

季冻区河道挡土墙冻害分析及研究

邹磊堂¹ 康晶²

(1. 中国建筑上海设计研究院有限公司辽宁分公司, 辽宁 沈阳 110000;
2. 沈阳市市政工程设计研究院有限公司, 辽宁 沈阳 110015)

【摘要】季冻区冰冻期长, 高水位的河道挡土墙往往冻害严重, 达不到设计使用寿命就发生倾斜、开裂等严重破坏现象, 造成每年均需要维修的重复性维护工作。经分析, 冬季挡土墙因土体的高含水量而产生的冻胀破坏是其倾斜开裂的主要原因。本文结合沈阳某内河两侧挡土墙局部出现倾斜开裂等现象, 分析原因, 提出合理构造措施, 为国内其他同类型挡土墙工程提供了有益的参考。

【关键词】河道挡土墙; 季冻区; 冻害

一、引言

季节性冻土约占我国国土面积的 53.5%, 随着国内城市公园化的发展, 越来越多的水系景观出现在季冻区, 随之而来的是水系挡土墙的病害增多, 尤其是冬季高水位处的挡土墙更易出现倾斜、开裂等严重破坏现象。如何解决挡土墙在季冻区的病害, 减少运营人员重复性维护工作量, 是季冻区设计人员遇到的急需解决的问题。

冬季土壤中的水分在昼夜循环之间不断以液态和固态形式转换, 从而引起很多建构筑物的基础发生冻胀破坏。土壤中水分的迁移水平在很大程度上左右冻胀量的大小, 因此冻融使得强度较低、含水率较高的湖岸土体更为敏感, 破坏后果也更为严重^[1]。上世纪六七十年代开始, 就有 Everett、Miller 等学者根据研究陆续提出了第一冻胀理论和第二冻胀理论。而在国内, 针对冻胀机理和防治措施的研究主要开始于上世纪八十年代后期, 在此期间, 国内集中出版了一系列针对此类问题的规范和标准。近些年来, 各大学及研究机构就冻胀问题开展了大量理论分析和实际工程研究: 翟莲^[1]对处于季冻区高含水量强冻胀土体中的湖岸构筑物的冻害机理和防治技术进行研究; 田亚护^[2]研究列车动荷载作用下路基土的冻胀敏感性规律; 原国红^[3]以公路路基为研究对象, 结合现场监测,

对吉林省季节冻土中的水分迁移进行了系统研究; 谷宪明^[4]对路基的冻胀和翻浆机理进行了研究; 郭浩天^[5]对季冻区非饱和土体中深基坑在冻胀作用下的破坏机理进行系统研究。

综上, 国内外学者就土壤的冻融对构筑物、路基、基坑等的影响做了持续深入的研究。本文正是基于前人研究基础上, 以沈阳市某内河的河道挡土墙出现的病害为例, 深入分析其产生的原因, 提出解决的办法, 启发设计人员去思考性价比更高的设计方案。

二、工程概况

本项目为河道护岸维修改造, 是河流水系环境综合提升改造工程中的一部分。本工程挡土墙总长度为 29105m, 新修挡土墙形式有钢筋混凝土挡土墙和自嵌式挡土墙, 翻新挡墙形式为重力式挡土墙。结构形式分别如图 1- 图 3 所示。

工程要求当基础埋深小于冰冻线时, 由基底至冰冻线范围内的土应换填非冻胀性的中、粗砂或砾石等粗粒土, 其中粉、粘土粒含量不大于 15%。

三、冻害分析

(一) 现场冻胀情况

经过三个冰冻期, 三种形式的挡土墙在河道的部分位置均出现不同程度的冻胀破坏, 分别阐述如下:

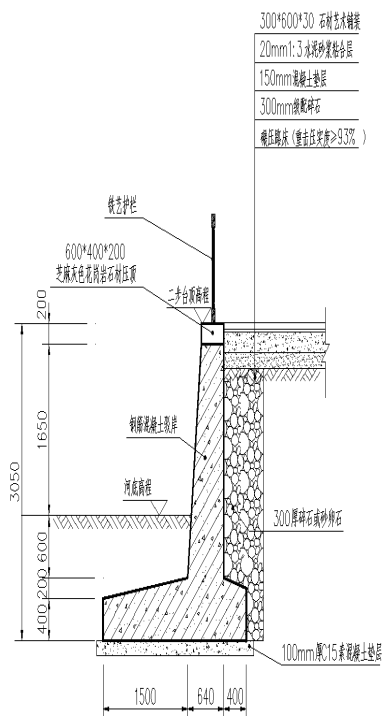


图1 钢筋混凝土挡土墙 (单位: mm)

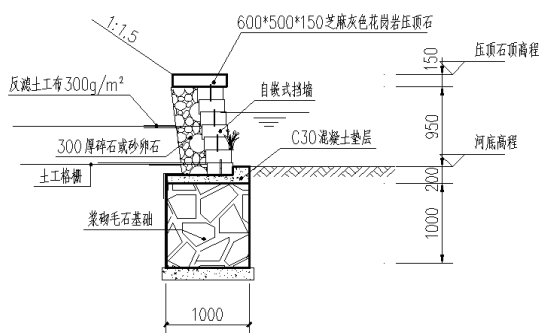


图2 自嵌式挡土墙 (单位: mm)

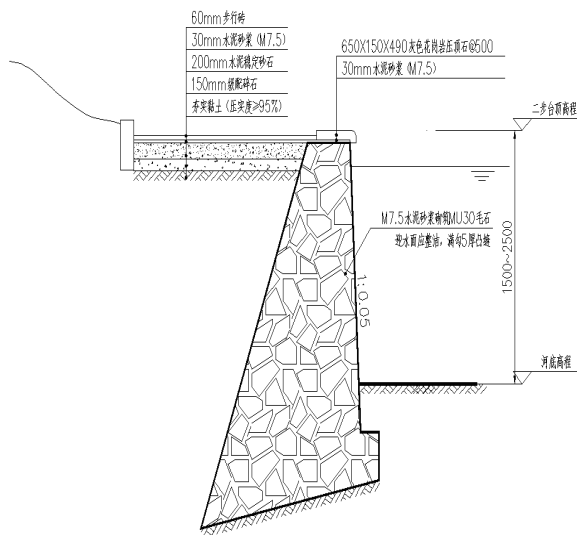


图3 重力式挡土墙 (单位: mm)

1. 混凝土悬臂式挡土墙。位于某公园内的河道悬臂式挡土墙, 部分水面较高的墙段出现向内倾斜、滑移, 从而引起栏杆及庭院灯倾斜严重, 二步台人行道铺装出现拉裂现象, 位移量最大值达到 5cm。

2. 加筋式挡土墙。部分挡土墙段出现向内倾斜、滑移, 引起栏杆的明显倾斜, 二步台人行道铺装已被拉裂。

3. 重力式挡土墙。此段重力式挡土墙段为很早以前修筑的河道挡墙, 本次工程的维修项目为勾缝、二步台铺装及栏杆。经过 3 个冰冻期后, 部分水面较高的墙段出现向内倾斜及滑移, 部分墙体倒塌, 引起栏杆倾斜, 二步台人行道铺装拉裂, 位移量达到 10cm 以上。

(二) 原因分析

经分析认为, 存在以下原因导致挡土墙产生破坏:

1. 河道水位较高, 河水补偿到冻结深度范围内, 墙背后土体含水量较高, 经过多个冻融循环引起严重的冻胀破坏。此为挡土墙倾斜破坏的主要原因。

2. 部分挡土墙后方土体堆积向高坡过渡, 土体冻胀作用累积效应显著, 导致墙体倾斜及人行道铺装破坏。

3. 施工时, 墙背后填土习惯于基础开挖的粘性土直接回填, 未考虑回填土冻胀对墙体的影响, 未按设计要求的回填土施工, 致使墙体产生冻胀破坏。

4. 地基处理不到位及地基土冻融沉陷引起的挡墙倾斜、滑移。

5. 毛石砌体挡土墙因修筑年代久远, 结构强度下降, 引发挡土墙开裂。

6. 河道转弯凸曲线处的挡土墙更容易发生倾斜破坏。

(三) 相关规范及论文分析

依据《水工建筑物抗冰冻设计规范》(GB/T 50662-2011)^[6] 11.3.1, 抗冻胀措施主要分两类, 一类是墙后局部区域换填非冻胀性土, 一类是铺设保温材料。当水平冻胀力在满足防渗要求的条

件下，墙后回填土宜采用粗颗粒材料，规范明确给出墙后回填土的最小置换范围，与回填土的设计冻深及冻胀级别相关。

而采用保温材料可防止挡土结构（墙）后回填土体产生冻结，保温材料一般选取聚苯乙烯泡沫塑料板或其他合适的保温材料。铺设方式有两种，单向铺设和双向铺设，在挡土墙墙高较矮且地下水位较高、墙后铺设有人行道路或存在其他露天设施时，建议采用双向铺设的方式。

翟莲^[1]结合原建设部软科学研究项目“湖岸构筑物冻害分析及处理”（NO.06-K1-10），以长春地区三个公园的季节性冻土为研究对象，分别采用室内试验、室外观测和数值模拟相结合的手段，对船台桩及湖岸挡土墙这两种典型湖岸构筑物的冻害机理、规律和影响因素进行系统研究。课题组提出了挡土墙有效排水和加强隔断的冻害综合治理措施：挡土墙前采用钢筋混凝土防渗挡墙对水体进行隔离；墙后采用柔性可恢复变形材料及防水保护层对墙后铺面道路下的土体进行隔离，并设置排水管将墙后土体中积存的水排至墙前水体；铺面道路与绿化带下方的土体之间设置可吸收变形材料，疏解两侧土体产生的冻胀变形。虽然这一系列的防冻胀措施能起到控制挡土墙冻胀变形及倾斜、防止铺面材料拉裂的作用，但是综合造价也相应提升。

根据相关规范及相关专业研究，本文结合沈阳地区的实际情况，从挡土墙构造方面提出通过保温隔断减小冻胀力，从而减小挡土墙及墙后土体变形的措施，如图4、图5所示。

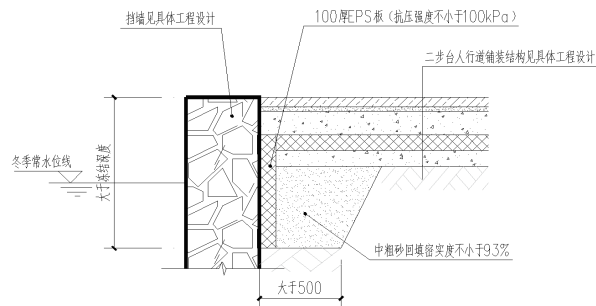


图4 高水位挡土墙墙后处理构造图

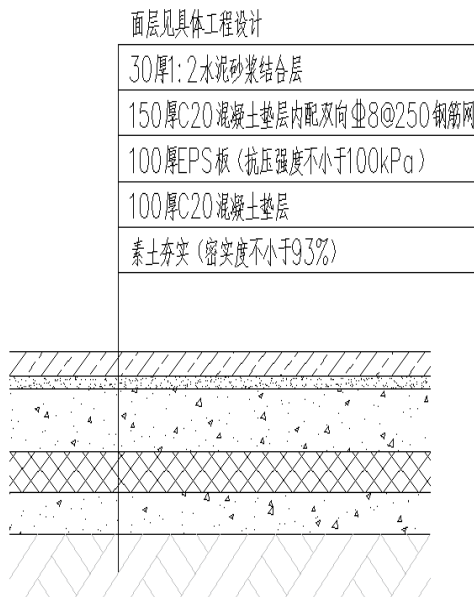


图5 二步台人行道铺装构造图

四、结语

本文通过对实际工程的分析研究，推导出季冻区高水位挡土墙破坏的多种原因，根本原因因为有水源持续补偿冻深范围内的地下水，造成土壤中冻体增大不断累积。因此可以从加高挡墙或降低补偿水源水位的方法从源头解决冻胀问题。

参考相关规范及相关研究，提出了适应沈阳地区的高水位挡土墙墙后处理构造及二步台人行道铺装构造，为国内其他同类型挡土墙工程的设计提供了有益的参考。

参考文献：

- [1] 翟莲. 季冻区湖岸构筑物冻害机理及防治方法的研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2011
- [2] 田亚护. 动、静荷载作用下细粒土冻结时水分迁移与冻胀特性实验研究 [D]. 北京: 北京交通大学, 2008
- [3] 原国红. 季节冻土水分迁移的机理及数值模拟 [D]. 吉林: 吉林大学, 2006
- [4] 谷宪明. 季冻区道路冻胀翻浆机理及防治研究 [D]. 吉林: 吉林大学, 2007
- [5] 郭浩天. 基于非饱和土三轴试验的季冻区深基抗冻胀破坏机理研究 [D]. 吉林: 吉林建筑大学, 2018
- [6] 水工建筑物抗冰冻设计规范 GB/T 50662-2011