



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111549598 B

(45) 授权公告日 2021.07.20

(21) 申请号 202010337335.8

E01C 3/06 (2006.01)

(22) 申请日 2020.04.26

E01C 3/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

E02D 3/08 (2006.01)

申请公布号 CN 111549598 A

E02D 3/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2020.08.18

(56) 对比文件

(73) 专利权人 武汉理工大学

CN 106320313 A, 2017.01.11

地址 430070 湖北省武汉市洪山区珞狮路
122号

CN 204418003 U, 2015.06.24

CN 203613427 U, 2014.05.28

(72) 发明人 何雄君 杜阳 何佳 蔡旺

CN 110904823 A, 2020.03.24

CN 104358199 A, 2015.02.18

朱安东 仵卫伟 曾志远 周慧东

CN 206467512 U, 2017.09.05

刘小武

WO 2008131480 A1, 2008.11.06

CN 201390925 Y, 2010.01.27

(74) 专利代理机构 湖北武汉永嘉专利代理有限
公司 42102

CN 108797557 A, 2018.11.13

代理人 孟庆繁

审查员 殷武

(51) Int. Cl.

E01C 3/00 (2006.01)

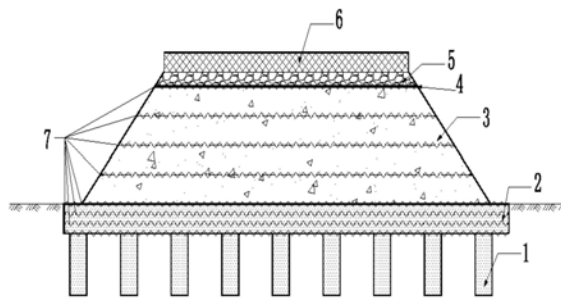
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基及施工方法,路基由下至上依次包括掺砂灰土桩复合地基、加筋掺砂灰土褥垫层、加筋掺砂石灰改良黄土回填层,复合土工膜,级配碎石垫层和桥头搭板。掺砂灰土桩复合地基采用掺砂的灰土作为桩身材料分层填筑至桩孔中,加筋掺砂灰土褥垫层由河砂、石灰和黄土按比例混合组成填料,填筑中按竖向间距0.2m均匀铺设双向土工格栅进行加筋,加筋掺砂石灰改良黄土回填层由河砂、石灰和黄土按比例混合组成填料,填筑中按竖向间距0.6m均匀铺设双向土工格栅。此桥头路基的抗压、抗拉、抗剪强度及稳定性好,能最大限度的消除桥头路基的不均匀沉降和变形引起的“桥头跳车”问题,同时增强桥头路基的水稳及抗冻性能。



1. 一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法,其特征在于:一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基由下至上依次包括掺砂灰土桩复合地基(1)、加筋掺砂灰土褥垫层(2)、加筋掺砂石灰改良黄土回填层(3)、防渗土工膜(4)、级配碎石垫层(5)和桥头搭板(6);

所述掺砂灰土桩复合地基(1)中的灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土作为桩身材料分层填筑至桩孔内,桩身掺砂灰土压实系数不小于0.93,掺砂灰土桩的桩径、桩长和间距根据湿陷性黄土地基进行复合地基计算确定,黄土均为Q3或Q2黄土;

所述加筋掺砂灰土褥垫层(2)由双向土工格栅(7)、灰土和河砂组成;灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土按照分层厚度0.2m分层铺设至掺砂灰土桩复合地基(1)之上,压实系数不小于0.96,每层掺砂灰土压实后再加铺一层双向土工格栅(7),整个加筋掺砂灰土褥垫层(2)厚度为0.6m为宜,黄土均为Q3或Q2黄土;

所述加筋掺砂石灰改良黄土回填层(3),包括括河砂、石灰、黄土和双向土工格栅(7),其中河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:70混合形成掺砂石灰改良黄土进行回填,然后再在回填掺砂石灰改良黄土中按竖向间距0.6m分层铺设双向土工格栅(7),掺砂石灰改良黄土回填压实系数不小于0.96,黄土均为Q3或Q2黄土;

所述双向土工格栅(7)采用聚丙烯双向土工格栅,双向土工格栅(7)的单位面积质量为 $520\text{g}/\text{m}^2$,横向网孔边长为40mm,纵向网孔边长为40mm,纵向抗拉强度为30.7KN/m,横向抗拉强度为2730.7KN/m,纵向延伸率为12.3%,横向延伸率为12.8%,所有双向土工格栅(7)靠近桥台一端采用螺栓与桥台固定;

所述防渗土工膜(4)为聚乙烯防渗土工膜,厚度为2mm,防渗土工膜(4)按照国家相关技术标准要求执行,具有防渗隔潮功能;

所述级配碎石垫层(5)厚度为30cm,所采用级配碎石是通过人为加工,合理选择粒径组合的级配型集料,技术标准满足相关规范要求;

所述桥头搭板(6)厚度0.4m,采用钢筋混凝土桥台搭板,宽度与路基同宽,长度8m,技术标准满足相关规范要求;

具体施工方法包括以下步骤:

S1、施工前准备以及平整场地;

S2、掺砂灰土桩复合地基(1)的施工:在平整后的场地按照桩位坐标进行放样,桩位点反复核查无误后,钻机就位钻孔,按要求检验孔深与孔径,然后重锤夯实机夯实桩底,将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将搅拌后的掺砂灰土分层填筑桩孔中,用夯实机夯实压实,压实系数 ≥ 0.93 ,然后进行掺砂灰土桩复合地基(1)的施工标准验收;

S3、加筋掺砂灰土褥垫层(2)的铺设:首先将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将上述掺砂灰土按分层厚度20cm填筑到掺砂灰土桩复合地基(1)顶面上,分3层填筑压实,压实系数 ≥ 0.96 ,每层压实后立即铺筑一层双向土工格栅,然后重复工序铺筑下一层,双向土工格栅靠近桥台一端通过螺栓固定至桥台上,整个加筋掺砂灰土褥垫层(2)厚度为60cm,均布3层双向土工格

栅,填筑压实后进行加筋掺砂灰土褥垫层(2)的验收;

S4、加筋掺砂石灰改良黄土回填层(3)的铺设:将河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:70加水进行搅拌混合,形成掺砂石灰改良黄土,将形成的掺砂石灰改良黄土直接分层铺填于加筋掺砂灰土褥垫层(2)上,每层压实后,按竖向间距每隔0.6m采用高速液压夯机进行补充夯实,压实系数 ≥ 0.96 ,补夯后铺设一层双向土工格栅(7),双向土工格栅(7)靠近桥台一端采用螺栓固定至桥台上,然后重复工序铺筑下一层,直至铺筑至设计高程,然后高速液压夯机补夯顶面后加铺最后一层双向土工格栅(7),双向土工格栅(7)靠近桥台一端采用螺栓固定在桥台上;

S5、防渗土工膜(4)的铺设:将幅宽大于1m的防渗土工膜(4)直接平铺在加筋掺砂石灰改良黄土回填层(3)上,防渗土工膜(4)的接头之间采用胶粘,并相互直接搭接宽度不少于20cm,防渗土工膜(4)之间以及防渗土工膜(4)与路基顶面之间要压平贴紧,且保证防渗土工膜(4)不能破损;

S6、级配碎石垫层(5)的铺设:将合格级配碎石集料直接平铺在防渗土工膜(4)之上,要压平贴紧,级配碎石垫层压实度 ≥ 0.96 ;

S7、桥台搭板(6)的铺设:级配碎石垫层(5)的铺设完毕后,在其顶面先放样,然后支模版,绑扎钢筋,浇筑混凝土,混凝土强度不小于C30,完成混凝土养生。

一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及高速公路特殊路基技术领域,具体涉及一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法。

背景技术

[0002] 随着我国西部地区经济的快速发展和交通量的日益增长,西北湿陷性黄土地区修建高等级公路的修建规模和数量与日俱增。而在西北区域地质大部分新近堆积黄土和上更新统新黄土、古土壤等均为湿陷性黄土。局部地区湿陷性黄土的厚度为较厚,湿陷等级为严重至很严重。而湿陷性黄土作为一种干燥气候条件下形成的多孔性具有柱状节理的第四纪沉积物,其浸水后会产生较大的沉陷。同时,高速公路的桥台一般较高,其台背较高的回填土本身会产生不均匀的沉降。二者的综合作用下,会导致高速公路的路桥衔接处的桥台构造物与台背路基填土之间出现较大的沉降差,致使许多桥梁桥面与引道路面衔接处不够平整、顺适,当车辆行驶经过时,会引起车辆震动而发生明显颠簸,形成“桥头跳车”的现象。特别是高速公路上,高速行驶的车辆通过桥头跳车时产生的冲击将会加速桥头搭板、支座及伸缩缝的损坏,同时也加剧了车辆机件的磨损,降低了两者的使用寿命,并且还有可能造成一系列的交通事故和安全隐患,极大地影响了高等级公路行车的速度、安全性、经济性和舒适性。

[0003] 目前,为了减少桥头跳车的影响,现今在高速公路桥头路基过渡段上多采用优质填料如碎石、级配碎石、碎石土等回填,也有采用轻质混凝土、加筋土及加筋碎石土等来填筑桥头路基,这些方法与措施在减轻桥头路基沉降变形的问题有着明显的效果,因而在桥头路基处理领域中应用广泛。但在湿陷性黄土地区,由于其地基的湿陷性大,实际上单纯使用上述这些回填材料难以有效控制湿陷性黄土地基的竖向变形,且场地优质填料(如碎石,级配碎石等)缺乏,使用上述填料并不经济。

[0004] 因此,如何在湿陷性黄土地区,采取经济合理的有效措施消除或者减轻高速公路路“桥头跳车”现象,成为了本领域技术人员亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 本发明提供一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法,用以解决现有技术中在湿陷性黄土地区高速公路桥头路基由于不均匀沉降引起的“桥头跳车”问题,同时提高西北湿陷性黄土地区桥头路基的水稳性能,以及抗冻性能。

[0006] 为达到上述技术目的,本发明的技术方案如下:湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基由下至上依次包括掺砂灰土桩复合地基、加筋掺砂灰土褥垫层、加筋掺砂石灰改良黄土回填层、防渗土工膜、级配碎石垫层和桥头搭板。

[0007] 优选的,所述掺砂灰土桩复合地基中的灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土作为桩身材料分层填筑至桩孔内,桩身掺砂灰土压实系数不小于0.93,掺砂灰土桩的桩径、桩长和间距根据湿

陷性黄土地基进行复合地基计算确定,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0008] 优选的,所述加筋掺砂灰土褥垫层由双向土工格栅、灰土和河砂组成。灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土按照分层厚度0.2m分层铺设至掺砂灰土桩复合地基之上,压实系数不小于0.96,每层掺砂灰土压实后再加铺一层双向土工格栅,整个加筋掺砂灰土褥垫层厚度为0.6m为宜,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0009] 优选的,所述加筋掺砂石灰改良黄土回填层,包括括河砂、石灰、黄土和双向土工格栅,其中河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:70混合形成掺砂石灰改良黄土进行回填,然后再在回填掺砂石灰改良黄土中按竖向间距0.6m分层铺设双向土工格栅,掺砂石灰改良黄土回填压实度不应小于0.96,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0010] 优选的,所述双向土工格栅均采用聚丙烯双向土工格栅,双向土工格栅的单位面积质量为520g/m²,横向网孔边长为40mm,纵向网孔边长为40mm,纵向抗拉强度为30.7KN/m,横向抗拉强度为2730.7KN/m,纵向延伸率为12.3%,横向延伸率为12.8%,所有双向土工格栅靠近桥台一端采用螺栓与桥台固定。

[0011] 优选的,所述防渗土工膜为聚乙烯防渗土工膜,厚度为2mm,防渗土工膜按照国家相关技术标准要求执行,具有防渗隔潮功能。。

[0012] 优选的,所述级配碎石垫层厚度为30cm,所采用级配碎石是通过人为加工,合理选择粒径组合的级配型集料,技术标准满足相关规范要求。

[0013] 优选的,所述桥头搭板厚度0.4m,采用钢筋混凝土桥台搭板,宽度与路基同宽,长度8m,技术标准满足相关规范要求。

[0014] 一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法,包括以下步骤:

[0015] S1、施工前准备以及平整场地;

[0016] S2、掺砂灰土桩复合地基的施工:在平整后的场地按照桩位坐标进行放样,桩位点反复核查无误后,钻机就位钻孔,按要求检验孔深与孔径,然后重锤夯实机夯实桩底,将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将搅拌后的掺砂灰土分层填筑桩孔中,用夯实机夯实压实,压实系数 ≥ 0.93 ,然后进行掺砂灰土挤密桩复合地基的施工标准验收。

[0017] S3、加筋掺砂灰土褥垫层的铺设:首先将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将上述掺砂灰土按分层厚度20cm填筑到掺砂灰土桩基础顶面上,分3层填筑压实,压实系数 ≥ 0.96 ,每层压实后立即铺筑一层双向土工格栅,然后重复工序铺筑下一层,双向土工格栅靠近桥台一端通过螺栓固定至桥台上,整个加筋掺砂灰土褥垫层厚度为60cm,均布3层双向土工格栅,填筑压实后进行加筋掺砂灰土褥垫层的验收。

[0018] S4、加筋掺砂石灰改良黄土回填层的铺设:将河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:70加水进行搅拌混合,形成掺砂石灰改良黄土,将形成的掺砂石灰改良黄土直接分层铺填于加筋掺砂灰土褥垫层上,每层压实后,按竖向间距每隔0.6m采用高速液压夯机进行补充夯实,压实系数 ≥ 0.96 ,补夯后铺设一层双向土工格栅,双向土工格栅靠近桥台一端采用螺栓固定至桥台上,然后重复工序铺筑下一层,直至铺筑至设计高程,然后高速液压夯机补夯顶面后加铺最后一层双向土工格栅,双向土工格栅靠近桥台一端采用螺栓固定在桥台上。

[0019] S5、防渗土工膜的铺设:将幅宽大于1m的防渗土工膜直接平铺在加筋掺砂石灰改良黄土回填层上,防渗土工膜的接头之间采用胶粘,并相互直接搭接宽度不少于20cm,防渗土工膜之间以及防渗土工膜与路基顶面之间要压平贴紧,且保证防渗土工膜不能破损;

[0020] S6、级配碎石垫层的铺设:将优选的合格级配碎石集料直接平铺在防渗土工膜之上,要压平贴紧,级配碎石垫层压实度 ≥ 0.96 ;

[0021] S7、桥台搭板的铺设:级配碎石垫层的铺设完毕后,在其顶面先放样,然后支模版,绑扎钢筋,浇筑混凝土,混凝土强度不小于C30,完成混凝土养生。

[0022] 本发明具有以下有益效果:

[0023] (1) 在传统灰土挤密桩中的灰土掺入一定比例的河砂形成掺砂灰土桩,可以增加桩基的桩身强度,挤密压实效果,提高复合地基的回弹模量,增强复合地基稳定性的前提下减少复合地基的沉降。

[0024] (2) 采用加筋掺砂灰土褥垫层铺设至掺砂灰土桩顶可以在一定程度上改善掺砂灰土桩复合地基的受力性能,使掺砂灰土桩复合地基整体受力,整体变形,减轻加筋掺砂石灰改良黄土回填层在动静荷载作用下的侧向变形,同时施工简单,造价相对低廉。

[0025] (3) 将黄土、河砂、石灰、双向土工格栅相结合作为加筋掺砂改良黄土路基回填土层材料,不仅可发挥掺砂石灰提高改良黄土的黏聚力和内摩擦角的性能,增加改良黄土的抗压和抗剪强度,提高过渡段回填路基的回弹模量,进而提高路基抗变形的能力:而在掺砂石灰改良黄土路基中竖向均布双向土工格栅的加筋材料,可增强路基的承载力,进一步提高路基的回弹模量,增加路基的整体稳定性,减少路基沉降,提高改良黄土的抗震性能,减少掺砂石灰改良黄土的积累塑性变形。两者结合形成混合路基,可以提高路基整体的抗压、抗振、抗剪强度,最大限度的提高桥头路基模量,减少桥头路基于桥台的刚度差的同时,减少桥头路基的沉降与变形。

[0026] (4) 在加筋掺砂石灰改良黄土回填层的顶面布设一层防渗土工膜,很好地阻隔外界水体的渗入,保证了整个桥头复合路基的强度和水稳定性。

[0027] (5) 在防渗土工膜上设置一层30cm厚的级配碎石垫层,能聚集路面入渗以及路基毛细作用入渗的水分,保持整个下层复合路基的干燥,增强桥头路基的抗冻性能。

[0028] 本发明施工简单、经济,不但解决了湿陷性黄土地区高速公路桥头路基的不均匀沉降,导致桥头跳车的现象,同时可以解决西北地区由于降水渗入以及反复冻融作用导致桥头路基失效的问题。

附图说明

[0029] 图1为本发明实施例提供的湿陷性黄土地区高速公路桥头路基结构示意图。

[0030] 图中:1. 掺砂灰土桩复合地基,2. 加筋掺砂灰土褥垫层,3. 加筋掺砂石灰改良黄土回填层,4. 防渗土工膜,5. 级配碎石垫层,6. 桥台搭板,7. 双向土工格栅。

具体实施方式

[0031] 以下结合附图,对本发明的实施例的施工方法做进一步详细说明。具体施工方法如下:

[0032] 一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基由下至上依次由掺砂灰土桩复合地

基1、加筋掺砂灰土褥垫层2、加筋掺砂石灰改良黄土回填层3、防渗土工膜4、级配碎石垫层5和桥头搭板6组成。

[0033] 掺砂灰土桩复合地基1中的灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土作为桩身材料分层填筑至桩孔内,桩身掺砂灰土压实系数不小于0.93,掺砂灰土桩的桩径、桩长和间距根据湿陷性黄土地基进行复合地基计算确定,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0034] 加筋掺砂灰土褥垫层2由双向土工格栅7、灰土和河砂组成。灰土为石灰与黄土的体积比为30:70混合形成灰土,然后灰土与河砂按质量比85:15拌合组成掺砂灰土,掺砂灰土按照分层厚度0.2m分层铺设至掺砂灰土桩复合地基1之上,压实系数不小于0.96,每层再加铺一层双向土工格栅7,整个加筋掺砂灰土褥垫层2厚度为0.6m为宜,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0035] 加筋掺砂石灰改良黄土回填层3,包括括河砂、石灰、黄土和双向土工格栅7,其中河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:70混合形成掺砂石灰改良黄土进行回填,然后再在回填掺砂石灰改良黄土中按竖向间距0.6m分层铺设双向土工格栅7,掺砂石灰改良黄土回填压实度不应小于0.96,黄土均为Q3或Q2黄土。

[0036] 双向土工格栅7采用聚丙烯双向土工格栅,双向土工格栅7的单位面积质量为 $520\text{g}/\text{m}^2$,横向网孔边长为40mm,纵向网孔边长为40mm,纵向抗拉强度为30.7KN/m,横向抗拉强度为2730.7KN/m,纵向延伸率为12.3%,横向延伸率为12.8%,所有双向土工格栅7靠近桥台一端采用螺栓与桥台固定。

[0037] 防渗土工膜4为聚乙烯防渗土工膜,厚度为2mm,防渗土工膜4按照国家相关技术标准要求执行,具有防渗隔潮功能。

[0038] 级配碎石垫层厚度为30cm,所采用级配碎石是通过人为加工,合理选择粒径组合的级配型集料,技术标准满足相关规范要求。

[0039] 桥头搭板厚度0.4m,采用钢筋混凝土桥台搭板,宽度与路基同宽,长度8m,技术标准满足相关规范要求。

[0040] 一种湿陷性黄土地区高速公路加筋桥头路基的施工方法,包括以下步骤:

[0041] S1、施工前准备以及平整场地;

[0042] S2、掺砂灰土桩复合地基1的施工:在平整后的场地按照桩位坐标进行放样,桩位点反复核查无误后,钻机就位钻孔,按要求检验孔深与孔径,然后重锤夯实机夯实桩底,将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将搅拌后的掺砂灰土分层填筑桩孔中,用夯实机夯实压实,压实系数 ≥ 0.93 ,然后进行掺砂灰土桩复合地基1的施工标准验收。

[0043] S3、加筋掺砂灰土褥垫层2的铺设:首先将石灰和黄土按照30:70的体积比混合拌合形成灰土,然后将灰土和河砂按质量比85:15加水拌合组成掺砂灰土,将上述掺砂灰土按分层厚度20cm填筑到掺砂灰土桩复合地基1顶面上,分3层填筑压实,压实系数 ≥ 0.96 ,每层压实后立即铺筑一层双向土工格栅7,然后重复工序铺筑下一层,双向土工格栅7靠近桥台一侧通过螺栓固定至桥台上,整个加筋掺砂灰土褥垫层2厚度为60cm,均布3层双向土工格栅7,填筑压实后进行加筋掺砂灰土褥垫层2的验收。

[0044] S4、加筋掺砂石灰改良黄土回填层3的铺设:将河砂、石灰和黄土按质量比为25:5:

70加水进行搅拌混合,形成掺砂石灰改良黄土,将形成的改良黄土直接分层铺填于加筋掺砂灰土褥垫层2上,每层压实后,按竖向间距每隔0.6m采用高速液压夯机进行补充夯实,压实系数 ≥ 0.96 ,补夯后铺设一层双向土工格栅7,双向土工格栅7靠近桥台一段采用螺栓固定至桥台上,然后重复工序铺筑下一层,直至铺筑至设计高程,然后高速液压夯机补夯后顶面加铺最后一层双向土工格栅7,双向土工格栅7靠近桥台一端应固定在桥台上。

[0045] S5、防渗土工膜4的铺设:将幅宽大于1m的防渗土工膜4直接平铺在加筋掺砂石灰改良黄土回填层3上,防渗土工膜4的接头之间采用胶粘,并相互直接搭接宽度不少于20cm,防渗土工膜4之间以及防渗土工膜4与路基顶面之间要压平贴紧,且保证防渗土工膜4不能破损;

[0046] S6、级配碎石垫层5的铺设:将优选的合格的级配碎石集料直接平铺在防渗土工膜4之上,要压平贴紧,级配碎石垫层5的压实系数 ≥ 0.96 ;

[0047] S7、桥台搭板6的铺设:级配碎石垫层5的铺设完毕后,在其顶面先放样,然后支模板,绑扎钢筋,浇筑混凝土,混凝土强度不小于C30,完成混凝土养生。

[0048] 以上所述本发明的具体实施方式,并不构成对本发明保护范围的限定。任何根据本发明的技术构思所做出的各种其他相应的改变与变形,均包含在本发明权利要求的保护范围内。

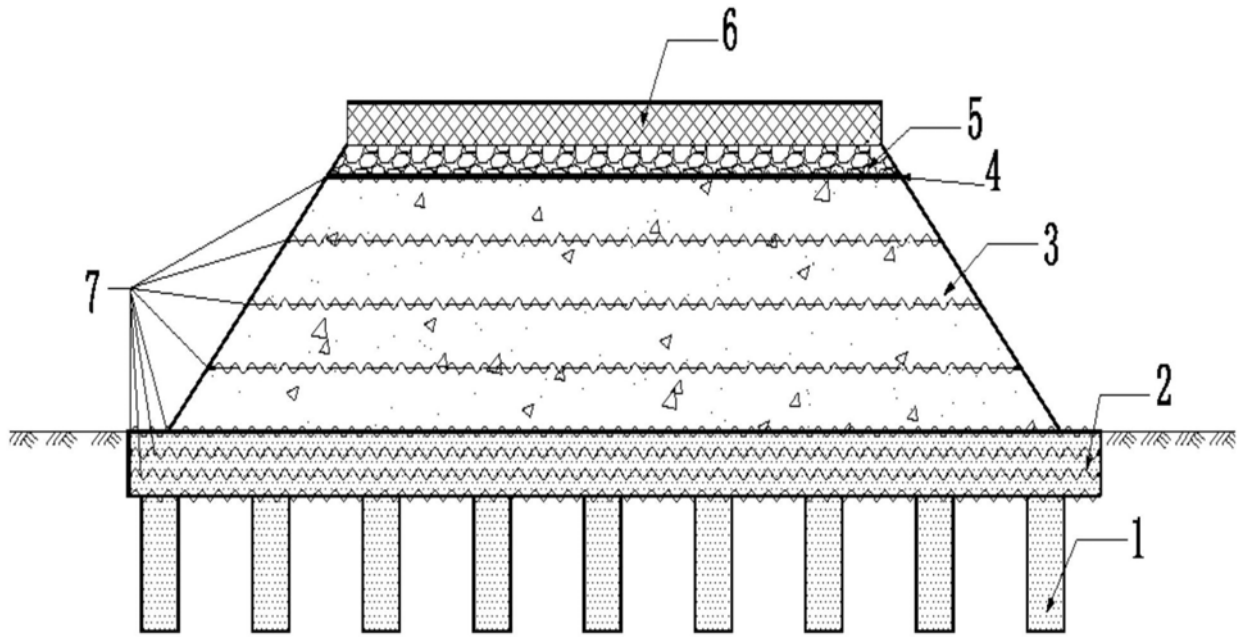


图1