

柳沟水库除险加固工程碾压试验

蔺 静 郭义昌

(新疆北方建设有限责任公司 新疆 奎屯 833200)

摘要 介绍柳沟水库除险加固工程现场碾压试验的全过程,阐明了施工过程中碾压参数的确定方法。试验采用组合淘汰法,即在碾压机械确定的情况下,将 3 种碾压遍数和 3 种铺土厚度进行排列组合分别进行碾压试验,最终得出最佳的碾压参数,即碾压遍数为 6 遍,铺土厚度为 50 cm,含水率控制在 10% ~ 14% 之间。

关键词 除险加固工程 碾压试验 碾压参数选择 柳沟水库

中图分类号 TV697.3

文献标识码 B

文章编号 1006-764X(2006)S1-0127-03

1 碾压试验方法

坝体正式填筑前,应进行现场碾压试验,其目的是检查土料压实后是否能达到设计压实干密度,检查压实机具的性能是否满足施工要求,以便选定合理的施工碾压参数(含水率、铺土厚度、碾压遍数)和机械参数。

1.1 试验准备

碾压试验前已对土场进行了充分的调查,依据土场调查报告和土的击实试验成果,1 号土场土料的最优含水率为 13.8%,最大干密度为 1.82 g/cm^3 。1 号土场的天然含水率在 10% ~ 14% 之间,土类为黏质粉土,符合筑坝要求。因此,在碾压试验场地较近处选择含水率接近最优含水率的土料进行碾压试验。

1.1.1 碾压机械的选择

文献[1]规定振动碾工作质量宜大于 10 t,振动频率 20 ~ 30 Hz,行驶速度不应超过 4 km/h。因而,依据现场施工情况选择 160 型推土机 1 台,16 t 凸块振动碾 1 台,斗容量为 1 m^3 的挖掘机 1 台,自卸汽车 3 辆。

1.1.2 密度试验方法

选用 MC—3 深层型核子水分-密度仪检测碾压后土的湿密度、含水率和干密度。深层型核子水分-密度仪应由有资质的专门机构进行检定,检定合格后方可使用,在用于现场测试前应由用户进行现场标定^[2]。因此,在现场试验前笔者已对 MC—3 深层

型核子水分-密度仪进行检定和现场标定,可直接应用于现场碾压试验的密度检测。

1.1.3 碾压试验地点的选择

碾压试验允许在堤基范围内进行,试验前应将堤基平整清理,并将表层压实至不低于填土设计要求的密实程度^[3]。碾压试验的场地面积应不小于 $20 \text{ m} \times 30 \text{ m}$ 。因此将碾压试验地点选在 1 号土场的一块较为平整的地方,用推土机将表面植被和盐碱土清除干净,清除面积为 $30 \text{ m} \times 50 \text{ m}$ 。清除干净后,先用核子仪检测基础天然干密度和含水率,再用 160 型推土机拖凸块振动碾,行走速度为 1 挡,凸块振动碾开 2 挡油门,将碾压试验基础面碾压 6 遍,使其压实至不低于填土设计要求的密实程度,检测碾压后基础的干密度和含水率,并对基础进行水准测量。

1.2 碾压试验

1.2.1 参数的确定

a. 机械参数。机械采用 160 型推土机,行车速度为 4 km/h,16 t 凸块振动碾,振动频率为 20 Hz。机械行走速度控制为 1 挡慢速,16 t 凸块振动碾开 2 挡油门。

b. 碾压参数。根据经验在土场选择含水率接近最优含水率的土进行碾压试验。铺土厚度分别为 40 cm、50 cm 和 60 cm,成台阶状铺土。碾压遍数初步定为 4 遍、6 遍和 8 遍。

1.2.2 试验组合

试验组合方法采用淘汰法,即把土料的含水率

控制在 10% ~ 14% ,变动碾压遍数 ,固定铺土厚度。将检测段分为 3 段 ,每段长度为 20 m ,宽度为 15 m。3 段铺土厚度分别为 40 cm 50 cm 和 60 cm ,碾压遍数分别为 4 遍、6 遍和 8 遍。碾压完成后 ,在每段各取 12 个点观察有无黏碾、弹簧土 ,土层底部有无虚土层、上下层面是否结合良好、有无光面及剪切破坏等现象 ,并做好记录。

a. 碾压 4 遍。用自卸汽车运送土方 ,采用进占法 ,推土机仔细平整。准确控制铺料厚度与平整度 ,用水准仪检查铺土平均厚度 ,分别为 43 cm ,51 cm 和 62 cm。用推土机拖 16 t 凸块振动碾碾压 ,行走速度为 1 挡 ,振动碾以 2 挡油门开始碾压。碾压时 ,发现土粒不随碾子翻动。碾压后没有发现光面土及弹簧土。用 MC—3 型核子仪测定压实后的干密度和含水率。对于铺土厚度为 40 cm 的压实土层 ,用核子仪只需将表层翻松的土层用铁锹清除 ,铲平一块比仪器底面略大的长方形 ,测量深度定为 25 cm 即可 ;对于铺土厚度为 50 cm 和 60 cm 的压实土层 ,将表层松土层清除后 ,还要向下铲 5 cm 和 15 cm ,测量深度定为 30 cm ,主要测定结合层的干密度是否达到设计要求。每段检测 12 个点 ,这些点均匀地分布在试验段的平面上 ,然后取含水率有代表性的 5 个测点绘制干密度与含水率的关系曲线^[4-5] ,见图 1。由图 1 可知铺土厚度为 40 cm 和 50 cm 的两个试验段最大干密度都达到了设计要求 ,而铺土厚度为 60 cm 的试验段没有达到设计要求的最大干密度值。同时在 3 个碾压试验段上挖取探坑 ,观察挖开的探坑断面可知铺土厚度为 40 cm 的压实土体没有剪切破坏 ,结合层面没有虚土层 ,上下层面结合良好 ,铺土厚度为 50 cm 的压实土体断面土层没有剪切破坏 ,结合面局部有 2 ~ 3 cm 的虚土层 ,铺土厚度为 60 cm 的压实土体断面也没有发现土层剪切破坏 ,结合面局部有 3 ~ 4 cm 的虚土层。

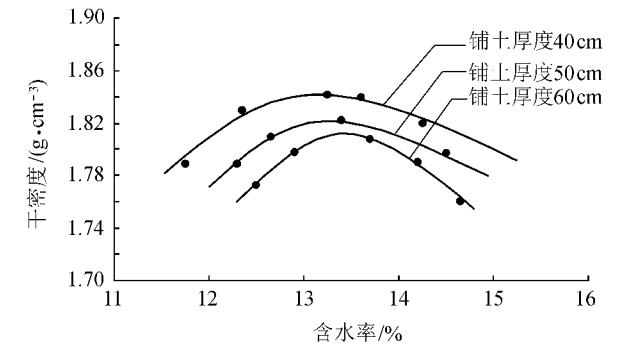


图 1 干密度与含水率关系曲线(碾压 4 遍)

b. 碾压 6 遍。核子仪和探坑检查完成后 ,对探坑进行土料回填并夯实 ,立即进行 6 遍碾压 ,即在 4 遍碾压的基础上再碾压 2 遍。碾压时 ,观察到表面

土层没有随碾子翻动。碾压完成后 ,也没有发现光面土及弹簧土 ,用核子仪检测碾压后土体的干密度和含水率 ,每段分别测得 12 个点的数据 ,抽取含水率有代表性的 5 个测点绘制干密度与含水率的关系曲线^[4-5] ,见图 2。由图 2 可知铺土厚度为 40 cm 和 50 cm 的试验段的最大干密度都达到了设计要求 ,而铺土厚度为 60 cm 的试验段仍没有达到设计要求。分别在 3 个区段挖取探坑 ,发现铺土厚度为 40 cm 和 50 cm 的压实土体上土层都没有发生剪切破坏 ,并且上下面结合良好 ,也没有虚土层 ;铺土厚度为 60 cm 的压实土体的结合层仍有 2 ~ 3 cm 松软虚土层 ,但没有发现剪切破坏现象。

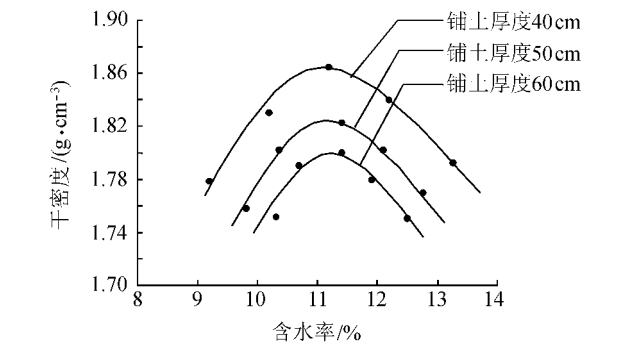


图 2 干密度与含水率关系曲线(碾压 6 遍)

c. 碾压 8 遍。核子仪和探坑检查完成后 ,将探坑回填并夯实 ,立即进行 8 遍碾压 ,即在 6 遍碾压的基础上再碾压 2 遍。碾压时 ,发现表面土层有部分土随碾子翻动。碾压完成后 ,用核子仪检测碾压后土体的干密度和含水率 ,同样 ,在 3 个试验段上分别测量 12 个点的数据 ,并抽取含水率有代表性的 5 个测点绘制干密度与含水率的关系曲线^[4-5] ,见图 3。由图 3 可知铺土厚度为 40 cm 50 cm 和 60 cm 的 3 个试验段的最大干密度都没有达到设计要求 ,挖取探坑后发现 :铺土厚度为 40 cm 和 50 cm 压实土体中有剪切破坏 ,土体有明显的分层现象 ;铺土厚度为 60 cm 的压实土体的结合层处仍有 1 ~ 2 cm 的虚土层 ,并且表层至以下 20 cm 内有剪切破坏 ,土体有明显的分层现象。

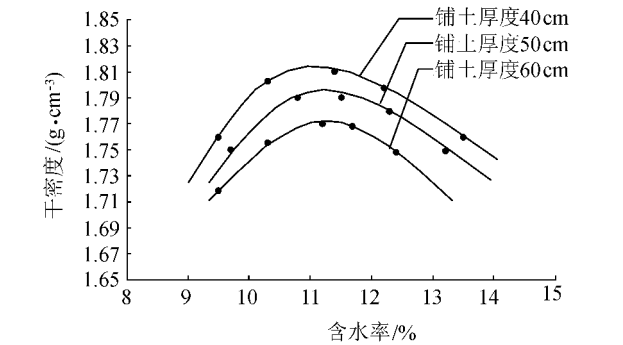


图 3 干密度与含水率关系曲线(碾压 8 遍)

2 试验结果

从上述试验过程及图 1~3 中可以得出当铺土厚度为 50 cm,碾压遍数为 6 遍时(最大干密度为 1.821 g/cm³,含水率可达 11.3%),既能够达到设计要求的压实干密度,也满足了施工要求。

3 结 语

从碾压试验的整个试验过程来看,在碾压机械确定的情况下,采用不同的铺土厚度和碾压遍数所得的压实土体的干密度和结合层的情况有明显差异。相同的压实机械,相同的铺土厚度,当碾压遍数增加到 6 遍时,其干密度值达到了最大,而当碾压遍数增加到 8 遍时,其最大干密度反而随着碾压遍数的增加而减小了,并且其干密度值已经不能满足设计要求。分析其原因是由于碾压遍数过多,压实土体发生了剪切破坏,即破坏了土体的整体结构,使之发生分层,从而导致了干密度值的降低,并且其最大干密度已不能满足设计要求,因此 8 遍碾压遍数不能采用。当碾压 4 遍时只有铺土厚度为 40 cm 的试

验段符合要求(即试验段上没有弹簧土和光面土,其最大干密度符合设计要求,结合层面没有虚土层,上下层结合良好,且土体没有剪切破坏)。当碾压 6 遍时铺土厚度为 40 cm 和 50 cm 的两个试验段符合要求。从施工进度和经济角度考虑,铺土厚度为 50 cm,碾压遍数为 6 遍,含水率控制在 10%~14% 为最优施工碾压参数。应当注意的是,由于土场中土为黏质粉土,土中的水分易损失,因此在坝体施工中应及时在结合层面上洒好结合水。土场土料的含水率偏低时应及时洒水,含水率偏高时应及时晾晒,并在施工中严格控制铺土厚度,以确保施工的顺利进行,从而提高整个坝体的施工进度。

参考文献:

[1] DL/T5129—2001 碾压式土石坝施工规范[S].
[2] SL275—2001 核子水分-密度仪现场测试规程[S].
[3] SL260—98 堤防工程施工规范[S].
[4] SL237—1999 土工试验规程[S].
[5] GB/T50123—1999 土工试验方法标准[S].
(收稿日期 2006-05-23 编辑 骆超)

(上接第 117 页)因此由于混凝土的碳化、保护层厚度严重不足所引起的钢筋锈蚀也是造成混凝土胀裂破坏的另一个重要原因。

4.2 病害修复对策

该水闸下游闸墩以上混凝土构件在较大范围产生的病害,必须进行及时处理,否则这些病害会不断延伸扩大,将直接影响水闸的安全运行。现根据钢筋混凝土构件病害的不同程度,提出以下修复对策^[4]。

a. 现状 6 号孔第 3 块及 7 号孔第 3 块、第 4 块检修平台板梁构件中部上下游均有垂直的贯穿性裂缝(尤其突出的是 6 号孔第 3 块平台上有 3 条贯穿性裂缝),存在较大安全隐患,应予尽快更换或加固。

b. 对现状构件病害的处理建议采用美国陶氏瑞固特种乳胶有限公司生产的 DL470 乳胶配制的水泥砂浆进行修复。室内试验结果表明,该材料具有较高的抗压强度和抗拉强度,龄期 28 d 时抗压强度达到 84.5 MPa,抗拉强度达到 5.1 MPa。另外,该材料与老混凝土有较好的黏结性能,并具有较好的抗腐蚀性能,是一种较理想的混凝土修复新材料。

c. 对部分重要的受力构件(如右岸启闭机房大梁等)或病害严重的构件,除采用 DL470 乳胶砂浆修复外,建议采用外贴碳纤维布作进一步补强加固处

理。碳纤维材料具有轻质、高强、抗腐、耐老化、稳定性好等特点,其抗拉强度是同等截面钢材的 7~10 倍。目前碳纤维布补强加固技术已在我国混凝土结构修复加固工程中得到广泛应用。

5 结 语

通过对浙江沿海某水闸混凝土工程进行病害检测与成因分析,表明造成该水闸混凝土工程病害的主要原因是混凝土的盐污染和混凝土的碳化,氯离子和二氧化碳破坏了混凝土中的钢筋钝化膜。提出了混凝土工程病害修复对策即采用 DL470 乳胶配制的水泥砂浆和碳纤维布补强加固技术,为水闸混凝土工程的病害处理提供了科学的依据。

参考文献:

[1] 李为杜.混凝土无损检测技术[M].上海:同济大学出版社,1995.
[2] 刘超英,孙伯永.水工混凝土中钢筋锈蚀检测技术及应用[J].浙江水利科技,2003(2):38-39.
[3] 蒋元嗣,韩素芳.混凝土工程病害与修补加固[M].北京:海洋出版社,1996.
[4] 乔生祥,黄华平.水工混凝土缺陷检测和处理[M].北京:中国水利水电出版社,1997.
(收稿日期 2006-02-24 编辑 高建群)