(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113863329 A
(43)申请公布日 2021.12.31

(21)申请号 202111354982.0

(22)申请日 2021.11.16

(71)申请人 中建八局第二建设有限公司
地址 250000 山东省济南市历下区文化东路16号中建文化城二期办公楼1单元17层

(72)发明人 张修飞 岳宝树 常乐乐 李根 康龙 刘萌 李臣腾

(74)专利代理机构 山东瑞宸知识产权代理有限公司 37268
代理人 刘继枝

(51)Int.Cl.
E02D 17/12(2006.01)
E02D 17/02(2006.01)

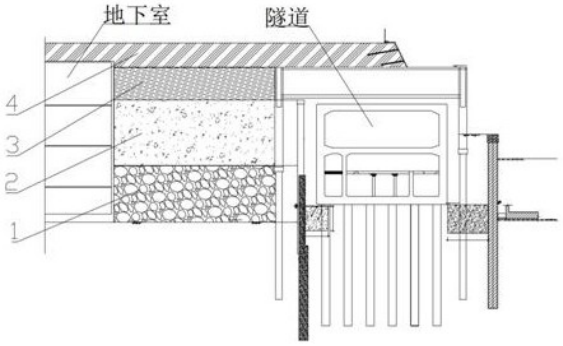
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法

(57)摘要

本发明涉及挖方回填施工的技术领域，尤其是涉及一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法。回填结构包括级配砂石层、轻集料层、素土层和高级配砂石层，所述级配砂石层铺设在回填区域最下层，所述级配砂石层包括级配砂石，所述轻集料层铺设在级配砂石层上表面，所述轻集料层包括轻集料混凝土，所述素土层铺设在轻集料层上表面，所述素土层包括素土，所述高级配砂石层铺设在最顶层，所述高级配砂石层包括高级配砂石。整体沉降控制在20mm内，变形差异横向、纵向和相邻节段均低于设计和规范要求，适用于超深肥槽不同材料分期回填结构及施工，尤其适用于对既有建筑保护的单侧深基坑回填的施工。



CN 113863329 A

1.一种超深肥槽多材料回填结构,其特征在于:包括级配砂石层(1)、轻集料层(2)、素土层(3)和高级配砂石层(4),所述级配砂石层(1)铺设在回填区域最下层,所述级配砂石层(1)包括级配砂石,所述轻集料层(2)铺设在级配砂石层(1)上表面,所述轻集料层(2)包括轻集料混凝土,所述素土层(3)铺设在轻集料层(2)上表面,所述素土层(3)包括素土,所述高级配砂石层(4)铺设在最顶层,所述高级配砂石层(4)包括高级配砂石。

2.根据权利要求1所述的一种超深肥槽多材料回填结构,其特征在于:所述级配砂石层(1)还包括混凝土,所述混凝土填充在级配砂石的砂石与砂石之间的缝隙里,所述混凝土的水灰比为0.8-1.0。

3.根据权利要求1所述的一种超深肥槽多材料回填结构,其特征在于:所述轻集料层(2)的轻集料混凝土为A型轻集料混凝土,最大粒度为15mm-19mm。

4.一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:包括以下施工步骤:

步骤一:利用施工信息化技术进行模型分析和隧道评估,所述模型分析包括肥槽回填分析、场地填筑规模分析和材料性质分析,所述隧道评估包括环隧结构的代表性评估、环隧结构的变形控制需求评估;

步骤二:利用模型分析和隧道评估的分析数据和评估结果进行设计优化和方案选型,首先利用BIM技术绘制多种工况下隧道与周边回填情况模型,之后利用施工模拟软件创建施工动画进行方案模拟,最后进行方案的初步确定;

步骤三:利用地下水模拟软件进行降水影响的三维模拟分析和地下水开采分析,所述降水影响包括降水运行效果与回灌效果,所述地下水开采分析包括地下水开采和回灌效果综合分析,利用分析结果进行方案的最终确定;

步骤四:进行级配砂石层铺设,包括级配砂石回填铺设和注浆回填,首先进行级配砂石铺设,并预埋注浆管,之后利用预埋注浆管进行注浆回填,最后进行级配砂石层夯实;

步骤五:进行轻集料层铺设,采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业,一层浇筑完成后等待凝结后在进行下一层浇筑;

步骤六:进行素土层铺设,首先采用分段回填铺设施工方式铺设素土,且在段与段之间和层与层的接触处将素土制作成斜坡形并形成错缝,之后根据空气湿度进行洒水,最后进行素土层夯实;

步骤七:进行高级配砂石层铺设,首先采用分层铺设高级配砂石,之后进行与外墙上的水平控制点对应检查,最后到达相应连通道底板标高后停止回填铺设,所述分层铺设过程中每铺设一层后都进行高级配砂石层夯实;

步骤八:对完工后回填结构部分和隧道部分进行监测,监测自回填施工开始至回填完预定年限后评估完成为止。

5.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤一中所述隧道评估还包括隧道结构变形及内力预测分析,利用岩土和隧道结构专用分析系统生成模型,并分步模拟施工工况和计算初始地应力。

6.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤三中所述地下水开采和回灌效果综合分析包括地下水的补排关系分析和地下水的补给能力分析。

7.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤四中所述级配砂石回填铺设采用分层回填方式,每层为200mm-300mm,所述注浆回填时的注浆流量为

15-20L/min,注浆压力为0.2-0.3Mpa,所述级配砂石层夯实时首先碾压3-6次,夯打3-6次。

8.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤五所述采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业,其中每层浇筑厚度为0.6-1m,浇筑过程中泵送管出口与浇筑面保持水平,浇筑完成后养护时间为7-10天。

9.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤六所述根据空气湿度进行洒水控制含水率在8%-12%,所述错缝与错缝之间距离为0.8-1.2m,所述素土层夯实前虚铺厚度为250-350mm,夯实次数为6-8次,夯实后素土层厚度为200-300mm,夯实后进行环刀取样,测量素土层干密度,压实系数为0.94-0.96,最后在素土层上表面铺一层素土。

10.根据权利要求4所述的一种超深肥槽多材料回填方法,其特征在于:步骤七所述采用分层铺设高级配砂石,每层虚铺厚度为250mm-280mm,所述高级配砂石层夯实,每层夯实次数为3-5次,夯实后进行灌砂取样,压实系数为0.95-0.98。

一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法

技术领域

[0001] 本发明涉及挖方回填施工的技术领域，尤其是涉及一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法。

背景技术

[0002] 为缓解地上交通压力，城市地下轨道交通迅速发展，很多地下建筑先于地上建筑修建，后期规划建筑施工与城市轨道等连通，在后期建筑施工中不可避免出现分期回填结构及施工。

[0003] 相关技术中，传统单一材料回填，如灰土回填后期沉降较大、回填深度大压实困难，或轻集料混凝土回填成本高、收缩大等难题得以解决。

发明内容

[0004] 为了降低回填对周围环境影响，有效控制回填材料的沉降和变形，保护建筑，本发明提供一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法。

[0005] 本发明提供的一种超深肥槽多材料回填结构及回填方法采用如下的技术方案：

一种超深肥槽多材料回填结构，包括级配砂石层、轻集料层、素土层和高级配砂石层，所述级配砂石层铺设在回填区域最下层，所述级配砂石层包括级配砂石，所述轻集料层铺设在级配砂石层上表面，所述轻集料层包括轻集料混凝土，所述素土层铺设在轻集料层上表面，所述素土层包括素土，所述高级配砂石层铺设在最顶层，所述高级配砂石层包括高级配砂石。

[0006] 优选的，所述级配砂石层还包括混凝土，所述混凝土填充在级配砂石的砂石与砂石之间的缝隙里，所述混凝土的水灰比为0.8-1.0。

[0007] 优选的，所述轻集料层的轻集料混凝土为A型轻集料混凝土，最大粒度为15mm-19mm。

[0008] 通过采用上述技术方案，多材料回填方案解决的单一材料的弊端，多材料回填结构沉降小、易压实、收缩小，级配砂石层承载能力高且渗水性好，轻集料材质比土质轻，对下层结构压力减小，素土成本低且接近天然土壤成分过渡性较好，高级配砂石密实度高且承载力强。

[0009] 一种超深肥槽多材料回填方法，包括以下施工步骤：

步骤一：利用施工信息化技术进行模型分析和隧道评估，所述模型分析包括肥槽回填分析、场地填筑规模分析和材料性质分析，所述隧道评估包括环隧结构的代表性评估、环隧结构的变形控制需求评估；

步骤二：利用模型分析和隧道评估的分析数据和评估结果进行设计优化和方案选型，首先利用BIM技术绘制多种工况下隧道与周边回填情况模型，之后利用施工模拟软件创建施工动画进行方案模拟，最后进行方案的初步确定；

步骤三：利用地下水模拟软件进行降水影响的三维模拟分析和地下水开采分析，

所述降水影响包括降水运行效果与回灌效果，所述地下水开采分析包括地下水开采和回灌效果综合分析，利用分析结果进行方案的最终确定；

步骤四：进行级配砂石层铺设，包括级配砂石回填铺设和注浆回填，首先进行级配砂石铺设，并预埋注浆管，之后利用预埋注浆管进行注浆回填，最后进行级配砂石层夯实；

步骤五：进行轻集料层铺设，采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业，一层浇筑完成后等待凝结后在进行下一层浇筑；

步骤六：进行素土层铺设，首先采用分段回填铺设施工方式铺设素土，且在段与段之间和层与层的接触处将素土制作成斜坡形并形成错缝，之后根据空气湿度进行洒水，最后进行素土层夯实；

步骤七：进行高级配砂石层铺设，首先采用分层铺设高级配砂石，之后进行与外墙上的水平控制点对应检查，最后到达相应连通道底板标高后停止回填铺设，所述分层铺设过程中每铺设一层后都进行高级配砂石层夯实；

步骤八：对完工后回填结构部分和隧道部分进行监测，监测自回填施工开始至回填完预定年限后评估完成为止。

[0010] 通过采用上述技术方案，革新了传统回填的认知，建立了超深肥槽多材料分期回填结构及施工方法，实现了超深肥槽不同材料分期回填结构及施工，利用施工信息化技术，解决了设计优化、方案选型、模型分析、隧道评估等难题，确立最优回填方案，隧道结构变形及内力预测分析完成了回填期间隧道评估分析，提出了沉降和变形控制的有效解决措施，仿真模拟降水运行效果与回灌效果，制定合理的开采和回灌方案，有效消除回填施工时水位变化的影响，并确保了隧道的正常运行。

[0011] 优选的，步骤一中所述隧道评估还包括隧道结构变形及内力预测分析，利用岩土和隧道结构专用分析系统生成模型，并分步模拟施工工况和计算初始地应力。

[0012] 通过采用上述技术方案，通过隧道评估确立最优深化方案，可直接用于指导现场施工，完成了回填期间隧道评估分析，提出了沉降和变形控制的有效解决措施。

[0013] 优选的，步骤三中所述地下水开采和回灌效果综合分析包括地下水的补排关系分析和地下水的补给能力分析。

[0014] 通过采用上述技术方案，通过数值三维模拟，对工程施工时降水运行情况及回灌效果进行了分析，制定合理的开采和回灌方案，有效消除回填施工时水位变化的影响，并确保了隧道的正常运行。

[0015] 优选的，步骤四中所述级配砂石回填铺设采用分层回填方式，每层为200mm-300mm，所述注浆回填时的注浆流量为15-20L/min，注浆压力为0.2-0.3Mpa，所述级配砂石层夯实时首先碾压3-6次，夯打3-6次。

[0016] 通过采用上述技术方案，级配砂石层结构主要是利用注浆使级配砂石，连成整体减少向隧道滑移，可减少竖向变形，且利用砂石间存在的细小空隙将渗透下来的地表水导走。

[0017] 优选的，步骤五所述采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业，其中每层浇筑厚度为0.6-1m，浇筑过程中泵送管出口与浇筑面保持水平，浇筑完成后养护时间为7-10天。

[0018] 通过采用上述技术方案，轻集料层降低下层结构竖向变形，轻集料本身没有侧向移动，可以避免单侧回填挤压隧道结构，减小因回填造成隧道的侧向移动。

[0019] 优选的，步骤六所述根据空气湿度进行洒水控制含水率在8%-12%，所述错缝与错缝之间距离为0.8-1.2m，所述素土层夯实前虚铺厚度为250-350mm，夯实次数为6-8次，夯实后素土层厚度为200-300mm，夯实后进行环刀取样，测量素土层干密度，压实系数为0.94-0.96，最后在素土层上表面铺一层素土。

[0020] 通过采用上述技术方案，素土层采用成本便宜的普通回填土，且可以将上层高级配砂石层和下层轻集料层很好的结合起来，起到过渡作用，适当洒水保持合理湿度，防止素土变成橡皮状土。

[0021] 优选的，步骤七所述采用分层铺设高级配砂石，每层虚铺厚度为250mm-280mm，所述高级配砂石层夯实，每层夯实次数为3-5次，夯实后进行灌砂取样，压实系数为0.95-0.98。

[0022] 通过采用上述技术方案，高级配砂石层作为路基层，强度高。

[0023] 综上所述，本发明具有如下的有益技术效果：

1、多材料回填方案解决的单一材料的弊端，多材料回填结构沉降小、易压实、收缩小，级配砂石层承载能力高且渗水性好，轻集料材质比土质轻，对下层结构压力减小，素土成本低且接近天然土壤成分过渡性较好，高级配砂石密实度高且承载力强。

[0024] 2、革新了传统回填的认知，建立了超深肥槽多材料分期回填结构及施工方法，实现了超深肥槽不同材料分期回填结构及施工，利用施工信息化技术，解决了设计优化、方案选型、模型分析、隧道评估等难题，确立最优回填方案，隧道结构变形及内力预测分析完成了回填期间隧道评估分析，提出了沉降和变形控制的有效解决措施，仿真模拟降水运行效果与回灌效果，制定合理的开采和回灌方案，有效消除回填施工时水位变化的影响，并确保了隧道的正常运行。

[0025] 3、整体沉降控制在20mm内，变形差异横向、纵向和相邻节段均低于设计和规范要求，适用于超深肥槽不同材料分期回填结构及施工，尤其适用于对既有建筑保护的单侧深基坑回填的施工。

附图说明

[0026] 图1为本发明回填结构示意图。

[0027] 附图标记说明：

1、级配砂石层，2、轻集料层，3、素土层，4、高级配砂石层。

具体实施方式

[0028] 以下结合附图1对本发明作进一步详细说明。

[0029] 实施例1：

本发明实施例公开一种超深肥槽多材料回填结构，参考图1，包括级配砂石层1、轻集料层2、素土层3和高级配砂石层4，所述级配砂石层1铺设在回填区域最下层，所述级配砂石层1包括级配砂石，所述轻集料层2铺设在级配砂石层1上表面，所述轻集料层2包括轻集料混凝土，所述素土层3铺设在轻集料层2上表面，所述素土层3包括素土，所述高级配砂石层4铺设在最顶层，所述高级配砂石层4包括高级配砂石。

[0030] 一种超深肥槽多材料回填方法，包括以下施工步骤：

步骤一:利用施工信息化技术进行模型分析和隧道评估,所述模型分析包括肥槽回填分析、场地填筑规模分析和材料性质分析,所述隧道评估包括环隧结构的代表性评估、环隧结构的变形控制需求评估;

步骤二:利用模型分析和隧道评估的分析数据和评估结果进行设计优化和方案选型,首先利用BIM技术绘制多种工况下隧道与周边回填情况模型,之后利用施工模拟软件创建施工动画进行方案模拟,最后进行方案的初步确定;

步骤三:利用地下水模拟软件进行降水影响的三维模拟分析和地下水开采分析,所述降水影响包括降水运行效果与回灌效果,所述地下水开采分析包括地下水开采和回灌效果综合分析,利用分析结果进行方案的最终确定;

步骤四:进行级配砂石层铺设,包括级配砂石回填铺设和注浆回填,首先进行级配砂石铺设,并预埋注浆管,之后利用预埋注浆管进行注浆回填,最后进行级配砂石层夯实;

步骤五:进行轻集料层铺设,采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业,一层浇筑完成后等待凝结后在进行下一层浇筑;

步骤六:进行素土层铺设,首先采用分段回填铺设施工方式铺设素土,且在段与段之间和层与层的接触处将素土制作成斜坡形并形成错缝,之后根据空气湿度进行洒水,最后进行素土层夯实;

步骤七:进行高级配砂石层铺设,首先采用分层铺设高级配砂石,之后进行与外墙上的水平控制点对应检查,最后到达相应连通道底板标高后停止回填铺设,所述分层铺设过程中每铺设一层后都进行高级配砂石层夯实;

步骤八:对完工后回填结构部分和隧道部分进行监测,监测自回填施工开始至回填完预定年限后评估完成为止。

[0031] 实施例2:

在实施例1的基础上增加:

所述级配砂石层(1)还包括混凝土,所述混凝土填充在级配砂石的砂石与砂石之间的缝隙里,所述混凝土的水灰比为0.8-1.0。

[0032] 所述轻集料层(2)的轻集料混凝土为A型轻集料混凝土,最大粒度为15mm-19mm。

[0033] 步骤一中所述隧道评估还包括隧道结构变形及内力预测分析,利用岩土和隧道结构专用分析系统生成模型,并分步模拟施工工况和计算初始地应力。

[0034] 步骤三中所述地下水开采和回灌效果综合分析包括地下水的补排关系分析和地下水的补给能力分析。

[0035] 步骤四中所述级配砂石回填铺设采用分层回填方式,每层为200mm-300mm,所述注浆回填时的注浆流量为15-20L/min,注浆压力为0.2-0.3Mpa,所述级配砂石层夯实时首先碾压3-6次,夯打3-6次。

[0036] 步骤五所述采用分层方式进行轻集料混凝土的浇筑作业,其中每层浇筑厚度为0.6-1m,浇筑过程中泵送管出口与浇筑面保持水平,浇筑完成后养护时间为7-10天。

[0037] 步骤六所述根据空气湿度进行洒水控制含水率在8%-12%,所述错缝与错缝之间距离为0.8-1.2m,所述素土层夯实前虚铺厚度为250-350mm,夯实次数为6-8次,夯实后素土层厚度为200-300mm,夯实后进行环刀取样,测量素土层干密度,压实系数为0.94-0.96,最后在素土层上表面铺一层素土。

[0038] 步骤七所述采用分层铺设高级配砂石，每层虚铺厚度为250mm-280mm，所述高级配砂石层夯实，每层夯实次数为3-5次，夯实后进行灌砂取样，压实系数为0.95-0.98。

[0039] 实施例3：

在实施例2的基础上增加：

利用REVIT软件对多种工况下隧道与周边回填情况进行建模，利用Navisworks、Fuzor或Lumion软件创建施工动画进行方案模拟，利用MIDAS/GTS进行隧道结构变形及内力预测分析。

[0040] 利用Visual软件进行降水影响三维模拟分析，仿真模拟降水运行效果与回灌效果，通过其系统化和可视化特点及其强大模拟功能，对地下水开采和回灌效果进行综合分析。

[0041] 整体施工方式采用分期回填的方式，将已完成的地下施工建筑之间的肥槽进行回填，使回填施工与地下建筑的施工互不影响，缩短整体工期。

[0042] 级配砂石层铺设时注浆回填的分段终止注浆压力为2.5Mpa，注浆量：120L/节(50cm)或者按照实际情况调整。

[0043] 轻集料层铺设时选用A型轻集料混凝土，产品外观均匀无结块，要求材料干密度不大于600kg/m³，抗压强度不小于2MPa，吸水率不大于20%，不宜采用喷射方式浇筑，A型轻集料混凝土成型后，不宜直接在填筑体表面进行机械或车辆作业，在填筑体达到设计抗压强度后，方可在填筑体顶面进行机械或车辆作业。

[0044] 素土层铺设时，洒水湿土造成的“橡皮土”要挖出换土重填，因空间较小，碾压采用小型打夯机往复碾压，边缘和转角处应用蛙式打夯机分层补夯密实。

[0045] 高级配砂石层铺设时，相邻两铺设层接槎的距离不得小于600mm，每层高级配砂石从留缝处向前延伸500mm，夯实时，夯过的接缝在300mm以上，接缝时，用铁锹在留缝处垂直切齐，再铺下段并夯实。

[0046] 步骤八中监测方式为在边坡埋入十字观测标作为观测点，将测点引出自然地面，观测点与混凝土体间不应有松动，布设间距为20m，边坡的沉降观测点和水平位移观测点为同一点，监测结果累计沉降不大于20mm，隧道结构位移和变形数值均满足要求。

[0047] 以上均为本发明的较佳实施例，并非依此限制本发明的保护范围，故：凡依本发明的结构、形状、原理所做的等效变化，均应涵盖于本发明的保护范围之内。

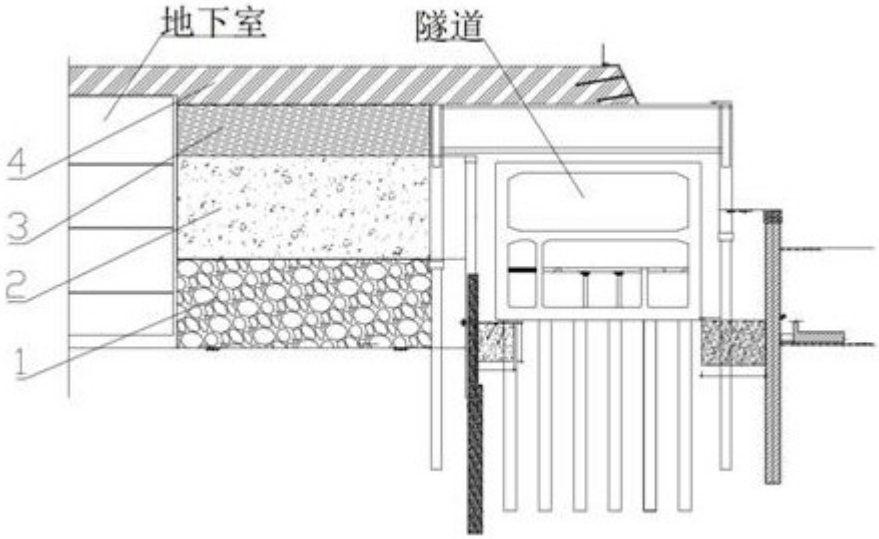


图1