

公路改扩建中新老路基差异沉降控制技术研究

周游

(湖南省高速公路集团有限公司, 湖南 长沙 410026)

摘要: 公路扩建改造中, 由于新老路基、地基性质存在差异, 新老路基结合部会产生差异沉降, 造成路面病害, 有效控制新老路基沉降事关公路扩建工程的质量。文中以某公路拓宽改建工程为背景, 对新老路基拼接中高速液压夯实机补强技术及土工格室应用技术进行现场试验, 通过沉降差异观测, 验证新老路基拼接的施工效果, 证明高速液压夯实机补强技术及土工格室应用技术的可行性及有效性。

关键词: 公路; 改扩建; 新老路基; 差异沉降; 高速液压夯实机补强技术; 土工格室

中图分类号: U418.8

文献标志码: A

文章编号: 1671-2668(2021)04-0101-04

公路扩建改造后, 拓宽路堤的病害较多出现在新老路基交接处, 主要为纵向裂缝, 是由新老路堤不均匀沉降及搭接效果差导致新老路堤整体性较差造成的。受新老路堤不均匀沉降影响, 路面产生裂缝, 雨水浸入路面、路基, 会导致一系列病害, 使路面失去工作性能, 新老路堤交界处产生滑移, 严重时造成滑坡、沉陷等病害。因此, 合理处治新老路堤交接处十分重要。该文针对实际工程中新老路基拼接的关键技术进行现场试验, 并对沉降差异进行观测。

1 工程概况

某二级公路改扩建为双向四车道一级公路, 设计速度 80 km/h, 路线长度 18.078 km。路基主要采取半幅加宽的方式, 辅以两侧加宽。设计线形与老路基本一致, 设计标高除一些平面交叉口位置低于老路外, 原则上以高于老路路面 30 cm 左右控制。路基设计宽度 21.5 m, 其中路面宽 $2 \times 2 \times 3.75$ m, 硬路肩宽 2×1.5 m, 路缘带 2×0.5 m, 中央分隔带宽 1 m, 土路肩宽 2×0.75 m。

沿线没有滑坡、泥石流、采空区等不良地质灾害, 不良地质主要是岩溶、构造破碎带、软土路基、全风化红砂岩、花岗岩及其残坡积层等。

2 老路基现状评价

2.1 老路面路基现状

老路路面结构层为原面层、水稳层及大修面层, 厚 70~80 cm, 均为水泥砼结构; 路面病害以路面结构断板、裂缝类为主, 存在少量破碎板、边角剥落、唧泥及坑槽等病害。

路基土上部为黏性土, 厚 1.0~10.4 m, 其结构较密实, 稍湿, 未发生浸水软化破坏; 下部多为红砂岩、花岗岩、板岩、岩石碎块石等的残坡积层, 稍湿, 未见水浸软化现象; 基底为可硬塑状粉质黏土或强风化岩, 基底岩土层满足路基承载力要求。全线路堤较稳定, 少数挖方段出现坍塌、亏坡。

2.2 老路面路基病害评价

(1) 老路路面存在大量断裂类病害(交叉裂缝、角隅断裂、纵横斜向裂缝), 接缝传荷能力为中、次区间的比例达 70%, 传荷能力总体较差, 板底脱空比例大于 25%, 板下基础支撑均匀性差, 不能利用。

(2) 强风化红砂岩和全风化花岗岩填料路基段压实度达不到规范要求, 个别点为 95%, 其余均远低于规范值, 最低值为 83.2%。

(3) 老路路基土的湿度较大, 湿度最低值为 19.78%, 最高值达 26.8%, 挖方路段含水量大于填方路段。个别路段路基土处于干燥和中湿状态, 绝大部分路段处于过湿状态。

(4) 老路路基整体较稳定, 未发生软化等现象, 压实度一般, 可根据后期检测情况对老路基进行处治后加以利用。

(5) 公路老路基的承载能力在运营多年后衰减严重, 表现为路基湿化严重、压实度减小、回弹模量降低、路基路面病害较多。

(6) 随着时间的推移, 路基含水率由施工时的最佳含水率变为平衡含水率, 而平衡含水率接近填料的塑限。含水率升高导致填料干密度减小, 加上行车荷载作用, 导致回弹模量降低, 造成路基整体刚度下降。

3 新老路基拼接方案

3.1 软土地基预处理

公路改扩建工程沿线填方路基基本位于水塘、水田、种植土内,大多软土较发育,地下水位较高,地表清晰可见明水。软土土质为淤泥质土,天然含水量高,呈软塑状态,局部呈流塑~软塑状。软土厚度为1~7.6 m,土质软弱,物理力学性质较差,承载力极低,易产生路基不均匀沉降,不利于路基的稳定。为确保路基稳定、减小路基不均匀沉降,针对不同深度软土,采用清淤换填法、水泥搅拌桩法进行处理。

(1) 清淤换填施工。采用挖掘机将软土挖除干净并将底部整平,软土底部开挖宽度不小于路堤宽度和放坡宽度,回填中不得有软土参杂或有水碾压,以免造成弹簧或缺陷地基,同时加强路基两侧排水。采用推土机配合平地机摊铺块石并用碎石嵌缝,摊铺完成后,先用压路机静压1遍,然后振动碾压3遍,直到顶面稳定、无下沉、无明显轮迹,达到石块紧密、平整、无弹簧的状态(见图1)。

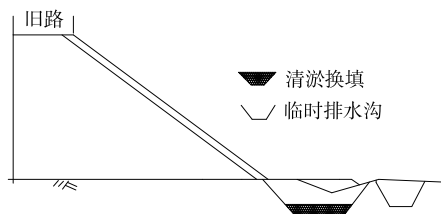


图1 清淤回填、填前压实示意图

(2) 水泥搅拌桩施工。对于软土厚度超过3 m

的加宽路段,采用水泥搅拌桩处理。水泥搅拌桩采用圆形桩,桩径50 cm,桩距80 cm,平面按等边三角形布置,要求水泥搅拌桩向下穿透软土层并嵌入持力层50 cm。

3.2 老路基增压补强处理

为保证新老路基拼接质量,每级老路基台阶平面范围内采用高速液压强夯机进行增强处理。

(1) 高速液压夯实机补强原理。高速液压夯实机通过液压缸将夯锤提升至一定高度后快速释放,夯锤在重力作用下加速下落,通过弹性部件及夯板间接夯击土体,对土体的作用为静力与动力的复合作用。通过反复击压,破坏路基土体的原有结构,使土颗粒之间发生错动、滑移,并趋于紧密。一方面提高路基的整体性,增强其抵抗变形的能力,减少由地基传递到路基顶部的差异沉降,降低结合部路面开裂可能性;另一方面减少路基的工后压缩变形,减少行车荷载作用下路面结构层产生的瞬时变形和形变积累,增强路面的使用性能,延长路面使用寿命。

(2) 高速液压强夯机补强试验。在台阶平面2 m路幅范围内布设2排呈梅花形的夯点,各夯点相切且夯点中心间距不大于1 m,夯锤落距0.8 m,并对夯坑补碎石进行碾压补强,确保满足施工要求(见图2)。对夯坑深度进行测量,得到夯坑沉降量(见图3)。从图3来看,除31#、32#夯坑沉降过大(为20 cm)外,其他夯坑沉降量平均值为7.17 cm,对老路基台阶进行液压夯实取得了良好效果。

为进一步分析液压夯实效果,选择2列夯坑进

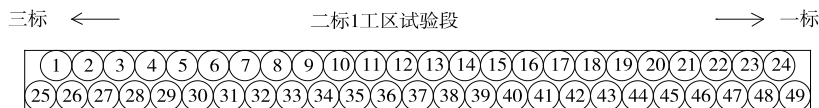


图2 高速液压强夯机补强试验夯坑分布

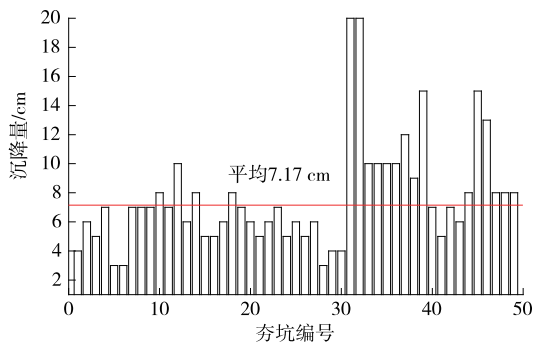


图3 高速液压强夯机补强试验夯坑沉降量

行压实度测试,每列选择3个测点,均位于老路基台

阶面上。测试结果见表1,各夯点压实度平均增加4%以上,增强效果显著。

表1 液压强夯前后压实度对比

测点 编号	强夯前 压实度	强夯后 压实度	压实度 增加值	平均增 大值
1-1	91.57	96.00	4.43	4.41
1-2	91.50	95.89	4.39	
2-1	92.47	96.66	4.19	4.42
2-2	91.41	96.06	4.65	
3-1	91.24	95.70	4.46	4.67
3-2	90.68	95.56	4.88	

3.3 新老路基结合部土工格室加筋处理

3.3.1 土工格室铺设方案

土工格室在荷载作用下的侧向不变形性能对格室内填料的横向变形起约束作用,构成具有强大侧向限制和大刚度的结构体,能有效增强新老路基结合部的承载能力,起到分散荷载作用,从而减小新老路基结合部不均匀沉降。根据相关研究成果,铺设于路基中部的土工合成材料的效果不如铺设于路基底与路床底的明显,且随着铺设层数增加,加筋效果提高不很明显。在试验段进行现场加筋试验,研究土工格室的加筋作用。

试验段选取一段右幅路堤加宽侧,长 100 m,填高为 8.8 m。土工格室共铺设 3 层,从下到上依次为 D1、D2、D3,其中 D1 层位于路堤底部(路床顶面以下 8.8 m),D2 层处于 D1、D3 层中间(路床顶面以下 5.0 m),D3 层位于路床底部(路床顶面以下 1.2 m)。在指定台阶上铺设土工格室(见图 4)。

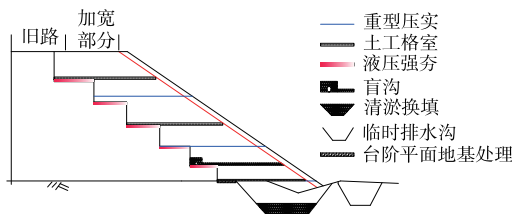


图 4 土工格室铺设示意图

3.3.2 应变测试结果及分析

路基土工格室加筋宽度为 10 m,沿行车垂直方向在土工格室内布设 5 个测点,每个测点设置一个位移传感器,3 层土工格室共设置 15 个位移测点。离老路基最近的 1[#] 测点位于距离该层开挖台阶立面 1.0 m 处,1[#]~5[#] 测点以间距 2.0 m 依次排列,最外侧的 5[#] 测点距离该层开挖台阶立面 9.0 m。使用 JMDL 柔性位移传感器测量埋入路基内部的土工格室应变值,测试结果见图 5~7 和表 2。

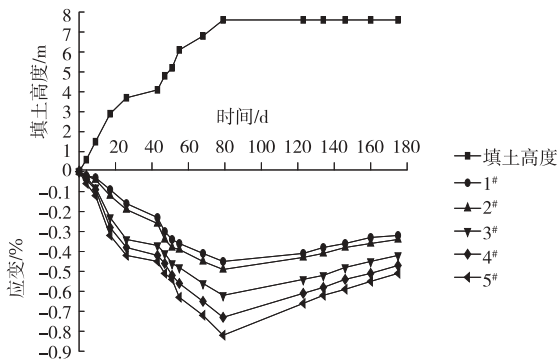


图 5 D1 层格室应变

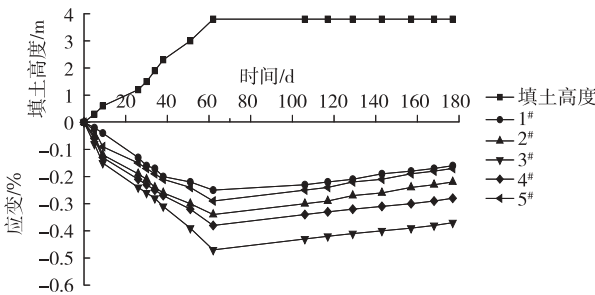


图 6 D2 层格室应变

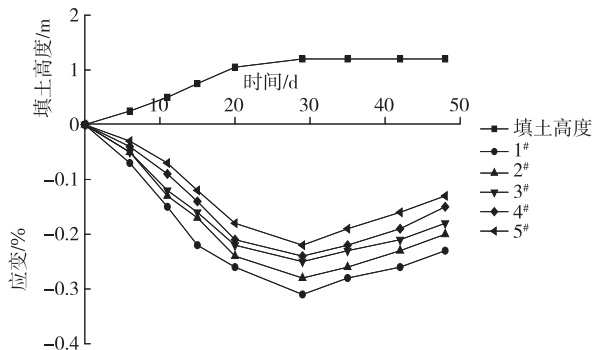


图 7 D3 层格室应变

表 2 各层格室应变值

层位	应变最大值/%	应变最小值/%	平均值/%
D1	0.51	0.32	0.41
D2	0.37	0.16	0.24
D3	0.23	0.13	0.18

由图 5 可知:随着填土高度的增加,1[#]~5[#] 测点的应变值增大;D1 层顶面填土高度达到 7.6 m 时,各测点应变值达到最高峰;由于其后 5 个月内该段落暂停填土,各测点应变逐渐减小至某一值。对比 1[#]~5[#] 测点的应变值,1[#] 测点的应变值最小,5[#] 测点的应变值最大,即离老路基开挖台阶立面越远,格室的应变值越大。

由图 6 可知:随着填土高度的增加,1[#]~5[#] 测点的应变值增大;D2 层顶面填土高度达到 3.8 m 时,各测点应变值达到最高峰;由于其后 5 个月内该段落暂停填土,各测点应变逐渐减小至某一值。对比 1[#]~5[#] 测点的应变值,3[#] 测点(位于新路基中部)的土工格室应变值较大,两侧测点的应变值较小。

由图 7 可知:随着填土高度的增加,1[#]~5[#] 测点的应变值增大;D3 层顶面填土高度达到 1.2 m 时,各测点应变值达到最高峰;之后各测点应变逐渐减小至某一值。对比 1[#]~5[#] 测点的应变值,1[#] 测点的应变值最大,5[#] 测点的应变值最小,即离老路基开挖台阶立面越近,土工格室的应变值越大。

综上,随着填土高度的增加,土工格室各测点的应变值增大,且增大速率与填土速率成正相关。填筑施工期间,土体没有充分固结,加上格室受到土体传递来的碾压力,格室应变出现“富余”;填筑施工完毕,格室不再受振动压路机影响,恢复到正常变形状态,故应变值稳步下降。纵向比较不同位置的格室应变值,位于路堤底部的D1层格室的最大应变、最小应变、平均应变在3层格室中最大,与前人试验研究得出的一般铺设在路基下方的格栅会承担最大应力,产生最大应变的结论相同。对比3层格室最大应变产生位置,上部D1层土工格室的最大应变发生在5#测点处,中部D2层格室的最大应变发生在中部3#测点处,底部D3层格室的最大应变发生在1#测点处,这3点连线区域处于加宽路堤中剪切力受力最大的区域,连线右上侧与左下侧存在滑动剪切趋势,而土工格室的加筋作用有助于防止新老路基的剪切滑动,减小新老路基的不均匀沉降。

4 新老路基变形观测

对新老路堤路表进行沉降观测,分析新老路基的拼接效果,观测结果见图8。

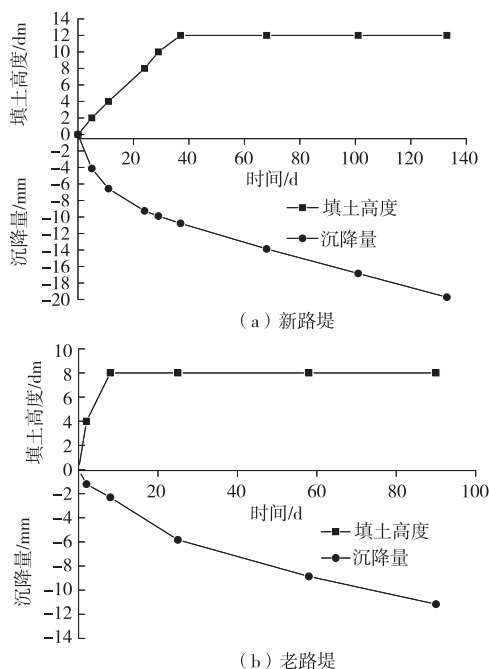


图8 路表沉降最大点沉降历时曲线

由图8可知:施工完成后新路堤路表沉降速率 <2 mm/月,路表沉降趋于稳定。老路堤路表在路床填筑施工期间的沉降速率 ≤ 5 mm/d,路表沉降处于可控状态;施工完成后路表沉降速率 <2 mm/月,

路表沉降趋于稳定,与新老路基侧的沉降速率相比较小,但差异沉降不明显,新老路基拼接效果良好。

5 结论

针对某公路改扩建工程,对新老路基拼接中高速液压夯实机补强技术及土工格室应用技术进行现场试验,通过沉降观测分析拓宽路基后新老路基沉降差异,结论如下:

(1) 对老路基台阶按要求进行高速液压夯实后,效果较好,老路基台阶压实度提高4%以上,建议对全线每个老路基台阶均进行液压夯实。

(2) 土工格室的加筋作用有助于防止新老路基的剪切滑动,增强新老路基结合部的承载能力,起到分散荷载作用,减小新老路基的不均匀沉降。

(3) 扩建施工完成后,全线沉降速率都在规范要求范围内,扩建公路新老路基拼接效果良好,将高速液压夯实机补强技术及土工格室铺设技术应用于新老路基拼接可行。

参考文献:

- [1] 孙民刚,潘国强,崔颖超,等.高速公路路基拓宽新老路基搭接施工技术[J].中外公路,2007,27(4):40-42.
- [2] 崔颖超.高速公路拓宽拼接处差异沉降机理与控制综述[J].公路工程,2007,32(5):51-55.
- [3] 贾宁,陈仁朋,陈云敏,等.杭甬高速公路拓宽工程理论分析及监测[J].岩土工程学报,2004,26(6):755-760.
- [4] 周文.新老路基强度不均匀性对拓宽路面结构影响分析[J].公路工程,2009,35(5):67-74.
- [5] 高翔,刘松玉,石名磊.软土地基上高速公路路基扩建加宽中的关键问题[J].公路交通科技,2004,21(2):29-33.
- [6] 赵亮,闫澍旺.吹填土地基道路工后不均匀沉降分析及加固措施研究[J].土木工程学报,2012,45(2):176-183.
- [7] 沈立森,杨广庆,程和堂,等.高速公路路基加宽土工格栅加筋优化技术研究[J].岩土工程学报,2013,35(4):789-793.
- [8] 孟宝华.拓宽道路路基变形特性及土工格栅处治措施研究[D].绵阳:西南科技大学,2015.
- [9] 杨广庆.高速公路改扩建路基加宽锚固加筋技术研究[J].岩土工程学报,2013,35(增刊2):20-23.
- [10] 向科.土工格栅加筋昔格达填料路堤离心模型试验研究[D].成都:西南交通大学,2005.
- [11] 闫小旗.道路加宽中土工格栅加筋路基动力特性研究[D].绵阳:西南科技大学,2015.