(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103174074 B
(45)授权公告日 2015.05.27

(21)申请号 201310093681.6

(22)申请日 2013.03.22

(73)专利权人 浙江鸿安建设有限公司
地址 310022 浙江省杭州市拱墅区沈半路408号
专利权人 八丰控股集团有限公司
南京明辉建设有限公司

(72)发明人 陈孙贵 郑芝伟 倪松林 郑志强 桂智奇 余贤华 陈达健 汪斌 陈孙斌 朱立军 童圣洁 金忠美 陶慧杰 查水根 尹华洲

(74)专利代理机构 杭州金道专利代理有限公司 33246
代理人 黎双华

(51)Int.Cl.
E01C 3/04(2006.01)

(56)对比文件
CN 203144858 U,2013.08.21, 权利要求1-5.
CN 101886382 A,2010.11.17, 全文.
CA 1017961 A,1977.09.27, 全文.
JP H08134895 A,1996.05.28, 全文.
CN 101949122 A,2011.01.19, 全文.

审查员 单如月

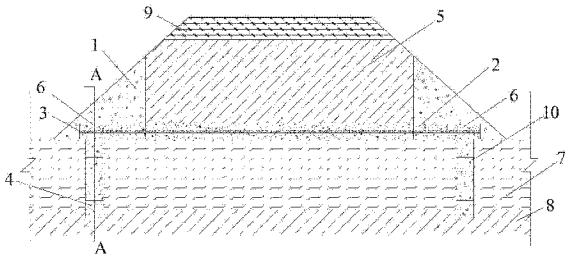
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种已通车公路路基沉降控制结构及施工方法

(57)摘要

本发明涉及一种已通车公路路基沉降控制结构，由弱挤土桩、浆固垫层承载板、注浆钢管、混凝土盖板、轻质土组成；弱挤土桩在公路路堤两侧均匀间隔排列，注浆钢管穿过路基垫层与两侧的弱挤土桩顶部预留钢筋连接；注浆钢管的中间段开设有花孔；浆固垫层承载板是通过注浆钢管向垫层内高压注浆形成；弱挤土桩顶部的混凝土盖板与浆固垫层承载板连接成一整体。本发明既可提高路基的整体性和承载能力，又可降低路堤填料的重量，实现了在不影响公路正常运营、不破坏路面结构层的前提下快速控制公路路基沉降的目的。本发明还公开了一种已通车公路路基沉降控制结构的施工方法。



CN 103174074 B

1.一种已通车公路路基沉降控制结构的施工方法，所述结构由弱挤土桩、浆固垫层承载板、注浆钢管、混凝土盖板、轻质土组成；弱挤土桩在公路路堤两侧均匀间隔排列，注浆钢管穿过路基垫层与两侧的弱挤土桩顶部预留钢筋连接；注浆钢管的中间段开设有花孔；浆固垫层承载板是通过注浆钢管向垫层内高压注浆形成；弱挤土桩顶部的混凝土盖板与浆固垫层承载板连接成一整体；其特征在于包括以下施工步骤：

步骤一、坡脚土体挖除：按照设计弱挤土桩距路堤中心线的距离，将距原路堤边坡坡脚一定范围内的填料挖除，进行支护，形成弱挤土桩的工作平面；

步骤二、打桩机就位：清理现场，并在指定位置布设打桩机；

步骤三、弱挤土桩施工：按照规范要求，在路堤两侧打设弱挤土桩，在弱挤土桩的顶部预留外延钢筋；

步骤四、路堤垫层内横向钻孔：在弱挤土桩横截面位置，采用非开挖横向引孔技术沿纵向在边坡一侧向路堤垫层内横向钻孔，该钻孔应打穿路堤垫层；

步骤五、注浆钢管插入：横向钻孔完成后，立刻插入相应管径的注浆钢管，注浆钢管直径略小于钻孔直径，注浆钢管的中间段设有花孔；

步骤六、注浆钢管与钢筋连接：将外露的路堤注浆钢管与弱挤土桩外延钢筋进行焊接连接；

步骤七、路堤外部支模：在弱挤土桩顶部支模板；

步骤八、高压注浆：将注浆钢管的一端封闭，在另一端进行高压注浆，同一弱挤土桩横截面位置对应的钢管同时注浆，在路基内形成浆固垫层承载板；

步骤九、桩顶混凝土浇筑：待压浆完成后，在弱挤土桩顶现浇一段缓凝混凝土形成混凝土现浇段，并确保现浇段与浆固垫层承载板成一整体；

步骤十、路堤轻质土回填：待混凝土盖板中凝后，采用轻质土对开挖部位进行回填。

一种已通车公路路基沉降控制结构及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种已通车公路路基沉降控制结构及施工方法，属于地基工程领域，适用于工后沉降量大、沉降变形不均匀的公路运营期沉降控制、病害防治工程。

背景技术

[0002] 目前我国沿海诸省、长江三角洲、珠江三角洲地区的地基土中通常含有一定厚度的软土，它具有含水率高、压缩性大、渗透性差、灵敏度高、强度低和厚度不均匀等的特点。工后沉降过大、差异沉降明显是软土地区已运营公路的常见病害之一，这些病害不但会引起桥头跳车、路面结构破坏等工程问题，还会影响行车的舒适性，造成通过车辆大幅度减速，甚至造成行车事故。因此，路基沉降问题已成为影响高等级公路等路基工程质量、造价、运营修护成本、运营效益等重要因素，这已引起工程界和学术界的广泛关注。

[0003] 由于工后沉降问题的复杂性和不确定性，建造于软土地基上的路基工程，在设计时虽已采取了一定的病害防治措施，如采用刚性桩或柔性桩复合地基加固处理高填土路段或台背填筑前地基、不同处理方式间设置过渡段、合理设置桥涵构造物、采用轻质土填料、严格控制填料质量、设置桥台搭板等等，但一些路段在投入运营后一段时间内，仍然会发生软基沉降异常现象，甚至会出现路堤失稳的情况。

[0004] 目前，对已通车公路沉降异常路段的处治方法，通常有加铺法、开挖打桩、开挖轻质材料置换、注浆法等。加铺法即在原路面表层以上加铺路面材料，该法虽可迅速弥补路段间的沉降差，快速改善公路的通行条件，但由于其未能改善下部基础的承载性能，再加上加铺层会加重路面结构的重量，对于软基沉降控制不利，易出现越加铺越沉降的恶性循环，而且多次加铺的工程费用也较高。注浆法加固以加固浅层软基或上部路基为目的来控制沉降，对软土较深的情况下很难注浆至相对硬土层，对路基较宽的路段也较难注入路堤中心，同时注浆加固地基如注浆压力或过程控制不当也易导致注浆不均匀，从而导致路面出现波浪等。轻质材料换填技术是在工程未建成之前、施工过程中实施较为合理，若在运营阶段开挖路基换填，则会破坏原路面结构，而且施工土方工程量大、造价高。

[0005] 目前已有正常通车情况下路堤横向钻孔轻质置换控制沉降的方法，该法通过向路堤横向引孔内注入轻质材料来降低路堤结构重量，进而实现控制后期沉降的目的。但是方法未能实现对路堤结构的横向加劲补强，以及上部荷载的深层传递，对工后沉降的控制效果较为有限。

[0006] 综上所述，尽管工程中已有一些可用于处治已通车公路沉降异常问题的方法，大多需要破坏原路面结构，而且需要采取封道等临时交通管制措施，对于公路路幅宽度较小或交通饱和度较高的路段难以适用；已有正常通车情况下路堤横向钻孔轻质置换控制沉降的方法难以解决荷载传递路径和路堤整体性问题。

[0007] 鉴于此，为了丰富已通车公路沉降控制方法，更好的解决已通车公路后期沉降异常问题，目前亟需发明一种可同时满足减少路基土附加应力值、提高路基承载能力、不影响公路正常交通等多重目的的已通车公路路基沉降控制结构。

发明内容

[0008] 本发明的目的在于将地基承载力提高、路基附加应力降低两种沉降控制方法相结合，发明一种加固效果好、施工快速、无需封闭交通的新型路堤沉降控制结构及施工方法。

[0009] 为了实现上述技术目的，本发明采用了以下技术方案：

[0010] 一种已通车公路路基沉降控制结构，其特征在于，包括弱挤土桩、浆固垫层承载板、注浆钢管、混凝土盖板、轻质土；弱挤土桩在公路路堤两侧均匀间隔排列，注浆钢管穿过路基垫层与两侧的弱挤土桩顶部预留钢筋连接；注浆钢管的中间段开设有花孔；浆固垫层承载板是通过注浆钢管向垫层内高压注浆形成；弱挤土桩顶部的混凝土盖板与浆固垫层承载板连接成一整体。

[0011] 所述的弱挤土桩可为灌注桩或取土植入预制桩。

[0012] 为了降低路堤结构的自重，减小地基土附加应力，采用轻质土材料回填已开挖路堤边坡，轻质材料优选为气泡混合轻质土、泡沫珠混合轻质土或 EPS 颗粒轻质土。

[0013] 通过注浆钢管向路基垫层内注浆，在垫层内形成连续或间隔均匀的浆固垫层承载板，注浆完成后注浆钢管留在路基内；待注浆结束后，将注浆钢管与弱挤土桩外延钢筋连接，连接方式可采用焊接连接或绑扎连接；再进行弱挤土桩顶部的混凝土盖板浇筑，使浆固垫层承载板、注浆钢管与弱挤土桩顶部盖板连接成一整体，形成竖、横向整体承载结构；最后采用轻质土回填路堤边坡开挖处，并还原成路堤原有形状。

[0014] 进一步地，已通车公路路基沉降控制结构的施工方法具体包括以下步骤：

[0015] 步骤一、坡脚土体挖除：按照设计弱挤土桩距路堤中心线的距离，将距原路堤边坡坡脚一定范围内的填料挖除，必要时进行支护，形成弱挤土桩的工作平面；

[0016] 步骤二、打桩机就位：清理现场，并在指定位置布设打桩机；

[0017] 步骤三、弱挤土桩施工：按照规范要求，在路堤两侧打设弱挤土桩，在弱挤土桩的顶部预留外延钢筋；

[0018] 步骤四、路堤垫层内横向钻孔：在弱挤土桩横截面位置，采用非开挖横向引孔技术沿纵向在边坡一侧向路堤垫层内横向钻孔，该钻孔应打穿路堤垫层；

[0019] 步骤五、注浆钢管插入：横向钻孔完成后，立刻插入相应管径的注浆钢管，注浆钢管直径略小于钻孔直径，注浆钢管的中间段设有花孔；

[0020] 步骤六、注浆钢管与钢筋连接：将外露的路堤注浆钢管与弱挤土桩外延钢筋进行焊接连接；

[0021] 步骤七、路堤外部支模：在弱挤土桩顶部支模板；

[0022] 步骤八、高压注浆：将注浆钢管的一端封闭，在另一端进行高压注浆，同一弱挤土桩横截面位置对应的钢管同时注浆，在路基内形成浆固垫层承载板；

[0023] 步骤九、桩顶混凝土浇筑：待压浆完成后，在弱挤土桩顶现浇一段缓凝混凝土形成混凝土现浇段，并确保现浇段与浆固垫层承载板成一整体；

[0024] 步骤十、路堤轻质土回填：待混凝土盖板中凝后，采用轻质土对开挖部位进行回填

[0025] 本发明具有以下特点：

[0026] (1)横向钻孔并注浆后形成的注浆钢管横梁和纵向连续或间隔均匀的浆固垫层承载板，既可作为横向承载体将部分路堤荷载传递给两侧的弱挤土桩，还可提高加固区域土

体的承载能力。

[0027] （2）两侧的弱挤土桩作为竖向承载体，可将其承受的路堤荷载直接传递到深层路基土体中，减少了沉降和侧向位移。

[0028] （3）采用轻质材料对开挖部位进行回填后，可减轻路基荷载，近而减少地基沉降量。

附图说明

[0029] 图 1 是本发明已通车公路路基沉降控制结构的横断面图；

[0030] 图 2 是图 1 沿 A-A 线的已通车公路路基沉降控制结构剖面图；

[0031] 图 3 是图 1 注浆钢管结构平面图；

[0032] 图中：1—气泡混凝土；2—浆固垫层承载板；3—注浆钢管；4—弱挤土桩；5—路堤填料及垫层；6—混凝土现浇段；7—软土地基；8—相对持力层；9—路面结构层；10—注浆管未开孔段；11—注浆钢管未开孔段；12—注浆钢管花孔。

具体实施例

[0033] 路堤边坡坡脚土体刨除施工要求、弱挤土桩的设计参数及施工要求、路堤横向引孔施工要求、气泡混凝土的设计参数及施工要求、焊接施工要求等，本实施方式中不再累述，重点阐述本发明涉及结构的实施方式。

[0034] 图 1 是本发明已通车公路路基沉降控制结构的横断面图。图 2 是图 1 沿 A-A 线的已通车公路路基沉降控制结构剖面图。参照图 1、2 所示，所需加固的公路为双向四车道二级公路，公路横断面由沥青路面结构层 9、路堤填料及垫层 5、软土地基 7、路基相对持力层 8 等部分组成。

[0035] 已通车公路路基沉降控制结构，由弱挤土桩 4、浆固垫层承载板 2、注浆钢管 3 和混凝土现浇段 6 组成。弱挤土桩 4 在公路路堤两侧均匀间隔排列，浆固垫层承载板 2 和注浆钢管 3 穿过路基垫层 5 并与路堤两侧对应的弱挤土桩 4 顶部固定连接为一整体。

[0036] 图 3 是图 1 注浆钢管结构平面图，如图 3 所示注浆钢管 3 的中间段设有花孔 12，两端为未开孔段 11。

[0037] 浆固垫层承载板 2 是由注浆钢管 3 向路堤垫层 5 内高压注浆形成；弱挤土桩 4 的顶部浇筑设有混凝土现浇段 6，该混凝土盖板与浆固垫层承载板 2 现浇成一整体。

[0038] 施工前先将距公路中线 15000mm 至路堤坡脚范围内的路堤填料挖除，形成弱挤土桩 4 的工作平面；再沿路堤纵向按 2500mm 间隔均匀布设弱挤土桩 4 的位置，并打设弱挤土桩 4；弱挤土桩直径为 600mm，纵向钢筋采用 HRB335 的螺纹钢筋（直径为 16mm），环向箍筋采用 HPB235 的光面钢筋（钢筋直径为 8mm）；弱挤土桩混凝土等级为 C30。

[0039] 再在已开挖的工作平面内通过液压凿岩机在路堤单侧边坡垫层处横向引孔，引孔钻进采用直径为 105mm 的岩芯管；单一弱挤土桩 4 的横断面范围内钻设 3 条引孔，钻孔中心间距为 400mm。

[0040] 钻孔横穿路堤垫层 5 后及时插入管径为 100mm 的注浆钢管 3，注浆钢管 3 采用 45# 无缝钢管，强度等级为 Q235，注浆钢管 3 壁厚为 5mm，在距钢管两端各 1500mm 的中间段范围内钻花孔 12。

[0041] 将外露注浆钢管 3 与弱挤土桩外延钢筋焊接连接，并在弱挤土桩的上端部支设宽为 1200mm，高为 250mm，长为 1500mm 的木质模板。

[0042] 将注浆钢管 3 的一端封闭，通过另一端向路堤垫层 5 内压浆，浆液先采用水灰比为 5:1 的高水灰比水泥浆液，再采用水灰比为 1:1 的中低水灰比水泥浆液进行注浆；水泥采用 42.5#普通硅酸盐水泥。

[0043] 注浆完成后将注浆钢管 3 的另一端封闭，并封堵开挖面上注浆管周围土体，防止浆液流出。

[0044] 注浆完成后，拆除封堵设施，在浆液初凝前，在开挖面注浆范围内清理原有填料，使注浆体露出，插入适量纵向钢筋，联合弱挤土桩顶的模板内浇筑的混凝土现浇段 6，两者粘结成一整体形成浆固垫层承载板 2；混凝土现浇段 6 的混凝土强度等级为 C30。

[0045] 待混凝土现浇段 6 混凝土强度满足要求后，采用气泡轻质混凝土 1 进行路堤边坡回填；气泡轻质混凝土 1 的容重不大于 6kN/m^3，28 天强度不小于 0.8MPa，水泥采用 32.5#普通硅酸盐水泥，气泡比例不低于 65%。

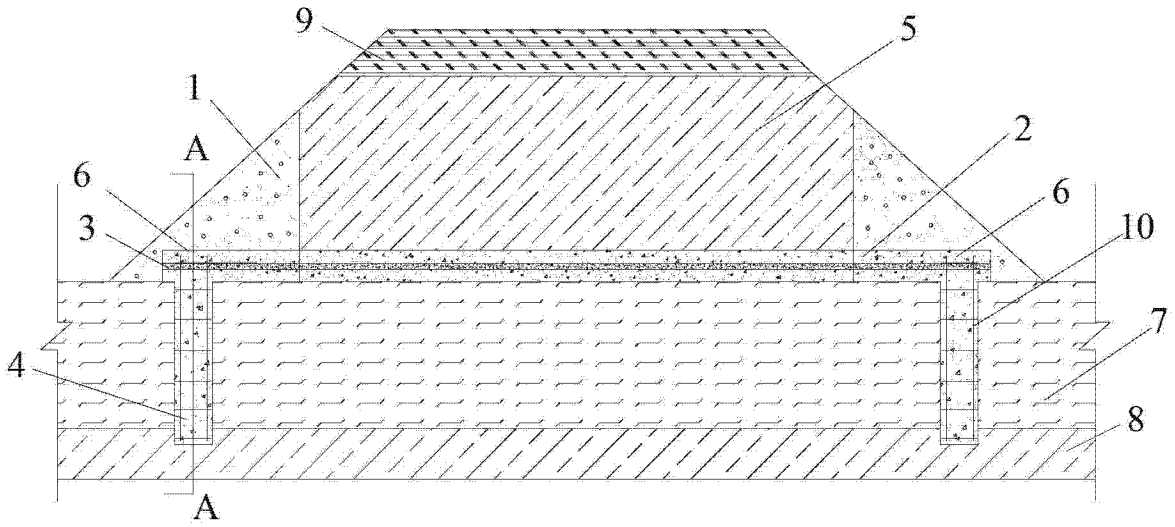


图 1

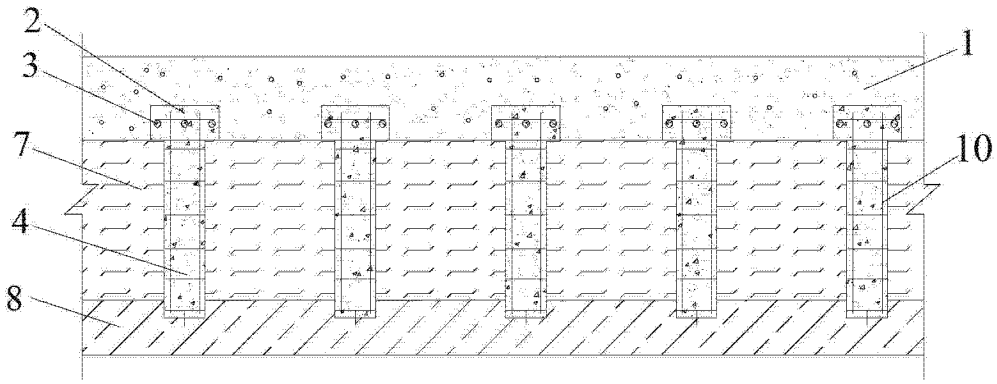


图 2

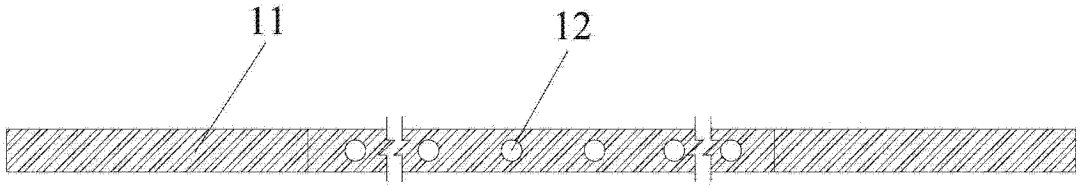


图 3