

冻融作用下防渗渠道混凝土力学特性探讨

杜 秀

(新疆维吾尔自治区乌苏市水利局, 新疆 乌苏 833000)

【摘要】 目前中国正加紧高标准农田配套设施建设,受季节性冻融循环作用,防渗渠道可能会出现强度降低、渗透性增大等病害。为探讨防渗渠道混凝土强度、变形以及渗透特性与冻融循环的关系,本文对防渗渠道混凝土进行了冻融循环试验、强度试验和渗透试验。结果表明,冻融循环作用显著降低了防渗渠道混凝土的抗压强度和抗渗能力,当其经过 100 次冻融循环时,混凝土强度降低了一半。随着冻融循环次数的增多,峰值强度所对应的应变率增大,其抗渗性能降低,这是由于冻融作用增大了混凝土内部的孔隙所导致的。

【关键词】 防渗渠道; 冻融循环; 混凝土; 强度

中图分类号: TV698.2+6

文献标志码: A

文章编号: 1005-4774(2017)05-0047-03

Discussion on impermeable channel concrete mechanical properties under freeze-thaw action

DU Xiu

(Xinjiang Uygur Autonomous Region Wusu Water Conservancy Bureau, Wusu 833000, China)

Abstract: China is accelerating high standard farmland infrastructure construction in China at present. The impermeable channel may suffer from strength reduction, permeability increase and other diseases due to seasonal freeze-thaw cycle effect. In the paper, concrete in impermeable channels undergoes freeze-thaw cycle test, strength test and seepage test in order to discuss the relationship among impermeable channel concrete strength, deformation, seepage characteristics and freeze-thaw cycle. Results show that freeze-thaw cycle effect significantly reduces the compressive strength and impermeability of impermeable channel concrete. The strength of concrete is reduced by 50% after freeze-thaw cycles for 100 times. The strain rate corresponding to the peak value strength is increased, and the impermeability is lowered with the increase of freeze-thaw cycles because freeze-thaw effect increases internal pores of the concrete.

Keywords: impermeable channel; freeze-thaw cycle; concrete; strength

工程中把混凝土的抗冻性作为评判混凝土耐久性的重要指标之一,这是因为在中国北方地区,冬季都有冻结期,受冻害影响严重。为保证粮食质量,目前中国正加紧高标准农田配套设施建设,其中防渗渠道是重点建设项目之一。受冻融循环作用,防渗渠道混凝土

会出现强度降低、渗透系数增大等问题,因此对防渗渠道混凝土抗冻性进行研究具有重要意义。

混凝土冻融特性一直是土木工程界的一个重要课题,自 20 世纪以来,有学者对混凝土的冻融特性进行了大量研究,而且得出许多重要结论。静水压假说和

渗透压假说是由 Powers 等^[1-2]提出,这两个假说为混凝土冻融特性研究起到铺垫的作用。段安等^[3]对 85 个混凝土试件开展了冻融循环和抗压强度试验,以期探讨冻融作用与混凝土应力—应变的关系。曹大富等^[4]对影响冻融循环的 3 个影响因素进行了综合分析。此外亦有大量学者^[5-8]对冻融循环作用对混凝土宏观物理力学现象以及细观机理的影响进行了深入的研究。

本文通过对防渗渠道混凝土的冻融循环试验、抗压强度试验和渗透试验,分析了冻融作用对其强度以及渗透特性的影响,以期评估防渗渠道冻融破坏问题提供一定的参考。

1 试验材料与试验方法

1.1 试验材料

42.5 强度等级的普通硅酸盐水泥作为试验所用水泥,细骨料为细度模数 3.1 的级配连续中砂,试验所用粗骨料颗粒级配良好,20mm 为最大粒径,粉煤灰为 II 级灰,试验水灰比为 0.5,试样尺寸为 100mm × 100mm × 300mm,试样养护龄期为 28d。

1.2 试验方法

冻融试验采用快冻法,分别对试样进行 0 ~ 125 次快速冻融循环试验,试验共 6 组,每组试验冻融次数按 25 次递增。为保证冻融循环试样的饱和度达到试验要求,试验开展前需将试样先置于水中浸泡 4d,浸泡时需保持液面高出试样顶部 2cm 以上。冻融循环试验箱的冻结温度设定为零下 17℃,融化温度设定为 8℃,试验箱温度误差为 2℃,一次冻融循环试验过程中,冻结和融化时间均为 2h。本文中的无侧限抗压强度试验所用加载速率为 0.75mm/min,试验在万能试验仪上开展。渗透试验采用一次加压,由一定时间内试样的渗水高度能够计算出试验的渗透系数,通常情况是测记 24h 试件的渗水高度,若试样渗透系数较大,则当试样端面出现渗水,记录此时的时间作为渗透时间,该情况下试样的渗水高度即为试样高度。

2 试验结果与分析

2.1 冻融次数对混凝土强度的影响

图 1 为防渗渠道混凝土无侧限抗压强度与冻融循环次数的关系曲线,由图 1 可知在 125 次循环范围内,混凝土抗压强度随着冻融循环次数的增长而逐渐降低;当冻融循环次数小于 25 次的时候,试样的抗压强度降低显著;当试样冻融次数超过 100 次时,防渗渠道混凝土强度可以近似地认为不再降低。这主要是由于混凝土内部存在细小孔隙,饱和条件下这些孔隙被水填充,冻结后,水体体积膨胀,试样内部受到挤压,从而降低了混凝土的抗压强度。冻融循环的前 25 次,由于孔隙小而多,孔隙比表面积大,受冻融作用影响,混凝土强度显著降低。而随着冻融次数继续增加,小孔隙逐渐贯通,空隙的比表面积减小,冰压作用对其影响降低,因此冻融循环后强度降低不是很明显。

为直观看出冻融作用下混凝土强度的损失量,引入强度折减率,强度折减率可以定义为式(1):

$$K = \frac{q_{cu} - q_{cuN}}{q_{cu}} \times 100\% \quad (1)$$

式中 q_{cu} ——正常情况下试样无侧限抗压强度;

q_{cuN} —— N 次冻融循环后试样无侧限抗压强度。

计算可得经 25 次、50 次、75 次、100 次和 125 次冻融循环后,防渗渠道混凝土强度折减率分别为 28.1%、41.6%、47.4%、50.6% 和 51.6%。由不同冻融循环次数对应的试样强度折减率分析可知,防渗混凝土的强度折减率会随着随冻融次数的增多而增加;当冻融循环次数为 100 次时,试样的无侧限抗压强度相比正常情况下减少一半,这说明防渗渠道混凝土的强度受冻融作用影响。

图 2 为混凝土养护龄期 28d 时,试样峰值抗压强度所对应的应变值与冻融循环次数的关系曲线。由图可知,防渗渠道混凝土的无侧限抗压强度对应的峰值应变率随着冻融次数的增加而逐渐增大,这是因为冻融作用使得试样孔隙变大,受压时,试样先压密,强度开

始时增长缓慢,随着试样不断压密,孔隙逐渐减小,混凝土强度逐渐发挥,试样中的裂隙会随着冻融循环次数的增加而增加,因此导致压密所需要的应变值也变大。

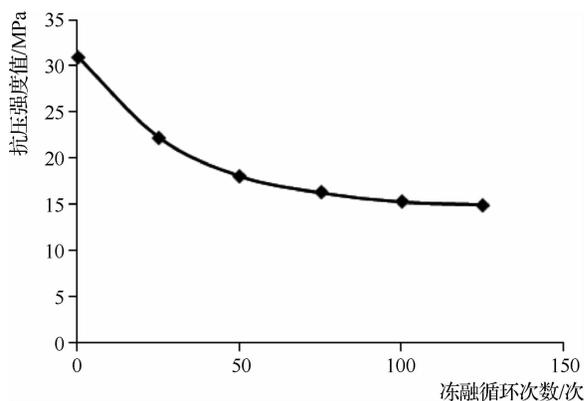


图1 不同冻融次数下混凝土抗压强度

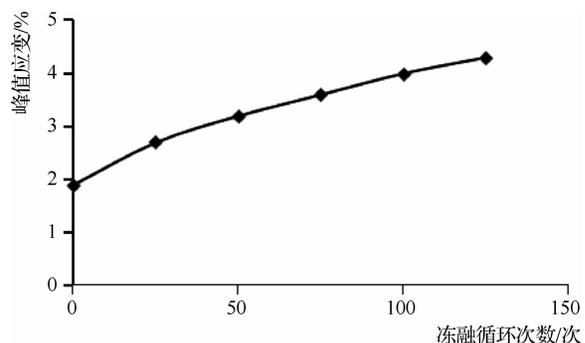


图2 不同冻融次数下混凝土峰值应变

2.2 冻融次数对混凝土渗透性的影响

防渗渠道混凝土的一项重要指标是渗透系数,其计算公式为:

$$S_k = kD_m^2 / (2tH) \quad (2)$$

式中 S_k ——混凝土试样的相对渗透系数;

D_m ——混凝土试样的平均渗水高度;

H ——用以表征水压的水位高度;

t ——渗透时间;

k ——混凝土试样的吸水率。

防渗渠道混凝土试样的相对渗透系数与冻融循环次数的关系如图3所示。由图可知随冻融次数增多,混凝土试样的相对渗透系数逐渐增大,这主要是由于冻融作用在增大了试样内部孔隙,形成了渗流通道。

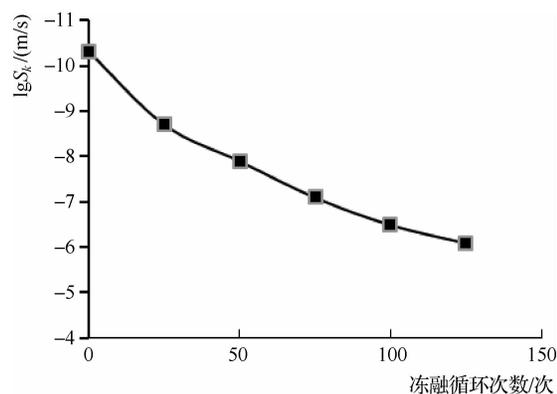


图3 不同冻融次数下混凝土相对渗透系数

3 结 论

a. 冻融作用对防渗渠道混凝土强度影响较大,混凝土强度随冻融次数的增加而逐渐降低,当其经过100次冻融循环时,混凝土的无侧限抗压强度相比正常工况下降低了一半。

b. 随冻融次数增多,混凝土峰值强度对应的应变值增大,混凝土相对渗透系数增大,这主要是由于冻融作用使得试样内部孔隙增大。◆

参考文献

- [1] Powers T C. A working hypothesis for further studies of frost resistance of concrete[J]. Journal of ACI, 1945, 16(4): 245-272.
- [2] Powers T C. Freezing effects in concrete. Durability of concrete [M]. Special Publication SP-47 (ACI), 1975.
- [3] 段安, 钱稼茹. 受冻融环境混凝土的应力-应变全曲线试验研究[J]. 混凝土, 2008(8): 13-16.
- [4] 曹大富, 富立志, 杨忠伟, 等. 冻融循环作用下混凝土受压本构特征研究[J]. 建筑材料学报, 2013, 16(1): 17-23.
- [5] 邹超英, 赵娟, 梁锋, 等. 冻融作用后混凝土力学性能的衰减规律[J]. 建筑结构学报, 2008, 29(1): 118-123.
- [6] 肖建庄. 再生混凝土单轴受压应力-应变全曲线试验研究[J]. 同济大学学报, 2007, 35(11): 1445-1449.
- [7] 卫军, 张晓玲, 赵青龙. 混凝土结构耐久性的研究现状和发展方向[J]. 低温建筑技术, 2003, 92(2): 1-3.
- [8] 邹超英, 徐天水, 胡琼. 应力状态对抗冻混凝土力学性能的影响[J]. 低温建筑技术, 2005, 108(6): 6-8.