

级配卵石、级配碎石碾压试验方法及试验结果分析

乔云飞

(中国人民武装警察部队水电第三总队 十一支队,四川 成都 610036)

摘要:介绍了级配卵石、级配碎石碾压试验方法及试验结果分析。

关键词:试验方法;分析

中图分类号:TV4;TF701.3;TV41

文献标识码: B

文章编号:1001-2184(2012)03-0047-04

根据南水北调中线石门河倒虹吸施工现场的实际情况,鉴于基坑开挖完成后,其底部地下水丰富,为确保石门河倒虹吸工程基底换填工作进行顺利,分别进行了级配卵石、级配碎石碾压试验。为确定级配卵石的压实特性,试验人员进行了不同铺料厚度和碾压遍数的现场碾压试验,通过对不同碾压条件下级配卵石、级配碎石的压实干密度和碾压沉降量进行综合分析,最终确定了碾压参数。

1 试验目的

为确保倒虹吸基底卵石换填施工顺利进行,避免盲目性,以求通过试验取得最佳施工方案,确定铺料厚度、碾压遍数、行车速度等施工参数用于指导大规模施工。

2 设计标准

(1)级配卵石的粒径组成为:粒径 0.1 ~ 20 mm 的占总体积的 40%;粒径 20 ~ 40 mm 的占总体积的 30%;粒径 40 ~ 80 mm 的占总体积的 30%。

(2)换填级配卵石相对密度不小于 0.75。

3 编制依据

(1)《碾压式土石坝施工技术规范》DL/T5129-2001。

(2)《土工试验规程》SL237-1999。

(3)《土工试验方法标准》GB/T50123-1999。

(4)《石门河倒虹吸施工招标文件》。

4 施工机械、测量、试验仪器配置

机械设备配备及测量、试验仪器见表 1、2。

5 试验段场地

首先进行级配卵石碾压试验,试验分三个试验段进行:

- (1)试验段长 30 m,宽 5 m,松铺厚度 40 cm;
- (2)试验段长 30 m,宽 5 m,松铺厚度 60 cm;
- (3)试验段长 30 m,宽 5 m,松铺厚度 80 cm。

表 1 机械设备配备表

序号	机械名称	规格型号	数量	性能状态
1	装载机	柳工	2 台	良好
2	推土机	山推 160	1 台	良好
3	振动碾	YZ-18	1 台	良好
4	自卸车		5 台	良好
5	洒水车	东风	1 台	良好

表 2 测量、试验仪器表

序号	仪器设备名称	规格型号	单位	数量
1	灌水筒		2	套
2	土壤筛		1	套
3	击实仪		1	台
4	全站仪	徕卡 TC402	1	台
5	水准仪	C32 II	2	台

6 试验段施工工艺及方法

6.1 试验段施工工艺

按松铺厚度(40 cm、60 cm、80 cm)不同,分为三个试验段依次进行施工,把每个试验段按长度分成相同的三个区,每区长 10 m、宽 5 m,分别测出相同厚度、不同碾压遍数的相关参数。

工艺说明:

(1)布点要求:每个区布置测量点 7 个,每个试验段共 21 个点,测量点即为取样点(图 1、2)。

(2)压路机往返一次为一遍,每个试验段按碾压遍数划分为三个区, I 区碾压 2 遍、II 区碾压 3 遍、III 区碾压 4 遍。碾压分三个周期。

第一周期:全段前两遍碾压,依次从松铺厚度 40 cm、60 cm、80 cm 试验段进行,碾压完毕进行各段测量及第 I 区试验取样,用时约 1 h 40 min。

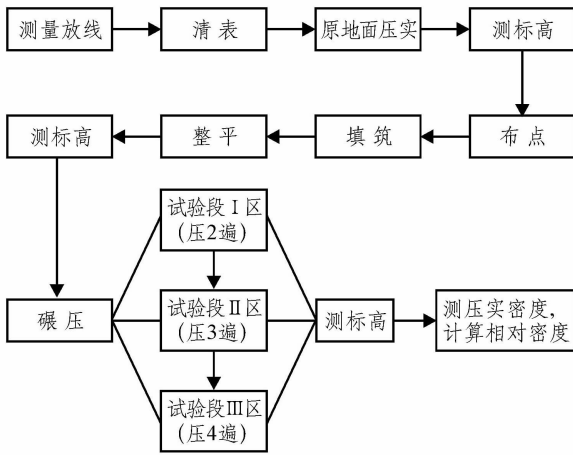
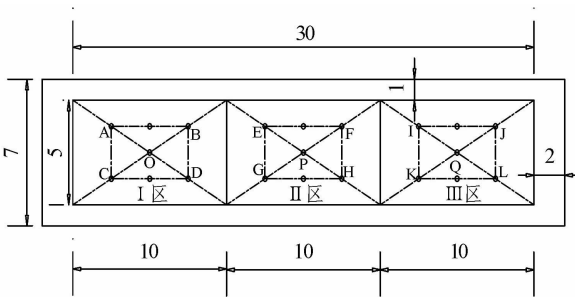


图1 施工工艺简图



注: AB、EF、IJ 线距宽边 1.25 m; AD、BC、EH、FC、IL、JK 线距长边 2.5 m, O、P、Q 点在区面的中心。

图2 单个试验段布置示意图

第二周期:各试验段 II、III 区第三遍碾压。第 I 区测量及取样结束后即可进行,碾压依次进行松铺厚度 40 cm、60 cm、80 cm 试验段、碾压完毕进行测量及试验取样,用时约 1 h 30 min。

第三周期:各试验段 III 区第四遍碾压。第 II 区测量及取样结束后即可进行,碾压结束后测量及试验取样,用时约 1 h。

6.2 施工方法

(1)测量放样:组织技术人员根据试验区长度及宽度,使用全站仪放出试验区的范围线。

(2)清表:将试验段场地的地表清除干净,做好施工现场的临时排水。

(3)原地面压实:使用 YZ-18 振动碾对原地面进行碾压,使地面平坦、坚实后,用试验料在地基上铺压一层,压实至设计标准,以此为试验基层。

(4)压实后测出基层标高并确定高程控制点,以便确定填筑层的铺筑厚度。在测量过程中,为确保测量数据的准确性,先在所测控制点处放

置平板,使平板基本水平,以平板上表面读数为准,填筑高程测量方法与之相同。

(5)填筑:填筑采用机械化施工。备用料用自卸汽车运输,推土机初平,人工精平,振动碾进行碾压。

填筑时派专人指挥车辆,控制卸料间距。填筑压实后,由测量工测量其高度,以控制填筑厚度。具体施工时按照实际情况确定摊铺系数。

(6)整平:先用推土机大致平整后再用人工精平,使表面平整,整平后按检测标准测量标高。

(7)压实方法:碾压时压路机由两侧向中间、纵向进退式进行碾压。振动碾碾压轮重叠轮宽的 1/3 ~ 1/2,达到无漏压、无死角,确保碾压均匀。

压实采用 YZ-18 振动碾,碾压程序为:

第一遍:静压:压路机行进速度 2 ~ 3 km/h;

第二遍:弱振:压路机行进速度 2 ~ 3 km/h;

第三遍:弱振:压路机行进速度 2 ~ 3 km/h;

第四遍:弱振:压路机行进速度 2 ~ 3 km/h。

(8)检查相对密度及厚度。

级配卵石换填前,依据《土工试验规程》SL237-1999 中测量换填料最大干密度(σ_{dmax})和最小干密度(σ_{dmin})。压实后,用灌水法测量碾压级配卵石的干密度(σ_{d0})。依据公式:

$$D_r = \sigma_{dmax} (\sigma_{d0} - \sigma_{dmin}) / \sigma_{d0} (\sigma_{dmax} - \sigma_{dmin})$$

式中 D_r 为相对密度, g/cm^3 ; σ_{dmax} 为最大干密度, g/cm^3 ; σ_{d0} 为换填碾压后干密度, g/cm^3 ; σ_{dmin} 为最小干密度, g/cm^3 。

当相对密度大于 0.75 时,满足试验要求。

记录三个试验段振动压路机规格型号、碾压遍数、松铺厚度、压实厚度、压路机机械组合、施工组织、每遍行驶速度、振动频率、振幅等数据,以确定最优施工方案并组织施工。

(9)施工质量控制方法。

在施工过程中,可根据现场碾压沉降量与试验达到设计要求的沉降量进行对比,判定其密实程度。

通过计算测点的沉降量,控制卵石填筑质量,碾压密实后检测其干密度。

7 试验结果及分析

7.1 级配卵石碾压

(1)干密度试验结果:不同试验条件下的碾压平均干密度试验结果见表 3。测试干密度值处

于 2.21 ~ 2.42 g/cm³ 范围内(试验室最大干密度为 2.28 g/cm³, 试验室最小干密度为 1.86 g/

cm³)。从试验结果可以看出, 同条件下的干密度测量值分布比较集中。

表3 碾压试验段级配卵石平均干密度表

项目	碾压遍数											
	2遍				3遍				4遍			
松铺厚度/cm	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100
干密度 /g · cm ⁻³	2.34	2.27	2.26	2.27	2.38	2.33	2.3	2.33	2.4	2.37	2.37	2.36

(2) 碾压遍数与干密度的关系: 碾压遍数与压实干密度的关系曲线见表2。从图3中可以看出: 当碾压遍数相同时, 干密度随着松铺厚度的增加而减少; 当铺层厚度相同时, 随着碾压遍数的增加, 干密度随之上升, 但碾压遍数达到一定数量后, 再增加碾压遍数, 其密实效果已不明显。

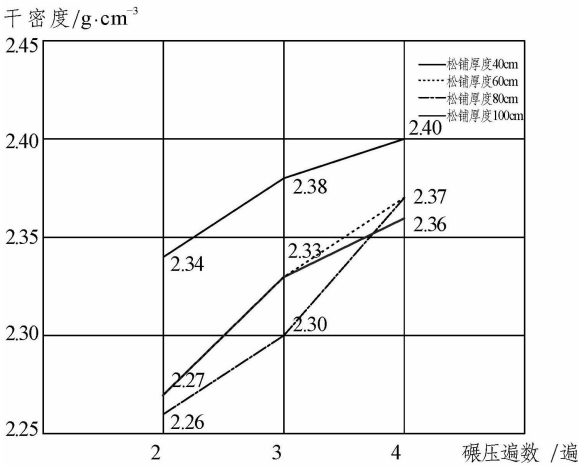


图3 级配卵石碾压试验段碾压遍数与干密度关系表

(3) 松铺厚度与干密度的关系: 松铺厚度与干密度的关系曲线如图4所示。从图4中可以看

出, 随着松铺厚度的增加, 干密度有所下降, 但变化不大, 总的趋势是铺料越厚, 压实后干密度越小。因此, 对于本次试验而言, 松铺厚度对碾压效果的影响符合常理。

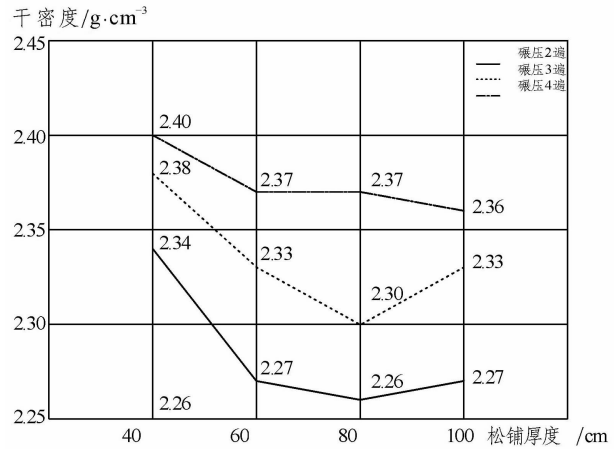


图4 级配卵石碾压试验段松铺厚度与干密度关系表

(4) 表面沉降: 碾压试验过程中铺料层沉降测量结果见表4。从表4中可以看出: 碾压2遍时沉降变形较大, 3遍以后趋于平缓, 沉降变形趋于稳定。另外, 对比不同铺厚时的沉降量变化, 碾压沉降量有随铺土厚度增加而加大的规律。

表4 级配卵石碾压试验段铺料层平均沉降量统计表

项目	碾压遍数											
	2遍				3遍				4遍			
松铺厚度/cm	40	60	80	100	40	60	80	100	40	60	80	100
平均沉降量/cm	1.8	2.1	2.3	2.8	2.2	2.7	3.0	3.3	2.3	2.9	3.1	3.3

综合分析沉降测量结果、碾压遍数与干密度的变化趋势, 在现场施工中, 可采用 18 t 振动碾, 松铺厚度 100 cm, 碾压 4 遍的控制参数。

7.2 级配卵石饱水碾压

考虑到在实际施工中地下水较为丰富, 为模拟实际施工情况, 进行了级配卵石饱水碾压试验。但因级配卵石为天然级配料, 含泥量偏高(含泥量为 12%), 导致在饱水碾压过程中发生严重翻浆和弹性土现象, 故带水换填作业不能使用级配卵石(图5、6)。

7.3 级配碎石碾压

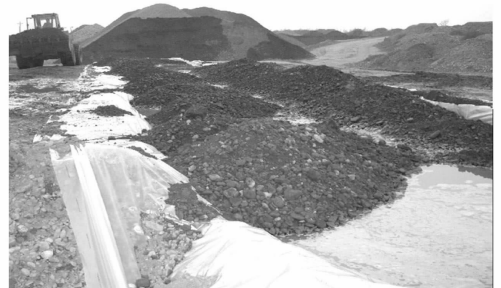


图5 级配卵石饱水试验现场

在级配卵石试验的基础上,考虑到施工现场条件,为确保工程质量,进行了级配碎石碾压试验。首先进行了松铺厚度 100 cm,试验段面积 20 m²,未发生翻浆和反弹现象。随后进行了松铺厚度 100 cm、试验段面积 170 m²的级配碎石饱水碾压,级配碎石碾压成果分析如下:

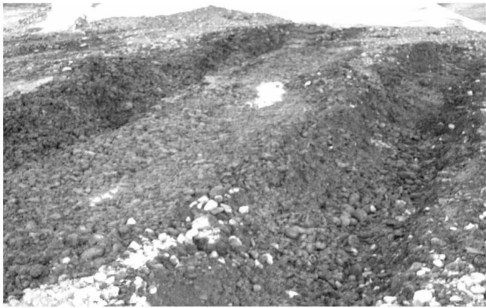


图6 级配卵石饱水条件下碾压效果图

(1)干密度试验结果:不同试验条件下的碾压平均干密度试验结果见表5。测试干密度值处于 2.05 ~ 2.18 g/cm³ 范围内。对试验结果进行分析得知,同条件下的干密度测量值分布比较集中。

表5 级配碎石碾压试验段平均干密度表

项 目	碾 压 遍 数		
	2 遍	3 遍	4 遍
松铺厚度/cm	100	100	100
干密度/g · cm ⁻³	2.11	2.13	2.15

(2)碾压遍数与干密度的关系:碾压遍数与压实干密度的关系曲线见表6。从图7中可以看出,随着碾压遍数的增加,干密度随之上升。但在碾压为2遍时,干密度为 2.11 g/cm³ 已经满足设计指标要求(试验室最大干密度为 2.11 g/cm³,试验室最小干密度为 1.68 g/cm³)。

(3)表面沉降:碾压试验过程中铺料层沉降

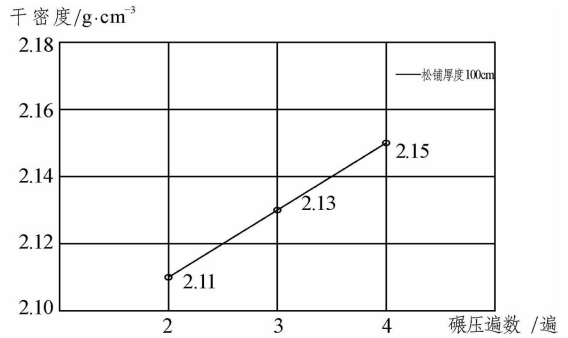


图7 级配碎石碾压试验段碾压遍数与干密度关系图

测量结果见表6。从表6中可以看出,碾压2遍时沉降变形较大,3遍以后趋于平缓,沉降变形趋于稳定。另外,对比不同铺厚时的沉降量变化,碾压沉降量有随铺土厚度增加而加大的规律。

表6 级配碎石碾压试验段铺料层平均沉降量统计表

项 目	碾 压 遍 数		
	2 遍	3 遍	4 遍
松铺厚度/cm	100	100	100
平均沉降量/cm	3.2	3.7	3.7

8 结 语

现场试验与室内干密度试验结果比较:级配卵石、碎石料委托第三方试验室进行检测,其中最大干密度的测定采用振动压实法,最小干密度的测定采用倾注松填法。级配卵石、碎石试验得到的最大干密度分别为 2.28 g/cm³、2.11g/cm³,均小于现场试验的部分压实干密度。分析其原因,主要是由于随重型碾压机具的使用压实能量高于室内的缘故,现场实际压实密度存在高于室内相对密度试验得到的最大干密度的现象。

作者简介:

乔云飞(1982-),男,山西介休人,工程师,学士,从事水利水电工程施工技术与管理工作。

(责任编辑:李燕辉)

潘家铮水电科技基金理事会二届一次会议召开

2012年4月11日,潘家铮水电科技基金理事会二届一次会议在舟山市召开,本次大会共有参会代表49位,列席代表8位。大会由潘家铮基金会副理事长、中国水电工程顾问集团副总经理曹春江主持。一届理事长、中国水力发电工程学会常务副理事长兼秘书长李菊根在会上作了《潘家铮水电科技基金一届理事会工作报告》,中国水力发电工程学会名誉理事长、中国国电集团公司专家委员会主任周大兵在会议上讲话。一届理事会秘书长周尚洁宣读了《潘家铮水电科技基金章程》修订说明,一届理事会理事长李菊根宣读了二届理事会组成建议名单,通过无记名投票选举产生了潘家铮水电科技基金一届理事会组成人员。会上,理事和代表们各抒己见,讨论和审议了《2011年潘家铮水电科技基金理事会工作报告》和《潘家铮水电科技基金章程》修改说明。会议宣布了潘家铮水电科技基金二届一次理事会二届秘书长提名及副秘书长人选并经全体理事审议通过。会议通过了《潘家铮水电科技基金一届理事会工作报告》和《潘家铮水电科技基金章程》修改的决议。二届理事会新任理事长周大兵在会上做重要讲话;秘书长李菊根作会议总结发言。会议在热烈和谐的气氛中圆满结束。