配制过程中，对泡沫轻质土中的水、水泥的比例

按现场情况进行适当调整，以保证配制的泡沫轻质土符合设计要求。

4. 输送

泵送长度应确保泡沫轻质土泵送质量，泵送最大长度不得超过500m。因此，为保证泡沫混凝土的稳定性，现场施工时要将搅拌机放置于桥梁引道位置，输送距离控制在200m左右。采用软管泵送泡沫轻质土。

5. 浇筑

泵送前，必须进行固定并仔细检查各管路接头，确保接头牢固。泵送过程中，安排工人不定时对泵送管的压力和接头的牢固情况进行检查，发现压力及其他异常情况，应暂停施工，及时检查并排除故障。

泡沫混凝土浇筑时，泵送管出口应与浇筑面成小角度为宜。浇筑期间应考虑保护墙的变形和位置移动，应避免出管口直接对准保护壁进行喷射。



图4 泵送管出口与浇筑面成小角度浇筑

泡沫轻质土应进行分层填筑，每层间隔时间不宜小于8小时，进行竖向填筑时，应适当控制竖向填筑速度。

施工应浇筑连续，不得中断，当发生故障或其他原因，新拌泡沫轻质土在因故停置时间超过1h，泡沫轻质土应进行报废处理，并及时清理设备及管道。

泡沫轻质土施工完成后，现场要及时进行养生，采用保鲜膜或土工布等材料进行表面覆盖进行保湿，养生时间不宜少于7天。

6. 金属网施工

安装前应对金属网外观的进行检查。发现明显生锈的金属丝网严禁使用并进行退场处理，并采用合格产品进行更换。

金属网规格为 $\Phi 6\text{mm} \times 8 \times 8\text{cm}$ 钢网，除距基层的最下一层钢网间距为10cm外，其余钢网间距为80cm。

相邻的金属网进行绑扎，应采用重叠铺设，互相搭接，纵向搭接不小于10cm，横向搭接不小于20cm，并以



图5 金属网绑扎施工

铁丝扎或U型卡连接固定重叠部位，相邻绑扎点间距不超过10mm边长。

(三) 质量控制要点

泡沫轻质土施工前，对基底表面土层进行碾压，保证大面平整，并不得有明显积水和无关杂物。

泡沫轻质土单层浇注厚度一般控制在0.3m~0.8m，根据现场情况决定实际施工厚度。

每次浇注时间不应大于泡沫轻质土的终凝时间，相邻层浇注间隔不应小于8h，温度较低时应适当延长浇注间隔时间。

浇注方向宜自中间向两端进行对称浇注，如现场具备条件，采用多条浇注管，也可从两端向中间位置对称浇注。

如果浇注层高度有差异明显，浇筑顺序应从低到高。

表面进行扫平时，应保证注管口水平稳定，不得晃动，并使浇注口尽量靠近轻质土表面。

浇筑过程中，工人应尽量避免在轻质土里走动，以防对泡沫土质量造成永久伤害。

确保最后一层达到设计强度后，方可进行上面路面层施工。在施工过程中，应避免大型设备的直接碾压。

六、结语

本文通过亚运大道-金龙路立交节点改造工程实例，介绍了泡沫轻质土在桥台台背及引道回填的施工及应用。通过实践，采用泡沫轻质土对桥台及引道进行减载换填，能够行之有效的缓解桥台、台后路基相互间的刚柔突变，同时可以规避一般填土施工之后可能出现的沉降问题，有效缩减工期，让跳车等问题获得解决，最终实现桥梁施工中的结构安全，以期能够促进桥梁施工质量的提升。

参考文献

- [1]董文. 气泡混合轻质土在桥台填筑中的质量控制研究[J]. 四川建材, 2017, 43(11): 148, 150.
- [2]徐士翠. 气泡混合轻质土在台背回填中的应用[J]. 城市道桥与防洪. 2016, (8).
- [3]吴代坤. 气泡混合轻质土在桥台填筑中的质量控制研究[J]. 广东科技. 2013, (8).
- [4]陈文平, 谭存茂, 杨和平. 气泡混合轻质土在台背回填施工中的应用[J]. 公路. 2012, (11).
- [5]董文. 气泡混合轻质土在桥台填筑中的质量控制研究[J]. 四川建材, 2017, 43(11): 148, 150.
- [6]吴代坤. 气泡混合轻质土在桥台填筑中的质量控制研究[J]. 广东科技, 2013, 22(8): 114-116.
- [7]陈忠平, 王树林. 气泡混合轻质土及其应用综述[J]. 中外公路. 2003, (5). 117-120.
- [8]戴智敏. 气泡混合轻质土的应用技术研究[J]. 中南大学. 2008.
- [9]朱敏涛, 苏奇, 吴迎春. 地铁空间上盖气泡混合轻质土的土体置换设计及施工[J]. 建筑施工. 2014, (12).

作者简介: 李建宇(1985-), 男, 本科, 一级建造师, 主要从事市政、公路工程等方面的施工及研究。