

# YZ36 系列振动压路机在高填方路基 补强碾压中的应用

石扬钊<sup>1</sup>, 朱宝林<sup>2</sup>, 贾俊力<sup>1</sup>, 叶军永<sup>3</sup>

(1. 贵州高速公路集团有限公司, 贵州 贵阳 550004; 2. 交通运输部科学研究院, 北京 100029;

3. 中交路桥南方工程有限公司, 北京 101121)

**摘要:** 路基在通车后很长时间内会持续发生下沉, 即工后沉降。在设计基准期内, 高速公路工后沉降若超过规范容许要求, 会造成桥头跳车、路面积水、路面开裂等病害, 影响行车舒适性、降低车辆行驶速度和道路的通行能力、甚至形成严重的交通安全隐患。因高速公路建设的提速, 路基填筑完毕后自然沉降时间往往较短, 路基的工后沉降更加明显, 必须在施工过程中采取补强措施予以控制。本文结合六盘水至六枝高速公路采用 YZ36 系列超大吨位超大激振力压路机的工程实践, 通过实验, 验证了 YZ36 系列振动压路机在高填方路基补强碾压中的作用, 补强效果明显。

**关键词:** YZ36 系列振动压路机; 高填方路基; 补强碾压

中图分类号: U416.1

文献标识码: B

## 1 YZ36 系列压路机的应用背景

目前, 对路基补强的主要技术方法有: (1) 利用自由落体原理产生冲击的强夯法补强; (2) 利用惯性原理产生冲击波的冲击碾压补强; (3) 利用离心激振原理产生震动波的强力激振法补强。YZ36 振动压路机是一款超吨位、超大激振力自行式全液压振动压路机, 最大激振力达 805kN, 总作用力达 1040kN, 作用深度、影响深度大, 转弯半径小, 无工作盲区, 操作简单, 上市以来广泛用于大厚度石方路基、水稳层一次成型等工程的应用。

六盘水至六枝高速公路项目地处贵州山区, 高填(陡)路堤较多, 根据设计文件要求需对高填路堤进行补强碾压, 原设计补强碾压措施为每 2m 一层进行冲击碾压。因六六项目桥隧比较大, 路基段落普遍较短, 冲击碾压对路基段落和碾压速度要求较高, 可实施性较差, 而强夯法设备笨重、转场麻烦、效率较低, 经比较, 采用强力激振法补强是较为理想的方案, 其方法就是利用大功率超重吨位超大激振力全液压自行式强振压路机, 在采用正常吨位压路机常规碾压并达到合格压实标准后进行强振碾压补强, 这样可以把正常碾压施工和补强碾压施工进行合理的结合, 既可以保证正常的施工速度, 又能有效的保证路基的施工质量。结合国内压路机械的发展状况, 经比选, 拟统一采用陕西中大机械的 YZ36 系列超大吨位超大激振力压路机进行补强碾压。

## 2 补强碾压试验

### 2.1 试验段工程概况

为了验证 YZ36 振动压路机的补强碾压效果, 分

别选取一段土方和一段石方进行试验。土方段选取在 K43+500 ~ +700 段高陡路基, 石方段选取在水城东互通 BK0+185.63 ~ +290.8, 该两段路基满足试验段长度要求(长度不小于 80m 且 YZ36 压路机碾压 2m 内无涵洞或其他构造物), 土方松铺厚度 30cm, 石方松铺厚度 50cm, 土方段补强碾压程序: 静压 1 遍、强振 3 遍、再静压 1 遍; 石方段补强碾压程序: 强振 4 遍、静压 1 遍。

### 2.2 试验安排

(1) 土方: 2013 年 9 月 2 日 ~ 2013 年 9 月 6 日施工准备: 落实安排施工作业人员、机械, 场地平整; 试验室现场取土样作击实试验; 测量组放线确定边线及标高。2013 年 9 月 7 日 ~ 2011 年 9 月 10 日按设计图纸要求对试验段路基进行 YZ36 补强碾压处理, 补强碾压完成以后进行压实度检测及沉降观测数据整理。

(2) 石方: 2013 年 9 月 18 日 ~ 2013 年 9 月 21 日施工准备: 落实安排施工作业人员、机械, 场地平整; 试验室现场取土样作击实试验; 测量组放线确定边线及标高。

2013 年 9 月 22 日 ~ 2011 年 9 月 23 日按设计图纸要求对试验段路基进行 YZ36 压路机补强碾压处理, 100T 碾压完成以后进行压实度检测及沉降观测数据整理。

### 2.3 试验步骤

试验前对各沉降观测点进行测量、对各压实度测试点分别下挖 20cm、50cm、80cm 进行压实度、孔隙率检测; 然后按照土方、石方碾压遍数使用 YZ36 压路机进行补强碾压, 碾压后对各测试点重新检测; 最后对碾压后的路基面重新整平, 以振动压路机碾压成型, 成型

后对高程及压实度作最终检测。

## 2.4 补强碾压施工过程

碾压前由测量组恢复本段路基中桩、边桩并测设半幅路基有效填土宽度,按每 20m 一个横断面,每一横断面布置 5 个测点,测出所布每个测点的高程。测点布置图如图 1。

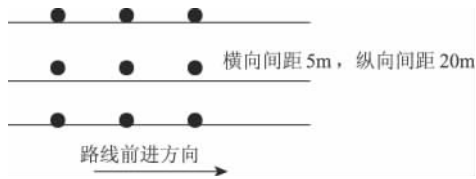


图 1 沉降观测点布置图

沉降检测采用长 6cm 铁钉系红布条作明确标记,断面上间隔 5m 布置。整平时注意保护带有红布条铁钉的检测点,距检测点 20cm 范围内不得扰动。

土方压实度检测方法采用灌砂法和沉降差,石方压实效果检测方法采用沉降差进行检测。试验室安排专人对各压实度检测点检测,压实度检测 3 个断面,每个断面 3 个点,样本数不少于 9 个;具体的检测位置为路基表皮下 20cm、50cm、80cm;每一遍检测一次压实度、孔隙率、含水量、沉降量。检测中注意避开高程检测点,以免影响高程检测准确性。同时压实度检测点每次检测时在 2m 范围内适当位移,避免在同一地点检测,影响压实度准确性。

### 试验段压实度/沉降差检测:

(1) 试验路段准备工作。补强碾压前统计试验路段填筑高度、层次、已经用于填筑的土的物理(力学)性能试验结果(包括颗粒分析、液塑限、最大干密度、最佳含水量、CBR 值及天然含水量),在路基上有规律的布置一系列测点,用石灰作出标记。

用水准仪测量各沉降观测点高程,记录第一组测量数据(即 YZ36 压路机碾压前的高程),再用灌砂法检测所布测点附近表层下 50cm、80cm 路基的压实度,记录第一组试验数据(即 YZ36 压路机碾压前的压实度)。

(2) 具体碾压过程。碾压过程需先边后中,先慢后快,直线段由路肩向中心碾压;碾压时前轮重叠 1/2;行驶速度为 1.5km/h 至 2.5km/h;

补强碾压遍数要求为 2 遍以上,同时满足最小沉降值等于或小于 3mm。即第一遍碾压采用激震力为 590kN(土方第一遍静压),碾压速度 1.8km/h;第二遍碾压采用激震力为 805kN,碾压速度 2km/h;第三遍至第四遍碾压均采用激震力为 805kN,碾压速度 2.2km/h。若五遍碾压完后仍未达到沉降量等于或小于 3mm 要求,余下碾压均按激震力为 805kN,碾压速度 2.2km/h,满足最小沉降值等于或小于 3mm 后再静

压,静压速度 4km/h。

YZ36 振动压路机碾压试验段施工流程见图 2。

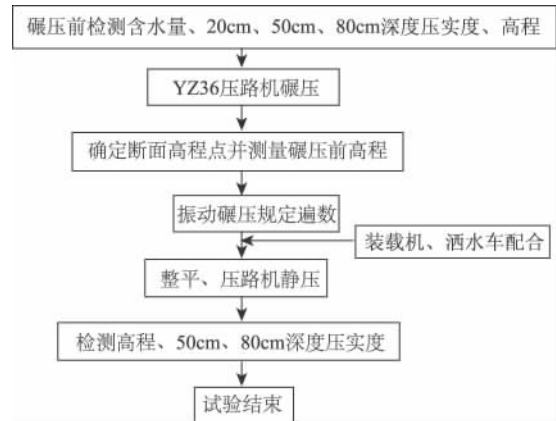


图 2 补强碾压试验流程

(3) 压实度的检测项目要求与频数:压实度检测方法采用灌砂法。压实度检测 3 个断面,每个断面 3 个点,样本数不少于 9 个;具体的检测位置为表皮下 20cm、50cm、80cm;沉降量的检测项目要求与频数:对每个断面布置的沉降观测点高程进行量测,测量出碾压前后的测点高程。

## 3 试验段数据整理与分析

### 3.1 试验段沉降量检测数据

路基沉降量的测定采用水准仪,检测 15 点。我们对各沉降观测点分别在 YZ36 压路机碾压前的沉降量进行了实测与记录,具体数值见附件,根据试验结果试验段结论如下:

土方段压实度在普通压路机碾压合格基础上沉降 30~50mm。

石方段从试验段 3 个观测断面的沉降量差值数据统计结果比较分析来看,碾压第 1 遍时路基的相邻沉降量最大,5 遍以后路基沉降值越来越小,即相邻沉降量之差不大于 3mm,石方段在普通压路机碾压合格基础上沉降 40~90mm。路基经碾压后沉降量趋于稳定。说明该型号 YZ36 压路机已经能满足施工要求。

### 3.2 土方试验段压实度检测数据

土方测定压实度,采用灌砂法,检测并记录碾压前后第 3 遍、4 遍的路基表层下 20cm、50cm、80cm 压实度数据并将结果整理汇总成表,见表 1。

表层压实度平均增加 3 个点,表层下 50cm 处平均增加 2.6 个点,表层下 80cm 处平均增加 1.6 个点。

### 3.3 石方试验段孔隙率检测数据

石方测定孔隙率,采用水袋法,检测并记录碾压前后第 3 遍、4 遍的路基表层下 20cm、50cm、80cm 压实度数据并将结果整理汇总成表,见表 2。

表1 土方路基 YZ36 压路机碾压前后压实度对照表

观测位置 (近似点位取平均范围)	YZ36 碾压		碾压三遍	碾压结束	压实度
	前压实度 /%	后压实度 /%	后压实度 /%	提高 值/%	
K42 + 649	左 5m 表层下 20cm	94.1	95.8	97.4	3.3
	左 5m 表层下 50cm	93.8	95.3	96.8	3.0
	左 5m 表层下 80cm	93.6	94.2	95.3	1.7
K42 + 649	表层下 20cm	93.7	95.3	96.5	2.8
	表层下 50cm	93.7	94.7	96.3	2.6
	表层下 80cm	94.2	94.7	95.8	1.6
K42 + 649	右 5m 表层下 20cm	93.6	95.3	96.3	2.7
	右 5m 表层下 50cm	93.5	94.2	96.2	2.7
	右 5m 表层下 80cm	93.2	93.7	94.7	1.5
K42 + 669	左 5m 表层下 20cm	93.7	95.5	96.6	2.9
	左 5m 表层下 50cm	93.7	95.3	96.3	2.6
	左 5m 表层下 80cm	93.6	94.2	95.3	1.7
K42 + 669	表层下 20cm	93.9	96.3	96.9	3.0
	表层下 50cm	93.7	95.7	96.3	2.6
	表层下 80cm	94.0	95.3	95.8	1.8
K42 + 669	右 5m 表层下 20cm	93.6	95.9	96.5	2.9
	右 5m 表层下 50cm	93.7	95.2	96.2	2.5
	右 5m 表层下 80cm	93.2	94.3	94.7	1.5
K42 + 689	左 5m 表层下 20cm	94.0	96.6	97.1	3.1
	左 5m 表层下 50cm	94	96.1	96.6	2.6
	左 5m 表层下 80cm	93.6	94.8	95.3	1.7
K42 + 689	表层下 20cm	93.7	96.1	96.7	3.0
	表层下 50cm	93.5	95.5	96.1	2.6
	表层下 80cm	93.8	95.1	95.6	1.8
K42 + 689	右 5m 表层下 20cm	93.6	96.1	96.8	3.2
	右 5m 表层下 50cm	93.5	95.2	96.1	2.6
	右 5m 表层下 80cm	93.9	95.2	95.7	1.8
平均	93.7	95.2	96.1	2.4	

石方路基 YZ36 压路机碾压后,孔隙率平均降低 2%(表层下 20cm 降低 2.7%,表层下 50cm 处降低 2.0%,表层下 80cm 处降低 1.2%)。

### 3.4 实验结果分析

(1) 从上述试验数据可以看出,土方路基采用 YZ36 压路机碾压后可以减少沉降量 30~50mm,压实度提高 1.5%~3.3%,能够达到设计文件的要求。(2) 石方路基 YZ36 压路机补强碾压后可以减少沉降量 40~90mm,当碾压完成 5 遍时,最后两遍沉降差 $\leq$ 3mm;经对孔隙率进行检验,孔隙率平均降低 2%。(3) 经过对土方路基和石方路基表层以及表层以下不同深度处的质量检验,可以看出经过 YZ36 大吨位压路机的补强碾压,压实度最大值约在表面下 20cm 左右,补压后的有效影响深度在 100cm 左右。(4) 根据对试验段压实沉降量的观测,六六线对于填高超过 8m 的段落,每 4m 一层进行一次补强碾压,假设填土高度为 20m,则需补强碾压四层,可以消除 12~36cm 的工后沉降。根据以往经验路基工后沉降约为每 1m 沉降 1cm,对于填土高度为 20m 的路基,工后沉降约为 20cm 左右,这就意味着通过每 4m 一层的补强碾压,路

表2 石方路基 YZ36 压路机碾压前后孔隙率对照表

观测位置 (近似点位取平均范围)	YZ36 碾压			孔隙率	
	前孔隙率 /%	后孔隙率 /%	后孔隙率 /%	降低值 /%	
BK0 + 240	左 5m 表层下 20cm	23.6	22.2	21	2.6
	左 5m 表层下 50cm	23.4	22.2	21.5	1.9
	左 5m 表层下 80cm	23.6	22.8	22.5	1.1
BK0 + 240	右 5m 表层下 20cm	23.8	22.5	21	2.8
	右 5m 表层下 50cm	23.6	22.3	21.6	2.0
	右 5m 表层下 80cm	23.5	22.7	22.2	1.3
BK0 + 260	左 5m 表层下 20cm	23.7	22	21	2.7
	左 5m 表层下 50cm	23.5	22.6	21.3	2.2
	左 5m 表层下 80cm	23.6	22.7	22.3	1.3
BK0 + 260	右 5m 表层下 20cm	23.8	22.1	21	2.8
	右 5m 表层下 50cm	23.2	21.9	21.4	1.8
	右 5m 表层下 80cm	23.7	22.8	22.5	1.2
平均	23.6	22.4	21.6	2.0	

基的工后沉降基本上得到消除,能显著降低工后沉降过大、不均匀沉降对道路造成损害的风险,对提高路基的稳定性、改善高速公路通行状况有明显的作。 (5) 通过试验段试验结果,考虑土质的变化,施工路段长度等诸多因素对压实效果的综合影响,结合设计图纸确定本标段补强碾压工艺参数如下:土方路基 100T 压路机补强碾压的最佳遍数为 5 遍(先静压 1 遍、强振 3 遍最后再静压 1 遍),石方路基补强碾压的最佳遍数为 5 遍(强振 4 遍、静压 1 遍)。压路机的行驶速度宜控制在 2.2km/h(强振)~4 km/h(静压)左右。(6) 补强碾压施工中存在的问题:土方路基在 YZ36 补强碾压后,表面出现较多裂纹,表面粗糙甚至造成浅层土体松散,宜在补强碾压结束后洒少量水用普通吨位压路机静压收面后再继续下一层土方填筑。

## 5 结语

通过补强碾压,无论是土方路基还是石方路基,压实质量均得到明显的提高,路基在正常碾压后通过补强碾压得到进一步的压实、沉降,可以显著降低路基的工后沉降,充分验证了 YZ36 系列振动压路机在高填方路基补强碾压中的作用。采用 YZ36 振动压路机进行高填方路基的补强碾压方法得以在六盘水至六枝高速公路全线推广,为六六线提前通车提供了有力的技术保障。应用 YZ36 大激振力压路机进行高填方路基补强碾压方法简单、操作方便、效率高、效果好,应用前景十分广阔。

### 参考文献:

- [1] JTG F10-2006,公路路基施工技术规范。
- [2] 陕西中大机械集团. Power YZ36 大激振力振动压路机路基补强介绍书。
- [3] 陕西中大机械集团. 大厚度摊铺压实补强攻关成果。
- [3] 范跃武,叶东升,沙爱民,等. 粉性土路基补强层结构分析. 郑州:河南商开高速公路建设有限公司 2001。